

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SUL TORRENTE SCOLTENNA IN LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE



committente

CONSULT A srl
via Umberto I, 7 Pavullo n./F.(MO)
P.IVA e C.F. 01890210360



COORDINAMENTO, PROGETTO E INTEGRAZIONE DISCIPLINE
SPECIALISTICHE
Ing. Claudia Dana Aguzzoli

GRUPPO DI LAVORO
Ing. Alessandro Zuccaro - Dott.ssa Piera Scarano



RELAZIONE IDROLOGICA

087 prof MC loc AS arg RH02 doc e prog P fase 0 rev.

cartella: 087 file name: scala:

rev.	descrizione	data	redatto	verificato	approvato
0	Emissione	15/02/2016	Freschi	Aguzzoli	Aguzzoli

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

INDICE

1. DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DURATA	2
2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI RILASCIO MINIMO	8
3. DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DURATA DI EFFETTIVO UTILIZZO	11
4. DATI DI CONCESSIONE	14
5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	15

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

1. DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DURATA

Al fine della determinazione delle vevoli portate naturali fluenti a fiume nell'arco dell'anno in corrispondenza della sezione di presa in progetto, si è fatto riferimento, in assenza di significativi periodi di misura delle grandezze idrologiche, a diverse fonti di dati reperite in letteratura tecnica ed in particolare:

- ⊕ annali pubblicati da parte del Servizio Idrografico e Mareografico: sono state analizzate le serie storiche di portata registrate in corrispondenza della stazione di Ponte Prugno sul torrente Scoltenna negli anni di funzionamento (1936 – 1940). Tale stazione è di fatto in corrispondenza dell'opera di presa dell'impianto in progetto ma ha il limite di aver funzionato per un periodo di tempo molto ridotto e quindi relativamente significativa per le elaborazioni idrologiche risultando comunque un punto di riferimento importante.
- ⊕ Dati pubblicati nell'ambito del Progetto di Piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche in Emilia Romagna dall'IDROSER. In particolare si è presa a riferimento la stazione n. 121 sul torrente Scoltenna. Tali dati risultano attendibili dal momento che l'orizzonte temporale risulta essere significativo.
- ⊕ Dati pubblicati nell'ambito del recente Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna all'interno del quale, attraverso una simulazione afflussi-deflussi tramite modello idrologico, è stata ricostruita la curva di durata delle portate per la sezione di confluenza fra torrente Scoltenna e Panaro, sezione ubicata poco più a valle di quella in esame. Tale curva è stata ricavata però per il solo periodo 1991-2001, decennio questo piuttosto siccitoso (riduzione delle precipitazioni rispetto al periodo precedente di circa un 30%)e quindi non del tutto significativo.

Si riportano qui di seguito i principali dati caratteristici delle tre stazioni precedentemente citate:

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

Tabella 1: caratteristiche idrologiche delle diverse sezioni prese a riferimento.

Stazione	Area bacino sotteso (kmq)	Portata media naturale annua (mc/s)	Portata minima annua (mc/s)	Portata massima annua (mc/s)
Ponte Prugneto	241	8.90	0.16	239.00
IDROSER 121	172	7.14	/	/
PTA confluenza Panaro – Scoltenna (1991-2001)	284	7.40	0.72	82.00

I valori di portata media naturale annua per le diverse sezioni prese a riferimento risultano essere in linea se riportati idrologicamente alla sezione in esame.

Di seguito le caratteristiche del bacino imbrifero captato dall'impianto in progetto:

Asta Fluviale	Area bacino (km ²)	Quota massima (mslm)	Quota sezione di presa (mslm)
Torrente Scoltenna	204	1965	487

Pertanto è stato possibile determinare, a partire da ciascuna delle tre sezioni precedenti, tramite ragguagli che tenessero in debita considerazione la diversa estensione dei bacini sottesi, i diversi valori di precipitazione così come i diversi periodi temporali, un valore della portata media per il bacino sotteso alla sezione di presa rispettivamente di:

Tabella 2: valori della portata media naturale alla sezione di presa calcolati a partire dalle diverse stazioni prese a riferimento.

