Hydroco engineering srl

Nuovo impianto idroelettrico denominato

Cartonificio di Isoverde

Relazione tecnica per l'ottenimento della concessione di derivazione dal rio d'Iso

Committente

Cartonificio di Isoverde s.r.l.

Progettazione

Hydroco engineering s.r.l.

Data

.....

Firma

.....

Hydroco engineering srl
Uffici e Laboratorio Via Pacinotti 36 R – 16014 Campomorone (Genova) – ITALY
Ph / Fax: +39010790225 – Pr. ph, +393407885073 – +393407901021
P.I. 03407830102 CCIAA Genova 342444 Trib Ge n.59231
hydroco@hydroco.it

Sommario

Sommario 1
1. Premesse 2
2. Inquadramento territoriale, dati idrologici del bacino del rio d'Iso e determinazione della portata media del torrente. 3
2.1. Inquadramento territoriale 3
2.2. Generalità sul rio d'Iso 4
2.3. Calcolo della portata del rio d' iso 5
2.4. Studio di bilancio delle derivazioni in atto 9
2.5. Analisi dei vincoli ambientali 10
3. Descrizione degli impianti di derivazione attuali 10
3.1. Opera di derivazione dall'alveo 10
3.2. Opera di derivazione dalla sorgente Buggi 11
3.3. Canale di vettoriamento 11
3.4. Vasca di carico 11
3.5. Canale di restituzione 12
4. Portata di concessione e opere di progetto 12
4.1. Determinazione della portata di concessione 12
4.2. Descrizione opere di progetto 13
5. Calcoli idraulici e determinazione della potenza dell' impianto 14
5.1. Verifica della portata massima del canale 14
5.2. Calcolo delle perdite di carico nella condotta di adduzione turbina 15
5.3. Calcolo della potenza dell' impianto 16
6. Conclusioni 17
7. Allegati 17

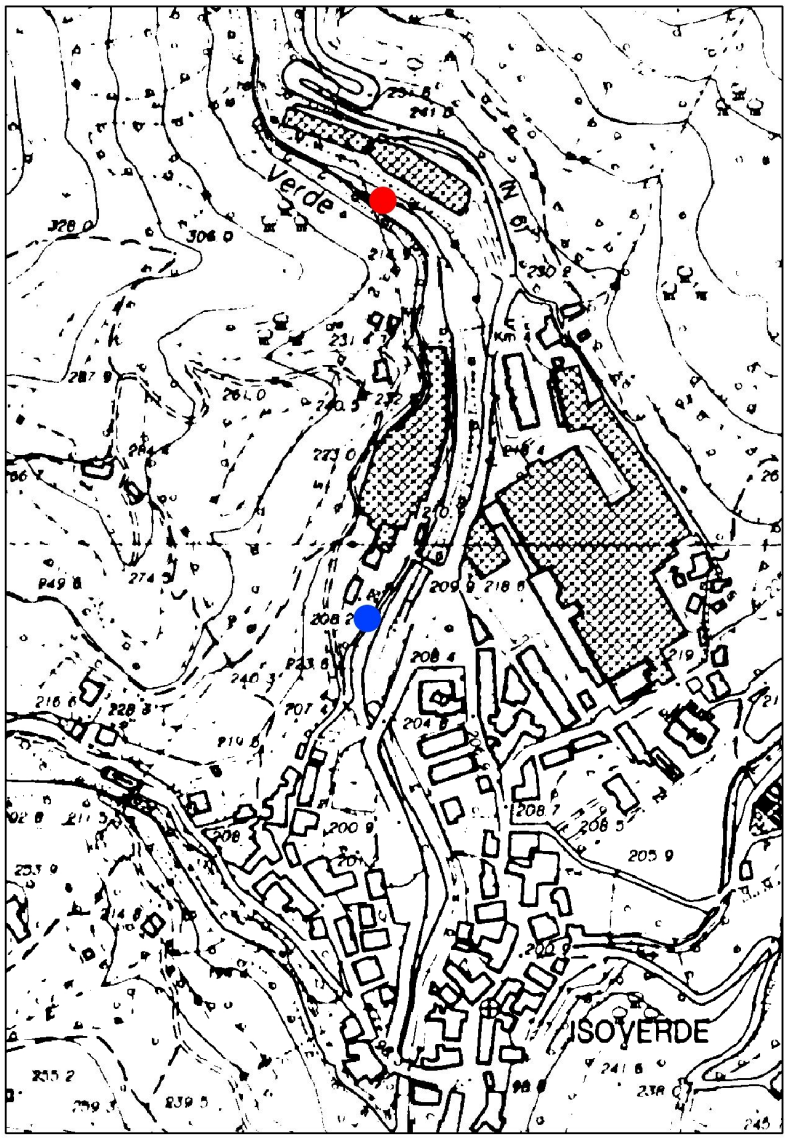
1. Premesse

La ditta Cartonificio di Isoverde srl è proprietaria, in Isoverde (fraz. del Comune di Campomorone), di uno stabilimento (attualmente in disuso) ubicato in sponda destra del rio d'Iso.
Questo edificio negli anni passati era adibito ad industria per la fabbricazione della carta e precedentemente a cotonificio; la necessità di energia meccanica da utilizzare nei processi di lavorazione industriale portò, all' epoca della sua costruzione, alla realizzazione delle opere necessarie a una derivazione d'acqua con presa dal rio d'Iso e dalla sorgente denominata "Buggi" che attraverso un canale in muratura e un pozzo di carico alimentava una turbina idraulica necessaria a fornire forza motrice alle attrezzature industriali.
La concessione a derivare dal rio d'Iso e dalla sorgente per la produzione di forza motrice è scaduta nel 1977 e non è stata rinnovata, è stata mantenuta ed è tuttora attiva una concessione a scopo antincendio per una portata pari a 1 l/s.
Visto che le opere sopra citate sono tuttora in ottimo stato e poiché negli ultimi anni hanno assunto sempre maggiore importanza le produzioni di energia da fonti rinnovabili, si pensa di riattivare le opere di derivazione esistenti per alimentare un gruppo turbogeneratore idraulico. La sua installazione all'interno del vecchio cartonificio permetterà di conservare e rivalutare l'attuale struttura altrimenti destinata all'abbandono.

