



Iniziative di cooperazione per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili (bosco ed acqua) nelle Alpi Occidentali, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra

LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI DERIVAZIONI DI ACQUA PUBBLICA A SCOPO IDROELETTRICO IN VALLE D'AOSTA

Individuazione dei siti con potenzialità per lo sviluppo di impianti idroelettrici e modalità speditive per il controllo dei rilasci



INSIEME OLTRE
I CONFINI ENSEMBLE
PAR-DELA LES FRONTIÈRES

LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI DERIVAZIONI
DI ACQUA PUBBLICA
A SCOPO IDROELETTRICO IN VALLE D'AOSTA

INDIVIDUAZIONE DEI SITI CON POTENZIALITÀ
PER LO SVILUPPO DI IMPIANTI IDROELETTRICI
E MODALITÀ SPEDITIVE PER IL CONTROLLO DEI RILASCI

Pubblicazione finanziata da:

Progetto strategico n. III – Renerfor

“Iniziativa di cooperazione per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili (bosco ed acqua) nelle Alpi Occidentali, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra”

Progetto finanziato nell’ambito del programma di cooperazione transfrontaliera Alcotra 2007/2013

PARTNER VALDOSTANO DEL PROGETTO RENERFOR

Regione Autonoma Valle d’Aosta

Assessorato Opere pubbliche, difesa del suolo e edilizia residenziale pubblica

Dipartimento Difesa del suolo e risorse idriche

COORDINAMENTO GENERALE

Raffaele Rocco

COORDINAMENTO OPERATIVO

Eliana Arletti

CONTRIBUTI SPECIALISTICI

Alessandro Mosso

GRUPPO DI LAVORO

Eliana Arletti

Gabriel Madonna

Alessandro Mosso

Mariasole Pavia

Elisa Santelli

PROGETTO GRAFICO IMPAGINAZIONE E STAMPA

TIBURTINI
CARATTERE TIPOGRAFICO
tiburtini.it

2013 © Regione Autonoma Valle d’Aosta
Tutti i diritti riservati.

INDICE

1.	PREMESSA	7
2.	OBIETTIVI	9
3.	INDIVIDUAZIONE DEI SITI CON POTENZIALITA' PER LO SVILUPPO DI IMPIANTI IDROELETTRICI	11
	3.1 Metodologia proposta	11
	3.2 Inquadramento generale dell'area di studio	12
	3.3 Caratteristiche morfometriche dei bacini in esame	13
	3.4 Calcolo delle portate naturali	17
	3.5 Descrizione del modello numerico utilizzato	20
	3.5.1 <i>Punti di forza del modello numerico adottato</i>	21
	3.6 Presentazione dei risultati	21
	3.7 Massimo potenziale idroelettrico disponibile	22
	3.7.1 <i>Massimo potenziale idroelettrico T. Lys</i>	22
	3.7.2 <i>Massimo potenziale idroelettrico T. Saint Barthélemy</i>	23
	3.7.3 <i>Massimo potenziale idroelettrico T. Ayasse</i>	25
	3.7.4 <i>Riepilogo massimo potenziale idroelettrico disponibile</i>	27
	3.8 Potenziale idroelettrico residuo	27
	3.8.1 <i>Prelievi attivi lungo l'asta del T. Lys</i>	27
	3.8.2 <i>Portate antropizzate T. Lys</i>	28
	3.8.3 <i>Potenziale idroelettrico residuo T. Lys</i>	28
	3.8.4 <i>Prelievi attivi lungo l'asta del T. Saint Barthélemy</i>	30
	3.8.5 <i>Portate antropizzate T. Saint Barthélemy</i>	31
	3.8.6 <i>Potenziale idroelettrico residuo T. Saint Barthélemy</i>	32
	3.8.7 <i>Prelievi attivi lungo l'asta del T. Ayasse</i>	33
	3.8.8 <i>Portate antropizzate T. Ayasse</i>	34
	3.8.9 <i>Potenziale idroelettrico residuo T. Ayasse</i>	34
	3.8.10 <i>Riepilogo potenziale idroelettrico residuo</i>	36
	3.8.11 <i>Indice di sfruttamento della risorsa idrica</i>	36
	3.9 Compatibilità dei siti residui con i vincoli ambientali e territoriali	38
	3.9.1 <i>Individuazione dei vincoli ambientali e territoriali</i>	38
	3.9.2 <i>Compatibilità dei siti residui nel T. Lys con i vincoli ambientali e territoriali</i>	38
	3.9.3 <i>Compatibilità dei siti residui nel T. S. Barthélemy con i vincoli ambientali e territoriali</i>	40
	3.9.4 <i>Compatibilità dei siti residui nel T. Ayasse con i vincoli ambientali e territoriali</i>	41
	3.10 .Conclusioni	42

4.	MODALITÀ SPEDITIVE PER IL CONTROLLO DEI RILASCI	45
4.1	Premessa	45
4.2	Individuazione della sezione di misura ottimale	45
4.3	Strutture di misure precalibrate	46
4.3.1	<i>Stramazzi triangolari o rettangolari a parete sottile</i>	47
4.3.2	<i>Stramazzi in parete larga</i>	49
4.3.3	<i>Misuratori a risalto "flume"</i>	50
4.4	Dimensionamento di una struttura di misura	55
4.4.1	<i>Installazione di una stazione di misura</i>	55
4.4.2	<i>Curva di progetto</i>	55
4.4.3	<i>Misurazione del tirante idraulico</i>	55
4.4.4	<i>Impostazione del livello di riferimento</i>	56
4.5	Manutenzione della stazione di misura	56
4.6	Misuratori di portata a struttura fissa portatili	56
4.6.1	<i>Misuratore portatile Parshall</i>	57
4.7	Interferenze delle stazioni di misura con la fauna ittica	58
4.8	Conclusioni	58
5.	BIBLIOGRAFIA	59
	ALLEGATI	61
	Annesso A – Risultati	61
Allegato 1	Massimo potenziale torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m	63
Allegato 2	Massimo potenziale torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m	64
Allegato 3	Massimo potenziale torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m	65
Allegato 4	Massimo potenziale torrente Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m	66
Allegato 5	Massimo potenziale torrente Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m	67
Allegato 6	Massimo potenziale torrente Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m	68
Allegato 7	Potenziale residuo torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m	69
Allegato 8	Potenziale residuo torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m	70
Allegato 9	Potenziale residuo torrente Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m	71
Allegato 10	Potenziale residuo torrente Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m	72
Allegato 11	Potenziale residuo torrente Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m	73
Allegato 12	Potenziale residuo Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m	74

Allegato 13	Massimo potenziale torrente S. Barthelemy, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m.....	75
Allegato 14	Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m.....	76
Allegato 15	Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m.....	77
Allegato 16	Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m.....	78
Allegato 17	Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m.....	79
Allegato 18	Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m.....	80
Allegato 19	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m.....	81
Allegato 20	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m.....	82
Allegato 21	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m.....	83
Allegato 22	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m.....	84
Allegato 23	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m.....	85
Allegato 24	Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m.....	86
Allegato 25	Massimo potenziale torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m.....	87
Allegato 26	Massimo potenziale torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m.....	88
Allegato 27	Massimo potenziale torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m.....	89
Allegato 28	Massimo potenziale torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m.....	90
Allegato 29	Massimo potenziale torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m.....	91
Allegato 30	Massimo potenziale torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m.....	92
Allegato 31	Potenziale residuo torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 500 m.....	93
Allegato 32	Potenziale residuo torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m.....	94
Allegato 33	Potenziale residuo torrente Ayasse, salto disponibile lunghezza strutturale 2000 m.....	95
Allegato 34	Potenziale residuo torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m.....	96
Allegato 35	Potenziale residuo torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 1000 m.....	97
Allegato 36	Potenziale residuo torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m.....	98

Annesso B – Carte dell'indisponibilità a nuove derivazioni a uso idroelettrico	99
Allegato 1 Vincoli ARPA.....	100
Allegato 2 Vincoli aree protette.....	101
Allegato 3 Vincoli parchi	102
Allegato 4 Vincoli paesaggio	103
Allegato 5 Vincoli archeologici	104
Allegato 6 Vincoli ittiofauna	105
Allegato 7 Carta regionale delle indisponibilità.....	106
Allegato 8 Criteri per l'identificazione dei corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico.....	107

1. PREMESSA

Il progetto RENERFOR - Iniziative di cooperazione per lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili (bosco e acqua) nelle Alpi Occidentali, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra - affronta il tema dello sviluppo delle fonti rinnovabili attraverso la costruzione di un quadro conoscitivo comune da cui derivare linee di indirizzo specifiche per ogni fonte energetica. Il Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche dell'Assessorato alle opere pubbliche, difesa del suolo ed edilizia residenziale pubblica, è il partner responsabile dell'implementazione, in Valle d'Aosta, dell'attività 3 "Produzione idroelettrica", ed in particolare dell'attività 3.B "Definizione dei criteri per la realizzazione di nuovi impianti". L'energia idroelettrica è una fonte rinnovabile il cui sviluppo rientra negli obiettivi della normativa comunitaria. Per produrla, però, i corsi d'acqua sono soggetti a pesanti impatti. La costruzione di opere di presa causa, infatti, l'interruzione della continuità dell'ecosistema fluviale e del ciclo dei sedimenti. La successiva sedimentazione degli apporti solidi che si verifica in un serbatoio, oltre a causare importanti modifiche ai cicli del carbonio, del fosforo e del silicio, porta alla variazione della composizione e della stabilità del substrato a valle dello sbarramento. Ma il problema maggiore rimane la profonda alterazione del regime idrologico del corso d'acqua a valle dell'opera di presa. L'assenza di naturali piene stagionali e degli apporti di sedimenti a valle degli sbarramenti causa una diminuzione dell'equilibrio dinamico geomorfologico del corso d'acqua. Proprio queste alterazioni modificano in modo preoccupante quelli che sono considerati i corridoi ecologici per eccellenza: i fiumi, infatti, costituiscono una rete naturale in grado di superare anche quelle barriere considerate insormontabili come le aree urbane. La normativa nazionale (Legge 183/89, Legge 36/94, D.Lgs.152/99) ed europea (WFD 2000/60 CE) impongono l'obbligo di mantenere, nei corsi d'acqua, un deflusso minimo vitale (DMV) che abbia un andamento simile a quello naturale, in grado di mantenere le condizioni adatte alle diverse fasi dei cicli vitali degli organismi presenti nel complesso ecosistema fluviale. La produzione di energia idroelettrica fornisce un ampio contributo all'uso di energie rinnovabili ed è quindi importante trovare delle soluzioni che permettano agli impianti di ridurre i loro impatti sui corsi d'acqua. Occorre applicare forme di mitigazione e compensazione in grado di rendere l'energia idroelettrica più "pulita" e "verde" (CIRF, 2006). Le politiche in materia di energia hanno visto un crescente integrarsi degli aspetti ambientali con le esigenze energetiche. L'Unione Europea ha definito una strategia di aumento dell'uso di fonti rinnovabili che dovrà rappresentare il 20% del consumo finale lordo di energia entro il 2020. A tal proposito, la Direttiva 2009/28/CE stabilisce un quadro comune per la produzione di energia da fonti rinnovabili. Il progetto Renerfor accompagna il processo di adeguamento degli strumenti di programmazione locali al fine di rispondere in maniera efficace agli obiettivi europei.