Stazione di riferimento per il calcolo	Portata media annua naturale calcolata (mc/s)
Ponte Prugneto	8.63
IDROSER 121	9.42
PTA confluenza Panaro – Scoltenna (1991-2001)	6.92

Il valore fornito dall'elaborazione dei dati del PTA (dati relativi alla curva di durata pubblicati in allegato 7 alla relazione della Attività D) della Regione si discosta da quelli invece forniti dai dati misurati da IDROSER e Servizio Idrografico; l'elaborazione di questi ultimi dati risulta invece essere in linea con il dato, sempre fornito nell'ambito del PTA all'interno della relazione generale comprensiva del quadro conoscitivo per la sezione 012202000000A (a pagina 216) ed in contrasto con il precedente, che per la sezione di confluenza Scoltenna – Panaro (bacino sotteso pari a 284 kmq) fornisce un valore della portata media annua pari a 11.11 mc/s. Dal momento che i dati ricavati dal PTA sono sostanzialmente frutto di applicazione di modelli matematici e non di misure dirette, si reputano meno attendibili dei corrispondenti dati misurati.

All'interno di tale documento vengono infatti presentati i risultati delle simulazioni eseguite con un modello afflussi-deflussi implementato al fine di ricostruire, sulla base dei dati giornalieri di

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SUL TORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

precipitazione e temperatura forniti da una serie di stazioni pluviometriche e termometriche opportunamente individuate, le portate medie giornaliere in varie sezioni fluviali, all'interno e alla chiusura dei bacini idrografici. Queste elaborazioni sono state effettuate per il periodo 1991-2001 e hanno condotto alla determinazione delle curve di durata delle portate naturali per ognuna delle sezioni individuate. Per il caso oggetto di studio si è considerata la sezione di chiusura sul Torrente Scoltenna identificata nel modello come 012202000000A, ubicata in prossimità della confluenza del torrente stesso nel Fiume Panaro e caratterizzata dai dati riportati in tabella seguente :

Modellazione per il periodo 1991-2001			
Sez. n°	Area bacino sotteso (km ²)	Precipitazioni medie sul bacino (mm)	Q media annua (mc/s)
012202000000A	284	1253	7.400

Tabella 3: Modellazione afflussi-deflussi effettuata dalla Regione Emilia Romagna per il periodo 1991-2001 sul Torrente Scoltenna

Al fine di ragguagliare i dati di portata riportati nel piano di tutela per la stazione 012202000000A negli anni 1991-2001 alla sezione oggetto di studio e per un periodo di osservazione più consistente (1951-2001) si è proceduto come di seguito indicato.

Al fine di ampliare il periodo di validità della curva di durata, sono stati raccolti i dati di precipitazione totale annua nel periodo 1951-2001 delle stazioni pluviometriche disponibili comprese nel bacino sotteso dalla sezione 012202000000A e si è determinato, attraverso semplici medie aritmetiche, un coefficiente di ragguaglio temporale al lungo periodo (1951-2001) della curva di durata proposta nel Piano di Tutela delle Acque per il decennio 1991-2001.

Come è evidente dall'esame della Tabella 4, i dati pluviometrici elaborati sono contraddistinti da buona consistenza e contemporaneità.

Anno di osservazione	Stazione pluviometrica				
	<i>San Michele c.le (765 m slm)</i>	<i>Fiumalbo (943 m slm)</i>	<i>Sestola (1020 m slm)</i>	<i>S. Anna Pelago (1039 m slm)</i>	<i>Barigazzo (1224 m slm)</i>
1951		2536.5	1757.4	2556.0	2010.0
1952		2048.0	1493.2	2498.0	1598.0
1953		1462.5	1390.1	1259.0	1327.0
1954		1368.0	1170.7	1867.0	1322.0
1955		1824.5	1300.1	2026.0	1495.0
1956		1208.0	1039.3	1521.0	1250.0