2. Inquadramento territoriale, dati idrologici del bacino del rio d'Iso e determinazione della portata media del torrente.

2.1. Inquadramento territoriale

Si riportano di seguito gli estratti della CTR con indicazione della zona di intervento, del punto di presa e di quello di restituzione della centrale in progetto e una foto aerea del sito (coordinate cartonificio di Isoverde 44°31'50" N 8°52'02" E).



● Punto di presa

● Punto di restituzione

n° CTR 213074

Fig. 1 Zona intervento su mappa CTR

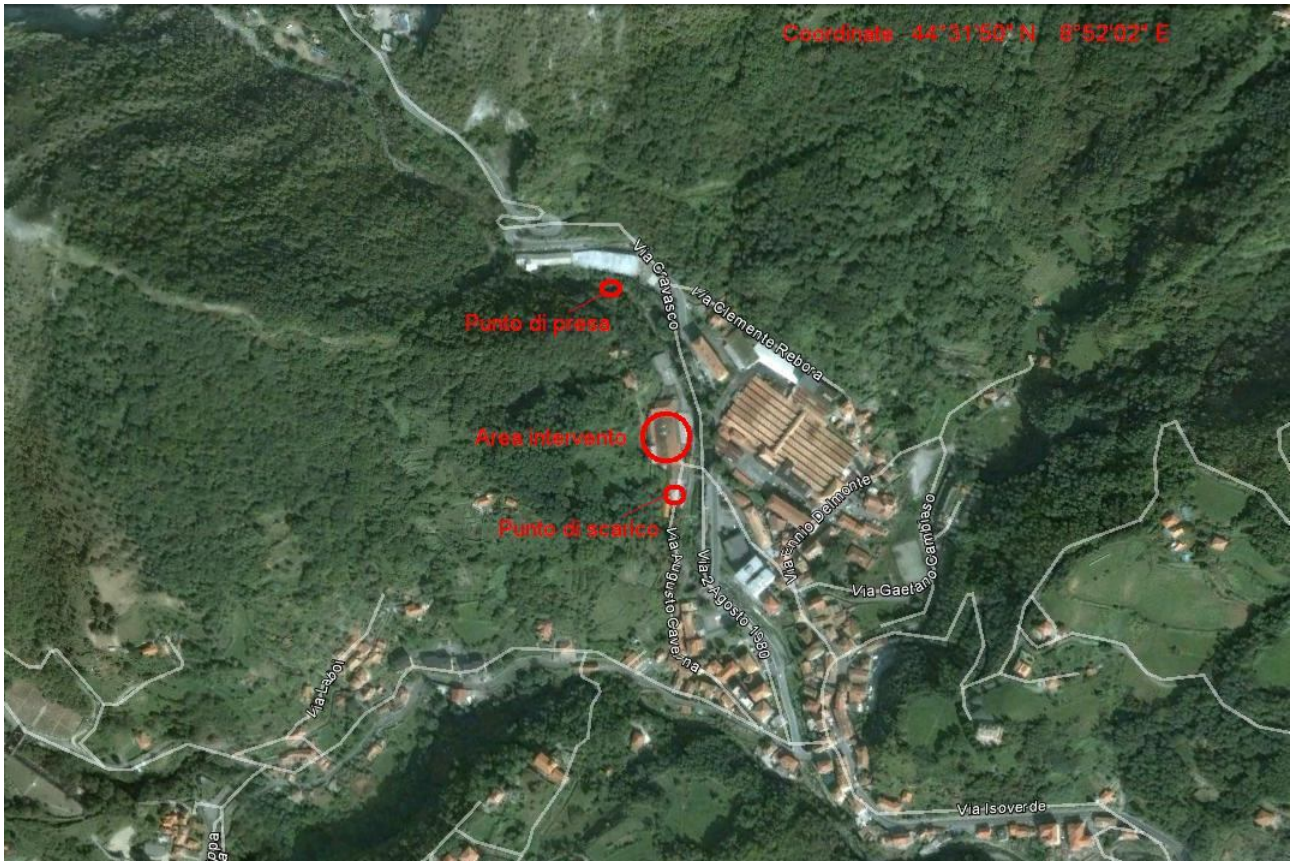


Fig. 2 Foto aerea del sito

2.2. Generalità sul rio d'Iso

Il rio d'Iso è un corso d'acqua il cui tratto è lungo circa 1300 m. Esso è formato dalla confluenza di altri due rivi principali il rio dei Campi a destra e il rio Gambetta a sinistra che a loro volta ricevono colatori minori. Il rio d'Iso riceve ancora quali tributari di sinistra il rio Ruea e il rio di Cravasco. Questi corsi d'acqua scorrono in zone quasi completamente rocciose, ed escluso il rio dei Campi, non hanno sub alveo ghiaioso. Geologicamente il bacino è formato quasi interamente da roccia dolomite che è un minerale di carbonato di calcio e magnesio, molto solubile in acqua, in particolari condizioni fisiche. Pertanto si sono formati cunicoli nel sottosuolo attraverso i quali l'acqua scompare. Questo fenomeno avviene specialmente per il rio dei Campi che è quello più ricco di acqua anche in periodo di magra.

Le voragini tuttavia non devono essere di grande capacità poiché quando nei periodi di morbida l'acqua è abbondante essa riesce a scorrere in superficie. Ciò significa che quando la capacità di dei cunicoli è saturata il supero affiora. Tuttavia il fenomeno risulta consistente per certi tratti del rio d'Iso in periodo di magra, perché tutta l'acqua disponibile scompare.

