

REVISIONE	DATA	NOTE
REV.1		

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "**STATALE**" SUL RIO STATALE

PROVINCIA DI GENOVA
COMUNE DI NE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

ENERGIAVERDE S.r.l.
VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)

N. 1

RELAZIONE TECNICA

PROGETTAZIONE:

OVADAPROGETTI s.a.s.
ing. SERGIO COLOMBO
VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)
tel/fax +39-0143-81293 - email sergio.colombo@ovadaprogetti.it

ORDINE INGEGNERI PROV. ALESSANDRIA
SETTORI CIVILE-AMB. INDUSTR. INFORM.
COLOMBO SERGIO
INGEGNERE
N° A-1879
SEZIONE A

GIUGNO 2015

QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA' OVADAPROGETTI s.a.s. - OGNI RIPRODUZIONE DEVE ESSERE ESPRESSAMENTE AUTORIZZATA

COMUNE DI NE

(PROVINCIA DI GENOVA)

IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "RIO STATALE" SUL RIO STATALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

INDICE

1 PREMESSA 2
2 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'AREA 4
3 BACINO IMBRIFERO DEL RIO STATALE E DEL RIO FOPPO 6
4 UBICAZIONE OPERA DI PRESA E DI RESTITUZIONE E BACINI IMBRIFERI SOTTESI 9
5 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 10
6 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 13
6.1 OPERA DI PRESA 14
6.2 VASCA DISSABBIATRICE E VASCA DI CARICO 15
6.3 PASSAGGIO DI RISALITA FAUNA ITTICA 15
6.4 CONDOTTA DI DERIVAZIONE 16
6.5 FABBRICATO DI CENTRALE 18
6.6 CANALE DI SCARICO 18
7 ANALISI DELLE TEMPERATURE 19
8 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI 21
9 STAZIONI IDROGRAFICHE STORICHE ED ESISTENTI 29
9.1 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GRAVEGLIA A CAMINATA 31
9.2 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GORDANA A GRATTAROLA 35
9.3 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GOTTERO A CA' DI FERRA 39
10 CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE 43
10.1 MODALITÀ DI RILASCIO 45
11 STIMA DELLE PORTATE MEDIE NATURALI 48
11.1 CURVE DI DURATA 48
11.2 PORTATE MEDIE MENSILI 57
12 PORTATE DERIVABILI E RILASCIATE 61
13 CALCOLI IDRAULICI ESPLICATIVI 66
13.1 PERDITE DI CARICO 66
13.2 VELOCITA' DELL'ACQUA NELLA CONDOTTA 69
13.3 POTENZA E CARATTERISTICHE DELLA TURBINA 70
14 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI 71
15 COMPATIBILITÀ DELLA RICHIESTA CON LE DERIVAZIONI ESISTENTI 73
16 CARTA ITTICA PROVINCIALE 76
17 DISPOSITIVI DI MISURAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DERIVATI 79
18 DATI RIASSUNTIVI DELL'IMPIANTO 80
19 STIMA DEI COSTI DI COSTRUZIONE E PIANO ECONOMICO FINANZIARIO 81
20 DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI 82

1 PREMESSA

La presente *"Relazione tecnica descrittiva"* rientra nell'ambito del progetto definitivo di un nuovo impianto idroelettrico, denominato "**rio Statale**", sull'omonimo rio, localizzato nel comune di Ne in provincia di Genova.

Il progetto si compone della presente "*Relazione Tecnica Descrittiva*" degli interventi prospettati e degli "*Elaborati Grafici*" per l'individuazione delle caratteristiche geometriche delle opere in progetto.

L'impianto idroelettrico in progetto prevede di derivare le acque superficiali del rio Statale e del rio Foppo, suo affluente, in comune di Ne, mediante la realizzazione di due piccoli manufatti di presa, ubicati appena a monte della confluenza dei due corsi d'acqua, e la realizzazione di un nuovo fabbricato di centrale ubicato immediatamente a monte del ponte della Strada Provinciale Reppia-Carasco.

L'acqua derivata all'opera di presa verrà convogliata al fabbricato di centrale mediante una condotta forzata di lunghezza 2.390 metri circa, completamente interrata, per la maggior parte del tracciato (1.765 m) al di sotto della strada comunale Cassagna -Statale e per la restante parte in aree private (365 m) e a bordo alveo (260 m). Dopo essere stata turbinata l'acqua verrà restituita al rio Statale appena a monte della confluenza col torrente Reppia, con le medesime caratteristiche chimico fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione.

Il salto idraulico sfruttato è di circa 299 m.

All'interno del fabbricato di centrale avverrà la trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua ad energia meccanica ed elettrica mediante un gruppo turbina Pelton e generatore elettrico.

L'energia prodotta dal generatore in bassa tensione verrà elevata a media tensione da un trasformatore elettrico, ed infine immessa nella rete elettrica esistente.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico lordo 299 m circa
- portata massima dell'impianto 0,230 m^3/s
- portata media annua derivabile 0,059 m^3/s
- massima potenza effettiva 554 kW

Il progetto in esame prevede la produzione di 1.270.000 kWh/anno circa di energia elettrica, in grado di soddisfare mediamente i consumi energetici annui di circa 500 famiglie.

Con riferimento alle leggi 9/91 e 10/91 relative al Piano Energetico e relative Norme di attuazione, l'**opera in oggetto costituisce un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità ai sensi del comma 4, art. 1 della Legge 10/91**, che cita: *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità, e le opere*

relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche", **ed ai sensi del decreto legislativo 29.12.2003 n° 387**, che, all'art. 12, comma 1, cita: *le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*.

La Legge Regionale 16 del 2008 "Disciplina dell'attività edilizia", all'art. 29 dettaglia le modalità per l'Autorizzazione unica di produzione di energia alimentati da fonti rinnovabili. Ai sensi del comma 12 "*il provvedimento finale a conclusione della conferenza dei servizi comporta* […] *l'approvazione delle varianti alla vigente disciplina urbanistico-edilizia e territoriale"* (lettera b) *ed il rilascio di ogni altra autorizzazione, concessione, approvazione, parere e nulla osta necessari alla realizzazione ed all'esercizio delle infrastrutture energetiche"*. Inoltre ai sensi del comma 14 *"gli impianti sono da considerarsi ammissibili sotto il profilo urbanistico nelle zone classificate agricole".*

Relativamente alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'allegato della Legge Regionale n. 38 del 30 dicembre 1998, "Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale", **l'impianto in oggetto rientra in quelli sottoposti a procedura di verifica**, in quanto *impianto per la produzione di energia idroelettrica con potenza superiore ai 200 kW* (punto 3g dell'allegato 3) e *derivazione di acque superficiali che prevede derivazioni superiori a 200 litri al minuto secondo* (punto 10h dell'allegato 3).

L'impianto proposto risulta, inoltre, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

La realizzazione dell'impianto comporterebbe una notevole serie di ***effetti positivi sull'ambiente e sulla collettività*** quali:

- La mancata emissione in atmosfera di circa **670 tonnellate di anidride carbonica all'anno**, necessarie per la produzione della stessa quantità di energia dell'impianto in progetto da fonti tradizionali, come il gasolio.
- La fornitura di energia pulita rinnovabile ad un nucleo abitato di circa 500 famiglie.



Figura 1: Corografia del rio Statale in Comune Ne.

2 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'AREA

Il comune di Ne, il quarto per estensione comunale nella Provincia, è interamente compreso nella Val Graveglia e si trova circa 47 chilometri ad est di Genova.

Il centro di Ne è attraversato principalmente dalla Strada Provinciale 26 della Val Graveglia che gli permette il collegamento stradale con Cogorno, ad ovest, e Varese Ligure ad est dove, valicando il passo del Biscia, prosegue nel territorio spezzino come Strada Provinciale 57. Ulteriore collegamento stradale è la Provinciale 88 di Montedomenico per raggiungere le frazioni collinari di Sestri Levante.

Il territorio comunale si estende per circa 64 Km^2, e risulta compreso tra i 30 ed i 1.404 metri sul livello del mare, con un'altitudine media di 68 m s.l.m. .

La popolazione di Ne è di 2.400 abitanti circa, ed è distribuita in circa 15 frazioni. L'economia comunale si basa soprattutto sull'agricoltura locale e dei suoi prodotti naturali. Di pregio è la coltivazione dell'ulivo, da cui si ricava un eccellente olio di oliva.

L'apertura al pubblico di una vecchia miniera di manganese ha permesso di incrementare il turismo e la produzione della stessa, nonostante la crisi nel settore minerario causata dalla concorrenza straniera e dalla ridotta manovalanza nella valle.

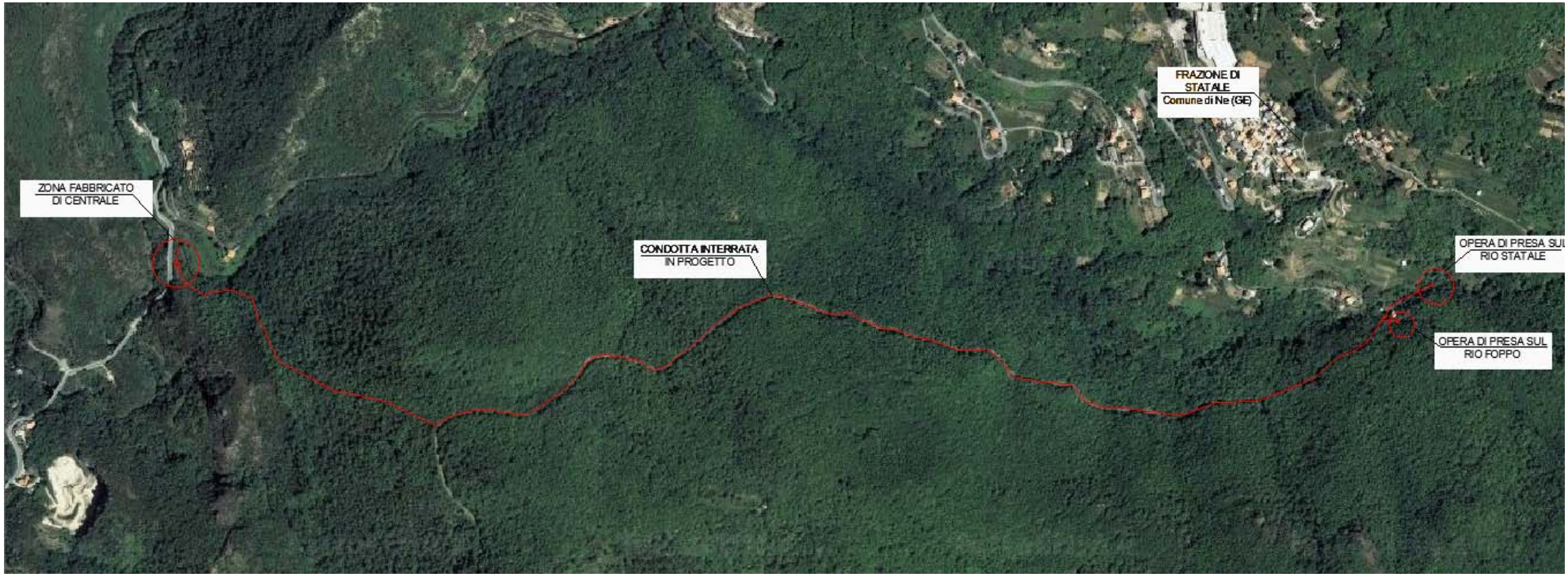


Figura 2: Ubicazione dell'impianto in progetto su foto aerea.

3 BACINO IMBRIFERO DEL RIO STATALE E DEL RIO FOPPO

Il rio Statale ed il rio Foppo, suo affluente di sinistra, nascono nell'entroterra della Liguria orientale, in provincia di Genova. Tali corsi d'acqua appartengono al bacino idrografico del fiume Entella di cui sono affluenti, di secondo ordine il rio Statale e di terzo ordine il rio Foppo.

Il rio Statale è un affluente di testata del torrente Graveglia, dove confluisce a valle del ponte sulla strada provinciale Carasco-Reppia.

Nonostante l'altezza ridotta delle aree abitate, la linea spartiacque che delimita il bacino idrografico del rio Statale e del rio Foppo è costituita da rilievi elevati mediamente da 800-900 m s.l.m. a 1200-1300 m s.l.m., che a partire dalla sorgente del rio Statale in senso orario sono così distinguibili: M.te Biscia (989 m s.l.m.), M.te Porcile che rappresenta la massima quota (1289 m s.l.m.), M.te Capra (1058 m s.l.m.), M.te Ricasola (776 m s.l.m.).

Il bacino del rio Statale ha un'estensione di circa 7,7 km^2 ed uno sviluppo areale che segue una direttrice circa NE-SW distante 10 km dal litorale. La lunghezza dell'asta principale è di circa 4,4 km.

Il bacino del rio Foppo ha un'estensione di 0,7 km^2 ed uno sviluppo areale che segue una direttrice circa SE-NW distante 10 km dal litorale. La lunghezza dell'asta principale è di circa 1,2 km.

I bacini idrografici limitrofi sono rappresentati a Sud dal rio Novelli, a Nord-Ovest dal torrente Reppia ed a Nord-Est dal fiume Vara.

La presenza del paese di Statale, di numerose miniere e l'ubicazione del passo del Biscia, che comunica agevolmente con la val di Vara, sono alla base di un reticolo stradale e di una presenza antropica mediamente più alta degli altri bacini. Nella parte alta del bacino, fino agli 800 m circa, si riscontrano fitti boschi, seppure non in ottimali condizioni.

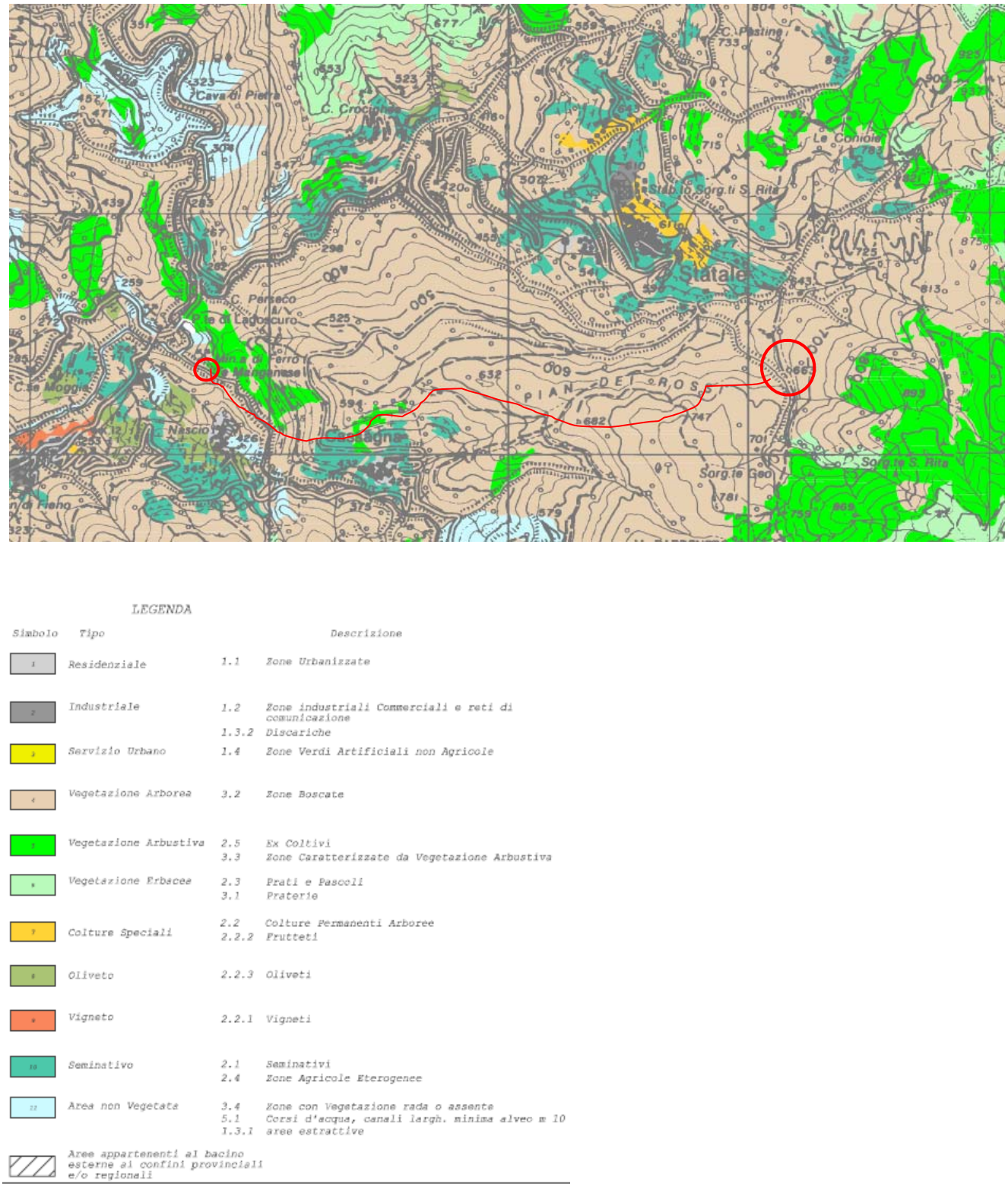


Figura 3: Estratto della carta di uso del suolo.

Al fine di inquadrare geologicamente il bacino idrografico in esame, occorre richiamare il domino Piemontese - Ligure, cui appartengono sia i calcescisti ofiolitiferi di pertinenza alpina, sia le unità ofiolitifere liguridi di pertinenza appenninica.

La serie stratigrafia presente nel bacino può essere sostanzialmente divisa in due parti:

- ofioliti alla base;
- copertura sedimentaria soprastante.

I complessi ofiolitici della Liguria orientale sono costituiti da un substrato di Rocce ultrafemiche, cioè estremamente povere in SiO_2 e ricche in Fe e Mg (peridotiti) e femiche (gabbri) di origine profonda e da una copertura vulcano-sedimentaria.

Le serpentiniti affiorano estesamente entro una ampia area delimitata ad W dall'allineamento costituito dal M.te Carmona, dal M.te Bossea e dal M.te Domenico e ad E dalla linea delle spartiacque che separa il bacino della Val Graveglia dalla Val di Vara. In tutte le località la formazione delle Serpentiniti ha generalmente mantenuto gli originari rapporti stratigrafici con i termini ad essa sovrastanti, nella successione dei termini ofiolitici (brecce ofiolitiche, basalti, Diaspri del M.te Alpe), anche se localmente si possono essere verificati limitati movimenti lungo superfici tettoniche di importanza secondaria.

La copertura vulcano-sedimentaria è invece rappresentata da intercalazioni di brecce sedimentarie composte prevalentemente da elementi di natura ofiolitica, da effusioni basaltiche, da sedimenti fini silicei (Diaspri) e successivi sedimenti calcarei (Calcari a Calpionella) che verso l'alto si arricchiscono progressivamente in frazione argillosa di origine detritica (Argille a Palombini).

Detta copertura vulcano-sedimentaria affiora in rapporti sostanzialmente indisturbati con l'originario substrato ofiolitico. La copertura vulcano-sedimentaria affiora estesamente nel settore mediano ed orientale della Val Graveglia, disposta in corpi allungati circa N-S, ed a contatto con i termini ofiolitici, sia sovrastanti che sottostanti; in queste località la successione stratigrafica appare completa e ben conservata.

La copertura vulcano-sedimentaria inizia generalmente con delle brecce sedimentarie (bc BVG) costituite da frammenti di varie rocce ofiolitiche, specialmente serpentiniti e gabbri.

Si possono distinguere in particolare tre tipi di brecce sedimentarie:

- oficalciti (giurassico sup.)
- brecce di M.te Capra (giurassico sup.)
- brecce poligeniche indifferenziate (giurassico sup.)

Le brecce di M.te Capra sono composte da clasti provenienti da rocce gabbriche a cui si associano, divenendo localmente preponderanti, clasti di basalti filoniani, serpentiniti e plagiograniti; i clasti sono immersi in una abbondante matrice della stessa composizione degli elementi maggiori oppure di natura cloritica.

Le brecce di M.te Capra affiorano estesamente in una zona compresa tra M.te Scrava, M.te Ricasola e l'abitato di Arzeno, presso il M.te Chiappozzo lungo la dorsale che scende verso la località di Case Soprane, nonchè verso il M.te Capra dove si presentano con le caratteristiche tipo.

In corrispondenza del versante meridionale del M.te Ricasola affiora in modo continuo una formazione dei diaspri.

A partire dal M.te Carmona verso Sud, attraverso il M.te Comarello, il M.te Ricasola fino a Statale si sviluppa il più significativo affioramento di calcari a Calpionella (c CAL) che sono calcari micritici per lo più bianchi, spesso selciferi, stratificati, talvolta in eteropia con le argille a palombini (Berriasiano-Valangiano). Tali formazioni rappresentano quindi sedimenti calcarei molto fini contenenti percentuali di silice e sottili intercalazioni argillose.

Tra il M.te Chiappozzo ed il passo del Biscia, presso Statale, è inoltre presente un importante affioramento delle argille a palombini del lago di Giacopiane (ag GIC), che sono argilloscisti scuri con intercalazioni di calcari per lo più silicei e straterelli di arenarie siltose (Neocomiano-Cenomaniano).

Le formazioni che caratterizzano i bacini oggetto di studi ricadono per lo più nelle formazioni permeabili per fessurazione, fratturazione o carsismo (i Calcari a Calpionella, i Diaspri di M. Alpe, i differenti tipi di brecce ofiolitiche (Brecce di M. Capra, Brecce Indifferenziate), le Serpentiniti).

L'estensione del bacino imbrifero del rio Statale e del rio Foppo, alle due opere di presa in progetto, è stata determinata planimetrando l'area di impluvio del bacino a monte della sezione di chiusura stessa.

Il bacino imbrifero chiuso all'opera di presa sul rio Statale ha un'estensione di 2,5 km^2, mentre il bacino imbrifero chiuso all'opera di presa sul rio Foppo ha un'estensione di 0,7 km^2.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico n° 4 "Bacino imbrifero".

4 UBICAZIONE OPERA DI PRESA E DI RESTITUZIONE E BACINI IMBRIFERI SOTTESI

PUNTO DI PRESA 1:

- corso d'acqua sotteso: Rio Statale
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 2,5 km^2
- quota massima: 1.289 m s.l.m. (Monte Porcile)
- quota sezione di chiusura opera di presa: 554,90 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura opera di presa: 1,8 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910457 m ; E 1538809 m

PUNTO DI PRESA 2:

- corso d'acqua sotteso: Rio Foppo
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 0,7 km^2
- quota massima: 1.058 m s.l.m. (Monte Capra)

- quota sezione di chiusura opera di presa: 561,91 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura opera di presa: 1,1 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910399 m ; E 1538804 m

PUNTO DI RESTITUZIONE:

- corso d'acqua sotteso: rio Statale
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura locale centrale: 4,5 km^2
- quota massima: 1.289 m s.l.m. (Monte Porcile)
- quota sezione di chiusura alla restituzione: 241 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura al punto di restituzione: 4,4 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910506 m ; E 1536663 m

5 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico che sfrutta le acque del rio Statale e del suo affluente il rio Foppo, in prossimità della confluenza dei due corsi d'acqua, ubicata pochi metri a valle del ponte della strada comunale Statale-Cassagna.

Sul rio Statale, e sul rio Foppo sono presenti due briglie di proprietà della cooperativa agricola di Statale Srl, che si prevedono di utilizzare per le derivazioni in progetto, previo accordo di couso con i proprietari.

La briglia sul rio Statale si trova 100 metri circa a monte della confluenza con il rio Foppo. Essa è realizzata in calcestruzzo, è ancorata sia in destra che in sinistra al versante in roccia e si trova in un buono stato di conservazione. Tale manufatto presenta una gaveta centrale, di larghezza 2 metri circa, ribassata di circa 0,25 m, rispetto alle due ali laterali, ha una larghezza totale di circa 5,5 metri ed un'altezza di 0,40 m circa. Il tratto del rio Statale a valle della briglia, è caratterizzato dalla presenza di alcune rapide.

Il rio Foppo appena a monte della confluenza, presenta caratteristiche tipicamente torrentizie, con alveo stretto ed incassato, e la presenza di salti naturali. La briglia sul rio Foppo, ubicata poco a monte della confluenza con il rio Statale, è realizzata in calcestruzzo, presenta una gaveta centrale e si trova in un buono stato di conservazione.

L'area delle due opere di presa è accessibile dalla strada comunale Statale-Cassagna, mediante due sentieri esistenti che risalgono i corsi d'acqua.



Figura 4: Briglia esistente sul rio Statale che si intende utilizzare. Si nota la presenza della gaveta centrale ribassata (vista da valle verso monte).



Figura 5: Rio Statale a valle della briglia esistente (visto da valle verso monte).



Figura 6: Briglia esistente sul rio Foppo, a monte della confluenza nel rio Statale, che si intende utilizzare. Si nota la presenza della gaveta centrale ribassata.



Figura 7: Strada sterrata sotto la quale verrà interrata buona parte della condotta.



Figura 8: Ponte sulla strada provinciale Reppia-Carasco, a monte del quale si prevede la restituzione delle acque derivate nel rio Statale.

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto in esame prevede la captazione di parte delle acque del rio Statale e del rio Foppo, suo affluente, appena a monte della confluenza dei due corsi d'acqua, ed il rilascio completo delle stesse appena a monte della confluenza col torrente Reppia, con le medesime caratteristiche chimico fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione. Il salto idraulico netto che verrebbe sfruttato è pari a 299 m circa.

Lo sfruttamento di una soglia esistente sul rio Statale consente di finalizzare a scopo idroelettrico il potenziale di una risorsa energetica altrimenti inutilizzata. L'area di intervento ricade interamente sul territorio del Comune di Ne.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico lordo: 299 m circa
- portata massima dell'impianto: 0,230 m^3/s (0,180 m^3/s sul rio Statale e 0,050 sul rio Foppo)
- portata media annua derivabile: 0,059 m^3/s (0,047 m^3/s sul rio Statale e 0,012 sul rio Foppo)
- produzione energetica media annua: 1.270.000 kWh

Si riporta nei sottocapitoli seguenti una descrizione di ciascuna parte costituente l'impianto.

6.1 OPERA DI PRESA

Al fine di limitare al massimo l'impatto ambientale delle opere di presa si prevede una captazione del tipo ad acqua fluente senza bacino di regolazione. L'opera di presa sul rio Statale è localizzata 100 m circa a monte della confluenza con il rio Foppo, in corrispondenza di una soglia esistente, in un tratto in cui l'alveo del rio Statale presenta una larghezza di alveo inciso pari a circa 3 m.

La captazione dell'acqua avverrà mediante la realizzazione di una trappola, costituita da un'apertura lungo la gaveta esistente ortogonalmente alla corrente, larga 2,5 metri, collegata mediante condotta di diametro 0,800 m alle vasche dissabbiatrici e di carico laterali, e chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua cade e viene captata.

Sulla parte orografica destra a lato della captazione, e separata da questa da un muretto, si colloca la soglia di passaggio del Deflusso Minimo Vitale, coincidente con la soglia del passaggio ittiofauna, posta alla quota 554,84 m s.l.m, 6 cm più bassa della soglia di captazione pari a 554,90 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno i 0,015 m^3/s (15 l/s) di DMV, prima che avvenga la captazione in concessione. Da questa si origina il passaggio di risalita dell'ittiofauna in massi cementati.

L'opera di presa sul rio Foppo è localizzata 100 m circa a monte della confluenza con il rio Statale, in corrispondenza della briglia esistente, in un tratto in cui il rio presenta una larghezza di alveo inciso pari a circa 2,5 m.

La captazione dell'acqua avverrà mediante la realizzazione di una trappola, costituita da un'apertura lungo la soglia ortogonalmente alla corrente larga 1,5 metri e chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua cade e viene captata.

L'acqua captata viene raccolta in una piccola vasca dotata di paratoia dissabbiatrice, chiusa superiormente da una griglia metallica, dalla quale si origina una condotta interrata di diametro 0,200 m e lunghezza 60 metri circa, che la convoglia alla vasca di carico ubicata a valle dell'opera di presa sul rio Statale.

Dalla vasca di carico parte inoltre una condotta di diametro 100 mm che convoglia l'acqua alla vasca di raccolta del consorzio irriguo esistente, ubicata poco più a valle, in sponda destra. Tale derivazione sarà prioritaria rispetto alla derivazione idroelettrica.

Sulla parte orografica sinistra a lato della captazione, e separata da questa da un muretto, si colloca la soglia di passaggio del Deflusso Minimo Vitale, coincidente con la soglia del passaggio ittiofauna, posta alla quota 561,88 m s.l.m, 3 cm più bassa della soglia di captazione pari a 561,91 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno i 0,005 m^3/s (5 l/s) di DMV, prima che avvenga la captazione in concessione. Da questa si origina il passaggio di risalita dell'ittiofauna in massi cementati.

6.2 VASCA DISSABBIATRICE E VASCA DI CARICO

Le vasche dissabbiatrici e di carico sono collocate appena a valle della soglia di presa sul rio Statale, in sponda orografica sinistra del rio, al piede del versante roccioso esistente.

A partire dalla presa a trappola in alveo, l'acqua derivata passa nella vasca dissabbiatrice avente larghezza interna 1,50 m, lunghezza 4,60 m ed altezza interna variabile tra 1,60 m e 2,00 m, e da questa, superato lo sgrigliatore metallico ed un piccolo setto verticale di separazione, raggiunge la vasca di carico. Nella vasca di carico viene anche convogliata l'acqua derivata dal rio Foppo, mediante una condotta interrata di diametro 0,200 m.

La vasca di carico costituisce un semplice prolungamento della vasca dissabbiatrice, mantenendone la stessa larghezza e quota di estradosso (554,95 m s.l.m.), con soltanto una maggiore altezza interna realizzata in scavo. Le geometrie interne sono larghezza interna 1,50 m, lunghezza 2,5 m ed altezza interna 2,20 m.

In adiacenza alla parete di valle della vasca di carico è posizionato il locale valvola e controllo, dove risulta ubicato l'imbocco della condotta di derivazione forzata, regolabile da una valvola di sovravelocità, alloggiata in apposita camera interrata. Il locale valvola e controllo ha larghezza interna di 2,20 m, lunghezza 3 m ed altezza interna 4,10 m, ed è dotato di una botola metallica per il calo della valvola. Dalla vasca di carico parte infine una condotta di diametro 100 mm per la derivazione esistente del consorzio irriguo, che sarà prioritaria rispetto alla derivazione idroelettrica.

Le vasche si prevedono realizzate in cemento armato gettato in opera, con solaio e pareti interrati, mentre sarà realizzata fuori terra parte del locale valvola e controllo, le cui pareti a vista saranno rivestite in pietra locale.

6.3 PASSAGGIO DI RISALITA FAUNA ITTICA

I passaggi di risalita della fauna ittica hanno lo scopo di garantire una continuità di passaggio dell'ittiofauna, tra valle e monte di opere di sbarramento artificiali, per spostamenti periodici dettati da esigenze riproduttive, o giornalieri per la ricerca di cibo.

Si consideri che la continuità longitudinale lungo lo Statale al momento è già interrotta dalla briglia esistente, pertanto le scale di risalita di fatto, costituiscono una sostanziale mitigazione degli impatti causati ed una miglioria alle condizioni attuali di percorribilità longitudinale.

- Rio Statale:

La scala sul rio Statale sarà costituita da 4 bacini con salti non superiori ai 20 cm ciascuno. Questi si snoderanno lungo la sponda destra ed il loro fondo sarà reso naturaliforme mediante l'inserimento di massi cementati. La portata transitante corrisponderà al DMV, pari a 15 l/s;

- Rio Foppo:

La scala prevista sulla traversa al rio Foppo necessiterà di 4 bacini con salti non superiori ai 20 cm ciascuno, questi si snoderanno lungo la sponda destra ed il loro fondo sarà reso naturaliforme mediante l'inserimento di massi cementati. La portata transitante corrisponderà al DMV, pari a 5 l/s.

I criteri di dimensionamento dei due passaggi di risalita in questione sono dettagliatamente illustrati all'interno della specifica *Relazione ittiologica* predisposta in fase di progetto.

6.4 CONDOTTA DI DERIVAZIONE

La condotta di derivazione interrata in progetto collega la vasca di carico posta in corrispondenza dell'opera di presa del rio Statale a quota 554,10 m s.l.m., con il fabbricato centrale dove è alloggiata la turbina Pelton, il cui asse è posto a quota 254,63 m s.l.m. con uno sviluppo totale di 2.390 m, ed un dislivello totale di circa 299 m.

La condotta, completamente interrata, si prevede in acciaio, bitumata esternamente e rivestita con resine epossidiche internamente, con un diametro interno pari a 450 mm.

In uscita dalla vasca di carico la condotta percorre un primo breve tratto di 85 m su aree private, con una pendenza pressoché costante che segue quella dell'alveo del rio Statale, fino a raggiungere la strada comunale Cassagna-Statale sterrata, a quota 551 m s.l.m. circa.



Figura 9: Aree private dove verrà interrato il primo tratto della condotta, fino al raggiungimento della strada comunale Cassagna-Statale.

A questo punto il tracciato della condotta si snoda sempre interrato sul lato di monte della strada comunale fino a raggiungere la quota 485 m s.l.m. circa in prossimità della miniera di ferro e manganese, con un tratto di circa 1.765 m di lunghezza.

Raggiunta tale quota la condotta abbandona la strada comunale che prosegue in direzione dell'abitato di Cassagna e prosegue, con una pendenza maggiore, su aree private per 270 m circa, fino a raggiungere un sentiero esistente. A questo punto il tracciato segue il sentiero per un tratto di circa 260 m, per poi abbandonarlo e proseguire lungo gli ultimi 10 metri di tracciato su aree private fino ad arrivare al fabbricato di centrale, ubicato appena a monte del ponte della Strada Provinciale Reppia-Carasco.