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

1957		1601.5	1389.7	1853.0	1474.0
1958		1366.0	1325.0	1963.0	1411.8
1959		2135.6	1757.0	2419.0	2040.4
1960	2309.0	2723.4	2177.4	3414.0	2174.6
1961	1432.6	1846.6	1298.4		1397.6
1962	1257.8	1446.0	1243.6	1780.0	1457.0
1963	1787.6	2153.4	1704.6		1741.2
1964	1391.2	1830.4	1436.0	2100.8	1618.4
1965	1843.2	1933.0	1478.6	2754.8	1775.4
1966	1464.6	1803.6	1411.4	2123.4	1631.6
1967	1115.8	1357.4	1073.8	1689.2	1093.6
1968	1672.0	1818.2	1491.2	2758.2	1602.4
1969	1297.8	1426.8	1318.6	2153.6	1269.0
1970	1257.4	1751.4	1251.0	2350.8	1334.0
1971	1228.8	1465.0	1031.8	1783.0	1133.4
1972	1939.2	2271.2	1694.4	2557.0	1817.6
1973	1579.6	1939.4	1528.2	2146.4	1585.0
1974	1395.6	1549.2	1033.2	1708.0	1473.8
1975	1537.6	1914.2	1338.0	2325.0	1422.2
1976	1691.6	2095.0	1546.6		1744.6
1977	1600.8		1441.0		1689.8
1978	1761.4		1557.2	2219.9	1538.6
1979	2049.8		1682.0	3007.2	1754.6
1980	1612.8	1976.4	1545.8	2579.0	1452.6
1981	1227.2	1767.8	1349.4	2291.4	1219.8
1982	1684.0	1980.2	1342.6	2861.8	1508.6
1983	880.8	1428.6	1144.4	1665.4	1312.6
1984	1468.4	2091.6	1768.6	2348.8	1840.4
1985	1515.8	1460.7	1174.5	1529.5	1105.1
1986	1310.6		1232.0	1316.7	1201.6
1987	1505.4			1860.4	1281.0
1988			968.6	1241.5	1132.0
1989	1395.8	1544.2	1218.2	1519.4	1364.5
1990			1118.6	1781.0	1137.0
n° anni	29	33	39	36	40
media 51-90	1524.6	1791.6	1390.3	2106.3	1493.4
media 91-01	1252.0	1335.0	1222.0	1445.0	1434.0
media 51-01	1449.7	1677.5	1353.3	1951.6	1480.6

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

Rapporto 91-01 / lungo periodo	0.864	0.796	0.903	0.740	0.969
Rapporto medio	0.854				
Coeff. di ragguglio curva durata	1.171				

Tabella 4: Elaborazione dei dati pluviometrici a disposizione sul bacino in esame

La curva di durata proposta dal Piano di Tutela delle Acque per la sezione 012202000000A (bacino sotteso 284 kmq), relativamente al periodo di osservazione 1991-2001 è stata dapprima moltiplicata per un coefficiente di ragguglio all'area pari a:

$$K_A = \frac{204}{284} = 0.718$$

ottenendo così la curva di durata di riferimento nella sezione di presa dell'impianto in esame, per il periodo 1991-2001.

La successiva moltiplicazione per il coefficiente di ragguglio temporale al lungo periodo determinato in tabella 4:

$$K_T = 1.171$$

porta alla determinazione della curva di durata delle portate naturali.

CURVE DI DURATA DELLE PORTATE (mc/s)			
	1991-2001 (284 kmq)	1991-2001 (204 kmq)	1951-2001 (204 kmq)
Q(10)	31,20	22.41	26.23
Q(30)	17,20	12.35	14.46
Q(60)	11,18	8.03	9.40
Q(91)	8,05	5.78	6.77
Q(182)	4,18	3.00	3.51
Q(274)	2,18	1.57	1.83
Q(355)	0,85	0.61	0.71
	Q naturale media annua (mc/s)	4,90	5,74

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

Tabella 5: Curve di durata delle portate elaborate

Sebbene si reputerà idrologicamente più consistente assumere, per quanto detto in precedenza, quale valore della portata media annua naturale quello derivante dalle elaborazioni effettuate sui dati IDROSER e SIMN, a favore di sicurezza si adotterà la curva di durata su riportata.

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI RILASCIO MINIMO

Per la determinazione del deflusso minimo vitale (DMV) nel bacino in esame, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, ente preposto alla definizione del valore del rilascio per l'asta del fiume Panaro in quanto affluente del fiume Po, ha demandato alla Regione Emilia Romagna la definizione dei parametri di calcolo caratteristici.

In particolare, all'interno del Documento Preliminare del Piano di Tutela delle Acque (art. 25 L.R. 20/2000), al Titolo IV viene definito il DMV come la portata istantanea che in un tratto omogeneo del corso d'acqua garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

In presenza di captazioni idriche, il DMV è dunque il valore minimo del deflusso che deve essere presente a valle al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.

