COMMITTENTE

STE (Soluzioni Tecniche Energetiche) S.p.A.
Sede Legale: Via Piffetti 15 – 10143 Torino – tel +39 011 4737401 – fax +39 011 480476
Codice fiscale e Partita IVA 01694160027

PROGETTISTI

STE (Soluzioni Tecniche Energetiche) S.p.A.
Sede Legale
Via Piffetti, 15 – 10143 TO
Tel +39 011 4737401
Fax +39 011 480476
Cap Soc E 800.000,00 i.v.
Codice fiscale e Partita IVA 01694160027

STUDIO DI INGEGNERIA FERRARI E GIRAUDO
Corso Nizza 67/A CUNEO
Tel. 0171 698783 Fax 0171 697676
e-mail: ufficio@ferrariegiraudo.it

Dott. Ing. Franco Giraudo

Dott. Ing. Stefano Ferrari

IMPIANTO IDROELETTRICO ALIMENTATO CON LE ACQUE DEL TORRENTE NEGRONE IN LOCALITA' PORNASSINO NEI COMUNI DI ORMEA (CN) E COSIO D'ARROSCIA (IM)

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

ANALISI IDROLOGICA E DI PRODUTTIVITA'

		0011_Orm_ID_D_27_AIP_2_Rev0		Maggio 2012	
2					
1					
0	05/2012	Emissione			BLA
REV	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.

CONSULENZE

ITTIOFAUNA:
Dott. Massimo Pascale
FAUNA:
Dott. ssa Mara Calvini
FLORA ECOSISTEMI:
Dott. For. Paolo Correndo
GEOLOGIA:
Dott. Geol. Aldo Acquarone
MACROINVERTEBRATI BENTONICI
Dott. Stefano Fenoglio
IMPATTO ACUSTICO
Dott.ssa Sara Viglietti

Il Progettista delle opere specialistiche
STE S.p.A
arch. Laura Burzio

CONSULENZA SPECIALISTICA

Il Responsabile del progetto
STE S.p.A
ing. Michele Blandino

N° ELABORATO

2

Questo elaborato è di proprietà riservata della STE S.p.A.; ne è vietata la riproduzione anche parziale, nonchè la presentazione a terzi senza esplicita autorizzazione. L'inosservanza è perseguibile ai termini di legge.

Indice generale

Inquadramento territoriale....2

Descrizione delle rete di drenaggio....3

Dati idrologici disponibili 4

Annali idrologici – Sezione di Ponte di Nava....4
Rete idrometrica Regione Piemonte– Sezione di Ponte di Nava....6
Banca dati Idrologica ARPA PIEMONTE – Sezione di Pornassino Negrone....7
Annali idrologici – Sezione di Pian Laiardo....7

Ragguaglio delle serie storiche alle precipitazioni note....9

Caratteristiche idrologiche del Torrente Negrone presso l'opera di presa....10

Modellazione per similitudine idrologica....10
Caratteristiche dell'anno medio per il Torrente Negrone....11
Portata media annua....11
Portate medie mensili....11
Durata delle portate....11
Caratteristiche dell'anno idrologico scarso per il Torrente Negrone....12

Caratteristiche della derivazione proposta....14

Determinazione del deflusso minimo vitale idrologico....14
Deflusso minimo vitale adottato in progetto....16
Quadro degli utilizzi esistenti....17
Portate derivate e rilasciate nell'anno medio....17
Portata media minima e massima annua derivata....17
Portata media minima e massima annua rilasciata....17
Portate medie mensili derivate nell'anno medio....17
Portate medie mensili derivate nell'anno scarso....18
Durata delle portate nell'anno medio 19
Durata delle portate nell'anno scarso....20

Campagna di misure dirette delle portate....21

Calcolo Produttività dell'impianto....22

Analisi costi benefici....23

Allegati....24

Inquadramento territoriale

Il Torrente Negrone è uno dei principali tributari del fiume Tanaro: quest'ultimo, infatti, nasce dalla confluenza del Torrente Negrone con il Torrente Tanarello alla quota di circa 901 m s.l.m. in comune di Ormea.

Le sorgenti del Negrone si trovano sulle pendici meridionali del Monte Marguareis (2651 m) in territorio piemontese. Nel suo scorrere, il torrente Negrone, poi Tanaro, sino a Ponte di Nava (quindi a valle della zona di interesse) segna il confine tra le province di Imperia e Cuneo, e conseguentemente tra Liguria e Piemonte.

Il bacino idrografico in esame interessa un'area montana, collocata nelle Alpi Liguri, che evidenziano un andamento E-W, e che sono caratterizzate da una discreta piovosità.

Descrizione delle rete di drenaggio

La superficie del bacino versante, arrotondata cautelativamente per difetto, si è ottenuta planimetricamente sulla carta in scala 1/10.000 della Regione Piemonte.

Il bacino del Torrente Negrone chiuso nella sezione di presa di Viozene presenta le seguenti caratteristiche:

superficie bacino	58,5 km^2
max quota	2651 m s.l.m.
quota di chiusura	1039,72 m s.l.m.

Dati idrologici disponibili

Al fine delle successive elaborazioni idrologiche si fa riferimento ai seguenti dati disponibili .

Stazione	Corso d'acqua	Ubicazione	Area drenata (kmq)	Anni di misura
Idrometrica SIMN	Tanaro	PONTE DI NAVA	148	1931-1943; 1946-1960; 1962-1968
Idrometrica Regione Piemonte	Tanaro	PONTE DI NAVA	148	2003- 2009
Idrometrica Regione Piemonte	Negrone	PORNASSINO NEGRONE	68,6	2008 - 2009
Idrometrica SIMN	Negrone	PIAN LAIARDO	66,8	1965 - 1967

In tav 8.1 “Corografia con indicazione delle stazioni idrometriche di misura” vengono ubicate cartograficamente le stazioni idrometriche di riferimento.

Annali idrologici – Sezione di Ponte di Nava

Gli annali raccolgono i dati idrologici di diverse stazioni dislocate nel bacino del Po. Molte di esse non sono più in funzione e pertanto i dati disponibili più recenti risalgono agli anni '60 – '70.

Sull'asta del Tanaro, che nasce in comune di Ormea dalla confluenza del torrente Negrone con il torrente Tanarello, sono disponibili i dati relativi alla sezione di Ponte Nava, che risulta ubicata più a valle, a circa 8 km di distanza in linea d'aria dall'opera di presa in progetto.

I dati della sezione di Ponte Nava vengono presentati nelle seguenti Tabella 1.

Stazione di Ponte Nava per il periodo 1931-1934, 1936-1943, 1946-1960, 1962-1968 **Area drenata 148 km² Afflusso medio 1281 mm**	
Mesi	Portata media (m^3/s)
Gennaio	2,05
Febbraio	2,60
Marzo	4,72
Aprile	7,74
Maggio	12,08
Giugno	8,32
Luglio	2,84
Agosto	1,33
Settembre	2,40
Ottobre	3,79
Novembre	6,32
Dicembre	3,25
Annua	4,79

Tabella 1 Portate medie tratte dagli Annali per la stazione di Ponte Nava

Stazione di Ponte Nava per il periodo 1931-1934, 1936-1943, 1946-1960, 1962-1968 **Area drenata 148 km²**	
Durata delle portate (giorni)	Portata (m^3/s)
10	22
91	5,89
182	2,41
274	1,22
355	0,42

Tabella 2 Durata delle portate dagli Annali per la stazione di Ponte Nava

Rete idrometrica Regione Piemonte– Sezione di Ponte di Nava

Dal 2003 la stazione idrometrica di misura ex SIMN è gestita da ARPA Piemonte, i cui dati sono riportati nella seguente tabella.

Stazione di Ponte Nava per il periodo 2003-2009 Area drenata 148 km²	
Mesi	Portata media (m^3/s)
Gennaio	1,67
Febbraio	1,55
Marzo	3,03
Aprile	7,21
Maggio	10,05
Giugno	5,39
Luglio	1,22
Agosto	0,47
Settembre	1,24
Ottobre	1,89
Novembre	2,9
Dicembre	3,52
Annua	3,35

Tabella 3 Portate medie tratte dalla stazione di misura di ARPA alla Stazione di Ponte di Nava

Stazione di Ponte Nava per il periodo 2003-2009 Area drenata 148 km2	
Durata delle portate (giorni)	Portata (m^3/s)
10	14
30	8,99
60	5,37
91	3,47
135	2,13
182	1,43
274	0,46
355	0,02

Tabella 4 Durata delle portate dagli Annali per la stazione di Ponte Nava (dati Arpa)

Banca dati Idrologica ARPA PIEMONTE – Sezione di Pornassino Negrone

Il bacino del Torrente Negrone presenta una stazione di misura attiva ed una stazione di misura non attiva collocate a monte della confluenza con il Tanarello.

La stazione attiva è quella di ARPA, ed è collocata in corrispondenza del ponte comunale sul Negrone in loc. Pornassino.

La stazione è attiva dal 1 gennaio 2008, ed attualmente sono disponibili i dati relativi al primo ed al secondo anno di misure.

I dati del 2008 e 2009, comprensivi della curva di durata delle portate, sono riportati in allegato in Tabella 3.

Stazione di Pornassino Negrone per il periodo 2008-2009 **Area drenata 68,6 km^2**	
Mesi	Portata media (m^3/s)
Gennaio	1,55
Febbraio	1,67
Marzo	2,84
Aprile	4,92
Maggio	8,33
Giugno	5,84
Luglio	2,01
Agosto	0,67
Settembre	0,89
Ottobre	0,94
Novembre	2,6
Dicembre	2,06
Annua	2,86

Tabella 5 Portate medie tratte dalla stazione di misura di ARPA

Annali idrologici – Sezione di Pian Laiardo

La stazione idrometrica di Pian Laiardo è posta a circa 500 m a monte della Stazione di misura di ARPA. I dati disponibili sono aggregati su base annua e risalgono al triennio 1965-1967.

I dati medi annui della stazione idrometrica sono riportati a confronto con i dati misurati nei

medesimi anni a Ponte di Nava.