La rete sotterranea pare abbia termine alla località "Buggi", dove entro l'alveo del torrente affiora a circa quota 215,5 s.l.m., una scaturigine notevole di acqua detta sorgente dei "Buggi"; questa

sorgente è in parte costituita dall'acqua del bacino che scompare a monte e in parte di acqua veramente sorgiva, ma per una minima quantità.
Pertanto alla sezione della traversa del cartonificio costruita poco più a valle della sorgente "Buggi" (vedi tavole allegate) , può in un modo o nell'altro essere sempre raccolta tutta l'acqua fornita dal bacino. Tale sezione sottende inoltre quasi tutto il bacino del rio d'Iso per una percentuale che può ritenersi del 97%.

2.3. Calcolo della portata del rio d' iso

Per calcolare la portata d'acqua che il rio può fornire si è innanzi tutto delimitato su una carta d'Italia 1: 25000 della zona interessata il contorno del bacino imbrifero e quindi la superficie contenuta. La superficie totale del bacino del rio d'Iso è pari a 7,16 kmq.



Fig. 3 Bacino imbrifero rio d'Iso

Utilizzando i dati giornalieri di piovosità raccolti dal pluviometro della centrale idroelettrica di Isoverde (che dista in linea d' aria circa 700 m dal sito), dal 1992 al 2010 e considerando i dati di deflusso ricavati dalle misurazioni giornaliere effettuate in sito (vedi allegato "serie idrometrica") si è potuto calcolare la portata media annua raccolta dal bacino mediante la seguente formula:

$$Q_m = (P_m C_d I)/s \qquad (1)$$

nella quale:

Qm portata media del bacino in mc/s

Pm precipitazione media pari a 1893 mm

Cd coefficiente di deflusso considerato pari a 0,68 (vedere allegato "serie idrometrica")

I superficie del bacino pari a 7,16 Kmq

s numero di secondi in un anno pari a 31536000 s

Risolvendo l'equazione si ottiene una portata media annua pari a 0,298 mc/s (298 l/s).

Questo valore tuttavia non è indicativo delle variazioni di portata stagionali del corso d'acqua, si è quindi effettuato anche il calcolo delle portate medie mensili.

Si riporta di seguito il grafico con l'andamento e i valori di tali portate:

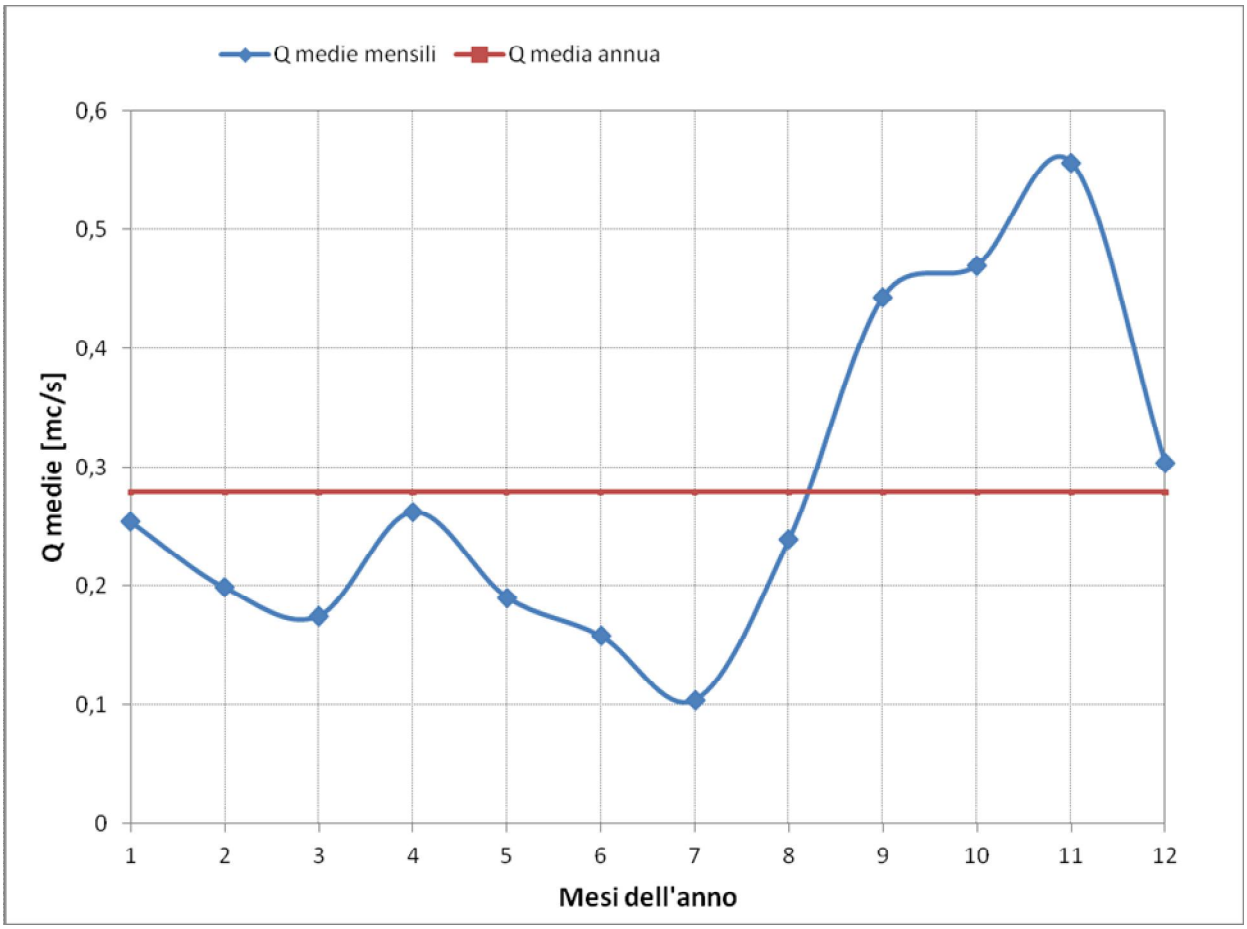


Fig. 4 Grafico portate medie mensili

Dal grafico risulta che nei mesi autunnali e primaverili la disponibilità idrica è buona.