L'art. 4 prevede che il DMV si componga di una componente idrologica, stimata in base alla peculiarità del regime idrologico stesso e di una componente morfologica-ambientale, a sua volta dipendente da una serie di eventuali fattori correttivi che tengono conto delle caratteristiche morfologiche dell'alveo, della naturalità e dei pregi naturalistici del corso d'acqua, della sua destinazione funzionale e degli obiettivi di qualità definiti dalle Regioni nell'ambito dei Piani di Tutela della qualità delle acque.

Tale delibera prevede che il valore del deflusso minimo sia calcolato come segue:

$$DMV = k \cdot q_{media} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

dove:

DMV = rilascio minimo in l/s

k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrologico-idrografiche. Esprime la percentuale della portata media naturale storica che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale.

q_{media} = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (l/s/km²). Tale valore deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuale delle portate specifiche naturali defluenti nella sezione del corso d'acqua.

S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (km²)

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

I parametri M, Z, A e T assumono invece i significati seguenti:

M = parametro morfologico. Esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. I valori del parametro M sono compresi tra 0.7 e 1.3: la metodologia per la determinazione del parametro M deve considerare almeno la pendenza dell'alveo, la tipologia morfologica, la presenza di pools e la permeabilità del substrato.

Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q calcolati distintamente dove:

N = parametro naturalistico, assume solo valori maggiori o uguali a 1.

In particolare sono previsti valori > 1 per corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi o riserve naturali di carattere statale e regionale, in zone umide o in siti di importanza comunitaria.

F = parametro di fruizione; esprime le esigenze di maggior tutela per habitat fluviali oggetto di particolare fruizione turistico – sociale, compresa la balneazione.

Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali; esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti. Assume valori maggiori o uguali a 1; valori maggiori di uno sono da assumersi laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta applicando le più efficaci tecniche di depurazione e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità.

A = parametro relativo all'interazione fra le acque superficiali e le acque sotterranee. Esprime l'esigenza di maggiore o minor rilascio dovute al contributo delle falde sotterranee nella formazione del deflusso minimo vitale. È un valore compreso fra 0.5 e 1.5.

T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV; descrive le esigenze di variazione nell'arco dell'anno dei rilasci determinate da obiettivi di tutela dei singoli tratti di un corso d'acqua al fine di tutelare ad esempio l'ittiofauna oppure di permettere una diversificazione del regime di deflusso per mitigare situazioni di stress.

Il termine $k_{q_{media}}S$ rappresenta la componente idrologica del DMV da applicarsi a tutte le concessioni di acqua pubblica, mentre l'applicazione dei fattori correttivi è limitata ai soli corsi d'acqua che

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

verranno individuati dalle Regioni nell'ambito dei loro strumenti di pianificazione e regolamentari entro il 31 dicembre 2008. Contestualmente, entro la stessa data saranno definiti i valori dei singoli parametri correttivi per i corsi d'acqua o loro tratti come sopra definiti.

In questa fase, mancando un riferimento regionale per la determinazione dei fattori di correzione, si è ritenuto di procedere nel calcolo inserendo i valori medi (e quindi unitari) della componente morfologica considerando lo status fluviale oggettivamente buono se non ottimo e che la captazione puntiforme, alla luce della portata massima di derivazione, non risulta stressante in ragione delle portate massime e medie a fiume.

Pertanto, trovandosi l'impianto in questione sull'asta del Torrente Scoltenna, affluente emiliano del Po, il fattore k si è determinato con la seguente equazione caratteristica redatta dall'Autorità di Bacino stessa:

$$k = -2.24 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.086$$

dove S è la superficie del bacino captato in kmq (pari a 204 kmq). Per il bacino in analisi si ottiene dunque $k = 0.08143$.

La portata media annua naturale ottenuta da tale curva di durata è pari a 5,74 mc/s, corrispondente a una portata specifica pari a 28,135 l/s/kmq.

Adottando quindi come valori dei parametri:

$$k = 0.08143$$

$$q_{\text{media}} = 28,135 \text{ l/s/km}^2$$

$$S = 204 \text{ km}^2$$

$$M \cdot Z \cdot A \cdot T = 1$$

si ottiene un valore della portata di deflusso minimo vitale pari a 467 l/s.