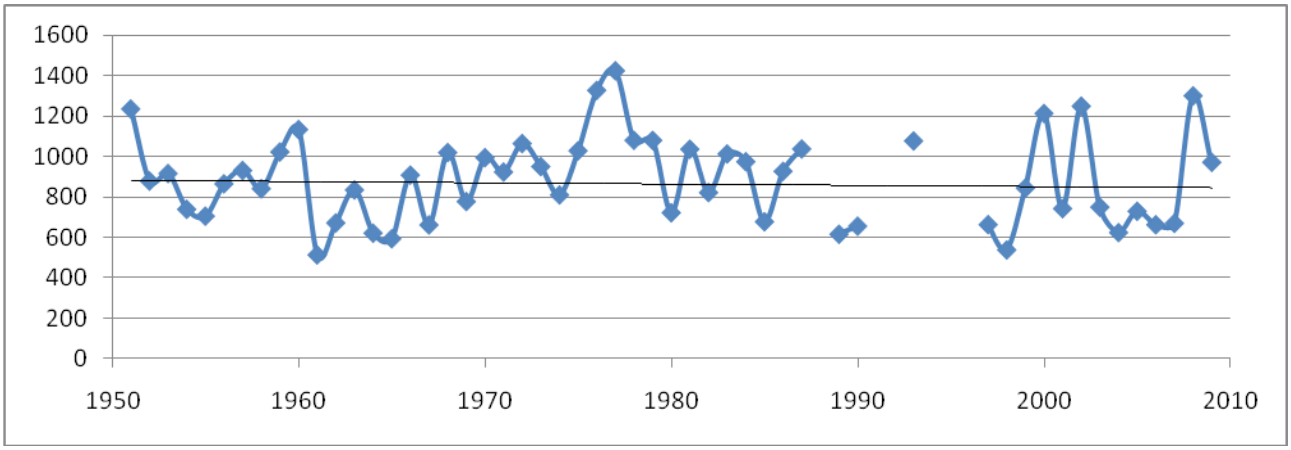
Portate medie annue	Ponte di Nava (147 kmq)	Pian Laiardo – Pornassino Negrone (66,8 kmq)
1965	3,72	2,29
1966	4,51	2,81
1967	2,68	2,79

Tabella 6: Confronto tra le portate medie annue misurate a Pian Laiardo e Ponte di Nava, anni 1965-1967

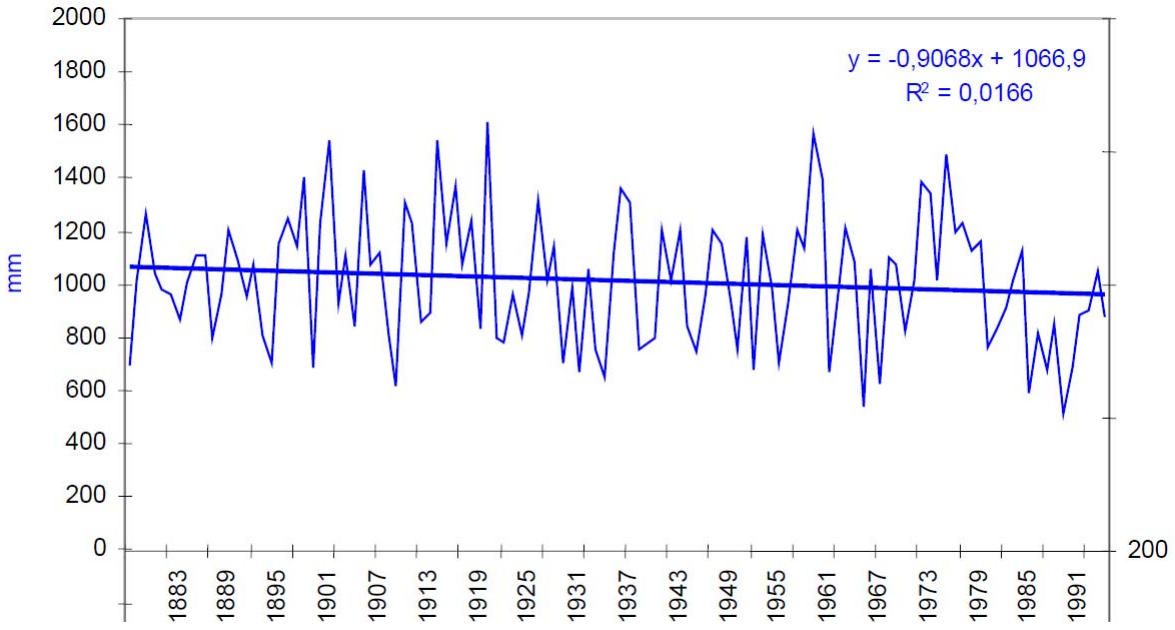
Ragguaglio delle serie storiche alle precipitazioni note

La durata di una concessione di acque superficiali ad uso energetico è di 30 anni, pertanto. solamente analisi condotte sul lungo periodo possono avere una certa consistenza statistica.

Nel seguito sono riportate la serie storiche di Acceglio e Cuneo che mostrano un andamento delle precipitazione pressoché costante negli ultimi 50 anni.



Staz. Acceglio 1951-2009 precipitazione media annua



Staz. Cuneo 1877-1994 precipitazione media annua

Ne deriva pertanto che non verranno presi in considerazione coefficienti di ragguaglio per le serie storiche degli annali Ponte di Nava.

Caratteristiche idrologiche del Torrente Negrone presso l'opera di presa

Modellazione per similitudine idrologica

Al fine di valutare la portata in alveo si è effettuato un bilancio idrologico per similitudine idrologica, in base alle medie del fiume Tanaro a Ponte Nava (dati annali idrologici e banca dati idrologica, per complessivi 41 anni).

La relazione tra le aree e le portate medie è ritenuta rappresentabile nella espressione $Q = k A^n$.

Da cui:

n = Log(Q Ponte di Nava/Q Pian Laiardo)/Log (Area Ponte di Nava/Area Pian Laiardo)

L'analisi statistica dei dati disponibili porta alla definizione dell'esponente n:

Portate medie annue	Ponte di Nava (148 kmq)	Pian Laiardo (66,8 kmq)	Pornassino Negrone (68,6 kmq)	n
1965	3,72	2,29		0,62
1966	4,51	2,81		0,6
1967	2,68	2,79		-0,05
2008	3,23		2,43	0,37
2009	6,29		3,29	0,85
		Media	0,4775	
		Media (scartando il dato del 1967)	0,6096	

Tabella 7: Calcolo del fattore di correzione n

La definizione dell'anno medio e della curva di durata delle portate deriva pertanto da:

Q presa = [A(Presa) / A(Ponte Nava)]^n * Q (Ponte Nava);

- in cui Area di presa è 58,5 kmq
- k = 0,6096 derivante dalla media ottenuta scartando il valore anomalo del 1967

Caratteristiche dell'anno medio per il Torrente Negrone

Portata media annua

La **media annua** stimata in corrispondenza dell'opera di presa è di **2578 l/s**

Portate medie mensili

I valori medi mensili stimati sono i seguenti:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Q (m^3/s)	1,127	1,375	2,516	4,344	6,663	4,441	1,456	0,672	1,251	1,968	3,257	1,872

Tabella 8 - Torrente Negrone alla presa: portate disponibili in alveo

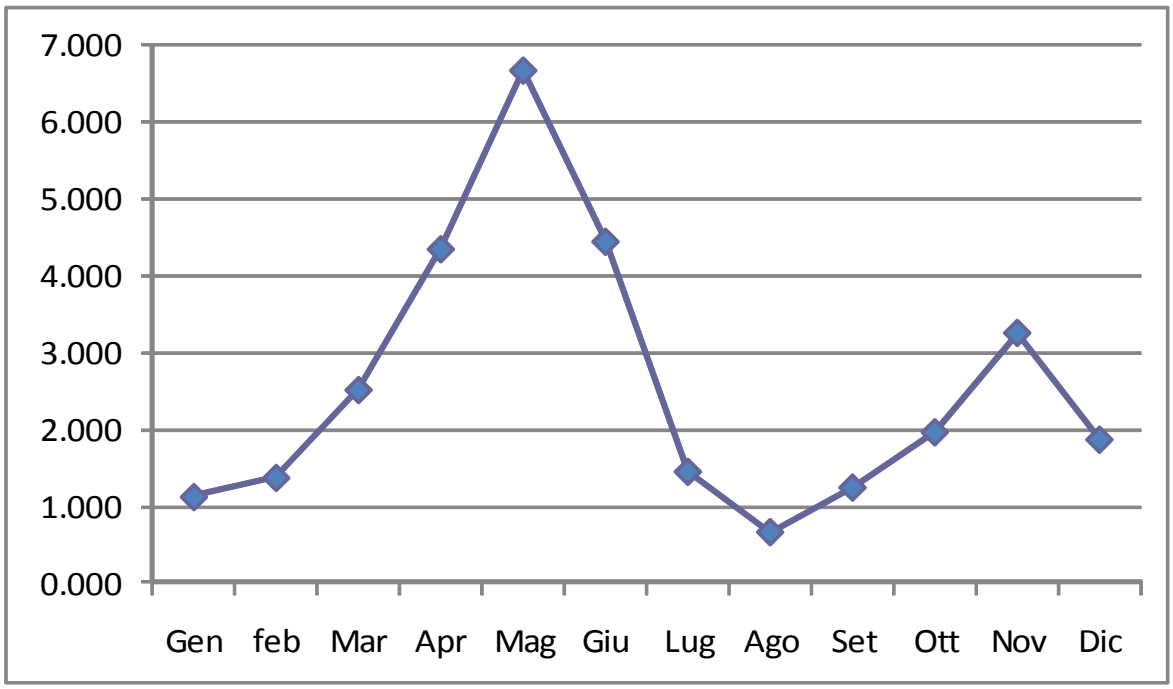


Grafico 1: Portate medie presso la sezione di presa

Durata delle portate

I valori di durata delle portate sono i seguenti:

Giorni	Portate (m^3/s)
10	11,718
91	3,110
182	1,274
274	0,619
355	0,200

Tabella 9: Durata delle portate presso la sezione di presa

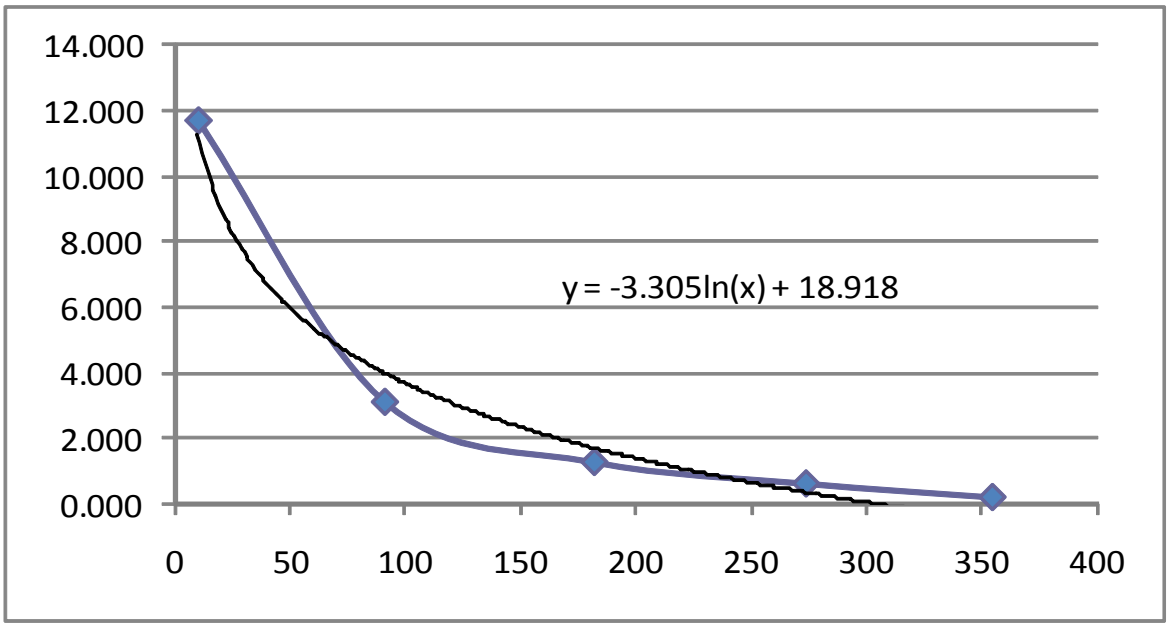


Grafico 2: Grafico con curava di durata delle portate

Caratteristiche dell'anno idrologico scarso per il Torrente Negrone

Ai fini della definizione dell'anno idrologico scarso, si applicano alle portate medie sopra descritte, i coefficienti K mensili derivanti dalle elaborazioni statistiche sulle misure idrologiche storiche del SIMN per la definizione della frequenza di superamento indicate nell'allegato II.h/1 del PTA.

Adottando i fattori di riduzioni ricavati per la sezione di Limone si ottengono le seguenti portate relative all'anno idrologico scarso:

Corso d'acqua	*Sezione stazione*	VALORI DEL FATTORE K PER LA DEFINIZIONE DELL'ANNO SCARSO ALL'80%											
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Scrivia	Serravalle	0.34	0.37	0.49	0.39	0.30	0.45	0.39	0.39	0.20	0.21	0.39	0.41
Borbera	Baracche	0.35	0.23	0.44	0.54	0.45	0.53	0.61	0.79	0.33	0.16	0.28	0.27
Bormida	Cassine	0.14	0.22	0.37	0.42	0.26	0.49	0.62	0.61	0.20	0.18	0.17	0.26
Erro	Sassello	0.36	0.52	0.41	0.44	0.35	0.51	0.49	0.52	0.32	0.27	0.39	0.31
Corsaglia	C. Moline	0.65	0.58	0.63	0.69	0.72	0.58	0.50	0.56	0.37	0.40	0.57	0.58
Tanaro	Farigliano	0.76	0.58	0.58	0.69	0.54	0.60	0.55	0.57	0.45	0.37	0.42	0.54
Tanaro	Montecastello	0.57	0.47	0.42	0.53	0.49	0.55	0.53	0.46	0.37	0.37	0.40	0.44
Tanaro	Nucetto	0.55	0.42	0.50	0.53	0.66	0.48	0.53	0.74	0.37	0.26	0.36	0.40
Tanaro	Ponte Nava	0.45	0.51	0.64	0.55	0.68	0.49	0.49	0.59	0.30	0.27	0.35	0.55
Gesso	Entraque	0.77	0.69	0.73	0.85	0.71	0.75	0.75	0.79	0.57	0.39	0.57	0.72
Stura Demonte	Gaiola	0.74	0.69	0.63	0.64	0.66	0.68	0.61	0.67	0.50	0.71	0.50	0.60
Stura Demonte	Pianche	0.86	0.86	0.86	0.75	0.68	0.65	0.58	0.67	0.78	0.60	0.64	0.86
Rio Bagni	Bagni Vinadio	0.81	0.79	0.84	0.78	0.65	0.63	0.54	0.64	0.60	0.48	0.59	0.88
Rio del Piz	Pietraporzio	0.83	0.78	0.81	0.72	0.72	0.71	0.60	0.79	0.69	0.60	0.70	0.88
Vermenagna	Limone	0.69	0.86	0.69	0.78	0.57	0.59	0.79	0.80	0.56	0.42	0.43	0.69
Grana	Monterosso	0.67	0.69	0.68	0.61	0.64	0.56	0.60	0.76	0.51	0.37	0.39	0.53
Chisone	Fenestrelle	0.80	0.72	0.71	0.66	0.62	0.68	0.56	0.72	0.68	0.64	0.65	0.76
Chisone	S. Martino	0.72	0.76	0.64	0.55	0.64	0.52	0.62	0.71	0.45	0.38	0.40	0.44
Chisone	Soucheres	0.59	0.64	0.67	0.59	0.44	0.85	0.73	0.83	0.75	0.49	0.52	0.57
Stura Lanzo	Lanzo	0.80	0.73	0.61	0.55	0.63	0.64	0.67	0.69	0.48	0.37	0.40	0.62
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	0.86	0.85	0.76	0.66	0.69	0.58	0.55	0.72	0.77	0.77	0.73	0.79
Orco	PonteCanavese	0.82	0.75	0.69	0.56	0.66	0.58	0.54	0.72	0.53	0.44	0.55	0.79
Po	Crissolo	0.79	0.77	0.74	0.74	0.61	0.58	0.65	0.73	0.60	0.54	0.62	0.74
Sesia	Campertogno	0.80	0.74	0.63	0.64	0.74	0.61	0.73	0.79	0.64	0.50	0.54	0.68
Sesia	Ponte Aranco	0.72	0.60	0.43	0.52	0.69	0.62	0.52	0.59	0.44	0.32	0.49	0.60
Mastallone	Ponte Folle	0.46	0.39	0.38	0.52	0.52	0.43	0.50	0.32	0.18	0.24	0.33	0.49
Dora Baltea	Tavagnasco	0.82	0.82	0.77	0.73	0.72	0.75	0.76	0.80	0.75	0.65	0.67	0.79
Toce	Candoglia	0.86	0.84	0.73	0.65	0.58	0.71	0.67	0.64	0.59	0.49	0.52	0.67
Ticino	Miorina	0.78	0.72	0.61	0.64	0.66	0.71	0.62	0.72	0.54	0.42	0.41	0.72
	MEDIA stazioni	0.67	0.64	0.62	0.62	0.60	0.60	0.60	0.67	0.50	0.42	0.48	0.61

Tabella 10: Fattore k per la definizione dell'anno scarso all'80%

I valori medi mensili stimati sono i seguenti:

	Gen	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Sett**	**Ott**	**Nov**	**Dic**
Q (m^3/s)	0,507	0,701	1,610	2,389	4,530	2,175	0,713	0,396	0,375	0,531	1,140	1,029

Tabella 11 - Torrente Negrone alla presa: portate disponibili anno scarso

Caratteristiche della derivazione proposta

La derivazione proposta prevede di captare le acque del Torrente Negrone quando in alveo siano disponibili portate superiori al DMV adottato.

Il valore che si adotta come DMV, come verrà specificato nel seguito, è una portata superiore al minimo deflusso di rilascio previsto per legge, al fine di porre maggiori tutele ambientali del corso d'acqua.

Le caratteristiche della derivazione in progetto saranno le seguenti:

Derivazione in progetto	
Quota fondo alveo presso la traversa	1039,72 m s.l.m.
Livello nella vasca di carico	1040,70 m s.l.m.
Quota di restituzione in alveo	948,70 m s.l.m.
Livello canale di scarico	949,64 m s.l.m.
Dislivello geodetico	91,06 m
Portata media	1462 l/s
Portata massima	3500 l/s
Periodo derivazione	Tutto l'anno
Potenza media installata	826 kW
Potenza massima installata	2300 kW
Produzione stimata	6.700.000 Kwh
Rilasci	800 l/s con modulazione al 10% (il DMV di calcolo è di 153 l/s)

Determinazione del deflusso minimo vitale idrologico

Il deflusso minimo vitale è calcolato secondo quanto indicato nel regolamento 8/R del 17 Luglio 2007, volto a garantire la tutela delle biocenosi acquatiche compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica e, in generale, concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

Il deflusso minimo vitale di base, da applicarsi a tutti i prelievi d'acqua da sorgenti e da corsi d'acqua naturali, ivi compresi quelli che si originano da un invaso, è calcolato in una determinata sezione del corpo idrico come:

DMV base = k*q meda*S*M*A

dove:

k = frazione della portata meda annua, determinato sperimentalmente per singole aree omogenee;

q meda = portata specifica media annua naturale per unità di superficie del bacino sotteso;

S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corpo idrico;

M = parametro morfologico

A = parametro tenente conto dell'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee.

Il DMV così calcolato andrebbe poi corretto con fattori riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q) , la fruizione (F) e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi (T), tutti parametri che saranno forniti dalla Regione Piemonte; pertanto, in attesa della definizione di tali parametri ambientali, attualmente viene calcolato come deflusso minimo vitale il valore del DMV idrologico calcolato sul seguente foglio di calcolo, in cui sono illustrate le formule ed i dati di ingresso:

REGIONE PIEMONTE – Regolamento regionale 8/R
"Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale"

Corso d'acqua:	Torrente Negrone
Bacino:	Tanaro
Sezione:	Opera di presa
Quota massima:	2651 m s.l.m.
Quota di chiusura:	1039,72 m s.l.m.
Altezza media del bacino:	1712,81 m s.l.m.
Afflusso meteorico annuo:	1281 mm
Superficie del bacino:	58,5 Km^2

DMV = k * qmeda * S * M *Z * A * T

k		0,07	Parametro sperimentale, variabile per bacino
q meda	$l/s/km^2$	33,92	Portata specifica media annua per unità di superficie
S	Km^2	58,5	Superficie del bacino alla sezione di chiusura
M		1,1	Parametro morfologico
Z			Massimo dei successivi valori N, F, e Q
	N		Parametro naturalistico
	F		Parametro di fruizione
	Q		Parametro relativo alla qualità delle acque fluviali
A		1	Parametro di interazione tra acque superficiali e sotterranee
T			Parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV

DMV idrologico = k * qmeda * S	138,9 l/s
DMV di base = k * qmeda * S * A * M	152,79 l/s
DMV ambientale = DMV base * (max N, F, Q)	l/s
DMV di calcolo	**153 l/s**

Tabella 12: Calcolo del DMV previsto ai sensi del Regolamento 8/R

Deflusso minimo vitale adottato in progetto

Al fine di ridurre gli impatti a carico del corso d'acqua, il proponente intende adottare volontariamente un DMV superiore a quanto previsto dal regolamento 8/R (153 l/s), adottando un valore minimo di rilascio pari a 800 l/s.