Figura 10: Ponte della strada comunale Cassagna-Statale. In rosso è indicato il primo tratto del tracciato della condotta interrata su aree private, in arancione è indicato il tracciato della condotta interrata che prosegue sulla strada comunale.



Figura 11: Strada comunale sterrata Cassagna-Statale, sotto la quale verrà interrata buona parte della condotta.

6.5 FABBRICATO DI CENTRALE

Il fabbricato di centrale è collocato in comune di Ne, circa 30 metri a monte del ponte sulla Strada Provinciale Reppia-Carasco.

Il fabbricato è previsto il più possibile interrato nel versante, nella posizione più lontana possibile dall'alveo inciso del rio Statale, superiore di 10 metri, compatibilmente con le quote altimetriche dei luoghi.

Strutturalmente si prevede realizzato in cemento armato gettato in opera, con tamponamenti in muratura e rivestimento in pietra locale delle pareti a vista e con copertura piana in ardesia.

Nel fabbricato di centrale, di dimensioni esterne in pianta di 9,80 per 6,10 m ed altezza esterna di 4,5 m circa, a partire dalla quota del piazzale di accesso, sono contenute le apparecchiature elettromeccaniche, costituite dalla turbina di tipo Pelton ad asse orizzontale con generatore, il trasformatore, ed i quadri elettrici di gestione e controllo.

L'accesso all'interno del fabbricato avverrà dal piazzale mediante un portone d'ingresso di larghezza 2 m.

In adiacenza al fabbricato di centrale, in posizione arretrata, si prevede la realizzazione di un locale chiuso con accesso indipendente dall'esterno per l'ENEL e di un contiguo locale misure. Il primo locale presenterà dimensioni interne pari a 3,00 x 4,05 metri, il secondo pari a 3,00 x 1,25 metri. Analogamente al fabbricato di centrale, i due locali si prevedono parzialmente interrati nel versante, con copertura piana in ardesia e rivestimento in pietra locale delle pareti a vista.

Il collegamento del locale ENEL alla rete elettrica MT esistente sarà realizzato mediante un cavidotto interrato di lunghezza pari a circa 40 m che si svilupperà in corrispondenza della pista sterrata di accesso alla centrale ed in adiacenza alla Strada Provinciale sino al palo MT esistente.

6.6 CANALE DI SCARICO

Al di sotto della turbina si prevede una vasca di scarico di lunghezza pari a quella dell'edificio sovrastante, larghezza interna 1,50 m, ed altezza 1,80 m, confluente nella condotta di scarico. La condotta di scarico si prevede realizzata mediante la posa di un tubo in acciaio di diametro 600 mm, completamente interrato per una lunghezza complessiva di circa 10 m.

Al fine di evitare fenomeni erosivi locali in alveo in prospicenza dello scarico, si prevede venga realizzata in corrispondenza dello stesso una sistemazione locale della sponda di valle e del fondo alveo del torrente con massi di grandi dimensioni.

7 ANALISI DELLE TEMPERATURE

Per la caratterizzazione termometrica dell'area di progetto si è fatto riferimento ai dati climatologici messi a disposizione nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico - Il bacino del Fiume Entella della Provincia di Genova.

Si riportano nella tabella seguente l'elenco e le caratteristiche delle stazioni di rilevamento della temperatura presenti nel bacino del fiume Entella. Si può osservare che nelle vicinanze dell'area in esame è presente una stazione di misura, denominata "STATALE", ubicata in comune di Ne.

STAZIONE	PROV.	COMUNE	BACINO	LAT. N	LG. E	QUOTA m.s.m.
Genova U.	GE	Genova	tra Polcevera e Bisagno	4934738	1513270	21
Genova S.I.	GE	Genova	Bisagno (Canate)	4931042	1515926	2
Colonia A.	GE	Uscio	tra Bisagno e Entella	4925528	1527868	600
S.Margherita L.	GE	S.Margherita L.	tra Bisagno e Entella	4931094	1530493	3
Chiavari	GE	Chiavari	tra Bisagno e Entella	4925477	1510638	5
Neirone	GE	Neirone	Entella (Neirone)	4916212	1504017	332
Tigliolo	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4918076	1513304	293
Giacopiane	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4910677	1515976	1016
San Michele	GE	Borzonasca	Entella (Penna)	4908829	1517309	170
Cichero	GE	S. Colombano C.	Entella (Cicagna)	4907004	1525289	480
Statale	GE	Nè	Entella (Graveglia)	4916218	1509326	570
Levanto	SP	Levanto	tra Entella e Magra	4918069	1509323	2
La Spezia	SP	La Spezia	tra Entella e Magra	4918071	1510650	5
Varese L.	SP	Varese L.	Magra (Vara)	4919927	1513300	347
Tavarone	SP	Maissana	Magra (Torza)	4923633	1514618	603
S. Margherita	SP	Sesta Godano	Magra (Vara)	4921796	1519927	200
Mattarana	SP	Carrodano	Magra (Vara)	4916250	1522599	590
Calice al C.	SP	Calice al C.	Magra (Vara)	4912568	1527924	402

Tabella 1: Stazioni termometriche presenti nel bacino del fiume Entella. In rosso è evidenziata la stazione ubicata in prossimità dell'opera di progetto.

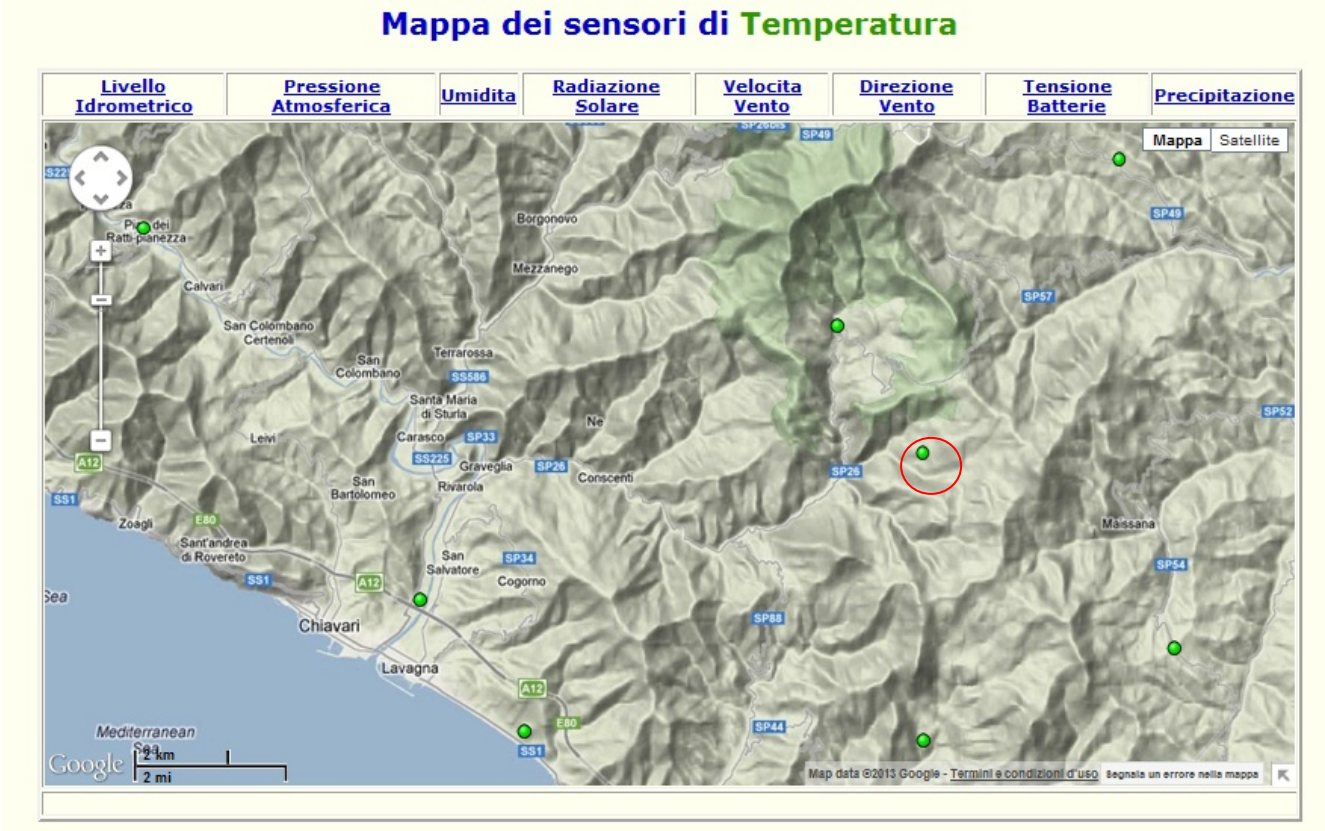


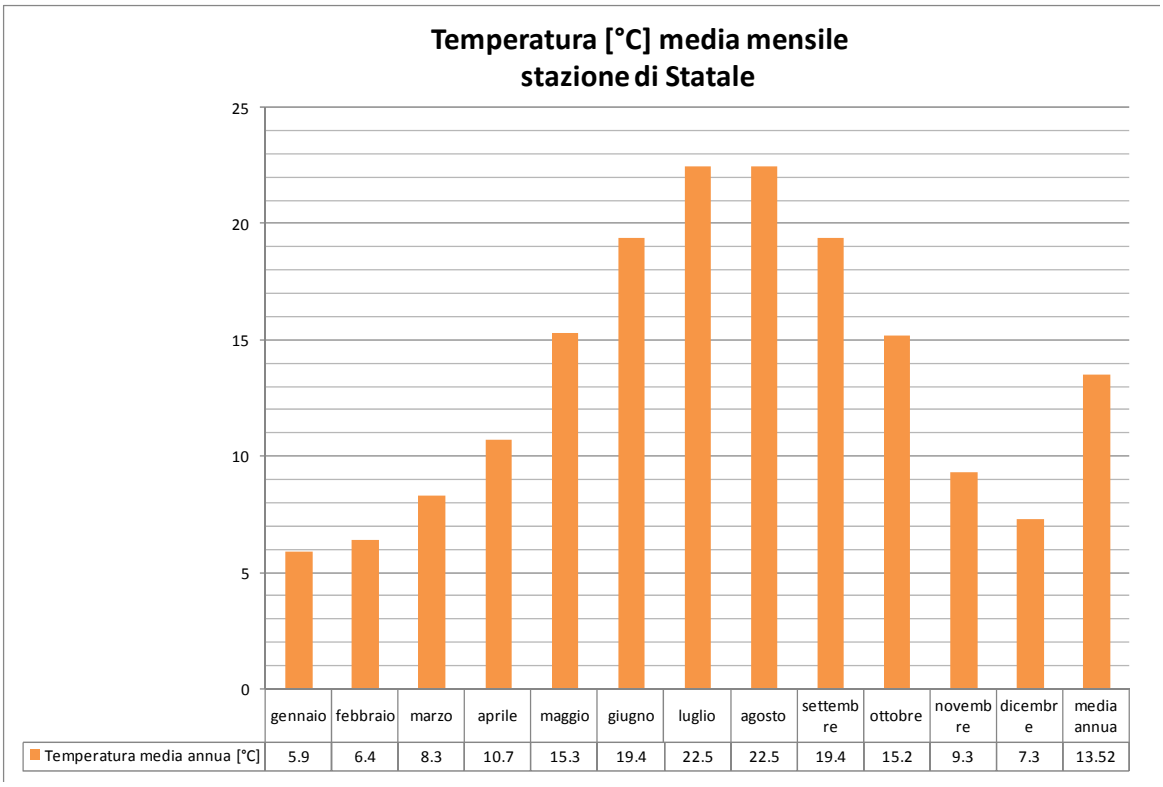
Figura 12: Mappa dei sensori di temperatura presenti in Liguria. In rosso è evidenziata la stazione "Statale" ubicata in comune di Ne.

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Genova U.	8.6	8.7	11.3	13.7	17.1	20.8	24.0	23.9	21.4	17.6	12.5	10.1	15.8
Genova S.I.	7.0	8.5	10.7	12.6	16.3	19.2	22.5	20.8	19.0	16.4	12.1	8.1	14.2
Colonia A.	5.4	5.5	7.7	10.0	13.7	17.9	20.6	20.5	18.0	14.6	9.7	7.2	12.6
S.Margherita L.	3.9	5.6	7.5	9.5	14.7	18.9	20.9	20.2	16.7	13.3	7.9	5.0	11.4
Chiavari	8.5	8.9	11.1	13.4	16.9	20.5	23.6	23.2	20.5	16.8	11.3	9.8	15.4
Neirone	6.3	6.3	8.6	11.1	14.6	18.8	20.5	21.0	18.6	14.7	9.7	7.2	12.9
Tigliolo	6.9	7.4	9.5	11.9	15.1	18.9	21.4	20.7	17.8	14.3	10.1	8.0	13.6
Giacopiane	3.4	3.7	5.6	7.8	11.7	15.7	19.1	18.7	16.1	12.5	7.1	4.7	10.4
San Michele	6.0	7.5	9.2	11.8	15.3	18.4	20.8	20.7	17.8	15.0	10.2	7.2	13.3
Cichero	5.9	6.2	8.4	11.4	15.4	19.5	22.3	21.6	18.8	14.8	10.0	7.2	13.3
Statale	5.9	6.4	8.3	10.7	15.3	19.4	22.5	22.5	19.4	15.2	9.3	7.3	13.5
Levanto	8.3	8.7	10.6	13.2	16.6	20.5	23.1	23.3	20.6	17.2	12.7	10.0	15.4
La Spezia	8.4	8.6	10.9	13.5	17.4	21.1	24.1	24.0	21.2	17.7	12.1	9.7	15.6
Varese L.	3.4	3.8	6.1	8.9	13.0	16.5	19.8	19.3	16.4	12.7	7.4	4.4	10.9
Tavarone	4.6	5.0	7.4	9.8	14.2	17.8	21.0	20.6	17.9	14.0	8.6	6.2	12.3
S. Margherita	4.5	3.6	6.3	10.6	15.1	18.9	22.4	20.9	17.3	12.9	7.7	5.0	12.0
Mattarana	4.9	6.4	8.0	9.6	14.0	17.9	20.1	20.0	16.2	13.3	8.5	6.2	11.9
Calice al C.	7.0	6.7	9.6	12.0	15.7	19.4	22.6	22.8	19.5	15.7	10.3	8.0	14.0

valori medi mensili e medio annuale della temperatura (°C) per le stazioni considerate nell'analisi climatologica

Tabella 2: Temperature medie mensili e annue. In rosso è evidenziata la stazione "Statale" ubicata in comune di Ne.

Dai dati registrati presso la stazione termometrica di Ne si può osservare che i valori delle temperature medie mensili massimi si verificano nei mesi di luglio ed agosto (22,5 °C) , mentre quelli minimi si manifestano in gennaio (5,9 °C). La temperatura media annua nel Comune di Ne risulta di circa 13,5 °C.



	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	media annua
Temperatura media annua [°C]	5.9	6.4	8.3	10.7	15.3	19.4	22.5	22.5	19.4	15.2	9.3	7.3	13.52

Tabella 3: Istogramma delle temperature medie mensili e annue registrate alla stazione "Statale" ubicata in comune di Ne.

8 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

La peculiare posizione geografica dell'area in esame, situata nella Riviera di Levante, comporta la predisposizione naturale a ricevere frontalmente i flussi umidi sud-occidentali. Gli sbarramenti montuosi, ed in particolare quello dello spartiacque, delimitano una sorta di bacino chiuso, obbligando l'aria umida, che affluisce nella valle dallo sbocco al mare, a incunearsi e, sollevandosi, a scaricare la grande quantità di vapor acqueo in essa contenuta sotto forma di precipitazioni. Ciò consente di raccogliere, alla testata della valle, ragguardevoli somme di pioggia stimate in circa 1.800-2000 mm.

Per la stima del regime pluviometrico nell'area di progetto è stata effettuata una ricerca delle stazioni pluviometriche esistenti negli annali idrologici parte 1 della Regione Liguria. Nel bacino dell'Entella, di cui fa parte anche l'area in esame, sono presenti alcuni pluviometri, elencati nella tabella seguente.

ENTELLA				
Neirone	Pr	332	2.00	1928
Piana di Soglio	Pr	75	6.00	1936
Tigliolo	Pr	293	6.50	1924
Giacopiane - Lago	Pe	1030	2.00	2001
Giacopiane ♦	Pe	1009	1.90	1924
S. Michele	Pe	170	1.90	1924
Cichero	Pe	480	1.90	1963
Reppia	Pe	546	1.90	1972
Statale	Pr	570	2.20	1934
Cassagna	Pr	432	1.80	1972
Chiavari - Caperana	Pe	6	4.50	2002
Panesi	Pe	25	1.90	1933

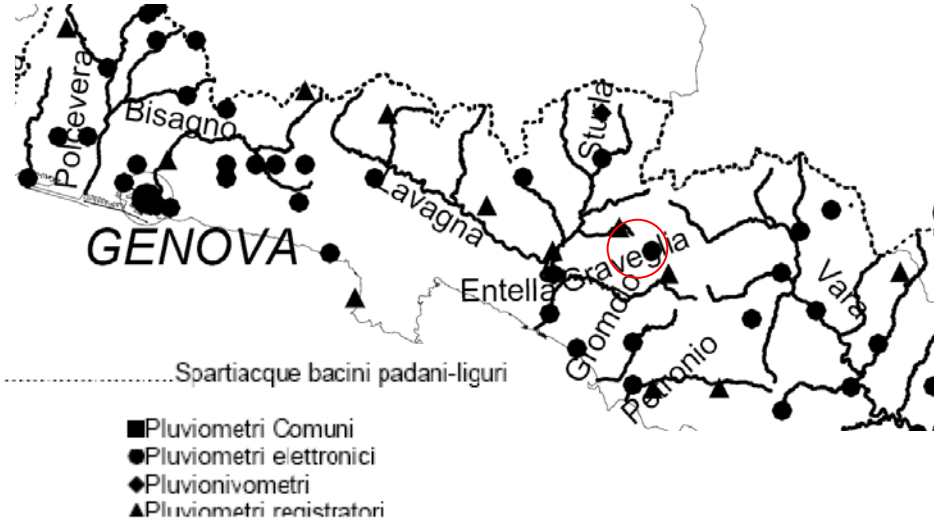


Figura 13: Stazioni pluviometriche presenti nel bacino dell'Entella

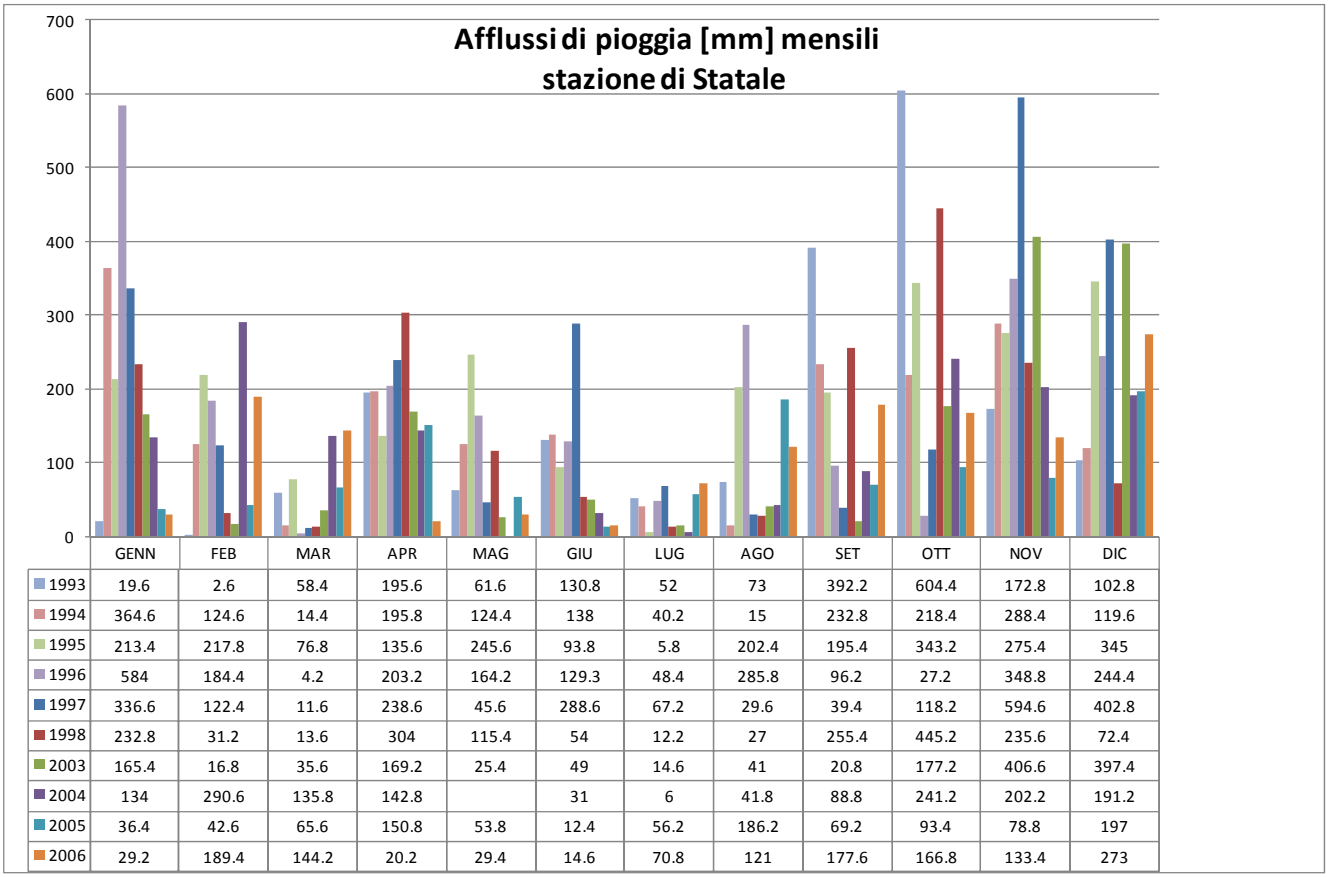
La stazione pluviometrica che risulta più rappresentativa dell'area di progetto è quella denominata "Statale", ubicata in comune di Ne. Per tale stazione pluviometrica sono disponibili le precipitazioni medie mensili per gli anni 1947-1982; 1935-1945; 1985-1987; 1993-1998; 2003-2006.

Nell'ambito di tale studio sono stati considerati i dati degli ultimi anni disponibili, a partire dal 1993, per un totale di 10 anni.

Dai grafici riportati di seguito si può osservare che nell'area considerata l'andamento delle precipitazioni presenta un minimo assoluto estivo in corrispondenza del mese di luglio. In seguito l'afflusso aumenta regolarmente fino al raggiungimento del valore massimo assoluto autunnale (localizzato nei mesi di ottobre e novembre), per poi presentare alcune oscillazioni ed un eventuale secondo "picco" in gennaio e/o aprile fino all'estate successiva.

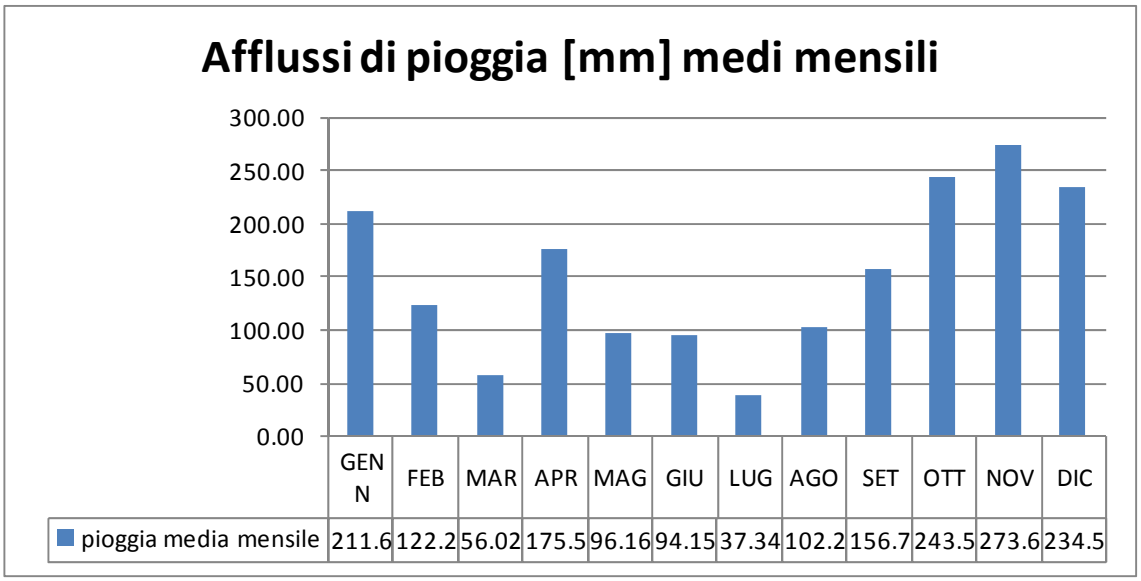
Le punte autunnali hanno valori medi mensili dell'ordine dei 270 mm, quelle primaverili di circa 170 mm, mentre i minimi estivi hanno valori medi mensili dell'ordine dei 35 mm.

Il totale delle precipitazioni medie annue è di circa 1.800 mm/anno, con un minimo, nel periodo considerato (1993-1998; 2003-2006), di 1042 mm nel 2005 ed un massimo di 2350 nel 1995.



	GENN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1993	19.6	2.6	58.4	195.6	61.6	130.8	52	73	392.2	604.4	172.8	102.8
1994	364.6	124.6	14.4	195.8	124.4	138	40.2	15	232.8	218.4	288.4	119.6
1995	213.4	217.8	76.8	135.6	245.6	93.8	5.8	202.4	195.4	343.2	275.4	345
1996	584	184.4	4.2	203.2	164.2	129.3	48.4	285.8	96.2	27.2	348.8	244.4
1997	336.6	122.4	11.6	238.6	45.6	288.6	67.2	29.6	39.4	118.2	594.6	402.8
1998	232.8	31.2	13.6	304	115.4	54	12.2	27	255.4	445.2	235.6	72.4
2003	165.4	16.8	35.6	169.2	25.4	49	14.6	41	20.8	177.2	406.6	397.4
2004	134	290.6	135.8	142.8		31	6	41.8	88.8	241.2	202.2	191.2
2005	36.4	42.6	65.6	150.8	53.8	12.4	56.2	186.2	69.2	93.4	78.8	197
2006	29.2	189.4	144.2	20.2	29.4	14.6	70.8	121	177.6	166.8	133.4	273

Figura 14: Precipitazioni mensili registrate alla stazione pluviometrica denominata "Statale".



	GENN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
pioggia media mensile	211.6	122.2	56.02	175.5	96.16	94.15	37.34	102.2	156.7	243.5	273.6	234.5

Figura 15: Precipitazioni medie mensili registrate alla stazione pluviometrica denominata "Statale".

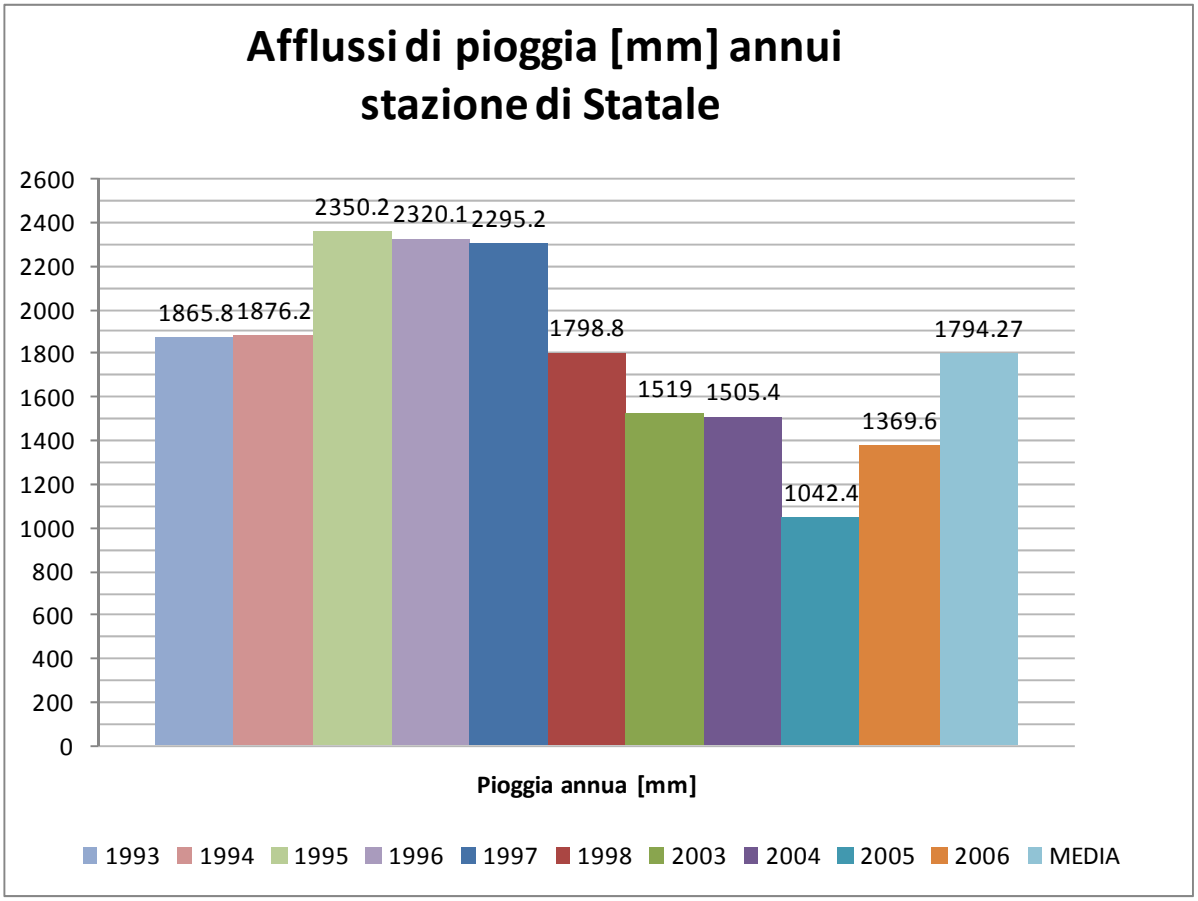


Figura 16: Precipitazioni annue registrate alla stazione pluviometrica denominata "Statale".

Sono stati inoltre considerati i dati pluviometrici riportati nel *"Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico- Il bacino del Fiume Entella"*.

Si riporta nella tabella seguente l'elenco e le caratteristiche delle stazioni pluviometriche presenti nel bacino del fiume Entella, nel quale rientra anche l'area in esame, considerate nello studio del Piano di Bacino.

NOME STAZIONE	CODICE	NUM STAZIONE	COD IDROGRAFICO	QUOTA	BACINO	PLUV INIZIO	PLUV FINE	PLUVREG INIZIO	F
COLONIA ARNALDI	118	2117	770	600	FRA BISAGNO E ENTELLA	0	0	1933	
PANESI	125	2124	620	535	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1970	
MADONNA DEL BOSCO	126	2125	630	376	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1967	
OGNIO	127	2126	640	400	ENTELLA (LAVAGNA)	1926	1954	1955	
NEIRONE	128	2127	650	532	ENTELLA (NEIRONE)	1928	1946	1947	
FAVALE DI MALVARO	129	2128	660	380	ENTELLA (MALVARO)	1928	0	1970	
PIANA DI SOGLIO	130	2129	670	75	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1936	
SAN MARTINO DEL MONTE	131	2130	680	309	ENTELLA (LAVAGNA)	1919	1962	1963	
TIGLIOLO	132	2131	600	203	ENTELLA (STURLA)	0	0	1024	
GIACOPIANE	133	2132	600	1016	ENTELLA (STURLA)	0	0	1924	
SAN MICHELE	135	2134	610	170	ENTELLA (PENNA)	0	0	1924	
CICHERO	138	2137	620	480	ENTELLA (CICANA)	0	0	1963	
STATALE	139	2138	640	570	ENTELLA (GRAVEGLIA)	0	0	1934	
CHIESANUOVA GARIBALDI	140	2139	660	110	ENTELLA (GRAVEGLIA)	1919	0	0	
PANESI	141	2140	670	25	ENTELLA	0	0	1933	

Stazioni pluviometriche interne al bacino

Tabella 4: Stazioni pluviometriche nel bacino del fiume Entella considerate nello studio climatologico del Piano di Bilancio idrico. In rosso è evidenziata la stazione ubicata in prossimità dell'opera di progetto.

La stazione pluviometrica che risulta più rappresentativa dell'area di progetto è quella denominata "Statale", ubicata in comune di Ne, a 570 m s.l.m., per la quale sono presenti i dati dal 1951 al 1989.

Si riportano nella tabella e nel grafico seguente le precipitazioni medie mensili per le stazioni pluviometriche considerate nello studio del Piano di Bilancio idrico, con evidenziata in rosso la stazione rappresentativa dell'area di progetto.