Tale deflusso permette di garantire, nonostante la derivazione d'acqua, idonee condizioni di vita per la flora e la fauna acquatica oltre a assicurare in alveo la costanza di una certa altezza idrica che preserva i caratteri tipici del paesaggio naturale.

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

3. DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DURATA DI EFFETTIVO UTILIZZO

La curva di durata delle portate effettivamente turbinabili è ottenibile, una volta noto il valore del rilascio, sottraendo al valore della portata naturale il corrispondente valore del deflusso minimo (*).

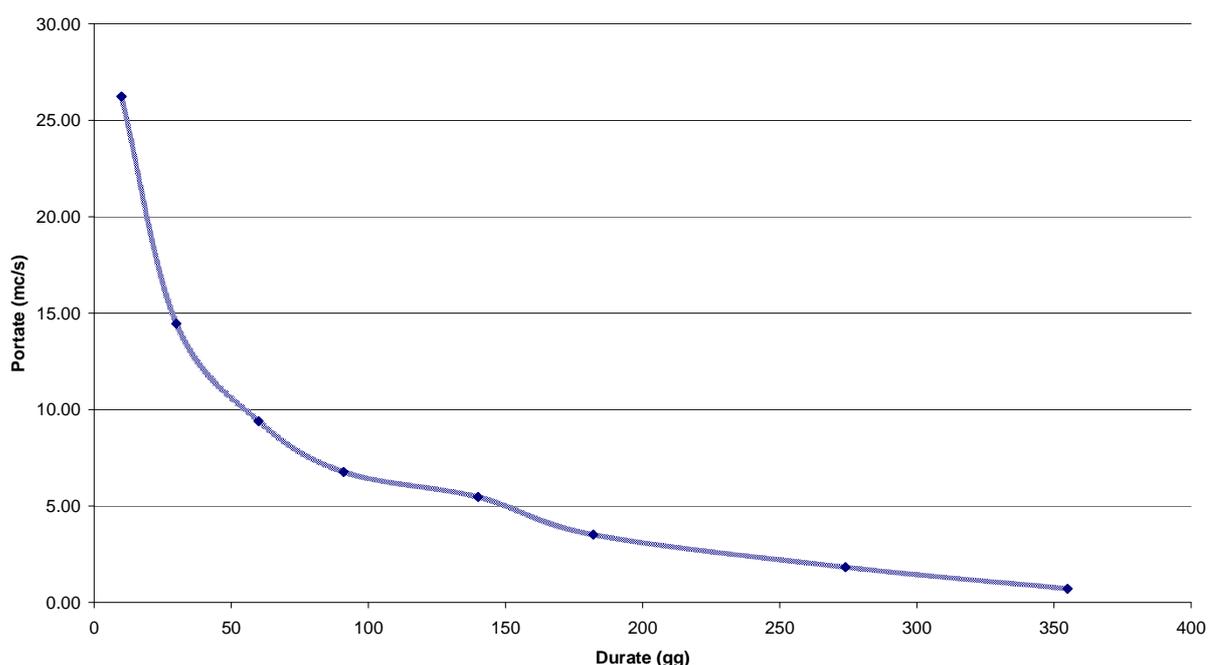
I calcoli delle portate turbinabili sono quindi stati eseguiti a partire dalla curva di durata di Tabella 5 adottando quale portata massima derivabile 5,0 mc/s.

In Tabella 6 sono esposti i calcoli effettuati per giungere alla portata turbinabile media annua e, quindi, ai dati di produzione.

	Q naturale (mc/s)	DMV (mc/s)	Q disponibile (mc/s)	Q turbinabile (mc/s)
Q(10)	26.23	0,467	25.763	5.000
Q(30)	14.46	0,467	13.993	5.000
Q(60)	9.40	0,467	8.933	5.000
Q(91)	6.77	0,467	6.303	5.000
Q(140)	5.47	0,467	5.000	5.000
Q(182)	3.51	0,467	3.043	3.043
Q(274)	1.83	0,467	1.363	1.363
Q(355)	0.71	0,467	0.243	0.243
Q media	5,74			3,114

Tabella 6: Determinazione della curva di durata delle portate turbinabili.