Il valore di DMV assunto è stato stabilito valutando le condizioni di deflusso delle portate nei diversi periodi dell'anno (2010) e considerando in particolare i parametri di area bagnata, larghezza del pelo libero, profondità della corrente e velocità dell'acqua.

In particolare nel capitolo relativo alle misure dirette della portata sono riportate anche le riprese fotografiche di diversi punti dell'alveo in condizioni di portata corrispondenti al DMV previsto.

A titolo puramente indicativo, le condizioni di DMV = 800 l/s corrispondono ad una situazione di area bagnata come nella seguente fotografia.



Foto 1: Vista del T. Negrone con portata di 830 l/s

Quadro degli utilizzi esistenti

Nel tratto in cui è realizzato l'impianto non si rilevano altri utilizzi della risorsa idrica del Torrente Negrone.

Portate derivate e rilasciate nell'anno medio

Il calcolo della portate medie annue è effettuato in base al bilancio idrologico mensile.

Portata media minima e massima annua derivata

In sintesi si prevede:

Portata massima	*3500 l/s*
Portata media	*1462 l/s*
Portata minima	*0 l/s*

Portata media minima e massima annua rilasciata

Per quanto riguarda le portate rilasciate:

Portata massima rilasciata	*3163 l/s*
Portata media rilasciata	*1116 l/s*
Portata minima rilasciata	*833 l/s*

Portate medie mensili derivate nell'anno medio

Dal Torrente Negrone si prevede di derivare le seguenti portate medie mensili:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Q (m^3/s)	0,294	0,518	1,545	3,189	3,500	3,277	0,590	0,000	0,406	1,051	2,212	0,965

Tabella 13 - Torrente Negrone alla presa: portate disponibili in alveo

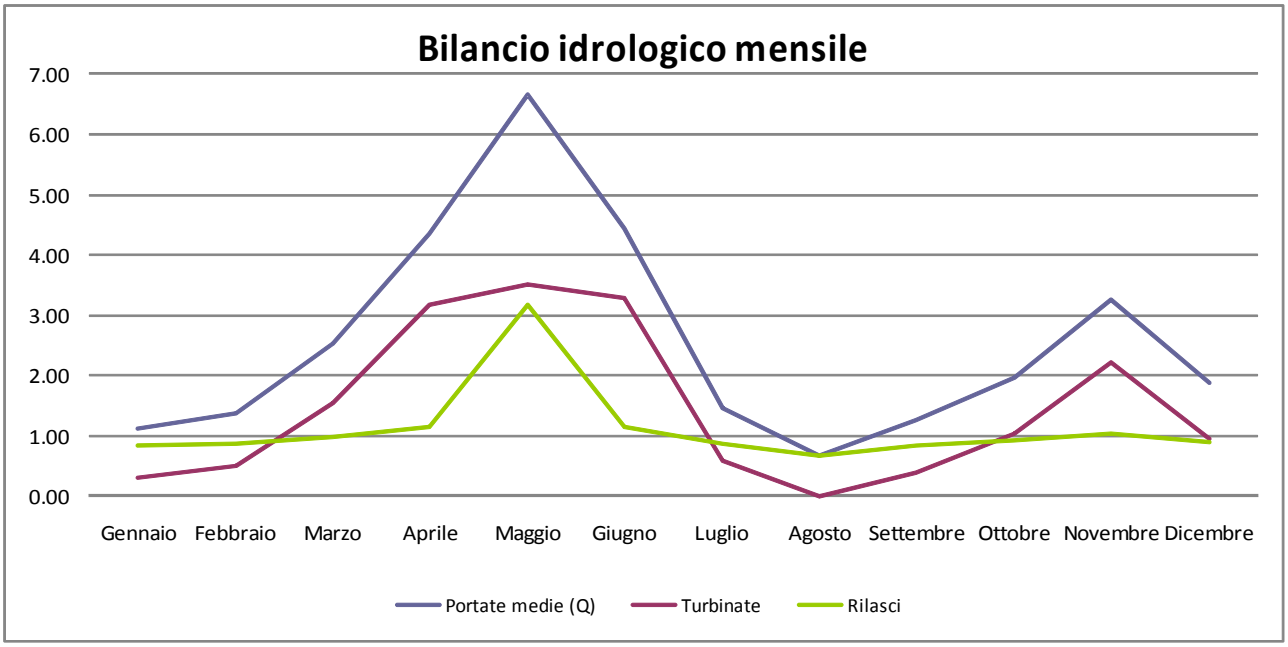


Grafico 3: Bilancio idrologico per l'anno medio

Portate medie mensili derivate nell'anno scarso

Dal Torrente Negrone si prevede di derivare le seguenti portate medie mensili, in caso di anno idrologico scarso:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Q (m^3/s)	0,000	0,000	0,729	1,430	3,500	1,238	0,000	0,000	0,000	0,000	0,306	0,207

Tabella 14 - Torrente Negrone alla presa: portate derivate nell'anno scarso

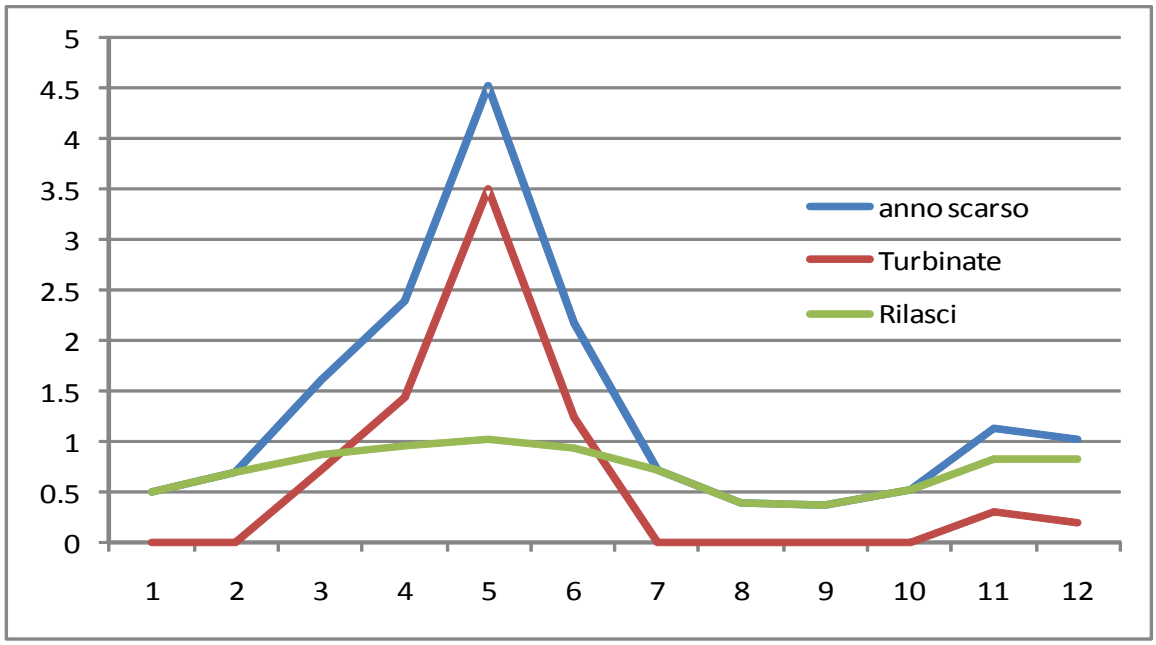


Grafico 4: Bilancio idrologico con anno idrologico scarso

Durata delle portate nell'anno medio

Per la definizione della curva di durata delle portate per l'anno medio viene adottata come riferimento la curva di durata delle portate dedotta dagli annali idrologici indicata in Grafico 2.

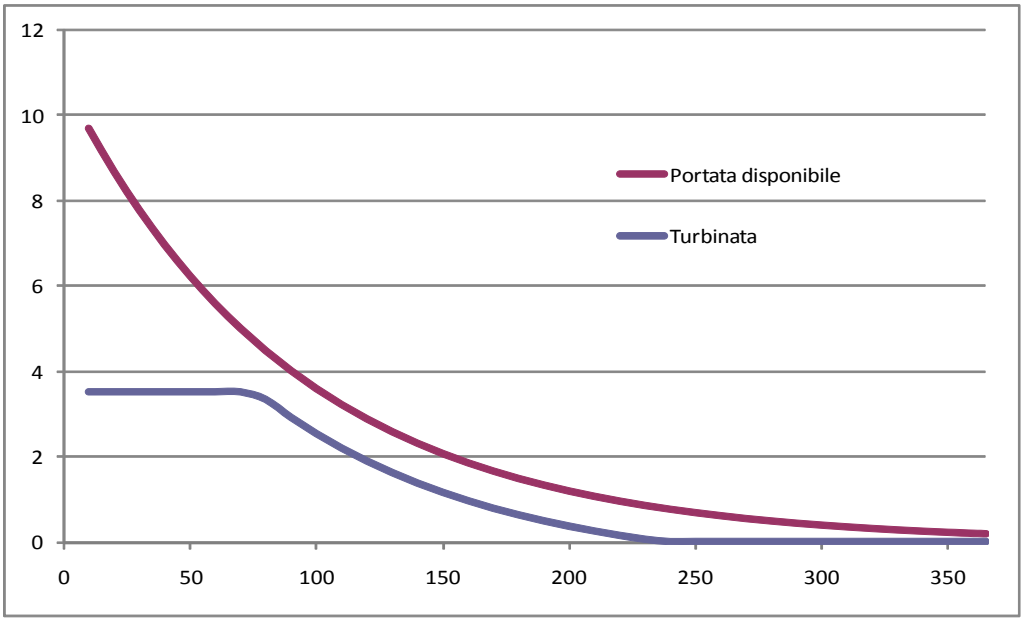


Grafico 5: Curva di durata delle portate disponibili e prelevate

Durata delle portate nell'anno scarso

Per il calcolo delle portate nell'anno di magra può adottarsi come riferimento un fattore riduttivo da applicarsi ai valori di portata medi. Il fattore riduttivo è dedotto dal rapporto tra la portata media naturale e la portata media dell'anno scarso.