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Bavastrelli	279.1	187.9	200.8	149.1	150.9	87.7	62.6	149.5	135.6	365.7	196.5	190.0	2155.3
Diga d. Brugneto	206.0	141.9	181.2	166.2	121.7	116.7	52.5	93.6	123.2	245.1	165.8	185.7	1799.6
Cabanne	250.6	159.0	212.7	171.8	157.6	106.3	69.7	116.3	147.3	313.8	193.0	195.6	2084.1
Rezzoaglio	197.0	141.3	206.0	177.0	173.7	137.0	98.7	39.3	120.0	157.7	177.0	176.3	1801.0
Scoffera	157.8	147.1	159.5	171.2	147.0	97.0	64.4	107.0	140.0	219.7	236.6	195.7	1862.4
S. Ilario	144.4	105.1	113.1	95.5	90.8	59.8	35.9	61.4	109.1	166.0	169.3	136.3	1289.6
Colonia A.	195.5	159.2	190.9	161.0	136.6	92.6	56.3	97.8	128.5	226.5	242.1	200.9	1888.0
S.Pietro di N.	145.8	127.9	123.5	100.6	85.6	62.4	49.2	76.9	129.3	197.4	188.7	144.6	1414.7
S.Margherita L.	145.0	130.9	120.4	105.1	82.3	67.1	41.1	87.3	118.7	183.4	195.9	155.8	1432.8
Chiavari	109.8	98.2	96.3	83.0	70.9	58.0	37.3	60.9	98.5	156.0	138.5	122.4	1121.2
Cornua	210.7	175.2	318.1	107.2	105.5	70.5	36.5	90.3	109.7	116.5	182.3	119.5	1648.7
Pannesi	264.6	157.6	129.9	138.9	143.4	85.2	58.3	119.6	100.8	163.3	187.9	181.5	1730.8
Mad.d.Bosco	249.1	198.5	139.7	132.4	134.6	85.0	47.6	119.2	153.2	156.8	223.8	143.3	1717.5
Ognio	222.4	189.5	192.1	188.3	135.3	98.1	69.2	109.1	153.3	257.8	294.4	214.2	2123.7
Neirone	192.6	165.0	165.8	154.7	125.1	95.3	63.9	99.4	140.2	229.0	238.2	175.2	1875.4
Favale d. M.	160.5	126.6	131.1	126.5	119.8	84.0	74.6	99.5	136.5	219.3	227.4	164.7	1699.8
Piana di S.	164.8	142.7	151.9	129.4	104.3	78.8	57.2	90.5	133.1	202.8	206.1	195.4	1719.7
S. Martino d. M.te	131.6	115.2	113.7	107.4	84.6	65.6	50.0	81.8	118.6	178.4	157.7	135.0	1348.0
Tigliolo	182.1	166.2	171.5	148.3	127.4	94.0	69.2	94.8	167.3	221.9	232.3	201.9	1870.8
Giacopiane	174.1	158.4	166.7	162.2	148.1	105.2	88.0	114.8	172.4	246.2	249.5	194.4	1980.0
S.Michele	150.3	131.8	133.0	122.0	103.2	78.7	67.6	91.9	113.7	183.7	179.3	227.1	1585.5
Cichero	225.3	176.0	175.7	137.1	132.2	102.1	78.8	121.9	173.3	232.4	203.5	173.1	1931.4
Statale	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.9	83.7	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5	2199.4
Chiesanuova G.	152.3	135.9	137.5	120.8	101.9	69.0	59.4	90.4	146.1	196.7	191.1	167.7	1569.0
Panexi	110.5	107.0	102.0	91.0	80.4	58.6	41.6	60.9	87.4	140.0	134.4	121.0	1134.7
Castiglione Chiav.	138.6	127.7	115.1	99.0	80.7	57.2	36.9	78.5	111.8	153.7	163.0	135.7	1314.7
Montale di L.	125.9	118.0	112.1	100.3	77.5	58.3	30.3	56.8	103.3	159.4	135.7	135.0	1212.5
Levanto	103.8	93.9	90.0	84.9	66.2	49.0	28.5	63.7	88.2	147.2	120.3	118.7	1054.3
Portovenere	85.0	88.9	79.5	71.0	58.0	45.1	27.5	41.9	76.0	94.7	120.7	105.4	898.2
La Spezia	121.2	111.8	93.0	83.2	63.7	44.0	25.9	46.5	82.0	137.7	133.6	135.3	1091.8

valori medi mensili e medio annuale della precipitazione (mm) per le stazioni considerate nell'analisi climatologica

Figura 17: Dati pluviometrici delle stazioni di misura considerate nello studio climatologico del Piano di Bilancio idrico. In rosso è evidenziata la stazione ubicata in prossimità dell'opera di progetto.

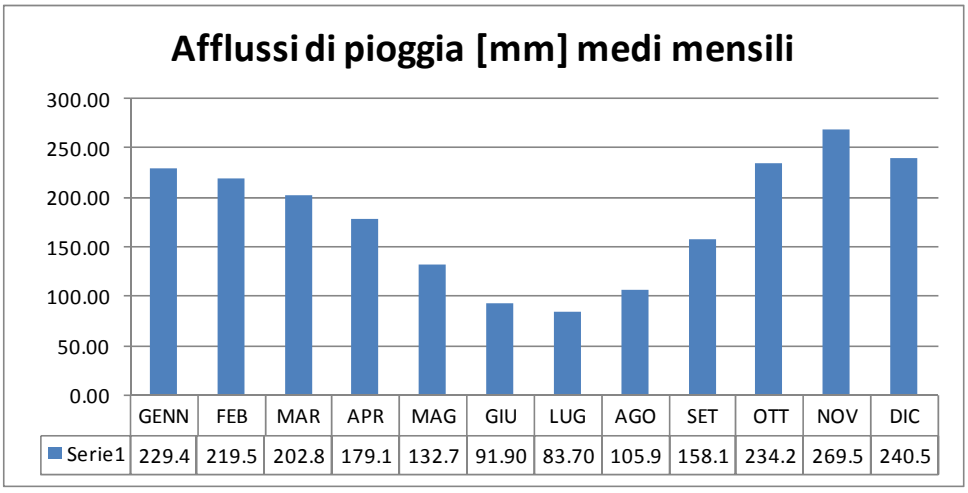


Figura 18: Precipitazioni medie mensili alla stazione pluviometrica denominata "Statale" estratte dal Piano di Bilancio Idrico - bacino del fiume Entella.

Si riportano inoltre i valori medi mensili delle precipitazioni per la stazione di "Statale", per tutti gli anni compresi dal 1951 al 1989.

Stazione di Statale:

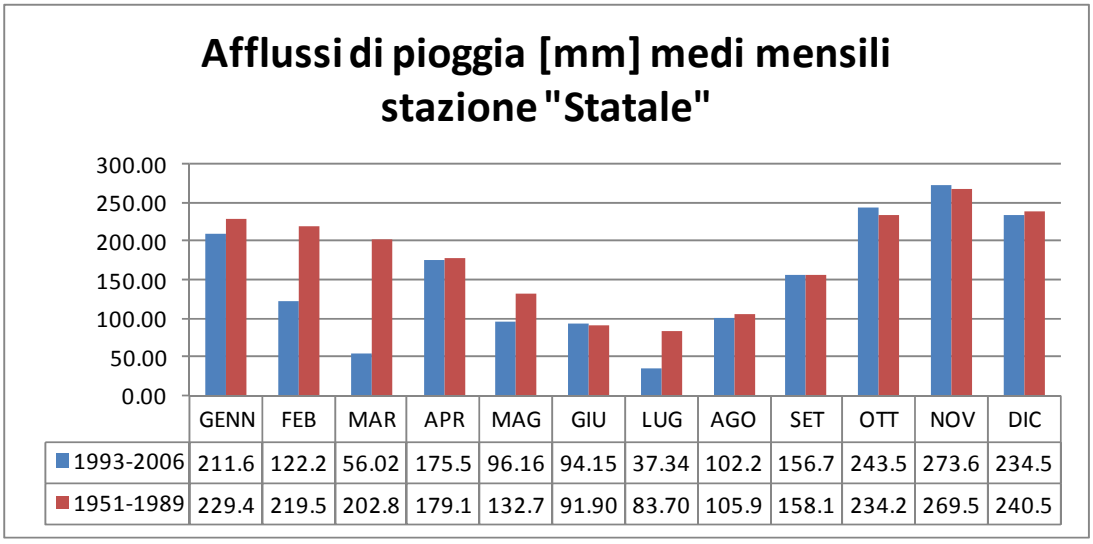
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	477.6	698.2	459.4	108.2	355	56	28.2	37.6	134.8	117.4	520.8	180	264.4
1952	63.4	133.4	131.8	102.6	108.8	31	131	301.2	200.4	488.8	203.4	279.8	181.3
1953	48	24.4	5.8	115	68.4	101.4	172	69.6	232.8	482.6	34	152.4	125.5
1954	70.6	141.4	309.8	277.6	267.2	67.8	70.6	197	37.2	250.4	338.6	377.8	200.5
1955	232.6	279.8	105	0	68.6	117.2	159.4	71.6	178.2	115.4	111.8	233	139.4
1956	125.8	18.4	220	390	65.6	97.2	88.2	4.2	184.4	107.4	122.4	56.4	123.3
1957	288.8	172.6	115	295	251.8	87.4	102.6	49.4	12.4	62.2	412	542.4	199.3
1958	120.4	276	148.2	308.2	149.4	152	73.2	66.6	112	315.8	257.6	703.4	223.6
1959	196.4	8	238.4	228.6	190.2	64.8	15.6	103	215.6	384.4	508.2	941.4	257.9
1960	189.6	383	309.8	47.2	66	114.6	177.4	159.8	383.8	634.4	463.6	452	280.1
1961	323	64	62.8	331.4	93.8	124.8	62	46.4	123.6	186	651.4	225.8	190.4
1962	170.2	107.6	377.6	289.2	119.8	40.6	48.2	0	84.4	210	455.4	79	165.2
1963	322	269.8	377.8	268.2	83.2	166	175.6	206.2	346.6	86	509.4	201.2	251.0
1964	76.2	460	308.6	302.2	70.8	71.2	233.2	129.1	38	588.8	171.6	226	223.0
1965	205	24.8	239.8	58.3	50.7	68.6	19.6	85.6	421.4	80.8	277.4	198	144.2
1966	90	228.4	22.2	186.2	84.6	46.8	61.4	89.6	143.6	609.4	288.8	125.6	164.7
1967	101.6	101.8	73.4	120.6	139	71.8	101	155.4	147	38.2	320.6	189.6	130.0
1968	31.2	780.2	97	125.8	201.6	91.8	113.2	155.6	140.2	224.4	644	179	232.0
1969	425.2	222.2	265.2	190.2	73	81.4	107.8	80.4	414	0	248	64	181.0
1970	572	75.2	246.6	75.2	233.2	72.6	4	105.6	0.2	23	380	142.2	160.8
1971	443.6	238	304.4	154	275.6	179	27.6	27.8	42.6	41.4	311.4	103	179.0
1972	289	395.8	239	190.2	154.6	110	64	53.2	293.8	264.8	183.6	345	215.3
1973	247	98.4	132.8	214.2	43.4	113	106.2	117.2	325.8	205.6	31.8	261.6	158.1
1974	228	308.8	140.4	194	80.8	160	37.6	4.2	159	212.8	245.6	74.6	153.8
1975	228.8	200.8	222.4	151	124.8	104.2	10.4	209.2	141.8	142.6	414.2	287	186.4
1976	60.2	118.6	118	90.6	75.8	2.8	162.4	309.6	318	545	351.4	292	203.7
1977	742.4	393.8	297.6	154.8	250.6	109	71.8	458.4	61.8	285	94.4	219.6	261.6
1978	391.4	162.6	156	144.6	205.2	72.2	55.8	55.2	13.4	22.4	46.2	341.6	138.9
1979	548	226.8	387.4	191.2	32	34.4	32.8	72.2	189.4	437.4	137.6	293.4	215.2
1980	91	22.2	202.6	40	60.8	144.6	22.6	87	65.6	193.4	168.4	42.6	95.1
1981	0.4	nd	106	87.4	203.6	61.8	66.8	51.4	210.2	181	35.8	279.8	116.7
1982	70	79	93	25	74	11	41	nd	nd	nd	nd	nd	56.1
1985	nd	nd	422.4	74.4	232	131.6	4.6	46.2	6.2	30.8	205.4	165.2	131.9
1986	222.2	306.2	168.2	298.2	20.6	68	173.2	28.2	54	60.4	110	72	131.8
1987	142.2	297.2	93.4	186.4	99.8	150.2	181.4	63.8	52.4	512.9	246.4	51.8	173.2
1988	389	192	208.8	184.2	184	176.2	31	22.4	33.2	209.6	20.6	186.6	153.1
1989	35.2	192	98.4	428.6	62.4	48.6	64.2	90.8	172.8	80.4	180.6	91.8	128.8
media	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.9	83.7	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5	176.7

Figura 19: Dati pluviometrici della stazione di "Statale" per gli anni 1951-1989" estratta dal Piano di Bilancio Idrico – bacino del fiume Entella.

Il totale delle precipitazioni medie annue alla stazione di Statale nel periodo 1951-1989 è stato di circa 2.199 mm. Si può osservare che nell'area considerata l'andamento delle precipitazioni presenta un minimo assoluto estivo in corrispondenza del mese di luglio. In seguito l'afflusso aumenta regolarmente fino al raggiungimento del valore massimo assoluto autunnale (localizzato nei mesi di ottobre e novembre).

Le punte autunnali hanno valori medi mensili dell'ordine dei 270 mm, quelle primaverili di circa 180 mm, mentre i minimi estivi hanno valori medi mensili dell'ordine dei 80 mm. Confrontando tali dati con quelli riferiti al periodo più recente 1993-2006, si può osservare che le precipitazioni negli ultimi anni si sono ridotte di circa 300-400 mm. Tale diminuzione è concentrata in particolare nei mesi di marzo e luglio.

Si riporta di seguito un confronto tra gli afflussi medi mensili riferiti al periodo 1993-2006 (tratti dagli annali idrologici) e quelli storici riferiti al periodo 1951-1989 (tratti dal "Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico-Il bacino del Fiume Entella"). Si può osservare che i dati sono confrontabili, eccetto che per i mesi tardo invernali (febbraio e marzo) nei quali gli afflussi di pioggia negli ultimi anni (1993-2006) sono stati parecchio inferiori rispetto a quelli degli anni 1951-1989.



	GENN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1993-2006	211.6	122.2	56.02	175.5	96.16	94.15	37.34	102.2	156.7	243.5	273.6	234.5
1951-1989	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.90	83.70	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5

Figura 20: Confronto tra gli afflussi di pioggia nel periodo storico (1951-1989) e negli anni recenti (1993-2006).

Si riporta infine di seguito un estratto della carta delle isoiete della precipitazione annua media in Liguria, dalla quale si deduce che nell'area in esame la precipitazione media annua è pari a circa 1.900-2000 mm.

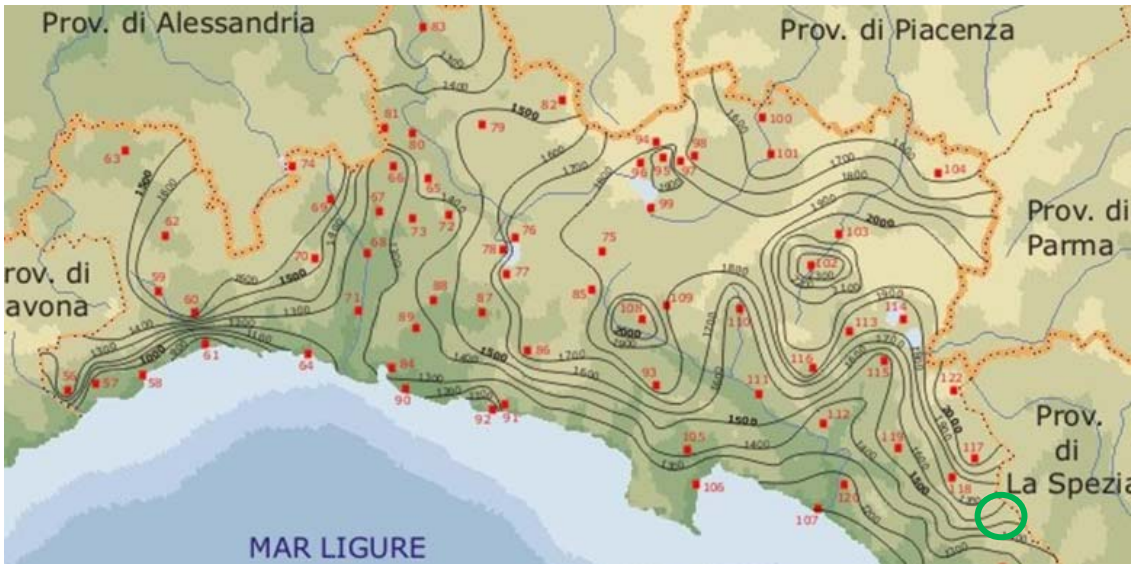


Figura 21: Estratto della carta delle isoiete della precipitazione annua media della Liguria. In verde è indicata l'area in progetto.

A scopo cautelativo, nel presente studio, si assume come piovosità media quella misurata negli ultimi anni (1993-2006), pari a 1.800 mm.

9 STAZIONI IDROGRAFICHE STORICHE ED ESISTENTI

In assenza di una serie storica di dati di misurazione di portata del rio Statale e del rio Foppo, ne sono state effettuate stime di portata partendo da misurazioni effettuate su torrenti limitrofi, aventi bacini con caratteristiche simili a quelli in esame.

Sugli Annali Idrologici, parte seconda, pubblicati dal Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Idrografico di Genova, è stata effettuata un'approfondita ricerca di stazioni di misura di portata che potessero prestarsi ad un confronto per quanto riguarda la vicinanza e le caratteristiche del bacino.

Poiché l'unica stazione di misura presente nel bacino del torrente Entella, di cui fanno parte i due rii considerati, vicina alle opere di presa in progetto si trova ad una quota (85,9 m s.l.m.) decisamente inferiore rispetto a quella dei bacini in esame (chiusura a quota 560 m s.l.m. circa) sono state prese in considerazione anche due stazioni di misura storiche ubicate nel bacino del fiume Magra, aventi gli spartiacque confinanti.

Si riportano nella seguente tabella le stazioni di misura di portata considerate.

Stazione	Bacino imbrifero	Anni di osservazione	Quota stazione [m s.l.m.]	Quota media bacino [m s.l.m.]	Area bacino imbrifero [Km^2]
Graveglia a Caminata	t. Graveglia	1932-1936, 1942-46, 1951-52,1954,1961-75,1977,1990-96,2004-2006 (tot 39 anni)	85,9	598	42,77
Gordana a Grattarola	t. Gordana	1932 -1934 (tot 3 anni)	230,00	810,00	49
Gottero a Cà di Ferra	t. Gottero	1933 – 1939 (7 anni)	183,00	771,00	38

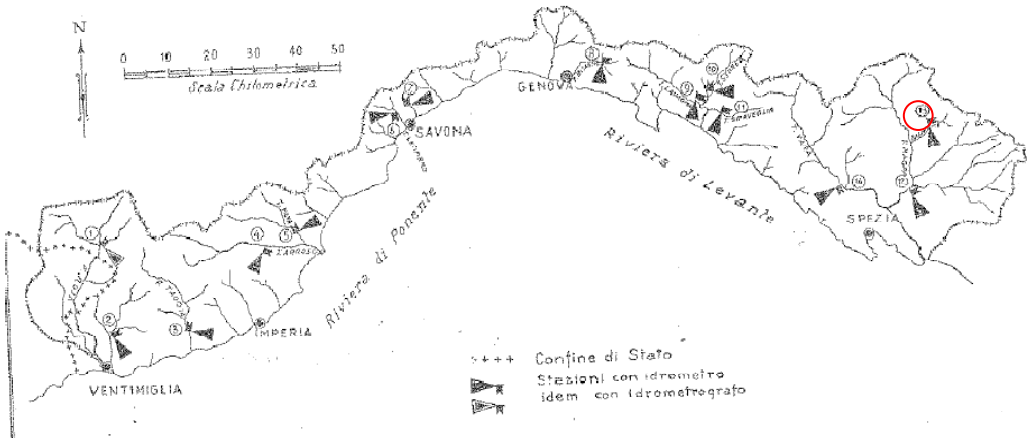


Tabella 5: Estratto mappa delle stazioni di misura di portata. [da Annali Idrologici, parte seconda, anno 1934].

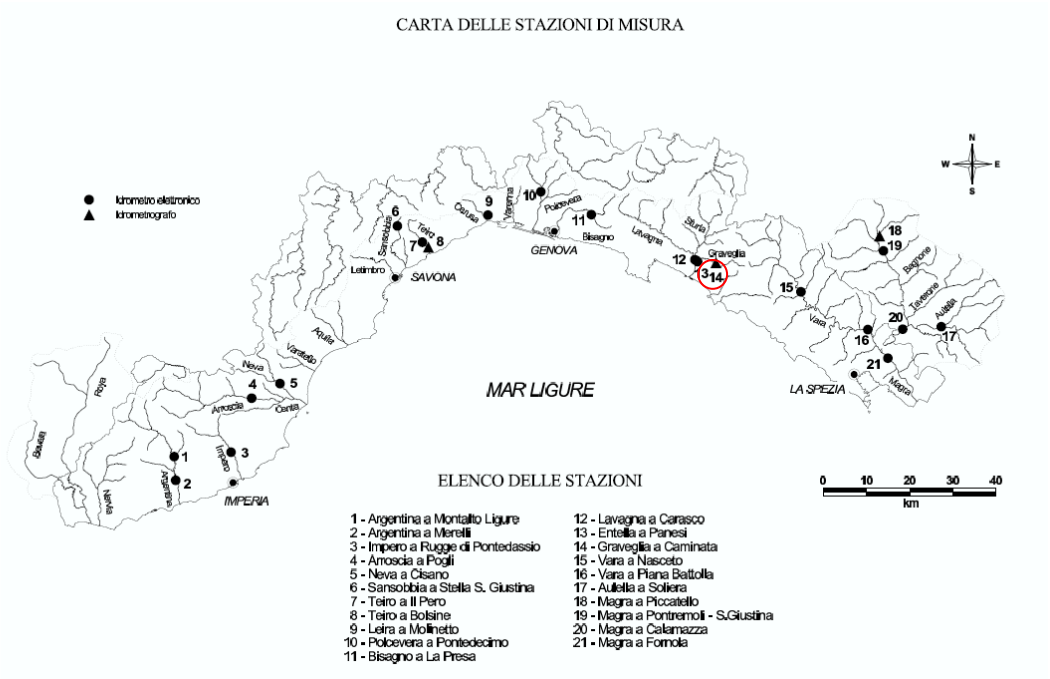


Tabella 6: Estratto mappa delle stazioni di misura di portata. [da Annali Idrologici, parte seconda, anno 2006].



Figura 22: Posizione delle stazioni di misura storiche, vicine all'area di progetto.

9.1 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GRAVEGLIA A CAMINATA

La stazione di Caminata sul torrente Graveglia, attualmente attiva (anche se i dati disponibili si fermano al 2006), è ubicata circa 7 km a valle della zona della centrale in esame, e consente la misura dei livelli idrometrici con scala di deflusso, e quindi delle portate defluenti in alveo.

Tale stazione, avente zero idrometrico a quota 85,9 m s.l.m., presenta un bacino imbrifero sotteso di 41 kmq, e sono a disposizione i dati di portata media giornaliera e mensile per gli anni 1932-1936, 1942-46, 1951-52, 1954, 1961-75,1977, 1990-96, 2004-2006, per un totale di 39 anni. Nel periodo di osservazione il deflusso meteorico medio annuo è stato di 1.779.7 mm, mentre nel periodo più recente (1990-96 e 2004-2006) è stato di circa 1.700 mm.

Denominazione: **CAMINATA**	
Corso d'acqua: **Torrente GRAVEGLIA**	
Comune: **NE**	Provincia: **GE**
Bacino: **ENTELLA**	Sup. Bacino: **41 kmq**
Località: **CAMINATA**	Zero idrometrico: **85,9 m s.l.m.**
Altitudine max: **1.404 m s.l.m.**	Altitudine media: **598 m s.l.m.**
Inizio disponibilità misure: **1931**	Fine disponibilità misure: **2006**

Si riporta di seguito la curva di durata media per l'intero periodo di osservazione del torrente Graveglia in corrispondenza della stazione di misura di Caminata. Si riportano inoltre le portate medie, minime e massime mensili per il suddetto periodo di osservazione.

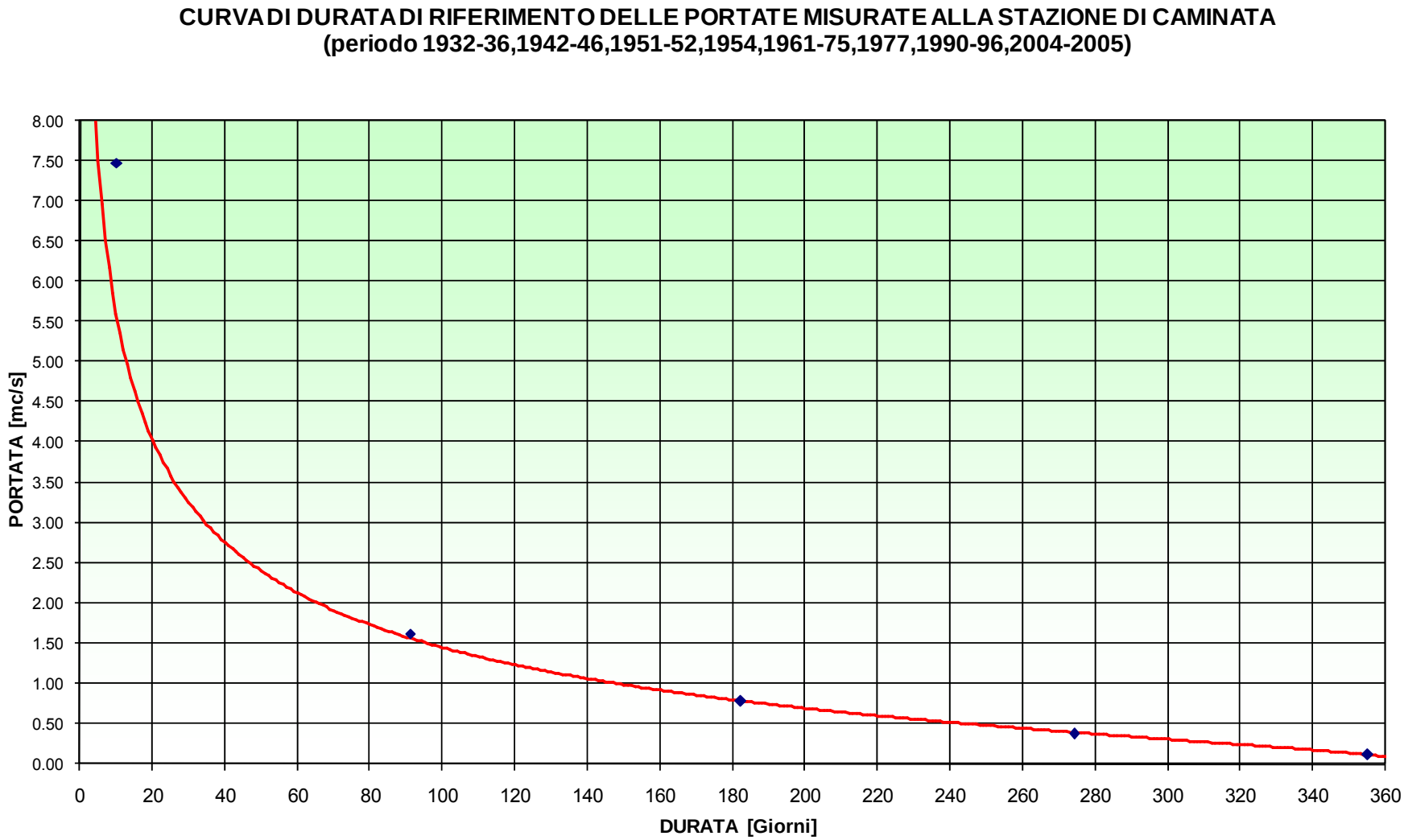


Figura 23: Curva di durata media del torrente Graveglia a Caminata per gli anni di osservazione disponibili (1932-36,1942-46,1951-52,1954,1961-75,1977,1990-96,2004-2005).

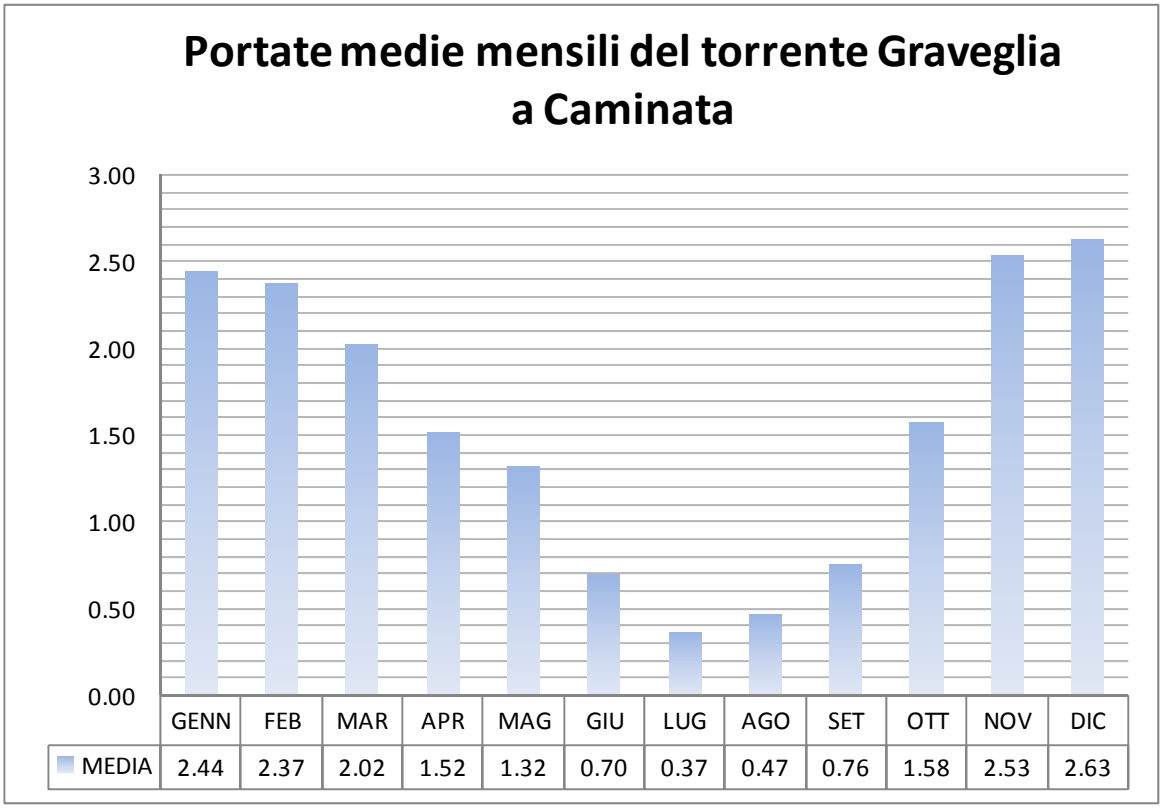


Figura 24: Portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Graveglia a Caminata nel periodo di osservazione.

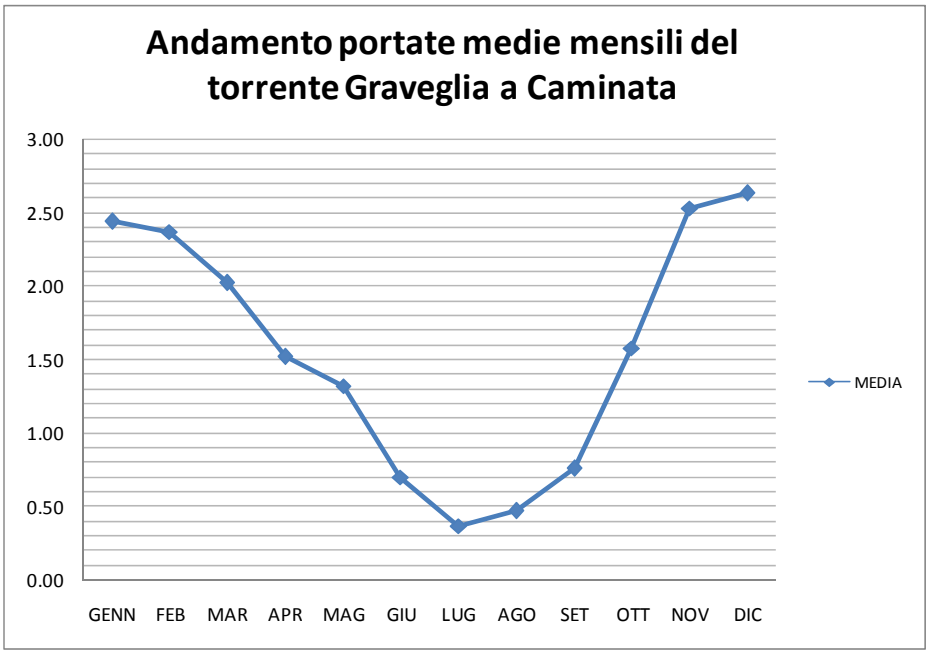


Figura 25: Andamento delle portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Graveglia a Caminata nel periodo di osservazione.