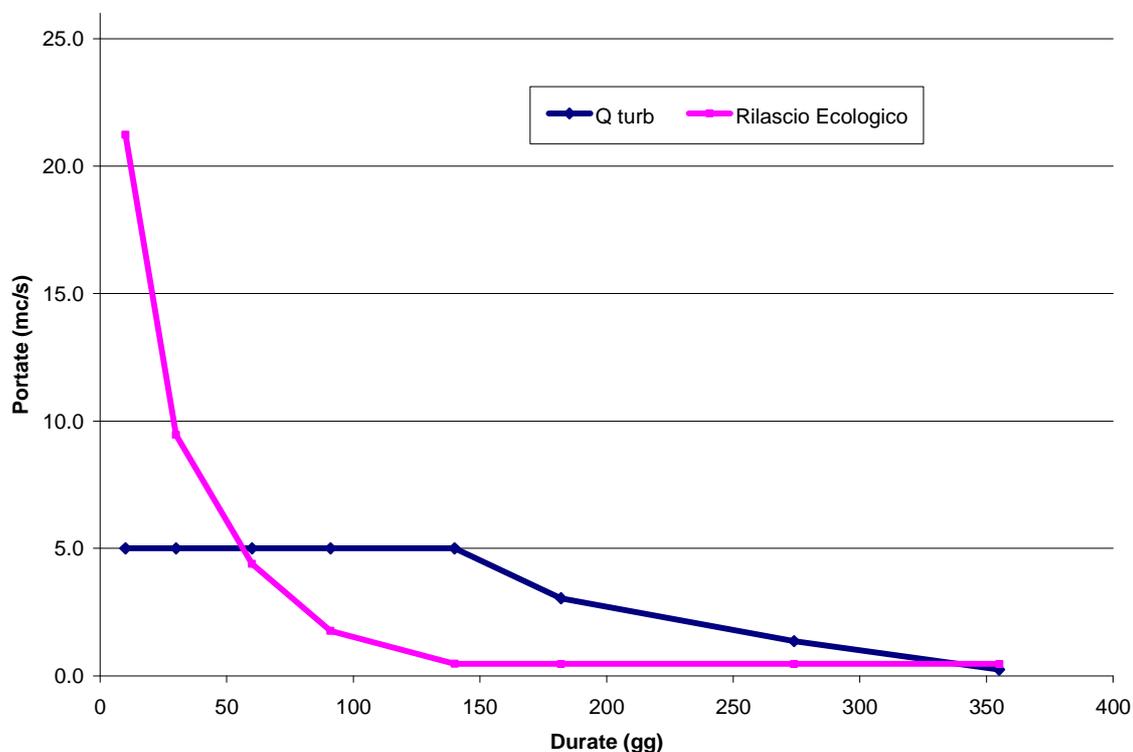
CURVA DI DURATA DELLE PORTATE NATURALI



REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE TURBINABILI



Il calcolo della potenza nominale dell'impianto è stato effettuato utilizzando la formula (vedi R.D. 11/12/1933 N. 1775, tit. I, capo I, art. 35):

$$P = \frac{Q \cdot H}{102}$$

dove:

Q = portata turbinabile media annua (l/s) = 3.114 l/s pari a 31,14 moduli.

H = salto legale (m) = 1,48 m

ottenendo una potenza nominale lorda P = 45.18 kW

Considerando il rendimento della macchina e le perdite di carico localizzate e distribuite nell'impianto si è calcolata la potenza nominale netta come:

$$P_{\text{netta}} = 45.18 \times 0.70 = 31.6 \text{ kW}$$

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

(*): NB: la curva di durata di effettivo utilizzo riportata in paragrafo è da ritenersi cautelativa nei confronti della fonte idrica in quanto in realtà, il rilascio ecologico così come progettato, risulta variabile al variare del battente gravante sulla bocca di rilascio ovvero variabile alle portate di derivazione.

È infatti chiaro che per derivare portate maggiori del DMV da addurre alla turbina, il funzionamento del sistema di rilascio (che è fisso) cambia da semplice stramazzo a luce a battente con conseguente innalzamento della portata rilasciata a fiume.

In relazione idraulica è riportata la scala di deflusso della bocca di rilascio alla quale si dovrebbe, più correttamente, attenersi anche nella determinazione delle portate nette disponibili alla produzione e quindi la potenza nominale.