Ks = Q annua anno medio / Q annua anno scarso = 0.489

Ne deriva la seguente curva:

Opera di presa – Torrente Negrone	
Giorni	Portata media (m^3/s)
Q10	5,729
Q91	1,520
Q182	0,622
Q274	0,302
Q355	0,097

Tabella 15 Curva di durata delle portate presso l'opera di presa ANNO SCARSO

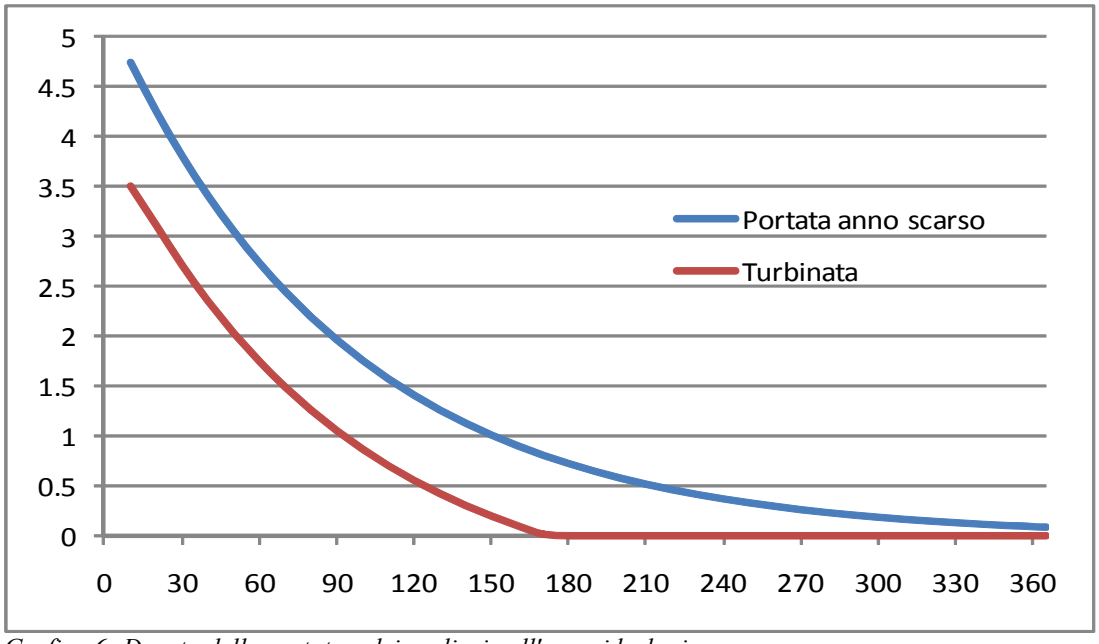


Grafico 6: Durata delle portate e dei prelievi nell'anno idrologico scarso

Campagna di misure dirette delle portate

La campagna di misure dirette della portata è stata avviata al fine di verificare l'eventuale presenza di infiltrazioni in subalveo dovute a fenomeni carsici.

La presenza di litotipi capaci di apportare una riduzione del deflusso liquido nel tratto sotteso è comunque esclusa dalle cartografie geologiche, in analogia a quanto riportato nella relazione Geologica in allegato, a firma del Dott. Geol. Aldo Acquarone.

Le sezioni in cui è stata effettuata la misura diretta della portata sono le seguenti:

1. A monte dell'opera di presa in progetto, in corrispondenza della passerella sul T. Negrone a quota 1042 m s.l.m.
2. Poco a valle rispetto al punto di rilascio, in corrispondenza della vecchia stazione di misura di Pian Laiardo a quota 935 m s.l.m.

I risultati delle misurazioni sono riportati nelle pagine seguenti e sono riassunti nella seguente tabella:

	PUNTO DI PRELIEVO	PUNTO DI RESTITUZIONE
DATA	(passerella T. Negrone a quota 1042 m s.l.m.)	(vecchia stazione idrometrica di Passo Laiardo 935 m s.l.m.)
08/07/10	1958 l/s	2096 l/s
02/08/10	627 l/s	644 l/s
10/09/10	370 l/s	420 l/s
21/10/10	643 l/s	610 l/s
28/10/10	832 l/s	829 l/s
25/11/10	-	2171 l/s
11/04/11	-	7450 l/s

I dati raccolti consentono di confermare quanto emerge dalla caratterizzazione geologica e litologica del sito in studio. In particolare, nelle date in cui si è proceduto alla doppia misura al prelievo ed alla restituzione non si sono rilevate differenze sostanziali nelle due misure, anzi in generale, grazie agli apporti dei tributari laterali, la misura di valle risulta generalmente più alta.

Con le misure del 25/11/2010 e del 11/04/2010 si è voluto verificare in altre due date le disponibilità idriche istantanee del Torrente, che hanno confermato valori di portata compatibili con le stime precedentemente descritte.

Le misure dirette di portata hanno inoltre consentito di correlare alle portate misurate le riprese fotografiche che sono proposte con maggior dettaglio nella relazione paesaggistica, e che hanno consentito un riscontro diretto sull'effetto scenico, morfologico ed idraulico del DMV adottato.
La relazione dettagliata circa la campagna di misura delle portate è riportata all'allegato 3 del progetto definitivo.

Calcolo Produttività dell'impianto

In allegato sono indicate le portate derivate secondo la curva di durata delle portate, e per ogni valore si è calcolato in base al diametro della condotta ed al suo sviluppo la perdita di carico nella tubazione forzata. I valori ottenuti possono essere così riassunti:

•diametro condotta	1300 mm
•sviluppo	2550 m
•portata massima	3500 l/s
•portata media annua	1462 l/s
•dislivello geodetico	91,06 m

In base ai rendimenti medi riportati si ottiene una produzione di 7.223.471 Kwh, arrotondata per difetto a 6.700.000 kWh per tener conto di eventuali diminuzioni dei rendimenti delle opere elettromeccaniche o di una riduzione di afflussi.

La potenza nominale di concessione la si ricava dalla formula Ministeriale tenendo conto il salto lordo pari a 91,06 m e la portata media pari a 1462 l/s:

$$potenza = \frac{qxh}{102}$$

dove : q è la portata di concessione media annua e h il salto.

Sostituendo ***si ottiene una potenza nominale di 1305,20 kW.***

Analisi costi benefici

In allegato, dalla tabella 5 alla tabella 7, sono riportate le valutazioni economiche per la realizzazione dell'impianto idroelettrico, con la stima dei costi, la valutazione degli oneri e delle imposte e dei canoni e i ricavi della vendita dell'energia.

In sintesi si ottiene:

Costo complessivo stimabile dell'impianto	6.800.628,80 €
Oneri Finanziari di ammortamento annui (primi 15 anni)	729.094,88 €
Imposte e canoni annui	86.090,67 €
Ricavi annui per la vendita dell'energia (regime con incentivi:0.18 €/kWh)	1.206.000 €
Ricavi annui per la vendita dell'energia (regime senza incentivi:0.08 €/kWh)	536.000 €
Utile annuo di gestione primi quindici anni	255.946,45 €
Utile annuo di gestione anni successivi	212.515,51 €

L'analisi costi benefici evidenzia la sostenibilità finanziaria dell'opera, che vede il pagamento dei costi sostenuti per la realizzazione dell'impianto entro 8 anni dalla sua messa in funzione.

I costi di gestione dell'impianto sono moderati, e comprendono in massima parte imposte e canoni, oltre agli oneri di manutenzione/rinnovamento.

Come indicato nel piano d'ammortamento dell'impianto, lo sfruttamento della risorsa risulta economicamente conveniente e il costo di produzione del kWh, pari a 0.035 €, risulta concorrenziale con la produzione dell'equivalente kWh con altri fonti che producono un maggiore impatto ambientale. Si tenga infatti presente che il costo di produzione è legato al costo dell'impianto mentre per una centrale termoelettrica al costo dell'impianto si devono aggiungere i costi di fornitura del combustibile.

Allegati

TABELLA 1 – PONTE DI NAVA: PORTATE MEDIE MENSILI

TABELLA 2 – PONTE DI NAVA: DURATA DELLE PORTATE

TABELLA 3 – PORNASSINO NEGRONE: PORTATE MEDIE E DURATA DELLE PORTATE

TABELLA 4 – SEZIONE DI PRESA: PORTATE MEDIE

TABELLA 5 – SEZIONE DI PRESA: DURATA DELLE PORTATE

TABELLA 6 – CALCOLO DEL SALTO

TABELLA 7 – CALCOLO PRODUZIONE

TABELLA 8 – PIANO ECONOMICO

TABELLA 9 – ONERI FINAZIARI ED IMPOSTE

TABELLA 10 – RICAVI ED UTILI

Dott. Ing. Franco Giraudo

CORSO D'ACQUA **TANARO**
SEZIONE PONTE DI NAVA
ANNI 2003 - 2008 (6)
FONTE BANCA DATI IDROLOGICA ARPA PIEMONTE
SUPERFICIE DRENATA 148.00 KMQ
PORTATE MEDIE MENSILI (m^3/s)