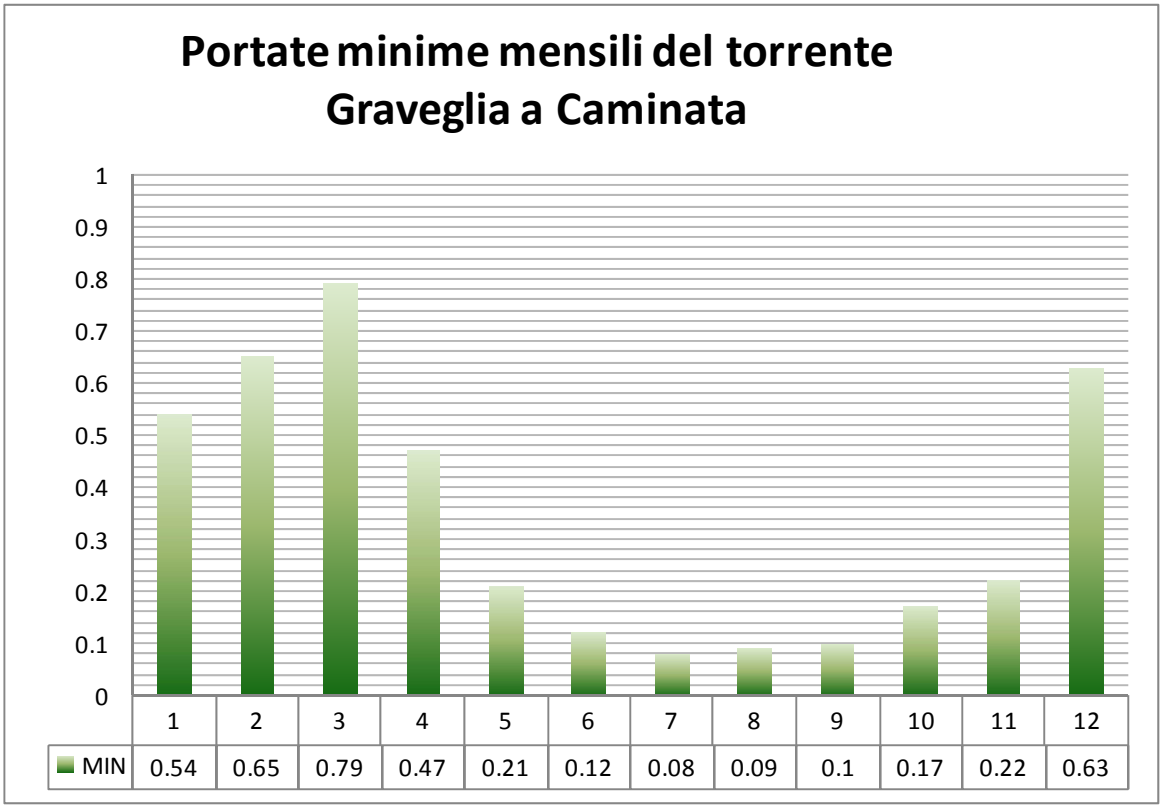


Figura 26: Portate minime mensili [in m^3/s] del torrente Graveglia a Caminata per gli anni di osservazione disponibili.

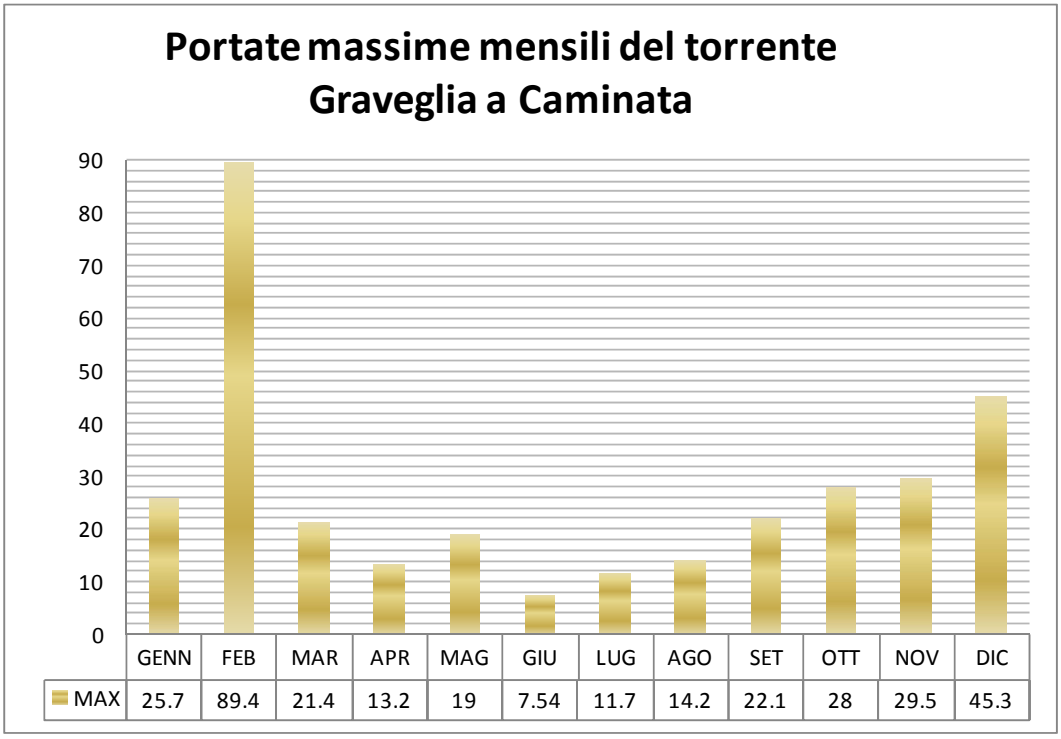


Figura 27: Portate massime mensili [in m^3/s] del torrente Graveglia a Caminata per gli anni di osservazione disponibili.

9.2 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GORDANA A GRATTAROLA

La stazione di Grattarola sul torrente Gordana, è ubicata nel bacino del fiume Magra, e consente la misura dei livelli idrometrici con scala di deflusso, e quindi delle portate defluenti in alveo.

Tale stazione, avente zero idrometrico a quota 230 m s.l.m., presenta un bacino imbrifero sotteso di 49 kmq, e sono a disposizione i dati di portata media giornaliera e mensile per gli anni 1932-1934, per un totale di 3 anni. Nel periodo di osservazione il deflusso meteorico medio annuo è stato di 1.600 mm.

Denominazione: **GRATTAROLA**	
Corso d'acqua: **Torrente GORDANA**	
Comune: **PONTREMOLI**	Provincia: **MS**
Bacino: **MAGRA**	Sup. Bacino: **49 kmq**
Località: **GRATTAROLA**	Zero idrometrico: **230 m s.l.m.**
Altitudine max: **1.609 m s.l.m.**	Altitudine media: **810 m s.l.m.**
Inizio disponibilità misure: **1932**	Fine disponibilità misure: **1934**

Si riporta di seguito la curva di durata media per l'intero periodo di osservazione del torrente Gordana in corrispondenza della stazione di misura di Grattarola. Si riportano inoltre le portate medie, minime e massime mensili per il suddetto periodo di osservazione.

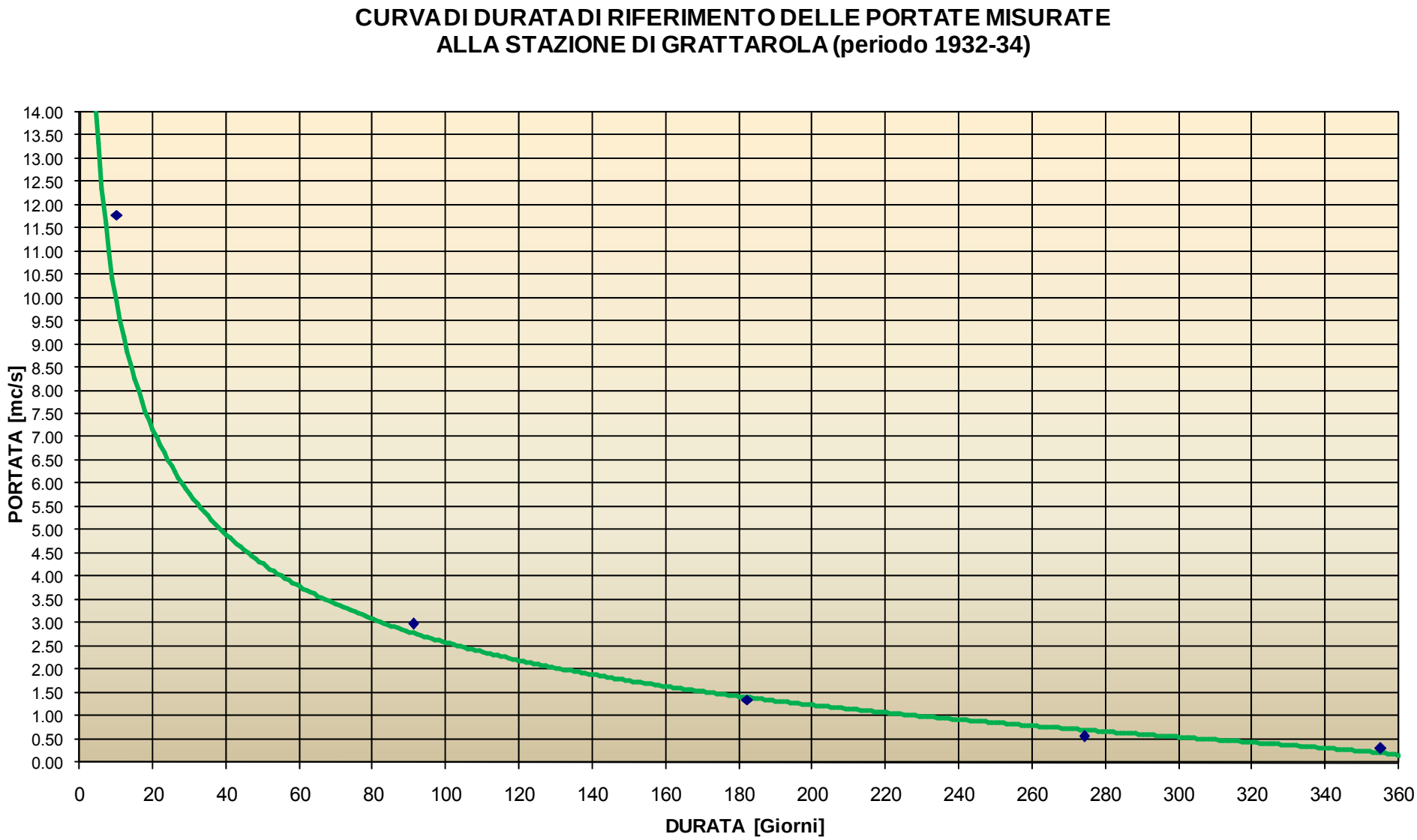


Figura 28: Curva di durata del torrente Gordana a Grattarola per gli anni di osservazione disponibili (1932-34).

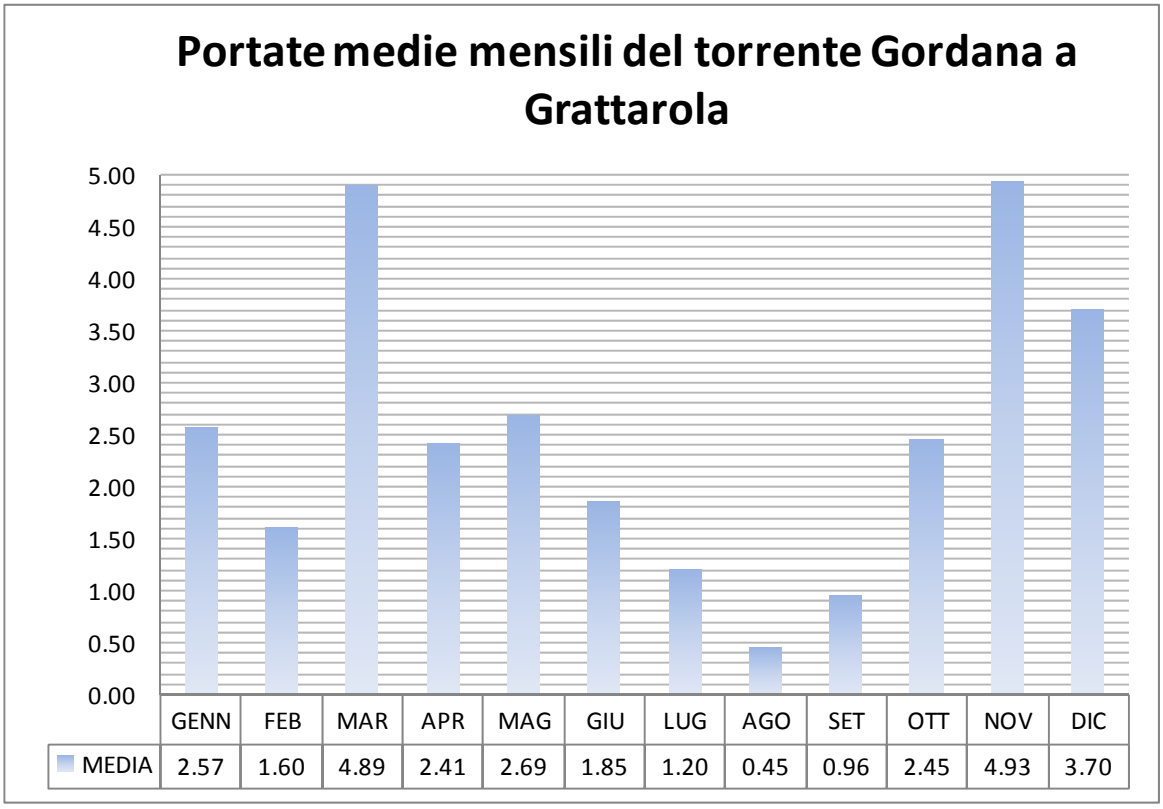


Figura 29: Portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Gordana a Grattarola nel periodo di osservazione.

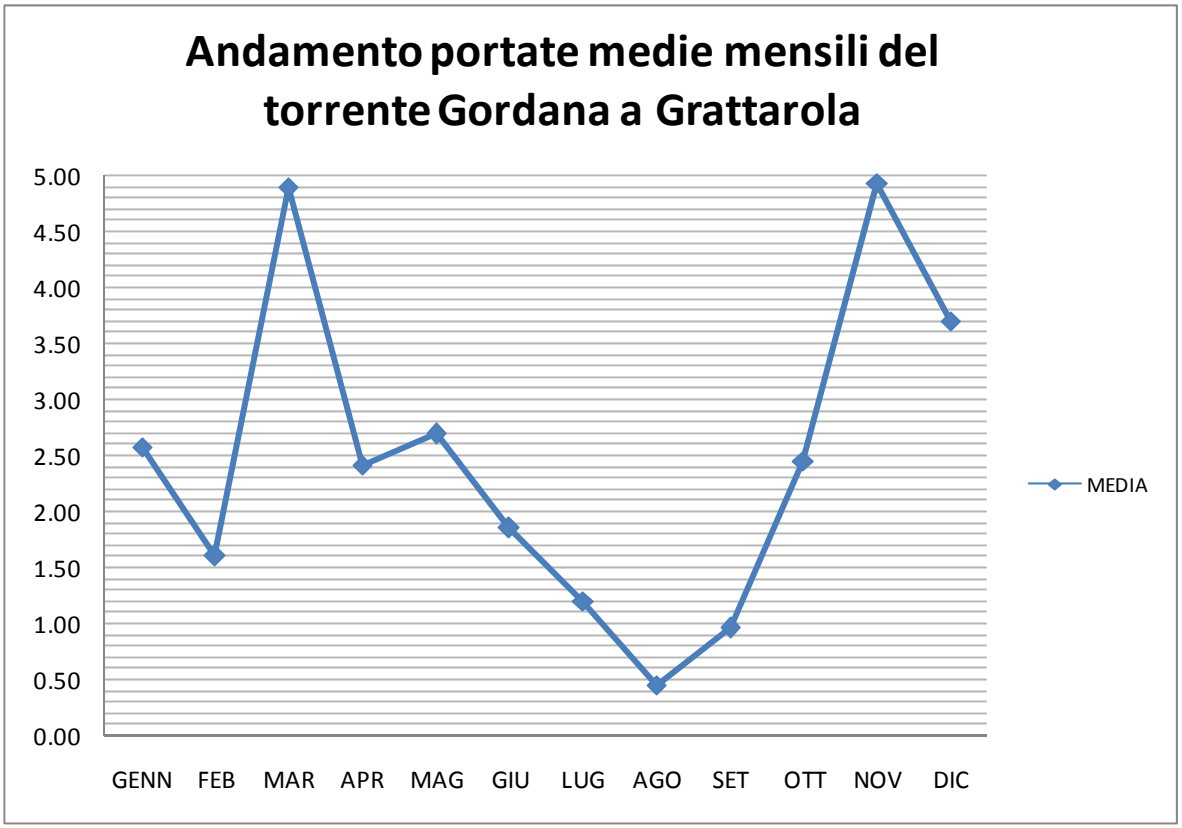


Figura 30: Andamento delle portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Gordana a Grattarola nel periodo di osservazione.

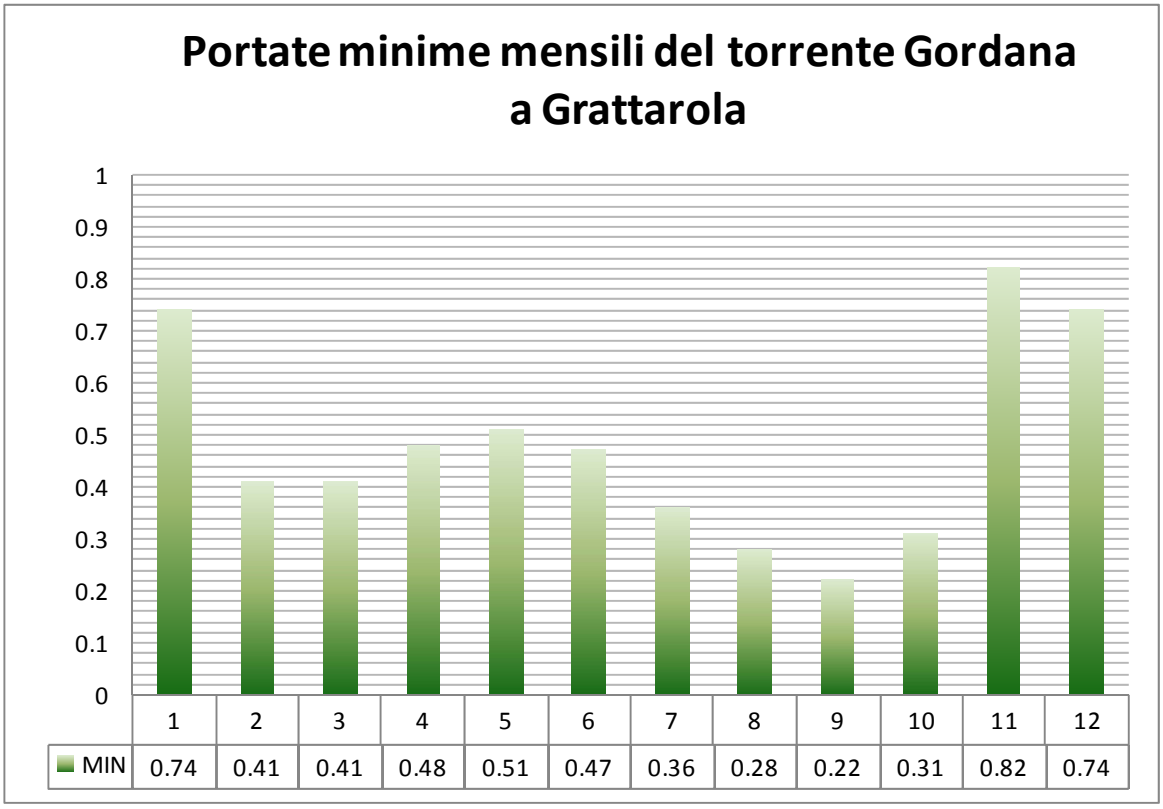


Figura 31: Portate minime mensili [in m^3/s] del torrente Gordana a Grattarola per gli anni di osservazione disponibili.

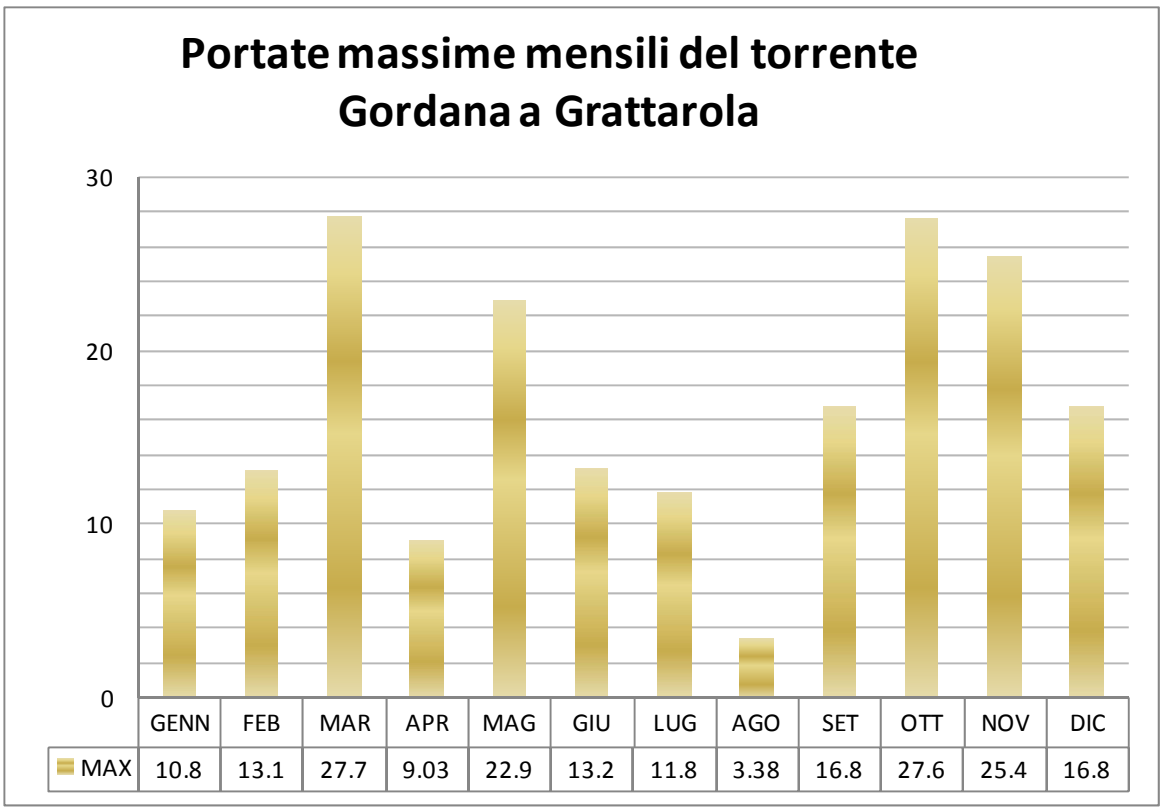


Figura 32: Portate massime mensili [in m^3/s] del torrente Gordana a Grattarola per gli anni di osservazione disponibili.

9.3 STAZIONE IDROMETRICA DEL TORRENTE GOTTERO A CA' DI FERRA

La stazione di Cà di Ferra sul torrente Gottero, è ubicata nel bacino del fiume Magra, e consente la misura dei livelli idrometrici con scala di deflusso, e quindi delle portate defluenti in alveo.

Tale stazione, avente zero idrometrico a quota 183 m s.l.m., presenta un bacino imbrifero sotteso di 38 kmq, e sono a disposizione i dati di portata media giornaliera e mensile per gli anni 1933-1939, per un totale di 7 anni. Nel periodo di osservazione il deflusso meteorico medio annuo è stato di 1.734 mm.

Denominazione: **CA' DI FERRA**		
Corso d'acqua: **Torrente GOTTERO**		
Comune: **CARRO**		Provincia: **SP**
Bacino: **MAGRA**	Sup. Bacino: **38 kmq**	
Località: **CA' DI FERRA**	Zero idrometrico: **183 m s.l.m.**	
Altitudine max: **1.640 m s.l.m.**	Altititudine media: **771 m s.l.m.**	
Inizio disponibilità misure: **1933**	Fine disponibilità misure: **1939**	

Si riporta di seguito la curva di durata media per l'intero periodo di osservazione del torrente Gottero in corrispondenza della stazione di misura di Cà di Ferra. Si riportano inoltre le portate medie, minime e massime mensili per il suddetto periodo di osservazione.

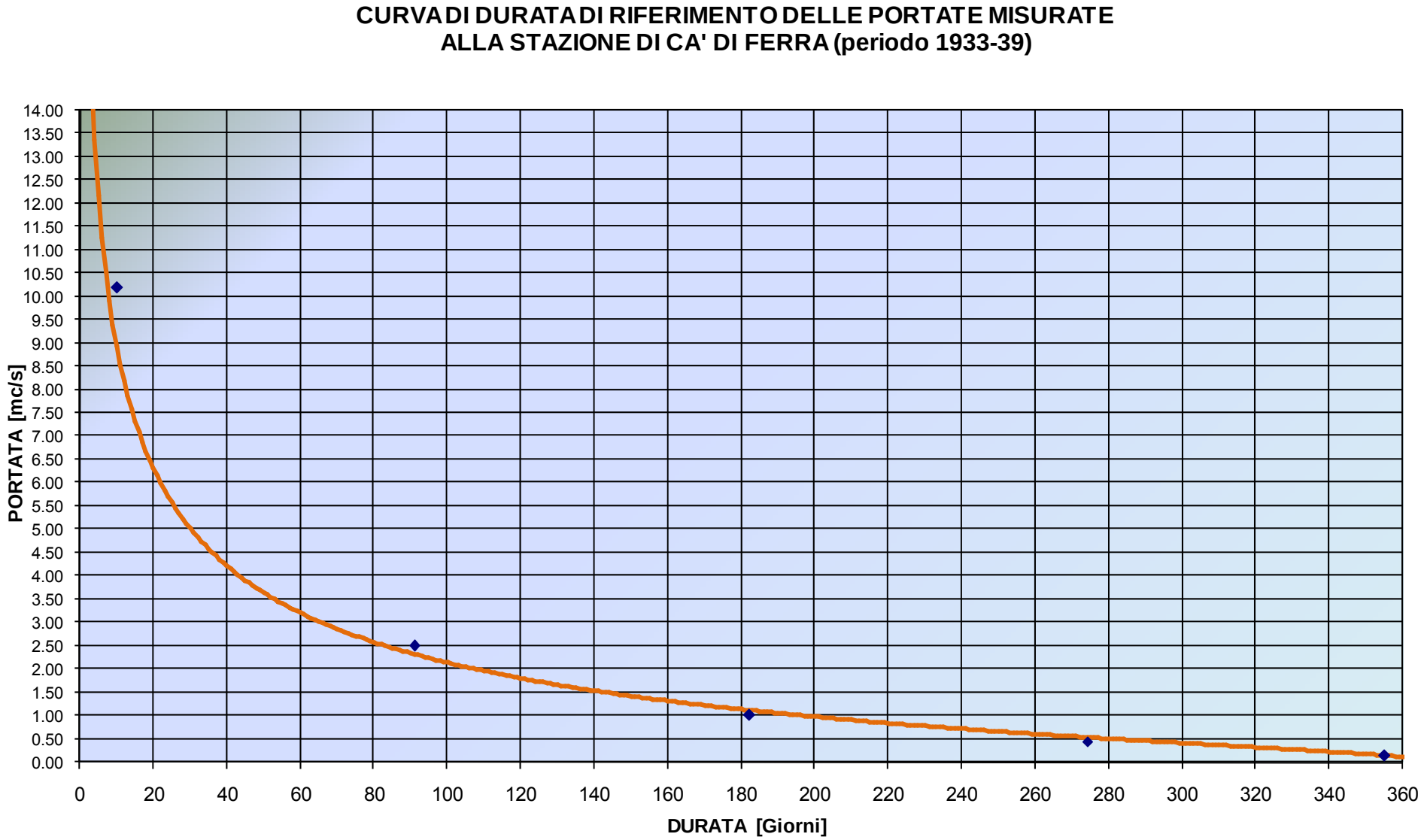


Figura 33: Curva di durata del torrente Gottero a cà di Ferra per gli anni di osservazione disponibili (1933-1939).

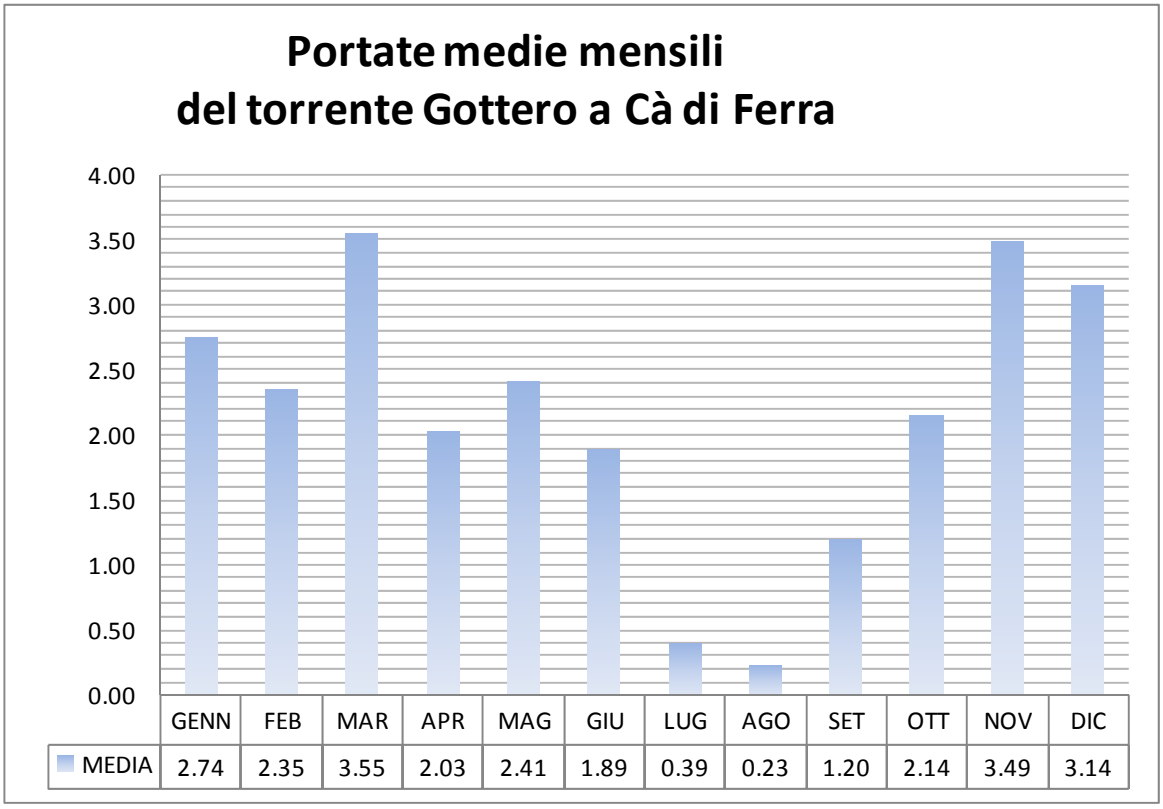


Figura 34: Portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Gottero a Cà di Ferra nel periodo di osservazione.

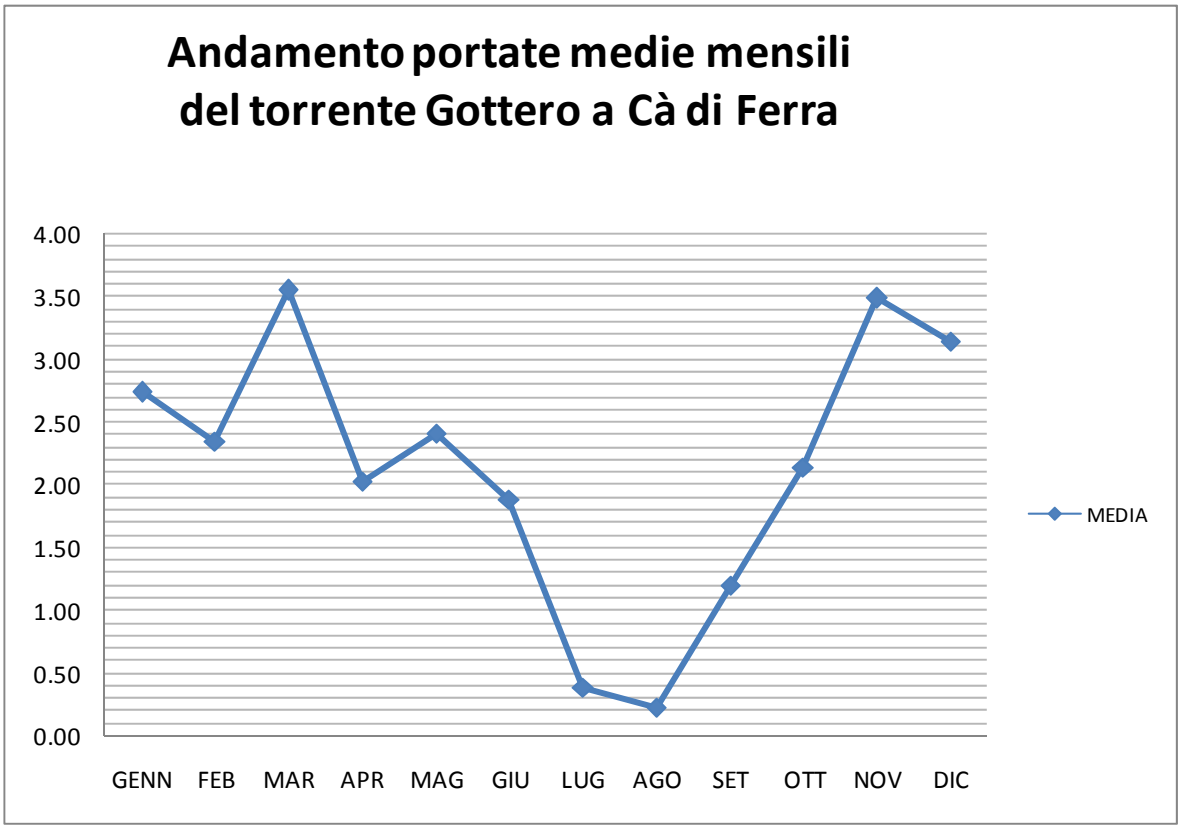


Figura 35: Andamento delle portate medie mensili [in m^3/s] del torrente Gottero a Cà di Ferra nel periodo di osservazione.