2. OBIETTIVI

Lo studio è articolato in due parti principali. Nella prima parte si descrive la metodologia scelta per individuare i siti con potenzialità per un eventuale sviluppo d'impianti idroelettrici in montagna e si definiscono le linee guida per la realizzazione di nuove derivazioni di acqua pubblica a scopo idroelettrico sul territorio della Regione Autonoma Valle d'Aosta, in relazione al potenziale residuo presente e per la riduzione dell'impatto ambientale degli impianti a scopo idroelettrico.

Nella seconda parte si descrivono le modalità speditive proposte per il controllo dei rilasci in alveo a valle dell'opera di presa. Tali controlli sono essenziali per assicurare la presenza effettiva dei rilasci concordati, atti a garantire una forma di tutela del corso d'acqua.

Infine, in allegato allo studio, vengono presentate le rappresentazioni grafiche per i bacini idrografici presi in esame, con l'individuazione dei siti con potenzialità idroelettrica, ottenuti applicando la metodologia proposta.

Le linee guide hanno il compito di aiutare i tecnici che operano nel settore idroelettrico ad individuare i siti, ancora presenti sul territorio e non utilizzati, con potenzialità per lo sviluppo di nuovi impianti idroelettrici; hanno inoltre lo scopo di determinare le modalità speditive per il controllo dei rilasci delle portate in alveo.



3. INDIVIDUAZIONE DEI SITI CON POTENZIALITÀ PER LO SVILUPPO DI IMPIANTI IDROELETTRICI

In questo capitolo viene descritta la metodologia utilizzata per individuare i siti sul territorio regionale, aventi le caratteristiche necessarie per realizzare nuovi impianti idroelettrici compatibili con i prelievi idrici già esistenti, i vincoli territoriali e le normative vigenti.

All'interno del territorio della Valle d'Aosta, per verificare l'adeguatezza della metodologia proposta, dopo un'accurata analisi del territorio regionale si sono scelti tre bacini idrografici con caratteristiche morfometriche ed antropiche, dal punto di vista dei prelievi, molto differenti tra loro. I tre bacini scelti sono quelli del torrente Lys, del torrente Saint Barthélemy e del torrente Ayasse.

Il bacino del torrente Lys è uno dei più estesi della Valle d'Aosta con numerosi prelievi per scopi idroelettrici e irrigui.

Il bacino del torrente Ayasse ha un'estensione inferiore rispetto al bacino del torrente Lys con un limitato numero di prelievi lungo l'asta.

Infine, il bacino del torrente Saint Barthélemy è il più piccolo dei tre torrenti presi in esame, ma è caratterizzato da un elevato numero di prelievi di tipo irriguo e di alcuni a scopo idroelettrico.

Scegliendo bacini con caratteristiche differenti si è potuto osservare se il modello numerico proposto rispondesse sempre in modo corretto al variare delle condizioni del bacino analizzato.

3.1 Metodologia proposta

Al fine di individuare i siti con le caratteristiche migliori per la possibile realizzazione di impianti idroelettrici ad acqua fluente, si sono fatte le seguenti ipotesi iniziali:

- le portate naturali in alveo sono state determinate mediante le formulazioni proposte dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta, riportate all'interno del PTA e, quando possibile, mediante gli annali storici delle stazioni idrometriche presenti lungo il corso d'acqua;
- le portate di deflusso minimo vitale, inserite nelle varie simulazioni all'interno del modello numerico, sono state considerate costanti al variare delle stagioni e pari al 10% della portata naturale in alveo. Tale ipotesi si è resa necessaria a causa di una limitazione del modello utilizzato.

L'individuazione dei siti più adatti a scopi idroelettrici all'interno dei bacini studio è avvenuta sviluppando per ogni bacino due sottomodelli differenti:

- il primo modello, denominato "Massimo potenziale idroelettrico", individua i siti migliori lungo l'asta torrentizia considerando esclusivamente le portate naturali in alveo, escludendo quindi i prelievi idrici esistenti e i possibili vincoli ambientali e territoriali presenti;
- il secondo modello, denominato "Potenziale residuo", individua i siti tenendo conto

di tutti i prelievi esistenti e dei possibili vincoli ambientali e territoriali presenti (tutela ambientale, paesaggio, aree protette e parchi, ittiofauna e archeologia). Il primo modello ha prettamente una valenza teorica per meglio capire la potenzialità assoluta di un bacino, mentre il secondo modello ha il compito di individuare e calcolare la potenzialità idroelettrica ancora disponibile. Quest'ultimo modello propone schemi di impianto che devono comunque essere verificati sul campo per confermare la fattibilità economica e soprattutto realizzativa dal punto di vista della cantierizzazione.

3.2 Inquadramento generale dell'area di studio

I bacini idrografici oggetto di studio sono (Figura 1):

- il torrente Lys, caratterizzato da un'estensione del bacino considerevole, con un elevato utilizzo della risorsa idrica;
- il torrente Saint Barthélemy, caratterizzato da un'estensione del bacino minore, rispetto ai bacini del torrente Lys e del torrente Ayasse, e da un elevato utilizzo della risorsa idrica;
- il torrente Ayasse, caratterizzato da una superficie del bacino medio grande e da un basso utilizzo della risorsa idrica.

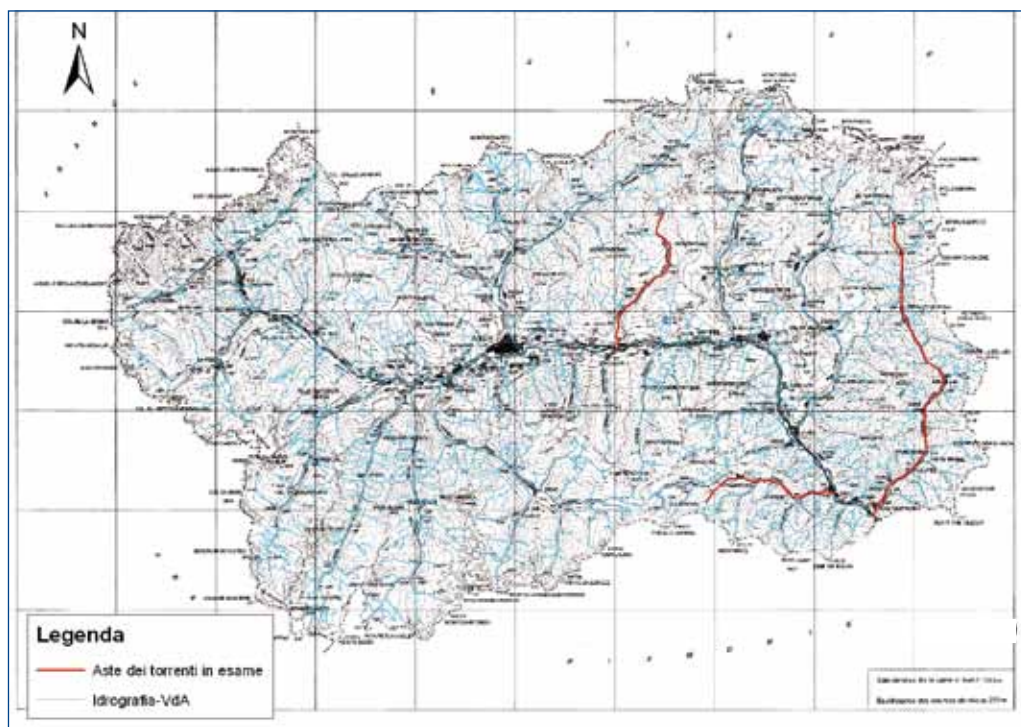


Figura 1 – Idrografia Valle d'Aosta, in rosso le aste dei torrenti in esame.

3.3 Caratteristiche morfometriche dei bacini in esame

Nella tabella successiva si riportano le principali caratteristiche morfometriche dei bacini in esame.

Tabella 1 – Caratteristiche morfometriche dei bacini in esame

Bacino	Superficie [kmq]	Quota min [m]	Quota max [m]	Quota media [m]
Lys	303,7	299,99	4517,05	1954,77
Saint Barthélemy	80,09	544,40	3469,44	2087,87
Ayasse	109,08	360,25	3123,11	1956,25

Di seguito si riportano i grafici più significativi dei bacini in esame. In ogni grafico, le ascisse indicano le progressive lungo l'asta in esame, lo zero nella progressiva è la sezione di chiusura del bacino. L'ascissa riporta, quindi, la progressiva dalla sezione di chiusura del bacino fino al punto più a monte lungo l'asta.