TABELLA N. 1
PONTE DI NAVA. PORTATE MEDIE MENSILI

Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo	Anno
Aff. Meteorico (mm)	37.50	1.30	11.60	125.00	90.10	110.00	34.20	67.10	28.40	99.00	137.00	261.00	1002.00	2003.00
Coeff. Deflusso	1.66	25.10	3.69	0.98	1.55	0.56	0.46	0.08	0.08	0.23	0.79	0.53	0.75	2003.00
Deflusso (mm)	62.10	32.70	42.80	122.00	140.00	62.10	15.80	5.60	2.28	23.20	109.00	139.00	756.00	2003.00
Qmedia (l/s Km2)	23.20	12.20	16.00	47.20	52.10	23.90	5.89	2.09	0.88	8.68	40.50	51.80	23.70	2003.00
QMIN	2.52	1.34	1.27	2.42	3.60	1.82	0.31	0.01	0.01	0.01	1.29	1.09	0.01	2003.00
QMED	3.41	1.79	2.35	6.93	7.66	3.52	0.87	0.31	0.13	1.28	5.96	7.61	3.48	2003.00
QMAX	5.93	2.66	3.67	19.30	18.00	5.45	1.52	1.35	0.60	25.30	51.40	58.70	58.70	2003.00
Aff. Meteorico (mm)	56.00	110.00	33.60	157.00	158.00	82.00	37.90	61.90	34.10	161.00	71.70	121.00	1085.00	2004.00
Coeff. Deflusso	0.40	0.30	2.73	0.68	1.62	1.93	0.54	0.06	0.05	0.09	0.50	0.11	0.70	2004.00
Deflusso (mm)	22.30	33.20	91.60	106.00	256.00	158.00	20.60	3.73	1.63	15.00	35.80	13.30	757.00	2004.00
Qmedia (l/s Km2)	8.31	12.40	34.20	40.90	95.70	61.00	7.70	1.39	0.63	5.60	13.40	4.98	23.80	2004.00
QMIN	0.47	0.38	1.66	2.88	6.48	3.07	0.20	0.01	0.01	0.01	0.29	0.12	0.01	2004.00
QMED	1.22	1.82	5.03	6.01	14.10	8.96	1.13	0.20	0.09	0.82	1.96	0.73	3.50	2004.00
QMAX	3.10	6.89	13.90	30.30	28.70	18.60	3.08	1.41	1.20	13.80	13.60	3.02	30.30	2004.00
Aff. Meteorico (mm)	1.80	6.30	53.50	130.00	49.60	71.80	40.50	45.40	142.00	118.00	58.60	76.50	794.00	2005.00
Coeff. Deflusso	4.12	0.18	0.41	0.81	2.76	0.50	0.07	0.01	0.26	0.78	0.38	0.28	0.61	2005.00
Deflusso (mm)	7.42	1.14	21.80	105.00	137.00	35.70	2.68	0.29	36.50	92.00	22.30	21.70	484.00	2005.00
Qmedia (l/s Km2)	2.77	0.47	8.14	40.50	51.20	13.80	1.00	0.11	14.10	34.30	8.61	8.09	15.30	2005.00
QMIN	0.01	0.01	0.01	1.43	4.02	0.80	0.01	0.01	0.01	0.34	0.70	0.32	0.01	2005.00
QMED	0.41	0.07	1.20	5.96	7.52	2.02	0.15	0.02	2.07	5.05	1.27	1.19	2.24	2005.00
QMAX	0.68	0.21	4.21	17.80	19.20	4.09	0.43	0.16	22.50	20.20	3.10	5.80	22.50	2005.00
Aff. Meteorico (mm)	39.50	65.10	36.60	56.60	47.50	33.10	88.10	125.00	227.00	99.80	30.80	178.00	1028.00	2006.00
Coeff. Deflusso	0.31	0.55	1.82	2.66	2.78	0.64	0.03	0.09	0.33	0.55	0.41	0.53	0.65	2006.00
Deflusso (mm)	12.40	35.80	66.80	150.00	132.00	21.20	2.95	11.70	75.40	54.50	12.70	94.60	671.00	2006.00
Qmedia (l/s Km2)	4.62	13.40	24.90	56.20	49.30	7.90	1.10	4.36	28.10	20.30	4.76	35.30	20.90	2006.00
QMIN	0.17	0.43	0.68	5.17	2.50	0.22	0.01	0.01	0.01	0.23	0.30	0.42	0.01	2006.00
QMED	0.68	1.97	3.67	8.26	7.25	1.16	0.16	0.64	4.14	2.99	0.70	5.19	3.07	2006.00
QMAX	2.64	7.39	14.10	12.20	12.10	2.27	0.73	10.10	26.40	18.70	1.71	36.40	36.40	2006.00
Aff. Meteorico (mm)	18.90	13.20	39.80	53.30	104.00	134.00	2.10	97.80	40.80	78.80	134.00	20.00	736.00	2007.00
Coeff. Deflusso	0.94	0.66	0.30	1.10	0.57	0.73	3.49	0.06	0.05	0.12	0.43	0.86	0.48	2007.00
Deflusso (mm)	17.80	8.77	11.80	58.50	59.40	97.40	7.33	5.91	1.97	9.27	57.20	17.10	353.00	2007.00
Qmedia (l/s Km2)	6.65	3.28	4.40	21.90	22.20	36.40	2.74	2.21	0.74	3.46	21.40	6.40	11.00	2007.00
QMIN	0.63	0.34	0.39	0.88	1.30	1.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.25	0.52	0.01	2007.00
QMED	0.98	0.48	0.65	3.21	3.26	5.35	0.40	0.32	0.11	0.51	3.14	0.94	1.61	2007.00
QMAX	1.40	0.62	1.23	5.73	6.97	26.00	1.02	1.81	0.76	3.04	27.50	2.09	27.50	2007.00
Aff. Meteorico (mm)	166.00	28.70	45.00	142.00	162.00	129.00	37.10	17.90	16.50	113.00	255.00	261.00	1373.00	2008.00
Coeff. Deflusso	0.29	1.18	1.08	0.63	1.10	1.07	0.74	0.53	0.26	0.05	0.33	0.15	0.51	2008.00
Deflusso (mm)	48.20	33.90	48.70	89.00	179.00	138.00	27.40	9.48	4.23	5.60	83.40	38.60	706.00	2008.00
Qmedia (l/s Km2)	18.00	12.70	18.20	33.20	66.90	51.50	10.20	3.54	1.58	2.09	31.10	14.40	22.00	2008.00
QMIN	0.66	1.37	1.51	1.82	4.24	2.59	0.83	0.33	0.15	0.06	1.26	1.23	0.06	2008.00
QMED	2.64	1.86	2.67	4.88	9.84	7.57	1.50	0.52	0.23	0.31	4.58	2.12	3.23	2008.00
QMAX	18.70	3.02	4.40	10.80	22.80	15.30	2.74	0.94	0.32	2.38	26.10	5.63	26.10	2008.00
Aff. Meteorico (mm)	63.10	78.30	79.20	279.00	47.20	86.00	77.60	67.30	122.00	105.00	116.00	180.00	1300.00	2009.00
Coeff. Deflusso	0.68	0.67	1.30	0.99	8.01	1.94	1.01	0.35	0.29	0.40	0.42	0.70	1.06	2009.00
Deflusso (mm)	42.60	52.60	103.00	277.00	378.00	167.00	78.70	23.50	35.40	41.50	48.90	125.00	1373.00	2009.00
Qmedia (l/s Km2)	15.90	19.60	38.40	103.00	141.00	62.30	29.40	8.78	13.20	15.50	18.30	46.70	42.70	2009.00
QMIN	1.26	1.85	3.40	7.61	12.20	4.86	1.69	0.84	0.58	0.78	1.50	1.90	0.58	2009.00
QMED	2.34	2.89	5.64	15.20	20.70	9.16	4.32	1.29	1.94	2.28	2.69	6.87	6.28	2009.00
QMAX	13.90	9.60	13.90	66.60	28.50	15.80	16.90	1.87	10.00	15.60	20.50	45.90	66.60	2009.00

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo
MEDIA ANNI 2003 - 2009	1.67	1.55	3.03	7.21	10.05	5.39	1.22	0.47	1.24	1.89	2.90	3.52	3.35

CORSO D'ACQUA **TANARO**
SEZIONE PONTE DI NAVA
ANNI 1931 - 1934; 1936 - 1943; 1946-1960; 1962-1968 (34)
SUPERFICIE DRENATA 148.00 KMQ
FONTE ANNALI IDROLOGICI

PORTATE MEDIE MENSILI (m^3/s)	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo
QMED	2.05	2.60	4.72	7.74	12.08	8.32	2.84	1.33	2.40	3.79	6.32	3.25	4.79

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo
PORTATA MEDIA	***1.98***	***2.42***	***4.43***	***7.65***	***11.73***	***7.82***	***2.56***	***1.18***	***2.20***	***3.47***	***5.74***	***3.30***	***4.54***

(media ponderata dei dati disponibili)

CORSO D'ACQUA **TANARO**
SEZIONE PONTE DI NAVA
ANNI 2003 - 2009 (7)
SUPERFICIE DRENATA 148.00 KMQ
FONTE BANCA DATI IDROLOGICA ARPA PIEMONTE
CURVA DI DURATA DELLE PORTATE (m^3/s)

TABELLA N. 2
PONTE DI NAVA. DURATA DELLE PORTATE

Giorni	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Media
10	15.1	18.3	14.2	13.3	7.73	14.3	15.10	14.00
30	9.61	12.9	6.95	9.16	4.68	10	9.61	8.99
60	5	7.86	4.21	7.16	2.68	5.69	5.00	5.37
91	3.84	4.4	2.85	4.3	1.58	3.5	3.84	3.47
135	2.76	2.31	1.45	2.05	1.03	2.56	2.76	2.13
182	2.05	1.17	0.89	1.23	0.7	1.94	2.05	1.43
274	0.65	0.32	0.12	0.37	0.36	0.77	0.65	0.46
355	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	0.02	0.02

CORSO D'ACQUA **TANARO**
SEZIONE PONTE DI NAVA
ANNI 1931 - 1934; 1936 - 1943; 1946-1960; 1962-1968 (34
SUPERFICIE DRENATA 147.00 KMQ
FONTE ANNALI IDROLOGICI
DURATA DELLE PORTATE (m^3/s)

Giorni	Portate (m^3/s)
10	22
30	
60	
91	5.89
135	
182	2.41
274	1.22
355	0.42

DURATA DELLE PORTATE (m^3/s)
(media delle portate SIMN e Regione Piemonte)

Giorni	Portate (m^3/s)
10	20.635
91	5.477
182	2.243
274	1.091
355	0.352

CORSO D'ACQUA **NEGRONE**

SEZIONE PORNASSINO NEGRONE - PONTE COMUNALE

FONTE BANCA DATI IDROLOGICA ARPA PIEMONTE

SUPERFICIE DRENATA 68.60 KMQ

TABELLA N. 3

PORNASSINO NEGRONE. PORTATE MEDIE E DURATA

ANNO 2008

Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo	Anno
Aff. Meteorico (mm)	178	31.1	44.3	137	186	137	31.8	19.1	20.8	116	256	284	1440	2008
Coeff. Deflusso	0.31	1.95	2.05	1.09	1.46	1.52	1.52	1.11	0.75	0.17	0.54	0.19	0.79	2008
Deflusso (mm)	55.8	60.6	90.7	149	273	208	48.4	21.1	15.6	19.6	139	53.7	1134	2008
Qmedia (l/s Km2)	20.8	22.6	33.9	55.6	102	77.6	18.1	7.89	5.82	7.3	51.8	20	35.3	2008
QMIN	0.54	1.15	1.43	1.73	4.03	2.4	0.72	0.42	0.35	0.3	1.34	1.03	0.3	2008
QMED	1.44	1.56	2.34	3.84	7.03	5.36	1.25	0.54	0.4	0.5	3.58	1.38	2.43	2008
QMAX	4.47	2.36	3.67	6.67	13.6	7.95	2.46	0.71	0.48	2.38	12	2.25	13.6	2008