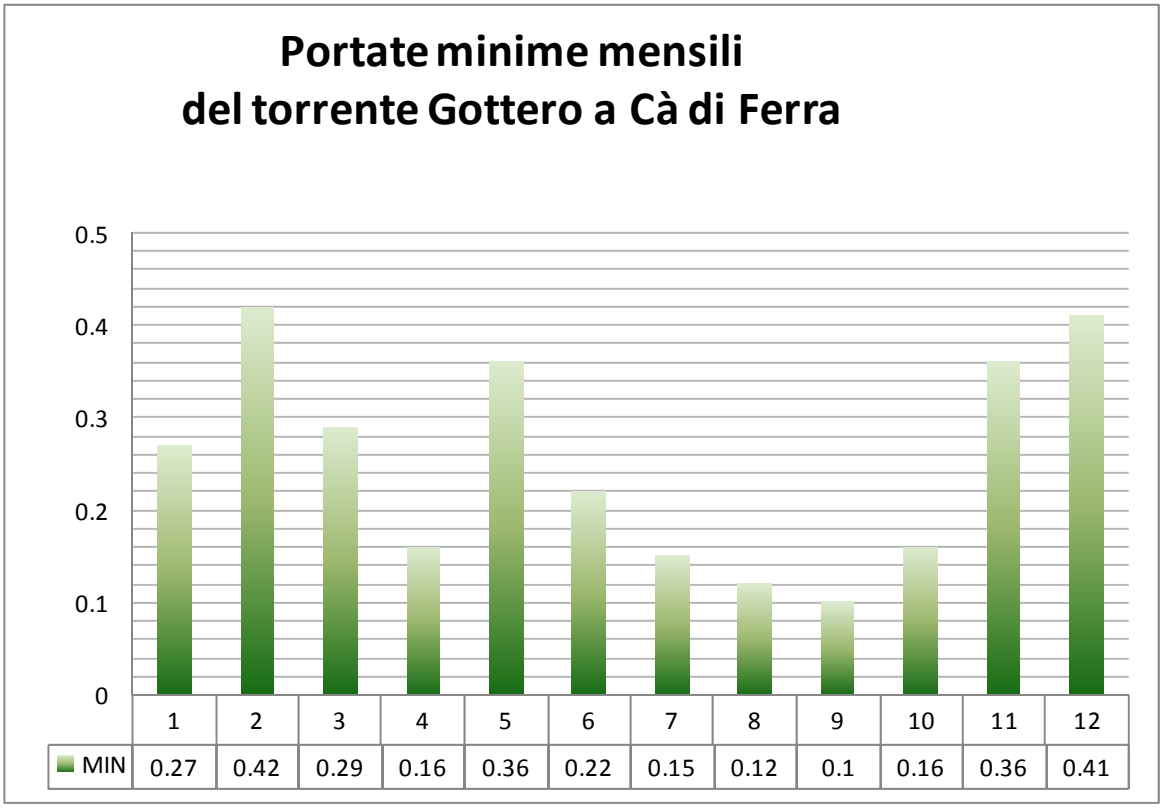


Figura 36: Portate minime mensili [in m^3/s] del torrente Gottero a Cà di Ferra per gli anni di osservazione disponibili.

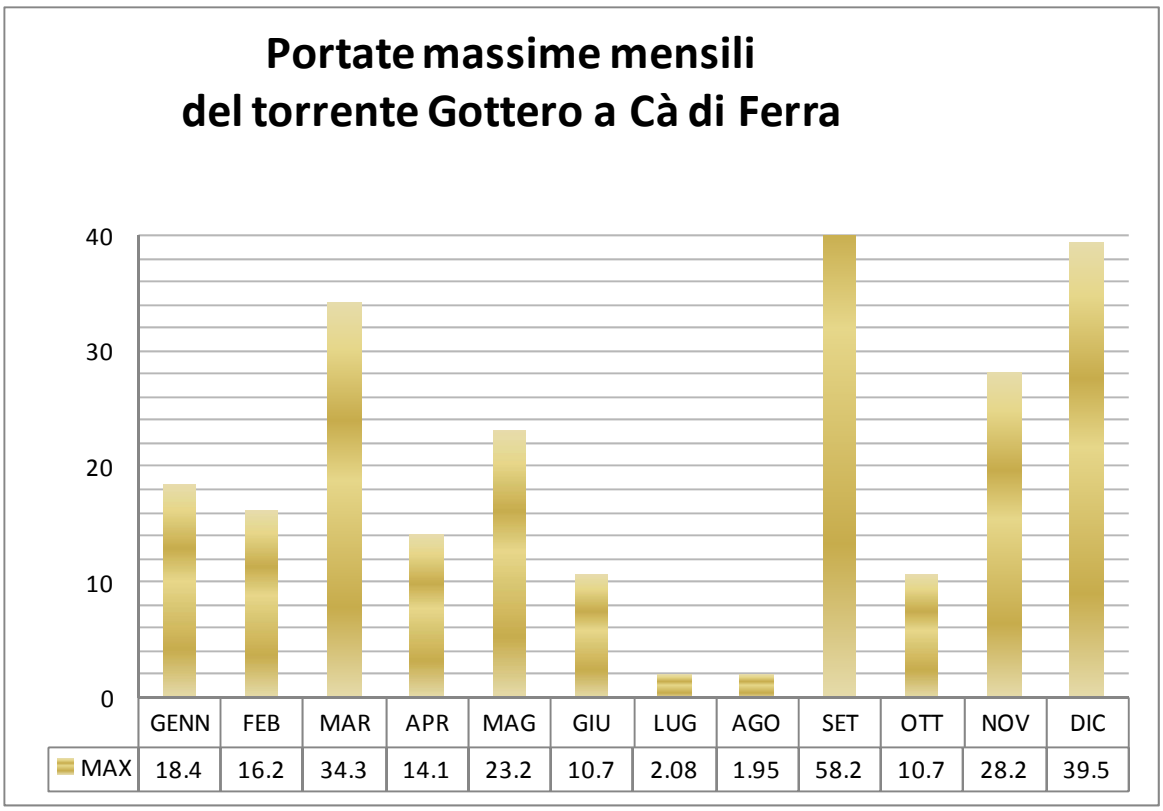


Figura 37: Portate massime mensili [in m^3/s] del torrente Gottero a Cà di Ferra per gli anni di osservazione disponibili.

10 CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

Il concetto di deflusso minimo vitale (DMV), introdotto in Italia dalla L. 183/89, è ripreso dal D.L. 12 luglio 1993 n. 275 "Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche" e dalla L. 36 del 5.1.94 "Disposizioni in materia di risorse idriche", le quali prevedono che nei bacini caratterizzati da prelievi, le derivazioni siano regolate in modo da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati. Si intende cioè regolamentare l'insieme delle derivazioni in modo da garantire che non venga superato il limite oltre il quale potrebbe verificarsi una crisi degli equilibri delle biocenosi acquatiche e delle fasce limitrofe.

Il concetto di deflusso minimo vitale è contenuto anche nelle recenti norme per il mercato interno dell'energia elettrica (D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79) che, se da un lato è finalizzato ad incentivare l'uso delle energie rinnovabili, dall'altro stabilisce (all'art. 12, comma 4) che in ogni caso la nuova concessione deve essere compatibile con la presenza negli alvei sottesi del minimo deflusso costante vitale e con le priorità di messa in sicurezza idraulica del bacino ai sensi della L. 183/89 ed, inoltre, che qualora il garantire il deflusso minimo vitale comporti una riduzione della potenza media nominale producibile, il concessionario non ha diritto ad alcun indennizzo, ma alla sola riduzione del canone demaniale di concessione (art. 12, comma 9).

Con l'entrata in vigore del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", il DMV è individuato tra gli strumenti di tutela quantitativa della risorsa idrica e concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità. Ai sensi dell'art. 22 (Pianificazione del bilancio idrico) è compito dell'Autorità di bacino definire l'equilibrio del bilancio idrico, tenuto conto tra l'altro del deflusso minimo vitale.

Nell'ambito dello studio di Bilancio idrologico della Provincia di Genova, è stato effettuato un esame delle considerazioni ittiologiche presentate unitamente all'analisi del reticolo idrografico, che ha comportato l'individuazione di sezioni di controllo che delimitano vari tratti omogenei del corso d'acqua.

Per ciascun tratto omogeneo è stato calcolato il Deflusso Minimo Vitale attraverso la seguente formula:

$$DMV = k \cdot qmeda \cdot S$$

con:

- $K = - 2.24 \cdot 10^{-5} S + 0.086$ [S in km^2]
  (formula relativa ai bacini siti ad est del Torrente Bisagno)
- qmeda, S: ottenute dalle elaborazioni del modello di bilancio idrico Hydro

La Carta del Deflusso Minimo Vitale (DMV) TAV. 09, di cui si allega uno stralcio di seguito, riporta una rappresentazione del bacino del fiume Entella, con le sezioni di controllo individuate e i corrispondenti valori di DMV.

Sul rio Statale e su rio Foppo non sono presenti sezioni di controllo.

La sezione più vicina al bacino in esame risulta la sezione 3, sul torrente Graveglia.

Per tale sezione, che racchiude un bacino di 28,22 km^2, è stata individuata una portata media di 1,351 m^3/s ed un Deflusso Minimo Vitale di 0,115 m^3/s.

Sezione 3

Portata media [m^3/s]	Superficie [km^2]	k	DMV [m^3/s]
1.35	28.22	0.0854	**0.1153**

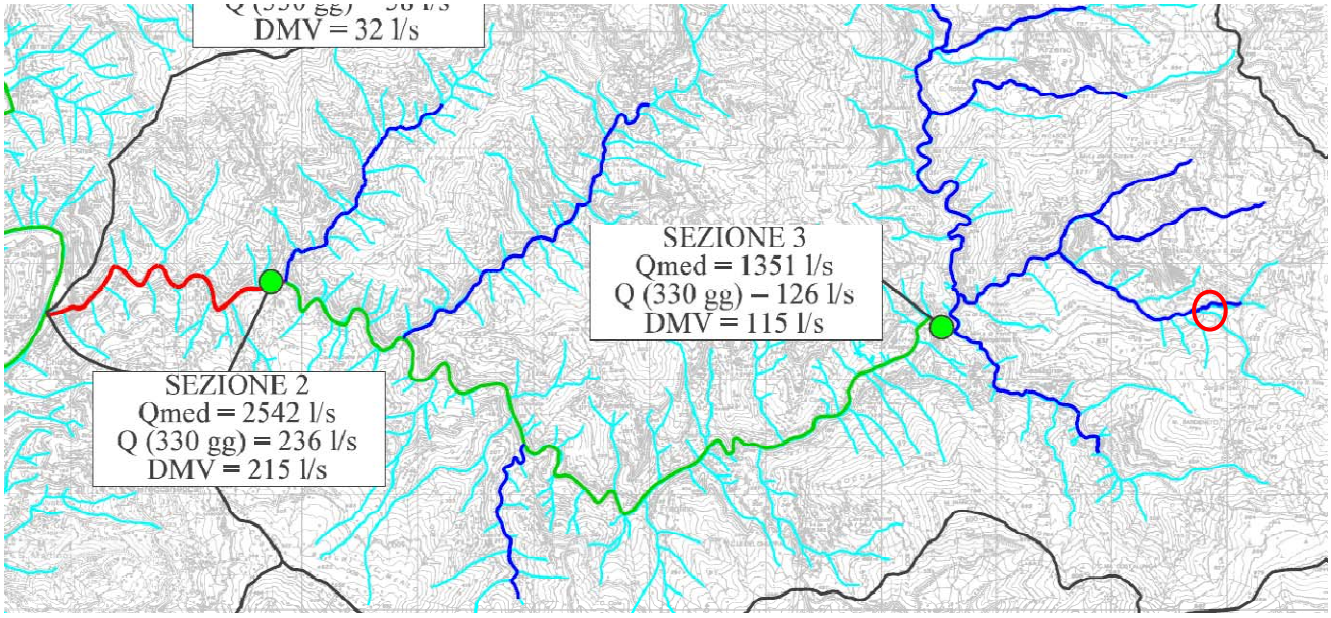


Figura 38: Estratto bilancio idrico bacino del Fiume Entella.

Applicando il metodo utilizzato nello studio di Bilancio idrologico della Provincia di Genova, al tratto omogeneo del rio Statale e del rio Foppo in esame, si ottengono i seguenti risultati:

Sezione	Qmedia [m^3/s]	q meda [l/s/km^2]	S [km^2]	K	DMV [m^3/s]
sezione 3	1.35	47.83841247	28.22	0.085367872	**0.115**
rio Statale	0.079	31.6	2.5	0.085944	**0.007**
rio Foppo	0.022	31.42857143	0.7	0.08598432	**0.002**

Il Deflusso Minimo Vitale è stato anche calcolato scalando il valore del DMV calcolato per la sezione 3, rispetto ai bacini racchiusi dalle sezioni di controllo. In tal modo si assume che per i due tratti omogenei del rio Statale e del rio Foppo il coefficiente di ragguaglio k sia lo stesso della sezione 3. Si ottengono i seguenti risultati:

Sezione	Portata media [m^3/s]	Bacino [km^2]	k	DMV [m^3/s]
sezione 3	1.35	28.22	0.0854	**0.115**
rio Statale	0.079	2.5	0.0854	**0.010**
rio Foppo	0.022	0.7	0.0854	**0.003**

Al fine di salvaguardare l'ambiente si propone di rilasciare alle opere di presa in progetto un DMV pari a quello calcolato con questo secondo metodo, che ha fornito due valori leggermente superiori (0,010 m^3/s per il rio Statale e 0,003 m^3/s per il rio Foppo), aumentato del 50%.

Si propone quindi di rilasciare una portata pari a 0,015 m^3/s all'opera di presa sul rio Statale e 0,005 m^3/s all'opera di presa sul rio Foppo.

Sezione	DMV [m^3/s]
rio Statale	0.015
rio Foppo	0.005

10.1 MODALITÀ DI RILASCIO

Il Deflusso Minimo Vitale calcolato nel paragrafo precedente transiterà interamente attraverso la scala di risalita dell'ittiofauna.

- **Rio Statale**

L'imbocco del passaggio ittiofauna si prevede libero con soglia di intercettazione, di larghezza 0,50 m, posta ad una quota di 554,84 m s.l.m. inferiore a quella della soglia esistente (554,90 m s.l.m.), in modo che attraverso tale differenza transiti tutto il DMV calcolato nel paragrafo precedente.

La valutazione della portata defluente attraverso la soglia della scala dei pesci viene valutata considerando il deflusso come stramazzo secondo la formula:

$$Q_s = \mu_1 * L * h * \sqrt{2 * g * h}$$

con:

- μ = coefficiente di efflusso, pari a 0,48;
- L = larghezza dello stramazzo, pari a 0,50 m;
- h = altezza (in metri) del carico idraulico tra la quota del pelo libero della corrente e la soglia.
- g = accelerazione di gravità = 9,81, in m/s^2

Dalle seguenti tabelle si deduce che la quota della soglia di imbocco del passaggio ittiofauna risulta la 554,84 m s.l.m., 6 cm più bassa della soglia esistente, pari a 554,90 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno i 0,015 m^3/s di DMV.

Si riporta di seguito la tabella di calcolo della scala di deflusso delle portate attraverso l'imbocco della scala dei pesci e la seconda apertura nel tavolato.

Dati tecnici

	Soglia di presa	Passaggio ittiofauna
Coefficiente di efflusso	0.480	0.480
Larghezza soglia [m]	2.50	0.50
Quota di imposta soglia	554.90	554.84

Scala di deflusso all'opera di presa sul rio Statale

	Portata		
Quota pelo lib. [m s.l.m.]	Soglia di presa [mc/s]	Passag. ittiofauna [mc/s]	**Totale** [mc/s]
554.83	0	0.000	0.000
554.84	0.000	0.000	0.000
554.85	0.000	0.001	0.001
554.86	0.000	0.003	0.003
554.87	0.000	0.006	0.006
554.88	0.000	0.009	0.009
554.89	0.000	0.012	0.012
554.90	0.000	0.016	0.016
554.91	0.005	0.020	0.025
554.92	0.015	0.024	0.039
554.93	0.028	0.029	0.056

NOTA 1: la quota di imposta dell'imbocco del passaggio per l'ittiofauna, è posta 6 cm più in basso della soglia di presa (a quota 554,84 m s.l.m. rispetto alla 554,90 m s.l.m.), in modo che il transito del DMV venga sempre garantito.

Tabella 7: Scala di deflusso delle portate alla soglia di passaggio del DMV sul rio Statale. Si nota in azzurro la quota della traversa (554,90 m s.l.m.) alla quale il DMV di 0,015 m^3/s transita interamente attraverso la scala dei pesci.

- **Rio Foppo**

L'imbocco del passaggio ittiofauna si prevede libero con soglia di intercettazione, di larghezza 0,50 m, posta ad una quota di 561,88 m s.l.m. inferiore a quella dell'opera di presa in progetto (561,91 m s.l.m.), in modo che attraverso tale differenza transiti tutto il DMV calcolato nel paragrafo precedente.

La valutazione della portata defluente attraverso la soglia della scala dei pesci viene valutata considerando il deflusso come stramazzo secondo la formula:

$$Q_s = \mu_1 * L * h * \sqrt{2 * g * h}$$

con:

- μ = coefficiente di efflusso, pari a 0,48;
- L = larghezza dello stramazzo, pari a 0,50 m;
- h = altezza (in metri) del carico idraulico tra la quota del pelo libero della corrente e la soglia.
- g = accelerazione di gravità = 9,81, in m/s^2

Dalle seguenti tabelle si deduce che la quota della soglia di imbocco del passaggio ittiofauna risulta la 261,88 m s.l.m., 3 cm più bassa dell'opera di presa in progetto, pari a 261,91 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno i 0,005 m^3/s di DMV.

Si riporta di seguito la tabella di calcolo della scala di deflusso delle portate attraverso l'imbocco della scala dei pesci.

Dati tecnici

	Soglia di presa	Passaggio ittiofauna
Coefficiente di efflusso	0.480	0.480
Larghezza soglia [m]	1.50	0.50
Quota di imposta soglia	561.91	561.88

Scala di deflusso all'opera di presa sul rio Foppo

	Portata		
Quota pelo lib. [m s.l.m.]	Soglia di presa [mc/s]	Passag. ittiofauna [mc/s]	**Totale** [mc/s]
561.87	0	0.000	0.000
561.88	0.000	0.000	0.000
561.89	0.000	0.001	0.001
561.90	0.000	0.003	0.003
561.91	0.000	0.006	0.006
561.92	0.003	0.009	0.012
561.93	0.009	0.012	0.021
561.94	0.017	0.016	0.032
561.95	0.026	0.020	0.045
561.96	0.036	0.024	0.060
561.97	0.047	0.029	0.076

NOTA 1: la quota di imposta dell'imbocco del passaggio per l'ittiofauna, è posta 3 cm più in basso della soglia di presa (a quota 561,88 m s.l.m. rispetto alla 561,91 m s.l.m.), in modo che il transito del DMV venga sempre garantito.

Tabella 8: Scala di deflusso delle portate alla soglia di passaggio del DMV sul rio Foppo. Si nota in azzurro la quota dell'opera di presa (561,91 m s.l.m.) alla quale il DMV di 0,005 m^3/s transita interamente attraverso la scala dei pesci.

11 STIMA DELLE PORTATE MEDIE NATURALI

La valutazione della compatibilità idraulica delle portate prelevate dal rio Statale e dal rio Foppo, rispetto alle portate di Deflusso Minimo Vitale, è vincolata alla determinazione della portata naturale del torrente stesso.

I bacini del Rio Statale e del Rio Foppo con sezioni di chiusura alle opere di presa in progetto, presentano le seguenti caratteristiche:

Opera di presa 1:

- corso d'acqua sotteso: Rio Statale
- quota massima 1.289 m s.l.m. (Monte Porcile)
- quota sezione di chiusura 554,90 m s.l.m.
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa 2,5 km^2

Opera di presa 2:

- corso d'acqua sotteso: Rio Foppo
- quota massima 1.058 m s.l.m. (Monte Capra)
- quota sezione di chiusura 561,91 m s.l.m.
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa 0,7 km^2

Come già visto nel capitolo precedente non è disponibile una serie storica di dati di misurazione di portata del rio Statale e del rio Foppo, pertanto ai fini della stima delle portate di tali corsi d'acqua alle opere di presa in progetto, sono stati presi in considerazione i dati registrati presso le stazioni idrometriche storiche (Gordana a Grattarola e Gottero a Cà di Ferra) ed esistenti (Graveglia a Caminata) analizzate nel capitolo precedente.

11.1 CURVE DI DURATA

La curva di durata riporta in ascisse i 365 giorni dell'anno medio, ed in ordinate le portate giornaliere medie, in m^3/sec, ordinate in senso decrescente.

Questa curva, che deve essere costruita con i valori medi di dati storici di portata giornaliera, è di fondamentale importanza per il corretto dimensionamento dell'impianto idroelettrico in progetto, e per la determinazione delle portate naturali e turbinabili. Essa permette infatti di determinare tutti gli elementi utili al dimensionamento meccanico ed ambientale dell'impianto: numero di giorni in cui l'impianto funzionerà alla massima potenza, numero di giorni in cui l'impianto rimarrà fermo e numero di giorni in cui l'impianto rilascerà il solo DMV, portate naturali, disponibili e turbinabili. Da questa curva si ottengono quindi le potenze (kW) e le producibilità (kWh) giornaliere, progressive e totali dell'impianto.

Si riportano nella tabella e nel grafico seguenti le curve di durata delle portate naturali di tali stazioni uniformate ad un bacino unitario (1 km^2).

DURATE	PORTATE NATURALI (mc/s)		
	Graveglia a Caminata	Gordana a Grattarola	Gottero a Cà di Ferra
10	7,48	11,80	10,20
91	1,62	2,98	2,50
182	0,78	1,35	1,01
274	0,37	0,57	0,45
355	0,12	0,31	0,15

Tabella 9: Valori caratteristici delle curve di durata delle portate naturali alle stazioni di misura disponibili.

DURATE	PORTATE NATURALI (mc/s/km^2)		
	Graveglia a Caminata	Gordana a Grattarola	Gottero a Cà di Ferra
10	0,182	0,241	0,268
91	0,040	0,061	0,066
182	0,019	0,028	0,027
274	0,009	0,012	0,012
355	0,003	0,006	0,004

Tabella 10: Valori caratteristici delle curve di durata delle portate naturali unitarie alle stazioni di misura disponibili.

STIMA DELLE CURVE DI DURATA UNITARIE DELLE STAZIONI DI MISURA DISPONIBILI

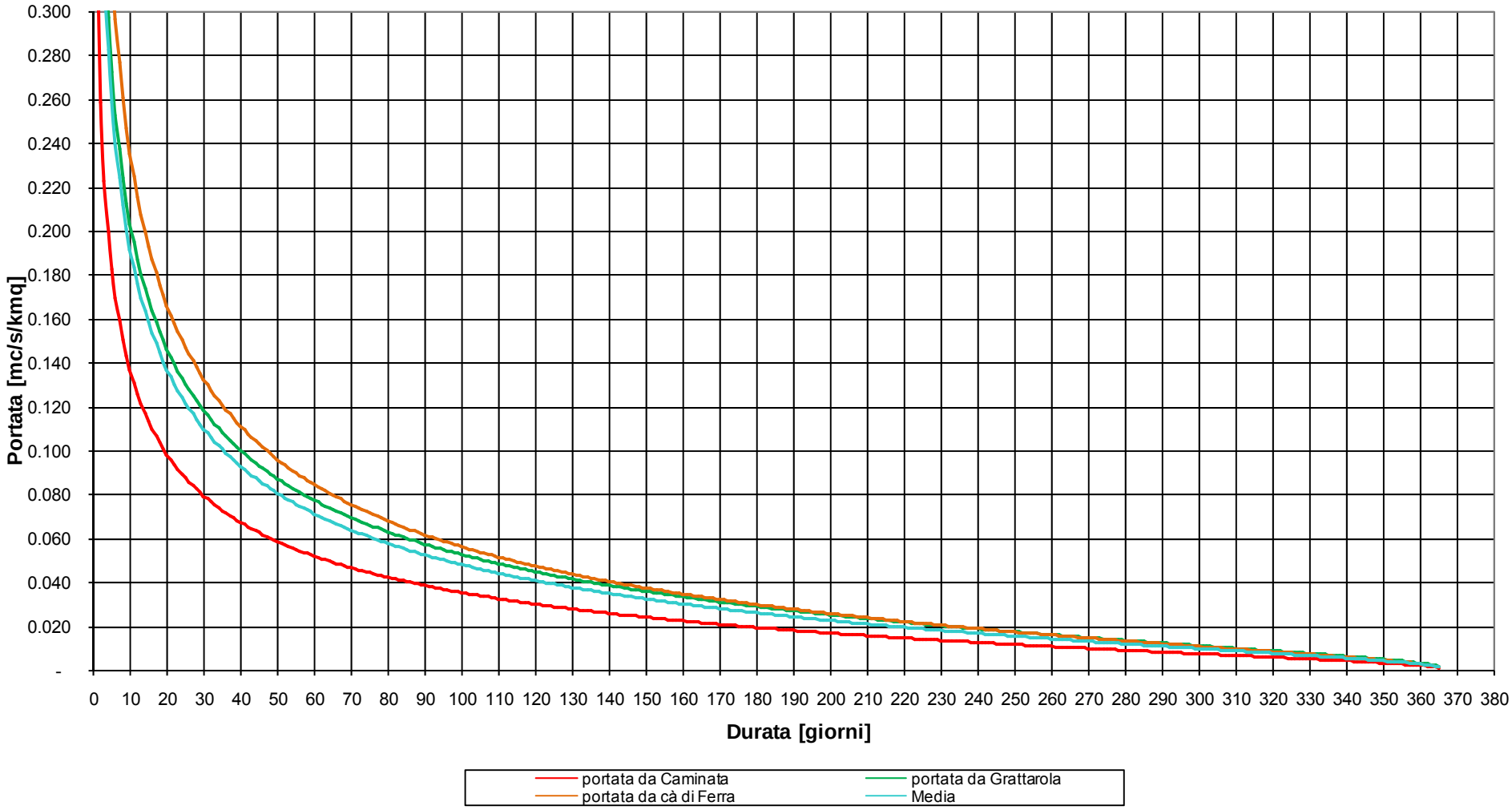


Figura 39: Curve di durata delle portate naturali unitarie misurate alle stazioni di misura disponibili.

Si riportano inoltre le curve di durata delle portate disponibili alle sezioni di chiusura in esame sul rio Statale e sul rio Foppo, ricavate dai dati registrati alle stazioni di misura di portata opportunamente scalati alle differenti superfici del bacino imbrifero.

DA CAMINATA		DA GRATTAROLA		DA GOTTERO		MEDIA
Durata	Portata	Durata	Portata	Durata	Portata	Portata
[gg]	[mc/s]	[gg]	[mc/s]	[gg]	[mc/s]	[mc/s]
10	0.456	10	0.602	10	0.671	0.576
91	0.099	91	0.152	91	0.164	0.138
182	0.048	182	0.069	182	0.066	0.061
274	0.023	274	0.029	274	0.030	0.027
355	0.007	355	0.016	355	0.010	0.011

Tabella 11: Valori caratteristici delle curve di durata all'opera di presa sul Rio Statale a partire dai dati delle stazioni di misura disponibili.

DA CAMINATA		DA GRATTAROLA		DA GOTTERO		MEDIA
Durata	Portata	Durata	Portata	Durata	Portata	Portata
[gg]	[mc/s]	[gg]	[mc/s]	[gg]	[mc/s]	[mc/s]
10	0.128	10	0.169	10	0.188	0.161
91	0.028	91	0.043	91	0.046	0.039
182	0.013	182	0.019	182	0.019	0.017
274	0.023	274	0.008	274	0.008	0.013
355	0.007	355	0.004	355	0.003	0.005

Tabella 12: Valori caratteristici delle curve di durata all'opera di presa sul Rio Foppo a partire dai dati delle stazioni di misura disponibili.

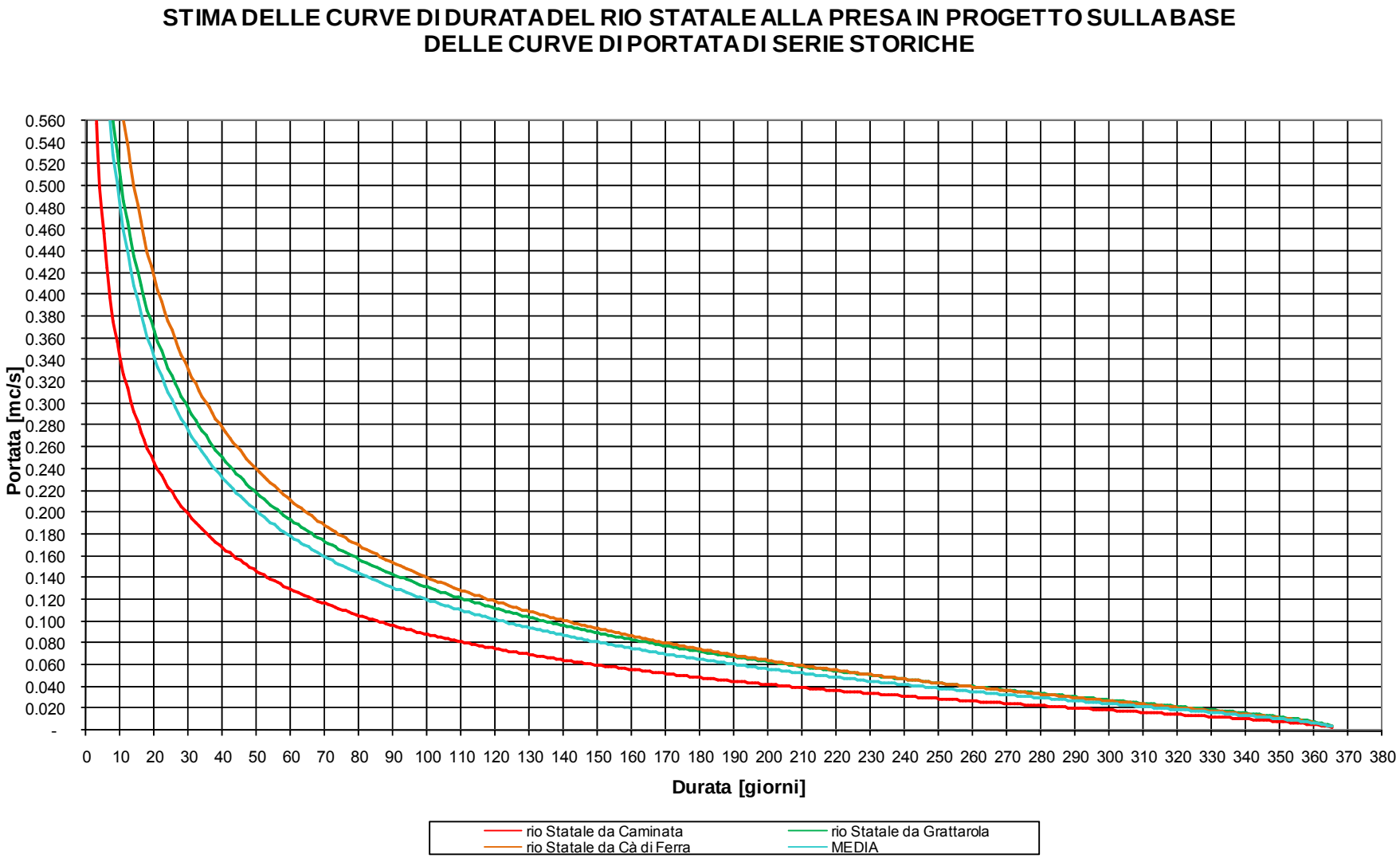


Figura 40: Curve di durata delle portate naturali del rio Statale chiuso all'opera di presa in progetto stimate a partire dai dati di portata della stazione di misura disponibili.

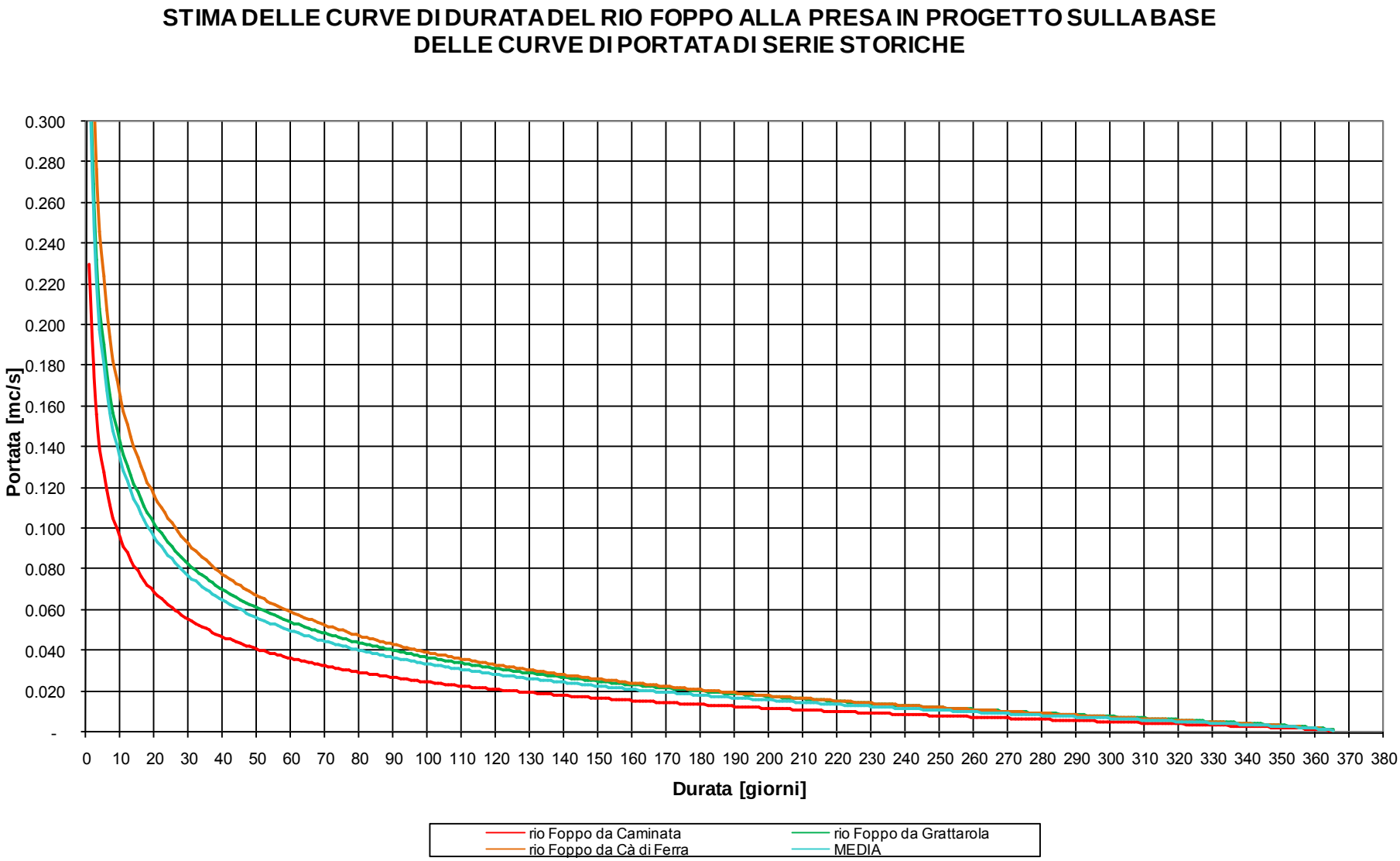


Figura 41: Curve di durata delle portate naturali del rio Foppo chiuso all'opera di presa in progetto stimate a partire dai dati di portata della stazione di misura disponibili.

