REGIONE LIGURIA

Provincia di Genova

Regione Liguria

Citta' Metropolitana di Genova

Comune di Moconesi -Cicagna e Tribogna

RICHIESTA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE D'ACQUA AD USO IDROELETTRICO DAL TORRENTE LAVAGNA NEI COMUNI DI MOCONESI CICAGNA E TRIBOGNA IMPIANTO DENOMINATO FILANDA

PAGI C. ltd

IL PROGETTISTA

Sede Operativa:
Via Adda n° 24
10098 - Rivoli (To)
Tel *011-9591745*
Fax *011-9544063*
e-mail *dellacasa.gi@gmail.com*

Dott.Ing. **Giuseppe Dellacasa**
N° 284 Albo Ingegneri
Provincia di Cuneo
C.F. DLL GPP 39C19 F080A
P.I. 03051790016

I RICHIEDENTI

STUDIO UNO PROGETTI S.R.L.
Strada piossasco 46/N
10040 Volvera (TO)

PAGI CORP. LTD
Via Adda, 24 - 10098 Rivoli (To)
P. Iva 11604980018
Tel. 011 9591745 - *Fax* 011 9544063
e-mail: dellacasa.g@gmail.com

Dott. Ing. DELLACASA G.
Ord.Ingegneri Cuneo N° 284
Abilit. Secondo le disp. In vigore
N 284 I0111

STUDIO UNO PROGETTI S.r.l.
Str. Piossasco, 46/N - 10040 VOLVERA (To)
C.F. e P.I. 06725000019

PAGI Corp. ltd - P.I. 11604980018 R.E.A. n° TO -1226763 - C.C.I.A.A. Torino - Sede Legale London - Churchfield Road 47

SCALA *1:1000*	*Oggetto:* STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE **PARTE SECONDA**	*Elaborato* ***B***
Riferimento *990*		
Data *Dicembre 2016*	AVVIO FASE DI VERIFICA L.R.38/98	

REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI GENOVA

COMUNI DI CICAGNA, TRIBOGNA e MOCONESI

Riattivazione dell'impianto mini idroelettrico denominato "Filanda" sul Torrente Lavagna

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

FASE DI VERIFICA - PARTE SECONDA

L. R..1998 n. 38 – L. R. .2013 n. 1 – T.U. 1775/1933

Proponenti: STUDIO UNO PROGETTI

Dicembre 2016

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI LAVORO

INDICE

PARTE SECONDA

3. QUADRO AMBIENTALE 142

3.1 Analisi della qualità ambientale 142

3.1.1 FISIOGRAFIA 142

3.1.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO 143

3.1.2.1 Premessa 143

3.1.2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico 144

3.1.2.2.1 Geologia 144

3.1.2.2.2 Geomorfologia 147

ALLEGATO1 Rilevamento geomorfologico tratti investigati 150

ALLEGATO2 Rilevamento naturalistico ambientale stazioni IFF 154

3.1.2.2.3 Zonazione sismica 158

3.1.2.3 ANALISI IDRAULICA 160

3.1.2.3.1 Determinazione della massima piena 160

3.1.2.3.4 Calcoli idraulici e valutazioni di merito 172

3.1.3 PEDOLOGIA 214

3.1.4 BIOCENOSI 217

3.1.4.1 IDROLOGIA 217

3.1.4.1.1 Morfometria 217

3.1.4.1.2 Idrologia naturale 222

3.1.4.1.3 Idrologia attuale 230

3.1.4.1.4 Deflusso minimo vitale 240

3.1.4.1.5 Idrologia prevista 254

3.1.4.1.6 Torrente Litteglia Idrologia naturale 256

3.1.4.1.7 Torrente Moconesi Idrologia naturale 259

3.1.4.1.8 Qualità biologica delle acque 264

3.1.4.1.9 Funzionalità fluviale 264

3.1.4.1.10 Ittiofauna 264

3.1.4.1.11 Elenco derivazioni/Pozzi 265

PARTE 2^

3. QUADRO AMBIENTALE

3.1 Analisi della qualità ambientale

3.1.1 FISIOGRAFIA

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso alla chiusura è di 67.06 km^2.

Esso è costituito dal corso del Torrente Lavagna, disposto secondo un asse prevalente WNW - ESE, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo decisamente asimmetrico: il versante Nord è molto più esteso rispetto al versante Sud, che invece risulta ridotto da un punto di vista della superficie e del contributo di volume d'acqua all'asta principale. Analogamente i versanti in sponda destra del Lavagna sono orientati principalmente a N, E, NE, mentre quelli in sponda sinistra hanno una distribuzione delle orientazioni più ampia dovuta ad una maggiore articolazione del reticolo idrografico (i versanti sono per lo più esposti a S, W e SW, ma non di rado a E e SE).

Per quanto riguarda gli affluenti, nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il T. Lavagna non riceve tributari importanti se non il Rio di Vallebuona ed il Rio delle Ferriere, entrambi sulla destra orografica. Successivamente riceve, sempre in sponda destra, il Rio di Lumarzo, il T. Litteggia, il Rio della Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi e quello di Camposasco, più altri di minore importanza.

Ma è la sponda orografica sinistra, come già accennato, a fornire i tributari maggiori: il Rio d'Urri, il T. Neirone, il Canale di Moconesi, il T. Malvaro ed il Canale di Isolona.

La particolare conformazione geografica del bacino determina una diversa esposizione alle perturbazioni meteorologiche che normalmente investono il litorale e una conseguente notevole variabilità spaziale delle precipitazioni, che risultano comprese tra i circa 1500 mm annui a ridosso dello spartiacque meridionale delle zone occidentali ed i 2000 mm della zona appenninica.

La massima cima è costituita dal gruppo del Monte Caucaso con i suoi 1237.40 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'impianto della Filanda a quota 111,40 m s.l.m., risulta essere di circa 612,53 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ Hmax + Hmin)$$

dove Hmax è l'altezza massima del bacino in m s.l.m. e Hmin è l'altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 1237.40 m s.l.m. (M. Caucaso)

Hmin = 111,40 m s.l.m. (opera di presa)

3.1.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO

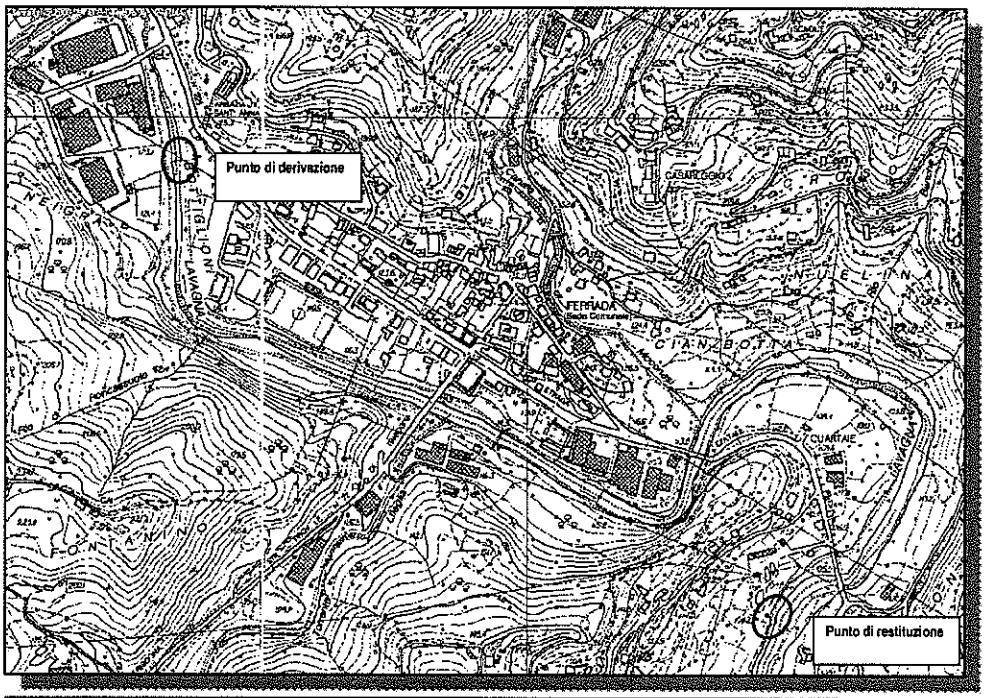
3.1.2.1 Premessa

La presente relazione è relativa alla domanda di concessione di derivazione d'acqua dal Torrente Lavagna nel Comune di Tribogna (GE) (Tav. 1 – Stralcio da Carta Tecnica Regionale n. 214150 scala 1:5.000).

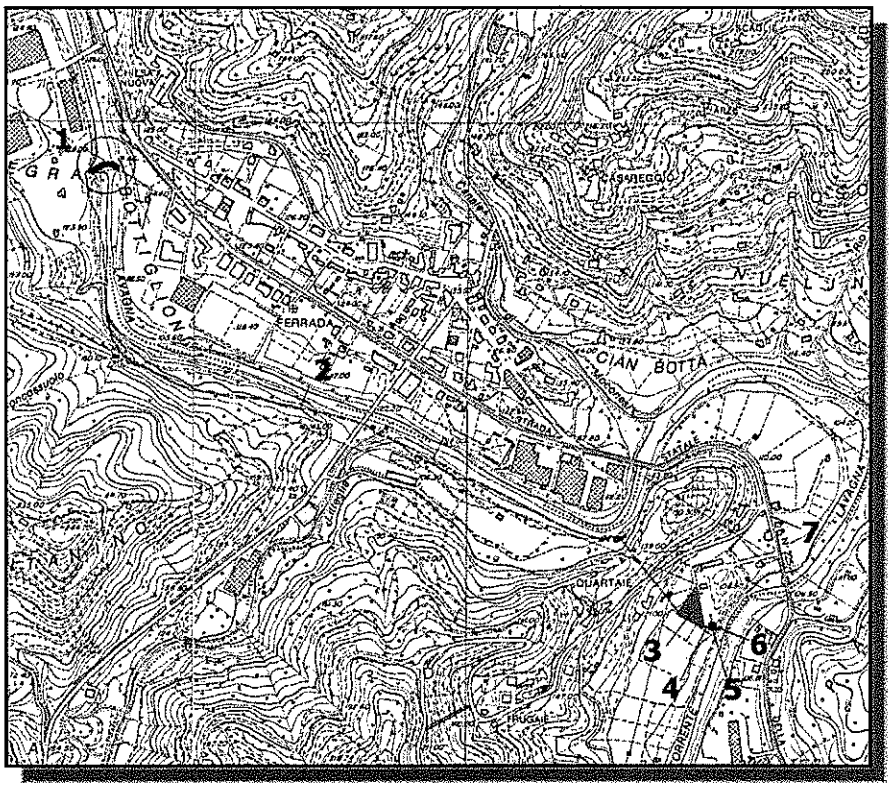
Di seguito saranno illustrate le caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area interessata dagli interventi, compresa tra il punto di presa e la vasca di carico.

La cartografia ufficiale di riferimento e i dati relativi alla zona in esame, sono stati tratti da:

- Carta Tecnica Regionale della Regione Liguria scala 1:5.000 Sez. n. 214150
- Carta Geologica d'Italia
- Piano di Bacino Stralcio per la Difesa Idrogeologica, Geomorfologica, per la Salvaguardia della Rete Idrografica e per la Compatibilità delle Attività Estrattive – Torrente Lavagna (ai sensi dell'Art.17, Comma 6 ter, della Legge 18/5/1989 n°183).



Tav. 1 – Carta Tecnica Regionale – Scala 1:5.000. Ubicazione dei punti di derivazione e di rilascio.



Tav. 2 – Carta Tecnica Regionale – Scala 1:5.000.
Planimetria dell'impianto mini-idroelettrico "Filanda"; n. **1**: sbarramento esistente; n. **2** (tratto verde): opere di adduzione; n. **3**: vasca di accumulo; n. **4**: condotta forzata; n. **5**: locale macchine; n. **6**: canale di restituzione; in giallo è evidenziata la strada statale n. 225 della Fontanabuona.

3.1.2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

3.1.2.2.1 Geologia

Circa l'Inquadramento Geologico Regionale, il settore di territorio oggetto di indagine fa parte del Dominio Ligure Interno (Liguridi Interne – Unità Liguridi) dell'Appennino Settentrionale.

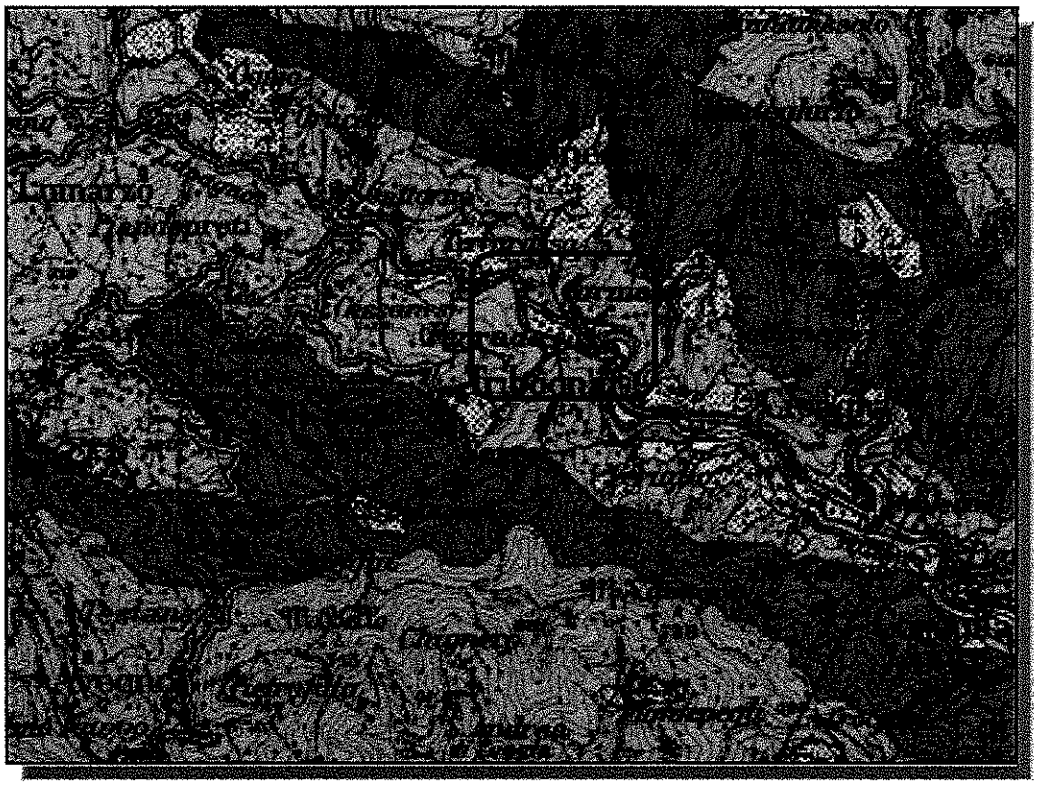
Litostratigraficamente, in corrispondenza dell'areale di interesse il substrato è ascrivibile alla Formazione di Val Lavagna nella Facies degli Scisti Manganesiferi (SMG); quest'ultima formazione si colloca nel Supergruppo della Val di Vara e, più in articolare, nell'Unità di M.te Gottero.

Per quanto attiene agli Aspetti Tettonico- Strutturali, l'interpretazione morfotettonica ha messo in evidenza sistemi di faglie circa diretti NW-SE e NE-SW; a scala territoriale, si riconoscono inoltre deformazioni rigide ad orientazione Nord-Sud ed Est-Ovest.

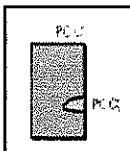
A scala di versante si registra una generalizzata e significativa variabilità delle giaciture di strato, legata agli intensi fenomeni plicativi, sia alla macroscala che alla mesoscala, a cui è stata sottoposta la F. di Val Lavagna nel corso della sua complessa evoluzione tettonico- strutturale.

Dall'esame della cartografia geologica alla scala 1:50.000 (Foglio 83 – Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000) l'intero settore oggetto degli interventi presenta un substrato mesozoico costituito da una potente sequenza di metapeliti con inclusioni di metagabbri e serpentiniti.

Di questo complesso fanno parte anche marmi e paragneiss con livelli quarzitici. In particolare il litotipo rappresentato nell'area è caratterizzato da un'elevata eterogeneità: la facies più comune è costituita da micascisti carbonatici, ma sono presenti anche calcemicascisti e intercalazioni di marmi, questi ultimi presenti in particolare al contatto con il basamento pretriassico. La copertura è di natura glaciale con till indifferenziati a matrice sabbioso limosa ("matrix supported") e ciottoli eterometrici.



Tav. 3 – Carta Geiologica d'Italia – Foglio 83.



CALCARI DI OTTONE - Calcari marnosi, scagliosi, scuri alternati ad argilliti siltose localmente con livelli arenacei e intercalazioni di brecce (PCG) e calcari compatti; fauna rappresentata da rari esemplari di *Inoceramus* (alla sommità della "Arenaria di Casanova" nelle Valli Trebbia e Aveto, corrispondente a "Marne di Monte Lacroce"?). ***PALEOCENE? - CRETACICO SUPERIORE?***



ARENARIE DI CASANOVA - Arenarie ed argilliti siltose scure, talora scistose, ben stratificate, con intercalazioni di marne, calcari marnosi e di calcari di tipo palombino, presenza di argilliti policrome con calcari e rare biocalcareniti (PCG); brecce e conglomerati poligenici (PCG), e di brecce a matrice argillosa (olistostromi) (PCG), le formazione include masse, anche di dimensioni rilevanti, di ofioliti (Sr, ε, β, ω) più o meno brecciate, lembi di "Calcare a Calpionelle" (C1) e di diaspri (C1), a volte ancora legati alle ofioliti, in elementi inclusi negli olistostromi (M. Bregaceto) ed in intercalazioni biocalcarenitiche microfaune a nicinelle, hedbergelle, planomaline [*P. buxtorfi* (GAND.)], rotalipore [*R. appenninica* (RENZ) *R. cushmani* (MORROW)]. (Passanti verso l'alto alle "Marne di Sopra Lacroce"). ***PALEOCENE? - ALBIANO?***



ARGILLITI DI MONTOGGIO - Argilliti grigio-scure con intercalazioni di livelli calcarei (C1), microfauna a ***Rotalipora cushmani*** (MORROW), ***R. appenninica*** (RENZ), ***Ticinella roberti*** (GAND.). ***TURONIANO-CENOMANIANO.***



"ARGILLE A PALOMBINI" DI MONTE VERI - Alternanze di argille scure e di calcari a tipo palombino, con intercalazioni di biocalcareniti; brecce a matrice argillosa (olistostromi) prevalentemente calcaree (C1), brecce e arenarie ofiolitiche, brecce poligeniche (C1), le formazione inglobe masse, talora rilevanti, di ofioliti (Sr, ε, β, ω) più o meno brecciate e di graniti (γ); nelle biocalcareniti associazioni a fraccaline, orbitoline, dasycladacee; nei calcari di tipo palombino presenza di radiolari, rotalipore, nannoconi e ***Globigerinacee***; in elementi di olistostromi (M. Grattara??) Voghera presenza di ***Rotalipora appenninica*** (RENZ), ***Planomalina buxtorfi*** (GAND.) e ***Praeglobotruncana stephani*** (GAND.). ***TURONIANO? - ALBIANO?***



FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA - Argilliti scistose, più o meno siltose, per lo più grigio-scure o nerastre, a volte varicolori (C1), alternate ad arenarie e calcareniti fini con assidi di ferro e di manganese diffusi; intercalazioni di calcari marnosi, calcari silicei ("pseudopalombini"), marne plumbee scistose ("ardesie"), scisti argillosi e arenaceo-marnosi zonati; rare oficalciti (ω), brecce a matrice argillosa (C1), talvolta a cogoli di palombino, diaspro, serpentinite, gabbro ecc.; microfauna ad anomaline; localmente sono state distinte, come Membro delle ardesie di Monte Verzi (C1), le marne scistose plumbee ("ardesie"), in banchi di decimetri, alternate a strati di argilliti sfogliettate (***CENOMANIANO-ALBIANO***). ***CRETACICO SUP. ALBIANO.***



FORMAZIONE DI RONCO - Calcari marnosi, marne calcaree e marne grigie, alternate ad arenarie, calcareniti ed argilliti scistose; microfauna a ***Planomalina buxtorfi*** (GAND.), ***Praeglobotruncana stephani*** (GAND.) e ***Ticinella*** sp. ***CENOMANIANO - ALBIANO.***



ARGILLITI DI MONTANESI - Argilliti scistose grigio-scure o nerastre, quarzose, albitizzate e calcitizzate, con scisti rossi (C1). ***ALBIANO - APTIANO?***



ARGILLE A PALOMBINI DEL LAGO DI GIACOPIANE - Alternanze di argilliti grigio-scure, scagliettate, e di calcari a liceri grigio-chiari, subtordatici ("calcare palombino"); preserstrati di biocalcareniti gradate, soprattutto nella parte alta della formazione; localmente, a livelli diversi, le argilliti diventano prevalenti, presenza di masserelle ofiolitiche brecciate (Sr, β), brecce poligeniche (C1) e brecce a matrice argillosa (C1), microfauna a fusulinidi e fraccaline. ***APTIANO? - HAUTERIVIANO?***

3.1.2.2.2 Geomorfologia

Il quadro geomorfologico, a scala sia di areale che di sito, risultante dai rilievi di superficie, integrati dall'analisi delle Cartografie Tecniche Regionali (CTR in Scala 1:5.000) e delle foto aeree, è dettagliatamente esposto al Paragrafo 3.3. della Relazione Geologica e Geologico- Tecnica Preliminare, a cui si rimanda.

Nel presente lavoro verranno approfondite le tematiche inerenti gli aspetti geomorfologici e sedimentologici fluviali relativi al tratto di Torrente Lavagna interferente con gli interventi previsti.

2.1.1. Depositi Alluvionali

Tra i depositi sciolti di copertura legati alla presenza dei corsi d'acqua principali si possono distinguere:

- Depositi Alluvionali Mobili Attuali *(am)*, formati da materiale generalmente grossolano, corrispondono alle zone di alveo attuale ed attivo, ampliato dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d'acqua.

  Lungo l'alveo del Torrente Lavagna il potere erosivo del corso d'acqua determina localmente l'asportazione dei materiali sciolti mettendo alla luce il basamento roccioso di natura argilloscistosa.

  Depositi alluvionali attuali sono riscontrabili solo sul fondovalle principale, dove appaiono in maniera discontinua a partire dalla zona di Cicagna per poi espandersi e diventare più potenti in prossimità di Pian dei Ratti, da dove il Lavagna scorre nelle proprie alluvioni.

- Depositi Alluvionali Terrazzati Recenti *(ar)*, rappresentano le aree pianeggianti lungo il corso del Torrente Lavagna, con ampio sviluppo nel tratto terminale, ed i fondovalle dei principali affluenti, come il Neirone ed il Malvaro. Detti terrazzi, rilevati qualche metro rispetto all'alveo attuale, sono ampiamente antropizzati, in quanto favorevoli per gli insediamenti e l'agricoltura, nonostante possano essere interessate dalle piene dei corsi d'acqua. Queste aree sono costituite in prevalenza da materiale argilloso-sabbioso e sabbioso-ghiaioso con prevalente frazione fine; localmente sono presenti concentrazioni di ghiaie anche grossolane disposte in lenti ed in orizzonti che possiedono buone caratteristiche come acquiferi.

  Queste alluvioni caratterizzano il fondovalle a partire da Ferrada di Moconesi fino alla confluenza del Torrente Sturla; piccole aree occupate da depositi fluviali recenti si ritrovano anche lungo il corso degli affluenti principali del Lavagna: in sponda sinistra in alcuni tratti del Torrente Neirone, del Torrente Moconesi e del Fosso Barbarasco e, più diffusamente, lungo il Torrente Malvaro ed il Canale di Isolona, in sponda destra solamente nei tratti più a valle del Torrente Litteglia.

- Depositi Alluvionali Terrazzati Antichi *(aa)*, rappresentati da piccoli lembi residuali situati a quote decisamente elevate rispetto al fondovalle attuale. Essi presentano sedimenti molto elaborati; si tratta di elementi a granulometria variabile con prevalenza delle parti fini, argilloso-sabbiose ben classate e talora con lenti ghiaiose.

  I residui di depositi alluvionali più antichi risultano più frequenti nella parte mediana del bacino, sempre lungo la fascia del fondovalle, a quote sopraelevate rispetto ai terrazzi recenti e che variano dai 60m ai 205m s.l.m., nel tratto compreso tra gli abitati di Terrarossa e Calvari.

  Localmente si è riscontrato un arrossamento di taluni orizzonti che potrebbero rappresentare episodi di ferrettizzazione (località Gallinaria).

- Depositi di Commistione delle Frange Detritiche Pedemontane *(dt)*, affiorano nei fondovalle, ai margini della piana in posizione pedemontana, ed hanno origine dalla commistione tra coltri di pendio e depositi di natura alluvionale, ossia derivanti dall'accumulo di materiale trasportato dal corso d'acqua.

  Gli orli e le radici dei terrazzi sono legati alla presenza di diverse superfici terrazzate, riconducibili a più fasi erosive e di deposito operate dal Torrente Lavagna, in un intervallo temporale compreso probabilmente tra la base del Pleistocene superiore e l'inizio dell'Olocene.

2.1.2. Processi Erosivi

Gli effetti degli intensi processi di morfodinamica che hanno interessato in passato la valle del Torrente Lavagna sono testimoniati sia dalle estese e potenti coperture detritiche che ricoprono i fondovalle ed i versanti che dal notevole numero di paleofrane censite.

Le condizioni erosive si manifestano in genere secondo le fenomenologie tipiche del ruscellamento diffuso e del ruscellamento incanalato ed in alcuni casi hanno significativa incidenza lungo le aste minori, specie nei tratti più montani, laddove incidono litotipi teneri o coltri di versante.

I fenomeni di ruscellamento diffuso e di erosione concentrata di fondo lungo gli impluvi si manifestano spesso associati e portano ad un dilavamento dei versanti con l'asportazione della coltre di suolo superficiale.

Le zone di bacino maggiormente interessate da questo tipo di fenomeni si riscontrano alle testate vallive dei Torrenti Moconesi e Malvaro, lungo gli spartiacque di Nord-Ovest e lungo quelli di Nord-Est.

Non sono da trascurare anche significative azioni erosive lungo il corso d'acqua principale, specie nella parte terminale.

Episodi di erosione spondale sono anch'essi piuttosto diffusi lungo i principali corsi d'acqua del reticolo idrografico; fenomeni di questo tipo, che portano talvolta allo scalzamento al piede di versanti o di opere idrauliche con i conseguenti dissesti indotti, sono localizzati principalmente lungo il corso del Torrente Lavagna, in corrispondenza di anse più o meno accentuate e, in maniera minore, lungo il corso del Torrente Malvaro.

2.1.3. Evoluzione della Rete Idrografica

L'evoluzione di una rete idrografica e, più in particolare, dei singoli corsi d'acqua che lo compongono, dipende essenzialmente da una serie di condizioni imposte dal sistema bacino idrografico (caratteristiche climatiche, geologiche, tettoniche), che il sistema stesso non è in grado di controllare, e da un insieme di variabili che viceversa il sistema fluviale è capace di generare ed adattare (caratteristiche idrauliche geometriche e sedimentologiche).

I corsi d'acqua ad alveo naturale hanno la capacità di automodellarsi; la geometria, la pendenza, le forme fluviali ed i corpi sedimentari cambiano nel tempo per rispondere a variazioni di natura morfologica, sia di tipo naturale che di tipo antropico.

Il sistema è in grado di adattarsi a variazioni dell'apporto solido proveniente da monte, come nel caso di una maggiore erodibilità dei versanti, dovuta ad esempio ad un taglio della vegetazione boschiva, all'abbandono delle campagne, o viceversa ad un prelievo di inerti dal fondo dell'alveo.

Il sistema è inoltre capace di adattarsi a modifiche del regime liquido delle portate, che possono essere dovute a variazioni climatiche naturali, oppure a opere di derivazione per uso antropico o ancora a variazioni dell'uso del suolo a scala di bacino che possono indurre modifiche alla trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali.

Nel caso specifico, il Torrente Lavagna ha subito un'evoluzione polifasica: l'originaria superficie piana percorsa dal corso d'acqua meandriforme, formatasi in condizioni geostrutturali, geomorfologiche, idrologiche, climatiche molto diverse dalle attuali, in seguito alle variazioni del livello di base connesse ai processi distensivi plio-quaternari, è stata interessata dall'approfondimento/incisione del corso d'acqua con la formazione di meandri incassati.

ALLEGATO 1

RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO

TRATTI INVESTIGATI

Descrizione Generale

Lunghezza Totale = 2050 m

Larghezza = 10-35 m

Pendenza = 0.1 %

Tratto Rettilineo Compreso tra la Briglia e la 1^ Ansa - I

Lunghezza Lu_I = 240 m

Larghezza La_I = 10-15 m – 35 m in corrispondenza della briglia

Pendenza P_I = 0.1 %

Orientazione Tratto I = Nord-Sud – NNW-SSE

Opere Antropiche Interferenti = Briglia

Tipologie di Sponde = Terrazzate, in roccia alla base, in depositi alluvionali recenti terrazzati verso l'alto
Coltivazioni, boschi ed urbanizzazioni (capannoni, vie di comunicazione, ecc.)
Crolli per le pareti rocciose e scoscendimenti per le scarpate in materiali sciolti

Forme e Processi Fluviali = Terrazzamenti – Erosione di Fondo – Erosione Spondale – Barre Prevalentemente Laterali

Tipologia di Alveo = Roccia affiorante o subaffiorante con coperture alluvionali eterometriche medio- fini

Monte Briglia: Depositi alluvionali mobili attuali medio-fini su roccia sub affiorante
Barra laterale medio-fine senza massi

Valle Briglia: Roccia affiorante con solchi erosivi che seguono la stratificazione
Pool riempiti da depositi alluvionali fini-medi e profondità circa 50-80 cm
Riffle su roccia con deflusso concentrato lungo i solchi

Tratto Rettilineo Compreso tra la 1^ e la 2^ Ansa - II

Lunghezza Lu_{II} = 730 m

Larghezza La_{II} = 10-20 m

Pendenza P_{II} = 0.1 %

Orientazione Tratto II = WNW-ENE

Opere Antropiche Interferenti = Ponte stradale – Pontile in ferro

Tipologie di Sponde = Terrazzate, in roccia alla base, in depositi alluvionali recenti terrazzati verso l'alto

Coltivazioni, boschi ed urbanizzazioni (capannoni, vie di comunicazione, ecc.)

Crolli per le pareti rocciose e scoscendimenti per le scarpate in materiali sciolti

Interruzione per confluenza da destra del Rio Litteglia (inciso in roccia)

Forme e Processi Fluviali = Terrazzamenti – Erosione di Fondo – Erosione Spondale – Barre prevalentemente Laterali, occasionalmente a Losanga, entrambe medio- fini

Tipologia di Alveo = Roccia da affiorante a subaffiorante con coperture alluvionali eterometriche medio- fini, occasionalmente grossolane (∅ fino a 70-90 cm)

Monte Pontile: Riffle con depositi alluvionali mobili attuali grossolani (∅ fino a 70-90 cm, eterometrici, da subangolosi a subarrotondati, di varia natura), con scarsa frazione medio-fine, su roccia subaffiorante

Pool con depositi alluvionali mobili attuali medio- fini su roccia subaffiorante, talvolta affiorante

I massi sono più frequenti dopo la confluenza del Rio Litteglia

Valle Pontile: Pool creati in alveo dall'erosione concentrata su substrato affiorante

Barre laterali medio- fini (tipo pocket beach)

Tratto Iniziale del Meandro Incassato Compreso tra la 2^ Ansa ed il 1^ Ponte della Strada Provinciale - III

Lunghezza Lu_{III} = 200 m

Larghezza La_{III} = 10-25 m

Pendenza P_{III} = 0.1 %

Orientazione Tratto III = NE-SW

Opere Antropiche Interferenti = Ponte Strada Provinciale

Tipologie di Sponde = *Sponda Destra:* Parete rocciosa subverticale

Pieghe e/o faglie alla mesoscala

Crolli

Sponda Sinistra: Terrazzata, in roccia alla base, in depositi alluvionali recenti terrazzati verso l'alto

Urbanizzazioni (capannoni, vie di comunicazione, ecc.)

Scoscendimenti per le scarpate in materiali sciolti

Forme e Processi Fluviali = Porzione Meandro incassato con sponde in roccia - Terrazzamenti – Erosione di Fondo – Erosione Spondale – Barre prevalentemente laterali fini

Tipologia di Alveo = Roccia affiorante caratterizzata da erosione selettiva con formazione di canali di deflusso erosivi che seguono la stratificazione e pool di profondità fino a 1.5m
Barre prevalentemente laterali fini
Isolati blocchi (∅ fino a 50-80 cm)

Tratto Compreso tra il 1^ Ponte della Strada Provinciale ed il 2^ Ponte della Strada Provinciale - IV

Lunghezza Lu_{IV} = 880 m

Larghezza La_{IV} = 20-35 m

Pendenza P_{IV} = 0.1 %

Ampiezza Meandro A = 330 m

Lunghezza Meandro L = 380 m

Orientazione Tratto IV = Variabile

Opere Antropiche Interferenti = Ponti Strada Provinciale

Tipologie di Sponde = *Sponda Destra:* In Roccia alla base
Depositi alluvionali recenti terrazzati verso l'alto
Urbanizzazioni (edifici, vie di comunicazione, ecc.)
Scoscendimenti per le scarpate in materiali sciolti
Sponda Sinistra: Terrazzata, in Roccia alla base, più Acclive, in depositi alluvionali recenti terrazzati verso l'alto
Urbanizzazioni (vie di comunicazione, ecc.)
Crolli per le pareti in roccia
Scoscendimenti per le scarpate in materiali sciolti

Forme e Processi Fluviali = Meandro - Terrazzamenti – Erosione di fondo – Erosione spondale – Barre prevalentemente laterali fini

Tipologia di Alveo = Roccia da affiorante a subaffiorante con depositi alluvionali mobili attuali
Barre prevalentemente laterali fini-medie

ALLEGATO 2

RILEVAMENTO NATURALISTICO- AMBIENTALE

STAZIONI IFF

Stazione A - Sbarramento dell'impianto "Filanda"

La stazione presenta condizioni territoriali circostanti prettamente urbanizzate; nella fascia perifluviale mancano formazioni tipicamente riparie, ma sono comunque presenti formazioni funzionali di tipo arboreo caratterizzate dalla presenza di specie esotiche e invasive (in particolare Robinia pseudacacia), di ampiezza compresa tra 10 m e 30 m, sviluppate senza interruzioni significative.

Il tratto è caratterizzato da versanti acclivi a bassa efficienza di esondazione, con evidenza di fenomeni erosivi ma con discreta presenza di strutture di ritenzione e di elementi di diversità morfologica. Di qualità discreta risultano anche il livello di idoneità ittica, la successione degli elementi idromorfologici, il livello di frammentazione del detrito organico nonché la diversificazione della comunità macrobentonica; piuttosto degradata appare invece la componente vegetale dell'alveo bagnato, che presenta un'importante copertura perifitica.

- Punteggio stazione A: **152** in entrambe le sponde
- Livello di funzionalità: III
- Giudizio di funzionalità: **mediocre**

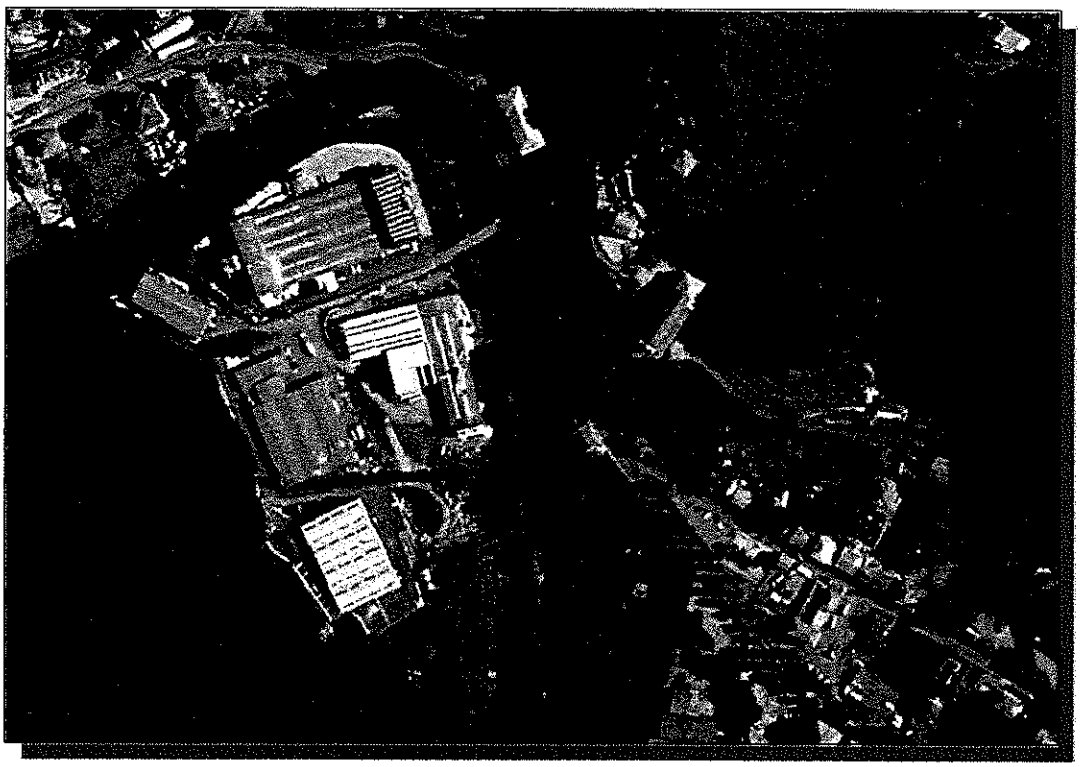


Fig. 5 – Stazione IFF, evidenziata dalla freccia rossa, all'altezza dello sbarramento dell'impianto "Filanda"

(immagine tratta e modificata da: www.regione.liguria.it/cartografiainterattiva).

Stazione B - A valle del ponte in loc. Ferrada

La stazione presenta condizioni territoriali circostanti prettamente urbanizzate; nella fascia perifluviale mancano formazioni tipicamente riparie, ma sono comunque presenti formazioni funzionali di tipo arboreo caratterizzate dalla presenza di specie esotiche e invasive (in particolare *Robinia pseudacacia*), di ampiezza compresa tra 10 e 30 metri, sviluppate senza interruzioni significative in sponda sinistra e con limitate frammentazioni in sponda destra.

Il tratto è caratterizzato da versanti acclivi a bassa efficienza di esondazione, con evidenza di fenomeni erosivi ma con ottima presenza di strutture di ritenzione in massi, e discreta diversità morfologica trasversale. Di qualità discreta risultano anche il livello di idoneità ittica, la successione degli elementi idromorfologici e il livello di frammentazione del detrito organico; la diversificazione della comunità macrobentonica appare invece limitata (con presenza di taxa tolleranti), così come piuttosto degradata appare la componente vegetale dell'alveo bagnato, che presenta un'importante copertura perifitica.

- Punteggio stazione B: **152** in sponda destra; **157** in sponda sinistra
- Livello di funzionalità: III

Giudizio di funzionalità: **mediocre**

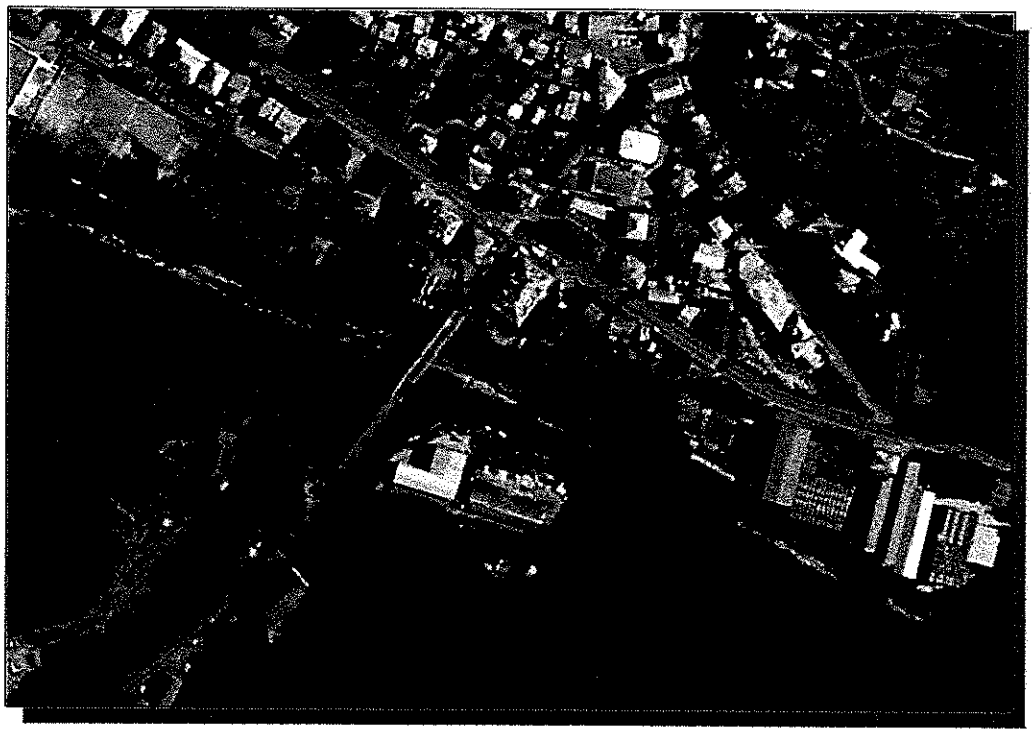


Fig. 6 – Stazione IFF, evidenziata dalla freccia rossa, a valle del ponte in loc. Ferrada (immagine tratta e modificata da: www.regione.liguria.it/cartografiainterattiva).