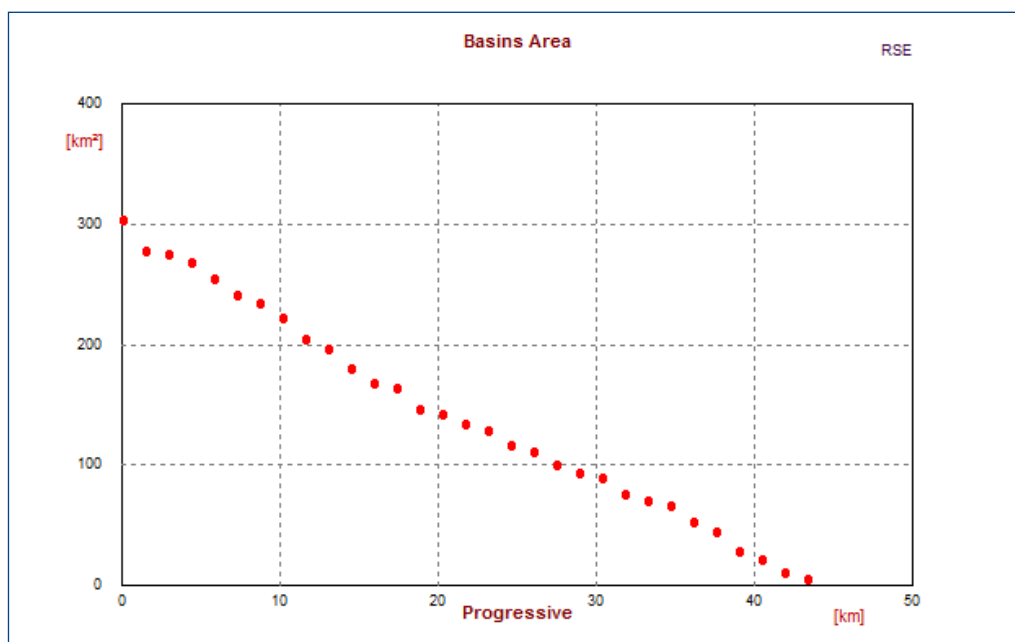


Figura 2 - Andamento della superficie del bacino Lys in funzione della progressiva.

La Figura 2 mostra l'andamento della superficie del bacino del torrente Lys al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente, partendo dalla sezione di chiusura di valle e procedendo fino alla parte sommitale di monte del bacino.

L'andamento indica un aumento della superficie regolare man mano che si procede verso la sezione di chiusura del bacino.

Nella Figura 3 si riportano invece gli andamenti dell'altezza minima, media e massima all'interno del bacino del torrente Lys, al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente, partendo dalla sezione di chiusura di valle e terminando nella parte sommitale del bacino.

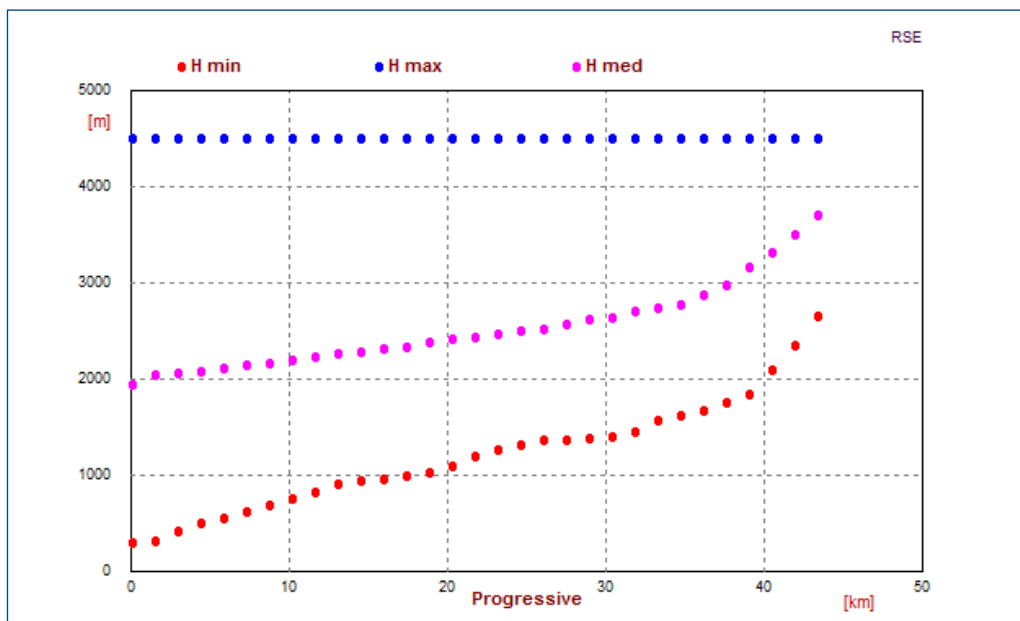


Figura 3 - Andamento delle quote del bacino Lys in funzione della progressiva.

Si può osservare come la quota massima del bacino sia pressoché costante lungo l'intera asta, a dimostrazione del fatto che il bacino è contornato da una catena montuosa estremamente alta, mentre la quota minima aumenta avvicinandosi verso la zona di monte della vallata.

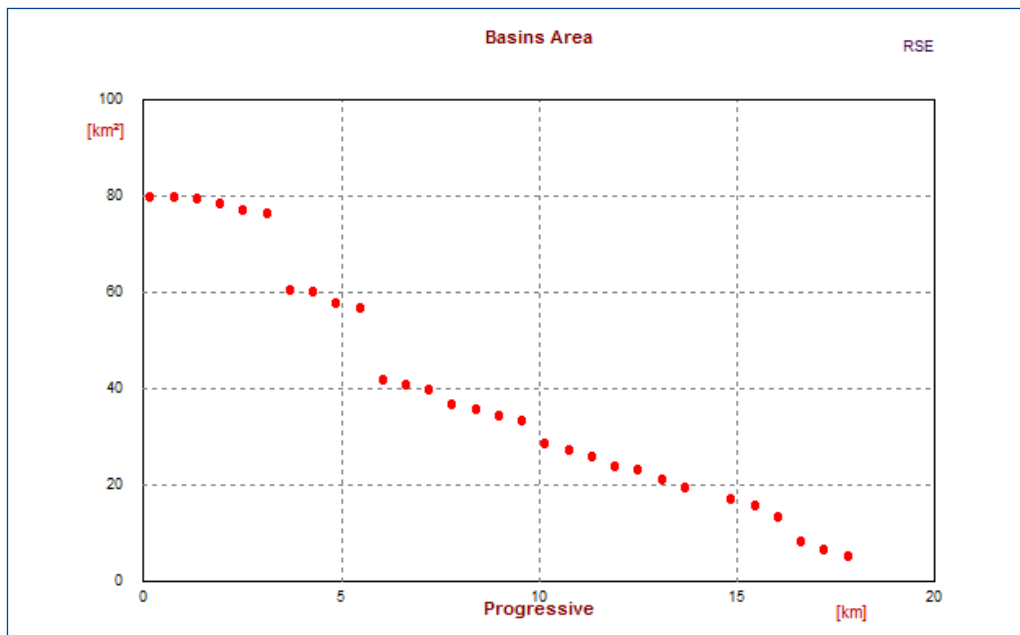


Figura 4 - Andamento della superficie del bacino S. Barthelémy in funzione della progressiva.

La Figura 4 mostra l'andamento della superficie del bacino del torrente S. Barthélemy al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente, partendo dalla sezione di chiusura di valle e procedendo fino alla parte sommitale di monte del bacino. L'andamento indica un aumento della superficie brusco nella parte in prossimità della sezione di chiusura, dovuto probabilmente alla presenza del cono di deiezione finale che ne caratterizza la zona.

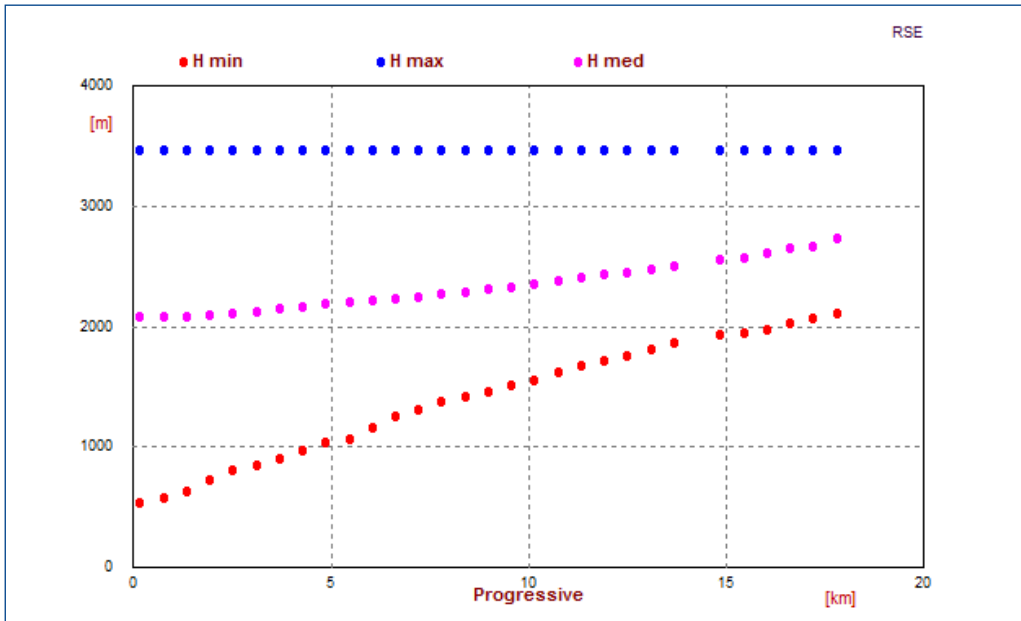


Figura 5 - Andamento delle quote del bacino S. Barthélemy in funzione della progressiva.

Nella Figura 5 si riportano gli andamenti dell'altezza minima, media e massima all'interno del bacino del torrente S. Barthélemy, al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente S. Barthélemy, partendo dalla sezione di chiusura di valle e terminando nella parte sommitale del bacino. Si può osservare come la quota massima del bacino sia pressoché costante lungo l'intera asta, a dimostrazione del fatto che il bacino è contornato da una catena montuosa estremamente alta, mentre la quota minima aumenta avvicinandosi verso la zona di monte della vallata.