DURATA DELLE PORTATE (m^3/s)

Giorni	Portata (mc/s)
10	8.23
30	6.28
60	4.8
91	3.21
135	2.15
182	1.55
274	0.66
355	0.32

ANNO 2009

Parametro	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Valore annuo	Anno
Aff. Meteorico (mm)	58.4	85.9	76.7	264	45	108	88.1	72.5	129	103	113	166	1309	2009
Coeff. Deflusso	1.1	0.8	1.69	0.88	8.32	2.28	1.22	0.43	0.42	0.52	0.56	0.64	1.17	2009
Deflusso (mm)	64.4	69.1	130	233	374	246	108	31.1	53.5	53	63	106	1531	2009
Qmedia (l/s Km2)	24	25.8	48.4	87	140	91.8	40.2	11.6	20	19.8	23.5	39.7	47.6	2009
QMIN	1.11	1.24	1.99	4.46	6.15	3.63	1.04	0.54	0.39	0.43	1.07	0.85	0.39	2009
QMED	1.66	1.78	3.34	6	9.64	6.33	2.77	0.8	1.38	1.37	1.62	2.74	3.29	2009
QMAX	4.77	3.43	4.75	14.2	12	8.84	8.72	1.27	5.76	7.44	4.83	14.3	14.3	2009

DURATA DELLE PORTATE (m^3/s)

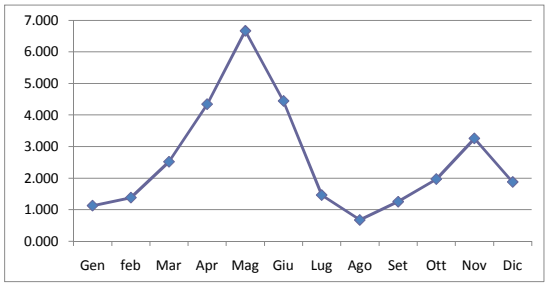
Giorni	Portata (mc/s)
10	10.6
30	8.84
60	6.36
91	4.76
135	3.22
182	1.97
274	1.18
355	0.45

TABELLA N. 4
SEZIONE DI PRESA: PORTATE MEDIE

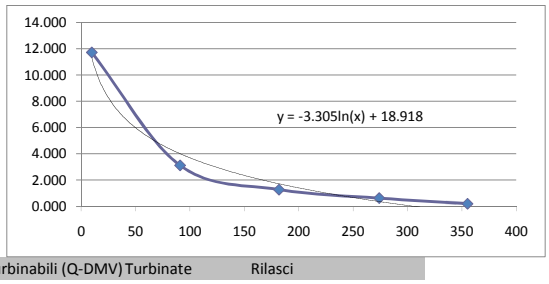
DEFINIZIONE DEL FATTORE ESPONENZIALE DI CORREZIONE

	PONTE DI NAVA		PIAN LAIARDO		PORNASSINO NEGRONE		
	Superficie	147	q Ponte Nava	66.8	q Pian Laiardo	68.6	q Pornassino Negrone	N
1965		3.72	0.02531	2.29	0.034281437			0.615130849
1966		4.51	0.03068	2.81	0.042065868			0.599841475
1967		2.68	0.01823	2.79	0.041766467			*-0.050999488*
2008		3.23	0.02197			2.43	0.035422741	0.373410214
2009		6.29	0.04279			3.29	0.047959184	0.850333878
								0.609679104

	148	58.5
Q mensili	Ponte di Nava	Opera di presa
Gen	1.985	1.127
feb	2.421	1.375
Mar	4.431	2.516
Apr	7.649	4.344
Mag	11.733	6.663
Giu	7.820	4.441
Lug	2.563	1.456
Ago	1.183	0.672
Set	2.203	1.251
Ott	3.466	1.968
Nov	5.736	3.257
Dic	3.296	1.872
Annua	***4.541***	***2.578***



Durata	Ponte di Nava	Opera di presa
10	20.635	11.718
91	5.477	3.110
182	2.243	1.274
274	1.091	0.619
355	0.352	0.200



REGRESSIONE SU 4 ANNI (SCARTATO IL DATO ANOMALO DEL 1967)

	Portate medie (Q)	DMV	DMV mod	Turbinabili (Q-DMV)	Turbinate	Rilasci
Gennaio	1.13	0.80	0.83	0.29	0.294	0.833
Febbraio	1.38	0.80	0.86	0.52	0.518	0.858
Marzo	2.52	0.80	0.97	1.54	1.545	0.972
Aprile	4.34	0.80	1.15	3.19	3.189	1.154
Maggio	6.66	0.80	1.39	5.28	3.500	3.163
Giugno	4.44	0.80	1.16	3.28	3.277	1.164
Luglio	1.46	0.80	0.87	0.59	0.590	0.866
Agosto	0.67	0.80	0.79	0.00	0.000	0.672
Settembre	1.25	0.80	0.85	0.41	0.406	0.845
Ottobre	1.97	0.80	0.92	1.05	1.051	0.917
Novembre	3.26	0.80	1.05	2.21	2.212	1.046
Dicembre	1.87	0.80	0.91	0.96	0.965	0.907
MEDIA	2.58	0.80	0.98	1.61	1.462	1.116
Percentuale di prelievo		57%				

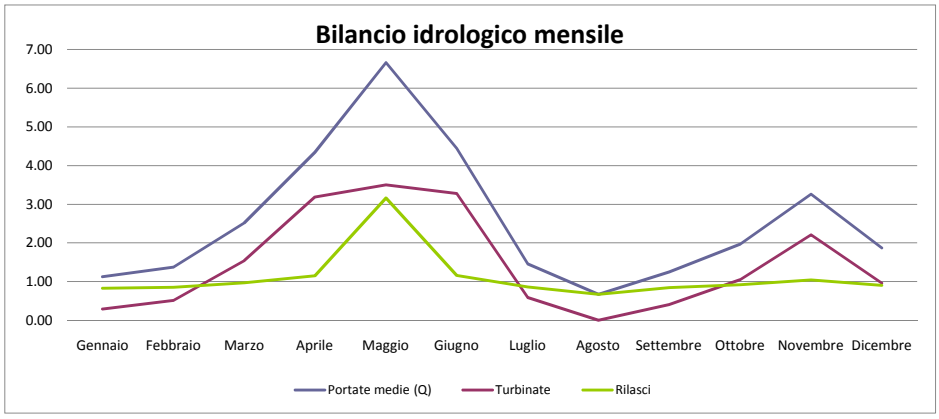


TABELLA N. 5
CURVA DI DURATA DELLE PORTATE

Durata (gg)	Portata disponibile	DMV	Turbinata	Rilasci
10	9.701883685	1.690188369	3.5	6.201883685
20	8.691278582	1.589127858	3.5	5.191278582
30	7.785944033	1.498594403	3.5	4.285944033
40	6.97491444	1.417491444	3.5	3.47491444
50	6.248366446	1.344836645	3.5	2.748366446
60	5.597499953	1.279749995	3.5	2.097499953
70	5.01443153	1.221443153	3.5	1.51443153
80	4.492098934	1.169209893	3.32288904	1.169209893
90	4.024175564	1.122417556	2.901758007	1.122417556
100	3.604993836	1.080499384	2.524494453	1.080499384
110	3.229476536	1.042947654	2.186528883	1.042947654
120	2.89307532	1.009307532	1.883767788	1.009307532
130	2.591715628	0.979171563	1.612544065	0.979171563
140	2.321747328	0.952174733	1.369572596	0.952174733
150	2.07990051	0.927990051	1.151910459	0.927990051
160	1.863245875	0.906324588	0.956921288	0.906324588
170	1.669159257	0.886915926	0.782243332	0.886915926
180	1.49528984	0.869528984	0.625760856	0.869528984
190	1.339531681	0.853953168	0.485578513	0.853953168
200	1.199998205	0.839999821	0.359998385	0.839999821
210	1.074999354	0.827499935	0.247499419	0.827499935
220	0.963021117	0.816302112	0.146719005	0.816302112
230	0.86270719	0.806270719	0.056436471	0.806270719
240	0.772842549	0.797284255	0	0.772842549
250	0.692338737	0.789233874	0	0.692338737
260	0.620220674	0.782022067	0	0.620220674
270	0.555614851	0.775561485	0	0.555614851
280	0.49773875	0.769773875	0	0.49773875
290	0.445891362	0.764589136	0	0.445891362
300	0.399444703	0.75994447	0	0.399444703
310	0.3578362	0.75578362	0	0.3578362
320	0.320561883	0.752056188	0	0.320561883
330	0.287170277	0.748717028	0	0.287170277
340	0.257256937	0.745725694	0	0.257256937
350	0.230459546	0.743045955	0	0.230459546
360	0.206453528	0.740645353	0	0.206453528
365	0.195405198	0.73954052	0	0.195405198

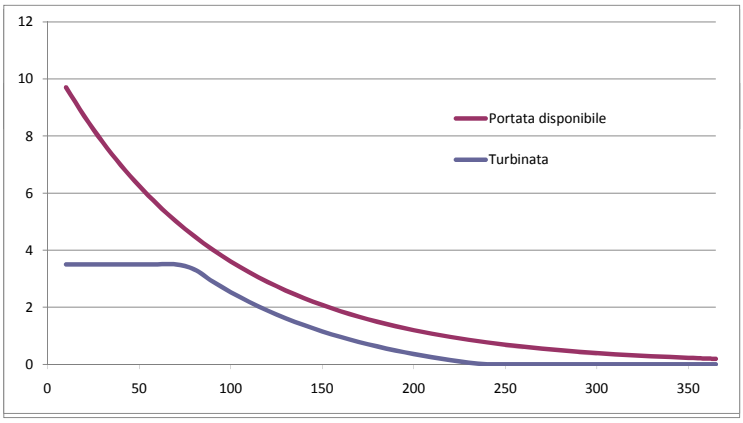


TABELLA CALCOLO
SALTO UTILE

TABELLA N.6
CALCOLO DEL SALTO UTILE

	DATI DI PROGETTO		
L	LUNGHEZZA CONDOTTA FORZATA	2550	ML
D	DIAMETRO CONDOTTA FORZATA	1300	MM
Epsilon	SCABREZZA CONDOTTA	0.0001	M.
Hm	QUOTA PUNTO DI PRESA	1040.70	ML
Hv	QUOTA CENTRALE	949.64	ML