Stazione C - Pressi del punto di restituzione delle acque derivate (immediatamente a valle del ponte sulla strada n. 225 della Fontanabuona)

La stazione presenta condizioni territoriali circostanti prettamente urbanizzate; nella fascia perifluviale mancano formazioni tipicamente riparie, ma sono comunque presenti formazioni funzionali caratterizzate dalla presenza di specie esotiche e invasive (in particolare *Robinia pseudacacia*), di ampiezza compresa tra 10 m e 30 m in sponda destra e tra 2 m e 10 m in sponda sinistra, sviluppate con limitate frammentazioni in sponda destra e con interruzioni frequenti in sponda sinistra.

Il tratto è caratterizzato da versanti acclivi a bassa efficienza di esondazione, con evidenza di fenomeni erosivi in sponda destra assenti invece sul lato sinistro, e con discreta presenza di strutture di ritenzione e di elementi di diversità morfologica. Di qualità discreta risultano anche il livello di idoneità ittica, la successione degli elementi idromorfologici, il livello di frammentazione del detrito organico nonché la diversificazione della comunità macrobentonica; piuttosto degradata appare invece la componente vegetale dell'alveo bagnato, che presenta un'importante copertura perifitica.

- Punteggio stazione C: **141** in sponda destra; **146** in sponda sinistra
- Livello di funzionalità: III
- Giudizio di funzionalità: **mediocre**

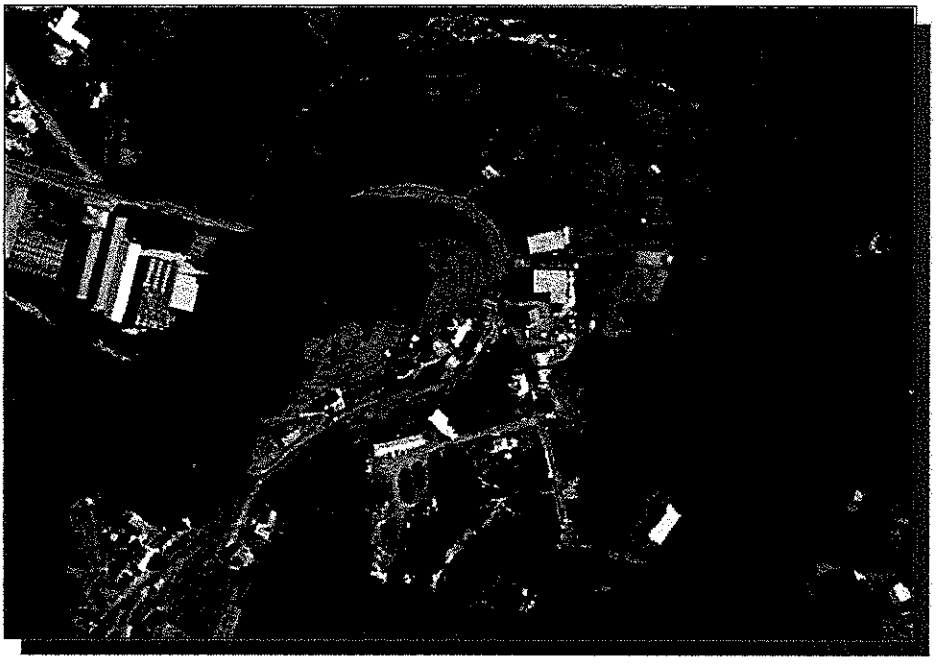


Fig. 7 – Stazione IFF, evidenziata dalla freccia rossa, nei pressi del punto di restituzione delle acque derivate (immagine tratta e modificata da: www.regione.liguria.it/cartografiainterattiva).

3.1.2.2.3 Zonazione sismica

L'area di studio non è stata oggetto di indagini geotecniche, comunque necessarie e richieste dal nuovo D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"e per le quali si rimanda alla redazione del progetto esecutivo.

Il citato D.M. del 14.01.2008 entrato in vigore dal 01.07.2009, prevede al punto *"3.2.2 - Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche"*, in assenza di indagini dirette un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo e topografiche di riferimento.

Per quanto riguarda le categorie di sottosuolo si ritiene che il sito possa rientrare nella classe B della Tab. 3.2.II di seguito riportata, ovvero ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

- **A** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s,eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- **B** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
- **C** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fine).
- **D** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
- **E** *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

In riferimento alla categoria di sottosuolo si definisce la valutazione dell'azione sismica attraverso il coefficiente (S_S) di amplificazione stratigrafica. Nel caso specifico per la categoria A il valore di questo coefficiente è pari a 1,00.

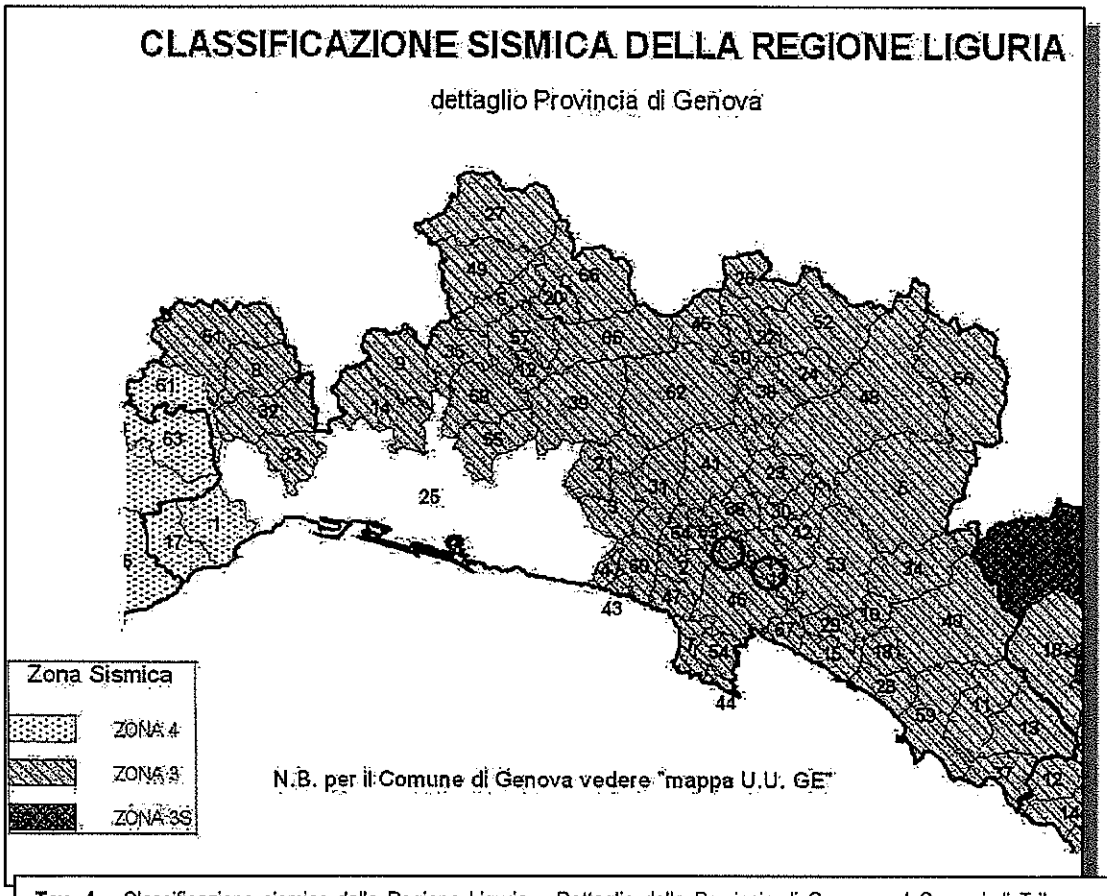
Le condizioni topografiche per il tratto considerato possono considerarsi pressoché uniformi considerato l'ambito morfologico entro il quale tutte le opere trovano la loro collocazione. Ai sensi della Tab. 3.2.IV del D.M. 14/01/2008, di seguito riportata, la categoria di riferimento è la T3, trattandosi di un settore di versante con pendenze comunque non superiori a 30°.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15°$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Analogamente alle categorie di sottosuolo anche per le categorie topografiche si definisce la valutazione dell'azione sismica attraverso un coefficiente (S_T) di amplificazione stratigrafica. Nel caso specifico per la categoria T3 il valore massimo di questo coefficiente è pari a 1,2.

Inoltre ai sensi della D.G. R. 19/11/2010, n. 1362 "D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria", la cui entrata in vigore risale al 01/01/2011, il Comune di Tribogna viene compreso tra quelli sismici e inserito in zona 3 obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della citata delibera e di cui si riporta il testo:



Tav. 4 – Classificazione sismica della Regione Liguria – Dettaglio della Provincia di Genova – I Comuni di Tribogna, Cicagna e Monleone sono classificati in Zona 3.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad un'accelerazione di riferimento propria, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, secondo un reticolo a maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli Enti.

3.1.2.3 ANALISI IDRAULICA

3.1.2.3.1 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PIENA DEL TORRENTE

Oggetto del presente capitolo è il calcolo della massima altezza di piena che può raggiungere il Torrente Lavagna nella sezione interessata dalla traversa di presa.

I calcoli idraulici statistici che seguono sono basati sulla previsione di un evento piovoso eccezionale avente un periodo di ritorno pari a 100 e a 200 anni.

CONFIGURAZIONE GEOGRAFICA E CARATTERISTICHE DEL TORRENTE

Il bacino del T. Lavagna, ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure, si sviluppa per un'estensione di poco oltre 160 km^2; nella parte settentrionale è delimitato da una marcata orografia, costituita dai rilievi appenninici, mentre a Sud uno spartiacque meno pronunciato lo separa dai bacini che si immettono direttamente sul litorale ligure.

Il T. Lavagna nasce da un gruppo di sorgenti situate sulle pendici meridionali del M.te Lavagnola (1132m) e scorre incassato fra le rocce fino alla confluenza, sulla destra idrografica, con il rio di Vallebuona in una valle orientata NE-SW. In tale tratto il T. Lavagna presenta un percorso ripido, incassato tra le rocce, con pendenza media di circa 15.5%.

Successivamente prosegue piegando leggermente verso SE fino a Ferriere, da dove l'andamento del suo corso prende decisamente la direzione NW-SE, che mantiene fino alla confluenza, sulla sinistra idrografica, con il Torrente Sturla (chiusura del bacino).
Scendendo verso valle la pendenza diminuisce oscillando nei vari tratti dal 2% all'8% mentre il torrente descrive ampie anse.

Il reticolo idrografico del bacino è sostanzialmente controllato da lineazioni tettoniche a direzione appenninica ed antiappenninica, circa perpendicolari tra loro, su cui si sono impostati il Torrente Lavagna ed i suoi principali affluenti. E' inoltre assai evidente la stretta correlazione con le sensibili variazioni dell'assetto del reticolo idrografico, a loro volta ricollegabili alle variazioni dei livelli di base sia generali che locali (ed in particolare, data la velocità relativa del fenomeno, per casi di cattura).
In tal senso, significativa caratteristica del corso d'acqua è la presenza di meandri incassati lungo l'intero sviluppo del fondovalle principale. Questo fenomeno si spiega con l'abbassamento del livello erosivo di base del fiume, in seguito al quale i meandri tendono ad incassarsi (cfr. paragrafi successivi).
La sezione tipica longitudinale del T. Lavagna presenta numerose variazioni di acclività a partire dallo spartiacque appenninico: si osservano in particolare più di sei rotture di pendenza, a delimitare diversi pianori morfologici (Brancucci et al., 1988).
Nel fondovalle si individuano, in corrispondenza dei lobi di meandro, delle creste che fungono da spartiacque locale; tali creste conservano nel proprio profilo longitudinale testimonianza delle superfici di spianamento morfologico relitte.
A partire dall'abitato di Gattorna iniziano, alternate a tratti con sponde rocciose, le zone alluvionali pianeggianti.
Nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il Torrente Lavagna non riceve tributari importanti ad esclusione del Rio di Vallebuona e del Rio delle Ferriere, ambedue sulla destra idrografica.
Nel secondo tratto, che rappresenta l'asta principale del torrente, esso riceve sempre sulla destra orografica, il Rio di Lumarzo, il Torrente Litteglia, il Rio delle Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi, il Fosso di Camposasco ed altri numerosi corsi d'acqua di minore importanza.
Il bacino del Torrente Lavagna presenta la particolare caratteristica di essere disposto in direzione Est-Ovest e di avere una forma asimmetrica decisamente sbilanciata sul versante sinistro nettamente più ramificato di quello destro.
Gli affluenti principali del T. Lavagna sono tutti situati in sponda orografica sinistra, dove il Torrente Lavagna riceve, da monte verso valle, come principali affluenti il Rio d'Urri, il Torrente Neirone, il Canale di Moconesi, il Torrente Malvaro ed il Canale di Isolona.
Infine, nei pressi di Carasco, nel Torrente Lavagna confluisce il T. Sturla formando il Fiume Entella.

Considerando l'acclività, il territorio risulta ricadere per la maggior parte (oltre il 60%) nelle classi, definite dal relativo Piano di Bacino, con pendenza compresa tra il 35% ed il 75%.
La porzione di territorio con pendenza compresa tra il 20 ed il 35% è poco più del 20%, mentre le aree pianeggianti o terrazzate rappresentano circa il 15% del bacino.

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso alla chiusura è di 67.06 km^2.

La massima cima è costituita dal gruppo del Monte Caucaso con i suoi 1237.40 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'impianto della Filanda (opera di presa) a quota 111.40 m s.l.m., risulta essere di circa 623.63 m s.l.m.

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

La Provincia di Genova ha predisposto un complesso studio idrologico che ha portato alla determinazione della curva di crescita della portata al colmo per diverse sezioni lungo l'asta principale del Torrente Lavagna.
Assumendo che l'intensità di pioggia locale si possa rappresentare come un processo stocastico continuo nel tempo, X(t), l'altezza di pioggia caduta in un prefissato intervallo di tempo, di lunghezza T, si ottiene integrando il processo stocastico. Mentre la probabilità che il valore massimo di altezza di pioggia non superi un certo valore durante un prefissato intervallo di tempo, rappresenta la funzione di affidabilità F(h).
C'è una relazione tra l'altezza di pioggia h, la durata T ed il livello di affidabilità F: la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica locale rappresenta la relazione tra il quantile F-esimo e la durata.

Nella pratica spesso al posto del livello di affidabilità F viene impiegato il tempo di ritorno R, che rappresenta il valore atteso dell'intervallo tra due eventi meteorici con altezze superiori al valore h in una durata T: esso è definito come:

$$R = \frac{\Delta t\left(t_a/\Delta t\right)}{1 - F(h)}$$

dove Δt = periodo omogeneo dal punto di vista climatico (un certo mese o una stagione)
t_a = periodo di riferimento (comunemente l'anno)

Pertanto, data l'espressione sopra riportata, esisterà una relazione analitica tra altezza di pioggia h, durata T e periodo di ritorno R.

In questo modo la curva di crescita dell'altezza di pioggia temibile al crescere della durata per un assegnato valore del periodo di ritorno – indicata con $h_R(T)$ – assume la forma nota come *linea segnalatrice di probabilità pluviometrica locale.*

Nella pratica si assumono generalmente di lunghezza annuale sia il periodo omogeneo Δt che il periodo di riferimento ta, così che il periodo di ritorno venga ad essere misurato in anni, e la curva sul piano h-T con parametro R, viene denominata *linea segnalatrice R-ennale di probabilità pluviometrica* (LSPP) locale.

La forma della curva sul piano h-T a R fissato viene descritta mediante una legge di potenza del tipo:

$$h_R(T) = a(R)\, T^{\nu(R)}$$

dove i parametri a(R) e ν(R) dipendono dal periodo di ritorno considerato.

La legge di potenza di cui sopra scaturisce in realtà da un'impostazione deterministica legata ad una proprietà fisica che caratterizza spesso i nubifragi: la cosiddetta *invarianza di scala.* Questa proprietà esprime in pratica la somiglianza di ogni fenomeno di precipitazione, esaminato a due scale temporali differenti, a meno di un fattore di scala λ.

Alla luce di quanto sopra, l'espressione di potenza si può scrivere, nell'intervallo di durate entro il quale la precipitazione di presenta scala-invariante nel tempo, come:

$$h_R(T) = \mu_1(1+VK_R)T^n$$

Questa espressione identifica la famiglia di linee segnalatrici di probabilità pluviometrica in funzione di tre soli parametri:

n = esponente di scala

V = coefficiente di variazione globale

μ_1 = media della massima altezza di pioggia caduta nella durata di riferimento unitaria

mentre K_R rappresenta il fattore di frequenza, dipende dal modello probabilistico scelto e viene determinato spesso in funzione del periodo di ritorno.

Utilizzando questo tipo di formulazione, dunque, gli studi che sottendono il Piano di Bacino hanno determinato le curve di crescita dell'altezza di pioggia per le stazioni di riferimento.

Poiché il rischio idrologico legato al verificarsi dei fenomeni di piena non è prevedibile in termini deterministici, a causa della loro non linearità degli effetti e delle indeterminazioni legate alla stima dei parametri in gioco, viene generalmente valutato in termini probabilistici.

La variabile idrologica che meglio caratterizza le piene fluviali è la *portata al colmo di piena massima annuale* Q_p.

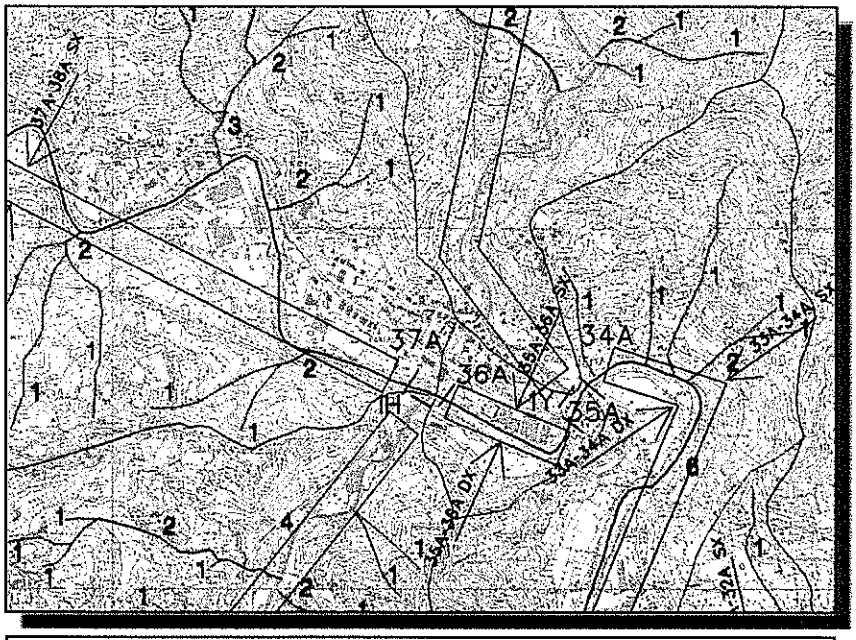
Il rischio idrologico pertanto viene valutato attraverso il concetto di periodo di ritorno R associato ad un valore di portata q_p osservato o osservabile, che può verificarsi in una certa sezione: il periodo di ritorno rappresenta il valore atteso dell'intervallo temporale tra due eventi di piena con portate superiori a q_p ($Q_p > q_p$).

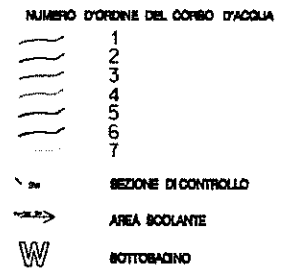
Considerare con quale tempo di ritorno si può manifestare, in assoluto, l'evento idrologico $Q_p > q_p$ significa considerare il *rischio assoluto*.

Se però la necessità è quella di conoscere il rischio con cui l'evento $Q_p > q_p$ si può manifestare in un certo arco temporale L, si deve calcolare il *rischio relativo*, espresso dalla:

$$r = \Pr\left[Q_p > q_p \text{ almeno una volta in } L \text{ anni}\right] = 1-\left[1-1/R\right]^L = 1-\left[F_{Q_p}(q_p)\right]^L$$

Per il bacino in esame, chiuso in corrispondenza della briglia esistente, è possibile fare riferimento alla sezione 36A individuata dal Piano di Bacino:

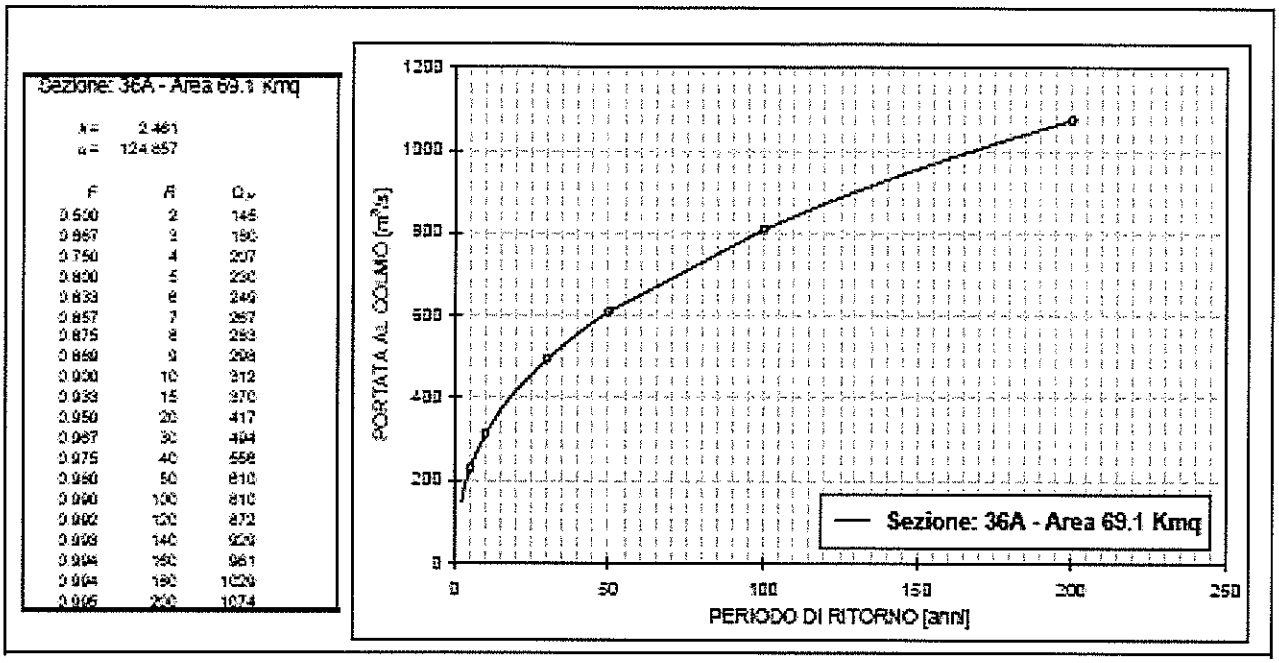




ID	Nome	SUPERFICIE
P	Rio Scaggia	1
Q	Rio Valle Mendria	1.185
O	Fosso di Camposasco	0.9625
R	Fosso D'Arena	2.0875
S	Fosso di Camporile	2.49875
N	Rio Valle Fredda	2.2
T	Fosso Barbarasco	5.74625
M	Rio Carnevale	2.2125
U	Rio Zuccarello	1.325
L	Rio Valle Sorda	1.9625
V	Canale di Isciona	9.17125
K	Torrente Pendola	1.95
W	Torrente Malvaro	29.9875
J	Rio delle Bolle	1.05
X	Torrente Cornia	3.86875
I	Rio Cerisolo	1.84375
Y	Canale di Moconesi	5.575
H	Torrente Lizoglia	4.08625
G	Rio Rosso	1.80125
Z	Torrente Neirone	21.2275
E	Rio di Maraglia	0.86875
F	Rio Lumarzo	7.15625
AA	Rio d'Uri	7.30625
D	Rio delle Ferriere	4.43125
C	Fosso Mezzari	1.825
B	Rio di Vallebuona	2.025
	Totale Bacino	166.66

Tav. 5 – Piano di Bacino Torrente Lavagna – Allegato 1 - Tav. 14 – Suddivisione del bacino e schematizzazione del reticolo idrografico.

La curva di crescita della portata al colmo per la sezione 36A è quella riportata di seguito:

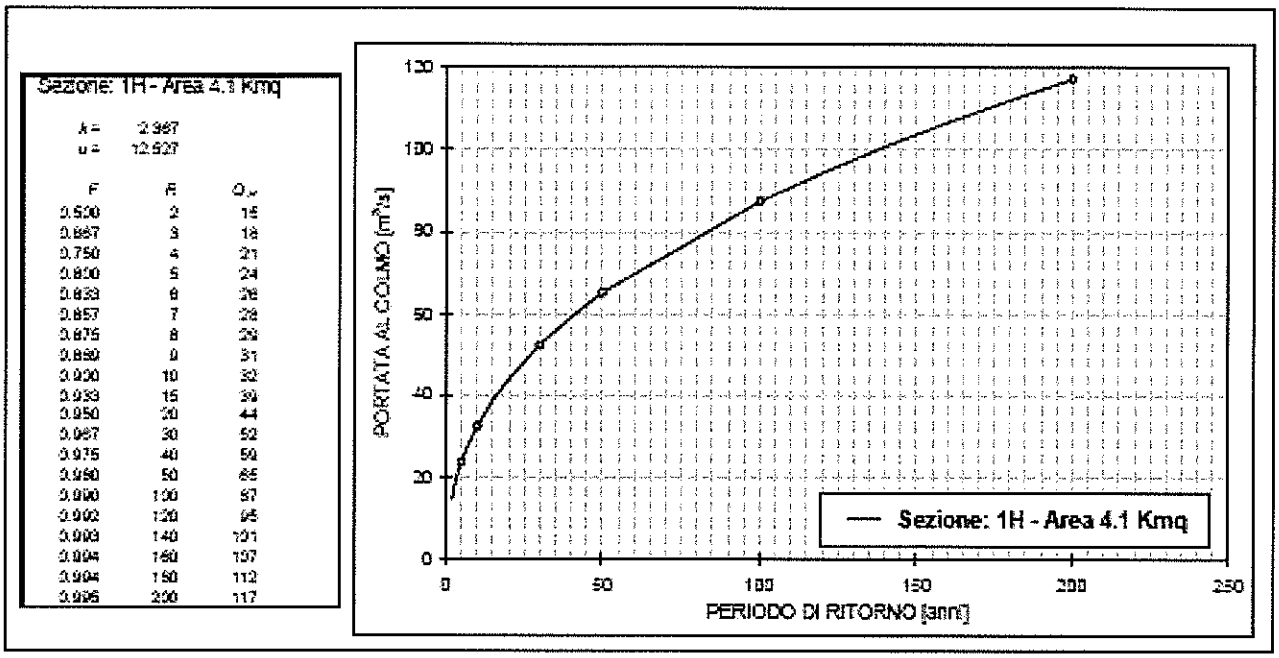


Tav. 6 – Piano di Bacino Torrente Lavagna – Appendice C – Curve di crescita della portata al colmo – Sezione 36A.

Si evince che i valori di portata al colmo da adottare per i calcoli di cui al presente documento sono pari ai valori della tabella sotto riportata:

Tr (Anni)	*Q (m³/s)*
100	810,00
200	1074,00

Considerata l'esistenza di un apporto idrico, tra il punto di presa e quello di rilascio, dovuto all'affluente Torrente Liteglia, in sponda orografica destra, che sottende un bacino di superficie pari a 4.1 km² circa, si riporta di seguito anche la sua curva di crescita caratteristica, indicativa di un'importante integrazione idrica che andrà spesso ad aggiungersi al DMV minimo garantito in alveo lungo l'asta principale.



Tav. 7 – Piano di Bacino Torrente Lavagna – Appendice C – Curve di crescita della portata al colmo – Sezione 1H.

I valori di portata al colmo propri del Torrente Liteglia, in analogia a quanto riportato

STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO

Data la mancanza di stazioni di misura e di dati da letteratura o relazioni tecniche, possono solo essere avanzate considerazioni di tipo qualitativo con riferimento agli elementi ed alle fenomenologie di versante e di fondovalle che influenzano il trasporto solido delle aste torrentizie; in altri termini, è possibile definire una suscettività al trasporto di massa delle aste torrentizie.

In particolare, gli elementi che influenzano il trasporto solido sono identificabili in:

- *Litologia, condizioni tettoniche e strutturali delle formazioni geologiche che costituiscono il substrato delle zone elevate dei versanti interessate dalla fase erosiva dei corsi d'acqua.*

  A questo riguardo va notato che, pur essendo il bacino – per la maggior parte – caratterizzato da formazioni argilloscistose, alle quote elevate dei versanti sono presenti formazioni calcareo-marnose (Calcari di M.te Antola), calcareo-arenacee (Ronco) ed arenacee (Termine Arenaceo Val Lavagna, Arenarie di M.te Zatta). L'erosione di queste formazioni fa sì che le acque trasportino verso valle materiale con elevate percentuali di frazioni granulometricamente grossolane.

Nelle sezioni medie interessate da litologie argilloscistose, il trasporto solido si arricchirà di componenti più fini.

- *Presenza di coperture detritiche (corpi paleofranosi, fasce detritiche pedemontane, alluvioni terrazzate, ecc.) e relative litologie e tessiture.*
  L'erosione da parte delle acque di questi corpi comporta un contributo al trasporto solido che va dai termini argillosi a quelli ghiaiosi fino a blocchi e massi.
- *Presenza di frane attive e quiescenti, che possono comportare improvvisi e significativi carichi di materiale detritico.*
- *Presenza di discariche.*

Le fenomenologie di versante e di fondovalle, che per la loro dinamica nel tempo influenzano il trasporto, possono essere individuate in:

- Evoluzione del profilo di equilibrio dei corsi d'acqua, con riferimento alla maturità delle diverse zone vallive ed al processo generale di ringiovanimento della valle (in questo caso le zone interessate dalle fasi di erosione e sedimentazione possono mutare nel tempo).
- Fenomeni di erosione spondale, con un arricchimento del trasporto solido delle acque di materiale alluvionale tendenzialmente classato e con un marcato grado di arrotondamento dei clasti.
- Uso del suolo: le modificazioni antropiche dello stato delle coperture (ad esempio da bosco a coltivato) hanno risvolti importanti sul tipo di materiale convogliato

Da queste indicazioni, tenuto conto che i principali corsi d'acqua dall'origine al fondovalle attraversano formazioni geologiche diverse ed interessano coltri detritiche di differente tipologia, dalle numerose paleofrane e coperture mappate ai terrazzamenti alluvionali, appare evidente come il trasporto solido, se litologicamente si mantiene nei termini argillitico, calcareo ed arenaceo, presenti diagrammi granulometrici alquanto differenziati.
La differenziazione riguarda sia il versante destro del Torrente Lavagna, meno esteso e meno "antropizzato", che quello sinistro, assai più ampio e con un'estensione notevole, talora concentrata, di corpi idrici.

Da un punto di vista generale, il trasporto solido di un corso d'acqua avviene in tre forme:

- In soluzione sono trasportate sostanze dissociate in ioni.
- L'argilla ed il limo sono trasportati in sospensione, vale a dire sostenuti nell'acqua da movimenti turbolenti della corrente che porta verso l'alto i materiali fini e finissimi presenti nel corso d'acqua

(trasporto in sospensione o trasporto torbido); questa frazione di materiali trasportati è denominata carico solido in sospensione.

- Le sabbie, le ghiaie ed anche i frammenti rocciosi più grandi si spostano direttamente sul fondo dell'alveo per rotolamento, slittamento o trascinamento e saltazione, costituendo il carico solido di fondo.

E' evidente che la possibilità di disporre di dati relativi al trasporto solido totale porterebbe ad una valutazione dell'entità dei processi erosivi più aderente alla situazione reale.
In mancanza di tali dati è comunque possibile applicare una formula di tipo empirico sperimentata da alcuni Autori (*Ciccacci et al., 1980*) che può esprimere una valutazione di larga massima dal punto di vista quantitativo.
Questa formula, che determina il parametro Deflusso Torbido Unitario (T_u), è stata sperimentata su 14 bacini idrografici italiani, che costituiscono un campione limitato ma sufficientemente rappresentativo delle condizioni fisiografiche della nostra penisola.

Poiché la percentuale del materiale trasportato in sospensione è molto alta (circa 90% alle nostre latitudini) rispetto a quella del materiale trascinato sul fondo, e non avendo misurazioni o dati sul trasporto in soluzione e di fondo, la formula utilizzata, che prende in considerazione soltanto il trasporto torbido o in sospensione, appare adeguata.
Utilizzando questa formula è possibile risalire all'entità del trasporto solido attraverso una valutazione quantitativa delle grandezze geomorfiche del bacino.

Il valore del trasporto solido di un bacino è espresso tramite il logaritmo del Deflusso Torbido Unitario Medio Annuo, trasporto unitario T_u (tonnellate per chilometro quadrato per anno).

Questa grandezza può fornire indicazioni sul grado di erodibilità delle rocce affioranti ed è un valore riferito all'unità di superficie, vale a dire indipendente dall'ampiezza totale del bacino.

$$Log\ T_u = 0.33479\ x\ D + 0.15733\ x + 1.3288$$

dove:
D = Densità di Drenaggio
Δ_a = Indice di Anomalia Gerarchica

L'Indice di Anomalia Gerarchia Δ_a esprime il rapporto tra il numero di anomalia gerarchica (G_a) ed il numero di segmenti di primo ordine (N_1) presenti nel reticolo.
A sua volta il Numero di Anomalia Gerarchica G_a esprime il numero minimo di segmenti di primo ordine potenzialmente necessari a far divenire il reticolo perfettamente gerarchizzato.

I suddetti parametri hanno, per il bacino in questione, i seguenti valori:

$$N_1 = 1990$$

$$G_a = 806$$

$$\Delta_a = 0.4$$

Il valore del trasporto solido unitario così calcolato risulta pari a T_u = 1257 t/km^2 per anno.

Dalla superficie totale del bacino si escludono le aree urbanizzate (circa 6.3km^2) che non contribuiscono a fornire materiale erodibile che incrementerebbe il trasporto solido.
Assumendo un peso specifico medio per il materiale trasportato di 2.5 t/m^3 si ottengono in prima approssimazione i seguenti valori di massa e volume:

$$T_{tot} = 195.18\ t/anno$$

$$V_{tot} = 78.07\ m^3/anno$$

Rapportando i valori di cui sopra, alla superficie del bacino sotteso all'opera di presa, si ottengono i seguenti valori di massa e volume:

$$T_{67.06} = 79.14\ t/anno$$

$$V_{67.06} = 31.65\ m^3/anno$$

	Trasporto liquido	***Trasporto solido***	***Portata di piena Totale***
TR 100	533.31	1.8	40.25
TR 200	612.38	2.1	47.49

2.1.1. Caratteristiche Morfologico- Sedimentarie e Trasporto Solido

La configurazione o le configurazioni assunte da un corso d'acqua sono direttamente connesse con le portate solide e liquide, ed in condizioni di stabilità climatica e geo-tettonica del bacino esiste un certo bilanciamento tra processi fluviali e forma del canale.

Le continue modificazioni dei parametri idrologici- idraulici e del trasporto dei sedimenti, che condizionano in ogni punto l'assetto del sistema fluviale, si trasformano in variazioni della geometria, delle dimensioni e del tracciato dell'alveo attraverso processi interattivi con il territorio adiacente.

Si tratta generalmente di un processo evolutivo continuo, che è l'espressione di un equilibrio instabile tra i fattori che danno luogo al sistema "fiume".

Pertanto, la conoscenza e l'interpretazione qualitativa e quantitativa dei sistemi fluviali, fornita da osservazioni dirette in campo, è uno strumento utile per una più accurata comprensione della loro dinamica e per cercare di ricostruire/modellare le loro tendenze evolutive.

La caratterizzazione del corso d'acqua e dei singoli tratti omogenei distinti si è basata sull'acquisizione, archiviazione ed elaborazione dei dati territoriali disponibili da studi precedenti, nonché sui dati desunti delle apposite campagne di rilievo svolte nell'ambito del presente studio e finalizzate all'individuazione delle singole unità morfologiche presenti nell'asta fluviale, ed all'integrazione dei dati sedimentologici, suscettibili di ulteriori aggiornamenti.

L'idea di suddividere il corso d'acqua in singole unità morfologiche, e di descriverne con continuità la strutturazione e l'alternanza, nasce dallo scopo di valutare se la tendenza evolutiva dei singoli tratti esaminati sia dominata dalla capacità di trasporto piuttosto che dalla disponibilità di sedimento (*sediment supply*).

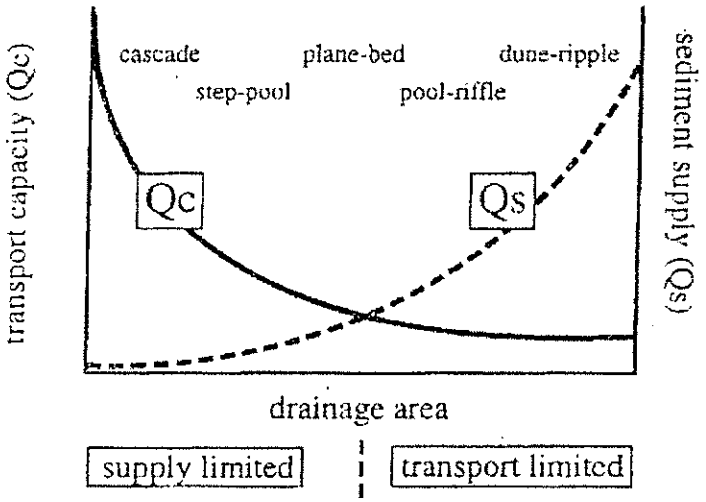
Infatti ciascuna tipologia fluviale riflette un diverso grado di influenza tra capacità di trasporto e alimentazione solida da monte, che può essere rappresentato dal parametro

$$q_r = Q_c / Q_s$$

dove Q_c = capacità di trasporto

Q_s = disponibilità di sedimento

come è possibile osservare dalla seguente figura tratta da *Montgomery & Buffington (1997)*.



I tratti in roccia, sono contraddistinti dall'assenza in modo continuo di un letto alluvionale (sebbene un po' di materiale può essere accumulato in occasionali buche o a tergo di ostruzioni al flusso) e riflettono pertanto la capacità di trasferire notevoli quantità di sedimento ($q_r >> 1$).
I tratti alluvionali (rapida, step pool, letto piano, riffle pool e dune ripple) sono caratterizzati, invece, da un più ampio intervallo di valori per q_c.

Le tipologie a rapida ed a step pool, durante eventi con moderato deflusso, sono in grado di trasportare rapidamente ed efficacemente il materiale sopra gli elementi più grossolani che compongono il fondo. I massi più grandi sono praticamente immobili durante i deflussi ordinari, mentre possono diventare parzialmente o totalmente mobili per eventi di piena con tempi di ritorno superiori a 50 anni; in questo caso le unità morfologiche possono distruggersi per riformarsi in differenti tratti dell'alveo o trasformarsi completamente (*Lenzi et al., 2000*).
I corsi d'acqua caratterizzati da una morfologia a rapida e a step pool riflettono entrambi una limitata disponibilità di sedimento, anche se sono distinti da una diversa densità ed organizzazione spaziale dei grossi massi ($q_r > 1$).
Le tipologie a letto piano ed a riffle pool rappresentano una condizione di passaggio tra una morfologia limitata dall'alimentazione solida, $q_r > 1$, ed una limitata dalla capacità di trasporto dei sedimenti, $q_r \cong 1$ (*Montgomery & Buffington, 1997*).
Infatti i corsi d'acqua a letto piano ed a riffle pool mostrano una disponibilità di sedimenti abbastanza variabile e dipendente dal grado di corazzamento dell'alveo e dal conseguente valore di soglia di mobilità.
Dietrich et al. (1989) hanno osservato che un corso d'acqua non corazzato indica una capacità di trasporto bilanciata dalla disponibilità di sedimento, mentre una superficie corazzata indica delle condizioni di disponibilità di sedimento limitate. Quando però la corazzatura dell'alveo viene rotta, i valori del trasporto al fondo sono generalmente correlati con la portata liquida, dimostrando che il trasporto solido non è più limitato dalla disponibilità di sedimento in alveo (*Lenzi et al., 2000*).
Sebbene i riffle pool ed i letti piani mostrino entrambi un certo equilibrio tra disponibilità di sedimento e capacità di trasporto, la presenza di forme di deposito nei corsi d'acqua a riffle pool suggerisce una capacità di trasporto più limitata rispetto a quella dei letti piani.
Infine, le tipologie a dune ripple possono essere considerate "limitate" dalla capacità di trasporto, in quanto quest'ultima, essendo largamente inferiore all'alimentazione solida, ne condiziona la dinamica evolutiva ($q_r < 1$).
Come già esposto, la porzione di alveo investigata nel corso del presente studio è caratterizzata da alternanze tra tipologie "in roccia" ed "a riffle pool", testimoniando un relativo equilibrio tra i processi di trasporto e quelli di deposito.