La Figura 6 mostra l'andamento della superficie del bacino del torrente Ayasse al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente, partendo dalla sezione di chiusura di valle e procedendo fino alla parte sommitale di monte del bacino.

L'andamento indica un aumento della superficie a gradoni dovuto ad una conformazione caratteristica del bacino.

Nella Figura 7 si riportano gli andamenti dell'altezza minima, media e massima all'interno del bacino del torrente Ayasse, al variare della distanza progressiva lungo l'asta del torrente, partendo dalla sezione di chiusura di valle e terminando nella parte sommitale del bacino. Si può osservare come la quota massima del bacino sia pressoché costante lungo l'intera asta, a dimostrazione del fatto che il bacino è contornato da una catena

montuosa estremamente alta, mentre la quota minima aumenta avvicinandosi verso la zona di monte della vallata.

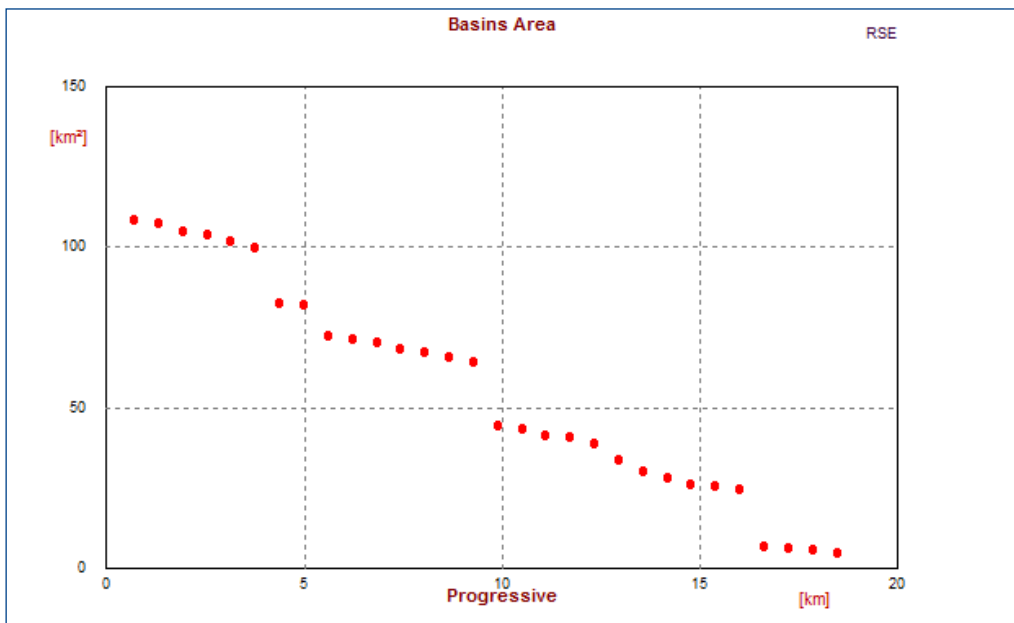


Figura 6 - Andamento della superficie del bacino Ayasse in funzione della progressiva

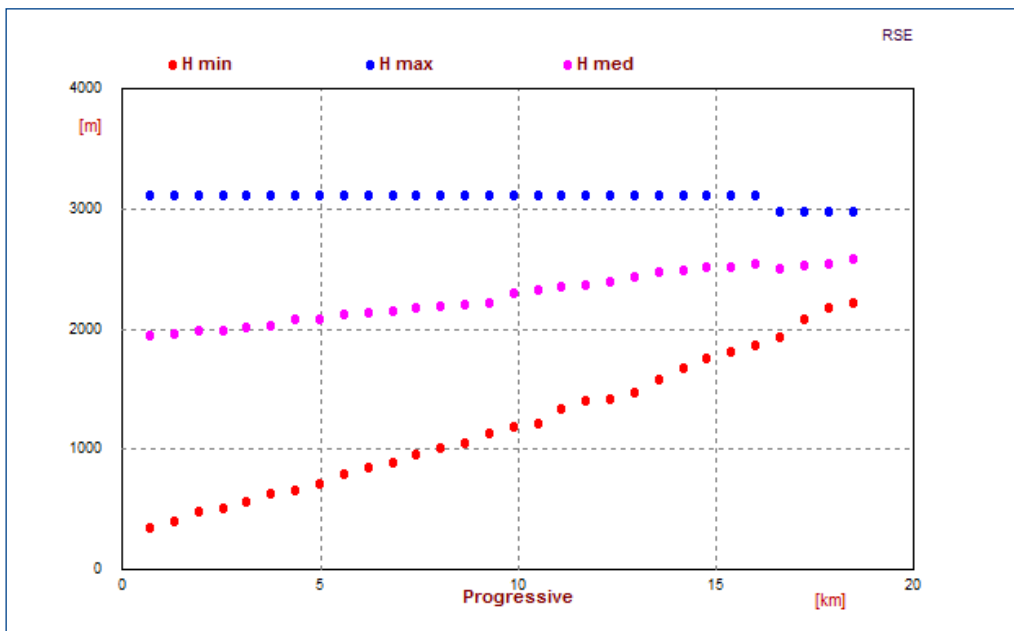


Figura 7 - Andamento delle quote del bacino Ayasse in funzione della progressiva.

3.4 Calcolo delle portate naturali

Per il calcolo delle portate nel bacino del torrente S. Barthélemy, non essendo presenti stazioni idrometriche, si è scelto di utilizzare i dati contenuti nel Piano di Tutela delle Acque e, in particolare, si è fatto riferimento alla carta delle isoiete della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

Con tale criterio si è definito un valore di precipitazione media, espressa in mm/anno, per ogni bacino in esame. Tale parametro è "stagionalizzato" in base alla serie storica delle stazioni idrometriche della zona. Nella Tabella 2 – Portate medie annue sono riportati i valori caratteristici per ogni bacino.

Per quanto riguarda i bacini del torrente Lys e del torrente Ayasse si è fatto riferimento alle serie storiche delle portate registrate dalle stazioni di misura idrometriche presenti nelle aste torrentizie.

Tabella 2 - Portate medie annue

Bacino	Portata media annua [l/s]
T. Lys	1830, 3760, 7030
T. Saint Barthélemy	838
T. Ayasse	2690

Lungo il torrente Lys sono presenti tre stazioni idrometriche: Gressoney La Trinité, Gressoney S. Jean e Issime, mentre per il torrente Ayasse si è fatto riferimento alla stazione di Champorcher.

Di seguito è stata riprodotta la carta delle isoiete a livello regionale e la tabella contenente i dati, maggiormente significativi, calcolati con le formule del PTA.

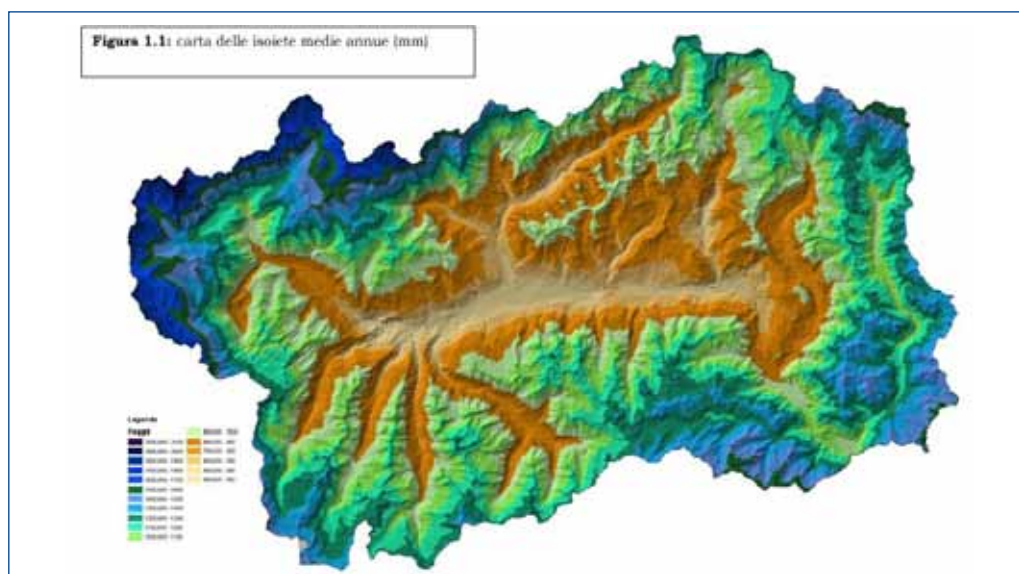


Figura 8 - Carta delle isoiete a livello regionale.

Per ogni asta in esame si è ottenuto l'andamento delle portate al variare della progressiva dell'asta. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

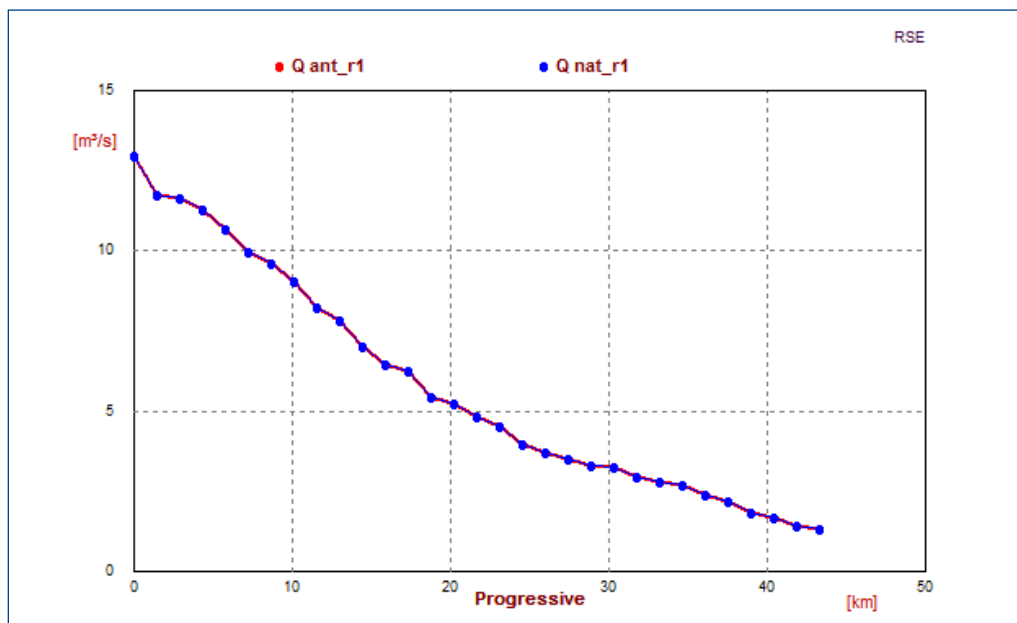


Figura 9 - Andamento delle portate naturali in alveo del torrente Lys in funzione della progressiva.