Come indice di confronto dei dati calcolati , si fa riferimento ai valori riportati sulla carta del bacino del torrente Polcevera, redatta dalla stessa Provincia di Genova, riguardante portate medie e valori di deflusso minimo vitale relativi al corso d' acqua considerato.

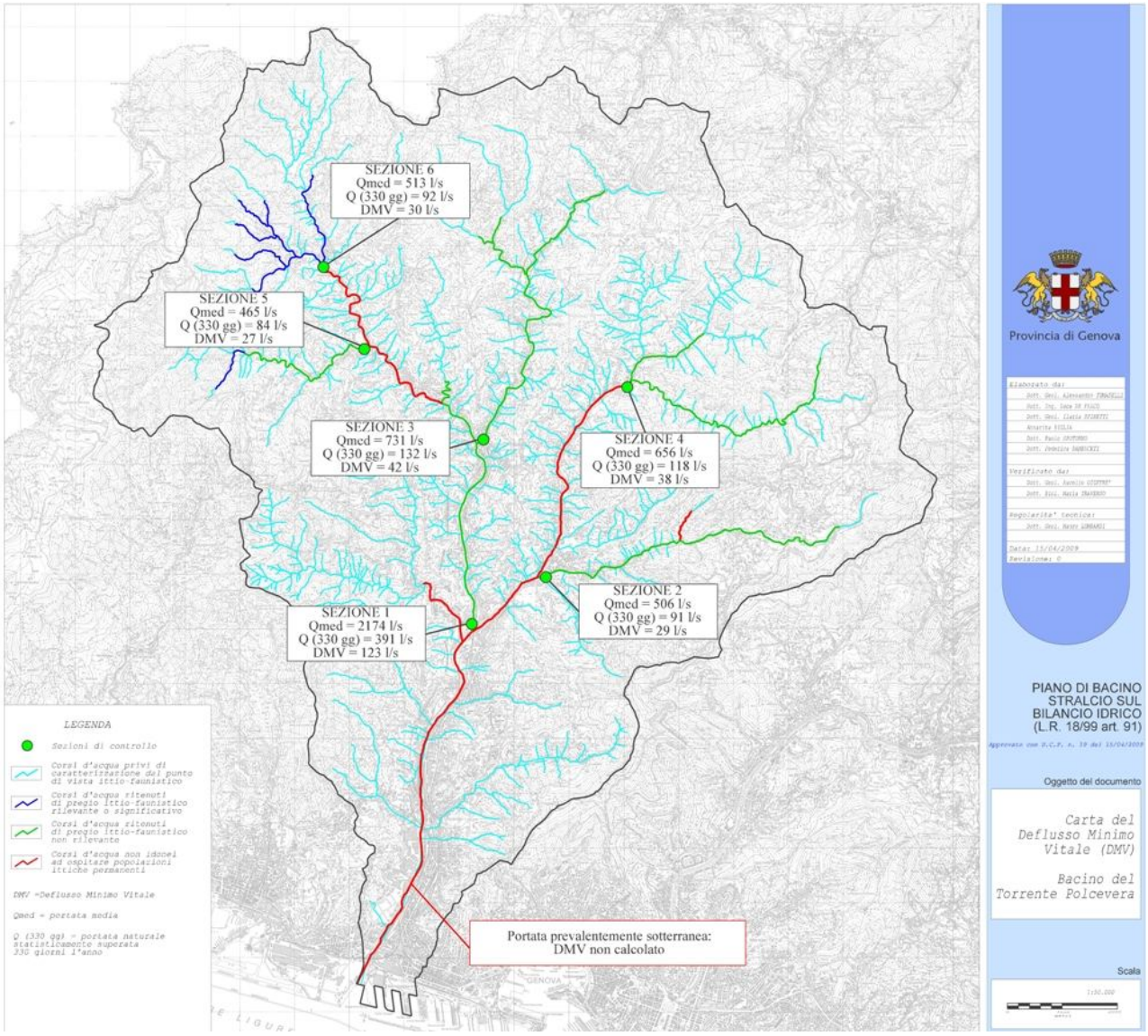


Fig. 5 Carta del deflusso minimo vitale del bacino del torrente Polcevera

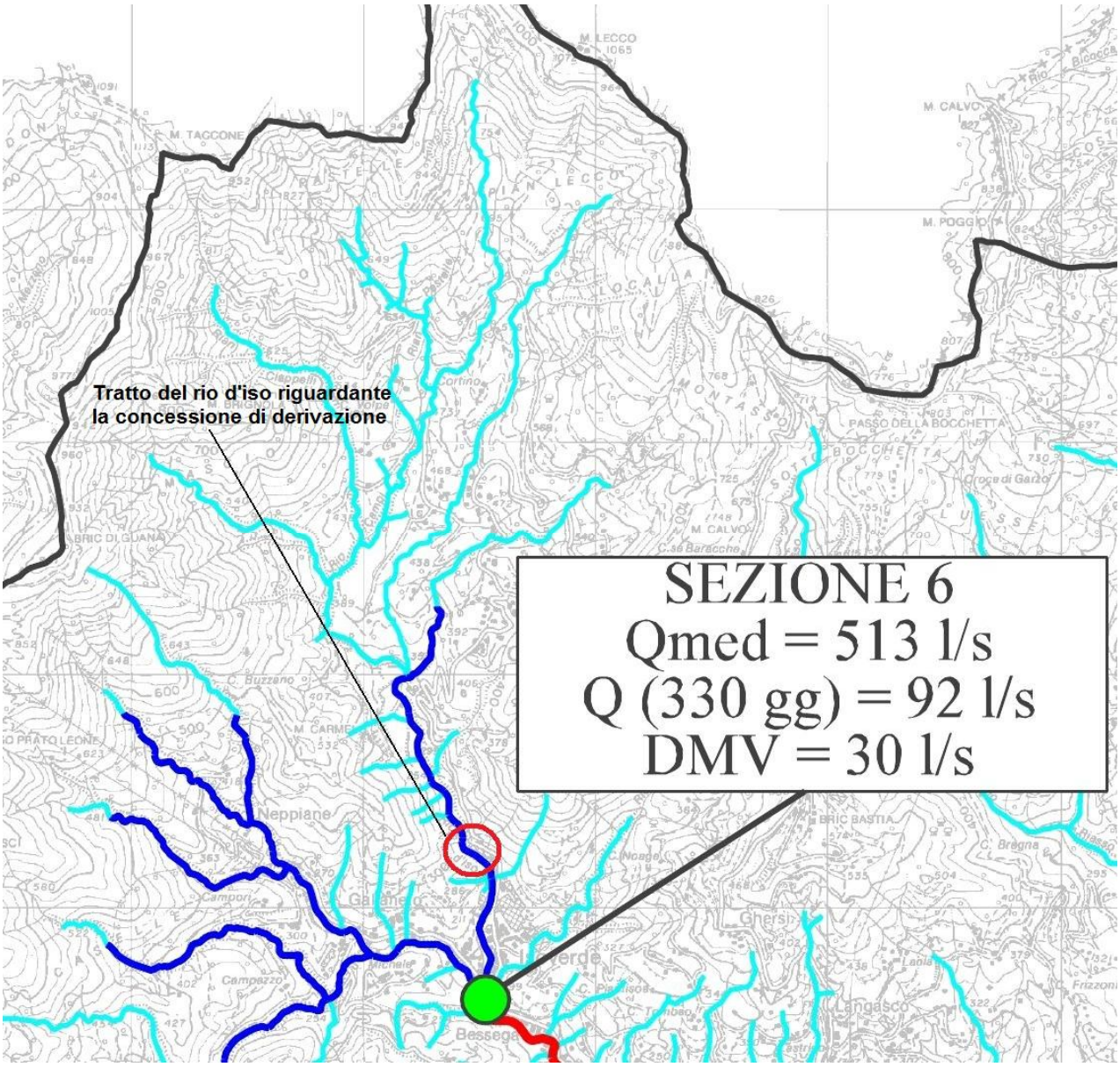


Fig. 6 Particolare della carta del DMV riguardo la zona interessata dalla concessione

Dalla carta, si può osservare come i dati relativi alla sezione 6, che considera la zona di confluenza del rio d'Iso con il rio di Gallaneto, riportino valori di portata media compatibili coi calcoli effettuati, infatti la portata media è pari a 513 l/s ma la sez considerata sottende anche il rio Gallaneto che ha un bacino imbrifero limitrofo a quello del rio d' Iso e di estensione leggermente inferiore, il che giustifica una portata media del rio d' Iso pari a circa 298 l/s (poco più del della metà della Qmed della sez 6).

2.4. Studio di bilancio delle derivazioni in atto

Per effettuare lo studio di bilancio delle derivazioni in atto, nel tratto interessato del rio d'Iso, si fa riferimento al "piano di bacino, stralcio sul bilancio idrico" redatto dalla provincia di Genova. Si considera l'allegato 2 del piano di bacino, poiché riguarda la zona del Polcevera e dei suoi affluenti; consultando la tabella riportante le derivazioni da acqua fluente, si può notare come non vi siano derivazioni in atto nel tratto del rio d'Iso interessato.

E' presente solamente uno scarico della cava di Cravasco, classificato di tipo industriale, situato a monte della presa di derivazione e ad una distanza di circa 800 m.



Fig. 7 Derivazioni o scarichi in prossimità del punto di presa

2.5. Analisi dei vincoli ambientali

Per l'analisi dei vincoli ambientali si rimanda alla consultazione dell'allegato "Studio di incidenza SIC IT1331501 Praglia – Pracaban – M. Leco – P. Martin", dove viene ampiamente analizzato il rio d'Iso nel tratto interessato dalla derivazione.