Si riporta infine la curva di durata ricavata nell'ambito dello studio di **Bilancio idrologico della Provincia di Genova**, per la sezione 3, che risulta quella più prossima alla sezione di chiusura in esame, con bacino imbrifero di 28,22 km^2.

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m^3/s]
60	2.0560
90	1.5346
120	1.1320
150	0.8632
180	0.6619
210	0.5363
240	0.4269
270	0.3094
300	0.2175
330	0.1256
360	0.0662

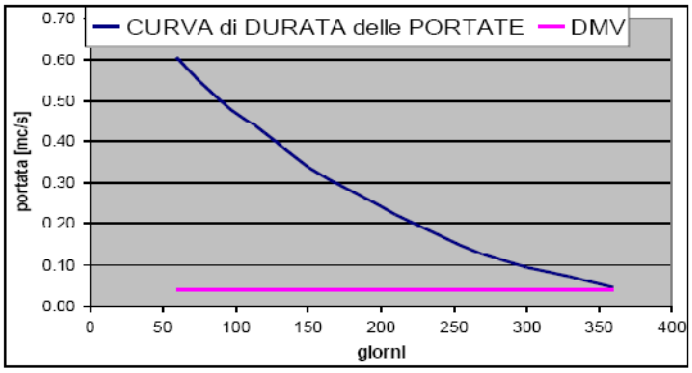


Figura 42: Curva di durata delle portate antropizzate del torrente Graveglia alla sezione 3, ubicata a valle dell'opera di presa in progetto.

Curva durata delle portate			
Giorni	Portata		
	Sezione 3	Rio Statale	Rio Foppo
60	2.0560	0.1821	0.0045
90	1.5346	0.1359	0.0034
120	1.1320	0.1003	0.0025
150	0.8632	0.0765	0.0019
180	0.6619	0.0586	0.0015
210	0.5363	0.0475	0.0012
240	0.4269	0.0378	0.0009
270	0.3094	0.0274	0.0007
300	0.2175	0.0193	0.0005
330	0.1256	0.0111	0.0003
360	0.0662	0.0059	0.0001

Figura 43: Valori caratteristici delle curve di durata all'opera di presa sul Rio Statale e sul rio Foppo a partire dai dati forniti nel Piano di Bilancio Idrico - Fiume Entella (sezione 3).

Dai grafici riportati precedentemente si può osservare che la curva di durata del rio Statale e del rio Foppo alle opere di presa in progetto, ricavate dalle stazioni di misura considerate hanno lo stesso andamento.

Sebbene le tre stazioni di misura abbiano bacini confrontabili (Caminata 41 km^2; Grattarola 49 km e Cà di Ferra 38 km^2) la curva di durata ricavate dai dati di misura della stazione di Caminata risulta inferiore alle altre due.

Questo è dovuto al fatto che le stazioni di misura di Grattarola e Cà di Ferra sono ubicate ad una quota altimetrica superiore rispetto alla stazione di Caminata (Graveglia a Caminata 598 m s.l.m. Gordana a Grattarola 810 m s.l.m. e Gottero a Cà di Ferra 771 m s.l.m.) e soprattutto sono stazioni di misura storiche che hanno funzionato per periodi esigui (3 anni Grattarola e 7 anni Cà di Ferra) negli anni '30 e pertanto sono poco rappresentative. La stazione di misura di Caminata invece è tutt'ora in funzione e dispone di un lungo periodo di osservazione (39 anni).

In merito alla curva di durata stimata all'interno dello studio di Bilancio Idrico si può osservare che assume valori un po' più elevati di quelli della curva di durata ricavata dai dati misurati alla stazione di Caminata.

Nel presente studio si è preferito adottare la curva di durata ricavata dai dati delle stazioni di misura, in quanto cautelativi e realmente misurati.

Data la posizione geografica della stazione che si trova nella stessa vallata delle opere di presa in progetto ed il lungo periodo di osservazione, per la stima delle curve di durata del rio Statale e del rio Foppo alle sezioni in esame, **si è scelto di utilizzare i dati registrati alla stazione di misura del Graveglia a Caminata, opportunamente scalata alle differenti superfici delle aree sottese**.

Inoltre vista la sostanziale omogeneità delle precipitazioni nei bacini (afflusso medio a Caminata 1779,7 mm/anno, afflusso medio a Statale 1.800 mm/anno) cautelativamente non è stato considerato alcun coefficiente moltiplicativo funzione della differente quota altimetrica media del bacino malgrado la quota media del bacino del rio Statale (842 m s.l.m.) e del rio Foppo (759 m s.l.m.) sia decisamente superiore a quella del bacino della stazione di riferimento (Graveglia a Caminata 586 m s.l.m.).

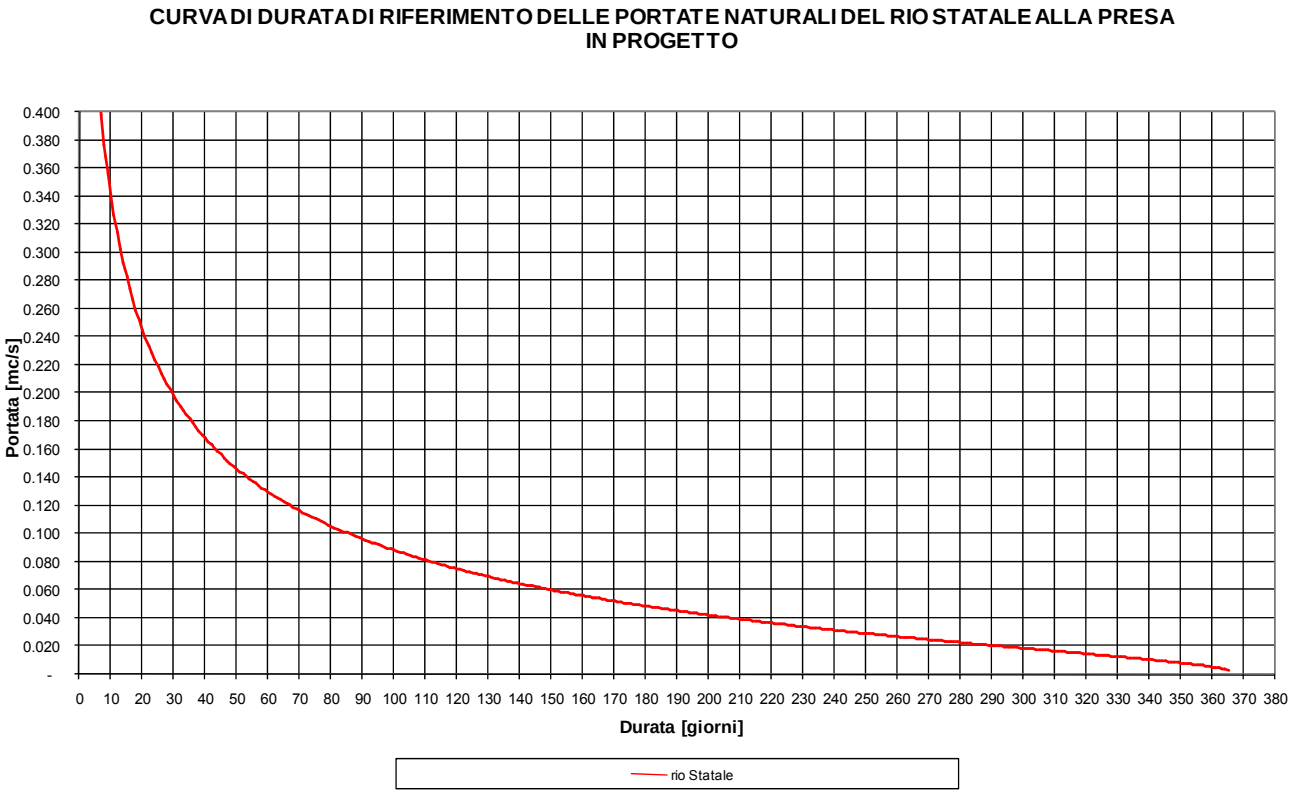


Figura 44: Curva di durata di riferimento delle portate naturali del rio Statale all'opera di presa in progetto.

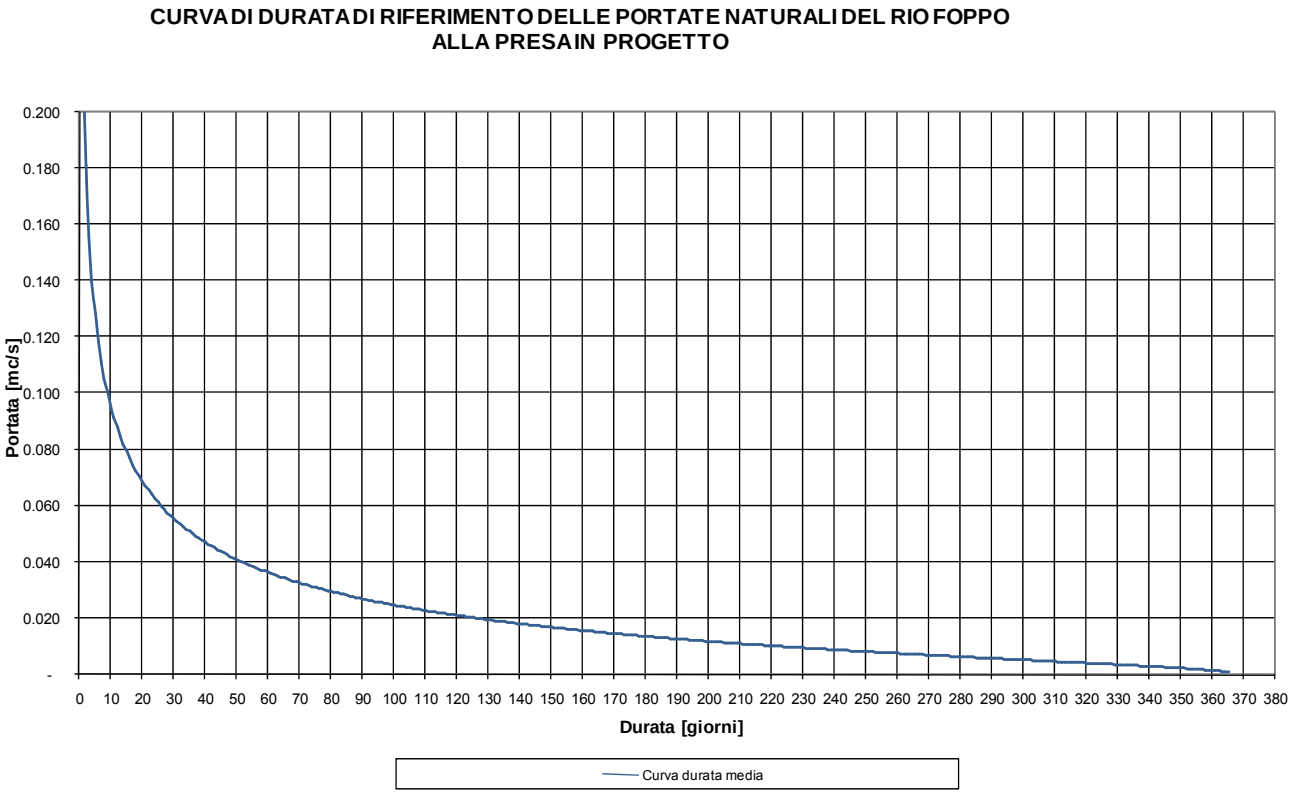
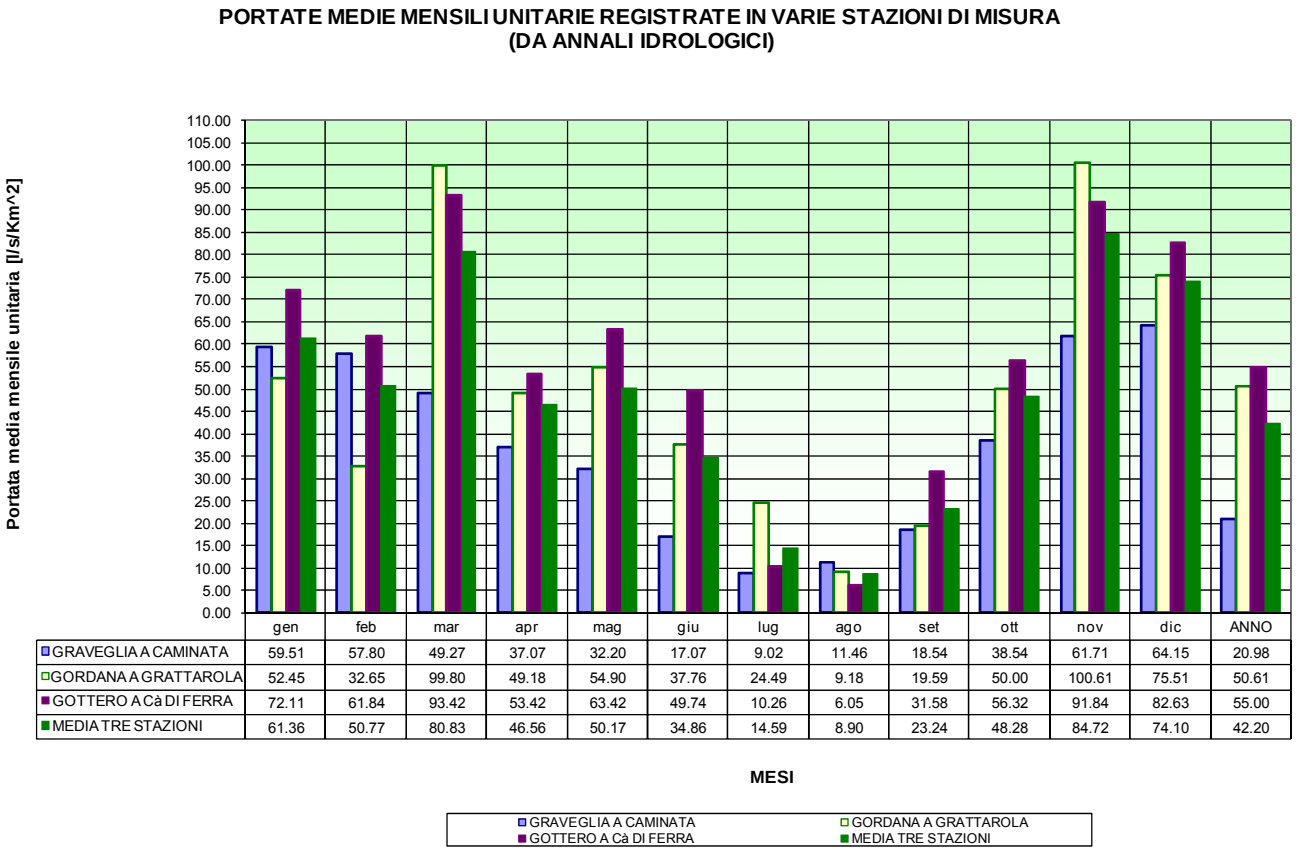


Figura 45: Curva di durata di riferimento delle portate naturali del rio Foppo all'opera di presa in progetto.

11.2 PORTATE MEDIE MENSILI

Le portate medie mensili sono state ricavate scalando le portate misurate alle stazione di misura analizzate nei paragrafi precedenti. Si riportano nella tabella e nel grafico seguenti gli istogrammi delle portate naturali di tali stazioni e quelle uniformate ad un bacino unitario (1 km^2).

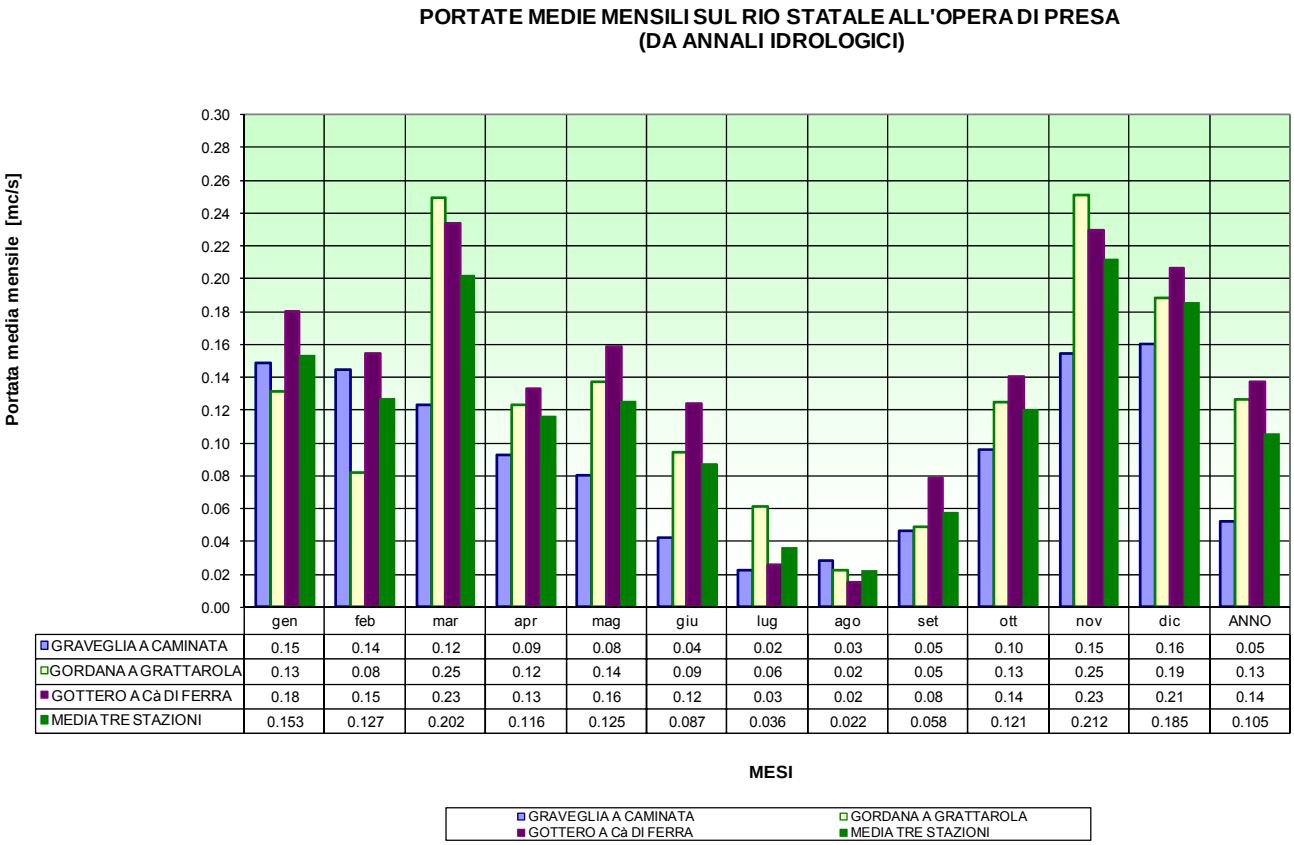


	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	ANNO
GRAVEGLIA A CAMINATA	59.51	57.80	49.27	37.07	32.20	17.07	9.02	11.46	18.54	38.54	61.71	64.15	20.98
GORDANA A GRATTAROLA	52.45	32.65	99.80	49.18	54.90	37.76	24.49	9.18	19.59	50.00	100.61	75.51	50.61
GOTTERO A Cà DI FERRA	72.11	61.84	93.42	53.42	63.42	49.74	10.26	6.05	31.58	56.32	91.84	82.63	55.00
MEDIA TRE STAZIONI	61.36	50.77	80.83	46.56	50.17	34.86	14.59	8.90	23.24	48.28	84.72	74.10	42.20

Figura 46: Portate naturali medie mensili unitarie misurate alle stazioni di misura disponibili.

Di seguito si riportano in tabella ed in grafico le portate medie mensili del rio Statale e del rio Foppo alle opere di presa in progetto.

➢ RIO STATALE



	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	ANNO
GRAVEGLIA A CAMINATA	0.15	0.14	0.12	0.09	0.08	0.04	0.02	0.03	0.05	0.10	0.15	0.16	0.05
GORDANA A GRATTAROLA	0.13	0.08	0.25	0.12	0.14	0.09	0.06	0.02	0.05	0.13	0.25	0.19	0.13
GOTTERO A Cà DI FERRA	0.18	0.15	0.23	0.13	0.16	0.12	0.03	0.02	0.08	0.14	0.23	0.21	0.14
MEDIA TRE STAZIONI	0.153	0.127	0.202	0.116	0.125	0.087	0.036	0.022	0.058	0.121	0.212	0.185	0.105

Figura 47: Portate medie mensili del rio Statale all'opera di presa in progetto stimate dai dati della stazione di misura disponibili espresse in m^3/s.

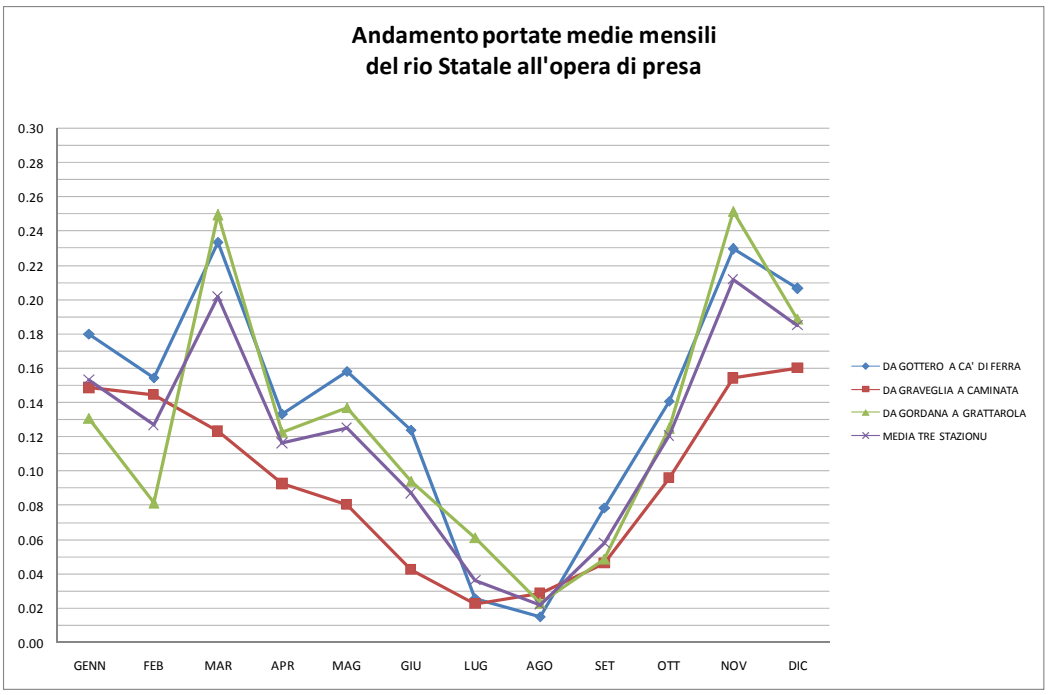
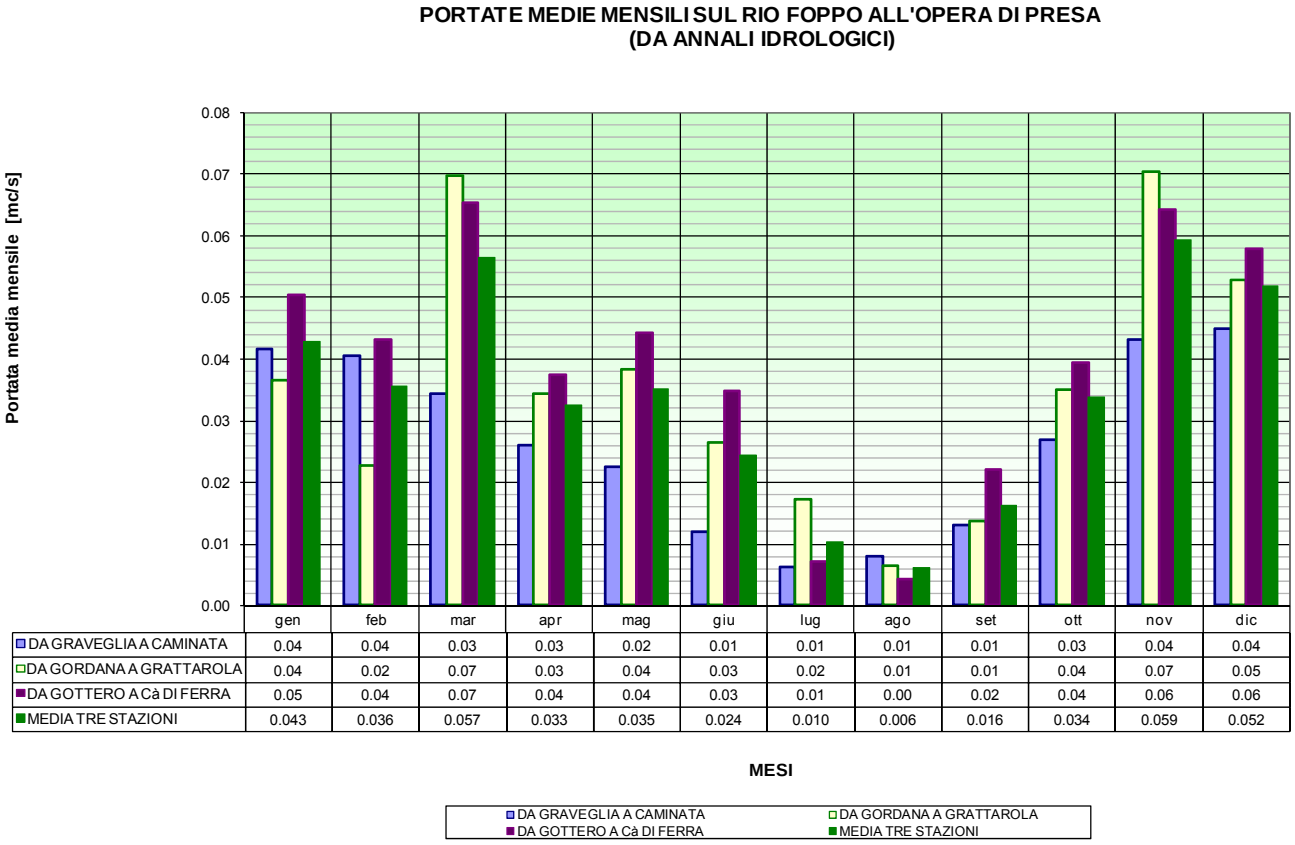


Figura 48: Andamento delle portate medie del Rio Statale all'opera di presa in progetto stimate dai dati della stazione di misura disponibili espresse in m^3/s.

➢ RIO FOPPO



	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
DA GRAVEGLIA A CAMINATA	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04
DA GORDANA A GRATTAROLA	0.04	0.02	0.07	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.07	0.05
DA GOTTERO A Cà DI FERRA	0.05	0.04	0.07	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.02	0.04	0.06	0.06
MEDIA TRE STAZIONI	0.043	0.036	0.057	0.033	0.035	0.024	0.010	0.006	0.016	0.034	0.059	0.052

Figura 49: Portate medie mensili del rio Foppo all'opera di presa in progetto stimate dai dati della stazione di misura disponibili espresse in m^3/s.

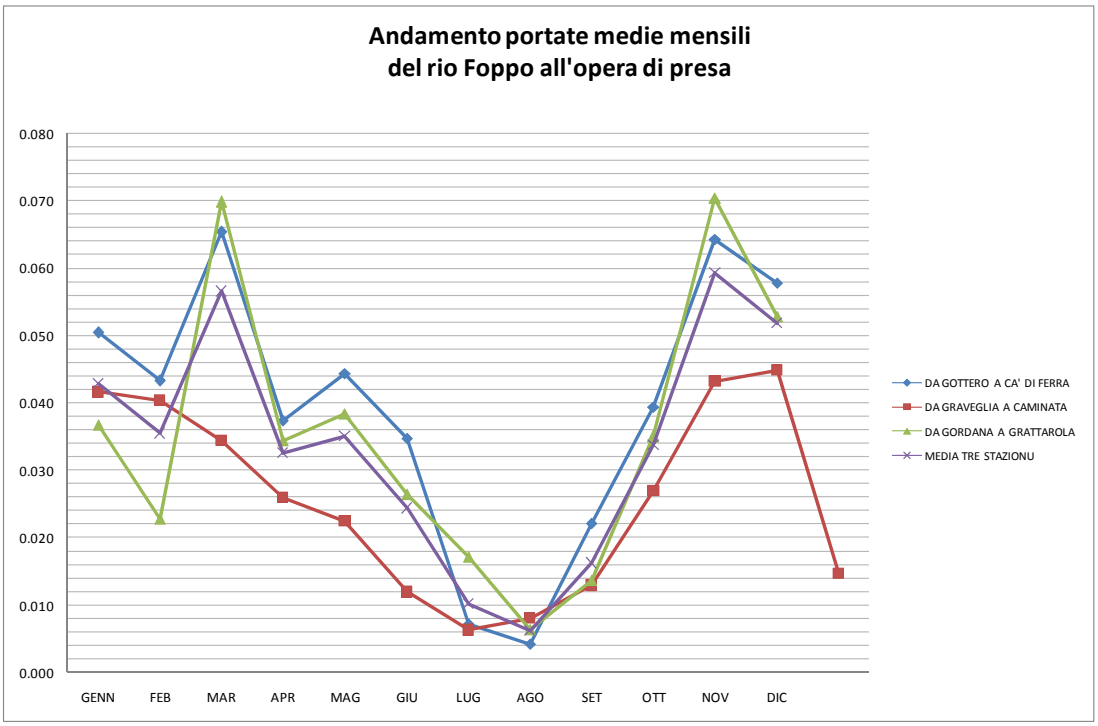


Figura 50: Andamento delle portate medie del Rio Foppo all'opera di presa in progetto stimate dai dati della stazione di misura disponibili espresse in m^3/s.

Per la stima delle portate medie mensili all'opera di presa in progetto si è scelto di utilizzare i dati registrati alla stazione di misura di Caminata opportunatamente scalati alla sezione di chiusura in progetto, data la posizione geografica della stazione ed il più lungo periodo di osservazione.

- **RIO STATALE**

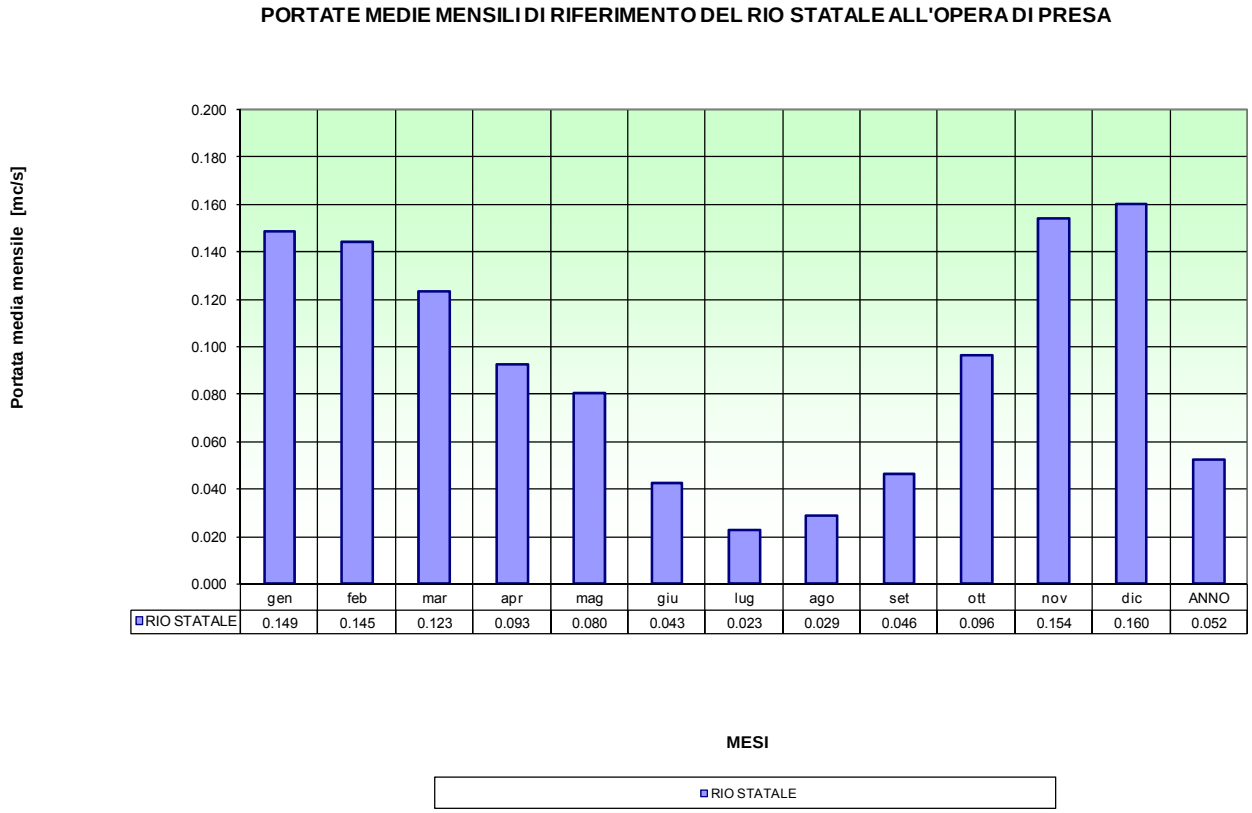


Figura 51: Portate medie mensili di riferimento del rio Statale all'opera di presa in progetto (stimate dai dati della stazione di misura di Caminata) espresse in m^3/s.