La Figura 9 indica l'andamento delle portate naturali lungo l'asta del torrente Lys al variare della distanza progressiva dalla sezione di chiusura verso la parte sommitale del bacino. Si osserva come l'andamento sia regolare e aumenta all'avvicinarsi della sezione di chiusura per il progressivo aumento della superficie del bacino. La misura dell'andamento è piuttosto accurata grazie alla presenza di tre stazioni idrometriche installate lungo l'asta.

La Figura 10 mostra l'andamento delle portate naturali lungo l'asta del torrente Barthélemy al variare della distanza progressiva dalla sezione di chiusura verso la parte sommitale del bacino. Si osserva come l'andamento non sia regolare all'avvicinarsi della sezione di chiusura.

Tale situazione è dovuta probabilmente al fatto che lungo l'asta non sono presenti stazioni di misura idrometrica. I valori di portata sono stati ottenuti utilizzando la metodologia proposta dalla Regione Valle d'Aosta, senza poter contare su dati reali di portata misurati.

Infine, in Figura 11 si riporta l'andamento delle portate naturali lungo l'asta del torrente Ayasse al variare della distanza progressiva dalla sezione di chiusura verso la parte sommitale del bacino. Si osserva come l'andamento non sia regolare all'avvicinarsi della sezione di chiusura, pur avendo inserito i valori dell'unica stazione idrometrica presente.

Ciò significa che l'andamento non è influenzato dalla metodologia con cui sono calcolate le portate naturali ma dalle caratteristiche morfometriche del bacino stesso.

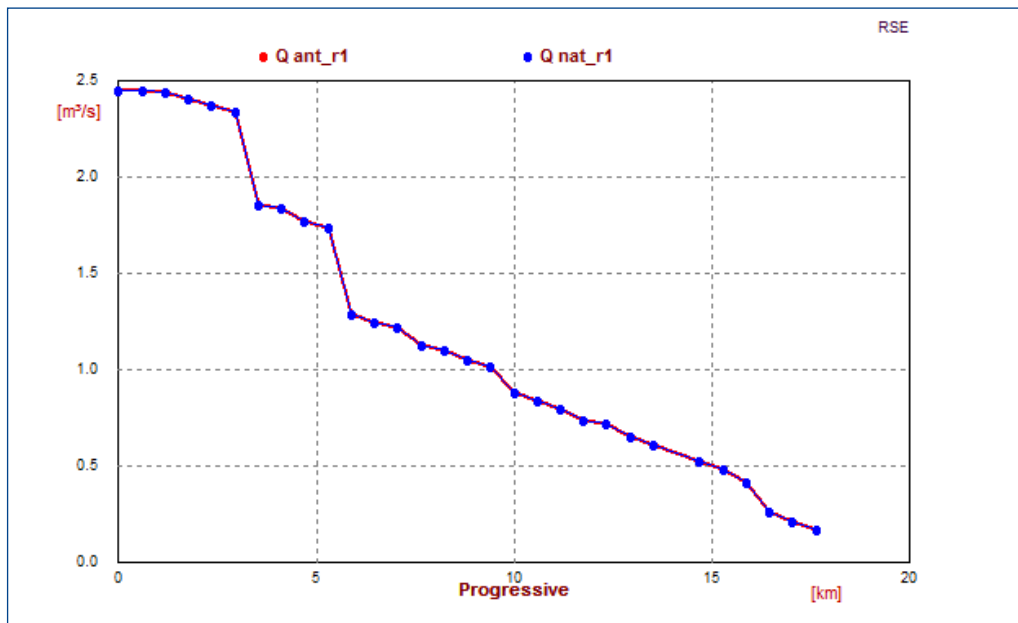


Figura 10 - Andamento delle portate naturali in alveo del torrente Barthélemy in funzione della progressiva.

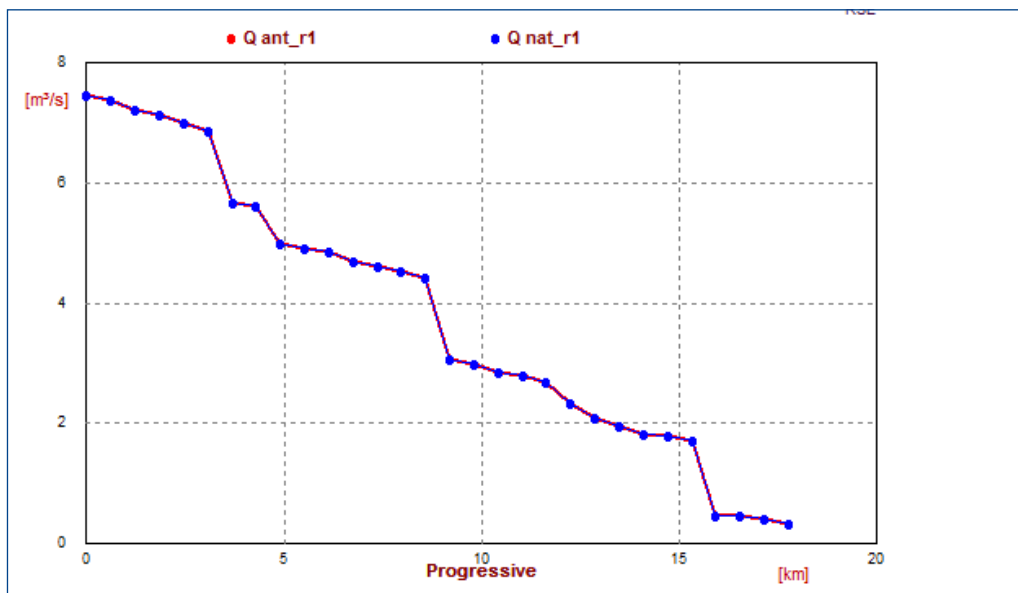


Figura 11 - Andamento delle portate naturali in alveo del torrente Ayasse in funzione della progressiva.

3.5 Descrizione del modello numerico utilizzato

Il modello utilizzato per l'individuazione del potenziale idroelettrico all'interno dei bacini studio è VAPIDRO-ASTE realizzato da RSE grazie al finanziamento del Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico nell'ambito dell'Accordo di Programma tra RSE e il Ministero dello Sviluppo Economico - D.G.E.R.M., stipulato in data 29 luglio 2009, in ottemperanza del DL del 19 marzo 2009.

VAPIDRO-ASTE è un applicativo sviluppato in ambiente GIS in grado di valutare il massimo potenziale ed il potenziale residuo lungo un'asta fluviale, mettendo in relazione analisi economiche di costi e benefici e potenze elettriche ottenibili grazie ai salti geodetici presenti lungo l'asta e le portate disponibili in alveo.

Il modello considera le risorse idriche utilizzate lungo l'asta indagata, tenendo conto della posizione geografica e delle quote dei prelievi (usi irrigui, acqua potabile, centrali idroelettriche esistenti, ecc), e la limitazione che questi creano per quanto riguarda i modelli di energia potenziale. Il software è basato su informazioni topografiche (Digital Elevation Model) su mappe delle precipitazioni medie, con una completa analisi del bacino, e su valutazioni nell'area in esame degli scarichi disponibili lungo il sistema fluviale.

Per ottenere un'analisi ottimale VAPIDRO-ASTE esegue un'analisi economica e finanziaria dei possibili schemi di impianto considerando i valori di vendita dell'energia elettrica prodotta.

Il codice di calcolo introduce la variabile "lunghezza strutturale" (L) definita come la distanza tra la presa e il punto restituzione, misurata lungo il thalweg del torrente. Tale distanza comprende lo sviluppo del canale adduttore e della condotta forzata.

VAPIDRO-ASTE calcola il potenziale idroelettrico, tenendo conto di 13 diverse lunghezze strutturali, che variano da 50 m a 5000 m.

Per analizzare i potenziali di possibili schemi di impianto, la conoscenza della disponibilità di acqua è un dato essenziale. Due valori iniziali sono necessari per sviluppare il calcolo:

- almeno un punto in cui si conosce la portata media annua del corso d'acqua;
- la posizione e i valori di portate prelevate in alveo se presenti.

Il Modello Digitale del Terreno accoppiato con strumenti GIS, permette di ottenere il modello di elevazione dal suolo, e di conseguenza, le altezze geodetiche relative a un particolare "lunghezza strutturale" (L).

Il salto lordo è calcolato per ogni combinazione di sezione e di lunghezza strutturale, come la distanza verticale tra il livello di assunzione di acqua e la restituzione (canale di restituzione). La prevalenza geodetica corrisponde al "salto lordo", mentre il "salto netto" si ottiene considerando le perdite idrauliche.

I tratti di asta più idonei per gli scopi idroelettrici considerano la miglior coppia (salto netto – portata disponibile). La produzione massima potenziale è data dalla formula seguente:

$$E(x, L) = \eta T \times 9,81 \times Q(x, L) \times H(x, L) \times 8760$$

dove:

- $E(x, L)$ = Energia massima annua (kWh/anno), in funzione di x e L;
- L = lunghezza strutturale;
- ηT = rendimento elettrico globale;

L'energia di cui sopra è il massimo potenziale disponibile, prendendo in considerazione lo sfruttamento totale delle portate in alveo, disponibili durante tutto l'anno (8760 ore). Per calcolare la potenza massima installabile potenziale, il rapporto è il seguente:

$$P(x, L) = \frac{E(x, L)}{kh}$$

dove:

- P (x,L) = potenza installabile in una determinata sezione "x" per una lunghezza strutturale "L" (kW);
- Kh = ore annue di servizio (h/year).