Relativamente agli interventi necessari a passaggi di risalita per i pesci, si ipotizza di non realizzare alcuna opera (come confermato dalla relazione naturalistica) per due motivi:

- il tratto di torrente a monte della briglia è, in periodi di magra, completamente secco;
- in corrispondenza della briglia stessa esisteva, anche prima della sua costruzione, un salto naturale del torrente simile a quello esistente tutt' ora come visibile dalle pareti di roccia su cui l' attuale briglia appoggia.

3. Descrizione degli impianti di derivazione attuali

Si descrivono di seguito le opere di derivazione dall'alveo del rio d'Iso (vedere tavole allegate), dalla sorgente "Buggi" , il canale di vettoriamento , la vasca di carico e la galleria di restituzione in base al loro stato attuale.

3.1. Opera di derivazione dall'alveo

Un tempo era presente sull'alveo del rio d'Iso una briglia con paratoia mobile, alla quota 214,63 m.s.l.m., attualmente quasi completamente distrutta, che permetteva di raccogliere l'acqua attraverso una feritoia laterale sita in sponda destra e di convogliarla nel canale di vettoriamento che alimentava il cartonificio. Attualmente la briglia non è più collegata al canale (la feritoia è stata murata) e l'acqua del torrente non è pertanto più derivabile.

3.2. Opera di derivazione dalla sorgente Buggi

La derivazione dalla sorgente "Buggi" consiste (visto che lo stato attuale si è mantenuto inalterato) in un'opera di presa e in una tubazione di adduzione al canale. La sorgente sgorga in alveo, in sponda sinistra a quota 215 m.s.l.m., attraverso fessurazioni della roccia. E' stata pertanto costruita un'opera in calcestruzzo di bloccaggio delle fuoriuscite dell'acqua e mediante un tratto di condotto coperto dalle dimensioni di ml. 0,3 x 0,3 lungo circa ml. 5, l'acqua sorgiva è immessa in una vasca sotterranea dalle dimensioni di ml. 2,5 x 1,3 x 0,6 coperta anch'essa e completamente isolata dall'acqua defluente in alveo. Da questa, a quota 214,30 m.s.l.m., diparte un tratto di tubazione (interrata) in fibrocemento del diametro interno di mm 355 che la collega con il canale di vettoriamento.