3.1.2.3.4 CALCOLI IDRAULICI E VALUTAZIONI DI MERITO

La scala di risalita dell'ittiofauna sarà realizzata in sponda destra del Torrente Lavagna (131 lt/sec), la bocca di rilascio complementare del DMV (353 lt/sec), sarà ubicata a centro traversa.

La traversa esistente a quota 111,40 è dotata di:

Soglia di derivazione:

ubicata in sponda destra con b = 600 cm. e ribassamento dalla soglia della traversa di 28,5 cm., ubicata a quota di 111,115 m.

Con queste geometrie, quando lo specchio d'acqua sale al livello di sfioro traversa, si ha un battente pari a 28,5 cm. e dallo stramazzo di captazione a parete grossa si ha un prelievo pari a 1556 lt/sec.

Luce di rilascio DMV scala ittica:

ubicata in sponda destra a lato della bocca di derivazione, viene realizzata per garantire il rilascio preferenziale sulla scala di risalita ittiofauna, prima di derivare a scopo idroelettrico.

Il calcolo e le modalità costruttive son riportate alle pagine seguenti, è una bocca parzialmente rigurgitata in quanto il salto tra le vasche successive è costante e pari a 0,25 m.

La portata varia da un minimo di 131 lt/sec. Ad un massimo di 214 lt/sec. Con un battente pari a 28,5 cm. ubicata a quota di 110,575 m., con il rilascio di 131 lt/sec. A quota 111,115, pari a 54 cm. di battente sulla stessa.

Luce di rilascio DMV complementare:

ubicata in centro alla traversa, ed è realizzata con luce circolare con tubo DN 500.

L'estradosso della tubazione è posizionato alla quota di 111,115 al fine di avere sempre il rilascio preferenziale attraverso la scala di risalita ittiofauna.

Dalla bocca sottobattente complementare transitano 356 lt/sec.

I calcoli e le tabelle son riportate alle pagine seguenti.

La somma dei rilasci effettuati attraverso la scala di risalita ittiofauna e dalla luce complementare fan si che si abbia un rilascio prioritario pari a 487 lt/sec, prima di iniziare la derivazione a scopo idroelettrico.

Luce di rilascio DMV stagionale:

nel periodo tardo primaverile e estivo è richiesto un rilascio aggiuntivo, prima di iniziare a derivare, pari ad una portata istantanea in alveo di 1000 lt/sec, al fine di salvaguardare l'ecosistema fluviale.

Il sistema progettato consiste in due luci con dimensioni contenute al fine di poter intervenire manualmente all'apertura delle stesse nel periodo opportuno.

Son posizionate in centro alla traversa a lato della luce di rilascio complementare DN 500.

La serrande di apertura vengono estratte manualmente e le stesse ubicate in zona protetta, per essere riposizionate al fine del periodo in cui è previsto il rilascio aggiuntivo.

Il diametro delle due tubazioni è pari a 44 cm. cadauno, l'estradosso della del tubo è posizionato allo stesso livello del tubo del rilascio complementare e precisamente a quota 111,115, in modo da garantire anche in questo periodo il rilascio complementare aggiuntivo pari a 518 lt/sec. E precisamente 259 lt/sec. X tubazione. Che sommati ai 487 danno un rilascio globale di 1005 lt/sec.

La scelta delle luci addizionali di tipo sommerso circolare è dettato dall'esigenza di assicurare stabilità alla traversa, che nella parte superiore mantiene la sua struttura integrale, lasciando comunque il passaggio delle portate.

Il diametro delle tubazioni è tale da consentire il passaggio di ciotoli anche di dimensioni discrete senza causare interruzioni di flusso.

I calcoli e le tabelle son riportate alle pagine seguenti.

Si prevede in sostanza di eseguire controlli stagionali e sistematici dopo ogni precipitazione abbondante che possa trascinare materiale solido in sospensione.

BOCCA DI RILASCIO DEL DMV E SCALA DI RISALITA ITTIOFAUNA

La scala di risalita dell'ittiofauna sarà realizzata in sponda destra del Torrente Lavagna (131 lt/sec), così come la bocca di rilascio complementare del DMV (353 lt/sec).

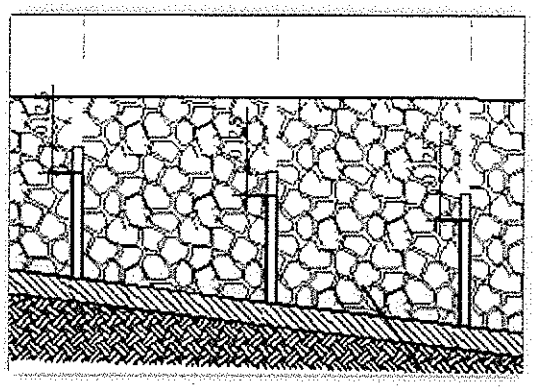
Il passaggio per pesci, dal punto di vista idraulico, è progettato ed ottimizzato per essere alimentato da una portata di circa 0,131 m^3/s; tuttavia ne è previsto il regolare funzionamento anche con portate inferiori (fino ad un minimo di circa 0,06-0,07 m^3/s) e superiori (circa 0,150 – 0,180 m^3/s).

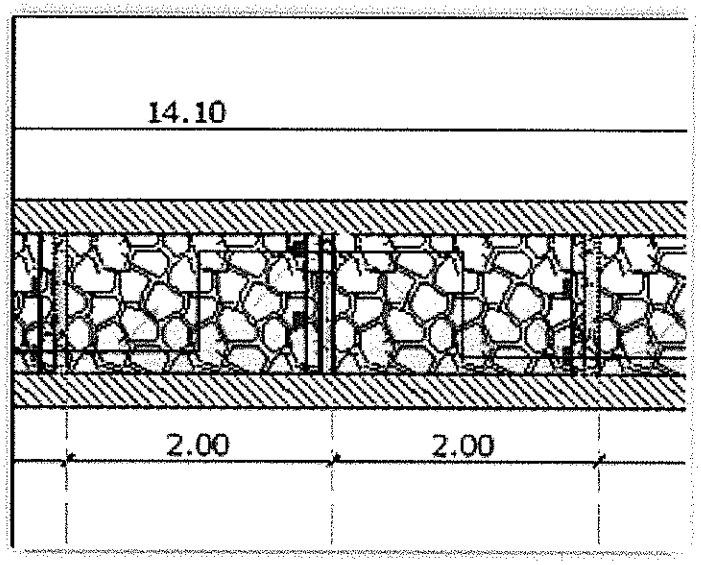
Per il superamento del dislivello di 2,00 m occorrono 8 bacini scalati di 0,25 m ciascuno, realizzati ripartendo con paratoie prefabbricate in metallo un canale principale in CLS a pendenza omogenea del 12,5%. Ogni bacino avrà lunghezza 2 m e larghezza 1,0 m. La comunicazione tra i bacini avviene tramite una fenditura laterale verticale (bocca a stramazzo parzialmente rigurgitata) di larghezza 0,20 m e bagnata dall'acqua di monte per un'altezza di 0,60 m alla portata ottimale stabilita. Le fenditure saranno posizionate alternativamente a dx e sx. Ogni fenditura sarà dotata di un deflettore metallico posizionato ortogonalmente al fine di migliorare l'idraulica della lama d'acqua stramazzante. Con questa portata ogni singolo bacino avrà una profondità media di 1,23 m, massima di circa 1,40 e minima di 1,06m; l'altezza totale della paratoia è stabilita comunque in 1,50 m in modo da avere circa 0,10 m di franco per funzionare anche con aumenti di livello

La trattazione dei passaggi tecnici viene riferita essenzialmente alle tipologie "vertical slot" e "pool and weir", ossia ai passaggi a bacini successivi, che rappresentano la tipologia più utilizzata e diffusa a livello internazionale. Il principio sul quale si basa il funzionamento di un passaggio a "bacini successivi" consiste nella ripartizione del dislivello totale tra il pelo libero di monte e quello di valle in una serie di dislivelli minori, di uguale altezza, tramite una serie di vasche (pool) consecutive, divise tra loro da setti (in cls, legno,metallo, etc.) di particolari caratteristiche geometriche che consentono il deflusso della portata.

Il passaggio dell'acqua da una vasca all'altra nel nostro caso avviene attraverso un orifizio sommerso (submerged orifice), o uno stramazzo rigurgitato (weir). Si tratta di un impianto ibrido, con passaggio dell'acqua (e quindi dell'ittiofauna) che avviene da uno orifizo sommerso e da uno stramazzo (weir and orifice).

La tipologia costruttiva è come da progetto (tav. 10) con passaggi alternati da vasca a vasca e setto deviatore di flusso.





Visto il range di variazione dei livelli molto limitato (0.25 m), pari all'approfondimento della soglia dello stramazzo rispetto alla sommità del setto, l'impiego va usualmente limitato a sbarramenti con livelli di monte regolati e mantenuti sostanzialmente costanti nel tempo (ad es. traverse ad uso idroelettrico).

Per limitare i problemi connessi alla sedimentazione di materiale d'alveo ed all'occlusione di orifizi e stramazzi, i setti vengono realizzati in metallo, in modo da

risultare estraibili, agevolando così le operazioni di manutenzione periodica (il materiale depositato può così essere agevolmente fatto defluire a valle).

Il deflusso tra un bacino ed il successivo è continuo, ossia sono evitati stramazzi liberi, non rigurgitati: il pesce deve infatti poter nuotare da un bacino al successivo, senza ricorrere alla necessità di compiere salti. Questo è un requisito fondamentale, in quanto per molte specie il passaggio risulterebbe invalicabile. Inoltre la turbolenza generata da uno stramazzo libero nel bacino di valle determina una turbolenza tale da renderlo poco fruibile dal pesce.

A questo proposito è verificato che nelle diverse condizioni idrometriche (range di variazione dei livelli di monte) la porzione superiore del setto che divide due bacini consecutivi non è mai superata dall'acqua. Unica eccezione a tale requisito è l'eventuale rigurgito da valle di alcuni bacini che può occorrere presso l'imbocco di valle del passaggio nel caso di significativa fluttuazione dei livelli idrometrici in alveo.

3.0 - CONSIDERAZIONI SULLA "PENDENZA" QUALE PARAMETRO IDRAULICO-MORFOMETRICO DEI PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA

La realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna pone complicati problemi progettuali, solitamente legati ad un sfavorevole rapporto tra il dislivello "H" [m] dei battenti idrici a monte ed a valle dello sbarramento e/o traversa in studio e la "larghezza" "L" [m] planimetrica dello stesso (o meglio lo sviluppo planimetrico del canale artificiale). In altri termini le caratteristiche dimensionali dell'ostacolo, in quasi tutti i casi, comportano evidenti difficoltà nel dimensionamento morfometrico del passaggio coerente con alcuni limiti idraulici insuperabili rispetto alle capacità natatorie dei pesci.

La pendenza, data dal rapporto H/L, è il dato di maggiore rilevanza. In realtà si tratta di un valore indicativo e subalterno rispetto ad altre variabili che più direttamente influenzano l'efficacia del passaggio artificiale. Quindi sarebbe necessario considerare diversi parametri, tra loro legati da relazioni anche esprimibili mediante semplici modelli matematici. Soprattutto occorrerebbe stabilire, seppure indicativamente, i limiti entro i quali devono rientrare tali parametri, affinché si possa garantire, con buone probabilità, il buon funzionamento della struttura in progetto, come tale si intende, sotto il profilo naturalistico, la possibilità di superamento dell'ostacolo da parte di "tutti" i pesci, non solo di quelli con maggiori potenzialità natatorie o di quelli ritenuti più interessanti per fini diversi (per es. alieutici).

Questi temi sono stati affrontati, negli anni 1998/99, da una commissione composta sia da tecnici faunistici/ittiologi (per conto del Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino), sia da tecnici idraulici (per conto del Dipartimento di Idraulica del Politecnico di Torino).

Sono risultate alcune indicazioni riguardanti soprattutto i valori limiti dei parametri idraulici da rispettare al fine di prevedere buone probabilità di funzionamento, tenendo conto che, salvo alcune eccezioni, nessuna tipologia di passaggio artificiale è in grado di annullare completamente gli effetti della interruzione della continuità longitudinale. In altri termini il passaggio artificiale per l'ittiofauna è semplicemente un sistema per la mitigazione di un impatto e ben difficilmente per il suo totale annullamento. La reale efficacia di un passaggio artificiale va misurata sulla possibilità concreta, per tutte le popolazioni ittiche del corso d'acqua interessato, di compiere migrazioni longitudinali, anche parziali, ma sufficienti per fini trofici e soprattutto riproduttivi, tali quindi da non compromettere l'automantenimento delle popolazioni stesse.

Ciò significa che lo sbarramento, quasi sempre, comporta inevitabilmente una compromissione della continuità longitudinale, ma non deve costituire una barriera in grado di produrre la separazione definitiva tra porzioni di una stessa popolazione di una qualunque specie.

Tra i parametri considerati dalla commissione risulta ovviamente anche la "pendenza" giungendo a formulare quanto segue: "*la pendenza (**K**) del passaggio viene definita dal rapporto fra l'altezza (**H**; m), espressa come differenza fra le quote del pelo libero dell'acqua a monte e a valle del passaggio stesso ed il suo sviluppo planimetrico (**L**; m); il valore **K** viene determinato in riferimento ai limiti indicati...*" per altri parametri idraulici "*...in qualsiasi caso deve essere* ***K = H/L < 0,125***" (nel nostro caso è 12,5 % = 0,125).

Ciò non significa che tutti i passaggi che rispettano tale limite "funzionano" bene e viceversa per quelli che lo superano. Diciamo, in generale, che tanto minore è il valore K, tanto più facile è il dimensionamento degli altri parametri più importanti, mentre al di sopra di tale limite molto probabilmente i problemi progettuali potrebbero risultare tali da comprometterne l'efficacia del passaggio. In altri termini la buona efficacia non è del tutto da escludere, giocando sulle diverse caratteristiche morfometriche della struttura.

Tutto dipende dal rispetto degli altri parametri, fra i quali, il più importante è le velocità dell'acqua lungo tutto lo sviluppo del passaggio, cioè: "*la velocità della corrente, in corrispondenza di ogni sezione e/o di passaggio (vena stramazzante, luce*

sottobattente, percorsi tortuosi,...) del canale (comprese quelle di accesso da monte e da valle), ad esclusione delle situazioni idrologiche di morbida e/o di piena, è quella massima sostenibile in base alle capacità natatorie dell'ittiofauna $\boldsymbol{V_{max\text{-}i} \leq 1{,}5}$ ***m/s***", dove l'espressione "*capacita natatorie dell'ittiofauna*" significa "*...consentire a* ***tutti i pesci*** *(indipendentemente dalle specie, avannotti o adulti di qualsiasi dimensioni) il superamento di un qualunque sbarramento su un corso d'acqua che costituisca una interruzione della continuità longitudinale e quindi un ostacolo alle migrazioni, sia per fini trofici, sia per fini riproduttivi*".

Naturalmente nel documento della succitata commissione si sono considerate numerose altre caratteristiche dei passaggi artificiali per l'ittiofauna, ovviamente coerenti con la letteratura di settore. Ma ciò che preme sottolineare è il concetto fondamentale per cui la pendenza (sopra definita come rapporto L/H) non è, seppure importante, il parametro principale. Piuttosto merita evidenziare altri aspetti determinanti nella qualità della realizzazione del passaggio e, a questo proposito, si propone una parte del testo elaborato dalla commissione al quale si ritiene debba essere posta particolare attenzione.

Le caratteristiche della superficie del canale costituente il passaggio artificiale rivestono grande importanza nella sua funzionalità. La condizione per cui la corrente nel canale deve possedere una velocità massima $\boldsymbol{V_{max\text{-}i} \leq 1{,}5}$ **m/s** affinché possa essere risalita dai pesci di qualunque specie e dimensioni non è, in genere, sufficiente, da sola, a garantire la funzionalità del passaggio; ciò è tanto più vero quanto maggiore è la lunghezza del canale. Questo infatti non solo deve essere "attraente" in corrispondenza delle sezioni di accesso da monte e soprattutto da valle, ma lo deve essere anche in tutto il suo percorso. A tal fine sono fondamentali i seguenti accorgimenti:

- le superfici dell'alveo artificiale bagnato devono essere rese simili a quelle di un alveo naturale;
- la scabrezza e la presenza di ostacoli di varia natura sulle superfici delle pareti e soprattutto del fondo del canale contribuiscono a diminuire la velocità di corrente in prossimità delle stesse permettendo quindi ai pesci, nuotando rasente al fondo, di contenere, entro limiti accettabili, il consumo energetico necessario per superare l'ostacolo;
- tali ostacoli inoltre, se ben collocati e distribuiti, possono costituire ambiti nei quali i pesci possono rifugiarsi per percorrere tutto lo sviluppo longitudinale del canale in tappe diverse.

Nel caso in cui il canale venga realizzato con l'uso esclusivo di materiali naturali con le tecniche della ingegneria naturalistica (terra, massi, legnami, vegetazione, ecc...) in genere le condizioni sopra elencate sono ben soddisfatte.

Diversi sono i casi in cui si ricorre all'uso di materiali da costruzione fra i quali, come frequentemente accade, il calcestruzzo. Occorre evitare che, in simili situazioni, il passaggio artificiale assuma l'aspetto di un "corridoio" con pareti più o meno lisce. Il problema può essere risolto (almeno parzialmente) ponendo, sulle pareti e soprattutto sul fondo, a cemento fresco, ghiaia molto grossolana insieme a massi di varie dimensioni (anche di qualche decimetro) in modo che la superficie assuma l'aspetto di un fondale naturale.

Nello specifico avremo sullo stramazzo ogni 6 centimetri di aumento del battente nella scala avente dimensioni 0,20 x 0,54 m. pari a :

	Portata mc./sec.	Sezione Mq.	Velocità m/sec
Stramazzo	0,131	0,20 x 0,54	0,56
	0,149	0,20 x 0,60	0,60
	0,166	0,20 x 0,66	0,63
	0,183	0,20 x 0,725	0,65
	0,203	0,20 x 0,79	0,68
	0,214	**0,20 x 0,825**	**0,70**
	0,224	0,20 x 0,86	0,71
	0,244	0,20 x 0,93	0,73
	0,264	0,20 x 1,00	0,75

La portata rilasciata dalla scala è pertanto variabile da 131 lt/sec in condizione di assenza di esercizio a 214 lt/sec con 28,5 cm. di aumento di battente sullo sfioro, questa condizione dimostra che con l'aumentare del carico della derivazione aumenta proporzionalmente anche il rilascio in alveo attraverso la scala.

4.0 - CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA PROGETTAZIONE DEL PASSAGGIO ARTIFICIALE PER L'ITTIOFAUNA

Il valore del Deflusso Minimo Vitale verificato dal progetto vale **DMV = 131 L/s**. Per il buon funzionamento del passaggio artificiale occorre che tutta la portata del DMV (o una sua porzione significativa) costituisca la portata che deve necessariamente percorrere il passaggio stesso in tutto il suo sviluppo.

Le vasche e i setti saranno dimensionati in conformità a tale dato e ne consegue che gli stramazzi avranno una luce pari a 20 cm e altezza pari a 25 cm come da calcolo allegato

In cui:

b = larghezza dello stramazzo [m]

Cd = coefficiente di deflusso = 0,4m (tra o,33, profilo non arrotondato, e 0,5, arrotondato e liscio)

H_1 = carico totale a monte sullo stramazzo [m]

K = coefficiente di riduzione dovuto alla sommersione

La formulazione è applicabile quando il livello nel bacino di valle è superiore al livello della soglia dello stramazzo, e per un moderato livello di sommergenza calcolabile in base al rapporto tra il carico totale a valle ed a monte sullo stramazzo $H_2/H_1<0,9$,con $H_2=H_1-Dh$

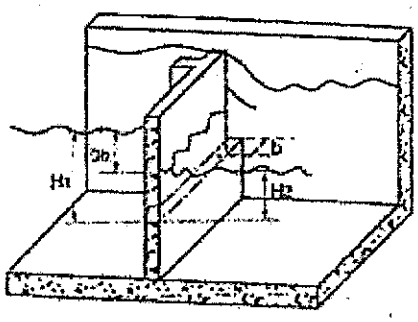


Figura 53. Deflusso attraverso stramazzo rigurgitato (da Larinier et al., 2002, modificato)

4.1 _ DMV BASE

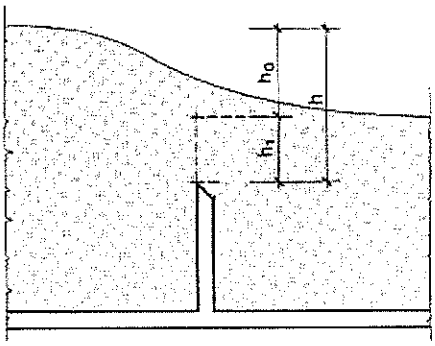


Fig. 7.13.

$$Q = b \cdot \left(\mu_1 h_2 \sqrt{2gh_1} + \frac{2}{3} \mu_2 h_1 \sqrt{2gh_1} \right), \qquad [4]$$

dove:
h_1 è la differenza tra il pelo libero di monte (h_m) e quello di valle (h_v);
h_2 è la differenza di quota tra il pelo libero di valle e la soglia sfiorante;

VERIFICA PORTATE DERIVAZIONE NULLA

TRANSITO DEL D.M.V.		
STRAMAZZO DERIVATORE		
luce stramazzo l	6,000	m
altezza di carico h	0,000	m
distanza fondo alveo H	0,200	m
coeff. di calcolo stramazzo k =	0,385	
VELOCITA' =	**0,00**	m/sec
PORTATA DELLO STRAMAZZO =	**0**	litri/sec
STRAMAZZO RIGURGITATO DI RESTITUZIONE		
luce stramazzo l	0,200	m
altezza di carico h0	0,25	m
altezza di carico h1	0,29	m
coeff. di calcolo stramazzo k =	0,650	
velocità	**0,56**	m/sec
PORTATA DELLO STRAMAZZO =	**131**	litri/sec
PORTATA DERIVATA =	0	litri/sec
PORTATA RESTITUITA =	131	litri/sec
TOTALE PORTATA IN ALVEO =	**131**	litri/sec

VERIFICA PORTATE MASSIMO PRELIEVO

TRANSITO DEL D.M.V.		

STRAMAZZO DERIVATORE

luce stramazzo l	6.000	m
altezza di carico h	0.285	m
distanza fondo alveo H	0.200	m
coeff. di calcolo stramazzo k =	0.385	
VELOCITA' =	**0.00**	m/sec
PORTATA DELLO STRAMAZZO =	**1556**	litri/sec

STRAMAZZO RIGURGITATO DI RESTITUZIONE

luce stramazzo l	0.200	m
altezza di carico h0	0.25	m
altezza di carico h1	0.575	m
coeff. di calcolo stramazzo k =	0.650	
velocità	**0.70**	m/sec
PORTATA DELLO STRAMAZZO =	**214**	litri/sec

PORTATA DERIVATA =	1556	litri/sec
PORTATA RESTITUITA =	214	litri/sec
TOTALE PORTATA IN ALVEO =	**1770**	litri/sec

Ciò comporta, come risulta dai dati progettuali una velocità di ingresso dell'acqua da monte pari a 0,56 m/s, quindi inferiore al limite massimo (1,50 m/s) ampiamente cautelativo affinché sia possibile il transito di tutti (o quasi) i pesci di qualunque specie e anche di piccola taglia. Si tenga conto che la velocità lungo il canale artificiale risulterà inferiore a quella di ingresso da monte, in quanto la corrente di acqua è costretta in un percorso tortuoso (come è giusto che sia) e delimitato da pareti con elevata scabrezza (per le ragioni più avanti esposte). Un modifica migliorativa rispetto a quanto prospettato dal progetto potrebbe riguardare piccole variazioni morfometriche della "bocca di ingresso" dell'acqua da monte, attualmente dimensionata per garantire la portata del DMV succitata e larga 20 cm, cioè meno del 25 % della larghezza complessiva (120 cm) del canale artificiale;

Come sopradetto, occorre piena coerenza rispetto ai principali vincoli da rispettare per il dimensionamento della scala ittica e precisamente:

LUNGHEZZA BACINO	LARGHEZZA BACINO	RISULTATO 1,6 - 1,8
2	1.2	1.7
LUNGHEZZA BACINO	LARGHEZZA FESSURA	RISULTATO 7 - 12
2	0.2	10.0
LARGHEZZA BACINO	LARGHEZZA FESSURA	RISULTATO 4 - 6
1.2	0.2	6
DMV	DISLIVELLO	L
131	0.25	2

DMV		DISLIVELLO
0.131		0,25
H/ med Vasca 1,12	POTENZA DISSIPATA - KW 0,13*0,25*9,81=0,319	POTENZA DISSIPATA – W 319
Volume 2,69	POTENZA DISSIPATA UNITARIA- KW 0,118	POTENZA DISSIPATA UNITARIA- W 118

- il rapporto lunghezza bacino/larghezza bacino è pari a 1,70 (*verificato*);
- il rapporto lunghezza bacino/larghezza fessura è pari a 10,0 (*verificato*);
- il rapporto larghezza bacino/larghezza fessura è pari a 6,0 (*verificato*);
- il calcolo della potenza specifica dissipata porta al valore pari a 118 W/m^3 Valore inferiore al limite di 150.

In base a tali risultati sembrerebbe che l'ipotesi dimensionale adottata sia idonea al passaggio della fauna ittica, tanto più che la pendenza media del canale artificiale risulta contenuta entro limiti accettabili. Si tratta di un elemento di valutazione importante. Infatti la realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna pone complicati problemi progettuali, solitamente legati ad un sfavorevole rapporto tra il dislivello "H"

[m] dei battenti idrici a monte ed a valle dello sbarramento e/o traversa in studio e la larghezza "L" [m] planimetrica dello stesso (o meglio lo sviluppo planimetrico del canale artificiale). In altri termini le caratteristiche dimensionali dell'ostacolo, in quasi tutti i casi, comportano evidenti difficoltà nel dimensionamento morfometrico del passaggio coerente con alcuni limiti idraulici insuperabili rispetto alle capacità natatorie dei pesci. La pendenza, data dal rapporto H/L, è il dato di maggiore rilevanza, anche se si tratta di un valore indicativo e subalterno rispetto ad altre variabili che più direttamente influenzano l'efficacia del passaggio artificiale (cfr. velocità dell'acqua). Nel caso specifico, la pendenza ottenuta è inferiore al 15 %, limite massimo; anzi complessivamente risulta un notevole sviluppo longitudinale a fronte di un limitato dislivello, tanto che la pendenza media del passaggio risulta di appena il 12,5 %, un valore ampiamente cautelativa rispetto alle funzionalità effettiva della struttura.

Le valutazioni tecniche morfologiche sopra esposte sono basate sui caratteri morfometrici ed idraulici della struttura in esame, tutti caratterizzati da valori coerenti con i regolamenti e da quanto suggerito dalla letteratura specifica esistente. In realtà la coerenza rispetto a limiti tecnici previsti da norme e/o regolamenti rendono certamente più probabile l'efficacia della struttura, ma da soli non bastano. Molto dipende da taluni accorgimenti tecnici molto importanti in fase di cantiere nel seguito illustrati e "caldamente" raccomandati.

- Il passaggio artificiale per l'ittiofauna sarà realizzato in modo da costituire una situazione di deflusso idrico che indirizzi i pesci verso il suo ingresso, nel caso specifico sarà realizzato in alveo del Lavagna.
- Tutto il canale sarà a "*pelo libero*". Nessuna parte di esso (ed in particolar modo le sezioni di accesso da monte e da valle) sarà realizzato con tratti, per quanto brevi, con tipologie assimilabili a condotte, canali coperti in pressione, bocche,...
- Nessuna parte, per quanto limitata, dell'opera costituente il passaggio sarà connessa con eventuali dispositivi funzionali per regolazioni idrauliche (derivatori, saracinesche, sghiaiatori, vasche di carico,...).
- L'accesso da monte sarà completamente libero e privo di meccanismi per regolazioni idrauliche.
- Il passaggio artificiale sarà realizzato in modo da facilitare, per quanto possibile, tutti gli interventi di manutenzione necessari al mantenimento della massima funzionalità, in particolare i setti sono metallici e tutti estraibili per la pulizia periodica del passaggio.

Inoltre occorre tenere ben presente che le caratteristiche della superficie del canale costituente il passaggio artificiale rivestono grande importanza nella sua funzionalità. La condizione per cui la corrente nel canale deve possedere una velocità massima inferiore al limite succitato di 1,5 m/s affinché possa essere risalita dai pesci di qualunque specie e dimensioni non è, in genere, sufficiente, da sola, a garantire la funzionalità del passaggio; ciò è tanto più vero quanto maggiore è la lunghezza del canale. Questo infatti non solo deve essere "attraente" in corrispondenza delle sezioni di accesso da monte e soprattutto da valle, ma lo deve essere anche in tutto il suo percorso. A tal fine verranno adottati i seguenti accorgimenti:

- le superfici dell'alveo artificiale bagnato saranno rese simili, per quanto possibile, a quelle di un alveo naturale, con ricopertura delle pareti con ciottoli di varia granulometria;
- la scabrezza e la presenza di ostacoli di varia natura sulle superfici delle pareti e soprattutto del fondo del canale contribuiranno a diminuire la velocità di corrente in prossimità delle stesse permettendo quindi ai pesci, nuotando rasente al fondo, di contenere, entro limiti accettabili, il consumo energetico necessario per superare l'ostacolo;
- tali ostacoli saranno collocati e distribuiti in modo da costituire ambiti nei quali i pesci possono rifugiarsi per percorrere tutto lo sviluppo longitudinale del canale in tappe diverse.
- dovendo ricorrere all'uso del calcestruzzo per la precisa costruzione del manufatto si cercherà di evitare di conferire al passaggio artificiale l'aspetto di un "corridoio" con pareti più o meno lisce; il problema sarà risolto (almeno parzialmente) ponendo, sulle pareti e soprattutto sul fondo, a cemento fresco, ghiaia molto grossolana insieme a piccoli massi di varie dimensioni in modo che la superficie assuma l'aspetto di un fondale naturale.
- la fase di cantiere sarà seguita da un tecnico ittiologo ed inoltre in fase di esercizio il buon funzionamento della struttura sarà sottoposta a specifico monitoraggio;
- all' uscita dell' acqua nel torrente, come suggerito dalle linee guida, viene ricercato il bacino di calma (vedere Tav. 05).

RILASCIO PORTATA COMPLEMENTARE

Nello specifico avremo una luce circolare con tubo addzionale esterno del Diametro di 50 cm. con estradosso ubicato a quota 111,115 mslm

Q 0.356 m^3/s

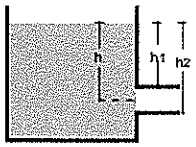
h 0.25 * m

D 0.50 * m

Calcola Reset

Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo



$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Legenda

Q = Portata effluente dalla luce

h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero

D = Diametro della condotta

RILASCIO PORTATE ADDIZIONALI STAGIONALI

Nello specifico avremo N.2 lucl circolare con tubo addzionale esterno del Diametro di 44 cm. con estradosso ubicato a quota 111,115 mslm,, dal calcolo si evince che ogni condotta è in grado di rilasciare 259 lt/sec. Prima di iniziare a derivare.

Q 0.259 m^3/s

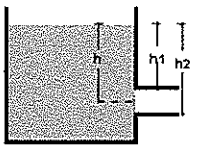
h 0.22 * m

D 0.44 * m

Calcola Reset

Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo



$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Legenda

Q = Portata effluente dalla luce

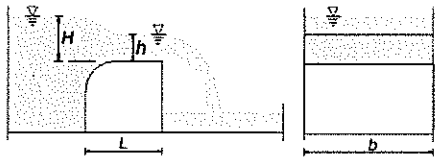
h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero

D = Diametro della condotta

STRAMAZZO DERIVATORE

Ubicato a quota superiore a quella di rilascio del DMV e precisamente a + 54 cm, ha una larghezza sull'imbocco dello stesso pari a 6,00 metri.
L'acqua prende un altezza pari a 28,5 cm. per far transitare gli 1,55 mc/sec.

$$Q = 0{,}385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2} = 1{,}705 \cdot b \cdot H^{3/2}$$



Q	1.5564	m³/s
b	6	m
H	0.285	m

Calcola Reset

Q = [m³/s]: portata del getto

b = [m]: larghezza della soglia

L = [m]: lunghezza della soglia

H = [m]: altezza del fluido indisturbato a monte della soglia (carico)

h = 2 · H/3 [m]: altezza della vena fluida sopra la soglia

H Quota Ass	H Battente Luci rilas. 1 + 2	DMV 1 Scala l/sec	DMV 2 compl l/sec	DMV Totale l/sec	Q Derivata l/sec	DMV 2 Tub Stagionale l/sec	Dmv Tot + Stagionale l/sec
111,115	0,540	131	356	487	0	518	1005
111,200	0,615	156	412	568	254	710	1178
111,250	0,665	170	442	612	507	658	1270
111,300	0,715	185	470	655	814	702	1357
111,350	0,765	199	496	695	1165	744	1439
111,400	0,815	214	521	735	1556	784	1519

SFIORATORE LIMITATORE PORTATE

Successivamente il canale derivatore passa a una sezione pari a 1,20 metri di larghezza e di seguito viene dimensionato lo sfioratore limitatore della portata in transito sul canale stesso

A valle della griglia e sul canale a pelo libero, viene posta lo sfioratore limitatore delle portate, di seguito verificato:

CANALE derivatore Dati della sezione:

H=	**100**	cm	(Altezza sezione)
b=	**120**	cm	(Base minore sezione)
B=	**120**	cm	(Base maggiore)
Area=	*1,20*	mq	
Pendenza	**0,15**	%	
K	**75**	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto		1,550	mc/sec

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec
5	130,00	0,060	0,046	0,022	0,374
10	140,00	0,120	0,086	0,068	0,565
15	150,00	0,180	0,120	0,127	0,707
20	160,00	0,240	0,150	0,197	0,820
25	170,00	0,300	0,176	0,274	0,914
30	180,00	0,360	0,200	0,358	0,993
35	190,00	0,420	0,221	0,446	1,062
40	200,00	0,480	0,240	0,538	1,122
45	210,00	0,540	0,257	0,634	1,175
50	220,00	0,600	0,273	0,733	1,222
55	230,00	0,660	0,287	0,834	1,264
60	240,00	0,720	0,300	0,937	1,302
65	250,00	0,780	0,312	1,042	1,336
70	260,00	0,840	0,323	1,149	1,368
75	270,00	0,900	0,333	1,257	1,396
80	280,00	0,960	0,343	1,366	1,423
85	290,00	1,020	0,352	1,476	1,447
90	300,00	1,080	0,360	1,550	1,470
95	310,00	1,140	0,368	1,700	1,491
100	320,00	1,200	0,375	1,813	1,511

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati:

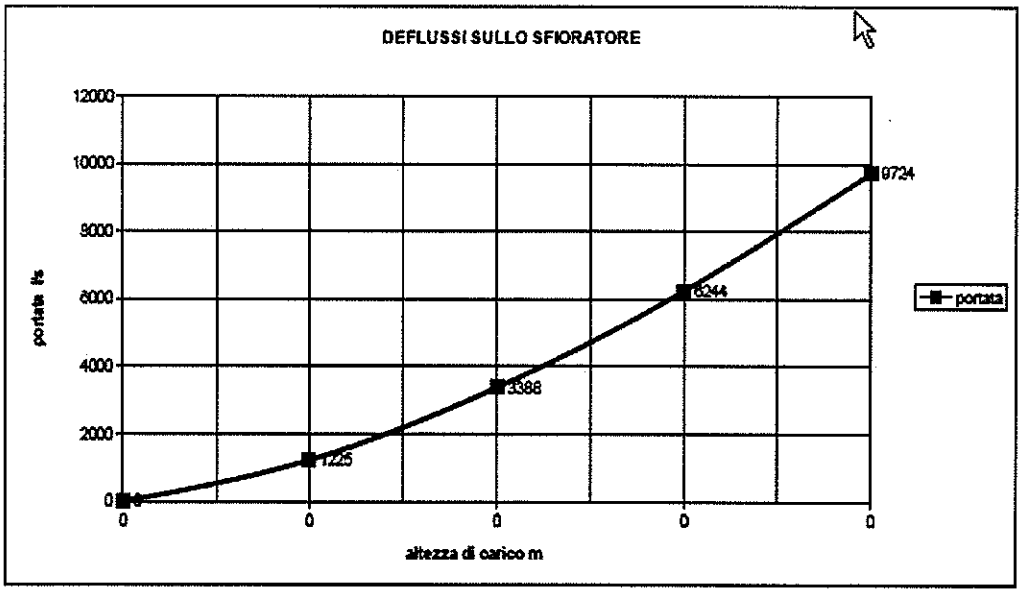
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/se
90	300,00	1,080	0,360	1,550	1,470

SFIORATORE DI RESTITUZIONE

Le portate eccedenti sfiorano dallo sfioratore limitatore.
In caso di arresto dell'impianto lo sfioratore smaltisce tutte le portate in arrivo dalla presa.
Come visibile dal grafico sotto riportato dimostra che con 40 cm. di battente è in grado di far sfiorare poco meno dii 10.000 l/sec, pari alla portata presente per meno di 25 giorni all'anno.

SFIORATORE LATERALE	
luce stramazzo l	20,00 m
altezza di carico h	0,40 m
distanza fondo alveo H	0,90 m
coeff. di calcolo stramazzo k =	0,434
VELOCITA' =	1,22 m
PORTATA DELLO STRAMAZZO =	9724 l/s

altezza di carico	portata
0	0
0,10	1225
0,20	3386
0,30	6244
0,40	9724

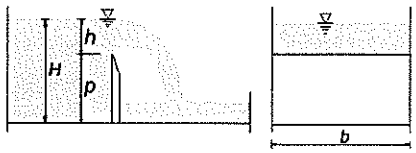


STRAMAZZO SUL CANALE DERIVATORE

A valle dello sfioratore e in asse al canale viene posto uno stramazzo in parete sottile al fine di avere una sezione certa di transito delle portate, dimensionato come sotto riportato:

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

$$\mu = \left(0{,}405 + \frac{0{,}003}{h}\right) \cdot \left(1 + 0{,}55 \cdot \frac{h^2}{H^2}\right)$$



Q	1.55	m^3/s
b	1.2	m
h	0.685	m
p	0.215	m

Calcola Reset

$Q = [m^3/s]$: portata del getto

$b = [m]$: larghezza della soglia

$p = [m]$: altezza della soglia

$H = [m]$: altezza totale del fluido a monte della soglia

$h = [m]$: altezza del fluido sopra la soglia

μ: coefficiente di efflusso

CONTROLLO LIVELLO ACQUA

La portata istantanea in alveo può essere misurata, considerando le caratteristiche dei rilasci e della derivazione, semplicemente misurando il livello del pelo libero acqua nello sezione a valle e prima dell'immissione del torrente Litteglia, e sommandolo alla portata misurata in condotta.

Il misuratore di precisione installato e collegato con sistema di raccolta dati permette di misurare la portata istantanea

In seguito viene proposta la misura della portata mediante l'installazione di ***N. 3 MISURATORI DI PORTATA:***

- UN misuratore di portata A MONTE DELLA BRIGLIA che rileva le portate presenti nel Torrente Lavagna .
- UN misuratore di portata SULLA BOCCA DI RILASCIO DEL DMV che rileva le portate rilasciate nella scala di risalita ittiofauna.
- UN misuratore di portata sulle condotte forzate che rileva le portate derivate dal Torrente Lavagna per la misura continua delle portate turbinate.