3.5.1 Punti di forza del modello numerico adottato

La scelta di utilizzare il modello VAPIDRO-ASTE è stata fatta per le seguenti motivazioni:

1. il modello è in grado di calcolare le principali caratteristiche morfometriche del bacino a partire dal modello digitale del terreno;
2. la determinazione delle portate naturali, all'interno del bacino, avviene grazie ad un algoritmo interno al modello capace di ridistribuire il valore di portata, misurato in una determinata sezione lungo l'asta, su tutta la superficie del bacino;
3. il modello, operando in ambiente GIS, facilita l'inserimento e la correlazione di vari dati provenienti da diversi geodatabase, quali derivazioni esistenti, vincoli territoriali ecc.;
4. il codice di calcolo, con delle routine interne, è in grado di ottimizzare il numero di impianti idroelettrici da posizionare lungo l'asta in esame.

Attualmente il modello VAPIDRO-ASTE è l'unico codice di calcolo disponibile in grado di mettere in relazioni tra loro, se pur con delle limitazioni, dati morfometrici del bacino, dati idrologici, analisi economiche, vincoli ambientali e amministrativi e restituire dei risultati utili a fini idroelettrici per la pianificazione e l'individuazione di possibili siti in cui vi è disponibilità idroelettrica.

Nella fase di analisi preliminare, sono stati presi in considerazione anche ulteriori modelli numerici quali Sesamo (Analisi multicriterio) e Smart mini Idro (analisi tecnico economica di impianti idroelettrici), ma non rispondevano a pieno alle esigenze di determinare la potenzialità idroelettrica residua nei bacini in esame, obiettivo dello studio.

3.6 Presentazione dei risultati

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati relativi al massimo potenziale idroelettrico del bacino in esame. Tale risultato si ottiene considerando esclusivamente la portata naturale in alveo, nell'ipotesi che lungo l'asta non ci siano prelievi idrici di alcun genere. Il risultato che si ottiene è puramente teorico, ma ha la funzione di analizzare la potenzialità teorica del sito per determinare, in seguito, quella residua.

Per ogni bacino di studio si sono analizzate tre soluzioni differenti di schema d'impianto. La prima ipotesi considera una distanza massima tra l'opera di presa e la centrale di produzione di 500 m, la seconda ipotesi considera una distanza tra opera di prese e centrale di 1000 m mentre l'ultima ipotesi considera una distanza di 2000 m.

Nei grafici sono state riportate anche altre distanze di studio per dimostrare la bontà di analisi del codice di calcolo utilizzato.

Per ogni torrente si riportano, al variare della lunghezza strutturale (distanza tra opera di presa e locale centrale), i seguenti grafici:

- Salto geodetico disponibile
- Massima potenza installabile
- Produzione media annua

3.7 Massimo potenziale idroelettrico disponibile

3.7.1 Massimo potenziale idroelettrico T. Lys

Si riportano di seguito i risultati più significativi relativi al torrente Lys. In Figura 12, il grafico descrive il variare dei salti geodetici disponibili lungo l'asta al variare della distanza progressiva lungo l'asta da valle verso monte.

Ogni linea colorata indica una particolare lunghezza strutturale, quelle che andremo a considerare sono quelle di colore magenta, verde e giallo.

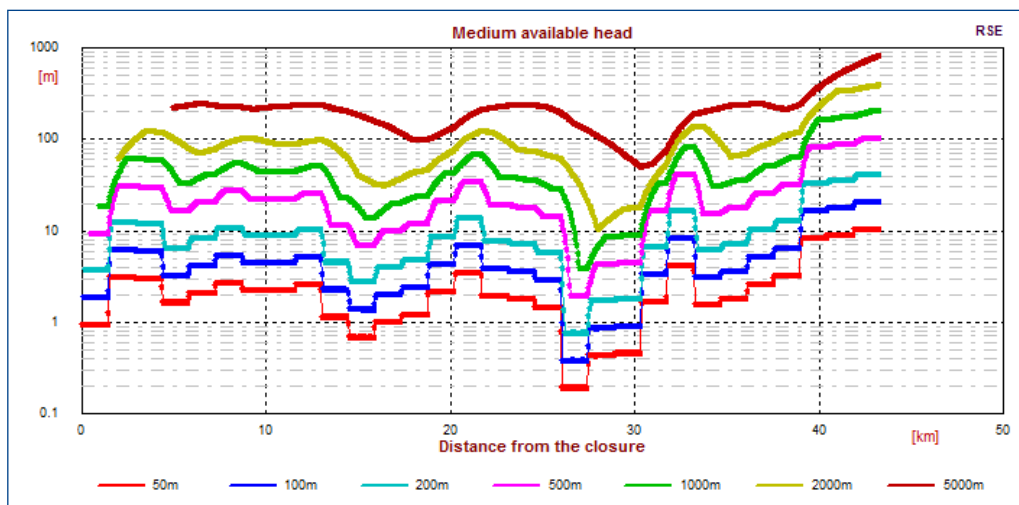


Figura 12 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

Analizzando in Figura 12 la linea magenta, relativa alla lunghezza strutturale di 500 m, si osserva come in corrispondenza della progressiva di 35 km vi sia un salto disponibile importante.

In Figura 13 si descrive invece la massima potenza installabile alle varie progressive lungo l'asta del torrente Lys, procedendo sempre da valle verso monte. Si può osservare come per le lunghezze strutturali considerate, le potenze siano costanti nella parte sommitale del bacino per poi aumentare progressivamente procedendo verso la sezione di chiusura.

Infine in Figura 14 si visualizza l'andamento della massima produzione attesa nei vari punti lungo l'asta del torrente Lys al variare della progressiva, procedendo sempre da valle verso monte. Il comportamento è del tutto analogo a quello descritto per le potenze.

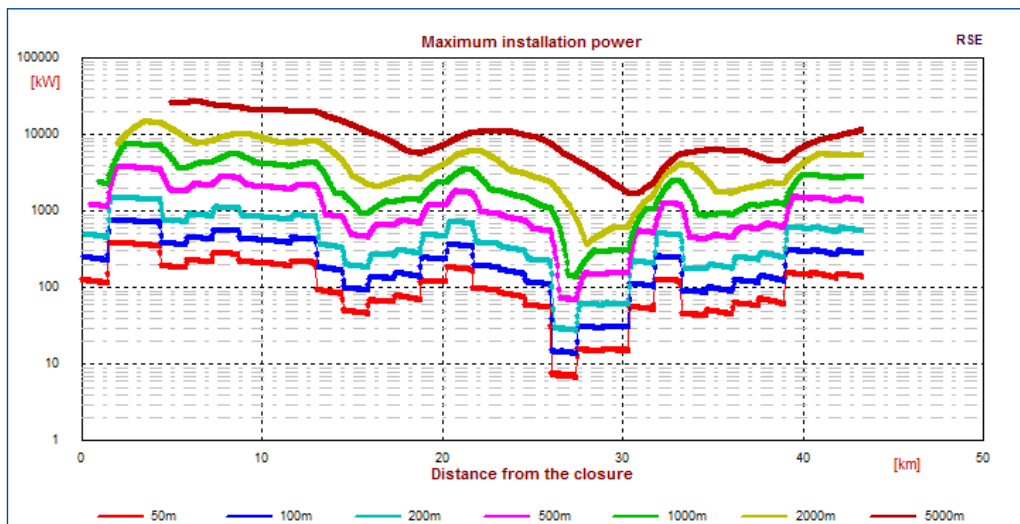


Figura 13 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

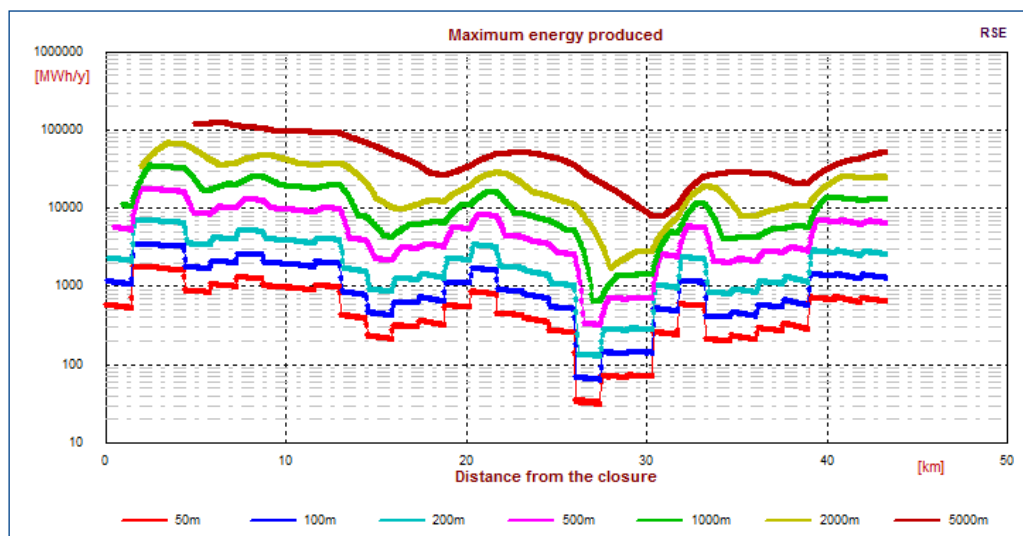


Figura 14 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

3.7.2 Massimo potenziale idroelettrico T. Saint Barthélemy

Si riportano di seguito i risultati più significativi relativi al torrente Saint Barthélemy. In Figura 15, il grafico descrive il variare dei salti geodetici disponibili lungo l'asta al variare della distanza progressiva lungo l'asta da valle verso monte, per le differenti lunghezze strutturali.