La sorgente risulta quindi "obbligata" ad alimentare tuttora il canale; una quota parte di portata viene rilasciata al torrente attraverso le fessurazioni presenti sulle obsolete paratoie di dissabbiamento del canale mentre la parte rimanente è scaricata al rio attraverso il canale di scarico della vecchia turbina.

3.3. Canale di vettoriamento

Il canale ha inizio dalla parte destra della briglia sostenuto da un muraglione costruito sul torrente, che serve pure da contenitore di piena.

Come visibile nelle foto allegate, il canale si trova tuttora in ottime condizioni, è stato mantenuto egregiamente sia nei tratti a cielo aperto che nei tratti in cunicolo a volta di mattoni, ha sezione rettangolare (1,20 x 0,90 m), è lungo 220 m circa ed è costruito in pietra e mattoni. Alla progressiva 112,75 m è stato sbarrato con un muretto trasversale da dove ha origine un primo tratto di tubazione in plastica di diametro interno pari a mm 355 lunga 51,6 m, dopo di che si arriva al tratto terminale dove sono presenti le opere di limitazione della portata. La quota nella sezione finale è di 214,43 m.s.l.m.. Il tratto di tubazione è stato inserito in quanto in tale punto il canale presentava alcune fessurazioni con perdite copiose.

3.4. Vasca di carico

Il canale di vettoriamento alimenta un pozzo verticale profondo 9,3 m con sezione 1,5 x 1,5 m sito all'interno dello stabilimento e adibito a vasca di carico della vecchia turbina i cui resti sono tuttora posizionati sul fondo del pozzo.

3.5. Canale di restituzione

Lo scarico della vecchia turbina confluisce in un canale che si snoda al di sotto dello stabilimento con una sezione pari a 1,2 x 2 m e una lunghezza pari a 73 m; esso termina alla quota 201,65 nel torrente del rio d'Iso.

4. Portata di concessione e opere di progetto

4.1. Determinazione della portata di concessione

Il calcolo della portata massima e media di concessione viene effettuato considerando un DMV medio sempre garantito pari a 60 l/s (vedere allegato "calcolo DMV"). Si procede ad analizzare i dati giornalieri di piovosità (descritti al paragrafo 2.3) e a calcolare le portate di afflusso al bacino, teorizzando una curva di esaurimento del torrente calcolata sulla base della serie idrometrica effettuata (consultare allegato "serie idrometrica"). La sezione di misura è rappresentata da una traversa in cemento, assimilabile ad uno stramazzo in parete grossa, sita in prossimità del punto di restituzione dell'impianto.

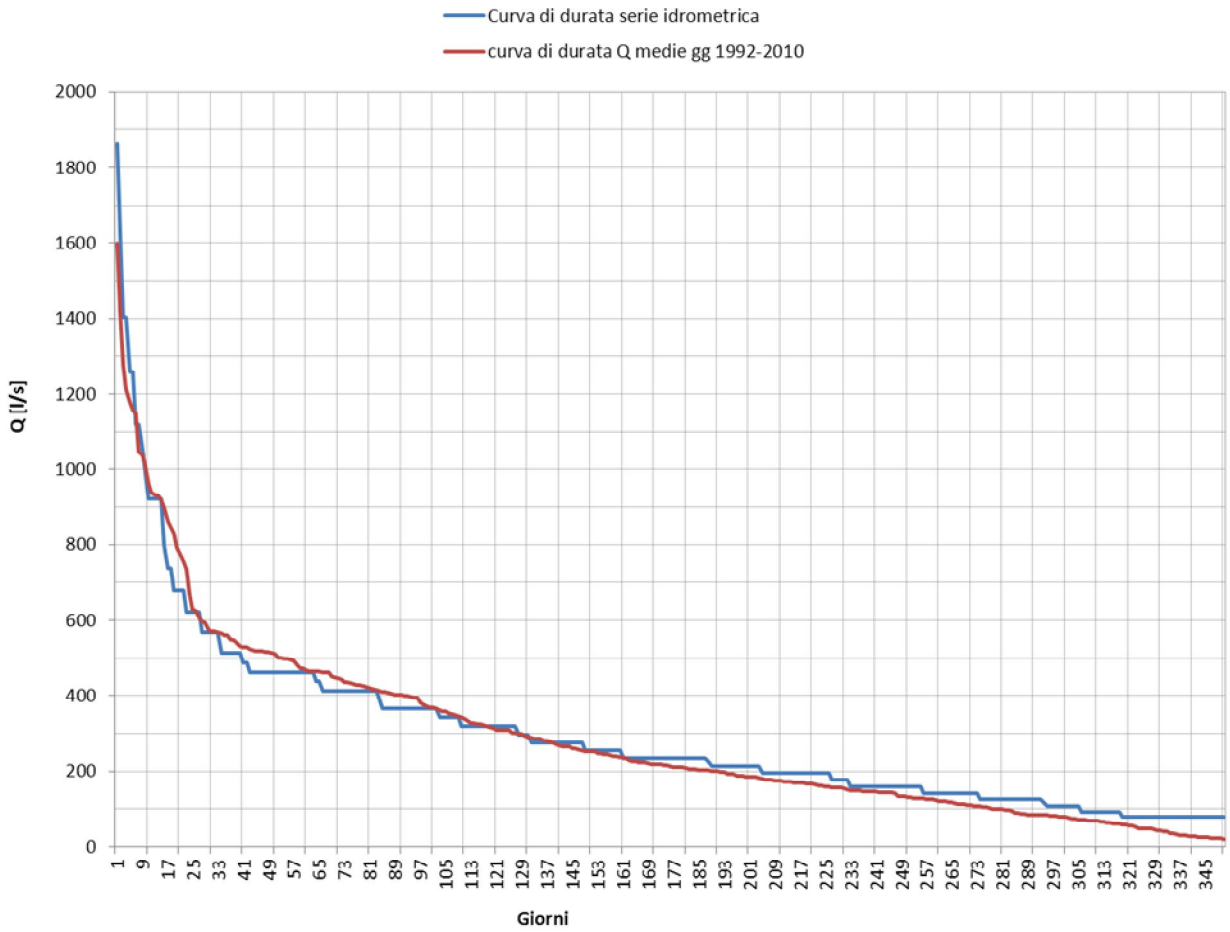


Fig. 8 Curve di durata

Nel grafico in fig. 8 sono riportate le curve di durata delle portate giornaliere ricavate dalla serie idrometrica 2012 e delle portate medie giornaliere ricavate dai dati pluviometrici dal 1992 fino al 2010.
Come evidente le due curve tendono a sovrapporsi, ovvero il 2012 puàò considerarsi un anno in "media" con gli altri 18 considerati.