La producibilità nominale media annua è stata infine ottenuta moltiplicando la potenza nominale netta per il numero di ore di funzionamento per anno al netto dei rendimenti variabili di macchina:

Producibilità teorica = 261.500 kWh/anno

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

4. DATI DI CONCESSIONE

Qui di seguito si riportano i principali dati caratteristici dell'impianto idroelettrico per la produzione di energia da fonti rinnovabili oggetto del presente progetto definitivo. All'interno di questa pagina, si riportano i dati richiesti dal Regolamento Regionale 20 Novembre 2001, n.41 "Disciplina del Procedimento di Concessione di Acqua Pubblica" e coi contenuti di calcolo del R.D. 11.12.1933 n.177, tit. I, capo I, art. 35:

Corpo idrico superficiale interessato	Torrente Scoltenna
Punto di prelievo	Molino delle Campore
Coordinate geografiche UTM	X: 44.2756793; Y: 10.7244596
Bacino imbrifero	204.00 km²
Quota pelo morto a monte del meccanismo motore	492.58 m.s.l.m.
Quota pelo morto a valle del meccanismo motore	491.10 m.s.l.m.
Salto legale	1.48 m
Portata media annua naturale	5.74 m³/s
Portata media annua derivata	3.11 m³/s (31,14 moduli)
Portata massima turbinabile	5.00 m³/s
Potenza nominale	45,18 kW
Produzione teorica netta	261'500 kWh/anno
Deflusso Minimo Vitale	467 l/s
Volume medio annuo rilasciato alla presa	85 milioni di m³
Mancate emissioni media annua di CO₂ in atmosfera *	261 t/anno.

(*): confronto col sistema tradizionale a carbon fossile.

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Al fine della determinazione delle difese spondali, delle quote d'imposta dei muri di difesa o dei coronamenti degli'argini, per una corretta valutazione degli'effetti indotti dalle opere in progetto sul sistema fiume o quelle che il fiume può indurre sulle opere, oltre ovviamente a maturare una visione completa e strutturale degli'interventi in oggetto, occorre definire l'entità della portate di piena sul torrente Scoltenna nel tratto interessato dal progetto e più in dettaglio particolarmente si deve stabilire il loro valore alla zona di presa.

Infatti, la determinazione del valore della portata di piena, caratterizzante il corso d'acqua in una sezione fluviale, risulta essere di importanza fondamentale sia per la verifica delle opere, che devono essere in grado di garantire un corretto funzionamento anche in condizioni critiche, sia per garantire profili idraulici del pelo libero congruenti con le caratteristiche dell'alveo anche in seguito all'intervento in progetto.

Purtroppo, nello studio dell'Autorità di Bacino per il fiume Po, "interventi sulla rete idrografica e sui versanti"- Legge 18 Maggio 1989 n.183 art.17 comma 6ter – Direttiva 2 non viene trattato il Torrente Scoltenna ma solo il bacino del Fiume Panaro e a quote inferiore; a questo punto, l'unica possibilità di determinare i valori di portate di piena è la determinazione empirica e indiretta.

La verifica è stata condotta con la nota formula di Giandotti associata ai più noti metodi indiretti di stima delle portate di piena. Questi, fanno riferimento a modelli afflussi deflussi (così come indicato nella Direttiva stessa sulla piena di progetto da assumere, allegata al PAI), tra i quali vengono spesso proposti il metodo razionale e il metodo SCS, anche se quest'ultimo è applicabile generalmente a bacini di piccola e media estensione. Ragion per cui si procederà col solo metodo razionale, secondo il quale:

$$Q_c = c \cdot i \cdot A$$

dove:

Q_c = portata al colmo (m^3/s)

c = coefficiente di deflusso

i = intensità di pioggia (mm/h)

A = superficie del bacino (kmq)

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,

REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

L'utilizzo della formula razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno T in una portata al colmo con pari valore di T , richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso c con un valore medio di ricorrenza. Ciò è possibile solamente quando si disponga di serie storiche sufficientemente estese di dati pioggia e di portate al colmo.

Il tempo di corrivazione del bacino, come citato in precedenza è stato calcolato con la formula di Giandotti (1934, 1937):

$$t_c = \frac{1.5L + 4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}}$$

In particolare t_c è espresso in ore, L è la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino in km, A è l'area del bacino in kmq, H_0 è la quota della sezione di chiusura del bacino in metri mentre H_m è la quota media in metri del bacino stesso.