Analizzando il grafico riportato in Figura 15, prendendo sempre come esempio la lunghezza strutturale di 500 m indicata con la linea di color magenta, si ha un buon salto puntuale alla progressiva 10 km.

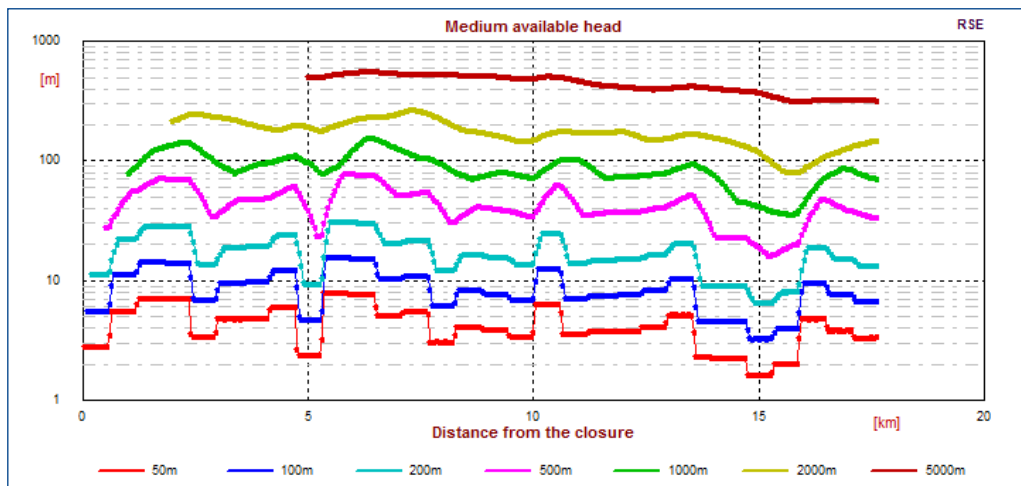


Figura 15 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

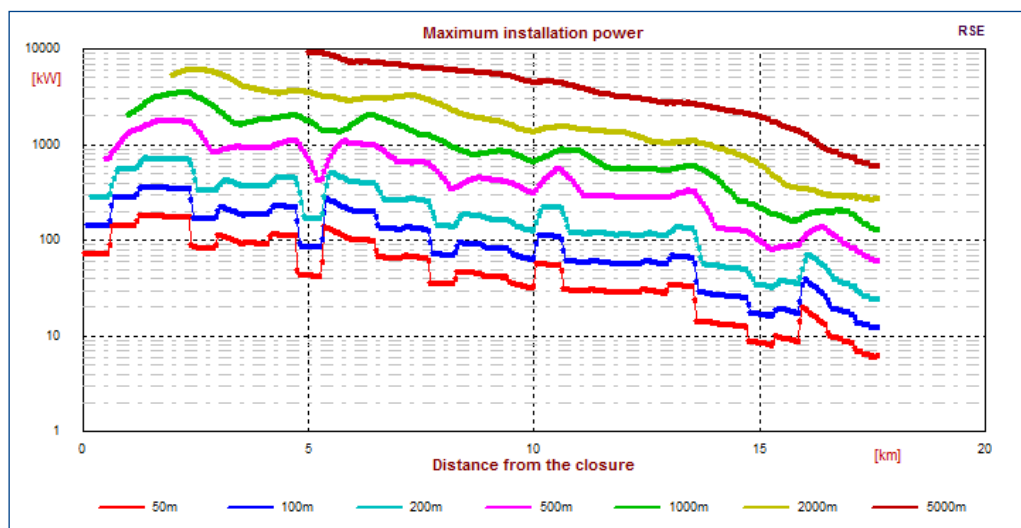


Figura 16 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

In Figura 16, si descrive la massima potenza installabile alle varie progressive lungo l'asta del torrente S. Barthélemy, procedendo sempre da valle verso monte. Possiamo osservare come le potenze aumentino in modo costante avvicinandosi verso la sezione di chiusura del bacino.

Infine, in Figura 17, si visualizza l'andamento della massima produzione attesa nei vari punti lungo l'asta del torrente S. Barthélemy al variare della progressiva, procedendo sempre da valle verso monte. Il comportamento è analogo a quello descritto per le potenze.

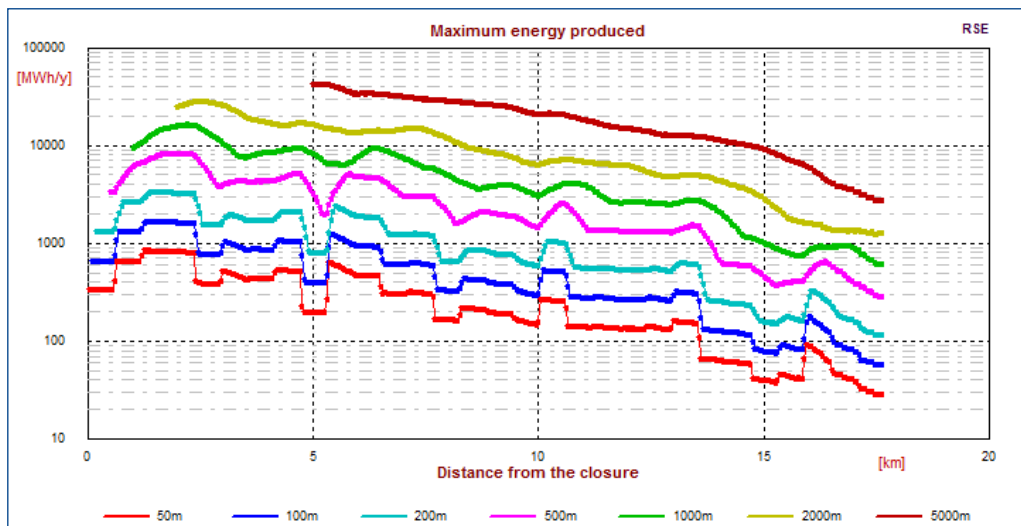


Figura 17 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

3.7.3 Massimo potenziale idroelettrico T. Ayasse

Si riportano di seguito i risultati più significativi relativi al torrente Ayasse. In Figura 18, il grafico descrive il variare dei salti geodetici disponibili lungo l'asta al variare della distanza progressiva da valle verso monte, per le diverse lunghezze strutturali.

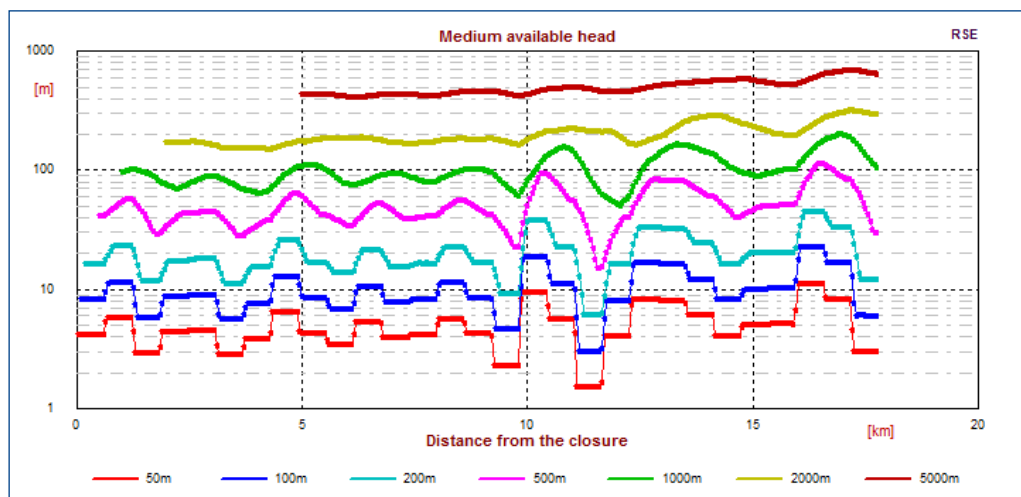


Figura 18 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse.

In questo caso i maggiori salti si hanno nella parte sommitale dell'asta e al centro.

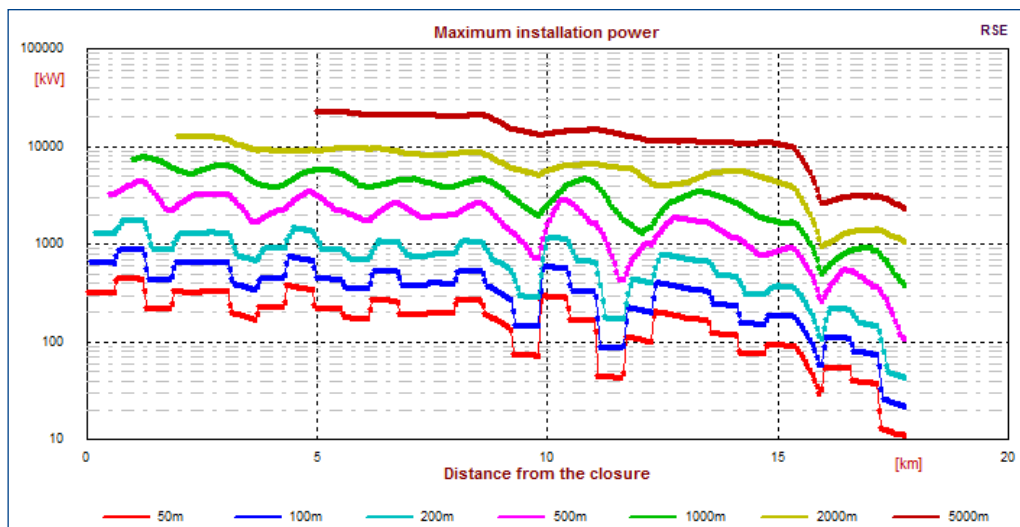


Figura 19 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse.

In Figura 19, si descrive la massima potenza installabile alle varie progressive lungo l'asta del torrente Ayasse, procedendo sempre da valle verso monte.

Si nota come le potenze aumentano fino alla progressiva di 10 km per poi mantenersi costanti fino alla sezione di chiusura del bacino.