Si determinano le caratteristiche idrauliche della turbina al fine di ottimizzare la produzione di energia; in base ai calcoli risulta come ottimo una portata massima di concessione pari a 700 l/s (equivalente alla massima capacità di trasporto del canale come verrà di seguito dimostrato) da derivare ovviamente in caso di grande disponibilità, mentre la portata media annua di concessione risulta pari a 220 l/s.

4.2. Descrizione opere di progetto

Il progetto, come riportato nelle tavole allegate, prevede la realizzazione delle seguenti opere :

- Ripristino della derivazione dall' alveo attraverso l'installazione di una nuova traversa composta da tavole in legno intercambiabili con intaglio di rottura programmata in caso di piena del torrente,
- Riattivazione della feritoia laterale che alimenta il canale,
- Installazione di una piccola paratoia automatica, sulla feritoia laterale per la modulazione della portata derivata e del DMV,
- Sfruttamento del pieno potenziale della sorgente "Buggi" (tuttora funzionante),
- Manutenzione integrale del canale di vettoriamento consistente nell' eliminazione del tratto di tubazione Ø 355 mm, nell'impermeabilizzazione delle pareti e nel ripristino delle paratoie manuali di dissabbiamento,
- Installazione di un piccolo sgrigliatore automatico in corrispondenza della sezione del canale immediatamente a monte dell' ingresso del pozzo di carico,
- Posa di un nuovo tratto di condotta DN 600 PN 10 di lunghezza pari a circa 122 m, collegante il pozzo di carico con la nuova sala macchine; la condotta sarà parzialmente posata lungo l' attuale canale di restituzione e parzialmente in un nuovo scavo (vedi tavola allegata),
- Ciecatura dello scarico attuale,
- Realizzazione di nuova sala macchine totalmente interrata di dimensioni indicative 3 m x 3 m x 5,5 m di profondità,
- Realizzazione del nuovo canale di restituzione,
- Installazione del gruppo turbogeneratore (turbina ad elica tubolare bi regolante al fine di ottimizzare le prestazioni per un' ampia gamma di portate) e della componentistica elettrica

di controllo e comando (con possibilità di telecontrallare in remoto tutti gli organi di regolazione dell' impianto),

- Installazione di un dispositivo di misurazione della portata ad ultrasuoni, il quale permetterà il controllo e la verifica della portata stessa tramite telecontrollo.
- Riattivazione dell' esistente cabina di connessione in MT con la rete ENEL da utilizzare come punto di consegna dell' impianto (dimensionata attualmente per lo scambio di una potenza massima pari a 150 kW, impiegata per i processi industriali sino a qualche anno fa); adeguamento dei dispositivi di interfaccia con la rete secondo le normative vigenti.

5. Calcoli idraulici e determinazione della potenza dell' impianto

5.1. Verifica della portata massima del canale

E' stata verificata la portata massima del canale utilizzando le seguenti formule.

$$V = [(100\sqrt{R})/(m+\sqrt{R})]\sqrt{Ri} \quad (2)$$

$$R=A/C \quad (3)$$

$$Q=AV \quad (4)$$

Dove:

C perimetro bagnato [m]

A area della sezione [m^2]

i pendenza del canale 0,001 [mm/m]

m 0,45 (classe 9 del kutter)

Q portata del canale [m^3/s]

V velocità dell'acqua [m/s]

I dati caratteristici dell' opera sono:

b (larghezza) 1,2 [m]

h_{max} (acqua) 0,6 [m]

Si ottiene:

A 0,72 [m^2]

C 2,40 [m]

R 0,3 [m]

Risolvendo le equazioni (2) e (3) si ricava V=0,95 [m/s], per cui con la (4) la portata massima è pari a 0,684 [m^3/s] che può arrotondarsi in 700 [l/s].

5.2. Calcolo delle perdite di carico nella condotta di adduzione turbina

Per il calcolo delle perdite di carico distribuite nella nuova condotta di adduzione della turbina si usa la formula di Fanning:

$$\Delta H = \lambda V^2 / 2g \; L / D \qquad (5)$$

Dove:

ΔH perdite di carico [m]

λ fattore d'attrito ricavabile dal diagramma di Moody (in funzione del numero di Reynolds e del coefficiente di scabrezza, quest'ultimo è stato considerato 0,03)

L lunghezza condotta [m]

D diametro interno della condotta [m]

Si considera un tubo in polietilene di diametro interno pari a 600 mm e lunghezza di 100 m. Dalla formula (5) si ricava che alla portata massima derivabile (700 [l/s]) si ha una perdita di carico distribuita pari a 0,66 [m], che decresce al decrescere della portata derivata.

La vasca dalla quale diparte la condotta di alimentazione ha perdite di carico pressoché nulle o trascurabili.

Per calcolare le perdite di carico concentrate si usa la seguente equazione.

$$\Delta H = \sum_i V^2 / 2g K_i \qquad (6)$$

dove *K* è il coefficiente di perdita.

Per la valvola di guardia K = 0,4.

Per le curve a 90° K = 0,5.

Per l'imbocco K = 0,5 .