Dal PTA alla sezione di chiusura sul Torrente Scoltenna identificata nel modello come 012202000000A, ubicata in prossimità della confluenza del torrente stesso nel Fiume Panaro si deducono i valori delle singole grandezze A_{bacino} , L , H_0 e dell'altezza media del bacino H_m :

$$A_{\text{bacino}} = 204 \text{ km}^2$$

$$L = 26,7 \text{ km}$$

$$H_0 = 487 \text{ m s.m.m.}$$

$$H_m = 1.226 \text{ m}$$

ottenendo in definitiva come tempo di corrivazione del bacino in oggetto:

$$t_c = \frac{1.5 \cdot 26.7 + 57.13}{0.8\sqrt{1.226 - 0.487}} = 4.47 \text{ ore}$$

Per ricavare $i(tc)$ è necessario determinare i parametri a e n della curva di possibilità climatica associabile al bacino in oggetto, avente espressione: $h(d, T) = a \cdot d^n$

A tal fine, data la discreta estensione del bacino stesso, si è ricorsi ai dati forniti dall'Autorità di Bacino del fiume Po in merito alla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. In particolare, da un esame della cartografia in Allegato 3 alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", di cui si riporta uno stralcio in figura sottostante, è stato possibile giungere alla definizione dei valori di a ed n caratteristici della sezione in oggetto, ossia:

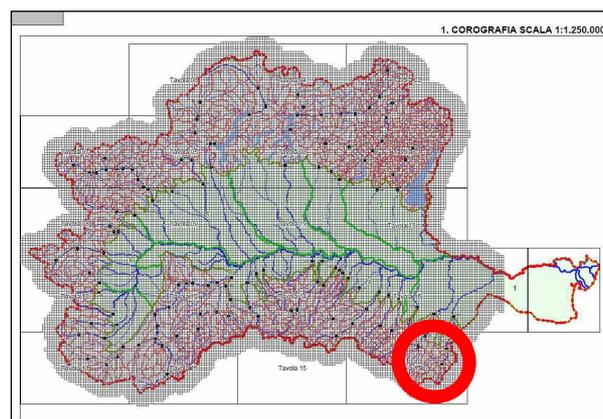
REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA PUNTUALE SULTORRENTE SCOLTENNA

LOCALITA' MOLINO DELLE CAMPORE

a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
44,97	0,333	57,93	0,324	63,50	0,322	70,85	0,319

Tabella 7: parametri LSPP estratti dal PAI - Autorità di Bacino Fiume Po.

FN 146	FO 146	FP 146	FQ 146	FR 146	FS 146	FT 146
FN 147	FO 147	FP 147	FQ 147	FR 147	FS 147	FT 147
FN 148	FO 148	FP 148	FQ 148	FR 148	FS 148	FT 148
FN 149	FO 149	FP 149	FQ 149	FR 149	FS 149	FT 149
FN 150	FO 150	FP 150	FQ 150	FR 150	FS 150	FT 150
FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT



PAI Autorità di Bacino del fiume Po: Allegato 3 alla “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”. Suddivisione del territorio in celle iso-a e iso-n e stralcio della zona della sezione di Ponte Prugneto.

Introducendo nelle espressioni i valori di coeff. di permeabilità del bacino sotteso come segue desunti su bacini di destra Po simili a quello in oggetto:

<i>Tr</i> (anni)	20	100	200	500
<i>c</i> (-)	0.66	0.76	0.78	0.82

Tabella 8: valori dei coeff. di permeabilità per dato *T*, alla sezione in oggetto.

è possibile esprimere la intensità di pioggia come segue :

$$i_{cr}(t_{cr}; T) = \frac{h}{t_{cr}} = \frac{a \cdot t_r^n}{t_{cr}} = a \cdot t_{cr}^{n-1}$$

Da cui si ottengono direttamente i valori delle portate di piena ai diversi tempi di ritorno alla sezione in oggetto come:

<i>Tr</i> (anni)	20	100	200	500
<i>Q</i> (m ³ /s)	620	908	1018	1189

Tabella 9: valori delle portate di piena assunti per la sezione di presa in funzione del *T* estratti dal PAI.