MISURATORE N. 1 – PORTATE IN ALVEO

saranno installati:
n. 1 misuratori di livello A ULTRASUONI posizionato a MONTE della briglia.
collegati a un sistema di elaborazione dati

SONDA UTILIZZATA

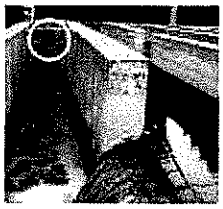
sarà installata una sonda TIPO "ACQUARANGER 3" :

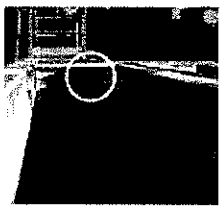
- MOD. PLS

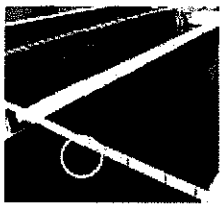
Specifiche tecniche

	Aquaranger 3	Aquaranger 5
Caratteristiche comuni		
Relè	n. 3 SPDT 5A @ 240Vca	n. 5 SPDT 5A @ 240Vca
Dimensioni (montaggio a parete)	188 x 160 x 107mm (L xH xP)	235 x 184 x 120mm (L xH xP)
Entrate cavi	n. 6 entrate:	n. 10 entrate:
	3 x PG11, 1 x PG9 sotto	5 x PG11, 1 x PG9 sotto
	4 x PG11 sul retro	4 x PG11 sul retro
Peso	1,3Kg	1,5Kg
Materiale custodia	Policarbonato, resistente alla fiamma UL94-V2	
Cavo trasduttore	Tripolare schermato Std = 5m. Su richiesta varie lunghezze, fino a 150m	
Distanza massima	3000m	
Montaggio a rack	10HP (50.4mm) x 160mm x 3U (128.5mm) x 372.5mm (L x H x P)	
Montaggio a pannello	72 x 144 x 200mm (L xH xP)	
Montaggio a fascia	200 x 112 x 108mm (L xH xP)	
Grado di protezione	Montaggio a parete: IP65	
	Montaggio a fascia: IP64 (su richiesta fino a IP 68)	
	Montaggio a pannello: IP65	
Temperatura elettronica	-20°C ÷ 60°C	
Atmosfera infiammabile	Zona sicura: compatibile con l'approvazione dei trasduttori (vedi specifiche trasduttori)	
Approvazione CE	Approvazione: EMC BS EN 50081-1:1992 emissioni, BS EN 50082-2:1995, immunità per la direttiva in bassa tensione a BS EN 61010-1:1993	
Precisione	±0.25% o 6mm (comunque il più grande)	
Risoluzione	±0.1% o 2mm (comunque il più grande), 1mm con il trasduttore UTF-03HR	
Trasduttori	Serie UTF - XX compensati in temperatura.	
Sonda compensazione temperatura	Standard interna al trasduttore, esterna su richiesta	
Campo di lavoro	In funzione del trasduttore, da 125mm a 40m (75mm a 2.5m utilizzando il trasduttore per la misura di portate UTF-03HR)	
Elaborazione eco	Digitale, brevettata	
Uscita analogica	Isolata 4 ÷ 20mA o 0 ÷ 20mA max 500Ω (liberamente programmabile) risoluzione 0.1%	
Uscita digitale	Full duplex RS232 via porta RJ11	
Display	6 digit più 12 caratteri di testo, più bargraph con indicatori di direzione, indicatori di comunicazione remota/programmazione/run/modo test	
Programmazione remota	Via calibratore all'infrarosso	
Programmazione locale	Via tastiera integrata	
Programmazione via PC	Via RS232 (porta RJ11) e SW dedicato su richiesta	
Convertore IS232	STD interno RJ11 su richiesta esterno IP 67	
Sicurezza programmazione	Via password (liberamente programmabile)	
Memorizzazione dati	Via RAM non-volatile più batteria di backup	
Alimentazione	115Vca +5% -10% 50/60Hz, 230Vca +5% -10%, 18 ÷ 36Vcc	
Assorbimento	10W max (tipico 6W)	
Modem	GSM/SMS dual band esterno con/senza Sim Card fornibile su richiesta	
Datalogger	(su richiesta) 256 Kb con intervalli di tempo programmabili	
Uscita	Modbus RTU o Profibus DPV0 o DPV1	

L'Aquaranger 3 o l'Aquaranger 5 devono essere montati in zona sicura.
Vedi la specifica dei trasduttori per il montaggio in zona antideflagrante.



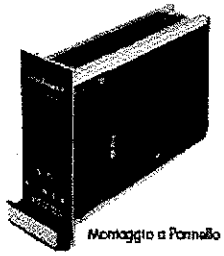








Calibratore all'infrarosso (su richiesta)



Montaggio a Pannello

Terry Ferraris & C.
Misure per l'automazione

Viale Orlea, 10 - 20139 Milano - Tel. 02/5391505 - Fax 02/36592864
www.terryferraris.it - www.nanopat.it - E-mail: info@terryferraris.it

1.2 - MISURATORE N. 2 – RILASCIO D.M.V.

saranno installati n. 1 misuratori di livello posizionati sulla luce di rilascio del d.m.v. collegati a un sistema di elaborazione dati

SONDA UTILIZZATA

sarà installata una sonda TIPO "OTT" :

- MOD. PLS

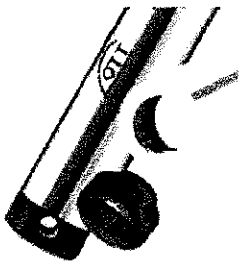
OTT
Corr-Tek

11096/10/VR - 9

SENSORE DI LIVELLO A PRESSIONE OTT MOD. PLS



Il sensore di livello a pressione OTT mod. PLS è compatto, robusto e costruito in acciaio inox (AISI 904L). E' adatto per misure di livello in falde, pozzi, serbatoi, laghi, fiumi e canali. Ha un diametro di 22 mm ed una lunghezza di 195. L'elemento di misura è di tipo ceramico capacitivo (non piezoresistivo).
I range disponibili sono 0...4 metri, 0...10 metri, 0...20 metri, 0...40 metri di colonna d'acqua. Il cavo può avere una lunghezza di 250 metri. Il cavo immergibile è inestensibile grazie all'anima in kevlar e contiene un capillare per la compensazione delle variazioni della pressione barometrica. Una cartuccia essiccante, inoltre, evita il formarsi della condensa nel capillare. Il sensore di livello di tipo ceramico capacitivo ha una precisione di ±0,05% del F.S. (nel caso di interfaccia SDI-12/RS485) oppure di ±0,1% del F.S. (nel caso di uscita 4...20 mA), ed una stabilità dello ±0,1% del F.S. per anno.
Può essere alimentato con una tensione compresa tra 9,6 e 28 V DC (assorbimento: <600 µA in fase di stand-by; <3,6 mA in fase di misura). L'uscita elettrica può essere di tipo analogico 4...20 mA per collegamento a centraline/data logger esistenti, oppure seriale RS485, o seriale SDI-12 per il collegamento a data logger OTT. **Qualora si utilizzi l'uscita seriale il sensore OTT mod. PLS fornisce anche il dato di temperatura.**



1.2 - MISURATORE N. 3 – SULLA CONDOTTA FORZATA.

APPARECCHIATURE UTILIZZATE

Per le misurazioni su canale:

n. 1 sistemi di misura di portata ad ultrasuoni ed elettronica di elaborazione dati

SONDE UTILIZZATE

E' stata installata una sonda "TERRY FERRARIS" :

- MODELLO MTT TX sulla condotta forzata DN 1200 mm

Il tipo "MTT TX" è un misuratore di portata ad ultrasuoni a tempo di transito per condotte da DN25 a DN5000 E velocità < 12 m/sec adatto per fluidi ragionevolmente puliti ed omogenei.



MEMORIZZAZIONE DEI PARAMETRI

Prevista la possibilità, di memorizzare internamente al PLC uno storico della portata ed una totalizzazione della portata cumulativa.

Non sarà possibile modificare i parametri di calcolo della portata dal pannello operatore per ragioni di sicurezza da parte dell'utilizzatore finale.

PERDITA DI CARICO IMBOCCO CONDOTTA

Come verificabile nelle tavole di progetto la parte finale della vasca di carico termina con una tramoggia ribassata a valle del cordolo separatore e del successivo imbocco svasato della condotta forzata DN 1200 dell'impianto con:

$$S = (1,2^2 \times 3,14)/ 4 = 1,13\ m^2$$

Che comporterà una

$$V = 1,55/1,13 = 1,37\ m/s$$

In condizione di massima portata, cui corrisponderà una perdita di carico all'imbocco con
Q = 0,100 mc/s pari a :

$$h = v^2 / 2g = 0,08$$

CONDOTTA FORZATA

Come base di riferimento si è partiti dalle Procedure Enel che giudicano inammissibili impianti che comportino delle perdite di carico per le condotte forzate con una percentuale superiore al 7% pari a 1,20 m. per l'impianto in oggetto.

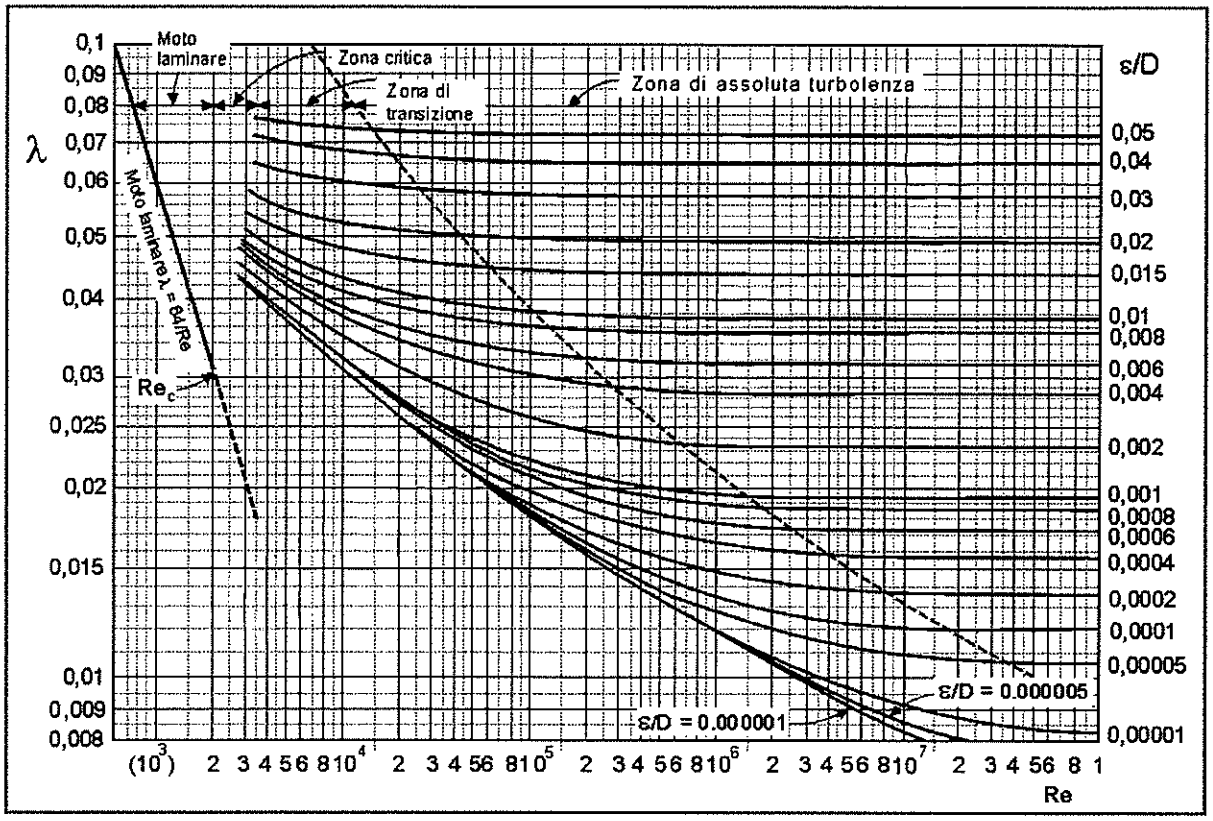
L'espressione più generale che lega la perdita di carico **J** per unità di lunghezza **L** della condotta di un fluido incomprimibile in moto permanente è quella di Darcy-Weisbach. Avendo indicato con **D** diametro della condotta, **v** la velocità media della corrente, **g** l'accelerazione di gravità e' un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds

$Re = \rho v D / \mu$

con ρ = densità e μ = viscosità dinamica del fluido.

Per il calcolo di λ si può utilizzare la formula di Colebrook-White.

L'uso di questa formula normalmente avviene tramite la sua rappresentazione nel diagramma logaritmico di Moody (**Abaco di Moody**) dove la formula e' rappresentata tramite un fascio di curve caratterizzate da scabrezze relative ξ /D = cost.



ABACO DI MOODY

La scabrezza ξ sono state fornite da numerosi autori sulla base di esperienze e sono riportate in apposite tabelle.

L'espressione **Re = ρv D / μ** ha l'inconveniente di non consentire di valutare λ direttamente ma di richiedere successive iterazioni di calcolo.

Numerose ricerche sono state effettuate per semplificare l'utilizzazione della formula, sia per i problemi di verifica (calcolo della portata), sia per problemi di progetto (calcolo del diametro e della cadente).

Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_e\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71}\right)$$

Le pagine seguenti riportano i calcoli effettuati per quantificare le perdite di carico lineari di una condotta con i differenti diametri considerati.

Dalla camera di carico posta a valle dell'opera di presa parte la condotta forzata DN 1200 che sarà completamente interrata fino all'arrivo in centrale.

Sono previsti opportuni blocchi di ancoraggio a peso/gravità ubicati nelle curve e nei cambi di pendenza, opportunamente calcolati per resistere alle spinte idrostatiche ed idrodinamiche presenti e per fissare e/o bloccare la condotta evitando spostamenti o vibrazioni.

Per il dimensionamento idraulico fissata la portata massima derivabile, si è utilizzata la formula di Colebroke per tubi acciaio usati, dove con la portata di concessione derivabile, con una lunghezza di 40 metri, risulta conveniente adottare un tubo DN 1200, infatti:

$$J = 8{,}2624 \times 10^{10} \times r \times q^2 \times d^5$$

Dove:

j	=	perdita di carico in mmm/km
r	=	scabrezza
q	=	portata in l/sec.
d	=	diametro esterno della tubazione

CALCOLO PERDITE DI CARICO CONDOTTA FORZATA

Formula di Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_e\sqrt{\lambda}} + \frac{e/D}{3.71}\right)$$

Dati di calcolo

D 1.20 m = Diametro della condotta — Tabella diametri interni tubazioni

Q 1.55 m³/s = Portata della condotta

E 0.10 mm = Scabrezza (assoluta): — Tabella coefficienti di scabrezza

0.00 - 0.02 mm Tubi nuovi PE, PVC, Rame, Inox
0.05 - 0.15 mm Tubi nuovi Gres, Ghisa rivestita, Acciaio
0.10 - 0.40 mm Tubi in Cemento o con lievi incrostazioni
0.60 - 0.80 mm Tubi con incrostazioni e depositi

Calcola

Reset

Le cifre decimali possono essere separate sia dal punto sia dalla virgola.

Risultati del calcolo:

Scabrezza Relativa	8.3333E-5
Area sezione [m²]	1.130973355
Velocità [m/s]	1.370500899
Viscosità cinematica [m²/s]	1.006E-6
Numero di Reynolds	1634792.32485
Coefficiente di resistenza con formula di Colebrook	0.0126676262598
Perdita di Carico (cadente) con la formula di Darcy	0.001010999

Nel caso in esame gli elementi fissati sono:

Condotta Forzata L = 40 ml DN 1200	
Portata (l/s)	1550
Velocità (m/s)	1,37
Perdita Dp unitaria (m. C.a/km)	0,0010
Dp condotta (m.c.a.)	0,04
Dp imbocco (m.c.a.)	0,08
Dp valvola a farfalla (m.c.a.)	0,09
Dp valvola a sfera (m.c.a.)	0,02
Dp curve unitaria (m.c.a.)	0,39
Dp curve (m.c.a.)	0,78
Dp totale (m.c.a.)	1,01

Dove le perdite di carico in condotta sono state calcolate con la formule dell'Orsi – Scimeni – Veronese

$$Dp = K \times L \times 6{,}81 \times 10^{8} \times q^{1{,}82} \times d^{4{,}71}$$

Le perdite nelle curve risultano:

$$Dp = 0{,}566 \times V^2 / 2g \times tg\,(a/2)$$

Mentre le perdite di imbocco della griglia, riferite alle velocità relative alle singole portate sono:

$$Dp = V^2 / 2g$$

CALCOLO SOVRAPRESSIONE COLPO D'ARIETE

In riferimento alle richieste effettuate in sede di conferenza dei servizi e di sopralluogo, si allega di seguito il calco lo della sovrappressione del colpo d'ariete sulla sezione di passaggio della condotta della ferrovia effettuato con la formula di Allievi-Michaud

$$\text{h-ho} \leq \frac{2 \times L \times Uo}{g \times \tau}$$

L	=	40,00 m	(Lunghezza condotta camera di carico – centrale)
S	=	0,081 m	(Spessore della condotta)
D	=	1,200 m	(Diametro della condotta)
Ho	=	17,16 m	(dislivello tra camera di carico – e asse turbina)
Qo	=	1,55 mc/sec	
ϵ	=	$2{,}03 \times 10^{9}$	
ρ	=	1000 Kg/mc	
E	=	$1{,}96 \times 10^{11}$ N/mq	

h = 0,63 m

con il calcolo sopra riportato emerge che la sovrappressione del colpo di ariete è pari a 0,63 metri da sommare agli 17,16

pertanto la pressione totale in corrispondenza dell'attraversamento è pari a 17,79 metri

DIMENSIONAMENTO MECCANICO DELLE TUBAZIONI

Per dimensionare il diametro e lo spessore della condotta forzata si procede in accordo alle normative vigenti (UNI 6363-68, UNI 1285-68 e circolare 2136 del Ministero), con la formula di Colebrook ed in funzione del materiale usato (Fe 51-2-510N/mm ^{2}) della lunghezza della condotta della pressione di esercizio e del rispettivo colpo d'ariete, per tempi di manovra di 30 s.
Alla pressione statica di 49,4 Kg/cmq si aggiungerà il colpo d'ariete pari a circa 7,35 Kg/cmq, con un totale di p = 56,75 Kg/cmq, che si ripartirà in forma graduale decrescente dalla centrale alla presa determinando la scelta di spessori minimi lungo tutta la condotta, come segue:

$$S1 = (p \times D)/ 2 \times \text{sigma adm}$$

40 metri S1 = 8,0 mm

Nelle formule è stata considerata una pressione totale del tratto, un K con carico di sicurezza 3, ed un Rs 36 Kg/mmq, mentre 3 è il sovrametallo per compensare un eventuale usura del metallo.

Infine rispetto alla verifica all'implosione:

$$S >= 0{,}008 \times d.$$

BLOCCHI DI ANCORAGGIO

L'ancoraggio e fissaggio della condotta forzata DN 1600 richiede la realizzazione di blocchi dia ancoraggio nei punti di cambio di direzione (Verticale / Orizzontale).
La condotta realizzata con tubazione in acciaio saldato Fe 520/10, rivestita esternamente ed internamente avrà le seguenti caratteristiche:

- DN 1200
- Spessore 8,0 mm in funzione delle pressioni distribuite sulla lunghezza pari a circa 40 metri.

Come già detto la tubazione sarà fissata con blocchi di ancoraggio in corrispondenza dei vertici per i cambi di direzione più accentuati. L'esperienza insegna che le condotte interrate subendo sbalzi inferiori di temperatura, compensano benissimo le spinte di dilatazione termica o controbilanciandole con le contrazioni idrodinamiche contrarie e sfogando eventuali risultanti differenziali nell'attrito contro il terreno o nell'elasticità delle leggere angolazioni (< 10°) nn bloccate, libere di assorbire eventuali lievi spinte differenziali all'interno dell'elasticità dei materiali stessi.

Allo scopo di mantenere comunque un certo margine di sicurezza ed evitare possibili vibrazioni di manovra, considerando la lunghezza della condotta, si prevedono blocchi di ancoraggio a gravità, intercalati nei massimi vertici, considerando però le spinte risultanti in versione e misura ridotta dell'azione di attrito contro il terreno.

Con tali premesse sono stati appunto dimensionati i blocchi relativi ai singoli tratti della condotta forzata lungo il pendio, fino alla centrale.

Per la verifica di stabilità dei blocchi sono state fissate le seguenti condizioni:

- risultante della composizione delle forze agenti sul blocco e del peso dello stesso, deve cadere entro il terzo medio della superficie di appoggio.
- Il coefficiente di attrito massimo accettabile fra blocco di cls armato e terreno di appoggio (solido omogeneo) è fissato f = 0,5
- Il carico massimo unitario sul terreno considerato come stratificato di rocce tenere è fissato in d = 1,5 è 4 Kg/cmq.
- Non sono state considerate come superfici resistenti quelle laterali sui blocchi.

Spinta idrostatica verticale per la deviazione angolare

$$Fc = 2 \times p \times \text{sen}(a/2)$$

Spinta del peso della tubazione e dell'acqua.

$$Fp = (P \text{ tubo} + P\ H2O) \times \text{sen } b$$

Con b angolo della livelletta, agente verso il basso nella direzione della condotta.

Non sono state considerate come superfici resistenti quelle laterali sui blocchi.

Spinta termica

$$\mathbf{Ft = +- 23,2 \times .}\ Dt \times S$$

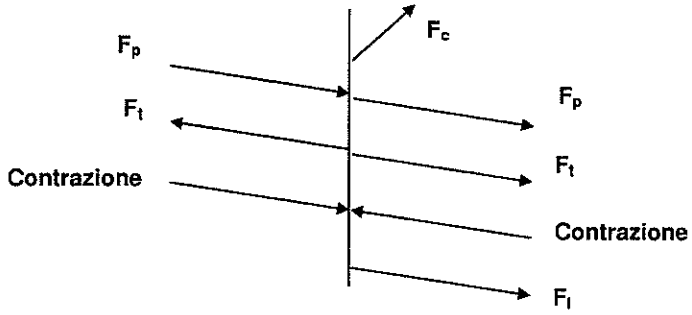
Agente secondo la direzione della livelletta e contraria alla Spinta per contrazione Poisson:

$$F = 0,471 \times p \times D^2$$

Spinta idrodinamica

Agente secondo la direzione della livelletta:

$$F = 0,785 \times p \times D^2$$



Nota Bene

La composizione delle forze col peso del blocco deve dare una risultante che cade entro il terzo medio di base e la sua componente orizzontale deve essere inferiore alla componente verticale moltiplicato per il coefficiente d'attrito di 0,50.

Il peso del blocco deve essere sostenuto dall'area di base con 2,5-3,0 Kg/cmq.

POSA DELLA CONDOTTA

1) Apertura della pista: Per la posa in opera della tubazione l'Impresa dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, del ragno che poserà la condotta. A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento.
2) Scavo e nicchie : Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi. Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dal Direttore dei lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai. Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi. Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza. Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso. Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dal Direttore dei lavori. Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti. Per tutto il tempo in cui gli scavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione dello scavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali. L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.
3) Posa della tubazione : - Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (poiché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei

tubi). - Trasporto : Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo. Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri. Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati. Particolare cura dovrà essere posta nel caso di trasporto con elicottero, poiché per evitare deformazioni e danneggiamenti i tubi dovranno essere confezionati in un apposita struttura di assemblaggio in legno.

Carico e scarico : Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito : I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi. I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice). I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione. Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori : I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di

ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

- Sfilamento dei tubi : Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

  In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa. I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi. I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

- Posa in opera dei tubi : Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo dello scavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

- Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore dei lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato. Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti. Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, applicato in fase di posa della condotta. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle Tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo. Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato. La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante

l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Impresa.

- Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche : I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato. Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.
- Reinterri : Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno

recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali. Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

- Prova idraulica della condotta: La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico, e cioè : saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, ecc. La prova idraulica in opera dei tubi sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 metri. Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria. Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un kgf/cmq al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio stabilita. Questa verrà mantenuta per circa 2 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica. Questa ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio e dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 2 ore. Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

VALVOLA DI GUARDIA CONDOTTA CON SENSORE DI VELOCITA' A PALMOLA

La valvola di guardia sarà del tipo a farfalla con corpo in ghisa sferoidale.

Per soddisfare le normative sulla sicurezza negli Impianti è indispensabile montare la valvola di guardia alla condotta che entra in funzione chiudendo il flusso dell'acqua nel caso in cui si verificasse una rottura alla tubazione (per es: frane, smottamenti, terremoti, alluvioni, ecc).

Detta valvola rileva la velocità dell'acqua nella condotta mediante sistema a palmola che comanda la chiusura della valvola in modo completamente meccanico escludendo così l'uso di energia elettrica garantendo il funzionamento in qualsiasi situazione.

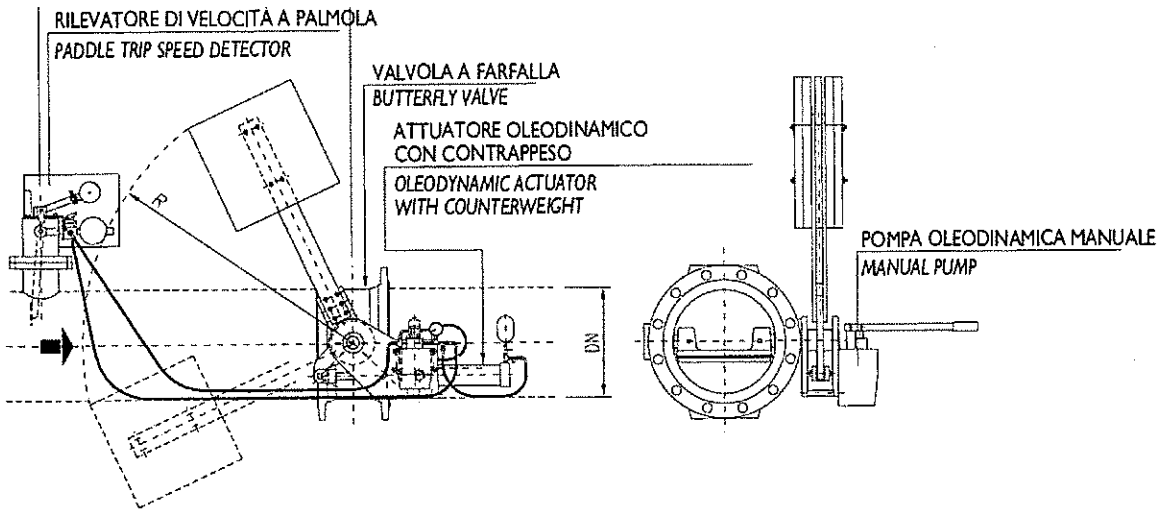
Il sistema oleodinamico di chiusura/sgancio è costituito da una valvola oleodinamica a comando meccanico con tenuta a sede azionata dal dispositivo a martello che viene sganciato dal leverismo della palmola, quando viene superata la velocità di intervento prestabilita. Questa valvola mette in scarico il circuito oleodinamico provocando la chiusura della valvola a farfalla.

Per regolare la velocità di discesa del contrappeso e quindi il tempo di chiusura della valvola a farfalla è previsto un regolatore di flusso unidirezionale. Per ottenere una perfetta tenuta di tutto il circuito oleodinamico viene inserito nel circuito un piccolo accumulatore che mantiene l'olio in pressione e sopperisce ai trascurabili trafilamenti d'olio che potrebbero manifestarsi nei periodi d'esercizio della valvola, tra una fase e l'altra dei normali controlli di manutenzione.

L'apertura della valvola si effettua tramite la pompa a mano montata a bordo della valvola a farfalla.

La suddetta sarà accoppiata ad un giunto di smontaggio del tipo a tre flange di pari diametro.

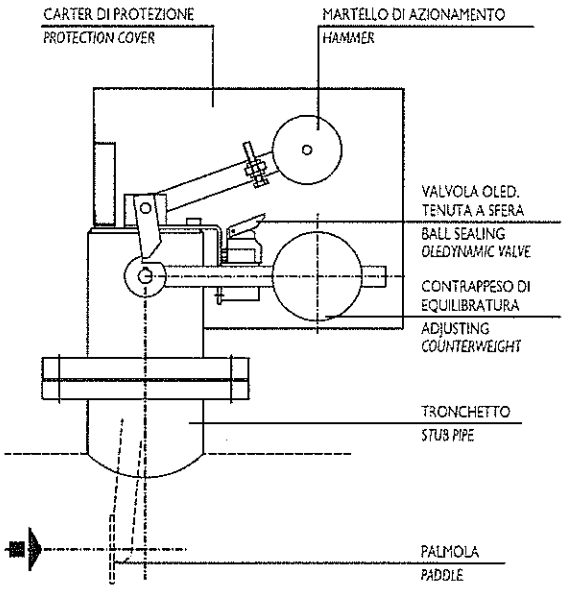
Valvole e giunto sono forniti verniciati con della stessa tinta della turbina.



Il rilevatore di tipo a palmola è costituito da un tronchetto di tubo in acciaio da saldare alla tubazione principale (a monte della valvola) contenente il piattello rilevatore (palmola) in acciaio inox incernierato alla sommità su un albero in acciaio inox e boccole in bronzo.

All'esterno, ad un'estremità, è calettato un contrappeso regolabile per la taratura della velocità di intervento.

Alla sommità del tronchetto viene installato un dispositivo a martello con aggancio meccanico per l'azionamento della valvola oleodinamica di scarico.



VALVOLA DI MACCHINA

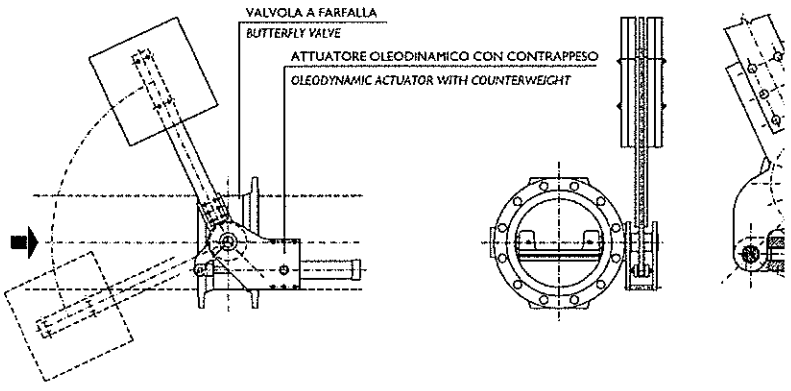
La valvola di macchina DN 800 sarà del tipo a farfalla con corpo in ghisa sferoidale, la chiusura sarà garantita sottoflusso mediante contrappeso a caduta gravitazionale e l'apertura con cilindro oleodinamico azionato da apposita centralina

Il sistema, per evitare il colpo d'ariete, sarà opportunamente calcolato per permettere una chiusura della valvola in un tempo non inferiore ai 180 secondi.

Valvola e giunto vengono forniti verniciati con lo stesso metodo della turbina.

Caratteristiche tecniche dei corpi valvola:

- corpo e disco in ghisa sferoidale GGG 40 DIN 1693 EN- JS 1030 UNI-ISO 1083-91
- sede di tenuta saldato sul corpo in acciaio inox AISI 309
- alberi in acciaio inox AISI 420B - 1.4308 DIN 17440
- boccole in bronzo
- coperchio albero conduttore in ghisa sferoidale GGG 40 DIN 1693
- ghiera premiguarnizione in acciaio saldato Fe 37-2 con protezione epossidica
- viterie interne di bloccaggio in acciaio inox - A2
- viterie esterne in acciaio zincato 8.8
- guarnizione di tenuta idraulica realizzata da anello in gomma EPDM
- tenute sugli alberi realizzate tramite O-Ring in NBR
- rivestimento interno esterno con verniciatura a polveri epossidiche FEB – spessore minimo 250 microns – RAL 5005
- scartamento valvola secondo le norme DIN 3202 - serie F4 o ISO 5752 - serie 14
- flange dimensionate e forate secondo le norme ISO 7005-2 PN 10
- collaudo idraulico secondo le norme ISO 5208

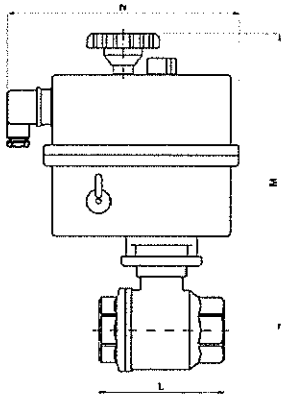


VALVOLA DI BY-PASS

A monte della valvola di macchina sarà installato un by-pass del diametro di 3" che andrà a scaricare l'acqua della condotta, nella cassa della turbina quando quest'ultima sarà in fermo, onde evitare che l'acqua geli, nei periodi invernali, all'interno delle tubazioni.

L'apertura e la chiusura di detto by-pass sarà assicurata da una valvola a sfera con comando elettrico a 24 Vcc.

Azionamento con attuatore elettrico

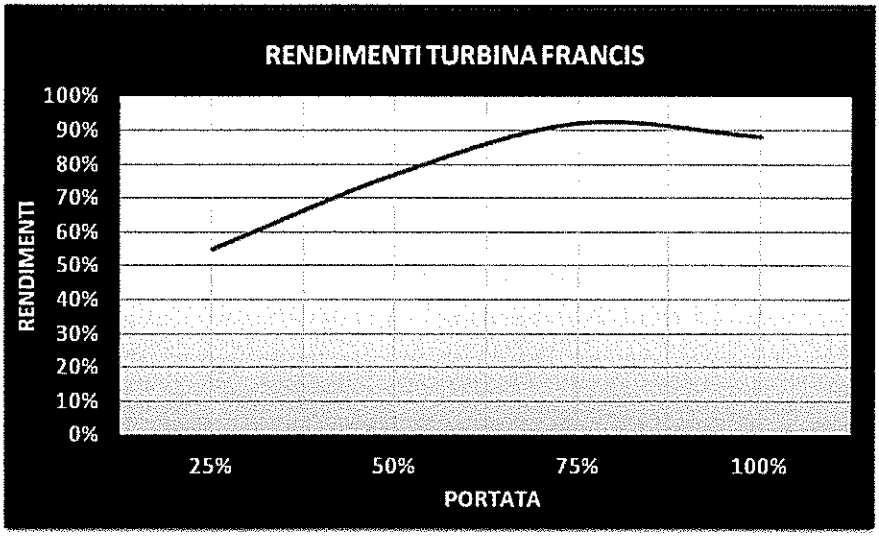


Dimensioni [mm]									
DN	L	H		T		M	N	S	P
		DE	SE	DE	SE				
¼"	49	158	158	119	119	201	169	105	54
3/8"	49	158	158	119	119	201	169	105	54
½"	57	188	188	165	165	202	169	105	57
¾"	64	195	195	165	165	211	169	120	63
1"	79	193	212	165	177	216	169	155	75
1¼"	90	201	228	165	177	247	169	155	80
1½"	105	198	230	165	239	248	169	195	95
2"	125	244	262	177	230	260	169	195	100
2½"	160	251	304	177	246	353	235	230	145
3"	185	260	327	239	290	380	235	230	150

LA CENTRALE

L'impianto per la sicurezza di gestione e per migliorarne i rendimenti, è dimensionato per potenzialità di circa il 10 % superiori a quelle di concessione di esercizio.
GRUPPO Turbina asse orizzontale FRACIS

Il rendimento della macchina sarà circa dell'90%-92% a pieno carico, senza nessun onere aggiuntivo, realizzato con i migliori materiali reperibili sul mercato italiano, questo per garantire un'immediatezza per eventuali manutenzioni straordinarie una qualità e una tecnologia al top per l'impianto.



La macchina prevede la fornitura e posa in opera di turbina Francis in camera forzata ad asse orizzonta, accoppiata direttamente a sbalzo ad un motore asincrono.
La turbina sarà formata da una girante Francis con pale realizzate in acciaio inox AISI 316L dal pieno mediante macchina a controllo numerico e successivamente saldate ai due anelli che formano la girante.
Il distributore sarà realizzato in pale in acciaio inox AISI 304, realizzate dal pieno mediante macchina a controllo numero e si muoveranno grazie ad un sistema di bielle a morsa o mediante albero di rottura in modo da evitare rotture nel caso in cui fosse presente un corpo estraneo.

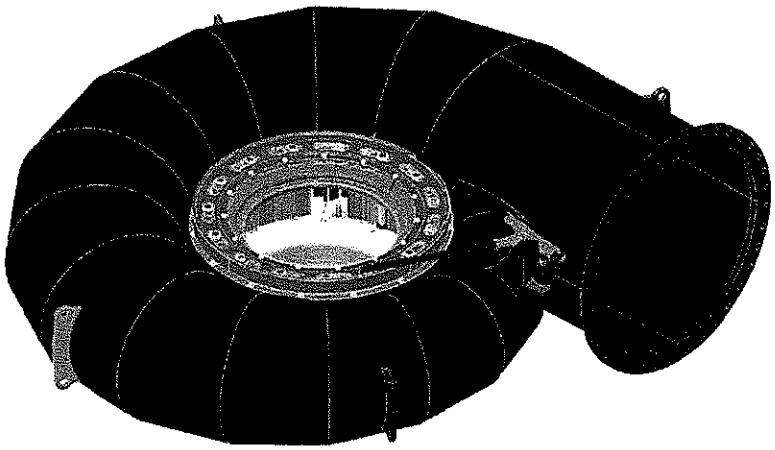
Tutti i leverismi saranno anch'essi realizzati dal pieno in acciaio speciale K20, e subiranno un trattamento di nichelatura per garantire una perfetta protezione contro la corrosione mantenendo le tolleranze delle lavorazioni meccaniche che mediante un normale procedimento di verniciatura non può essere garantito.

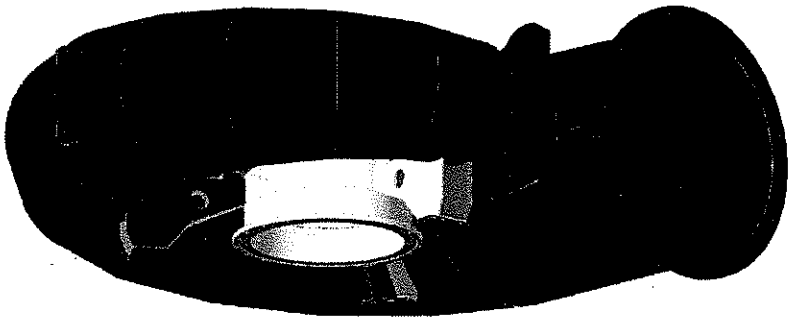
Gli alberi, che alloggeranno in apposite bronzine, saranno in inox AISI 304.
La lubrificazione delle bronzine superiori avverrà mediante ingrassaggio manuale, mentre quelle inferiori saranno adottate bronzine autolubrificanti.
Il movimento sarà azionato da un servomotore elettromeccanico a 24 Vcc, completo di finecorsa doppi, limitatori di coppia e trasduttori di posizione; equipaggiato di finecorsa e trasduttore di posizione.

L'alimentazione del servomotore a 24 Vcc è sempre disponibile dal pacco batterie presente nei quadri elettrici per i servizi, in modo da garantire il perfetto funzionamento anche in assenza della rete nazionale.

Il telaio di ancoraggio verrà preventivamente consegnato per l'opportuno inghisaggio.

La chiocciola sarà realizzata in lamiera S 355 J2 di grosso spessore da 6 mm pressopiegata o calandrata, gli elementi verranno uniti mediante saldatura in doppia passata esterna, la prima di penetrazione con procedimento MIG, la seconda di riempimento con procedimento ad elettrodo basico ed infine verrà eseguita una terza passata all'interno della chiocciola denominata ripresa la rovescio con procedimento MIG.
La chiocciola sarà munita di n 3 passamano per verificare visivamente lo stato del distributore e della girante e per inoltre facilitare eventuali pulizie.



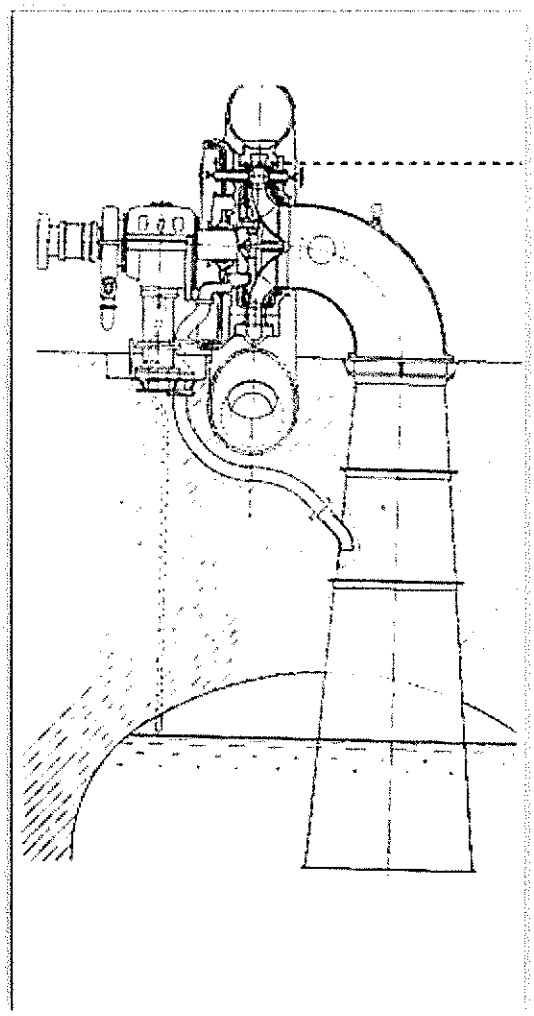


TUBO DIFFUSORE

Sarà realizzato un tubo diffusore a forma tronco-conica in lamiera S 355 J2 dello spessore di 6 mm che congiungerà l'uscita della chiocciola con la condotta in pressione esistente.

Il diffusore sarà flangiato all'estremità della cassa turbina lato scarico; sulla cassa turbina sarà pertanto saldata flangia di collegamento.

Il tubo diffusore sarà sabbiato e verniciato.



QUADRO COMANDI, PROTEZIONI E LOGICHE

Per il comando ed il controllo in automatico della centrale in parallelo con la rete ENEL sarà utilizzata la seguente architettura.

MASTER:	PLC OMRON serie CJ2 con EtherNet/IP integrato	(IP: 192.168.250.1);
SLAVE 1:	PANNELLO OPERATORE touch screen 10,7"	(IP: 192.168.250.2);
SLAVE 2:	MODEM eWon 3G/HSUPA	(IP: 192.168.250.3).

Il PLC riceve tutti i parametri di funzionamento, i comandi, le impostazioni, elabora i dati ed in funzione delle informazioni che riceve comanda l'avvio e l'arresto del gruppo in modo completamente autonomo ed anche in funzione dell'acqua disponibile.

Il PLC provvede inoltre ad elaborare tutti i dati relativi alle temperature rilevate dalle sonde installate sui generatori - turbina e trasformatore ecc, in caso di allarme provvede ad arrestare la macchina in avaria.

Sul fronte dell'armadio comando viene inserito un pannello operatore con schermo DSTN, tipo touch screen, per la visualizzazione e la modifica dei parametri di funzionamento del gruppo.