➢ **RIO FOPPO**

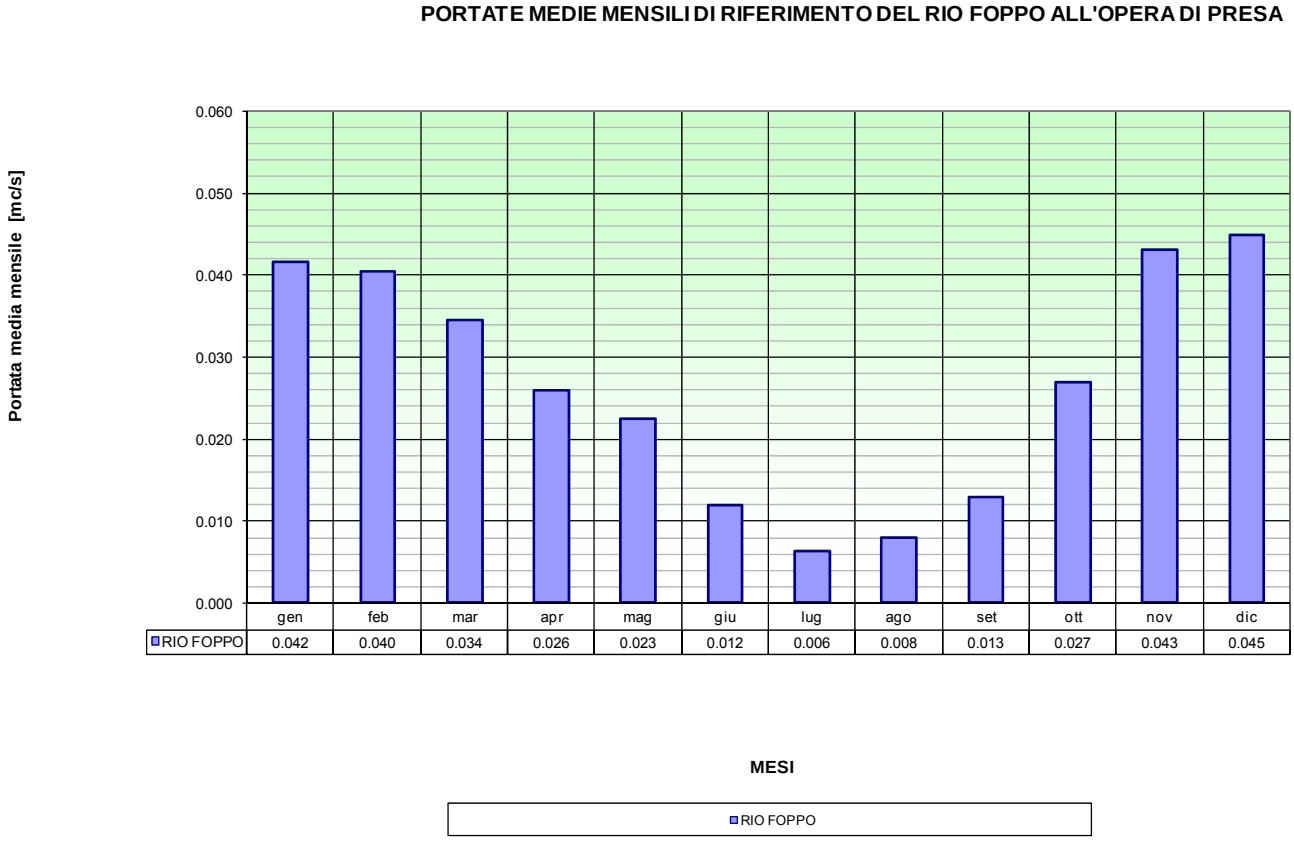


Figura 52: Portate medie mensili di riferimento del rio Foppo all'opera di presa in progetto (stimate dai dati della stazione di misura di Caminata) espresse in m^3/s.

12 PORTATE DERIVABILI E RILASCIATE

Sulla base delle portate di riferimento all'opera di presa calcolate nel capitolo precedente (stimate sulla base delle portate misurate alla stazione di misura del Graveglia a Caminata opportunamente scalati alla sezione di chiusura in progetto) detratte della portata derivata dal consorzio irriguo (portata massima 0,0085 m^3/s) e considerando i dati idraulici essenziali dell'impianto di seguito elencati, si ottiene il nuovo regime di portate dei corsi d'acqua alle opere di presa in progetto.

➢ portata massima turbinabile [mc/s]

Rio statale	Rio Foppo	Portata totale
0,180	0,050	**0,230**

- Deflusso Minimo Vitale [mc/s]

Rio statale	Rio Foppo	Portata totale
0,015	0,005	**0,020**

- Portata minima [mc/s]

Rio statale	Rio Foppo	Portata totale
0,018	0,005	**0,023**

Si precisa che le opere di presa in progetto, ad acqua fluente, senza bacino di accumulo, non consentono di regolare le portate in arrivo. La portata minima turbinabile, pertanto, si ritiene uguale a quella minima derivabile all'opera di presa.

Si riporta di seguito il nuovo anno idrologico medio dei due corsi d'acqua alle sezioni in esame, conseguente all'entrata in esercizio dell'impianto in progetto, avendo considerato un deflusso minimo vitale calcolato nel capitolo precedente e la portata massima derivata dal consorzio irriguo pari complessivamente a 0,0085 m^3/s (0,0066 m^3/s dal rio Statale e 0,0019 m^3/s dal rio Foppo), confrontato con la curva di durata del torrente pre-impianto e quella delle portate turbinabili (derivabili) dall'impianto stesso.

Da questo si ricava che **la portata media annua derivabile dal rio Statale è di 0,047 m^3/s**, a fronte di una portata media annua esistente di 0,079 m^3/s e che **la portata media annua derivabile dal rio Foppo è di 0,012 m^3/s**, a fronte di una portata media annua esistente di 0,022 m^3/s.

La portata complessiva media annua turbinabile (portata di concessione) è pari a 0,059 m^3/s.

Il volume medio annuo turbinabile è stimato in 1,9 milioni di metri cubi d'acqua, 1,5 milioni derivati dal rio Statale e 400 mila metri cubi d'acqua derivati dal rio Foppo.

Tenendo conto del rendimento dell'apparato elettromeccanico, della somma delle portate e del salto idraulico di 299 metri, la **producibilità media annua dell'impianto è stimata in 1.270.000 kWh.**

Si riportano nel diagramma seguente gli elementi riassuntivi dell'impianto, con indicate le portate naturali, quelle turbinabili dall'impianto in progetto e quelle rilasciate a valle della presa.

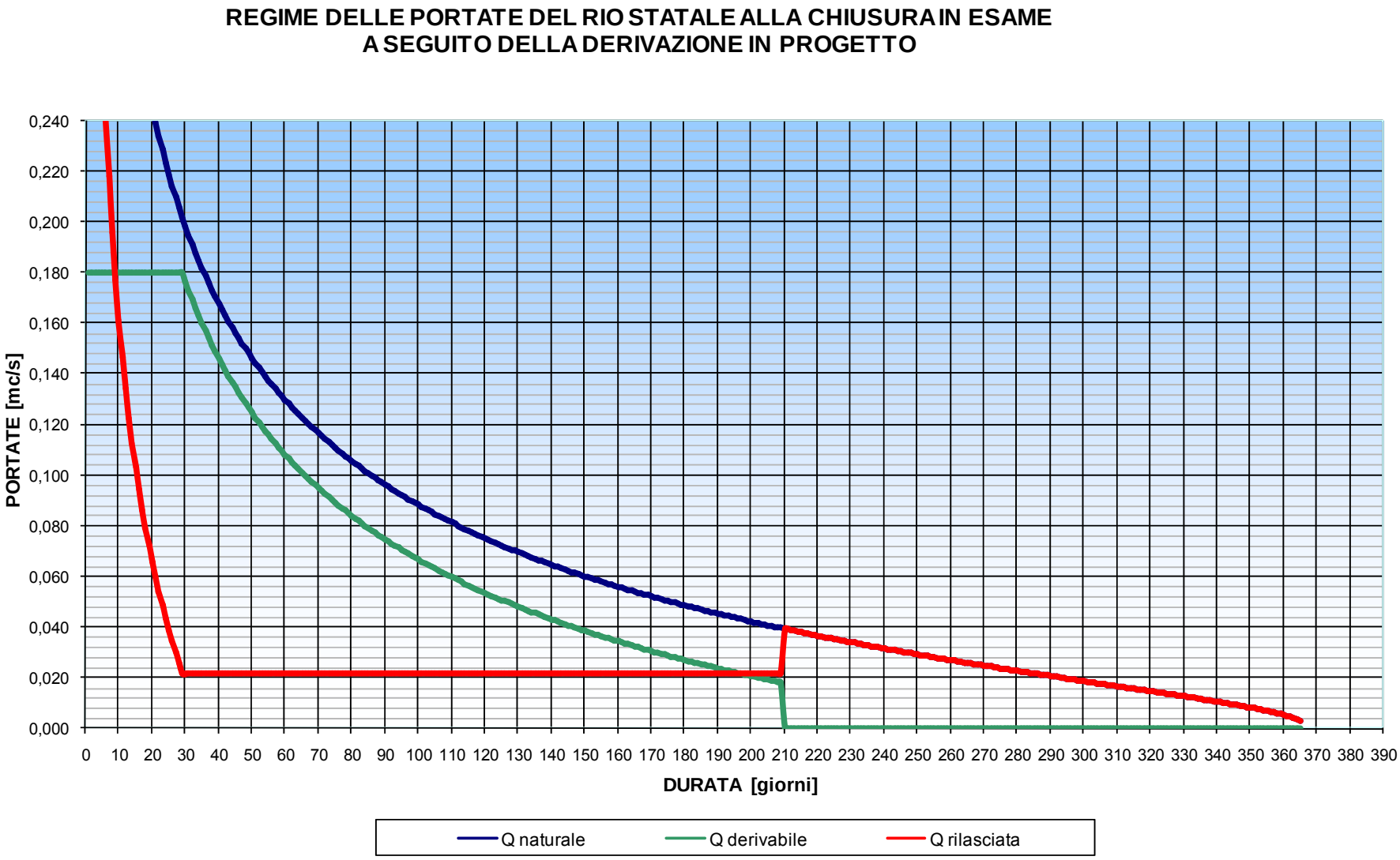


Figura 53: curva di durata delle portate naturali, derivabili e rilasciate del rio Statale alla chiusura in progetto

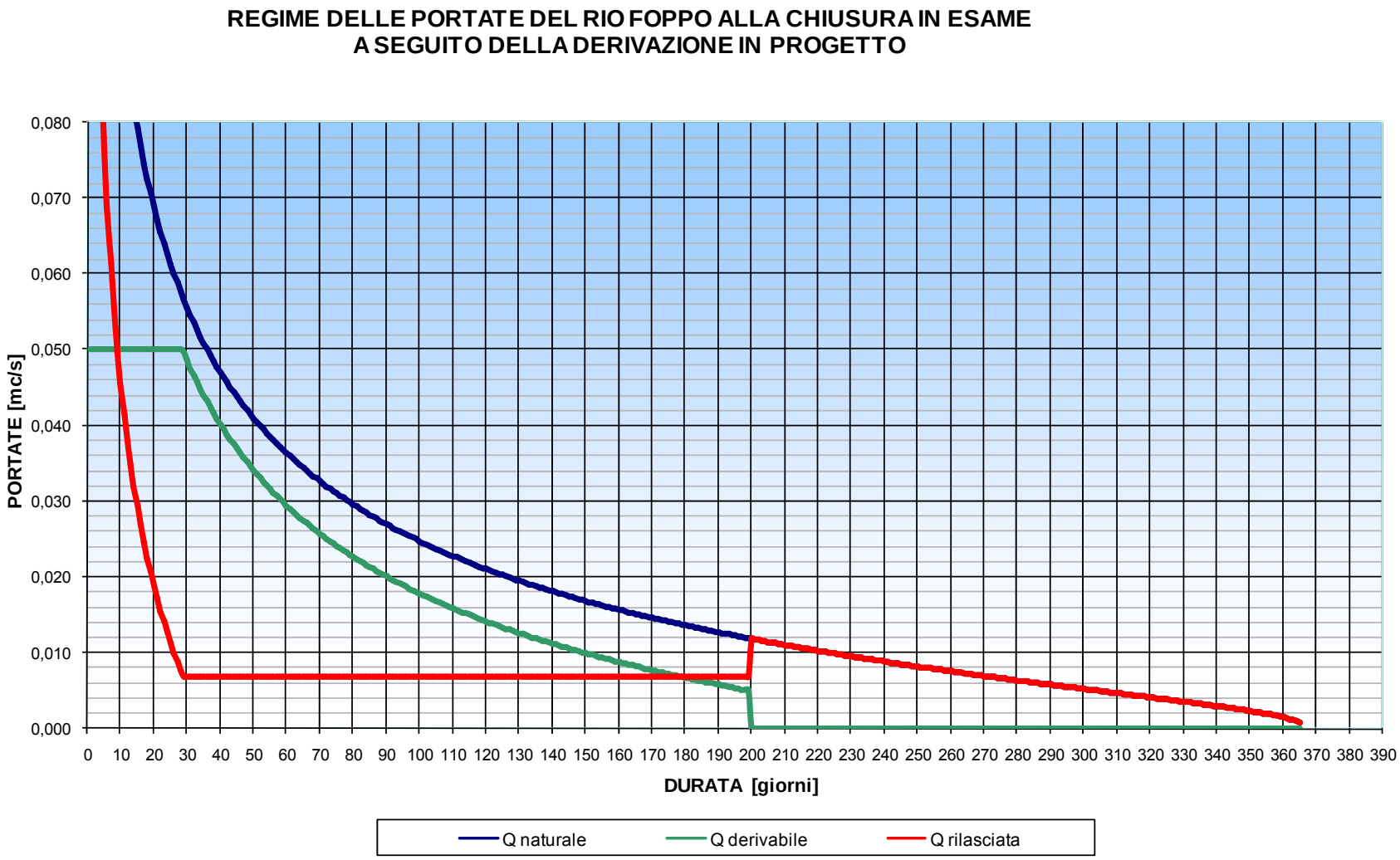


Figura 54: Curva di durata delle portate naturali, derivabili e rilasciate del rio Foppo alla chiusura in progetto.

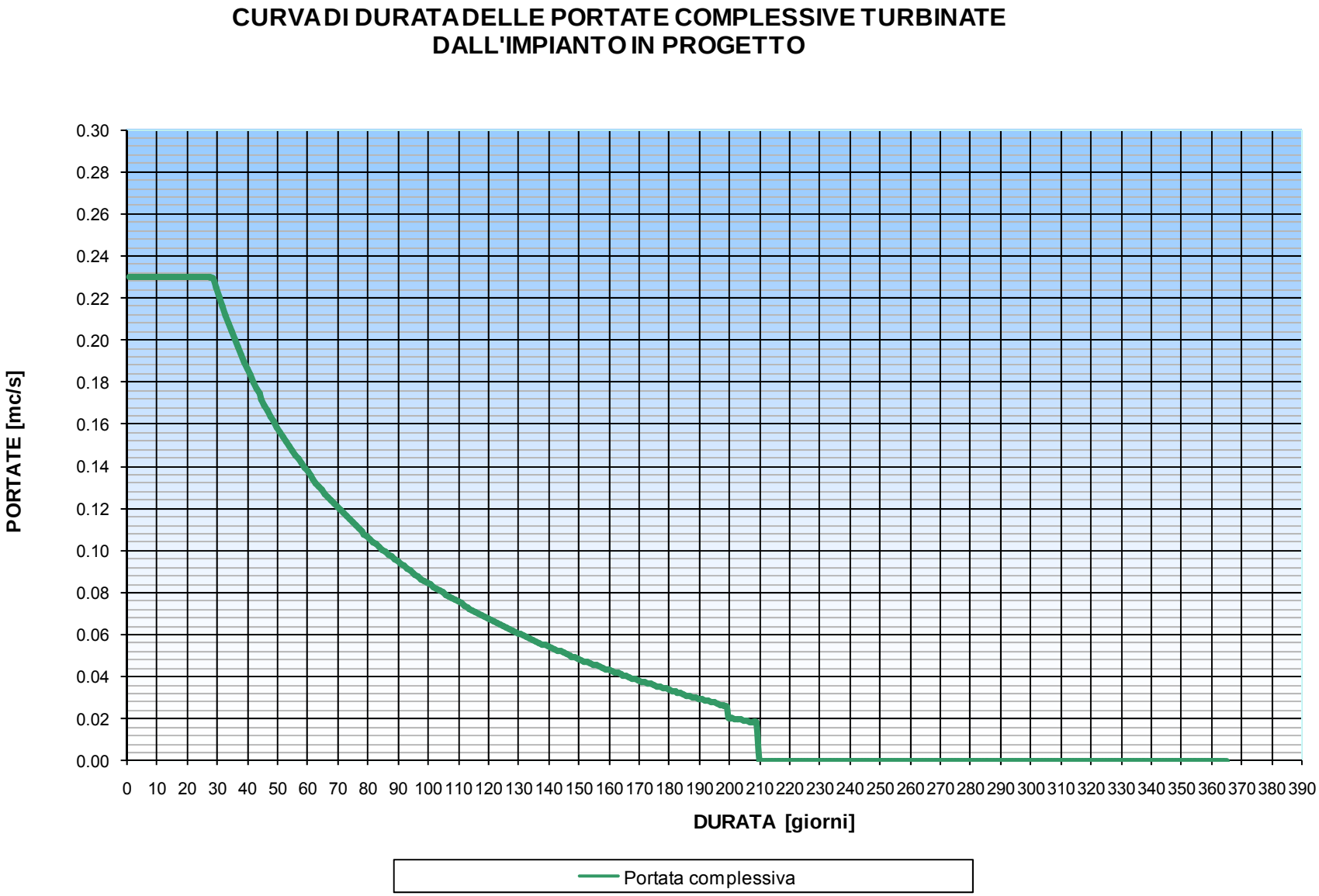


Figura 55: Curva di durata delle portate turbinate dall'impianto in progetto.

13 CALCOLI IDRAULICI ESPLICATIVI

13.1 PERDITE DI CARICO

Le perdite di carico nella condotta forzata considerate sono di tipo distribuito lungo la lunghezza (funzione della scabrezza interna). La valutazione delle perdite di carico distribuite è stata effettuata indirettamente mediante la formula di COLEBROOK, e direttamente mediante formule empiriche utilizzando coefficienti di Bazin, Kutter e Gauckler-Strickler, mediando alla fine i risultati ottenuti.

I coefficienti di scabrezza utilizzati sono quelli di condotta in esercizio rivestita con resine epossidiche:

scabrezza omogenea equivalente ε = 0,2 mm corrispondente a:

- γ = 0,1 [m1/2] di Bazin
- m = 0,15 [m1/2] di Kutter
- c = 90 [m1/3/s] di Gauckler-Strickler

Mediante la formula di COLEBROOK le perdite di carico distribuite sono calcolate mediante:

$$\Delta H = \frac{\lambda}{D}\frac{Q^2}{2gA^2}L$$

dove:

- λ = coefficiente adimensionale di attrito derivante per interpolazione da

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0\log\left(\frac{2.51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71}\right)$$

- Q = portata [m^3/s]
- A = area condotta [m^2]
- D = diametro condotta [m]
- ε =scabrezza omogenea equivalente
- Re = numero di Reynold

Mediante le formule empiriche le perdite di carico distribuite sono calcolate invece come:

$$\Delta H = \beta_r * Q^2/D^5$$

dove:

- β_r = coefficiente dimensionale di attrito [m^{-1}/s^2] derivante da
- $\beta r = 0{,}000857*(1+2\gamma/D^{0.5})^2$ Bazin
- $\beta_r = 0{,}000648*(1+2m/D^{0.5})^2$ Kutter
- $\beta_r = (10{,}3/c^2)/D^{1/3}$ Gauckler-Strickler

Considerando 3 diametri possibili per la condotta in esame, pari a 500 mm, 450 mm e 400 mm, si ottengono le seguenti perdite di carico al variare delle portate derivate.

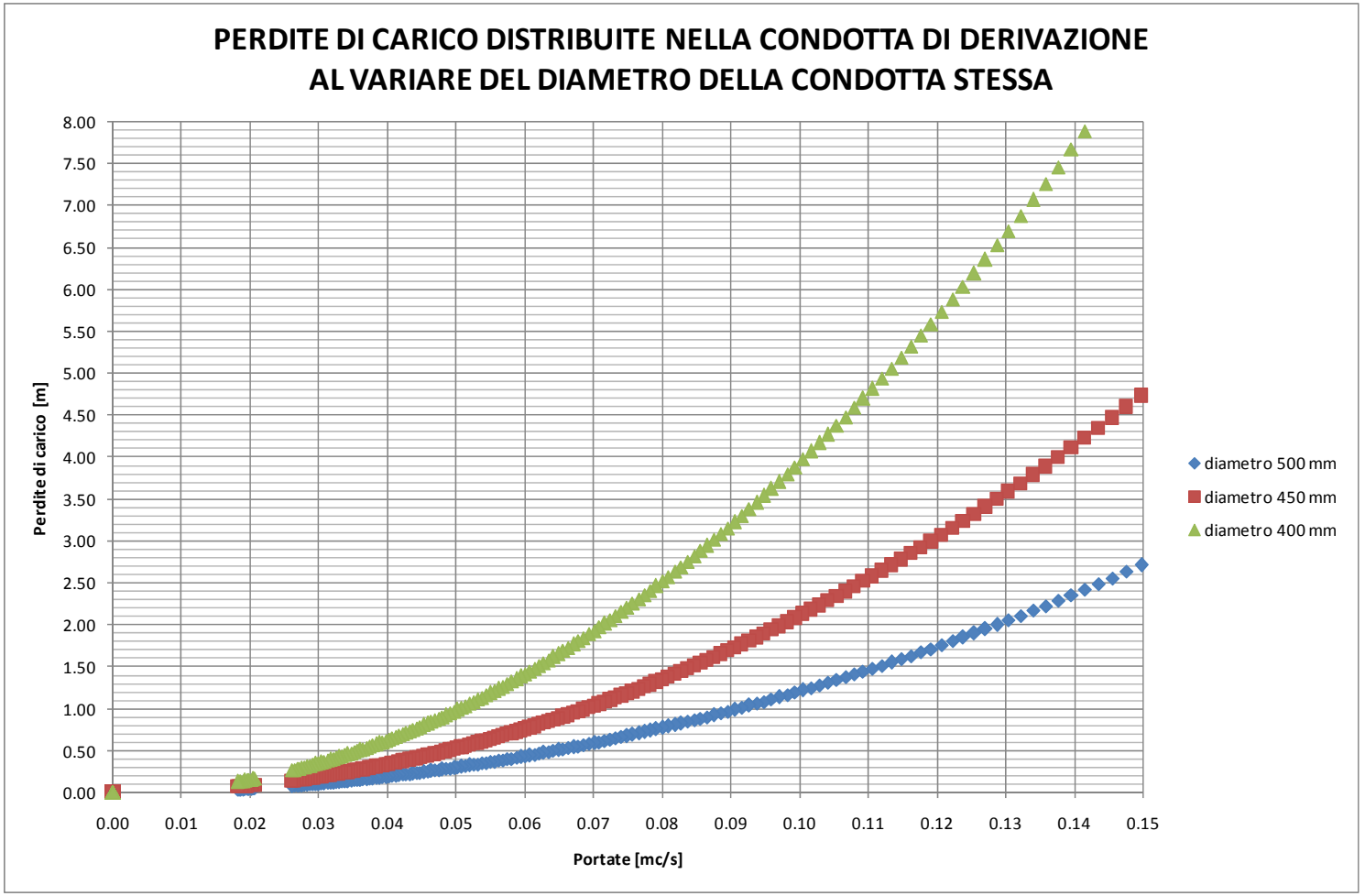


Figura 56: Perdite di carico distribuite nella condotta di derivazione al variare del diametro della condotta stessa.

Calcolando sui 365 giorni l'anno le portate turbinabili, le relative perdite di carico e la conseguente potenza producibile (supponendo un rendimento delle turbine pari a 0,85 ed una portata minima utilizzabile dalle macchine pari a 0,023 m^3/s), si ottengono al variare dei diametri della condotta i seguenti risultati:

DIAMETRO	PRODUZIONE MEDIA ANNUA**
400 mm	1.250.000 kWh
450 mm	1.270.000 kWh
500 mm	1.280.000 kWh

**deriva dalle portate medie giornaliere del rio Statale e del rio Foppo ricavate dai dati registrati alla stazione di misura del Graveglia a Caminata (opportunamente scalate sul bacino in esame)

Supponendo che il costo dello scavo e del riempimento rimanga pressoché invariato con il diametro della condotta, la differenza di prezzo di realizzazione della condotta di adduzione è valutabile sui costi della fornitura e la posa dei differenti diametri.

Tenendo conto della variazione della producibilità annua e del prezzo di fornitura della condotta si è deciso di utilizzare una condotta di diametro di 450 mm, in quanto con tale diametro le perdite di carico sono accettabili ed il costo della fornitura non aumenta eccessivamente rispetto al diametro di 400 mm. Utilizzando un diametro di 500 mm invece l'aumento di produzione non riuscirebbe a compensare l'aumento delle spese di fornitura.

13.2 VELOCITA' DELL'ACQUA NELLA CONDOTTA

La condotta in pressione ha sezione circolare di diametro 0,45 m, come riportato nella figura seguente. La velocità nella condotta per la portata massima derivata, pari a 0,23 m^3/s è uguale a 1,45 m/s.

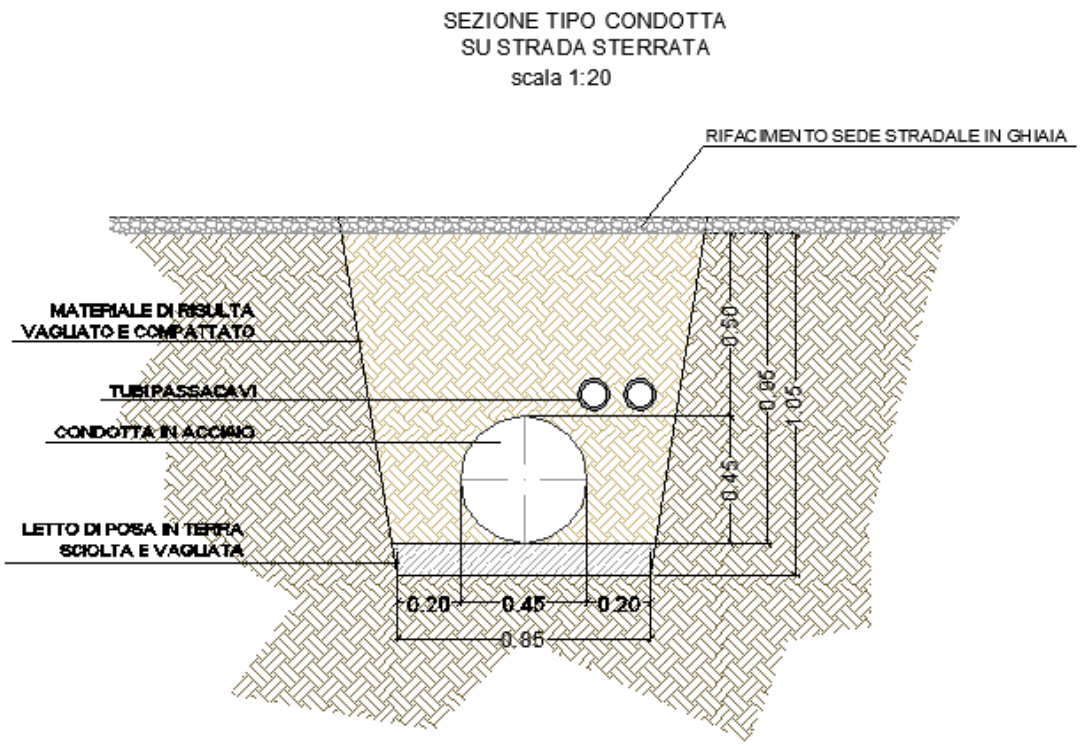


Figura 57: Sezione tipo su strada sterrata della condotta interrata in progetto, di diametro 450 mm.

13.3 POTENZA E CARATTERISTICHE DELLA TURBINA

Le portate di progetto della turbina idraulica installata, di tipo Pelton, sono quelle di concessione:

- ✓ portata massima turbinabile = 0,23 m^3/s;
- ✓ portata media annua turbinabile = **0,059 m^3/s** (portata media di concessione).

Tenendo conto di un rendimento complessivo degli impianti pari a 0,85, di un **salto legale o di concessione** (dislivello tra i due peli morti della corrente a monte e a valle del meccanismo motore) pari a:

H = 299 m

e di un **salto medio netto H'** variabile in funzione delle perdite di carico tra 289 (per la portata massima) e 299 (per la portata minima), si ricavano i seguenti dati di potenza della turbina installata:

- **Potenza massima teorica o nominale**

  la potenza teorica di funzionamento a pieno carico (0,230 m^3/s), in uscita dalla macchina idraulica installata:

  $$P_{max\ nom} = Q_{max} * H * g = 0{,}230 * 299 * 9{,}81 = \mathbf{675\ kW}$$

- **Potenza massima effettiva dell'impianto**

  la potenza massima erogabile in relazione alla portata massima derivabile, al rendimento medio η **(η=85%)** dell'impianto ed al salto netto H' (H'=289 per Q max):

  $$P_{max\ eff} = \eta * Q_{max} * H' * g = 0{,}85 * 0{,}230 * 289 * 9{,}81 = \mathbf{554\ kW}$$

- **Potenza media teorica o nominale dell'impianto**

  la potenza teorica sviluppabile in assenza completa di perdite:

  $$P_{med\ nom} = Q_{med} * H * g = 0{,}059 * 299 * 9{,}81 = \mathbf{173\ kW}$$

- **Potenza media effettiva dell'impianto**

  la potenza media sviluppabile in relazione alla portata media derivabile, al rendimento dell'impianto ed al salto medio netto H' (stimato mediamente in circa 294 m):

  $$P_{med\ eff} = \eta * Q_{med} * H' * g = 0{,}85 * 0{,}059 * 294 * 9{,}81 = \mathbf{145\ kW}$$

- **Producibilità media dell'impianto**

  la producibilità media ottenibile in relazione alla portata media derivabile ed al salto effettivo è pari a:

  $$E = \eta * g * Qmed * H' * (24 * 365) = \mathbf{1.270.000\ kWh/anno}$$

14 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il programma dei lavori è sviluppato sulla base delle principali fasi di lavoro previste dal progetto dell'opera.

Le varie fasi costruttive del progetto rispetteranno infatti una sequenza temporale ben determinata, come indicato nel cronoprogramma riportato nel seguito.

Si prevede una durata dei lavori di ***circa 12 mesi***, considerando due squadre di lavoro: una per le opere edili ed una per le opere elettromeccaniche. Si riportano nel seguente cronoprogramma dei lavori le diverse fasi di lavoro con le relative durate.

	MESI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
OPERE DI PRESA												
- apprestamento cantiere												
- opere edili												
- opere elettromeccaniche												
- ripristini finiture e rimozione cantiere												
CONDOTTA DI DERIVAZIONE												
- Dalla presa fino al fabbricato di centrale												
LOCALE CENTRALE												
- opere edili												
- opere elettromeccaniche												
- ripristini finiture e rimozione cantiere												

15 COMPATIBILITÀ DELLA RICHIESTA CON LE DERIVAZIONI ESISTENTI

L'impianto idroelettrico in progetto si trova in val Graveglia, e prevede di utilizzare le acque del rio Statale e del rio Foppo.

Al fine di verificare l'eventuale esistenza di derivazioni preesistenti nell'area di progetto è stata effettuata un' approfondita ricerca delle derivazioni censite in zona.

Si riporta di seguito un estratto della "*Carta degli Usi in atto concessionari*" dello Studio relativo alla Disponibilità Idrica del Bacino del Fiume Entella redatto dalla provincia di Genova, dove si può vedere che nell'area di progetto, allo stato attuale, risultano concessionate alcune derivazioni irrigue.

Le derivazioni evidenziate si trovano a monte delle opere di presa in progetto. Titolare della concessione di tali derivazioni è la "Cooperativa Agricola di Statale SRL", ora "Consorzio miglioramento fondiario BARDINETO COSTA MULINO". La concessione ad uso irriguo, con scadenza nel 2022, è per una portata massima complessiva di 8,5 l/s, dal rio Bardineto (rio Foppo), dal rio Paravasca (rio Statale), dal rio Del Croso, dal rio Muin e sorgenti Giove, posti entrambi più a monte.

Il punto di captazione della derivazione sul rio Statale è ubicato in corrispondenza della briglia esistente localizzata 100 m circa a monte della confluenza con il rio Foppo.

Per quanto riguarda il punto di captazione della derivazione sul rio Foppo, esso è ubicato in corrispondenza della briglia esistente localizzata poco a monte della confluenza nel rio Statale. Infine i punti di captazione dal rio Del Croso, dal rio Muin e dalle sorgenti del Giove sono posti più a monte.

Le due briglie in calcestruzzo sul rio Statale e sul rio Foppo sono di proprietà del Consorzio irriguo e sono i due manufatti che si prevedono di utilizzare per le derivazioni in progetto, previo accordo di couso.