Dalla formula (6), per la portata massima derivabile, le perdite di carico concentrate risultano pari a 0,59 [m], come quelle distribuite anche quelle concentrate decrescono col diminuire della portata.

Il salto lordo a disposizione del nuovo gruppo turbogeneratore è pari a 17 m, al quale vanno sottratte sia le perdite di carico distribuite sia quelle concentrate.

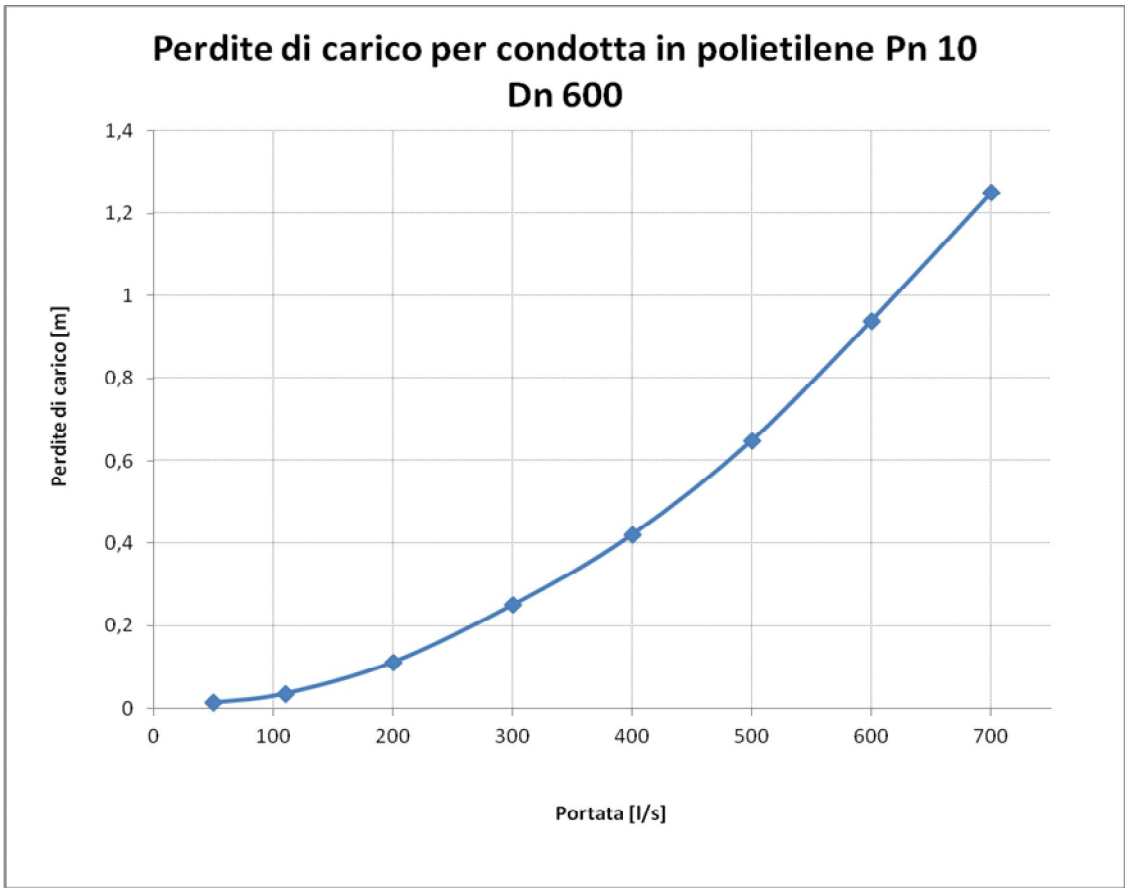


Fig. 9 Curva perdite di carico totali

5.3. Calcolo della potenza dell' impianto

Come già accennato nel paragrafo 1, negli anni dal 1934 al 1977 nel cartonificio era presente una turbina idraulica per la produzione di forza motrice; dalle relazioni tecniche delle vecchie richieste di concessione risultava un potenza media annua pari a 47,4 kW per il periodo dal 1934 al 1968, mentre per il periodo dal 1969 al 1977 è stata ridotta e risultava pari a 34,4 kW.
Risolvendo l' equazione $P = \eta g H Q$ (7) si ottengono la potenza massima e la potenza media del nuovo impianto.

Potenza massima

Q = 0,700 [m^3/s]

H = 17 – (0,66 + 0,59) = 15,75 [m] (salto netto)

η = 0,8 (rendimento globale dell'impianto)

g = 9.81 [m/s^2] (accelerazione di gravità)

$P_{massima}$ = 86,5 [kW]

Potenza media

Q = 0,240 [m^3/s]

H = 17 – (0,05 + 0,06) = 16,89 [m] (salto netto)

η = 0,9 (rendimento globale dell'impianto)

g = 9.81 [m/s^2] (accelerazione di gravità)

P_{media} = 35 [kW]

Quest'ultimo valore (35 kW) è quello da tenere a base di calcolo per la determinazione del canone annuo da pagare per l'esercizio della derivazione.

6. Conclusioni

La derivazione richiesta avrà le seguenti caratteristiche:

- produzione energia idroelettrica
- portata massima 700 [l/s] (da sorgente Buggi più alveo)
- portata media 240 [l/s] (da sorgente Buggi più alveo)
- salto geodetico nominale lordo 17 [m]
- potenza massima 86,5 [kW]
- potenza media 33 [kW]

7. Allegati

- Relazione naturalistica: studio di incidenza, appendici, tavole;
- Relazione geologica;
- Calcolo del Deflusso Minimo Vitale;
- Serie idrometrica;
- Opere di cantiere, manutenzione impianto, piano economico finanziario;
- Relazione acustica;
- Relazione idraulica rio d'Iso;
- Layout impianto stato attuale;
- Layout impianto stato di progetto;
- Profilo longitudinale stato attuale;
- Profilo longitudinale stato di progetto;
- CTR 1:5000;
- Carta 1:2000;
- Briglia stato di progetto.