Questo permette con estrema semplicità di eseguire delle impostazioni di funzionamento ad esempio: visualizzare la potenza prodotta, controllare lo stato di apertura della macchina - soglie di allarme per max temperatura - livello di sfioro dell'acqua alla vasca di carico - allarmi per pressione minima e massima olio centralina idraulica velocità e tempo di fuga – e altri....

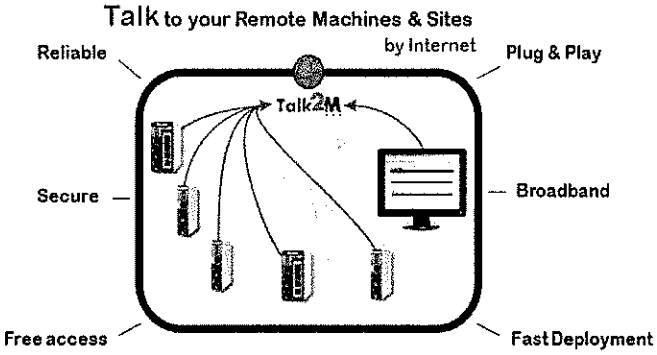
Lo stato dei vari interruttori e servomeccanismi sarà visualizzato dall'accensione di spie led di diversi colori.
Sulla porta dell'armadio servizi saranno anche inseriti i contatori di energia uso UTF del tipo elettronico con totalizzatore elettromeccanico, approvati e corredati dei certificati di collaudo di legge.
Per realizzare l'alimentazione a 24Vdc dei servizi si prevede di installare un caricabatterie alimentatore del tipo switching con amperaggio massimo dimensionato in base alle utenze da comandare.
L'alimentatore ha incorporati i seguenti allarmi:

- Max tensione batterie
- Min tensione batterie
- Intervento protezione sull'alternata

La minima tensione batterie sarà inoltre monitorata in modo continuo da un ingresso dedicato sul PLC e visualizzata sul pannello operatore.
Sarà installato un gruppo di batterie statiche al piombo di adeguata capacità.
Sarà realizzato un software di gestione dell'intero impianto (turbine, paratoie e sgrigliatori) per raggiungere il massimo rendimento della turbina in ogni condizione.

Il quadro elettrico sarà realizzato per la supervisione via modem (eWon) oppure via rete LAN aziendale interna. Mediante l'utilizzo della funzione Web server integrata nel pannello operatore, collegando lo switch EtherNet presente nel quadro elettrico alla rete (necessaria disponibilità di indirizzo IP statico) si possono visualizzare e/o modificare in remoto tutte le pagine con eventuali livelli di protezione password.

Per quanto riguarda La supervisione via modem la proposta di eWon è costituita da una famiglia di prodotti appositamente progettata per la teleassistenza ed il telecontrollo via Internet e per il tele monitoraggio di macchine ed impianti remoti.
I principali punti di forza del prodotto sono:
1. La teleassistenza viene effettuata in VPN tramite accesso al sito;
2. Con un collegamento internet sarà quindi possibile raggiungere eWon, stabilire una connessione protetta in VPN ed effettuare la teleassistenza sui PLC, pannelli, dispositivi, PC, telecamere, ecc.;
3. Possibilità di acquisizione dati dai PLC memorizzandoli (con data ed ora) in un file testo;
4. Invio allarmi o file allegati tramite mail o ftp;
5. Invio di SMS in caso di problemi;
6. Ricezione di SMS per comandi remoti;
7. Web Server nativo personalizzabile con monitoraggio variabili in tempo reale;
8. Supporto DynDNS e NO-IP;
9. Integrazione con Endian (VPN Server) per realizzare rete geografiche estese centralizzate;



Il quadro sarà dotato di scaricatori/separatori galvanici a protezione da scariche atmosferiche.

QUADRO BASSA TENSIONE

I quadri di potenza saranno costruiti in carpenteria metallica modulare speciale, finemente verniciata con polveri epossidiche e ventilata, che permetterà di ottimizzare la disposizione interna degli interruttori di macchina (dispositivi di parallelo) e delle altre apparecchiature di comando e controllo nonché dei vari componenti.

Il collegamento tra generatore e sezione di potenza all'interno del quadro sarà realizzato in cavo opportunamente dimensionato e steso con compensazione della reattanza di linea.

L'interruttore di macchina sarà del tipo 3X400A Pi 50KA motorizzato a 24 Vcc e completo di relè elettronico di protezione speciale per generatori asincroni con soglie e tarature separate per intervento magnetico e termico.

Un adeguato sistema di barre in rame renderà agevole il collegamento del generatore all'interruttore di parallelo.

Tutti i passaggi dei circuiti di potenza all'interno del quadro sezione BT saranno realizzati in barre di rame opportunamente dimensionate e ventilate, dove si inseriranno i TA ed i TV per il prelievo dei segnali di corrente /5A e tensione 400/100V da inviare alla sezione di comando - controllo, alle protezioni ed agli strumenti indicatori.

I TA installati per il rilievo della corrente uso protezioni provvederanno anche ad alimentare i vari strumenti e convertitori di visualizzazione e misura di: potenza - corrente – potenza reattiva ecc.

All'ingresso delle barre di potenza saranno anche installati i TA e TV con segregazione per alimentare i contatori di energia attiva prodotta uso UTF gruppo 1 e relative certificazioni.

La prima anta del quadro sarà dedicata al comando e controllo di tutti i circuiti ausiliari, interruttori di protezione luci e FM, caricabatterie, Acqua in centrale (allarme/blocco), Massimo livello dello scarico (allarme/blocco), Bassa pressione/livello in condotta forzata (allarme/blocco). Le logiche del PLC saranno condivise.
Il PLC sarà di tipo OMROM CJ2.

Nel quadro saranno predisposti i circuiti ausiliari per:

- Prese FM 380 e 220V
- Partenze varie utenze d'impianto

Sul fronte porta saranno inseriti gli strumenti di misura per controllare i vari parametri elettrici. Sulla stessa porta saranno inseriti i contatori di energia prodotta dal generatore e il contatore dell'energia esente certificato uso UTF.
Tutti i cavi sia di potenza che dei servizi saranno posati separatamente in canalina ventilata o eventualmente in cunicoli predisposti dal committente.
Il comando di inserzione della batteria di rifasamento arriva dal PLC il quale elabora i dati trasmessi dal convertitore di potenza reattiva posto a monte delle barre di potenza.
Le capacità saranno disinserite contemporaneamente agli interruttori di parallelo, in modo di evitare pericolose sovratensioni dovute ad autoeccitazioni dei generatori asincroni.
La batteria di rifasamento (c.a. 200 kVAR) ad inserzione automatica, garantirà un cosfi di almeno 0,96 a tutti i carichi della turbina.

TRASFORMATORE A BASSISSIME PERDITE

La Delibera ARG/elt 348/07 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, "Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica - TIT", del 29dicembre 2007, definisce la regolazione per la remunerazione degli investimenti per il servizio di distribuzione di energia elettrica. Il tasso di remunerazione del capitale investito netto è stato fissato nel 7% all'anno.
Per alcune tipologie di investimenti specifici previsti dall'art. 11.4 del TIT è riconosciuta una maggiorazione (in termini assoluti) del tasso di remunerazione del capitale investito. In questo ambito sono compresi gli " Investimenti di sostituzione dei trasformatori esistenti nelle cabine di trasformazione MT/BT con nuovi trasformatori a basse perdite: la maggiorazione riconosciuta è il 2% all'anno per 8 anni ".

L'art 11.6 precisa che l'incremento del tasso di remunerazione e la relativa durata sono riconosciuti nel caso in cui gli investimenti realizzati si riferiscono a trasformatori MT/BT conformi alla classe di perdite a carico ridottissime "Ak" e almeno alla classe "B0" per le perdite a vuoto, secondo la classificazione della norma EN 50464-1. Inizialmente la Delibera dell'Autorità prevedeva un'incentivazione solo per la sostituzione di trasformatori esistenti.

Successivamente con la deliberazione ARG/elt 103/10 del 30 giugno 2010, l'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas ha modificato il suddetto comma del TIT indicando "Investimenti di sostituzione dei trasformatori esistenti nelle cabine di trasformazione MT/BT con nuovi trasformatori a basse perdite; installazione di nuovi trasformatori a basse perdite in cabine di trasformazione MT/BT esistenti o di nuova realizzazione: la maggiorazione riconosciuta è il 2% all'anno per 8 anni".

Gli incentivi per i distributori di energia elettrica ora sono quindi estesi anche all'installazione di nuovi trasformatori a basse perdite in cabine di trasformazione MT/BT esistenti o di nuova realizzazione.

La Norma europea armonizzata CEI EN 50464-1 prevede per i trasformatori di media/bassa tensione 4 classi di perdite dovute al carico e 5 classi di perdite a vuoto.

Nelle 2 tabelle seguenti si indicano i valori prescritti per le perdite dovute al carico e perdite a vuoto (tra parentesi sono indicate le percentuali in più o in meno rispetto ai valori prescritti da Enel prima del 2008). Le classi (perdite massime dei trasformatori di distribuzione MT/BT) per le quali è previsto l'incentivo dell'Autorità sono: la classe Ak, per quanto riguarda le perdite dovute al carico, e la classe B0, per quanto riguarda le perdite a vuoto.

Tabella 1: Perdite a carico

Potenza nominale	Classe D_k	Classe C_k	Classe B_k	Classe A_k	Impedenza di corto circuito
(kVA)	(W)	(W)	(W)	(W)	(%)
50	1350 (+59%)	1100 (+29%)	875 (+3%)	750 (-12%)	4
100	2150 (+54%)	1750 (+25%)	1475 (+5%)	1250 (-11%)	4
160	3100 (+68%)	2350 (+27%)	2000 (+8%)	1700 (-8%)	4
250	4200 (+62%)	3250 (+25%)	2750 (+6%)	2350 (-10%)	4
400	6000 (+64%)	4600 (+26%)	3850 (+5%)	3250 (-11%)	4
630	8700 (+55%)	6750 (+21%)	5600 (=)	4800 (-14%)	6

Tabella 2: Perdite a vuoto					
Potenza nominale	Classe E_k	Classe D_k	Classe C_k	Classe B_k	Classe A_k
(kVA)	(W)	(W)	(W)	(W)	(%)
50	190 (+27%)	145 (-3%)	125 (-17%)	110 (-27%)	90 (-40%)
100	320 (+28%)	260 (+4%)	210 (-16%)	180 (-28%)	145 (-42%)
160	460 (+28%)	375 (+4%)	300 (-17%)	260 (-28%)	210 (-42%)
250	650 (+25%)	530 (+2%)	425 (-18%)	360 (-31%)	300 (-42%)
400	930 (+26%)	750 (+1%)	610 (-18%)	520 (-30%)	430 (-42%)
630	1200 (+33%)	940 (+4%)	800 (-11%)	680 (-24%)	560 (-38%)

La classe Ak della Norma europea armonizzata CEI EN 50464-1 prevede una riduzione delle perdite dovute al carico, in funzione delle diverse taglie dei trasformatori, mediamente del 11% rispetto ai valori prescritti da Enel prima del 2008.

Tale riduzione di perdite può essere realizzata dimensionando gli avvolgimenti in modo che la massa complessiva degli stessi risulti mediamente dell'ordine del 20% superiore rispetto alla massa degli avvolgimenti dei trasformatori della vecchia serie Enel.

La classe B0 della Norma europea armonizzata CEI EN 50464-1 prevede una riduzione delle perdite a vuoto, in funzione delle diverse taglie dei trasformatori, mediamente del 28% rispetto ai valori prescritti da Enel prima del 2008. Tale riduzione di perdite può essere realizzata utilizzando tipologie di lamierino ad alta permeabilità magnetica. Basta infatti considerare che la cifra di perdita di lamierini ordinari può raggiungere valori dell'ordine del 20-30% superiori rispetto alla cifra di perdita di lamierini ad alta permeabilità magnetica. Tali tipologie di lamierino consentono dunque di ottenere i valori richiesti dalla classe B0 con masse di materiale ferromagnetico sostanzialmente equivalenti a quelle utilizzate nelle macchine della vecchia serie Enel.

Dal punto di vista delle dimensioni e del peso, l'utilizzo di trasformatori a perdite ridotte non implica alcuna necessità di riconfigurare la cabina di trasformazione in quanto tutti i trasformatori di questo genere assicurano la conformità alle prescrizioni dei capitolati Enel.

QUADRO DI MEDIA TENSIONE

Il sistema è SCHNEIDER, composto da una serie di unità di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento in

SF6. Il tutto come prescritto dalla norma CEI 0-16:

- interruttore di manovra-sezionatore
- interruttore tipo SF1 o SFset
- sezionatore.

Le unità permettono di realizzare tutti gli schemi tipici di impianti relativi alla distribuzione fino a 24 Kv ed associa alle sue caratteristiche tecniche una concreta risposta in materia di sicurezza del personale e semplicità di installazione e di esercizio. Le unità sono adatte per l'installazione all'interno di locali anche di piccole dimensioni.
Le dimensioni dell'unità tipo sono:

- larghezza: 375 mm
- profondità: 840 mm
- altezza: 1600 mm.

Il grado di protezione dell'involucro esterno è IP2XC secondo le norme CEI-EN 60529.
Sia il collegamento dei cavi di potenza che le manovre relative all'esercizio e alla manutenzione sono effettuabili dal fronte dell'unità.

Norme e prescrizioni
L'apparecchiatura è conforme alle norme:

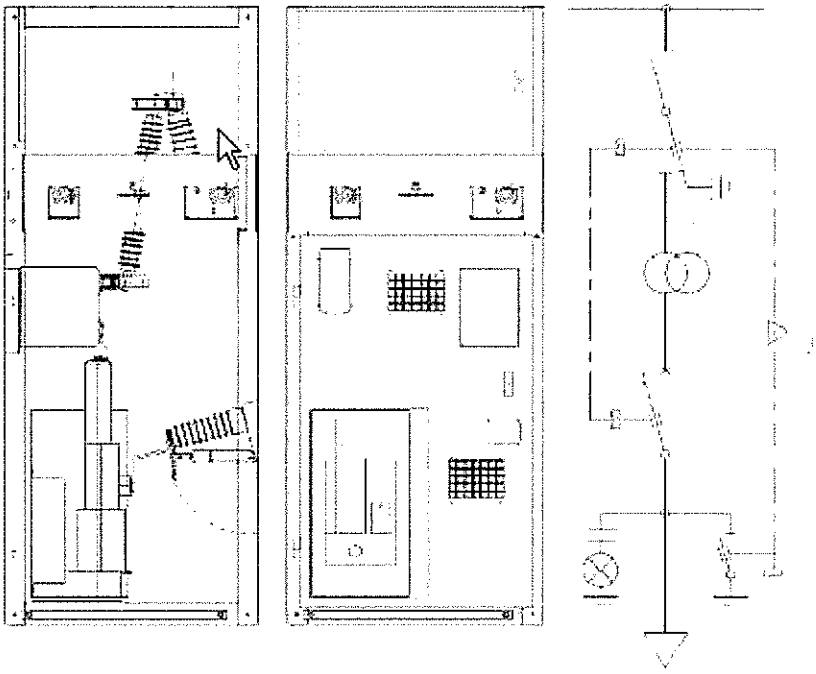
- CEI-EN 62271-200
- IEC 62271-200
- CEI-EN 62271-100
- CEI-EN 62271-102
- CEI-EN 62271-105
- CEI-EN 60044
- CEI-EN 60265
- CEI-EN 60470
- CEI-EN 60694
- D.P.R. 547 del 27.4.1955 e successive modifiche
- antinfortunistiche vigenti.

Finitura e trattamento della struttura metallica

La struttura metallica prevede l'impiego di lamiere zincate a caldo ed elettrozincate.

Le lamiere zincate sono impiegate per le parti interne della struttura e quelle elettrozincate per le Lamiere sottoposte a trattamento di verniciatura.

L'impiego di lamiere zincate ed elettrozincate/verniciate consente una migliore resistenza alla corrosione. La verniciatura è realizzata con un impianto automatico a deposizione elettrostatica di polveri epossipoliestere. Il colore standard è il bianco RAL 9002



REGOLAZIONE TURBINA

La regolazione dell'impianto sarà eseguita seguendo i dati forniti dalla sonda di livello 0-4 mt. posta alla vasca di carico impostando un livello massimo e minimo da mantenere. Nella situazione di mancanza di comunicazione fra opera di presa e sala macchine o comunque di guasto del sensore di livello, la regolazione passerà automaticamente in modalità pressione, seguendo un'apposita tabella pressione/potenza. I valori di pressione saranno forniti da un sensore/pressostato 0-20 bar installato sulla condotta in sala macchine a monte della valvola di macchina.

TURBINA

La turbina è stata calcolata per i seguenti dati di funzionamento:

salto	17,37	metri
portata	1550	lt/sec.

la grandezza che suggerisce il tipo di turbina da adottare e il numero di giri caratteristico si calcola con la formula:

nc = (n/H) x (N/H)

dove i simboli han i seguenti significati:

n = velocità di rotazione della turbina

H = salto utile

N = potenza della turbina a pieno carico

N = 9,81 RHQ

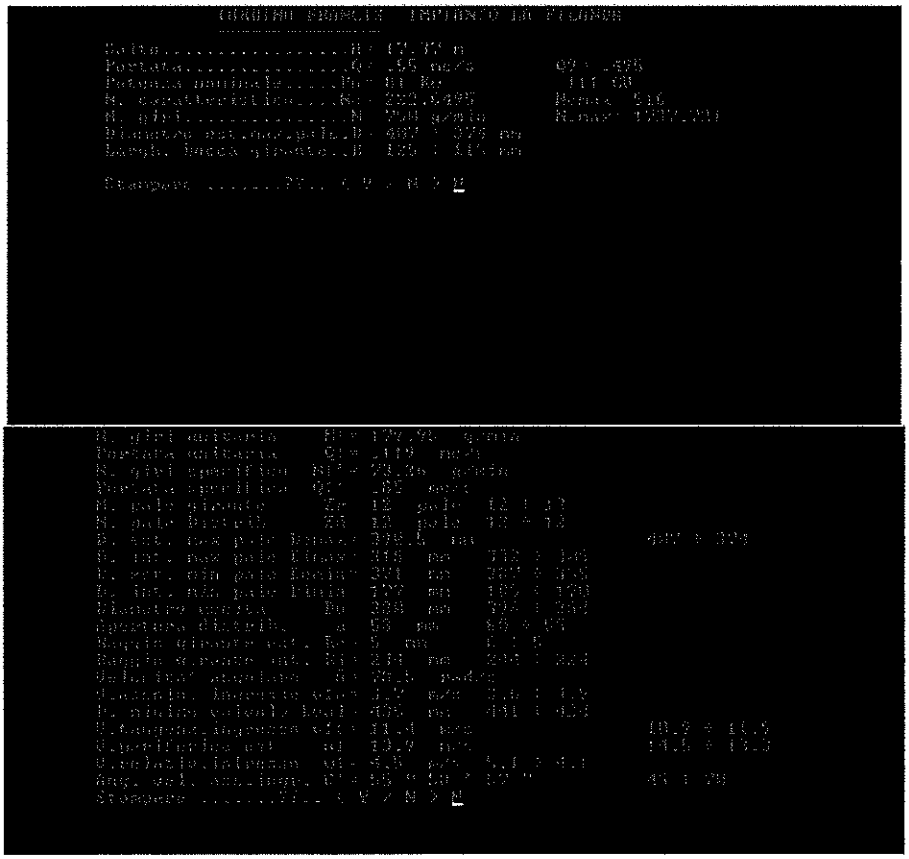
Dove

R = Rendimento della turbina

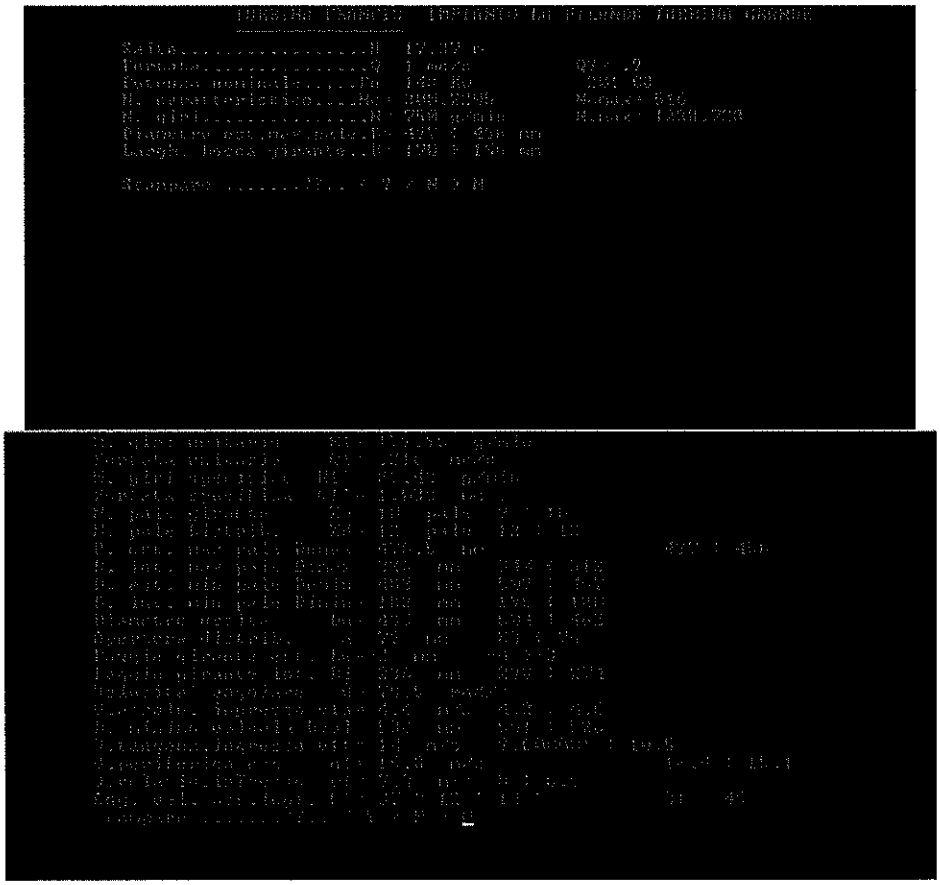
Il tabulato alla pagina seguente redatto con il programma della SOCIETA' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO dà il risultato e il dimensionamento della macchina per l'impianto in oggetto.

- n. 2 Turbina mod. Francis, una per 1/3 della portata di progetto e l'altra per i 2/3 (come da calcoli di dimensionamento delle giranti allegati):

GIRANTE PICCOLA



GIRANTE GRANDE



SCARICO

In fase di progetto la tubazione esistente per la restituzione della portata captata, sarà sostituita con due in acciaio, che restituiranno in alveo le acque derivate ad una quota pari a circa +90,90 m s.l.m., garantendo così un salto dall'opera di presa pari a 17,37 m.

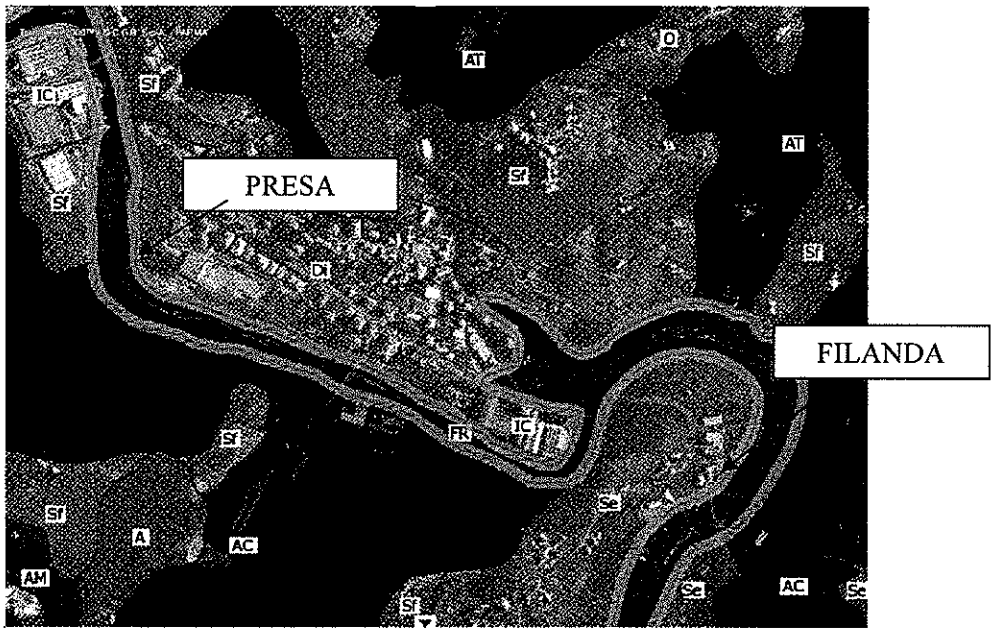
L'acqua, turbinata sarà restituita senza alterazioni di carattere chimico, e pertanto potrà rifluire in alveo mantenendo le condizioni iniziali.

3.1.3 PEDOLOGIA

Dalla cartografia DELLA REGIONE LIGURIA pedologica del Piemonte (da ARPA) risulta che la tipologia di suoli maggiormente presenti nella zona d'intervento sia rappresentata da inceptisuoli, salvo una zona a mollisuoli nella parte alta del bacino (figg. 1 e 2).

Gli inceptisuoli sono suoli scarsamente evoluti e con poche caratteristiche diagnostiche, mostrando sovente una scarsa maturità pedologica.

Fig. 1 Carta uso del suolo



Risultato Interrogazione

Uso Suolo

Se

Uso Suolo: Fasce e Terrazzi

Attenzione la querela punta non ci sono elementi

Uso Suolo: Zone percorse dal fuoco

Attenzione la querela punta non ci sono elementi

Uso Suolo: Case Sparse

Attenzione la querela punta non ci sono elementi

Squadro 1:25000

214.2

Uso Suolo

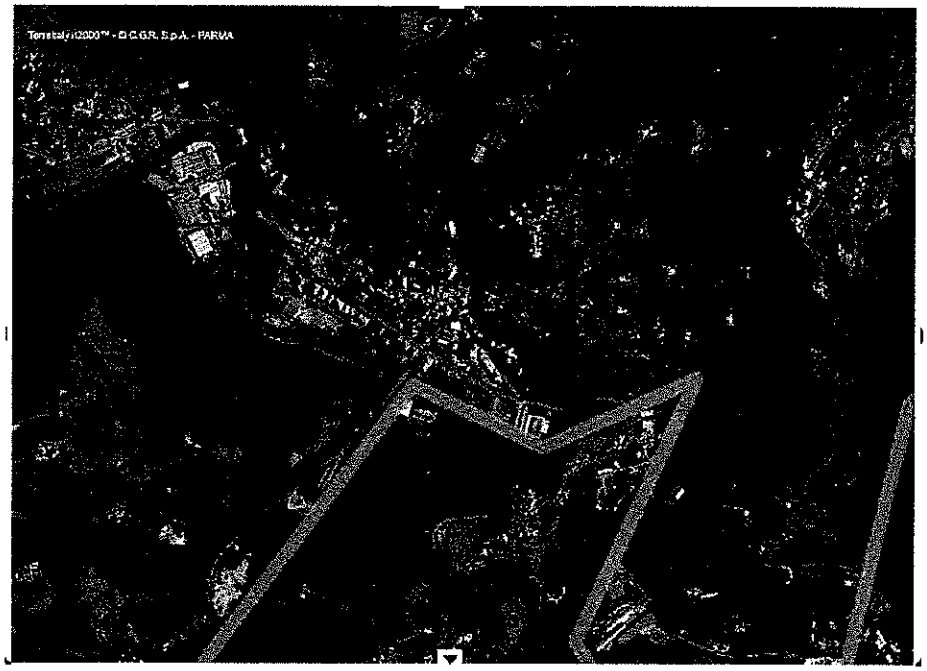
Risultato della Selezione	
Identificativo	72529
Codice	Se
Descrizione	SEMINATIVO SEMPLICE E ARBORATO

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali

Uso Suolo

Risultato della Selezione	
Identificativo	74987
Codice	FR
Descrizione	FORMAZIONI RIPARIALI COMPRENDENTI I RELATIVI CORSI D'ACQUA E CANALI

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali



Zone svantaggiate - DLgs 16 aprile 1997 n. 146 Proposta Regionale

Risultato della Selezione	
Identificativo	38
Perimetro [Km]	
Superficie [Ha]	
Codice ISTAT Provincia	010
Provincia	GENOVA
Codice ISTAT Comune	016
Comune	CICAGNA
Codice Settore	C073
Codice Avviamento Postale	16044
Azienda Sanitaria Locale	001 - CHIAVARESE
Ambito Edilizia Abitativa e Scolastica	L
Comunità Montana	CM4 - Comunità Montana Fontanabuona
Consorzio Comuni	
Denominazione Origine Protetta	3 - RIVIERA DI LEVANTE
Area Obiettivo 2 Documento Unico Prog. 1997/99	
Zona Montana L.991 1952 - L.1102 1971	I - Interamente delimitato
Zona Svantaggiata DLGS. n. 146/97 proposta regionale	PS - particolarmente svantaggiato
Zona Svantaggiata DLGS. n. 146/97 proposta ministeriale	S - svantaggiato
Area Svantaggiata L. 366/75	I - Interamente delimitato
Livello Montività Ord. 2274/01	38 - bassa pericolosità

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali

Le caratteristiche salienti di questo tipo di suoli sono rappresentate da roccia madre fortemente resistente all'alterazione o da posizioni fisiografiche tali da non favorire un'evoluzione del suolo verso forme più mature.

Infatti sono spesso suoli collocati su pendii troppo ripidi per potere essere coltivati e quindi spesso l'utilizzazione migliore risulta essere quella forestale, come in questo caso.

3.1.4 BIOCENOSI

3.1.4.1 IDROLOGIA

3.1.4.1.1 MORFOMETRIA

L'ecosistema fluviale interessato dal progetto in esame è quello del Torrente Lavagna nel tratto tra Ferrada e Queriolo comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna. Le caratteristiche morfometriche dell'intero bacino sotteso e della relativa asta fluviale sono indicate in tab.1

Tab. 1 - Parametri morfometrici del bacino sotteso alla sezione di presa.		
Altitudine massima (**Hmax**)	m s.l.m.	**1237,40**
Altitudine mediana (**Hmed**)	m s.l.m.	**612,53**
Altitudine sezione (**Hsez**)	m s.l.m.	**111,40**
Superficie totale (**S**)	km^2	**67,06**
Superficie fascia altimetrica > 3.100 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 3.100 - 2.700 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 2.700 - 1.700 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 1.700 - 600 m s.l.m.	%	**68,41**
Superficie fascia altimetrica < 600 m s.l.m.	%	**31,59**
Perimetro (**P**)	km	**133**
Indice di forma (**Ig**)		**4,48**
Lunghezza asta fluviale (**L**)	km	**20**
Pendenza media asta fluviale (**Pi**)	%	**5**
Portata media annua (**Q**)	mc/s	**2,757**
Indice fisico di produttività globale (**Ipf**)		**2,82**
Tempo di corrivazione (**Tc**)	ore	**2,06**

L'altitudine massima del bacino (Hmax = 1237.40 m s.l.m. Monte Caucaso) corrisponde alla vetta più elevata, sullo spartiacque. L'altitudine mediana (Hmed = 612,53 m s.l.m.) è quella che separa il bacino in due porzioni di uguale estensione poste al di sopra e al di sotto di tale altitudine; essa è stata ricavata mediante la curva ipsografica secondo quanto previsto da Strahler (1952, 1968). La superficie totale del bacino è ripartita percentualmente in fasce altimetriche delimitate dai seguenti limiti (Durio *et al.*, 1982):

- **600 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio*; nelle porzioni territoriali poste a quote inferiori la neve caduta in quel mese fonde nel giro di pochi giorni; quindi non vi sono le condizioni climatiche invernali sufficientemente rigide per l'accumulo di neve al suolo;
- **1.700 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale*; al di sopra di quella altitudine la neve si accumula durante il periodo dicembre - gennaio - febbraio; nella fascia 600 ÷ 1.700 m s.l.m. le condizioni climatiche per l'accumulo sono intermedie in funzione della quota;

- **2.700 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio annuo*; la temperatura media annua è pari a 0 °C; vi sono le condizioni climatiche adatte all'accumulo di neve al suolo per un semestre;
- **3.100 m s.l.m.**, *limite delle nevi persistenti*; al di sopra di tale altitudine vi sono le condizioni climatiche adatte per la formazione di ghiacciai.

Tanto più la forma di un bacino tende a quella circolare, tanto più breve è il tempo di concentrazione delle acque di ruscellamento. In un bacino allungato gli afflussi derivati da un rovescio sono più dispersi nel tempo. La forma del bacino può essere espressa con un indice numerico (**Ig**), detto **indice di Gravelius** (**indice di forma** o di **sinuosità**). Esso indica il rapporto tra il perimetro **P** del bacino e quello di una circonferenza racchiudente un'area **S** di uguale estensione:

$$\mathbf{Ig} = \frac{\mathbf{P}}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot \mathbf{S}}}$$

In sostanza servono i dati relativi alla superficie del bacino e la lunghezza dello spartiacque. Se il bacino avesse una forma perfettamente circolare, sarebbe Ig = 1; tanto più la forma è lontana da quella circolare, tanto più Ig è superiore ad uno. L'indice di forma calcolato per l'intero bacino del T. Moconesi sotteso alla di chiusura considerata, è risultato pari a 4,48 ad indicare una forma tendente allungata.

Il dato sulla lunghezza del corso d'acqua è indicato in **tab. 1** con **L**, misurato dalle sorgenti alla sezione; esso è risultato pari a 20 km. Tale dato è utile ai fini del calcolo degli indici morfometrici e per le valutazioni idrologiche e biologiche. Utilizzando il metodo del triangolo equivalente è stata determinata la pendenza dell'asta fluviale, con Pi = 5,00 %.

Quando sono note le caratteristiche morfometriche di un bacino e del suo reticolo idrografico, è possibile valutare alcuni parametri che possono essere utili per l'interpretazione di determinati fenomeni fisici di particolare interesse. Fra questi è il **tempo di corrivazione** (**Tc**), cioè *il tempo teorico che una goccia d'acqua, caduta nel punto più periferico del bacino, impiega per giungere ad una determinata sezione del fiume.* Tale valore si ottiene con l'applicazione di formule più o meno complesse; fra quelle note dalla letteratura scientifica è stata usata quella di Giandotti che è la più utilizzata:

$$\mathbf{Tc} = \frac{4 \cdot \sqrt{\mathbf{S}} + 1{,}5 \cdot \mathbf{L}}{0{,}8 \cdot \sqrt{\mathbf{Hmed} - \mathbf{Hsez}}}$$

dove: **S** (km^2) è la superficie di bacino sotteso alla sezione in corrispondenza della quale si vuole determinare Tc;

L (km) è la lunghezza del corso d'acqua dalle sorgenti alla sezione considerata;

Hmed è l'altitudine mediana del bacino sotteso alla sezione considerata;

Hsez è l'altitudine della sezione considerata.

Il tempo di corrivazione è utilizzato per la stima dei fenomeni di piena quando siano noti i valori delle massime precipitazioni, concentrate in breve tempo (su scala oraria), registrate alle stazioni pluviometriche. In linea di massima questo dato è tanto più piccolo quanto minori sono le dimensioni del bacino e tanto più vicino ad uno è l'indice di forma; in tali condizioni i fenomeni di piena sono determinati prevalentemente dai brevi ma violenti rovesci temporaleschi. I bacini di maggiori dimensioni, con minori pendenze delle aste fluviali, una buona gerarchizzazione ed un elevato indice di forma, presentano più alti tempi di corrivazione; quindi il maggior deflusso delle acque è conseguenza di precipitazioni pure intense, ma insistenti per tempi più lunghi. Il tempo di corrivazione per l'intero bacino dello T. Lavagna è risultato pari a 2,06 ore.

La determinazione della produttività ittica costituisce oggi un obiettivo importante per la gestione del patrimonio ittico, soprattutto in funzione della regolamentazione della "pressione alieutica" e dei ripopolamenti. La produttività ittica è funzione delle potenzialità trofiche di un corso d'acqua, questo visto come parte di un sistema più vasto costituito dal bacino imbrifero di competenza. Altrettanto importanti sono gli studi volti all'individuazione, lungo le aste fluviali, di zone, più o meno omogenee per quanto riguarda le associazioni ittiche. È infatti utile classificare i corsi d'acqua in base a tipologie differenti, destinate a gestioni diversificate soprattutto in funzione del tipo di popolazioni ittiche presenti. Semplificando molto esistono relazioni fra produttività, zonazione longitudinale e ambiente fisico. Normalmente le caratteristiche naturali di un piccolo torrente montano, poco produttivo e popolato da salmonidi, sono ben distinguibili da quelle di un ampio fiume di pianura, molto più produttivo e ricco di ciprinidi.

Per la determinazione della produttività e della zonazione longitudinale sono state proposte diverse metodologie, quasi tutte basate su alcuni parametri ritenuti fra i più significativi fra quelli ambientali che presiedono alle potenzialità trofiche, quali il regime dei deflussi, la pendenza e la larghezza degli alvei, la temperatura delle acque e la loro qualità (dai punti di vista chimico e biologico), la composizione qualitativa e quantitativa dei popolamenti ittici, ecc... In particolare, considerando solo i fattori fisici e a parità di altre condizioni, per linee molto generali e schematiche, si può affermare che la produttività aumenta al crescere della disponibilità d'acqua (portata) e della superficie di fondo (larghezza degli alvei); diminuisce al crescere della velocità della corrente e al diminuire della temperatura delle acque.

Tali variabili non sono di facile determinazione, in quanto richiedono rilevazioni direttamente sul "campo" in adatte e particolari condizioni ambientali. Altre variabili sono invece già note o molto più facilmente misurabili direttamente su carte topografiche di dettaglio; esse sono legate alle precedenti anche per mezzo di funzioni empiriche i cui parametri possono essere determinati sperimentalmente, come suggerito da un'ampia letteratura idrologica. Alla luce delle precedenti considerazioni si possono formulare le seguenti considerazioni:

1. la produttività aumenta con la disponibilità del volume d'acqua e quindi della portata media annua; f(Qmed);
2. la produttività diminuisce al crescere della altitudine mediana del bacino imbrifero (Hmed) in conseguenza del gradiente verticale climatico termico negativo; f(1/Hmed);
3. la produttività è in funzione della pendenza media Pi del corso d'acqua, in quanto all'aumentare di quest'ultima aumenta la velocità della corrente; f(1/ Pi).

Diventa allora possibile, secondo quanto proposto da Perosino e Spina (1988) e successivamente applicato nell'ambito della "*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*" (Regione Piemonte, 1991), calcolare degli indici di produttività per mezzo dei quali si cerca non tanto di fornire stime sulla produzione di biomassa ittica ma, piuttosto, di fornire valori numerici quali sintesi delle situazioni morfometriche ed idrologiche dei diversi corsi d'acqua da correlare con i dati relativi ad altre variabili ambientali in generale e con quelli forniti dagli studi di distribuzione dell'ittiofauna in particolare. Indicando con **Q** l'indice fisico di produttività secondo la portata media annua **Qmed** (m^3/sec) a livello di una determinata sezione, si potrà scrivere:

$$\mathbf{Q} = 3 + \mathbf{LogQmed}$$

Tale formulazione viene espressa secondo il logaritmo decimale della portata in modo da ridurre l'eccessivo ambito di variabilità compreso fra valori minimi (piccoli torrenti) e massimi (grandi fiumi di pianura) prevedibili rispettivamente di 0,001 m^3/sec e di 1.000 m^3/sec (con un rapporto di ben sei ordini di grandezza); il numero 3 è giustificato dalla necessità di evitare valori dell'indice negativi che si verificherebbero nel caso di calcoli di logaritmi di dati di portata inferiori all'unità; in tal modo l'indice Q potrà variare tra 1 e 5. Indicando con **H** l'indice fisico di produttività secondo l'altitudine mediana **Hmed** del bacino imbrifero (m s.l.m.) a monte di una determinata sezione:

$$\mathbf{H} = \frac{10}{\sqrt[3]{\mathbf{Hmed}}}$$

Con tale espressione i valori di H potranno essere compresi tra 0,5 e 2 circa per altitudini comprese tra 100 m s.l.m. e 4.000 m s.l.m., come limiti rappresentativi della variabilità. Indicando con P l'indice fisico di produttività secondo la pendenza media Pi dell'asta fluviale a monte di una determinata sezione:

$$\mathbf{P} = \frac{1}{\sqrt[3]{\mathbf{Pi}}}$$

Con quest'ultima espressione, considerando pendenze da 0,01 % al 50 %, i valori di P risultano compresi rispettivamente tra 4 e 0,1 circa. I valori dei tre suddetti indici (Q, H, P) possono essere rappresentabili su un diagramma a tre assi ortogonali ad individuare, quindi, un prisma retto le cui dimensioni sono rappresentative di un indice fisico globale Ipf definibile, quantitativamente, dal prodotto delle tre precedenti formulazioni:

$$\mathbf{Ipf} = \frac{10 \cdot (3 + \mathbf{LogQmed})}{\sqrt[3]{\mathbf{Hmed} \cdot \mathbf{Pi}}}$$

Esso, tenendo conto delle caratteristiche del reticolo idrografico, varia entro i limiti 0,5 ÷ 30 circa che, grosso modo, rappresentano i rapporti reali tra le produttività di un piccolo torrente di alta montagna e di un grande fiume di pianura. Le principali caratteristiche morfometriche ed idrologiche di un corso d'acqua possono essere così quantificate per mezzo di un unico valore che, unitamente alla classificazione del tipo di regime idrologico e al valore numerico dell'indice biotico rappresentativo della qualità delle acque, consente una visione immediata e sintetica della situazione ambientale.