Si evidenzia che le derivazioni esistenti non subiranno interferenze negative a seguito del progetto in esame in quanto situate più a monte, anzi ne trarrebbero dei vantaggi. Infatti a seguito del couso dei due manufatti il gestore dell'impianto idroelettrico in progetto prenderebbe in carico la loro manutenzione ordinaria. Inoltre a seguito della realizzazione delle griglie di presa e delle vasche dissabbiatrici si risolverebbero i problemi di intasamento dell'attuale condotta di captazione, ed il volume d'acqua a disposizione aumenterebbe (nel rispetto della concessione di derivazione).

A valle dell'impianto in progetto si evidenziano infine due derivazioni da sorgente ad uso irriguo, che non subiranno interferenze in quanto ubicate su fossi laterali. Si riporta di seguito lo stralcio suddetto con indicata in rosso l'ubicazione delle prese in progetto ed in verde il punto di restituzione delle acque derivate.

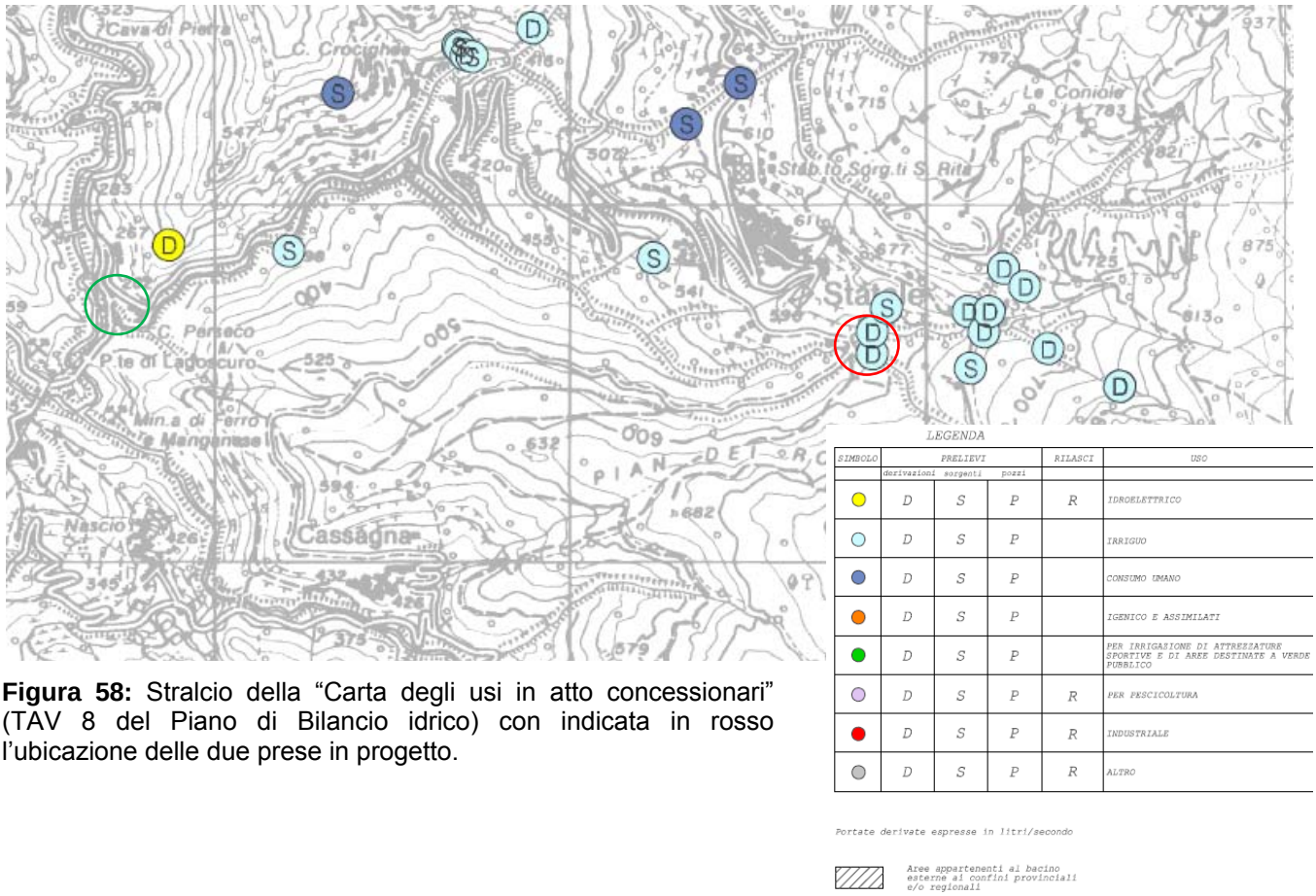


Figura 58: Stralcio della "Carta degli usi in atto concessionari" (TAV 8 del Piano di Bilancio idrico) con indicata in rosso l'ubicazione delle due prese in progetto.

Si riporta inoltre la carta delle prese idropotabili fornita dal comune di Ne, in cui è riportato il vecchio schema delle prese idropotabili un tempo comunali, ed attualmente gestite dalla SAP di Sestri levante.

Da questo si osserva che l'impianto in progetto derivando a valle delle prese idropotabili non potrà in alcun modo interferire con l'attuale approvvigionamento idropotabile comunale.

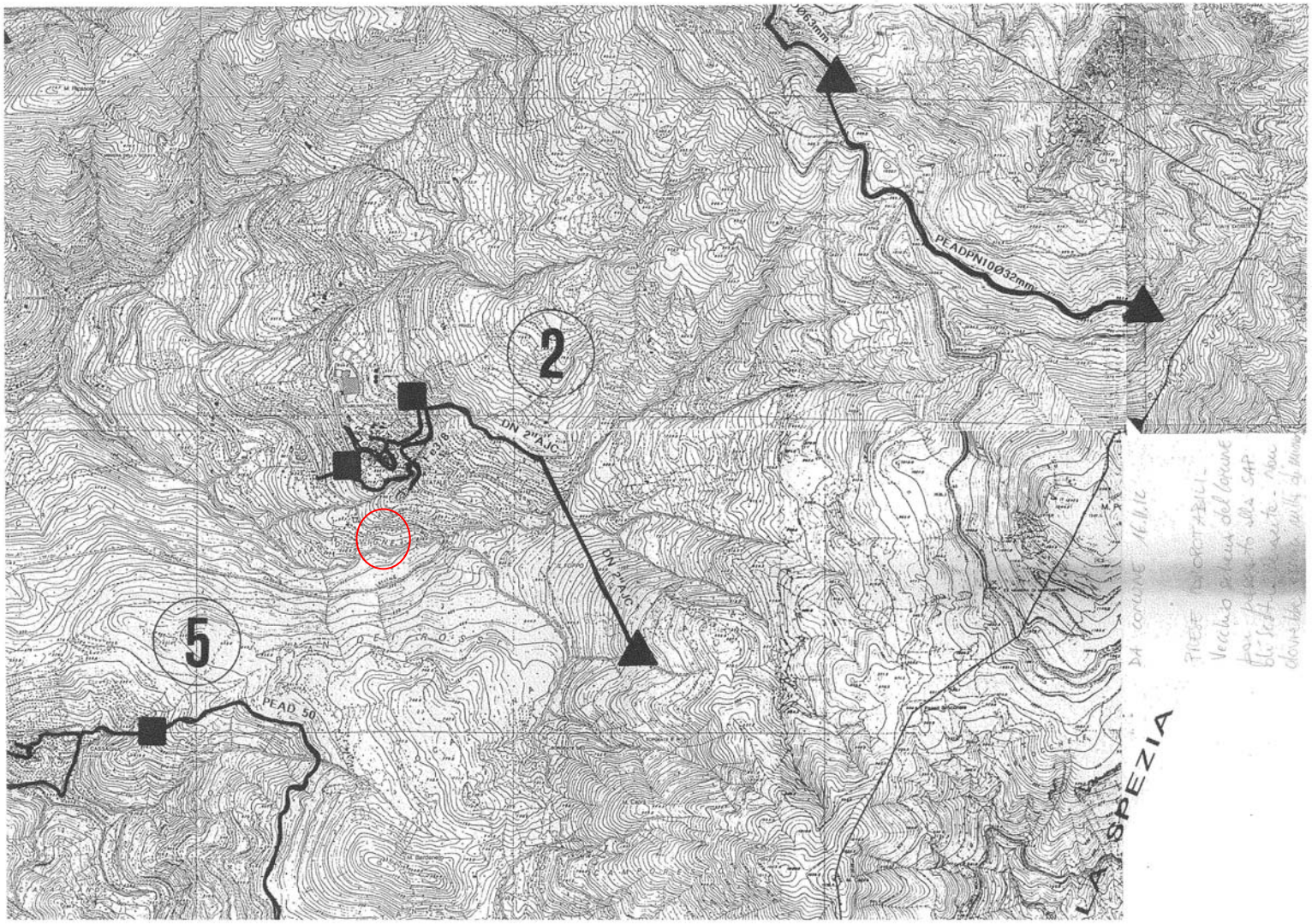


Figura 59: Estratto della carta delle prese idropotabili fornita dal comune di Ne, in cui è riportato il vecchio schema delle prese idropotabili un tempo comunali, ed attualmente gestite dalla SAP di Sestri levante.

16 CARTA ITTICA PROVINCIALE

In questi ultimi cinque anni l'attività legislativa della Regione Liguria in materia di pesca nelle acque interne, tutela dell'ittiofauna e degli habitat fluviali è stata assai intensa.

Nel quadro normativo regionale la Carta Ittica è riconosciuta come riferimento tecnico cui devono ispirarsi le politiche provinciali nel settore della pesca nelle acque interne e della gestione dell'ittiofauna d'acqua dolce.

La Carta Ittica è dunque lo strumento tecnico col quale si acquisiscono le conoscenze di base sugli ambienti delle acque interne e sulle loro ittiofaune e col quale si formulano programmi di gestione del popolamento ittico, di regolamentazione delle attività di pesca e di conservazione dell'habitat.

Già nel 1995, prima dell'emanazione delle norme regionali in materia, l'Amministrazione Provinciale di Genova ha pubblicato la prima edizione della Carta Ittica del proprio territorio eseguita da Ivan Borroni.

Questo documento, per quanto antecedente alla normativa vigente, appare ancora oggi sostanzialmente rispondente alla gran parte dei criteri e degli obiettivi della stessa, per la quale ha addirittura costituito un evidente riferimento.

L'ultimo aggiornamento della Carta Ittica della provincia di Genova è stata approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n. 25 del 29/06/2005.

La carta Ittica provinciale si compone di elaborati grafici, avente come base cartografica la carta Tecnica Regionale 1:10.000, che contengono la localizzazione delle stazioni di campionamento, la Zonazione Ittica, la distribuzione delle Categorie Gestionali della pesca e le Classi di Qualità IBE.

Carta tratti I.B.E.

Analizzando il bacino del rio Statale si denota una situazione qualitativamente ottima (classe I) in tutto il tratto preso in considerazione nello studio della Provincia di Genova.
Si riporta di seguito la cartografia rappresentante le classi di Qualità IBE.

Per la rappresentazione delle Classi di Qualità IBE i colori sono cinque:

a) I Classe = colore azzurro
b) II Classe = colore verde
c) III Classe = colore giallo
d) IV Classe = colore arancione
e) V Classe = colore rosso

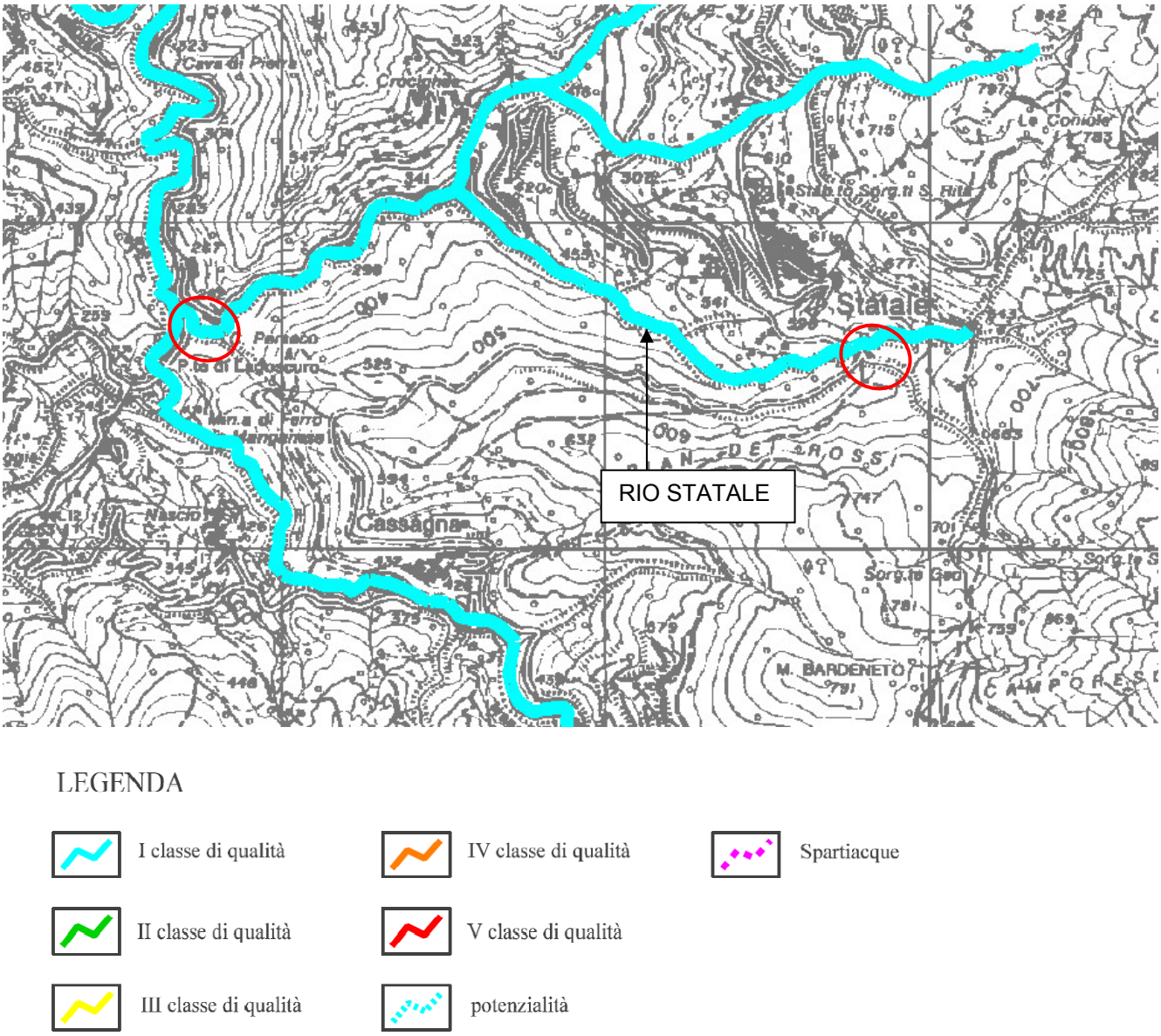


Figura 60*:* Carta Ittica provinciale - Carta tratti IBE.

Carta ittiologica

In merito alla carta ittiologica le acque sono suddivise in:

- Acque a salmonidi (colore blu nel grafico seguente)
- Acque a ciprinidi (colore verde)
- Acque miste (colore giallo)

Sono inoltre evidenziati i tratti che presentano delle potenzialità (tratteggio azzurro).

Si riporta di seguito un estratto della carta della gestione pesca con indicata l'area in progetto, che è indicata come acqua a salmonidi.

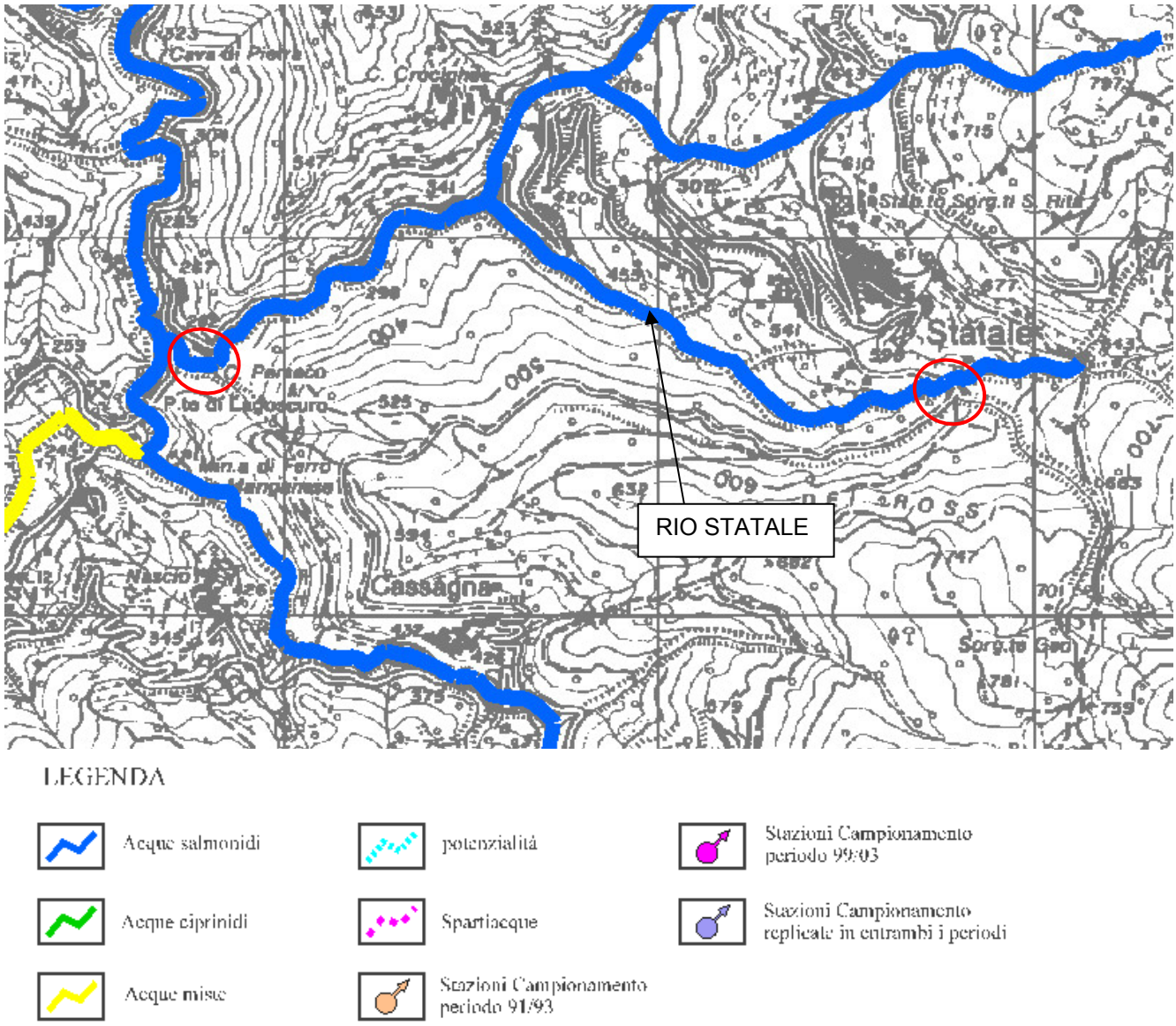


Figura 61: Carta ittiologica.

Carta gestione pesca

In base alle categorie individuate dalla carta ittica si può suddividere un corso d'acqua nei tratti seguenti:

- Categoria A (colore blu nel grafico seguente) corsi d'acqua ritenuti di pregio ittiofaunistico rilevante o significativo)
- Categoria B (colore verde) acque ritenute di pregio ittico minore rispetto alle precedenti
- Categoria C (colore rosso) corsi d'acqua, o tratti di essi, non idonei ad ospitare popolazioni ittiche permanenti)

Si riporta di seguito un estratto della carta della gestione pesca con indicata l'area in progetto, che è compresa in categoria A. In tale categoria rientrano i tratti di corsi d'acqua di rilevante o significativo pregio ittiofaunistico e ambientale e sono caratterizzati da prevalente popolamento troticolo.

Sono compresi in questa categoria i corpi idrici nei quali non è rilevabile alcuna forma significativa d'inquinamento (I Classe di Qualità IBE) e nei quali è necessario operare per mantenere inalterate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche naturali dell'ambiente. Nelle acque di Categoria A la pesca deve essere esercitata nel rispetto delle preminenti finalità di tutela; pertanto non si devono svolgere attività che comportino l'immissione di materiale ittico adulto, né istituire zone adibite a Riserve Turistiche.

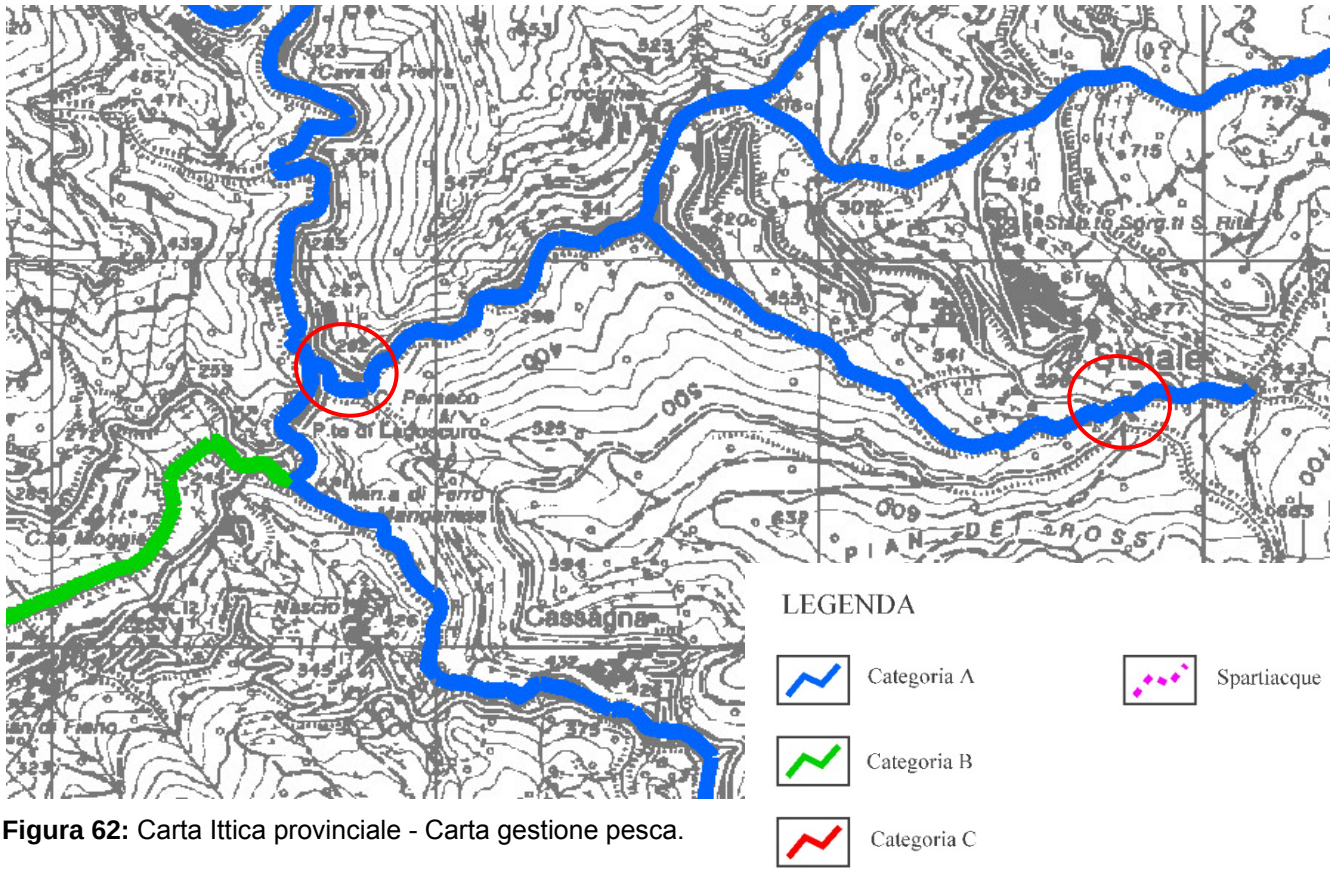


Figura 62: Carta Ittica provinciale - Carta gestione pesca.

17 DISPOSITIVI DI MISURAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DERIVATI

Al fine di misurare le portate ed i volumi derivati si prevede di installare, in prossimità dell'opera di presa in progetto, una stazione di misura in continuo delle portate idriche derivate dal rio Statale e dal rio Foppo.

Le stazioni di misura verranno posizionate in corrispondenza delle sezione di controllo, costituite dalla sezione di imbocco alle due opere di presa, e si prevedono del tipo ad ultrasuoni o a sonda ad immersione, con alimentazione a batteria o dalla linea di connessione alla centrale.

La scansione temporale delle misure di livello, con conseguente calcolo delle corrispondenti misure di velocità dell'acqua e di portata, mediante apposito software, sarà effettuata secondo una scansione temporale discreta, da concordare con gli Enti preposti al controllo, e comunque ad intervello almeno orario.

Con osservanza delle vigenti disposizioni di legge, il concessionario si impegna ad agevolare tutte le verifiche e le ispezioni che l'Autorità concedente, o altri Enti incaricati del controllo, intendano effettuare in qualunque tempo sulla derivazione concessa.

18 DATI RIASSUNTIVI DELL'IMPIANTO

Area del bacino torrente sotteso dalla presa	**Rio Statale**	**2,5 km^2**
	Rio Foppo	**0,7 km^2**
Portata media annua naturale	**Rio Statale**	**0,079 m^3/s**
	Rio Foppo	**0,022 m^3/s**
Deflusso Minimo Vitale	**Rio Statale**	**0,015 m^3/s**
	Rio Foppo	**0,005 m^3/s**
Portata massima derivabile	**Rio Statale**	**0,180 m^3/s**
	Rio Foppo	**0,050 m^3/s**
	Complessiva	**0,230 m^3/s**
Portata media annua turbinabile	**Rio Statale**	**0,047 m^3/s**
	Rio Foppo	**0,012 m^3/s**
	Complessiva	**0,059 m^3/s**
Portata media annua non turbinata	**Rio Statale**	**0,032 m^3/s**
	Rio Foppo	**0,010 m^3/s**
Salto idraulico lordo		**299 m**
Condotta forzata	**Lunghezza**	**2.390 m**
	Diametro	**0,450 m**
Potenza massima nominale		**675 kW**
Potenza media nominale (di concessione)		**173 kW**
Rendimento		**0,85**
Potenza massima effettiva dell'impianto		**554 kW**
Potenza media effettiva dell'impianto		**145 kW**
Producibilità effettiva media annua		**1.270.000 kWh/anno**

19 STIMA DEI COSTI DI COSTRUZIONE E PIANO ECONOMICO FINANZIARIO

La stima del costo di realizzazione dell'impianto in progetto è stata effettuata sulla base del confronto dei costi unitari e di mercato di opere analoghe, e sulla base di un computo metrico-estimativo sommario, ottenuto applicando alle quantità da mettere in opera i prezzi unitari dedotti dal prezzario regionale *Opere edili e impiantistica* che è il documento di riferimento per le opere pubbliche di competenza o finanziate anche in parte dalla Regione Liguria.

L'importo del costo di costruzione, suddiviso per parti di opere principali che compongono l'impianto in progetto, è indicato nella tabella riportata nel seguito. *L'importo complessivo dei lavori di realizzazione dell'impianto in progetto è stimato in* ***euro 1.292.000***.

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO "STATALE"

Comune di Ne (GE)

STIMA DEI COSTI DI COSTRUZIONE

		IMPORTI	
		PARZIALI	TOTALI
		[euro]	[euro]
1	OPERE CIVILI		
	Realizzazione delle due prese, della vasca dissabbiatrice e di carico e del fabbricato di centrale	€ 200.000	€ 200.000
2	CONDOTTA FORZATA		
	Fornitura e posa in opera della condotta forzata	€ 500.000	€ 500.000
3	OPERE ELETTROMECCANICHE		
	Fornitura e installazioni del gruppo turbina- generatore, del trasformatore, dei quadri elettrici di regolazione e controllo, delle parti elettriche in bassa e media tensione, delle paratoie metalliche, e di quanto necessario per il funzionamento e la gestione in remoto dell'impianto	€ 400.000	€ 400.000
4	ALLACCIO ENEL E LINEA CONNESSIONE	€ 42.000	€ 42.000
5	RIPRISTINI AMBIENTALI E IMPREVISTI E VARIE	€ 20.000	€ 20.000
6	SPESE TECNICHE	€ 80.000	€ 80.000
7	ACQUISIZIONI TERRENI E SERVITU'	€ 50.000	€ 50.000
TOTALE INVESTIMENTO			**€ 1.292.000**

Per la realizzazione del progetto si considera di utilizzare uno schema finanziario che prevede la copertura dei costi di costruzione mediante una quota di mezzi propri pari al 30% dell'investimento, ricorrendo ad un finanziamento a medio-lungo termine per la restante parte (come da prassi consolidata nel caso di realizzazioni simili).

I costi tecnici ed amministrativi per la conduzione della centrale idroelettrica ricomprenderanno la gestione dell'impianto, le manutenzioni annue ordinarie, i canoni di concessione ed i costi assicurativi.

L'ammortamento dell'impianto avverrà approssimativamente in 20 anni, periodo in cui la tariffa di cessione dell'energia prodotta sulla base dell'incentivazione per le fonti rinnovabili (tariffa unica) prevista dal Decreto Ministeriale del 6 Luglio 2012 - Ministero dello Sviluppo Economico ("Incentivi per energia da fonti rinnovabili elettriche non fotovoltaiche") è stimabile in circa **219 Euro/MWh prodotto.**

20 DISMISSIONE DELL'IMPIANTO E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

La vita utile di un impianto idroelettrico può essere stimata almeno uguale alla durata della concessione di derivazione (30 anni), ma molto spesso, a seguito di successivi rinnovi di concessione, l'impianto continua a rimanere in esercizio senza alcun particolare lavoro di manutenzione straordinaria. Tali lunghi periodi di funzionamento sono validati da molti anni di esperienza della tecnologia idroelettrica nel mondo ed approvati da tutta la comunità scientifica/ingegneristica.

Il presente capitolo individua le modalità di dismissione dell'impianto idroelettrico in oggetto al termine del periodo di esercizio della derivazione idroelettrica.

Il presente piano di dismissione rappresenta solo un'indicazione, in quanto il progetto di ripristino dei luoghi dovrà essere approvato dagli Enti competenti, all'epoca della cessazione dell'attività idroelettrica con eventuali modifiche in sintonia con la situazione ambientale del periodo. Qualora sia possibile attribuire un nuovo indirizzo alle opere dell'impianto idroelettrico in progetto, sarà sicuramente consigliabile variarne la destinazione d'uso anziché abbatterle tutte o parte di esse.

In caso di termine o abbandono dell'attività di produzione di energia idroelettrica i manufatti eventualmente da demolire risultano essere le due opere di presa. Tali opere, se sarà il caso, saranno demolite e verrà ripristinato l'ambiente pre-opera, in maniera precisa ed accurata in modo da non avere alcuna differenza paesaggistica ed ambientale con il resto dell'alveo naturale. Verranno certamente mantenuti sia le nuove scale di risalita dell'ittiofauna che l'edificio di centrale, quest'ultimo convertito ad altri scopi, preferibilmente didattico/ricreativi.

Anche la condotta di derivazione che per la maggior parte del tragitto è posta al di sotto della strada provinciale, sarà conservata in quanto ininfluente dal punto di vista ambientale circostante e con un possibile riutilizzo come potenziamento rete acquedottistica/fognaria.

Per quanto riguarda le parti metalliche (paratoie di presa) saranno smontate e recuperate per essere riutilizzate altrove, o portate allo smaltimento per il riciclaggio, mentre la parte non riciclabile sarà inviata in discarica autorizzata. Le aree di cantiere dello smantellamento saranno ripristinate con le stesse modalità con cui verranno ripristinate le aree del cantiere di costruzione.

SMALTIMENTO E RECUPERO DEI MATERIALI

I materiali costituenti l'impianto e le strutture sono per la maggior parte riciclabili come materia prima quando non riutilizzabili come semilavorati.

Lo smaltimento a discarica riguarderà soltanto l'aliquota costituente gli elementi degradati dall'usura del funzionamento.

Parti elettromeccaniche ed elettriche

La dismissione delle opere elettromeccaniche ed elettriche presenti nel fabbricato di centrale è articolata come segue:

- smontaggio della turbina, del generatore e di tutta la componentistica elettrica;
- separazione del materiale di risulta in base alla composizione chimica, in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, presso ditte che si occupano di riciclaggio e produzione di tali elementi;
- conferimento in discarica autorizzata dei restanti rifiuti non riciclabili;
- smontaggio delle paratoie, dello sgrigliatore e di tutte le strutture metalliche di sostegno; carico, trasporto a deposito per l'eventuale riutilizzo dei componenti in altre applicazioni o riciclaggio della materia prima.

Cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici di collegamento

I cavidotti per i collegamenti elettrici, costituiti da tubazioni in PEAD interrate nel terreno, saranno dismessi secondo la seguente procedura:

- sfilaggio e recupero dei cavi in rame per la consegna a ditte specializzate per il riciclaggio;
- scavo e rimozione dei cavidotti, carico e trasporto del materiale plastico a discarica autorizzata;
- ripristino dello scavo mediante il riutilizzo dello stesso materiale di risulta e profilatura con terreno idoneo per la riconfigurazione dello stato preesistente.

STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE

Per l'esecuzione degli interventi sopra citati, si stima un costo complessivo di circa 20.000 euro + IVA, compreso l'installazione e la rimozione del cantiere e la messa in sicurezza dell'intera area.

OVADAPROGETTI s.a.s.

Ing. Sergio Colombo

Via Vittorio Veneto 11 - 15076 OVADA (AL) - Tel. (+39) 0143 81293 - Fax (+39) 0143 81293
E-mail: sergio.colombo@ovadaprogetti.it