SALTO NETTO (mt) 91.06

FORMULE ADOTTATE
Turbina a reazione
H1-H2=u^2*lam*L(2gd)
re=u*D/1,01510^-6
u/Q/A
P=9,81*n*Q*Hd

Hd=Hm-Hv-(H1-H2)

Q	Portata turbinata
V	Velocità
H1-H2	Perdite di carico
Hd	Salto netto
G	Giorni

PERDITA MAX DI CARICO (m) 8.125876994
PERCENTUALE SUL SALTO 8.92%

Giorni sulla curva di durata	Portata turbinata l/s	V u m/s	Re n	LAM n	H1-H2 m	SALTO UTILE m	Giorni	Ore di funzion.
10	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
20	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
30	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
40	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
50	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
60	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
70	**3500**	2.638	3266373	0.0117	8.13	82.934	10	240
80	**3323**	2.505	3101084	0.0117	7.37	83.691	10	240
90	**2902**	2.187	2708064	0.0120	5.72	85.343	10	240
100	**2524**	1.903	2355983	0.0122	4.41	86.646	10	240
110	**2187**	1.648	2040577	0.0125	3.39	87.671	10	240
120	**1884**	1.420	1758025	0.0128	2.58	88.475	10	240
130	**1613**	1.216	1504906	0.0132	1.96	89.105	10	240
140	**1370**	1.032	1278153	0.0138	1.47	89.595	10	240
150	**1152**	0.868	1075020	0.0144	1.09	89.975	10	240
160	**957**	0.721	893046	0.0152	0.79	90.268	10	240
170	**782**	0.590	730028	0.0163	0.57	90.493	10	240
180	**626**	0.472	583991	0.0000	0.00	91.060	10	240
190	**486**	0.366	453166	0.0000	0.00	91.060	10	240
200	**360**	0.271	335968	0.0000	0.00	91.060	10	240
210	**247**	0.187	230979	0.0000	0.00	91.060	10	240
220	**147**	0.111	136925	0.0000	0.00	91.060	10	240
230	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
240	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
250	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
260	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
270	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
280	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
290	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
300	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
310	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
320	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
330	**0**	0.000	2	0.0000	0.00	91.060	10	240
340	**0**	0.000	2	0.0000	0.00	91.060	10	240
350	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
360	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	10	240
365	**0**	0.000	0	0.0000	0.00	91.060	5	120
	1462	**PORTATA MEDIA DI CONCESSIONE**					Totale ore	8760
	1234	**PORTATA MEDIA effettiva da curva**						

CALCOLO PRODUZIONE ANNUA

TABELLA N. 7
CALCOLO DI PRODUZIONE

MAX PARAMETRI TURBINA
Portata della turbina G1(l/s) 3500.00 Potenza G1 (kw)= **2300**

POTENZA TOTALE max	**2300**

Rendimento alternatore 90%

PRODUZIONE TURBINA G1

Giorni sulla curva di durata	**Portata turbinata** mc/s	**SALTO UTILE** m	**Apertura G1** %	**Q G1** mc/s	**Rendim. turbina G1**	**Rendim. Totale G1**	**Potenza disponibile KW**	**Energia Prodotta Kwh**
30	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
40	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
50	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
60	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
70	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
80	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
90	3.500	82.93	100%	3.500	0.90	0.81	2300	552 086
100	3.323	83.69	95%	3.323	0.91	0.82	2233	535 938
110	2.902	85.34	83%	2.902	0.93	0.83	2028	486 624
120	2.524	86.65	72%	2.524	0.93	0.84	1798	431 470
130	2.187	87.67	62%	2.187	0.92	0.83	1564	375 369
140	1.884	88.48	54%	1.884	0.91	0.82	1339	321 382
150	1.613	89.10	46%	1.613	0.89	0.80	1130	271 263
160	1.370	89.59	39%	1.370	0.87	0.78	941	225 877
170	1.152	89.97	33%	1.152	0.84	0.76	773	185 502
180	0.957	90.27	27%	0.957	0.82	0.74	625	150 051
190	0.782	90.49	22%	0.782	0.79	0.72	497	119 223
200	0.626	91.06	18%	0.626	0.77	0.69	388	93 014
210	0.486	91.06	14%	0.486	0.75	0.67	292	69 961
220	0.360	91.06	10%	0.360	0.72	0.65	210	50 300
230	0.247	91.06	7%	0.247	0.70	0.63	140	33 563
240	0.147	91.06	4%	0.147	0.68	0.61	81	19 330
250	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
260	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
270	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
280	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
290	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
300	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
310	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
320	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
330	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
340	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
350	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
360	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
365	0.000	91.06	0%	0.000	0.65	0.59	0	0
							Totale Produzione G1	7 233 471

Produzione totale G1+G2 in Kwh	7 233 471
Potenza media annua Kw	826

TABELLA N. 8
PIANO ECONOMICO

PIANO ECONOMICO

	COSTO DELL'IMPIANTO			
Opere edili				
	Opera di presa (opere edili)	175 899.00	€	
	Paratoie e sgrigliatori	100 000.00	€	
	Opere edili centrale	319 411.84	€	
	Opere elettromeccaniche	1 750 000.00	€	
	Viabilità di accesso al cantiere	30 245.60	€	
	Condotta forzata	1 611 900.08	€	
	Scarico	57 187.89	€	
Opere di compensazione				
	Sistemazione dissesti	687 214.41	€	
	Sistemazione percorso verde	40 776.33	€	4 772 635.15
Spese tecniche ed imprevisti				
	Interfacciamento ENEL	50 000.00	€	
	Spese tecniche	150 000.00	€	
	Imprevisti ecc 10%	506 817.50	€	
			€	
	TOTALE IMPIANTO	5 479 452.65	€	
	IVA 21%	1 150 685.06	€	
	Oneri per concessione	38 764.24	€	
	Canone per servitù da convenzione (3 annualità)	16 227.00	€	
	Interessi passivi per anticipo capitale per le opere (6 mesi tasso 4%)	**115 499.85**	€	
	TOTALE COSTI	6 800 628.80	€	

TABELLA N. 9
ONERI FINANZIARI

FINANZIAMENTO CON MUTUO

Tasso Interesse sul mutuo	5.00%
Annualità di ammortamento	15
Tasso d'inflazione previsto	2%

Rata costante di ammortamento 655188.14 €

in lire 1 268 621 131

ONERI FINANZIARI

1) ammortamento mutuo			655188.14 €
2) di rinnovamento			
2.1) su opere civili			
totale opere civili		1360735.07 €	
anni 60			12626.75 €
2.2) su macchinari			
totale macchinari		1850000.00 €	
anni 60			17166.82 €
3) di manutenzione			
su macchinario opere civili ecc			
man. ordinaria e straordinaria			
Previsto 1% annuo			24113.18 €
4) di gestione			
assistenza, amministrazione,organizzazione			
telefono,postali ecc.			20000.00 €
TOTALE ONERI FINANZIARI			**729094.88** €

IMPOSTE E CANONI

1) Canone di derivazione e produzione energia			
Importo attuale		27.00 €/Kw	
Maggiorazione del		10%	
Portata di concessione		1462 l/s	
Salto fiscale (dislivello pelo morto monte/valle motori)		91.06 m	
Potenza nominale		1305.19 Kw	
Canone annuo di concessione			38764.24 €
2) UTIF da pagarsi all'ENEL			
Importo attuale		0.001 €/Kwh	
Energia nominale		11433494 Kwh	
Tassa			6495.40 €
3) Sovraccanone a favore Enti rivieraschi			
Importo attuale		5.27 €/Kw	
Maggiorazione del		10%	
Tassa			7566.21 €
4) Sovraccanone a favore Bacino imbrifero montano			
Importo attuale		21.08 €/Kw	
Maggiorazione del		10%	
Tassa			30264.82 €
			€
5) Imposte Comunali			1000.00 €
6) Imposte societarie			2000.00 €
TOTALE IMPOSTE			**86090.67** €

in lire 166 694 778

TABELLA N.10
RICAVI ED UTILI

RICAVI PER ENERGIA VENDUTA				
Prezzo base energia	**0.08**	€/Kwh		
Prezzo energia con incentivi	**0.180**	€/Kwh		
Energia prodotta	7233471	Kwh		riduzione in %
Energia attesa	6700000	Kwh		7.96%
TOTALE Ricavi			**1206000** €	nei primi 15 anni
TOTALE Ricavi			**536000** €	negli anni succ.

anni pagamento impianto senza utili e interessi **4.91**

Tasso interesse	8%	
		24120.00 €
SITUAZIONE IVA		
IVA su ricavi		229140.00 €
IVA su spese		-8381.50 €
IVA su investimenti		-76712.34 €
IVA mediamente da versare		144046.16 €

UTILE ANNUO DI GESTIONE IMPIANTO

	Primi	**15**	**anni**	**Anni successivi**	
Ricavi per energia venduta		**1206000.00**	€	**536000.00**	€
Oneri finanziari		729094.88	€	73906.74	€
					€
Imposte e canoni		86090.67	€	86090.67	€
Oneri per ritardo pagamento		24120.00	€	24120.00	€
Contributo al Comune di Ormea come da convenzione		**77769.00**	€	**48289.00**	€
Per recupero IVA su investimenti		-76712.34	€	0.00	€
Utile lordo		365 637.79	€	303 593.59	€
Imposte su utile lordo		-109 691.34	€	-91 078.08	€
	UTILE ANNUO IMPIANTO NETTO	**255 946.45**	€	**212 515.51**	€
valore impianto dopo	**15 anni**		**6800628.80** €		
Costo di produzione Energia con ammortamento mutuo		0.14	€/kwh	0.035	€/kwh
Costo di produzione Energia con soli interessi passivi		15.25	€/kwh	15.25	€/kwh

Tasso investimento	**4.67%**