In corrispondenza della sezione in oggetto risulta un valore pari a 2,82.

3.1.4.1.2 IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso alla chiusura è di 67.06 km^2 (vedi Tav. 001). Esso è costituito dal corso del Torrente Lavagna, disposto secondo un asse prevalente WNW - ESE, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo decisamente asimmetrico: il versante Nord è molto più esteso rispetto al versante Sud, che invece risulta ridotto da un punto di vista della superficie e del contributo di volume d'acqua all'asta principale. Analogamente i versanti in sponda destra del Lavagna sono orientati principalmente a N, E, NE, mentre quelli in sponda sinistra hanno una distribuzione delle orientazioni più ampia dovuta ad una maggiore articolazione del reticolo idrografico (i versanti sono per lo più esposti a S, W e SW, ma non di rado a E e SE).

Per quanto riguarda gli affluenti, nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il T. Lavagna non riceve tributari importanti se non il Rio di Vallebuona ed il Rio delle Ferriere, entrambi sulla destra orografica. Successivamente riceve, sempre in sponda destra, il Rio di Lumarzo, il T. Litteggia, il Rio della Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi e quello di Camposasco, più altri di minore importanza.
Ma è la sponda orografica sinistra, come già accennato, a fornire i tributari maggiori: il Rio d'Urri, il T. Neirone, il Canale di Moconesi, il T. Malvaro ed il Canale di Isolona.

La particolare conformazione geografica del bacino determina una diversa esposizione alle perturbazioni meteorologiche che normalmente investono il litorale e una conseguente notevole variabilità spaziale delle precipitazioni, che risultano comprese tra i circa 1500 mm annui a ridosso dello spartiacque meridionale delle zone occidentali ed i 2000 mm della zona appenninica.

La distribuzione delle piogge presenta nell'arco dell'anno due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno estivo ed uno invernale; ma sono naturalmente le perturbazioni autunnali a provocare le piogge più intense.

La massima cima è costituita dal gruppo del Monte Caucaso con i suoi 1237.40 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'impianto della Filanda a quota 111,40 m s.l.m., risulta essere di circa 612,53 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ H_{max} + H_{min})$$

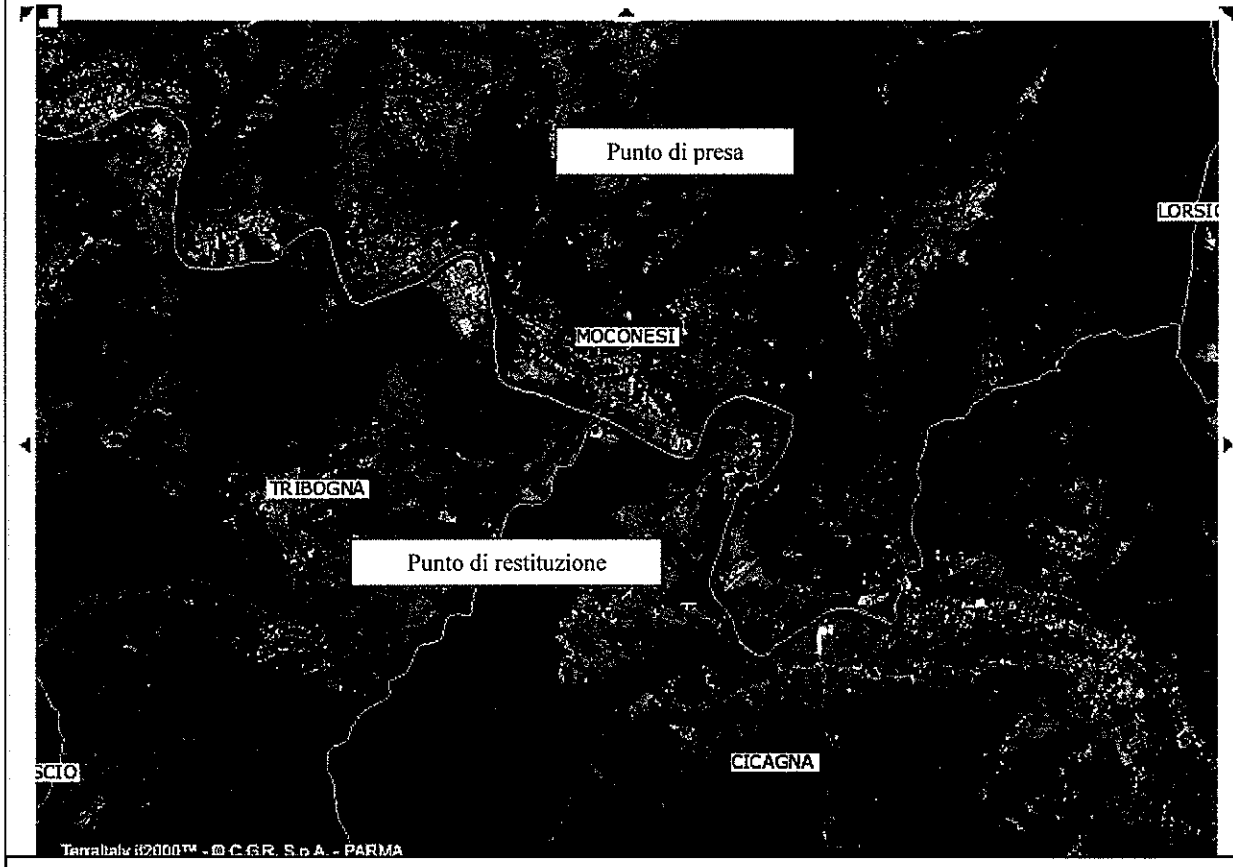
dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.

H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 1237.40 m s.l.m. (M. Caucaso)

Hmin = 111,40 m s.l.m. (opera di presa)



Tav. 6 –Individuzione del tratto del Torrente Lavagna interessato dall'intervento.

Al fine della determinazione della curva di durata delle portate si sono presi in considerazione i dati di pioggia giornalieri relativi a tre distinte stazioni pluviometriche distribuite nella parte prevalentemente superiore del bacino, coprendo un periodo di osservazione pari a 34 anni (1959-1987, 1994-1998), così da poter distribuire sulla superficie del bacino l'altezza di pioggia misurata e tener conto della già citata variabilità spaziale delle precipitazioni.

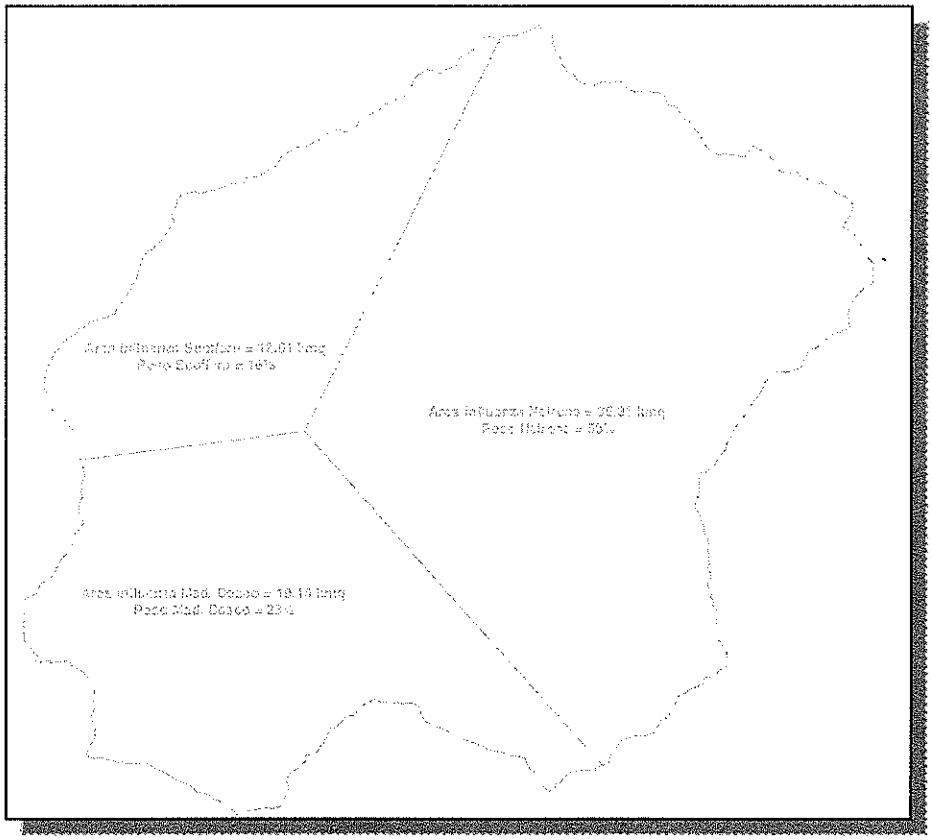
Le stazioni pluviometriche considerate sono dunque state:

Stazione	*Comune*	*Lat. N*	*Lg. E*	*Quota*
Scoffera	Torriglia	4925477	1510638	678
Madonna del Bosco	Lumarzo	4918071	1510650	376
Neirone	Neirone	4923633	1514618	332

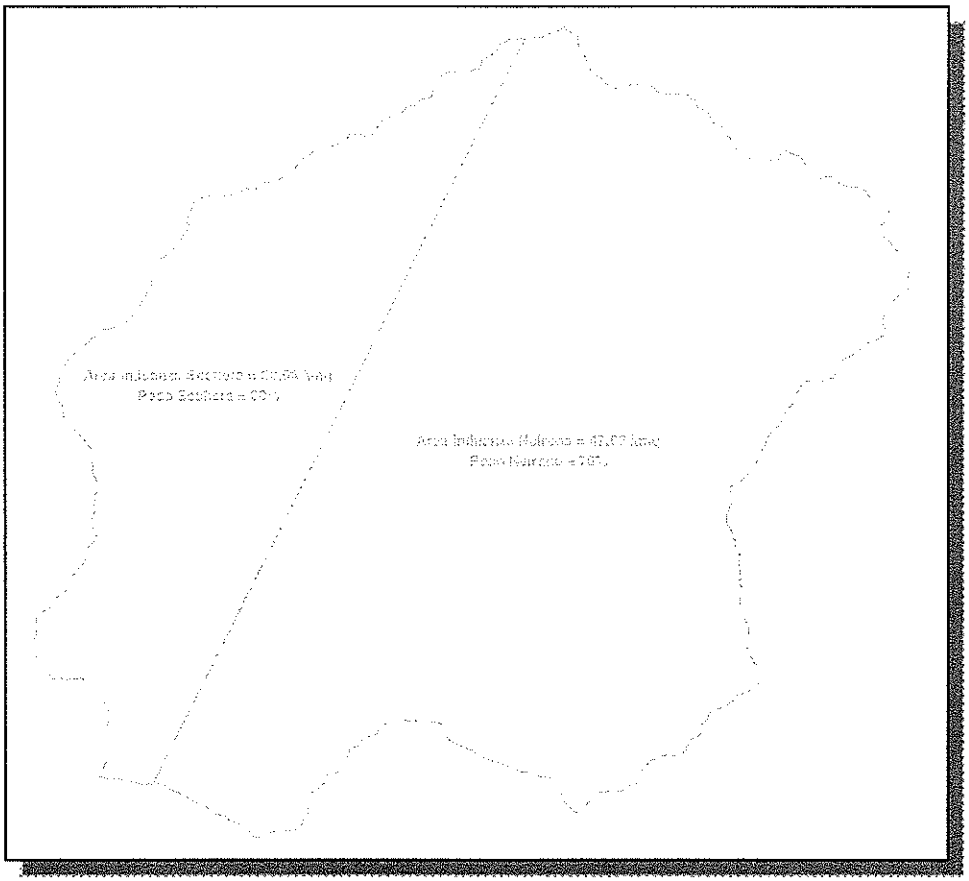
Di queste, solo la Scoffera è posta ad una quota superiore a quella media del bacino.

La distribuzione delle piogge è stata uniformata sulla superficie del bacino considerato utilizzando il metodo dei topoieti di Thiessen, e poiché i dati disponibili non coprono gli stessi anni in tutte e tre le stazioni di misura, sono state utilizzate tre diverse configurazioni:

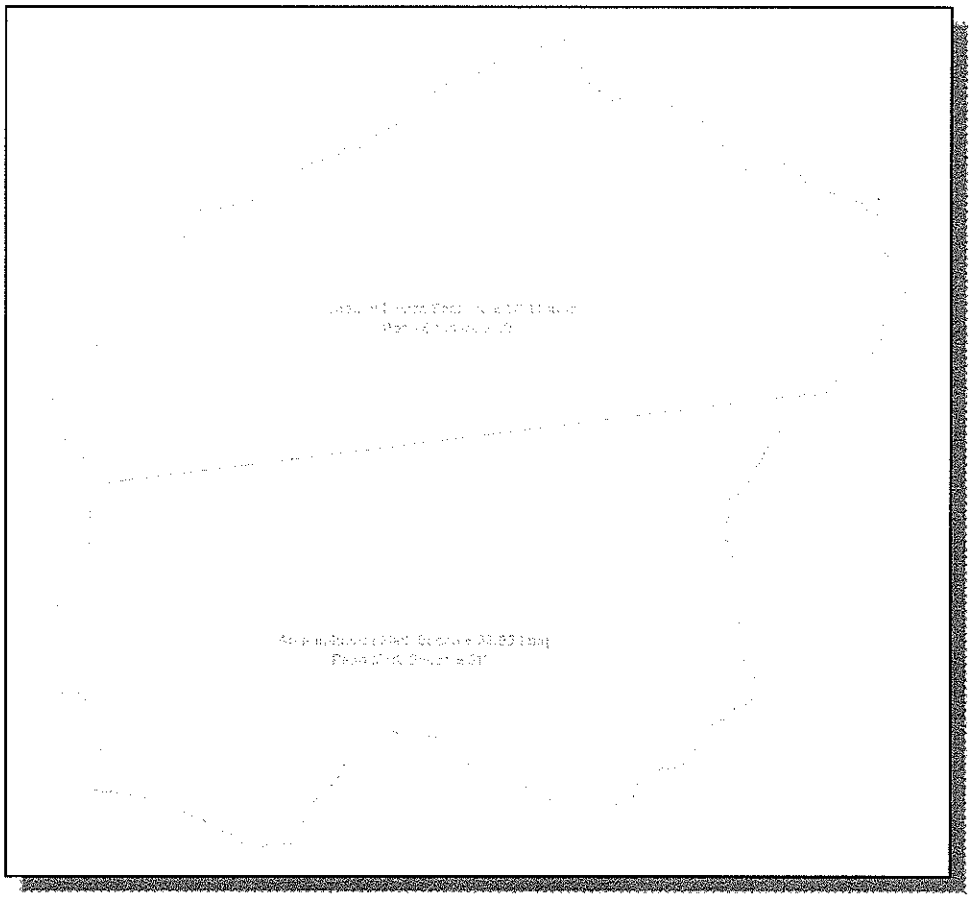
	Stazioni	*Area di influenza (km^2)*	*Peso (%)*	*Anni di osservazione*
Configurazione A	Madonna del Bosco Scoffera Neirone	19.14 12.61 35.31	28 19 53	1970-1976
Configurazione B	Scoffera Neirone	20.03 47.03	30 70	1960 1962-1967 1977-1981 1995-1996 1998
Configurazione C	Madonna del Bosco Scoffera	33.95 33.11	51 49	1968-1969



Tav. 7 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione A.



Tav. 8 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione B.



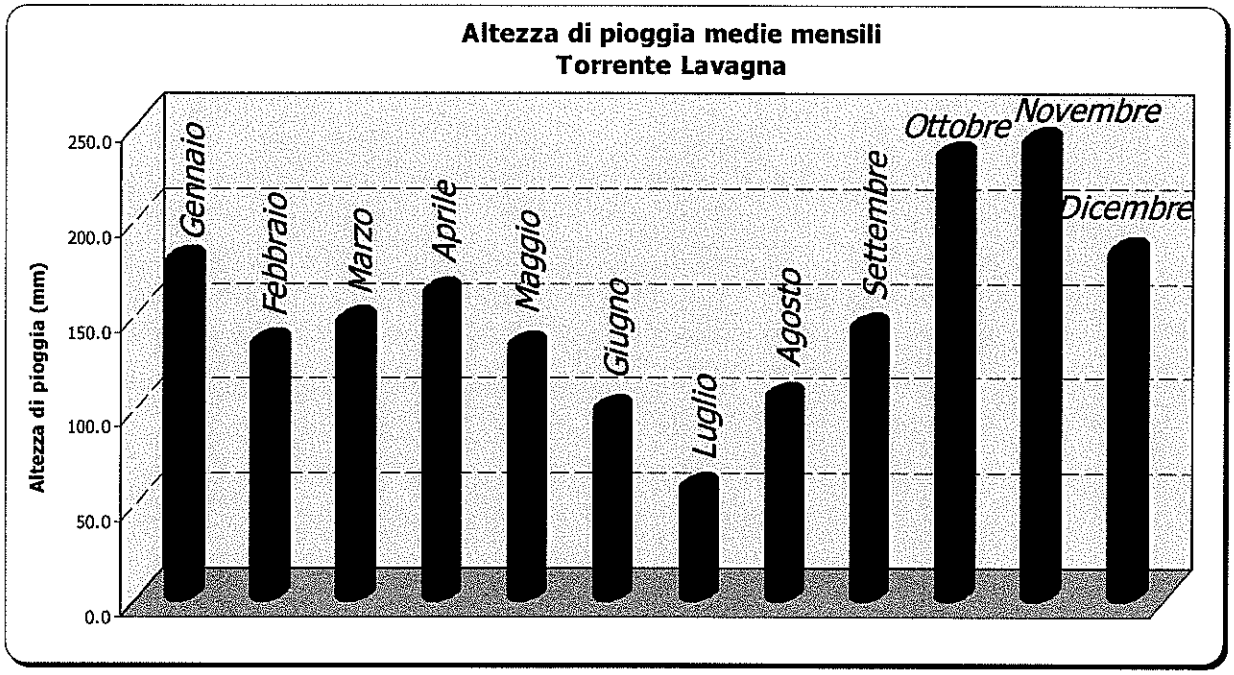
Tav. 9 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione C.

Gli altri anni di osservazione comunque compresi dello studio sono stati coperti da un solo pluviometro, a causa dell'assenza dei dati necessari:

Stazioni	*Area di influenza (km²)*	*Peso (%)*	*Anni di osservazione*
Scoffera	67.06	100	1959 1982-1987 1997
Neirone	67.06	100	1961 1994

Tali dati sono stati elaborati utilizzando il metodo del Curve Number modificato come di seguito esplicato, e da essi è stata ricavata la curva di durata delle portate caratteristica del corso d'acqua in oggetto.-

Di seguito sono riassunti i valori medi mensili del periodo.-



Tav. 10 –Torrente Lavagna – Altezze di pioggia medie mensili.

Mesi	*Altezza di pioggia (mm)*
Gennaio	177.7
Febbraio	134.4
Marzo	146.0
Aprile	160.6
Maggio	132.7
Giugno	98.9
Luglio	58.2
Agosto	105.3
Settembre	142.7
Ottobre	232.8
Novembre	240.7
Dicembre	182.3

Modello esteso del Curve Number

Il modello utilizzato per un'analisi idrologica a scala di bacino deve tener conto delle modalità secondo cui le acque superficiali e sotterranee si muovono, ed essere in grado di riprodurre nel modo più completo e corretto possibile l'evento reale, fornendone una simulazione affidabile; allo stesso tempo deve sapersi adattare a possibili variazioni delle caratteristiche proprie dell'area oggetto di studio.

I problemi principali derivano dalla stima dei parametri impiegati dal modello stesso, e dalle correlazioni che fra questi possono esistere, essendo spesso i parametri dipendenti gli uni dagli altri.

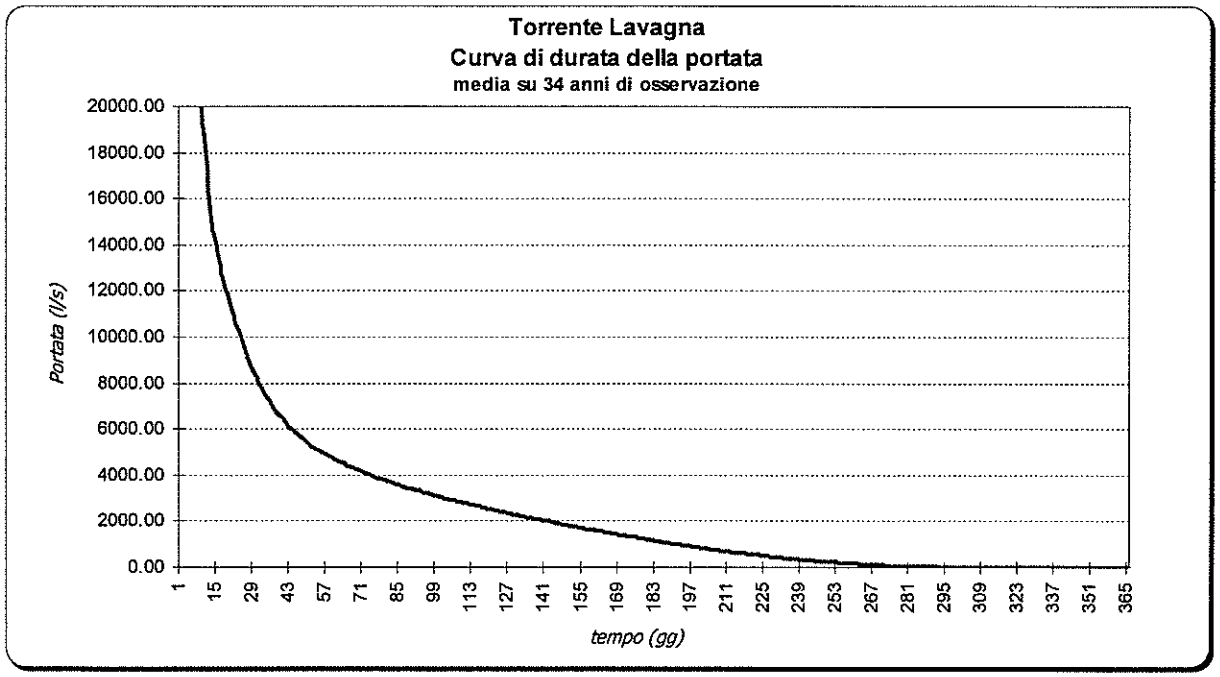
Il modello che classicamente viene utilizzato è quello proposto dal Soil Conservation Service, che riassume in un unico parametro, il Curve Number, rilevanti informazioni distribuite sul territorio, quali litologia e uso del suolo. È un modello tipicamente ad evento che presuppone l'inizializzazione dello stato del sistema.

In questa sede si è utilizzata una modellazione col metodo del CN estesa: partendo dalle caratteristiche del modello proposto dal Soil Conservation Service, si è inserito un modulo di memoria del processo di precipitazione antecedente. In questo modo si è ottenuta la possibilità di valutare lo stato di imbibizione del suolo e la conseguente curva di esaurimento nel tempo, stimando i contributi di ruscellamento e deflusso subsuperficiale avendo utilizzato come dati diretti unicamente le altezze di pioggia giornaliere.

Rispetto al classico modello del Soil Conservation Service, che tiene unicamente conto del ruscellamento superficiale, quello ora proposto consente di tener conto del volume d'acqua presente all'interno del sistema prima di eseguire un nuovo step temporale.

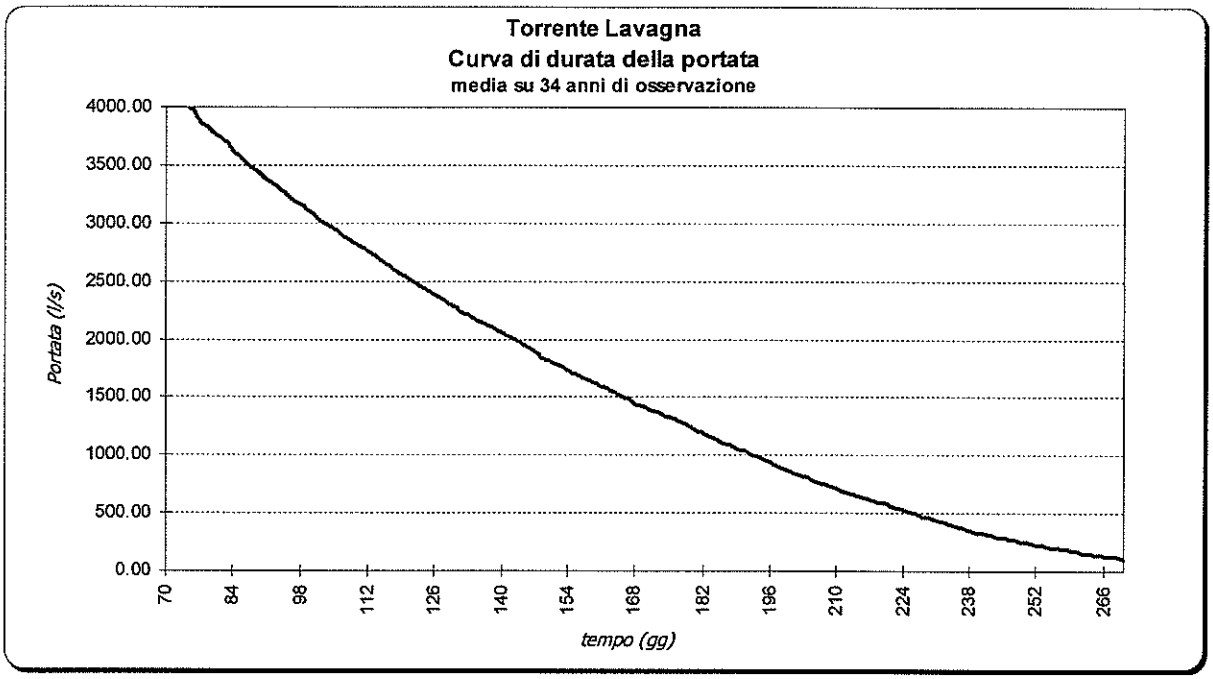
Curva di durata delle portate

L'elaborazione dei dati di pioggia giornalieri relativi alle stazioni pluviometriche di Scoffera, Madonna del Bosco e Neirone, per un periodo di osservazione pari a 34 anni (1959-1987, 1994-1998) secondo l'approccio metodologico appena proposto, ha portato alla determinazione della seguente curva di durata delle portate:



Tav. 11 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate – Media su 34 anni di osservazione.

Di seguito viene proposto uno stralcio della curva sopra riportata che meglio inquadra l'area di interesse specifico:



Tav. 12 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate – Media su 34 anni di osservazione.

Dalla curva sopra proposta si evince come il modello preveda periodi di assenza di portata, corrispondenti ai mesi estivi, ed un valore di portata massima pari a 70 m^3/s circa.

Considerando quanto fino a qui enunciato, si riportano di seguito i principali valori di interesse progettuale:

Q massima naturale [m^3/s]	71.20	da analisi dati di pioggia storici
Q media naturale [m^3/s]	3.11	da analisi dati di pioggia storici
Q media analitica [m^3/s]	2.76	da analisi del Piano di Bacino

3.1.4.1.3 IDROLOGIA ATTUALE

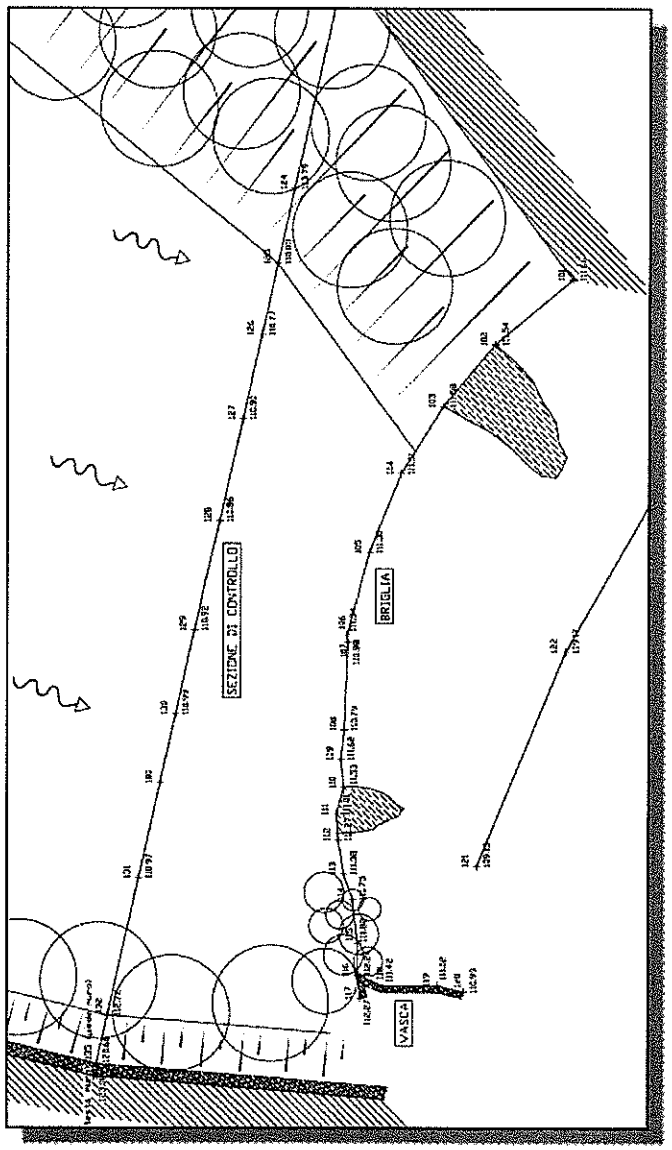
MISURE DIRETTE DI PORTATA

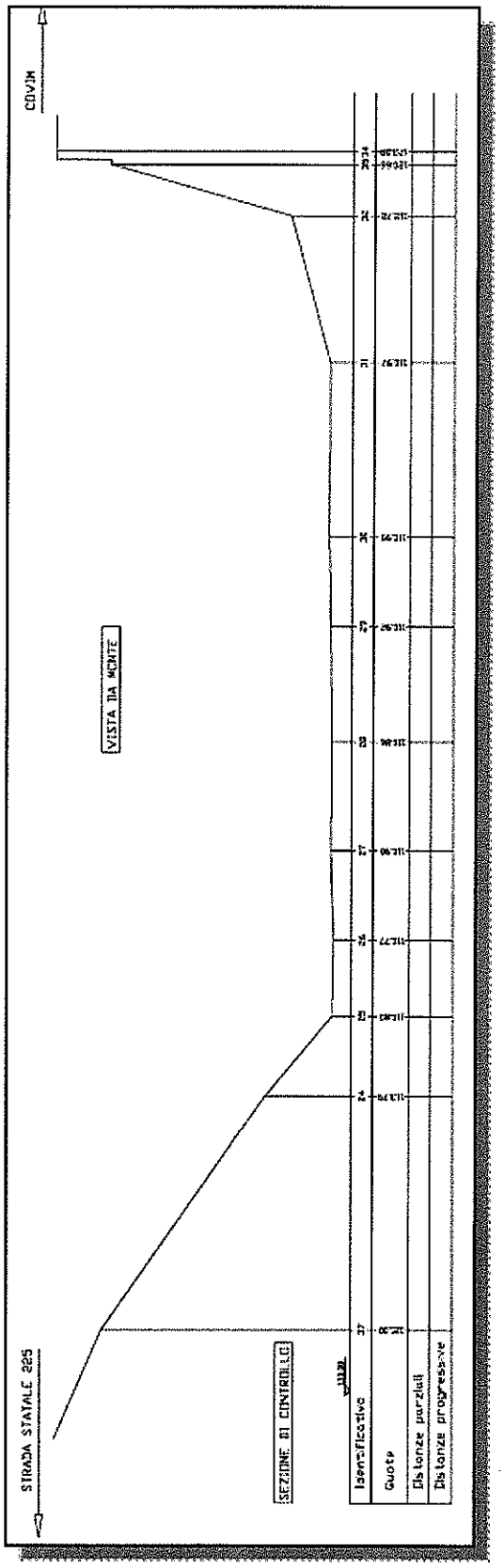
Al fine di fornire un'indicazione quantitativa attuale della portata e del comportamento del Torrente Lavagna in corrispondenza del punto di derivazione, è stato effettuato un monitoraggio della durata di un anno, con misure dirette di portata in alveo.

È stato eseguito un rilievo puntuale della sezione trasversale del corso d'acqua in corrispondenza del punto di misura prescelto, situato circa 20 m a monte della briglia – posizione in cui l'alveo risulta piuttosto regolare ed ampio per un tratto tale da poter considerare in prima approssimazione il moto dell'acqua uniforme - ed ivi sono state eseguite le misure di portata succitate.

Si propongono di seguito il rilievo plano- altimetrico della sezione di controllo, ed i dati forniti dalla campagna di misure.

Tav. 13 –Torrente Lavagna – Rilievo plano- altimetrico della sezione di controllo.





Tav. 14 –Torrente Lavagna – Sezione trasversale di controllo.

È stata rilevata tanto la sezione trasversale in corrispondenza della quale sono state effettuate le misure dirette di portata, quanto la briglia, posta circa 20 m a valle della sezione di controllo. Inoltre, per verifica del dislivello esistente, sono stati battuti due punti ai piedi della briglia.

A causa della fitta vegetazione non è stato possibile fornire un rilievo dettagliato della sponda sinistra, ma se ne è potuto ugualmente determinare l' andamento complessivo.

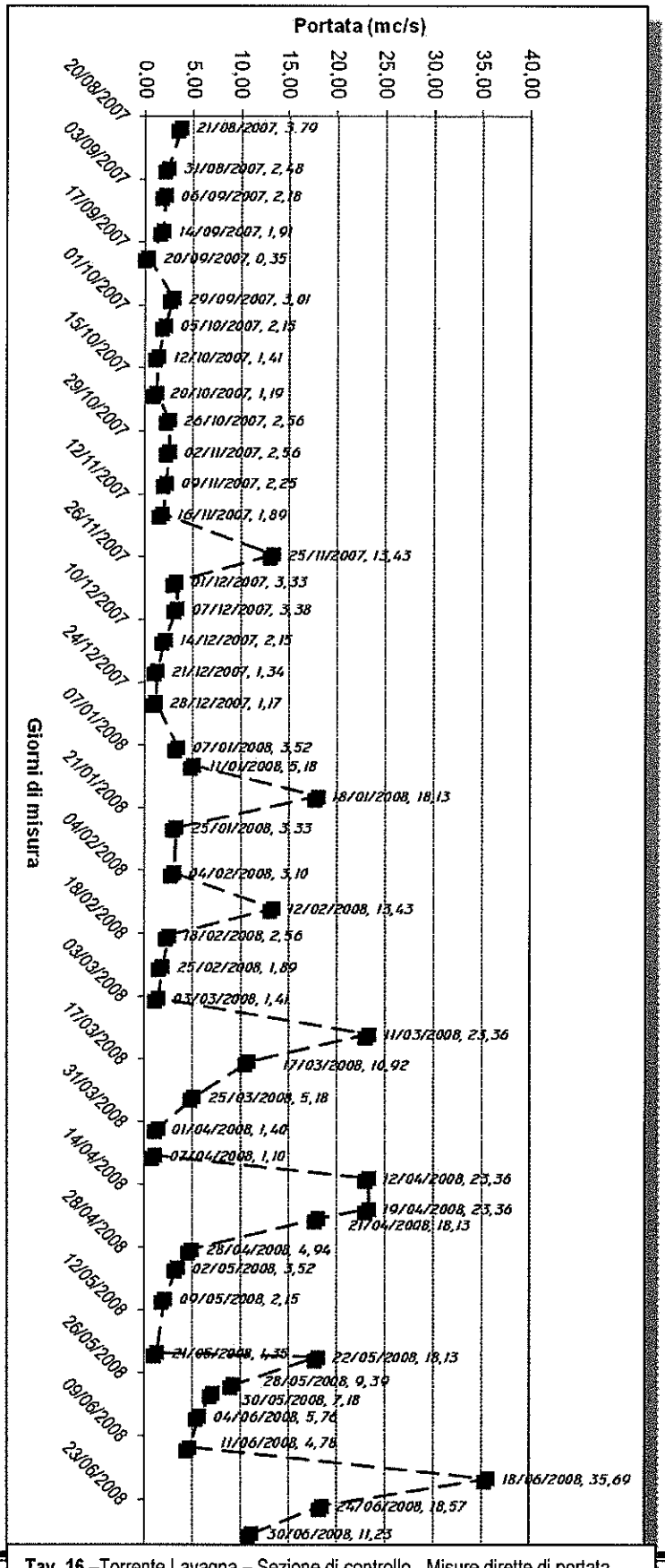
L'accesso alla briglia è permesso da un sentiero ubicato in sponda destra.

Data	Evento significativo	Data dell'evento significativo	Portata misurata [m³/s]
22/08/2007	x	20-21/08/2007	3.79
31/08/2007	x	31/08/2007	2.48
06/09/2007	-	-	2.18
14/09/2007	-	-	1.91
20/09/2007	-	-	0.35
29/09/2007	x	28/09/2007	3.01
05/10/2007	-	-	2.15
12/10/2007	-	-	1.41
20/10/2007	-	-	1.19
26/10/2007	x	25-26/10/2007	2.56
02/11/2007	-	-	2.56
09/11/2007	-	-	2.25
16/11/2007	-	-	1.89
25/11/2007	x	22-23-24/11/2007	13.43
01/12/2007	-	-	3.33
07/12/2007	x	07/12/2007	3.38
14/12/2007	-	-	2.15
21/12/2007	-	-	1.34
28/12/2007	-	-	1.17
07/01/2008	x	nevicata	3.52
11/01/2008	-	-	5.18
18/01/2008	x	x	18.13
25/01/2008	-	-	3.33
04/02/2008	-	-	3.10
12/02/2008	x	11/02/2008	13.43

18/02/2008	-	-	2.56
25/02/2008	-	-	1.89
03/03/2008	-	-	1.41
11/03/2008	x	10/03/2008	23.36
17/03/2008	-	-	10.92
25/03/2008	-	-	5.18
01/04/2008	-	-	1.40
07/04/2008	-	-	1.10
12/04/2008	x	08-11/04/2008	23.36
19/04/2008	x	14-18/04/2008	23.36
21/04/2008	x	17-18/04/2008	18.13
28/04/2008	-	-	4.94
02/05/2008	-	-	3.52
09/05/2008	-	-	2.15
21/05/2008	-	-	1.35
22/05/2008	x	-	18.13
28/05/2008	-	-	9.39
30/05/2008	-	-	7.18
04/06/2008	-	-	5.76
11/06/2008	-	-	4.78
18/06/2008	x	14-18/06/2008	35.69
24/06/2008	-	-	18.57
30/06/2008	-	-	11.23

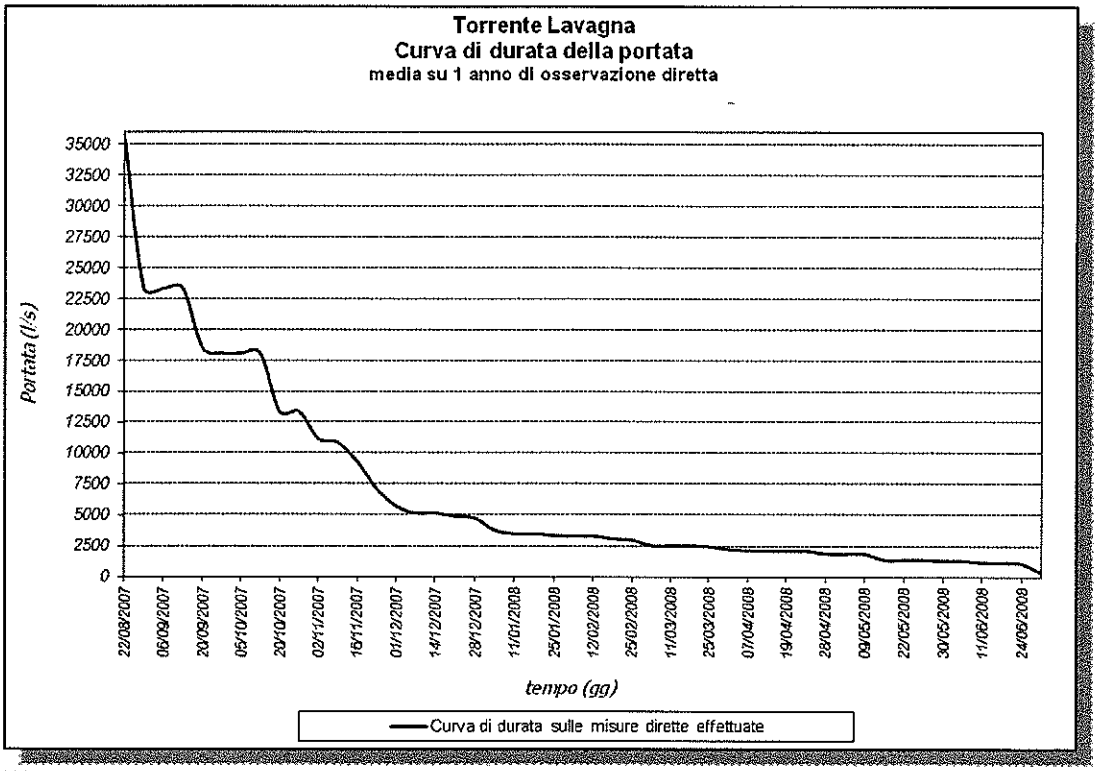
Tav. 15 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata.

Le misure sono state effettuate con cadenza pressoché costante, settimanalmente, ponendo particolare attenzione agli eventi pluviometrici significativi – di cui si è data nota nella tabella sopra proposta.

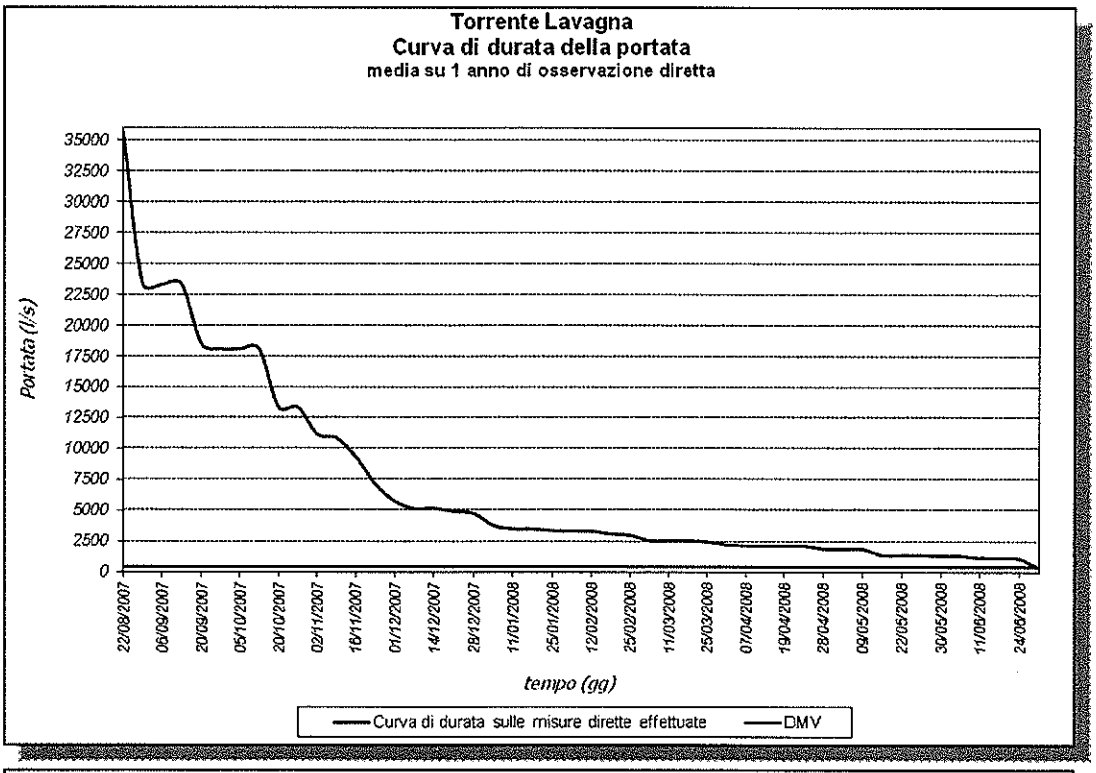


Tav. 16 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata.

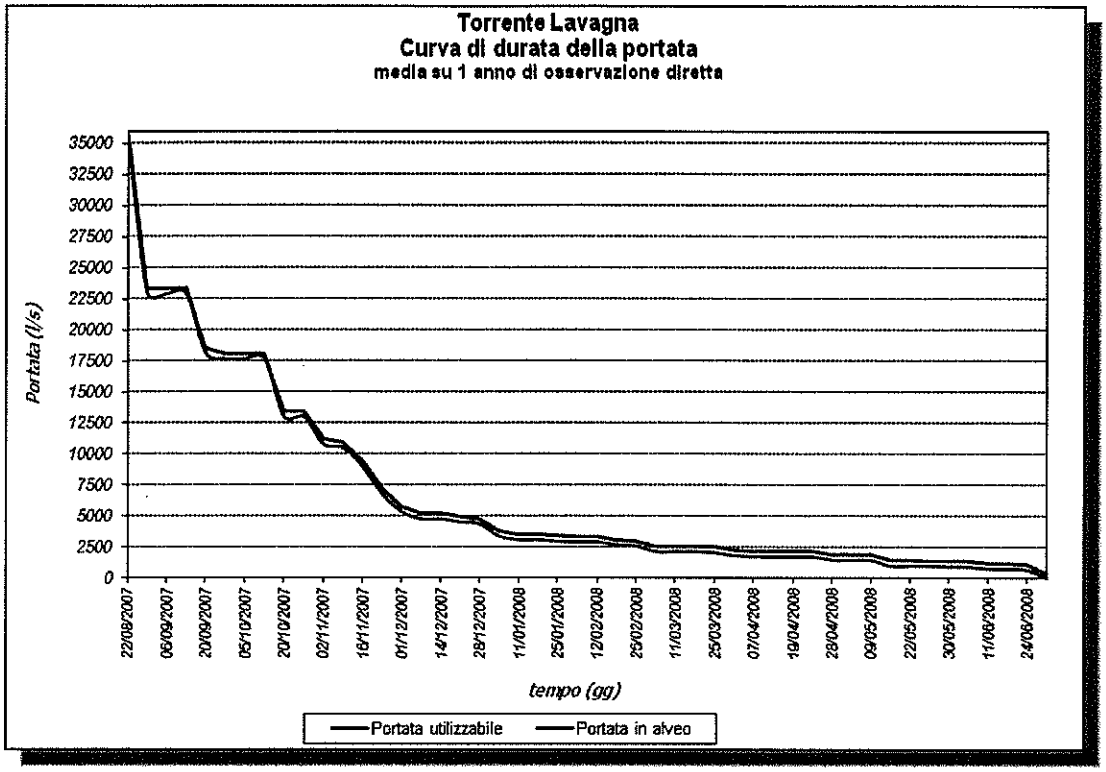
Lo studio delle misure effettuate ha permesso di rappresentare la curva di durata della portata presente in alveo e le analisi che di seguito si propongono:



Tav. 17 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata.



Tav. 18 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata – Portate misurate in alveo e e DMV = 0.443 m³/s.



Tav. 19 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata – Confronto tra portate misurate in alveo e portate utilizzabili al netto del DMV.

I grafici sopra riportati espongono la risposta del Torrente Lavagna agli eventi pluviometrici occorsi (di cui però non è stato possibile avere le altezze di pioggia relative). Si nota come nell'anno durante il quale sono state effettuate le misure dirette in alveo (anno 2007-2008), la massima portata registrata sia stata quella del 18/06/2008, pari a 35.69 m^3/s, e la minima quella del 20/09/2007, pari a 0.35 m^3/s.

Considerando il Deflusso Minimo Vitale che si propone di garantire in alveo, pari a 0.484 m^3/s, si nota come tra il 22/08/2007 ed il 30/06/2008 la portata è risultata inferiore ad esso in una sola occasione. Anche se è verosimile che nelle giornate, soprattutto estive, che non sono state oggetto di misura si siano verificate portate inferiori al DMV, è altrettanto vero che la frequenza delle osservazioni dirette è stata tale da permettere di considerare ragionevole quanto sopra esposto.

In tabella, di seguito, si propone il confronto tra i valori di portata misurata e quelli che si sarebbero potuti derivare garantendo il DMV, pur rispettando la prescrizione di mantenere in alveo 1.00 m^3/s nel periodo Maggio-Giugno.

Risulta evidente, sulla base dei risultati ottenuti, la fattibilità della derivazione nelle more della salvaguardia dell'ecosistema fluviale esistente: se il regime pluviometrico ed il comportamento del Torrente Lavagna fossero rispecchiabili nei dati sotto riportati, il ripristino della Filanda, nei numeri propri del progetto che qui si propone, si dimostrerebbe non solo fattibile ma soprattutto sostenibile.

Data	Portata misurata [m³/s]	DMV [m³/s]	Portata derivabile [m³/s]	Portata derivata [m³/s]	Portata transitante in alveo [m³/s]
22/08/2007	3.79	0.484	3.306	1.550	2.240
31/08/2007	2.48	0.484	2037.000	1.550	0.930
06/09/2007	2.18	0.484	1.696	1.550	0.630
14/09/2007	1.91	0.484	1.426	1.426	**0.484**
20/09/2007	0.35	0.484	-0.134	0.000	0.350
29/09/2007	3.01	0.484	2.526	1.550	1.460
05/10/2007	2.15	0.484	1.666	1.550	0.600
12/10/2007	1.41	0.484	0.926	0.926	**0.484**
20/10/2007	1.19	0.484	0.706	0.706	**0.484**
26/10/2007	2.56	0.484	2.076	1.550	1.010
02/11/2007	2.56	0.484	2.076	1.550	1.010
09/11/2007	2.25	0.484	1.766	1.550	0.700
16/11/2007	1.89	0.484	1.406	1.406	**0.484**
25/11/2007	13.43	0.484	12.946	1.550	11.880
01/12/2007	3.33	0.484	2.846	1.550	1.780
07/12/2007	3.38	0.484	2.896	1.550	1.830
14/12/2007	2.15	0.484	1.666	1.550	0.600
21/12/2007	1.34	0.484	0.856	0.856	**0.484**
28/12/2007	1.17	0.484	0.686	0.686	**0.484**
07/01/2008	3.52	0.484	3.036	1.550	1.970
11/01/2008	5.18	0.484	4.696	1.550	3.630
18/01/2008	18.13	0.484	17.646	1.550	16.580
25/01/2008	3.33	0.484	2.846	1.550	1.780
04/02/2008	3.1	0.484	2.616	1.550	1.550
12/02/2008	13.43	0.484	12.946	1.550	11.880
18/02/2008	2.56	0.484	2.076	1.550	1.010
25/02/2008	1.89	0.484	1.406	1.406	**0.484**
03/03/2008	1.41	0.484	0.926	0.926	**0.484**
11/03/2008	23.36	0.484	22.876	1.550	21.810
17/03/2008	10.92	0.484	10.436	1.550	9.370

25/03/2008	5.18	0.484	4.696	1.550	3.630
01/04/2008	1.4	0.484	0.916	0.916	**0.484**
07/04/2008	1.1	0.484	0.616	0.616	**0.484**
12/04/2008	23.36	0.484	22.88	1.55	21.81
19/04/2008	23.36	0.484	22.88	1.55	21.81
21/04/2008	18.13	0.484	17.65	1.55	16.58
28/04/2008	4.94	0.484	4.46	1.55	3.39
02/05/2008	3.52	1.000	3.077	1.550	1.97
09/05/2008	2.15	1.000	1.15	1.150	**1.00**
21/05/2008	1.35	1.000	0.35	0.350	**1.00**
22/05/2008	18.13	1.000	17.13	1.550	16.58
28/05/2008	9.39	1.000	8.39	1.550	7.84
30/05/2008	7.18	1.000	6.18	1.550	5.63
04/06/2008	5.76	1.000	4.76	1.550	4.21
11/06/2008	4.78	1.000	3.78	1.550	3.23
18/06/2008	35.69	1.000	34.69	1.550	34.14
24/06/2008	18.57	1.000	17.57	1.550	17.02
30/06/2008	11.23	1.000	10.23	1.550	9.68

Tav. 20 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Tabella di analisi.

Analizzando l'ultima colonna a destra è dimostrabile come la risposta del Torrente Lavagna, nell'anno di misure, sia stato tale da permettere un'ipotesi ideale di sfruttamento quasi ininterrotto della risorsa idrica, arrivando a limitare la portata derivata per garantire il DMV indicato, solo 13 volte sulle 48 misure rilevate.
In realtà il fermo macchine, nei due mesi estivi, verrà dato comunque.

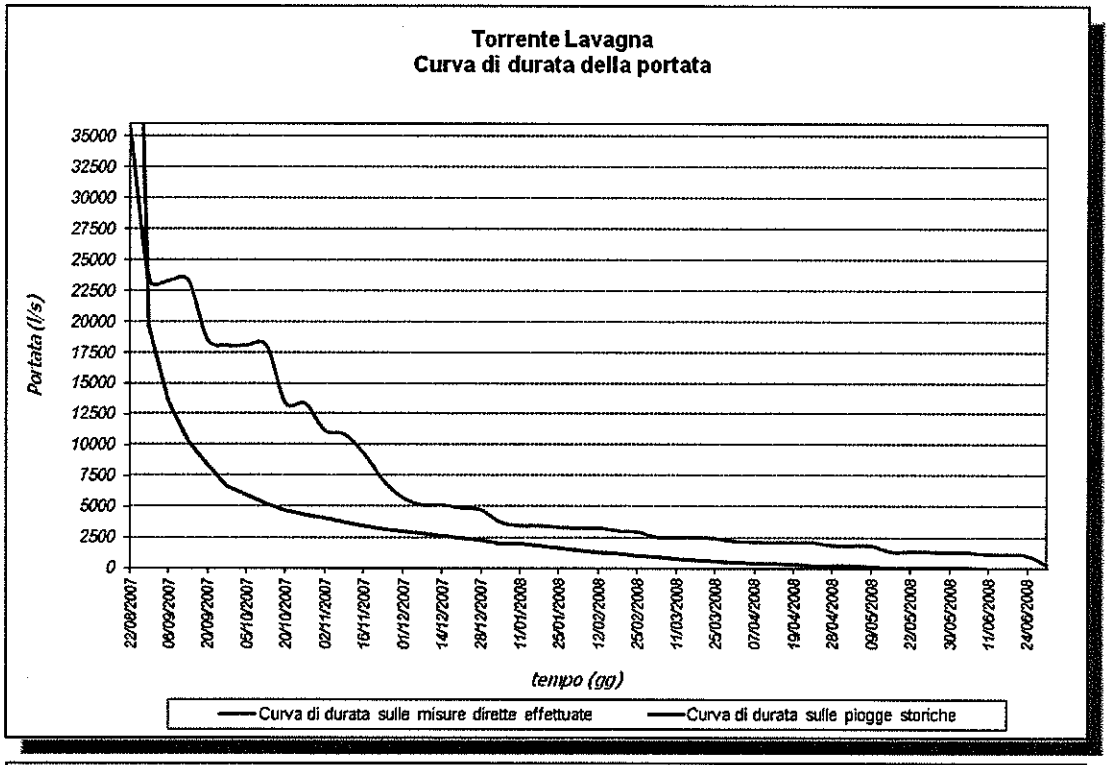
Si ribadisce come tutti i calcoli sopra proposti siano stati effettuati sulla base dell'approccio proposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, che interpreta il DMV nel senso più ampio, con lo scopo di tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali", e che a tal fine adotta il modello proposto dall' Autorità di Bacino del Po per i corsi d'acqua della Valtellina.
Si rimanda alle valutazioni ittiologico- ambientali del Dott. Ciuffardi ed alle indagini ambientali dello Studio Aquaterra per analisi più specifiche e dettagliate in merito.

CONFRONTO TRA DATI STATISTICI E MISURE REALI

Lo scopo della presente trattazione è, naturalmente, puramente indicativo, perché tale confronto non può avere valore statistico date le diverse scale temporali e spaziali su cui le due curve si basano; ma può fornire un'utile indicazione in merito al loro eventuale scostamento, fornendone una quantificazione numerica e comportamentale.

La curva di durata delle portate stimate in base ai dati storici pluviometrici è stata sovrapposta a quella ottenuta a partire dalle misure dirette di portata, distribuendone i valori in base alla stessa scala temporale.

Il risultato è riportato di seguito:



Tav. 21 –Torrente Lavagna – Confronto tra la curva di durata ottenuta a partire dai valori di portata direttamente misurati (anno 2007-2008), e la curva di durata ottenuta a partire dai dati pluviometrici storici (1959-1987, 1994-1998). La scala temporale considerata è quella delle misure dirette.

La curva di durata estrapolata dalle misure di portata è stata assunta, con un'approssimazione concordata con i tecnici dell'Ufficio V.I.A. della Regione Liguria, come rappresentativa del comportamento medio del tratto di corso d'acqua investigato.

Si può notare come i valori delle portate differiscano molto, da una curva all'altra: la prima, derivata dalle misure dirette in alveo, mostra valori decisamente più elevati, mentre la seconda, frutto di un'analisi a partire dai dati di pioggia storicamente rilevati, mostra un andamento più lineare e valori più contenuti. Naturalmente la prima curva fotografa il comportamento del Torrente Lavagna, chiuso in corrispondenza dell'opera di presa, durante un solo anno, pertanto le condizioni sono totalmente influenzate da una piovosità che non può essere mediata; la seconda curva invece rispecchia un'analisi pluriennale, pertanto ogni valore estremo viene mediato ed il comportamento complessivo linearizzato.

3.1.4.1.4 DEFLUSSO MINIMO VITALE

Essendo al momento della presentazione della domanda di concessione presso i competenti uffici della Regione Liguria (***Pratica D/6246***) ancora in fase di studio, da parte della Provincia di Genova, il testo che normasse definizione e valutazione del DMV, si era fatto riferimento a quello previsto dall'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra.

Il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino Regionale in data 15/03/2007 aveva espresso parere favorevole, con prescrizioni, all'avvio del procedimento per il rilascio di concessione di derivazione idrica (***Parere Prot. n. 42855 del 03/04/2007***), pertanto si ritiene opportuno confermare anche in questa sede il valore di DMV allora stimato, malgrado i più recenti studi a scala di bacino abbiano nel frattempo prodotto i risultati che nel seguito della trattazione verranno riportati.

Il DMV è la portata che deve scorrere effettivamente in alveo nel tratto compreso tra il punto di presa e quello di restituzione.

Tra i diversi approcci presenti in letteratura, l'Autorità di Bacino del Fiume Magra interpreta il DMV nel senso più ampio, con lo scopo di tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali", e a tal fine adotta il modello proposto dall' Autorità di Bacino del Po per i corsi d'acqua della Valtellina.-

Per meglio individuare e tarare i parametri più rappresentativi della natura del bacino idrografico, e per verificarne l'applicabilità, sono state effettuate numerose simulazioni su casi reali di domande di derivazione, testando diverse combinazioni dei valori di DMV specifico e dei parametri P,A, N, Lx e Mx.-

A seguito di tali simulazioni è stato scelto lo scenario ritenuto più soddisfacente e adeguato, sia perché tiene conto delle principali condizioni idrologiche, morfologiche ed ecologiche locali, sia perché è in grado di assegnare ad ogni parametro il peso corretto per rispettare l'importanza ecologica e le finalità di Piano volute dall'Autorità di Bacino stessa.-

Per le derivazioni ad uso idroelettrico, industriale o altri che non siano potabile ed irriguo, pertanto, la formula di calcolo cui si fa riferimento è la seguente:

$$DMV = S\ R_S\ P\ A\ Q_B\ Q_R\ N\ G\ L_{7,5} + M_{10}$$

dove S = superficie del bacino espressa in km^2

R_S = portata minima assoluta di rilascio proporzionale alla superficie del bacino sotteso dalla derivazione;

P = fattore che tiene conto dell'altezza media di precipitazione, espressa in mm;

A = fattore che tiene conto dell'altitudine media del bacino, espressa in m s.l.m.;

Q_B = fattore di qualità biologica del corso d'acqua;

Q_R =fattore di qualità delle acqua restituite;

N = fattore di naturalità, finalizzato a garantire una maggior tutela degli ambienti a più elevata naturalità, imponendo rilasci più elevati alle derivazioni che interessano aree di maggior pregio ambientale;

G = fattore geomorfologico, che consente di adeguare l'entità dei rilasci alla morfologia dell'alveo;

$L_{7,5}$ =fattore di lunghezza, che tiene conto della distanza tra il punto di presa e quello i restituzione;

M_{10} = fattore di modulazione di portata, finalizzato a garantire all'alveo una se pur minima variazione di portata che caratterizza in generale un corso d'acqua allo stato naturale, quando non sottoposto a prelievi.

$R_{specifico}$ (Rilascio Specifico)

Dopo aver sperimentato i valori 3 – 2.5 – 2.2 – 2 – 1.6, l'Autorità di Bacino ha adottato il valore più basso:

$$R_{specifico} = 1.6 \text{ l/s/km}^2$$

Fattore P (Precipitazioni)

Le classi da utilizzare sono le seguenti:

Precipitazioni medie bacino sotteso alla derivazione (mm/anno)	*Fattore P*
< 1200	1
1200 – 1400	1.2
1400 – 1600	1.4
1600 – 1800	1.6
>1800	1.8

Fattore A

Non avendo l'Autorità di Bacino del Po ancora avanzato alcuna proposta, quella del Magra ha individuato i seguenti valori:

Altitudine media bacino (m s.l.m.)	*Fattore A*
0 – 400	1.2
400 - 600	1.0
600 - 800	1.1
> 800	1.2

Si noti come il fattore A assuma i valori più elevati in corrispondenza degli estremi: la finalità perseguita dall'Autorità di Bacino è quella di tenere conto della riduzione dei deflussi tanto alle quote più alte a causa delle precipitazioni nevose, quanto a quelle più basse a causa delle maggiori evapotraspirazione ed infiltrazione in falda.-

Fattore Q_B (Qualità Biologica del corso d'acqua)

I valori associati al fattore Q_B, uno per ogni classe di qualità, sono 5, e sono stati assegnati in base alla qualità biologica misurata con l'Indice Biotico Esteso (IBE), metodo basato sullo studio della struttura delle comunità di macroinvertebrati che colonizzano i substrati fluviali:

Classe di qualità biologica (Metodo IBE)	***Fattore Q_B***
1^ (non inquinato)	1.0
2^ (leggermente inquinato)	1.1
3^ (inquinato)	1.2
4^ (nettamente inquinato)	1.3
5^ (fortemente inquinato)	1.4

Si può notare come tale scala prediliga le derivazioni di acque di buona qualità ed imponga invece rilasci maggiori nel caso di derivazioni di acque inquinate.

Questo è dovuto al fatto che in caso di acque inquinate è necessaria una diluizione maggiore degli inquinanti presenti, ed è pertanto necessario un rilascio maggiore di quanto invece non venga prescritto per acque pulite.

Tale norma persegue anche lo scopo di stimolare eventuali azioni di risanamento e mantenimento della qualità delle acque, col vantaggio di associare il miglioramento della qualità ecologica di un corso d'acqua con un incremento produttivo.-

Fattore Q_R (Qualità delle Acque Restituite)

La qualità delle acque restituite viene valutata attraverso un programma di controlli analitici che l'Autorità competente al rilascio della concessione ed alla sua vigilanza può eventualmente prescrivere.-

Si fa riferimento alla Tabella 7 (Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori) dell'All. 1 al D. Lgs. N. 152/99. Le analisi di cui sopra vengono effettuate su campioni d'acqua prelevati tanto a monte dell'opera di presa quanto a valle della restituzione: in base alla Tab. 7 si stabilisce il livello di inquinamento delle acque prelevate e restituite, e in base al numero di livelli di caduta della qualità dell'acqua si ricava il fattore Q_R:

Peggioramento registrato (n. livelli di inquinamento)	*Fattore Q_R*
0	1.0
1	1.2
2	1.4
3	1.6
4	1.8

Per la valutazione dello stato chimico, inoltre, vengono presi in considerazione, in funzione del tipo di utilizzo delle acque, uno o più dei macroinquinanti presenti nella Tab. 1 dell'All.1 al succitato Decreto Legislativo.

Sulla base dei risultati si perviene ad un giudizio finale che può essere buono, scadente o pessimo: nel caso di giudizio scadente o pessimo il valore di Q_R andrà moltiplicato per 1.5 o 2 rispettivamente.

Fattore N (Naturalità)

E' il fattore finalizzato alla protezione degli ambienti a più elevata naturalità, e impone rilasci maggiori alle derivazioni che interessano le aree di maggior pregio ambientale.

Per la sua definizione si applicano due metodi, il primo per l'ambiente fluviale ed il secondo per i sistemi ambientali che caratterizzano il territorio circostante; in ciascuno dei due casi si definisce un indice di naturalità, il più elevato dei quali andrà a determinare il fattore N complessivo.

- *Indice di naturalità per l'ambiente fluviale*

La valutazione viene effettuata applicando l'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) secondo la tabella seguente:

IFF	*Livello di Funzionalità*	*Giudizio*	*Indice di Naturalità*
261 – 300	I	Ottimo	5
251 – 260	I – II	Ottimo / buono	4
201 – 250	II	Buono	4
181 – 200	II – III	Buono / mediocre	3
121 – 180	III	Mediocre	3
101 – 120	III – IV	Mediocre / scadente	2
61 – 100	IV	Scadente	2
51 – 60	IV – V	Scadente / pessimo	1
14 - 50	V	Pessimo	1

Naturalmente nel tratto in esame si considera l'indice di naturalità più elevato riscontrato.-

Nel caso in cui tra il punto di derivazione e quello di restituzione si immetta un affluente con superficie cumulativa del bacino pari ad almeno metà della superficie del bacino sotteso all'opera di presa, si considera solo il tratto compreso tra il punto di presa e tale affluente.

- *Indice di naturalità per i sistemi ambientali che caratterizzano il territorio circostante*

In questo caso vengono considerati i versanti che insistono sul tratto di corso d'acqua considerato, e si effettua una valutazione sulla base del rapporto tra vegetazione reale e potenziale, secondo la tabella seguente:

Valore	***Classe***	***Caratteristiche ambientali***	***Indice di naturalità***
55	I	Ambienti a naturalità ottima (corrispondenti alla vegetazione potenziale: climax, subclimax, paraclimax, pseudoclimax e comunità prossime al climax)	5
20	II	Ambienti a naturalità forte (formazioni o stadi nella serie potenziale)	4
8	III	Ambienti seminaturali (arbusteti e boschi di chiara origine antropica: pinete, cedui di castagno, boscaglie degradate, ecc.)	3
2	IV	Ambienti a naturalità debole (pioppeti, oliveti, castagneti da frutto, orti, ecc.)	2
1	V	Ambienti artificiali con coperture vegetali (giardini, parchi urbani, ecc.)	1
0	-	Ambienti estremamente artificiali con copertura vegetale assente (città, strade, cave, discariche)	1

La definizione del fattore N si ottiene effettuando una media ponderata, moltiplicando i valori rilevati per le singole tipologie di vegetazione per la percentuale di superficie occupata da ciascuna di esse.

- *Fattore N*

Si ricava dalla seguente tabella, utilizzando l'indice di naturalità più elevato fra quelli ottenuti con i due metodi sopra esposti:

Indice di Naturalità	*Fattore N*
1 aree antropizzate fortemente compromesse	1
2 aree antropizzate ma con possibilità di naturalizzazione	1.15
3 aree naturali / seminaturali con evidenti interventi antropici	1.30
4 aree naturali / seminaturali	1.45
5 aree naturali di grande pregio	1.60

Il fattore N sarà aumentato di 0.1 nel caso in cui il tratto di corso d'acqua interessato ricada nell'areale trofico- riproduttivo di "specie ombrello" di interesse comunitario (aquila, lupo, ecc.).

Fattore G (Geomorfologico)

Attualmente il valore di questo fattore è stato fissato pari a 1, in quanto considerato ininfluente, alla luce dell'attuale livello di approfondimento disponibile delle conoscenze sulle caratteristiche del bacino, nel calcolo del DMV.

In realtà esso dovrebbe consentire di adeguare l'entità dei rilasci alla morfologia dell'alveo, tenendo anche conto dello spessore del materasso alluvionale, delle condizioni geomorfologiche dei versanti, della presenza di coltri incoerenti e di corpi detritici i di frana, ecc.

Fattore $L_{7.5}$ (Lunghezza)

Questo fattore è stato introdotto per tener conto della distanza tra l'opera di presa ed il punto di restituzione delle acque, e per favorire le derivazioni che, restituendo l'acqua a breve distanza, esercitino un impatto su tratti di alveo il più brevi possibile:

$$L_{7,5} = 1 + (D \times 0.075)$$

Questo sta a significare che per ogni chilometro di distanza (D) tra presa e restituzione, il fattore L7,5 aumenta del 7,5 % la portata da rilasciare in alveo.

Il fattore $L_{7,5}$ rispecchia la volontà dell'Autorità di Bacino del Magra di favorire l'utilizzo idroelettrico nelle situazioni più vocate, dove cioè elevata pendenza o portata consentono restituzioni a più breve distanza, riducendo l'estensione lineare dell'impatto ambientale dell'intervento.

Nel caso in cui nel tratto considerato si immetta un affluente di rilievo (con superficie cumulativa del bacino pari ad almeno la metà della superficie del bacino sotteso l'opera di presa, e privo di derivazioni che

trasferiscano le acque ad altri sottobacini senza restituirle al corso d'acqua stesso) è possibile richiedere una riduzione del fattore $L_{7,5}$.

Il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino esprime parere vincolante e obbligatorio sull'ammissibilità della richiesta, è fissa un valore del fattore $L_{7,5}$ commisurato agli effettivi apporti degli affluenti e alla loro distanza dall'opera di presa.

Fattore M_{10} (Modulazione di Portata)

Lo scopo dell'introduzione di questo fattore è stato quello di garantire all'alveo almeno una percentuale delle variazioni di portata che caratterizzano il regime idrologico naturale e che influenzano i cicli biologici degli organismi e della vegetazione spondale:

$$M_{10} = 0.1\ (Q_{naturale} - DMV_{NonModulato})$$

La modulazione di portata è posta dunque pari al 10 % della differenza tra la portata naturale ed il DMV senza modulazione.

Nel caso in esame i valori sono i seguenti, tenuto conto delle peculiarità del Torrente Lavagna:

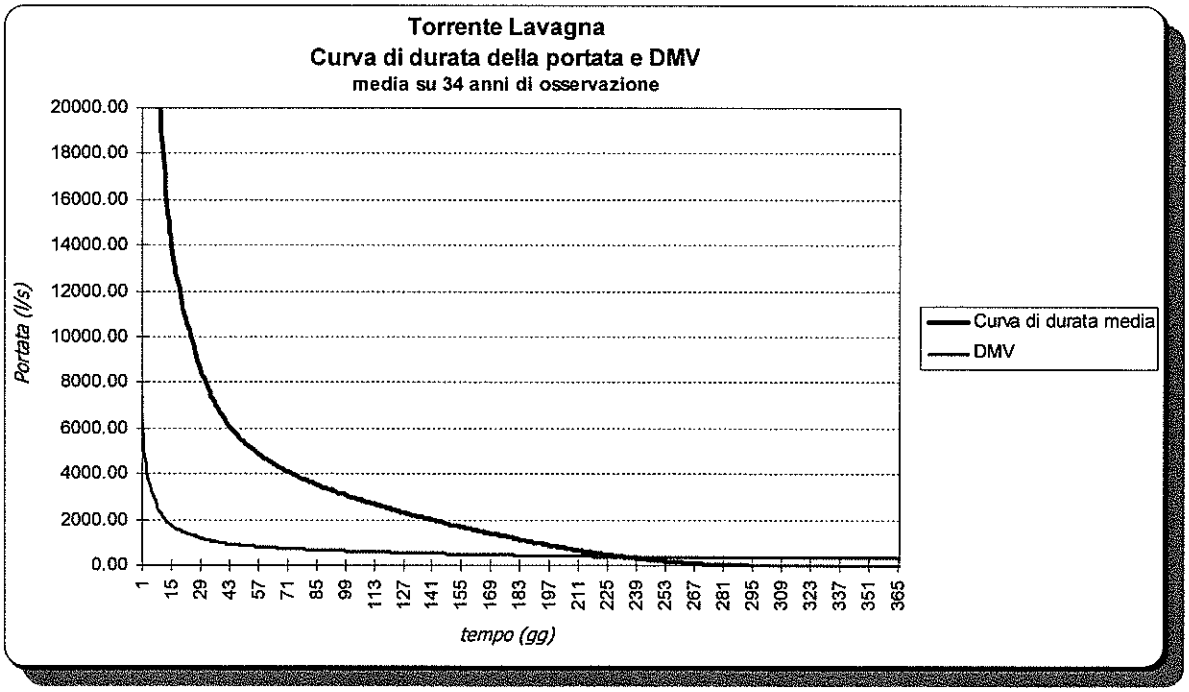
Precipitazione [mm/anno]	1812.3	$R_{specifico}$ [l/s/km^2]	1.6
Altitudine bacino [m s.l.m.]	612,53	Fattore P	1.8
Classe qualità biologica	1^	Fattore A	1.1
Peggioramento acque	0	Fattore Q_B	1
IFF	260	Fattore Q_R	1
Valore di naturalità	20	Fattore N	1.45
Indice di naturalità	4	Fattore G	1
Lunghezza presa - restituzione [km]	2.075	Fattore $L_{7,5}$	1.16
S_{bacino} [km^2]	67.06	$DMV_{non\ modulato}$ [l/s]	355.99
		Fattore M_{10} [l/s]	77.62
DMV [l/s] 433.61			

Applicando dunque la formula proposta al principio del capitolo, si ricava un valore medio indicativo di DMV pari a 433.61 l/s.-

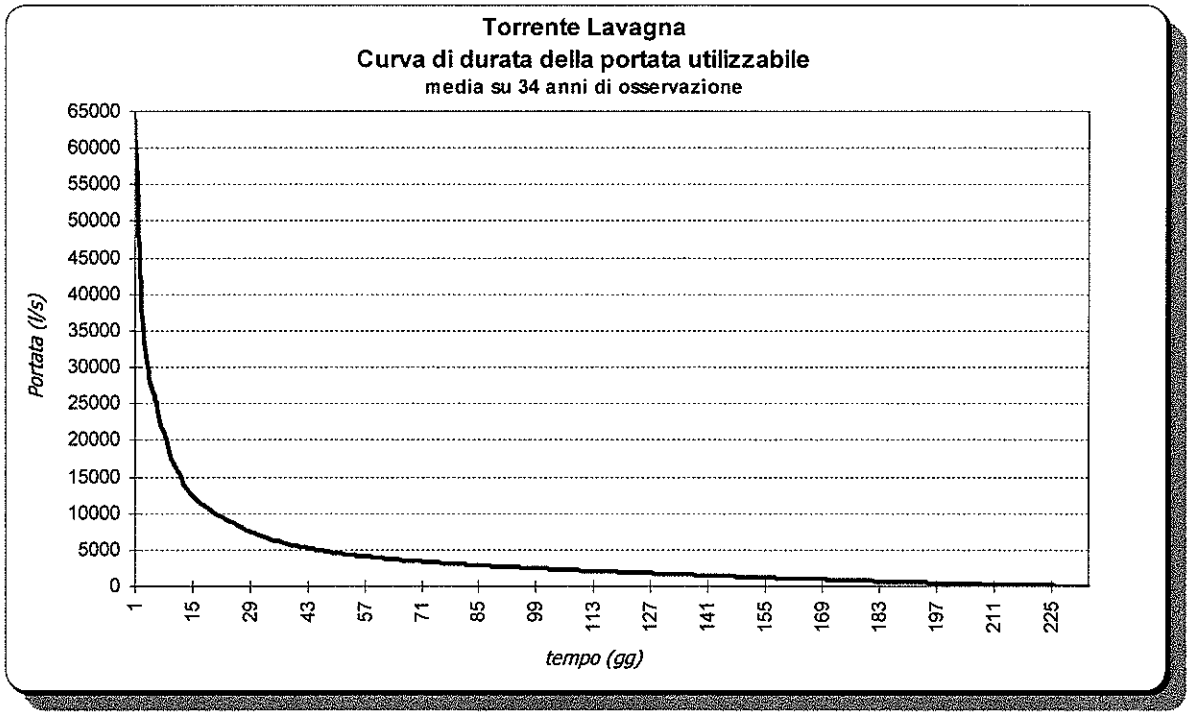
Si fa notare come nel caso in esame non sia stata eseguita alcuna analisi per la stima del fattore N: pertanto la sua valutazione è stata effettuata in termini del tutto cautelativi, utilizzando il secondo valore di Indice di Naturalità più elevato (pari a 4, cui corrisponde N = 1.45).

Si è deciso invece di considerare comunque pari a 1 i fattori Q_R e Q_B, poiché la derivazione avviene in un tratto sufficientemente elevato del corso d'acqua da poterlo ritenere in ottima approssimazione non inquinato; inoltre per definizione un impianto idroelettrico non altera in alcun modo la qualità delle acque utilizzate, e pertanto non si ritiene di poter registrare alcun peggioramento del livello di inquinamento delle acque stesse.-

Di seguito si riporta l'andamento del DMV così valutato confrontato con la curva di durata delle portate, e la curva di durata della portata effettivamente utilizzabile, tenendo conto, appunto, della necessità di mantenere in alveo il DMV:



Tav. 13 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate e DMV – Media su 34 anni di osservazione.



Tav. 14 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate utilizzabili – Media su 34 anni di osservazione.

Il calcolo del DMV, considerate valide le ipotesi di lavoro assunte, permette di stabilire a priori la quantità minima di portata che dovrà comunque essere garantita in alveo.

Occorre inoltre sottolineare che il Comitato Tecnico Provinciale (di cui si allega copia del parere – Pratica D/6246), fornendo parere favorevole all'ammissione della domanda di concessione all'istruttoria prevista dalla normativa vigente, ha prescritto, tra le altre condizioni, "la regolazione automatica del prelievo al fine di garantire il rispetto della portata limite stabilita in 484 l/s. Al di sotto del valore di 484 l/s di portata naturale il prelievo deve essere sospeso".

In fase di istruttoria precedente e come da Relazione del Dott. Crosetto il valore del DMV è stato aumentato a 484 lt/sec, con aumento fino a 1000 lt/sec. Nei mesi di Giugno- Luglio – Agosto.

Pertanto tali accorgimenti tecnico- costruttivi verranno posti in atto, e contribuiranno alla determinazione ed al controllo delle modalità ed entità di captazione della portata naturale. Verrà così garantito, istante per istante, il DMV, aspetto fondamentale per il rilascio delle autorizzazioni necessarie e la salvaguardia della qualità delle acque e delle specie viventi.

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.

In particolare, due sezioni sono relative al Torrente Lavagna: la n. 10 e la n. 17, rispettivamente caratterizzate da bacini con superficie pari a 165.39 km^2 e 18.08 km^2. Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

Sez. 17		***Sez. 10***	
Q media [m^3/s]	0.78	Q media [m^3/s]	6.47
DMV [m^3/s]	0.0668	DMV [m^3/s]	0.5321
PORTATA MEDIA MENSILE			
Gen	1.3275	Gen	8.6751
Feb	1.0456	Feb	8.4091
Mar	1.0198	Mar	8.2770
Apr	0.8589	Apr	7.6585
Mag	0.5911	Mag	6.5233
Giu	0.1443	Giu	4.8163
Lug	0.0000	Lug	3.5380
Ago	0.0527	Ago	2.8534
Set	0.5352	Set	3.8276
Ott	1.1630	Ott	6.4104
Nov	1.4395	Nov	8.0987
Dic	1.1819	Dic	8.5081

Facendo riferimento ai dati sopra riportati, è stata effettuata una stima degli stessi relativi al bacino chiuso alla briglia di derivazione, che sottende un bacino, come già ampiamente specificato, di superficie pari a 67.06 km^2.

Di seguito si riferiscono i calcoli eseguiti ed i risultati ottenuti:

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	Sfil [km2]	Qfil [m3/s]
gen	18,08	1,3275	67,06	4,9238
feb	18,08	1,0456	67,06	3,8782
mar	18,08	1,0198	67,06	3,7825
apr	18,08	0,8589	67,06	3,1857
mag	18,08	0,5911	67,06	2,1924
giu	18,08	0,1443	67,06	0,5352
lug	18,08	0,0000	67,06	0,0000
ago	18,08	0,0527	67,06	0,1955
set	18,08	0,5352	67,06	1,9851
ott	18,08	1,1630	67,06	4,3136
nov	18,08	1,4395	67,06	5,3392
dic	18,08	1,1819	67,06	4,3838

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	Sfil [km2]	Qfil [m3/s]
gen	165,39	8,6751	67,06	3,5175
feb	165,39	8,4091	67,06	3,4096
mar	165,39	8,2770	67,06	3,3560
apr	165,39	7,6585	67,06	3,1053
mag	165,39	6,5233	67,06	2,6450
giu	165,39	4,8163	67,06	1,9528
lug	165,39	3,5380	67,06	1,4345
ago	165,39	2,8534	67,06	1,1570
set	165,39	3,8276	67,06	1,5520
ott	165,39	6,4104	67,06	2,5992
nov	165,39	8,0987	67,06	3,2837
dic	165,39	8,5081	67,06	3,4497

QFilanda
4,2206
3,6439
3,5693
3,1455
2,4187
1,2440
0,7173
0,6762
1,7685
3,4564
4,3115
3,9167

Mese	Spdb [km2]	**DMV**pdb [m3/s]	Sfil [km2]	**DMV**fil [m3/s]
gen	18,08	0,0668	67,06	0,2478
feb	18,08	0,0668	67,06	0,2478
mar	18,08	0,0668	67,06	0,2478
apr	18,08	0,0668	67,06	0,2478
mag	18,08	0,0668	67,06	0,2478
giu	18,08	0,0668	67,06	0,2478
lug	18,08	0,0668	67,06	0,2478
ago	18,08	0,0668	67,06	0,2478
set	18,08	0,0668	67,06	0,2478
ott	18,08	0,0668	67,06	0,2478
nov	18,08	0,0668	67,06	0,2478
dic	18,08	0,0668	67,06	0,2478

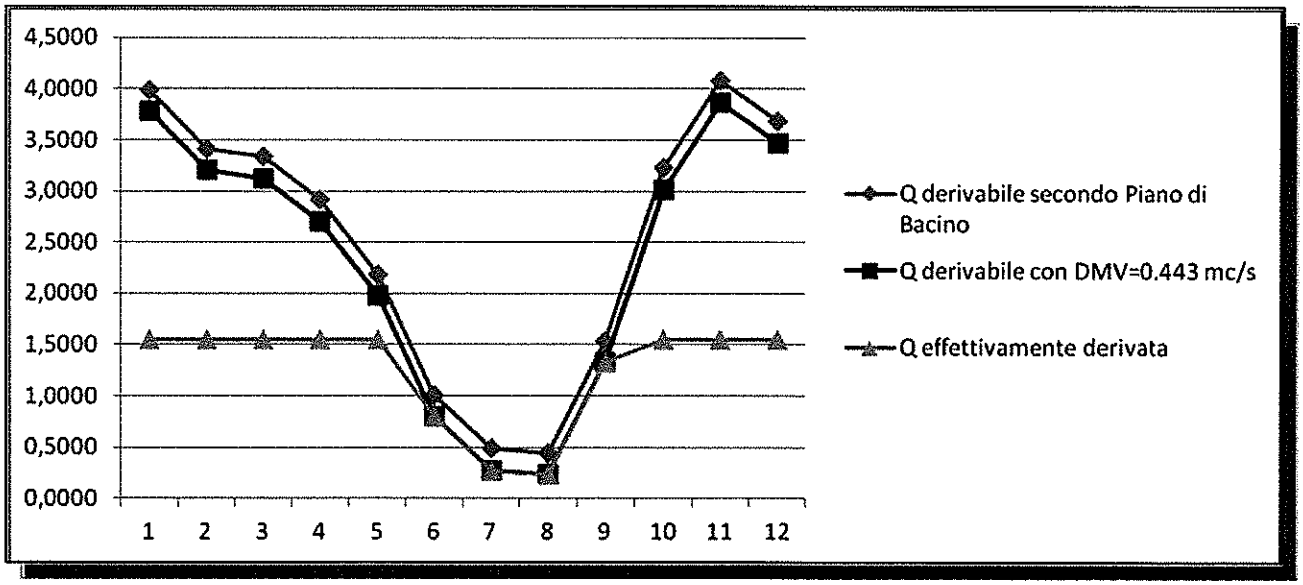
Mese	Spdb [km2]	**DMV**pdb [m3/s]	Sfil [km2]	**DMV**fil [m3/s]
gen	165,39	0,5321	67,06	0,2157
feb	165,39	0,5321	67,06	0,2157
mar	165,39	0,5321	67,06	0,2157
apr	165,39	0,5321	67,06	0,2157
mag	165,39	0,5321	67,06	0,2157
giu	165,39	0,5321	67,06	0,2157
lug	165,39	0,5321	67,06	0,2157
ago	165,39	0,5321	67,06	0,2157
set	165,39	0,5321	67,06	0,2157
ott	165,39	0,5321	67,06	0,2157
nov	165,39	0,5321	67,06	0,2157
dic	165,39	0,5321	67,06	0,2157

DMVFilanda
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318
0,2318

Spdb = Area sottesa fornito da Piano di Bacino; **S**fil = Area sottesa alla briglia di derivazione; **Q**pdb = portata fornita dal Piano di Bacino; **Q**fil = portata mediata; **Q**Filanda = portata stimata; **DMV**pdb = deflusso minimo vitale fornito dal Piano di Bacino; **DMV**fil = deflusso minimo vitale mediato; **DMV**Filanda = deflusso minimo vitale stimato.

DMV1	Q1	DMV2	Q2	Q2derivata
0,2318	3,9889	0,4430	3,7776	1,5500
0,2318	3,4121	0,4430	3,2009	1,5500
0,2318	3,3375	0,4430	3,1263	1,5500
0,2318	2,9137	0,4430	2,7025	1,5500
0,2318	2,1869	0,4430	1,9757	1,5500
0,2318	1,0123	0,4430	0,8010	0,8010
0,2318	0,4855	0,4430	0,2743	0,2743
0,2318	0,4445	0,4430	0,2332	0,2332
0,2318	1,5368	0,4430	1,3255	1,3255
0,2318	3,2247	0,4430	3,0134	1,5500
0,2318	4,0797	0,4430	3,8685	1,5500
0,2318	3,6850	0,4430	3,4737	1,5500

DMV1 = deflusso minimo vitale fissato da Piano di Bacino; **Q1** = portata derivabile da Piano di bacino; **DMV2** = deflusso minimo vitale stimato in sede di richiesta di concessione, e **ADOTTATO**; **Q2** = portata derivabile stimata in funzione dei calcoli sopra riportati; **Q2derivata** = portata che verrà **DERIVATA.**



Tav. 15 –Torrente Lavagna – Confronto tra la portata derivabile ricavata dalle analisi del Piano di Bacino con DMV=0.2318 m³/s, la portata derivabile ottenuta a partire dai dati del Piano di Bacino ma mantenendo in alveo DMV=0.443 m³/s, e portata effettivamente derivata.

Quanto sopra rende evidente come il mantenimento del valore di DMV calcolato come prima riportato - secondo le direttive stabilite dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra - e poste in essere al momento della presentazione della domanda di concessione, rendano la curva della portata derivabile più bassa rispetto a quella derivata dall'analisi dei dati del Piano di Bacino.

Le analisi del Piano di Bacino, infatti, fissano a 2.7574 m^3/s la portata media derivabile nel caso di bacino sotteso di superficie pari a 67.06 km^2 e considerando un DMV1 pari a 0.2318 m^3/s; mantenendo invece valido il valore di DMV2 calcolato in fase di domanda di concessione, pari a 0.4430 m^3/s, la portata media derivabile scende a 2.3144 m^3/s, garantendo uno sfruttamento della risorsa idrica più conservativo, in termini naturalistici, e meno impattante sulla vita dell'asta di torrente sottesa alle opere idrauliche.

CONFRONTO TRA VALORI DI DMV STIMATI

Il presente documento intende fornire una panoramica il più possibile esaustiva anche degli studi già effettuati a corollario del progetto, che dello stesso fanno parte integrante ed a cui si allegano. Pertanto si riporta di seguito un confronto tra i diversi valori di DMV stimati negli elaborati a firma Dott. Luca Ciuffardi, in quelli a firma Studio Aquaterra - Studio Associato di Enrico Pini Prato e Sebastian Schweizer - ultimo quello del Dott. Crosetto adottato per la Fase di Verifica ed in quelli, sopra citati, presentati a supporto della domanda di concessione.

DMV_C [l/s]	250.80
DMV_A [l/s]	443.00 – 1000.00
DMV_{PdB}	231.80
DMV_{Conc} [l/s]	443.00
$DMV_{Verifica}$ [l/s]	484.00

Tav. 16 –Torrente Lavagna – Confronto tra i diversi valori di DMV fissati nelle diverse fasi di studio. **DMV_C** = valore di DMV stimato negli studi ittiologici a cura del Dott. Luca Ciuffardi **DMV_A** = valore di DMV stimato negli studi naturalistici a cura di Aquaterra **DMV_{PdB}** = valore di DMV stimato negli studi del Piano di Bacino Torrente Lavagna **DMV_{Conc}** = valore di DMV fissato in sede di domanda di concessione

Tale disparità di valori discende dalla diversa tipologia di metodi utilizzata, e di conseguenza dai diversi parametri entrati in gioco: ad esempio il DMV_C è stato stimato secondo la metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, mentre DMV_{Conc} secondo quella dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra.

Si sottolinea come le differenti analisi abbiano portato a evidenziare che il valore di DMV presentato in sede di domanda di concessione, e naturalmente qui confermato, proponga una portata garantita quasi doppia rispetto a quelle stimate tanto dal Dott. Ciuffardi quanto dagli studi del Piano di Bacino.

Per quanto attiene la valutazione dello Studio del Dott. Crosetto, il range di portata indicato è legato al fatto che le indagini ambientali sono state rivolte alla verifica del DMV da noi proposto e non tanto alla stima di un valore specifico. Pertanto il parametro DMV = 0.484 m^3/s viene confermato. La proposta tecnica aggiuntiva consiste nel garantire in alveo una portata pari a 1.00 m^3/s nel tipico periodo riproduttivo dei Ciprinidi reofili (Maggio – Giugno). Tale indicazione verrà rispettata.

INTERAZIONI ITTIOLOGICO- IDRAULICHE

A seguito degli approfondimenti proposti dal Dott. Ciuffardi, è stata stabilita la necessità di garantire un tirante idrico minimo, necessario alla conservazione dei popolamenti ittici e macrobentonitici, stimato in 40 cm circa.

Sulla base di quanto sopra ed in osservanza delle valutazioni geologiche e naturalistico- ambientali, sono state prese in considerazione tre sezioni – una volta investigati geomorfologicamente quattro tratti (riportati all'Allegato 1), e stabilite tre stazioni IFF per gli aspetti naturalistico- ambientali (le cui valutazioni sono riportate all'Allegato 2).

In corrispondenza di ciascuna sezione è stato quindi stimato il tirante idrico (vedi *Schede Tecniche Riassuntive* allegate), nelle seguenti condizioni:

- Pendenza costante nel tratto investigato
- Corrente a pelo libero
- Alveo cilindrico
- Superficie libera parallela al fondo
- Condizioni di moto uniforme

I valori di portata utilizzati sono stati i seguenti:

- La massima portata misurata, pari a **36 m³/s** circa;
- Il valore di DMV già accettato dal Comitato Tecnico Provinciale, pari a **0.43 m³/s** circa;
- Il valore di DMV fornito in sede di Valutazioni Ittiologico- Ambientali, pari a **0.30 m³/s** circa.
- Il valore del DMV adottato in fase di progetto è pari a **0.484 m³/s** circa, incrementato a **1,00 m³/s** circa, nei mesi di giugno Luglio e Agosto.

I risultati della modellazione vengono proposti nelle *Schede Tecniche Riassuntive* allegate.

Per gli approfondimenti si rimanda alle Relazioni a firma Dott. Ciuffardi e Studio Aquaterra e alla successiva a firma del Dott. Stefano Crosetto.

3.1.4.1.5 IDROLOGIA PREVISTA ALLA SEZIONE DI PRESA

Nella tabella sotto riportata si illustra lo scenario idrologico teorico ottenuto:

- applicando la metodologia SOPRARIPORTATE per la determinazione delle portate naturali presenti in alveo;
- definendo il deflusso minimo vitale che è stato aumentato da 433 (valore accettato da Autorità di Bacino) a 484 lt/sec, con il rilascio di 1.000 lt/sec, nei mesi di Maggio e Giugno, ipotizzando il fermo impianto nei mesi estivi (Giugno - Luglio e Agosto);
- Sottraendo il DMV dalle portate naturali transitanti in alveo otteniamo le disponibilità idrica derivabile dall'impianto in progetto, applicando in questo caso una limitazione al valore di portata massima derivabile.

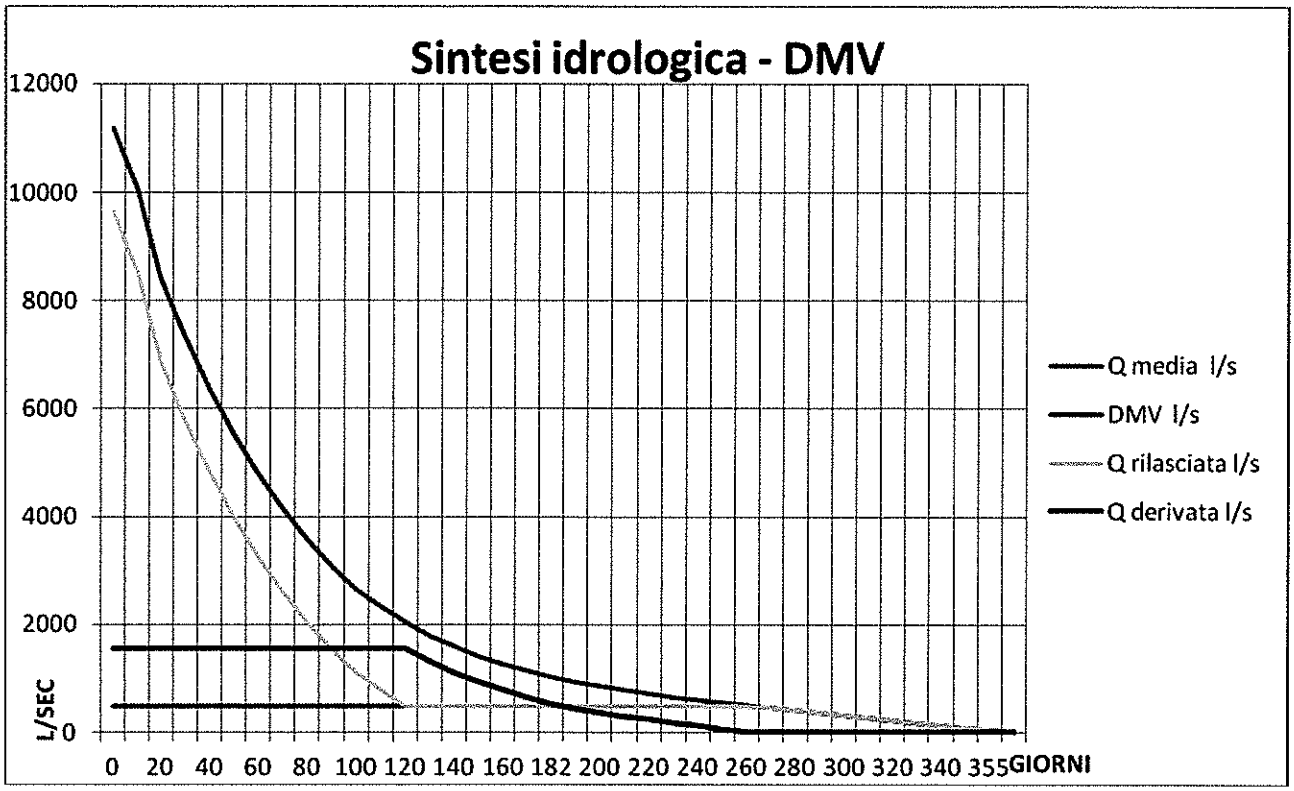
  Stabilita la portata minima di rilascio, si procede al confronto fra i regimi idrologici medi precedenti e seguenti la realizzazione dell'impianto idroelettrico in oggetto. In particolare la **tab. 3** riporta sia i valori medi mensili delle portate nella situazione attuale (cioè le portate che possono essere considerate quelle naturali; il deflusso minimo vitale di base **DMV = 484 l/s**, aumentato da 433 a 484 lt/sec., il **DMV,** la portata massima ad uso idroelettrico **Qmax = 1550 l/s** e le portate rilasciate in alveo.

portate	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Naturali	4.220	3.644	3.569	3.145	2.418	1.244	717	676	1.768	3.456	4.311	3.911	2757
DMV base	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484
derivabili	3736	3160	3085	2661	1934	760	233	192	1284	2972	3827	3427	2273
Derivate uso idroel.	1.550	1.550	1.550	1.550	1.418	0	0	0	1284	1550	1550	1550	1110
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tab. 17 – **Anno idrologico medio - Portate medie mensili** (l/s) **naturali** (attuali; in assenza di prelievi), **Dmv di base, Dmv, derivabili** (portate naturali al netto del Dmv), **derivate** (la portata di concessione), **rilasciate** (impianto idroelettrico in esercizio; valori ottenuti sottraendo dalle portate derivabili la portata massima derivabile uso idroelettrico Qmax = 1550 l/s, ma garantendo il DMV.

DURATA	Qistantanea	Q media	DMV	DMV effettivo	Q derivata	Q rilasciata	volume rilasciato	volume derivato	volume naturale deflusso
gg	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	mc	mc	mc
0	11200	11200	484	484	1550	9650			
10	8970	10085	484	484	1550	8535	7374240	1339200	775008
20	7816	8393	484	484	1550	6843	13286592	2678400	1450310
30	6818	7317	484	484	1550	5767	18269280	4017600	2039385
40	5940	6379	484	484	1550	4829	22441536	5356800	2552601
50	5163	5552	484	484	1550	4002	25898832	6696000	2998684
60	4475	4819	484	484	1550	3269	28723248	8035200	3385324
70	3867	4171	484	484	1550	2621	30987792	9374400	3719433
80	3331	3599	484	484	1550	2049	32758128	10713600	4007232
91	2820	3076	484	484	1550	1526	34076160	12052800	4250880
100	2492	2656	484	484	1550	1106	35031744	13392000	4466188
110	2175	2334	484	484	1550	784	35708688	14731200	4654108
120	1908	2042	484	484	1550	492	36133344	16070400	4818960
130	1684	1796	484	484	1312	484	36551520	17203968	4964457
140	1496	1590	484	484	1106	484	36969696	18159552	5093712
150	1337	1417	484	484	933	484	37387872	18965232	5209228
160	1200	1269	484	484	785	484	37806048	19643040	5312908
170	1083	1142	484	484	658	484	38224224	20211120	5406480
182	965	1024	484	484	540	484	38642400	20677680	5489856
190	900	933	484	484	449	484	39060576	21065184	5567616
200	820	860	484	484	376	484	39478752	21390048	5638464
210	751	786	484	484	302	484	39896928	21650544	5703350
220	689	720	484	484	236	484	40315104	21854448	5762880
230	631	660	484	484	176	484	40733280	22006512	5817398
240	578	605	484	484	121	484	41151456	22110624	5867337
250	526	552	484	484	68	484	41569632	22169376	5912784
260	476	501	484	484	17	484	41987808	22184064	5953910
274	428	452	452	452	0	452	42378336	22184064	5990889
280	381	405	405	405	0	405	42727824	22184064	6023808
290	335	358	358	358	0	358	43037136	22184064	6052752
300	289	312	312	312	0	312	43306704	22184064	6077721
310	243	266	266	266	0	266	43536528	22184064	6098716
320	200	222	222	222	0	222	43727904	22184064	6115996
330	152	176	176	176	0	176	43879968	22184064	6129129
340	107	130	130	130	0	130	43991856	22184064	6138374
350	62	85	85	85	0	85	44064864	22184064	6143731
355	40	51	51	51	0	51	44108928	22184064	6147187
365	30	35	35	35	0	35	44139168	22184064	6149779
q media	2168	2315	409	409	694	1621			

totali							44139168	22184064	6149779


Sintesi idrologica - DMV
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
L/SEC
0 20 40 60 80 100 120 140 160 182 200 220 240 260 280 300 320 340 355
GIORNI
Q media l/s
DMV l/s
Q rilasciata l/s
Q derivata l/s

3.1.4.1.6.1 IDROLOGIA PREVISTA NEL TRATTO SOTTESO

L'analisi fin qui eseguita ha portato a determinare:

- La curva di durata delle portate utilizzabili relativa al Torrente Lavagna, ottenuta a partire da 34 anni di dati pluviometrici storici;
- La portata derivabile e quella che verrà effettivamente derivata, fornendone una stima a scala mensile
- Il DMV (Deflusso Minimo Vitale) che è necessario garantire in alveo tra il punto di presa e quello di restituzione per tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali": diversi studi, tra cui lo stesso Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, hanno portato a stimare diversi valori possibili di DMV, ma come ampiamente esplicitato in precedenza è stato mantenuto il valore più alto fra quelli di cui sopra.

Le indagini hanno portato però ad evidenziare la presenza di due affluenti rilevanti del Torrente Lavagna – Torrente Litteglia e Torrente Moconesi, nel tratto compreso fra il punto di captazione e quello di restituzione, che sottendono un bacino di superficie pari rispettivamente a 4.03 km^2 e 5.30 km^2.
Nel tratto sotteso dall'impianto in progetto son presenti due affluenti importanti, non considerati nell'analisi delle portate del Torrente Lavagna, il primo in destra orografica posto a circa 1/3 del percorso ed è il torrente Littegglia, il secondo che si innesta a circa 2/3 del tratto sotteso ed è il torrente di Moconesi è tributario di sinistra del Torrente Lavagna, e vi confluisce a valle dell'abitato di Ferrada, in corrispondenza della grande ansa creata dal Lavagna.

3.1.4.1.6 TORRENTE LITTEGLIA - IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

Il Torrente Litteglia è tributario di destra del Torrente Lavagna, e vi confluisce in corrispondenza dell'abitato di Ferrada, immediatamente a valle del ponte che attraversa il Lavagna, lungo il tratto rettilineo della S.S. n. 225.
Affluendo nel Torrente Lavagna in un punto compreso fra la presa e la restituzione dell'impianto in oggetto, garantisce un apporto idrico utile a integrare e rafforzare il DMV, pertanto se ne propone di seguito un'analisi, se pure non dettagliata, dell'idrologia naturale.

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso all'affluenza del Torrente Litteglia nel Lavagna è di 4.03 km^2 (vedi Tav. 01). Esso è costituito dal corso del Torrente Litteglia, disposto secondo un asse prevalente SW-NE di lunghezza pari a circa 2.8 km, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo piuttosto simmetrico e con uno sviluppo maggiore e maggiormente ramificato nel tratto più alto del Litteglia stesso; il tratto più prossimo

all'immissione nel Lavagna ha invece affluenti caratterizzati da minore lunghezza e assenza quasi totale di subaffluenti.
Il Torrente Litteglia nasce dalla confluenza del Rio Grande del Litteglia, che scorre sul versante di sinistra, ed il Rio Zerbone, che giunge da SSE. Subito a valle di tale confluenza, il Rio Coleio si immette nel Litteglia in sponda sinistra, rappresentando l'unico effettivo affluente di dimensioni significative, con il suo 1.2 km circa di sviluppo longitudinale. Da questo punto in poi, gli affluenti sono brevi e per lo più privi di ramificazioni, con bacini ridotti e quindi di limitato apporto idrico.

La massima cima è costituita dal Monte Borgo con i suoi 728.00 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'immissione del Torrente Litteglia nel Torrente Lavagna a quota 115.00 m s.l.m. circa, risulta essere di circa 385.10 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ H_{max} + H_{min})$$

dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.
H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 728.00 m s.l.m. (M. Borgo)
Hmin = 115.00 m s.l.m. (affluenza nel T. Lavagna)

PORTATE MEDIE MENSILI

Poiché non sono stati effettuati, da parte della Provincia di Genova, studi di dettaglio relativi al Torrente Litteglia, è stato deciso di stimarne i valori di portata media mensile basandosi sui dati relativi al Torrente Moconesi, tributario di sinistra del Lavagna il cui bacino si può ritenere con buon grado di approssimazione analogo a quello sotteso al Torrente Litteglia.

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.
In particolare, una sezione è relativa al Torrente Moconesi - la n. 14 - caratterizzata da un bacino con superficie pari a 5.30 km^2. Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

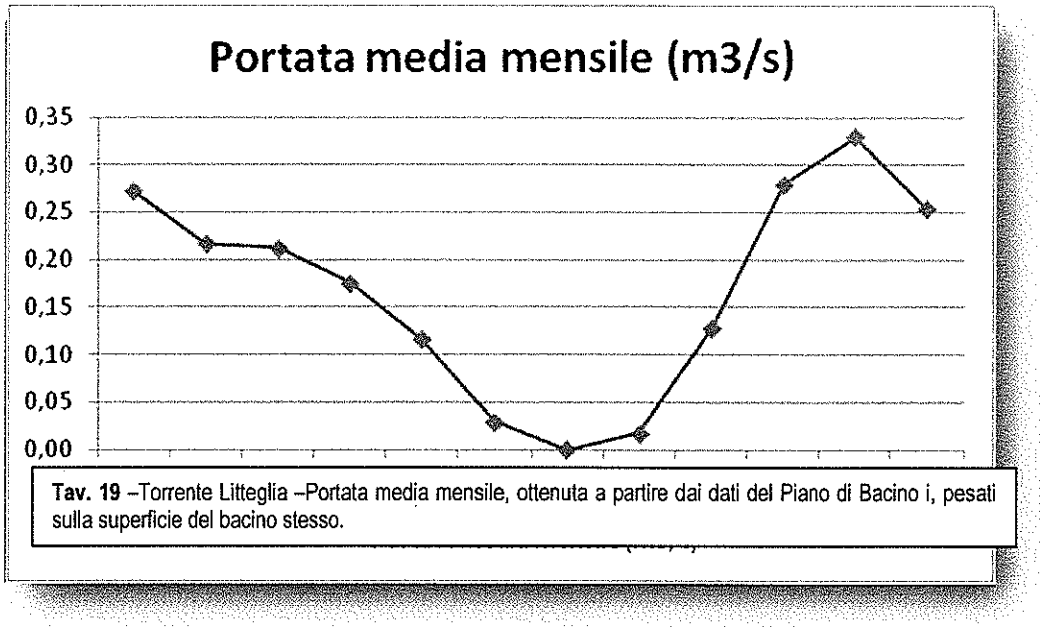
Sez. 14	
Q media [m³/s]	0.22
DMV [m³/s]	0.0191
PORTATA MEDIA MENSILE	
Gen	0.3584
Feb	0.2855
Mar	0.2795
Apr	0.2308
Mag	0.1522
Giu	0.0382
Lug	0.0000
Ago	0.0231
Set	0.1687
Ott	0.3683
Nov	0.4340
Dic	0.3337

Facendo riferimento ai dati sopra riportati, è stata effettuata una stima degli stessi relativi al bacino del Torrente Litteglia, che sottende un bacino, come già specificato, di superficie pari a 4.03 km².

Di seguito si riferiscono i calcoli eseguiti ed i risultati ottenuti:

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	SLit [km2]	QLit [m3/s]
gen	5,3	0,3584	4,03	0,2725
feb	5,3	0,2855	4,03	0,2171
mar	5,3	0,2795	4,03	0,2125
apr	5,3	0,2308	4,03	0,1755
mag	5,3	0,1522	4,03	0,1157
giu	5,3	0,0382	4,03	0,0290
lug	5,3	0,0000	4,03	0,0000
ago	5,3	0,0231	4,03	0,0176
set	5,3	0,1687	4,03	0,1283
ott	5,3	0,3683	4,03	0,2800
nov	5,3	0,4340	4,03	0,3300
dic	5,3	0,3337	4,03	0,2537

Spdb = Area sottesa fornito da Piano di Bacino; **S**Lit = Area sottesa al Torrente Litteglia;
Qpdb = portata fornita dal Piano di Bacino; **Q**Lit = portata pesata Torrente Litteglia.



Tav. 19 –Torrente Litteglia –Portata media mensile, ottenuta a partire dai dati del Piano di Bacino i, pesati sulla superficie del bacino stesso.

In questo caso, venendo meno l'analogia con quanto calcolato per il Torrente Lavagna, non viene preso in considerazione il calcolo del DMV poiché, naturalmente, le acque del Torrente Litteglia, non essendo oggetto di derivazione, non vengono sfruttate come risorsa idroelettrica ma anzi, concorrono ad incrementare la portata minima garantita che transiterà nel Torrente Lavagna a valle delle opere di captazione.

3.1.4.1.7 TORRENTE MOCONESI - IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

Il Torrente Moconesi è tributario di sinistra del Torrente Lavagna, e vi confluisce a valle dell'abitato di Ferrada, in corrispondenza della grande ansa creata dal Lavagna.
Affluendo nel Torrente Lavagna in un punto compreso fra la presa e la restituzione dell'impianto in oggetto, garantisce un apporto idrico utile a integrare e rafforzare il DMV, pertanto se ne propone di seguito un'analisi, se pure non dettagliata, dell'idrologia naturale.

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso all'affluenza del Torrente Moconesi nel Lavagna è di 5.30 km^2 (vedi Tav. 01). Esso è costituito dal corso del Torrente Moconesi, disposto secondo un asse prevalente N-S di lunghezza pari a circa 3.5 km circa, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo piuttosto asimmetrico, con uno sviluppo maggiore in sponda sinistra piuttosto che in destra.
Il Torrente Moconesi nasce dalla confluenza del Rio Grosso, che scorre in direzione N-S nel quadrante NW del bacino occupandone un'ampia porzione, ed il Rio dei Campi, che origina nel quadrante NE e segue anch'esso una direzione prevalente N-S. Subito a valle di tale confluenza, gli affluenti del Moconesi sono brevi (il maggiore

ha uno sviluppo inferiore al chilometro) e per lo più privi di ramificazioni, con bacini ridotti e quindi di limitato apporto idrico.

La massima cima è costituita dal Monte Caucaso con i suoi 1250.30 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moconesi nel Torrente Lavagna a quota 110.00 m s.l.m. circa, risulta essere di circa 617.63 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ H_{max} + H_{min})$$

dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.
H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

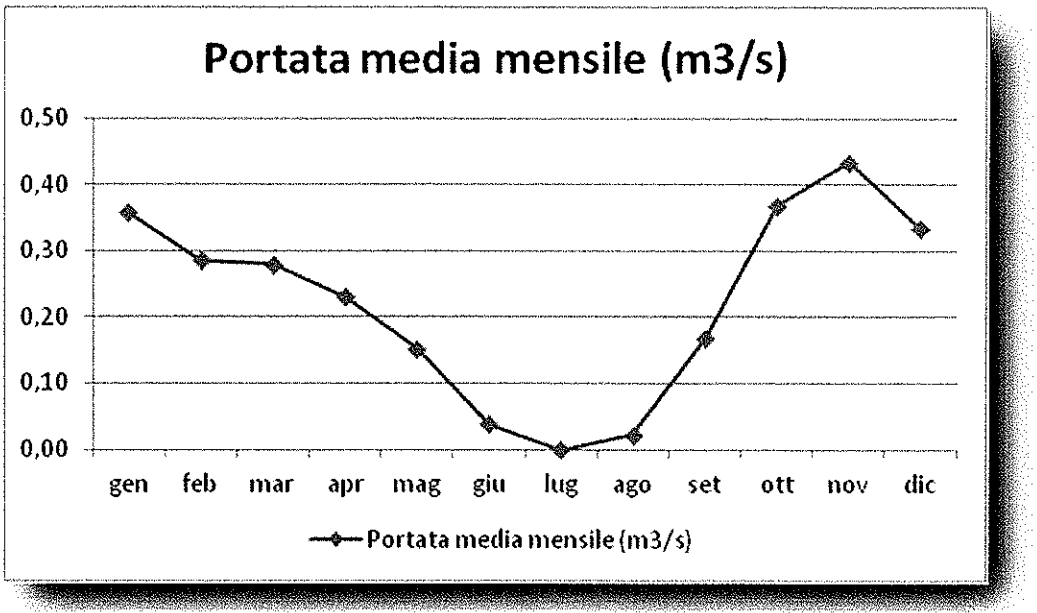
Hmax = 1250.30 m s.l.m. (M. Caucaso)
Hmin = 110.00 m s.l.m. (affluenza nel T. Lavagna)

PORTATE MEDIE MENSILI

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.

In particolare, una sezione è relativa al Torrente Moconesi - la n. 14 - caratterizzata da un bacino con superficie pari a 5.30 km^2. Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

Sez. 14	
Q media [m^3/s]	0.22
DMV [m^3/s]	0.0191
PORTATA MEDIA MENSILE	
Gen	0.3584
Feb	0.2855
Mar	0.2795
Apr	0.2308
Mag	0.1522
Giu	0.0382
Lug	0.0000
Ago	0.0231
Set	0.1687
Ott	0.3683
Nov	0.4340
Dic	0.3337



Tav. 20 –Torrente Moconesi –Portata media mensile, ottenuta dai dati del Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Fiume Entella – Sezione 14.

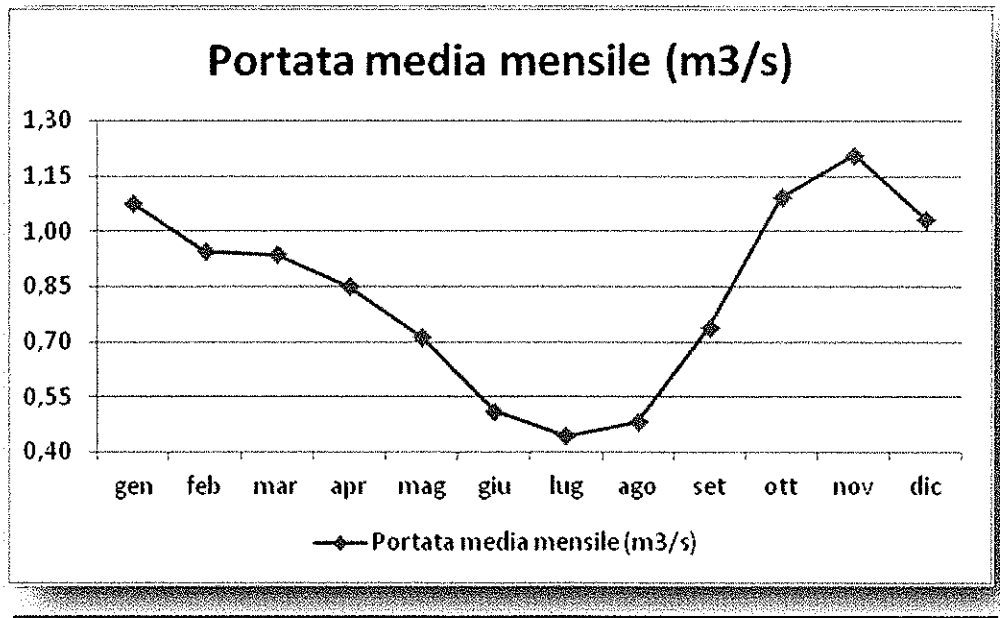
In questo caso non viene preso in considerazione il calcolo del DMV poiché, naturalmente, le acque del Torrente Moconesi, non essendo oggetto di derivazione, non vengono sfruttate come risorsa idroelettrica ma anzi, concorrono ad incrementare la portata minima garantita che transiterà nel Torrente Lavagna a valle delle opere di captazione.

CONCLUSIONI

Essi, con le loro portate, garantiscono una rilevante integrazione al DMV, la cui entità è stimabile nei valori che seguono, espressi sempre su scala mensile:

Mese	Q_{pdb} [m^3/s]
gen	0,633
feb	0,502
mar	0,491
apr	0,405
mag	0,267
giu	0,0672
lug	0
ago	0,0407
set	0,296
ott	0,648
nov	0,764
dic	0,59

Tali valori possono essere rappresentati dal grafico che segue:



Tav. 21 –Torrente Lavagna –Portata media mensile nel tratto compreso fra il punto di presa e quello di restituzione, ottenuta considerando gli apporti del DMV, del Torrente Litteglie e del Torrente Moconesi.

portate	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Naturali	4.220	3.644	3.569	3.145	2.418	1.244	717	676	1.768	3.456	4.311	3.911	2757
Apporto Litteglia	0,275	0,217	0,212	0,175	0,115	0,029	0,000	0,0176	0,128	0,280	0,330	0,257	0,167
Apporto Moconesi	0,358	0,285	0,279	0,230	0,152	0,0382	0,000	0,0231	0,168	0,368	0,434	0,333	0,220
Derivate uso idroel.	1.550	1.550	1.550	1.550	1.418	0	0	0	1284	1550	1550	1550	1110

Tab. 22 – Anno idrologico medio - Portate medie mensili (l/s) **naturali** (attuali; in assenza di prelievi), **Dmv di base, Dmv, derivabili** (portate naturali al netto del Dmv), **derivate** (la portata di concessione), **rilasciate** (impianto idroelettrico in esercizio; valori ottenuti sottraendo dalle portate derivabili la portata massima derivabile uso idroelettrico Qmax = 1550 l/s, ma garantendo il DMV.

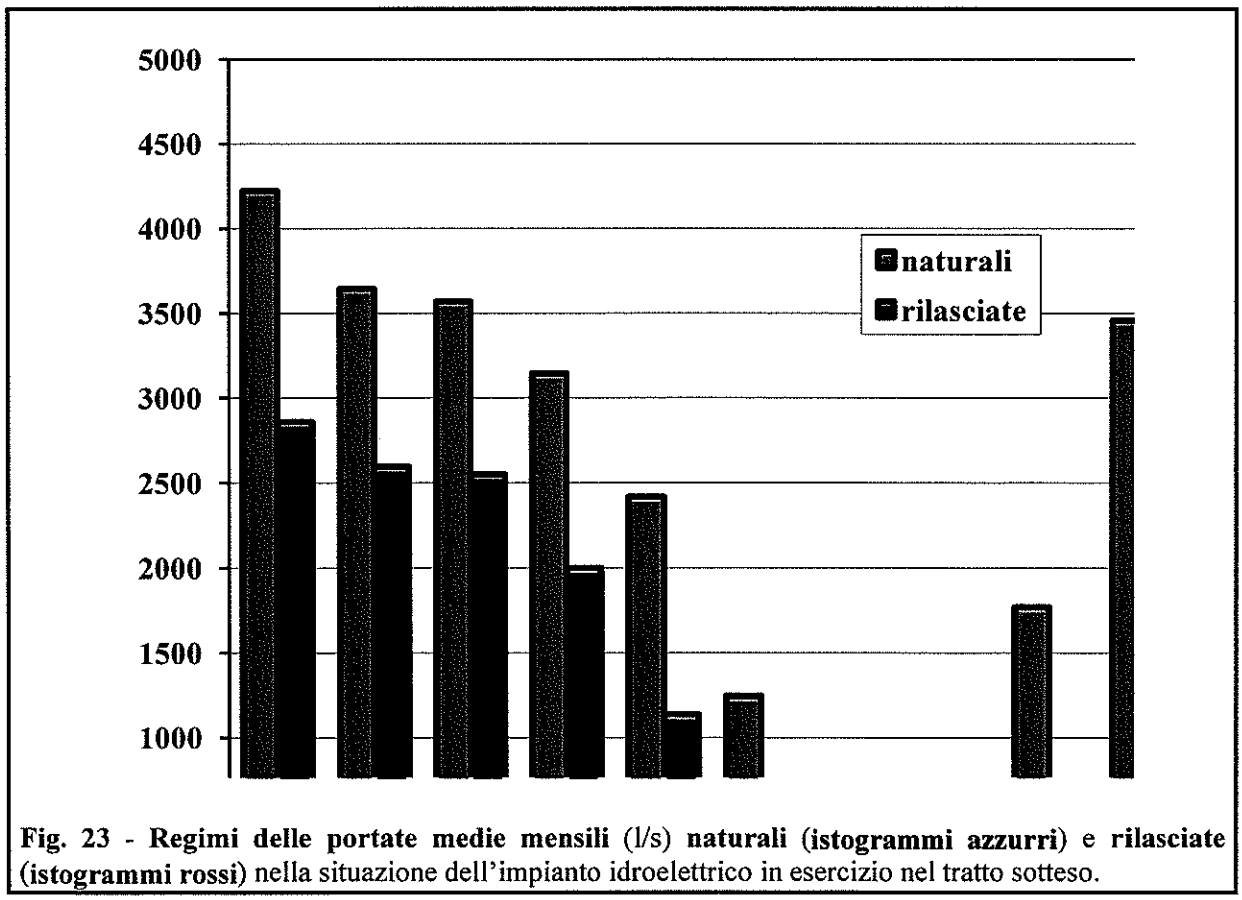


Fig. 23 - Regimi delle portate medie mensili (l/s) **naturali (istogrammi azzurri)** e **rilasciate (istogrammi rossi)** nella situazione dell'impianto idroelettrico in esercizio nel tratto sotteso.

3.1.4.1.8 QUALITÁ BIOLOGICA DELLE ACQUE

3.1.4.1.9 FUNZIONALITÁ FLUVIALE

3.1.4.1.10 ITTIOFAUNA

Per la caratterizzazione dell'ittiofauna presente nel tratto di torrente Lavagna in oggetto, si rimanda alla relazione stilata appositamente dal Dott. Luca Ciuffardi, allegata al presente documenti e di cui fa parte integrante.

3.1.4.1.11 ELENCO DERIVAZIONI/POZZI

N° denunci a	N.C.T. FOGLIO	MAPPAL E	VIA UBICAZIONE	GBN	GBE	UTILIZZA TO	USO	PROPRIETA RIO	UTILIZZATO RE	in terreno di proprietà	in terreno di terzi
1	7	130				no					
2	17	293	loc. monleone			si	irriguo	si	si		
3	12	81				si	irriguo	si			
4	9	195	loc. monleone								
5	17	140	iv novembre						si	si	
6								si			
7	6		loc. pian degli alberi			no		si			
8	17	113				si	irriguo	si			
9	17	460/115				si	irriguo	si			
10	15		loc. molinazzo			si	idropotabile				
11	17		loc. molinazzo			si	idropotabile				
12	17		loc.molino			no					
13						no		si			
14	6	459	via malvaro 13					si		si	
15	7	117	loc. carpeneto			no		si		si	
16	15	20				si	irriguo	si		si	
17	6	619	via pian degli alberi 28						si		
18	8	298	via prato,34			si	domestico				
19	7	130	loc. basci			no		si			
20											
21											
22											
23											

N° denuncia	N.C.T. FOGLIO	MAPPALE	VIA UBICAZIONE	GBN	GBE	UTILIZZATO	USO	PROPRIETARIO	UTILIZZATORE	in termine di proprietà
1	22	300	loc. fornace			no		si		
2	18	589	loc. fornace casa colonica	409160130	105150880	si	comedica	si		


Villa
Cornia
Casareggio
Serrada
C. Bricco
Quartale
Cerallo
Chichizola


Bassi
Terrarossa
Rezzonesca
Lavagna
Tribogna
Garbarini
Croce
Cave
Avena
Serra
Monticelli
Rio
Fiume