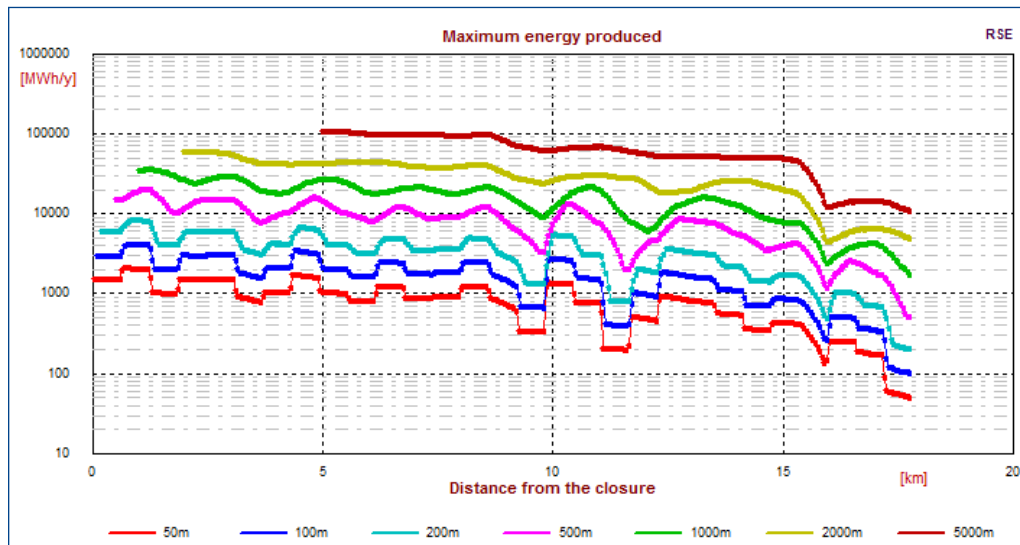


Figura 20 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse.

Infine, in Figura 20, si visualizza l'andamento della massima produzione attesa nei vari punti lungo l'asta del torrente Ayasse al variare della progressiva, procedendo sempre da valle verso monte. In questo caso è ancora più evidente il comportamento descritto precedentemente per le potenze installabili.

3.7.4 Riepilogo massimo potenziale idroelettrico disponibile

Di seguito si riportano i valori di potenza installabile, nell'ipotesi di posizionare un numero ottimale di impianti in grado di massimizzare l'efficienza della risorsa idrica a scopi idroelettrici.

Tabella 3 - Massimo potenziale idroelettrico disponibile.

Bacino	Potenza installabile [kW]
T. Lys	102'994
T. S. Barthélemy	16'517
T. Ayasse	46'247

E' opportuno ricordare che tali valori sono puramente teorici, in quanto non considerano i prelievi esistenti ed il modello stima un rilascio di deflusso minimo vitale pari ad una percentuale costante della portata naturale in alveo.

I risultati però sono importanti per capire le reali potenzialità di un bacino e definire un indice, di prima approssimazione, relativo allo sfruttamento della risorsa idrica.

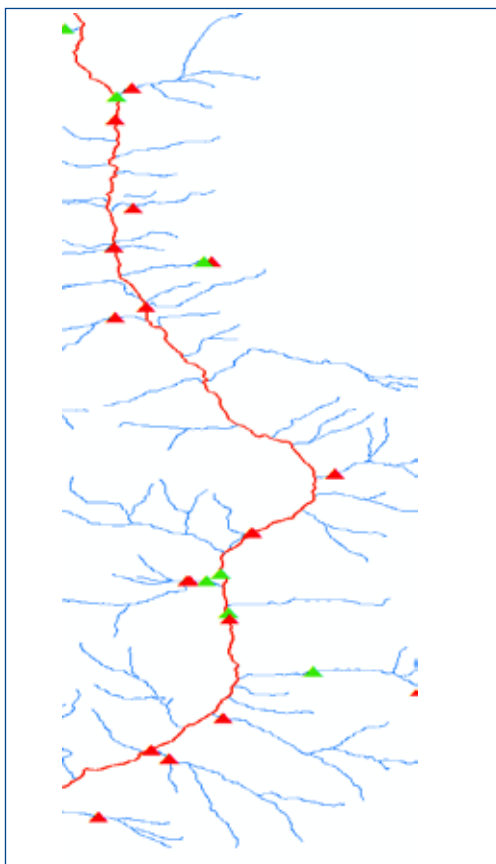


Figura 21 - Prelievi lungo l'asta del T. Lys. In rosso i punti di presa in verde i punti di restituzione.

3.8 Potenziale idroelettrico residuo

Il potenziale idroelettrico residuo si ottiene sottraendo alle portate naturali in alveo le portate prelevate per scopi irrigui, potabili, idroelettrici o altri usi lungo l'asta in esame.

In questo modo in alveo non si avranno più delle portate naturali ma delle portate antropizzate.

3.8.1 Prelievi attivi lungo l'asta del T. Lys

In Figura 21 è riportato, in modo schematico, l'asta del torrente Lys e i vari prelievi presenti lungo l'asta. Il triangolo rosso individua l'opera di presa del prelievo mentre il triangolo verde indica la possibile restituzione del prelievo associato. Alcuni prelievi, riportati in Figura 21, essendo di piccole entità non sono stati inseriti nel modello numerico. Nella Tabella 4 si riportano i valori dei prelievi inseriti all'interno del codice di calcolo per determinare il potenziale residuo. Si precisa che i principali prelievi lungo l'asta sono a scopo idroelettrico.

Tabella 4 - Prelievi a scopo idroelettrico presenti lungo l'asta del torrente Lys.

Nome derivazione	Portata media prelevata [mc/s]
Sendren	3,08
Zuino	4,05
Issime	4,19
Pont S. Martin	5,42
BKV	5,90

3.8.2 Portate antropizzate T. Lys

In Figura 22 si riporta il grafico delle portate lungo il torrente Lys tenendo conto dei prelievi attivi. Con la linea blu si indicano le portate naturali in alveo in assenza di prelievo, con la linea rossa le portate antropizzate, cioè quelle naturali ridotte dai prelievi. Ogni gradino lungo la linea rossa indica un prelievo o restituzione puntuale.

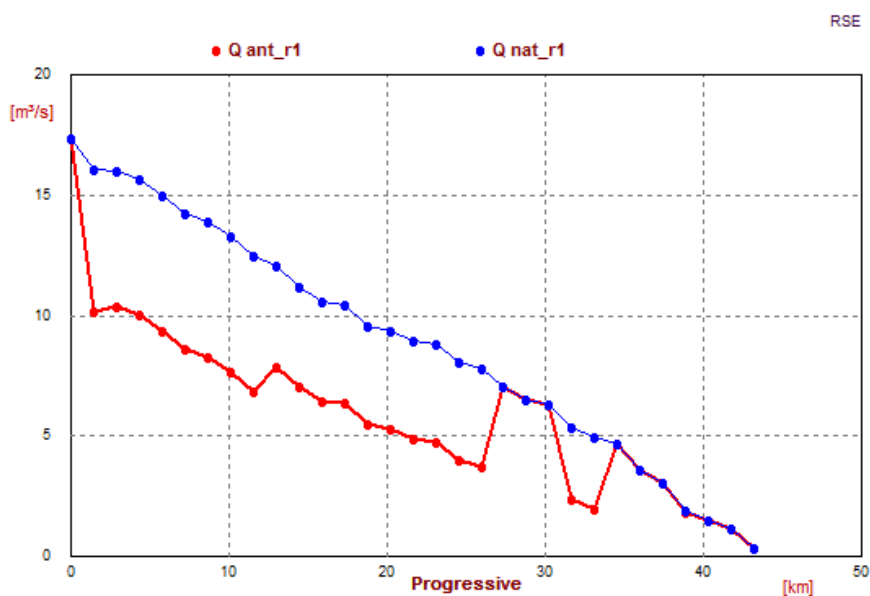


Figura 22 - Andamento delle portate naturali (linea blu) e antropizzate (linea rossa) in alveo del torrente Lys in funzione della progressiva.

La Figura 22 indica chiaramente che i maggiori prelievi si trovano nella parte medio-finale lungo l'asta del torrente Lys.

3.8.3 Potenziale idroelettrico residuo T. Lys

Analogamente al paragrafo 3.7.1, il grafico riportato in Figura 23, non varia rispetto al precedente, in quanto non influenzato dalle portate in alveo.

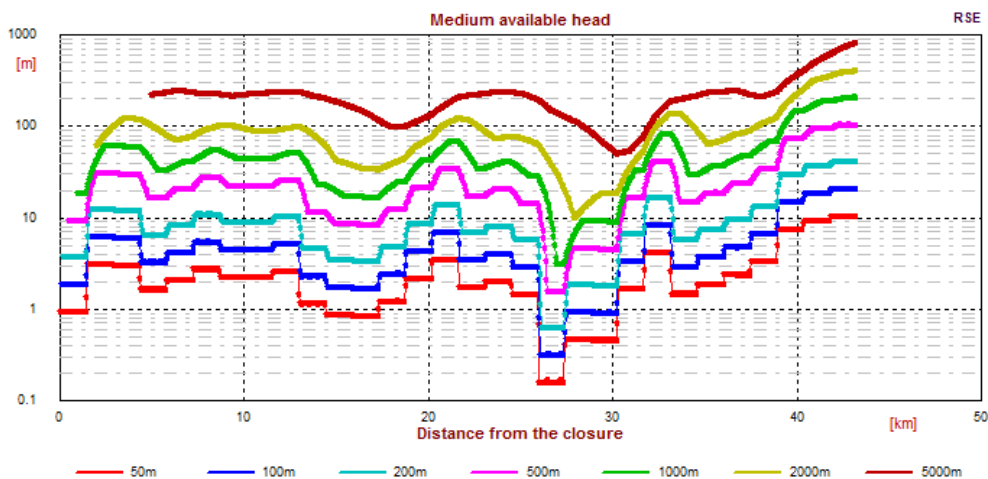


Figura 23 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

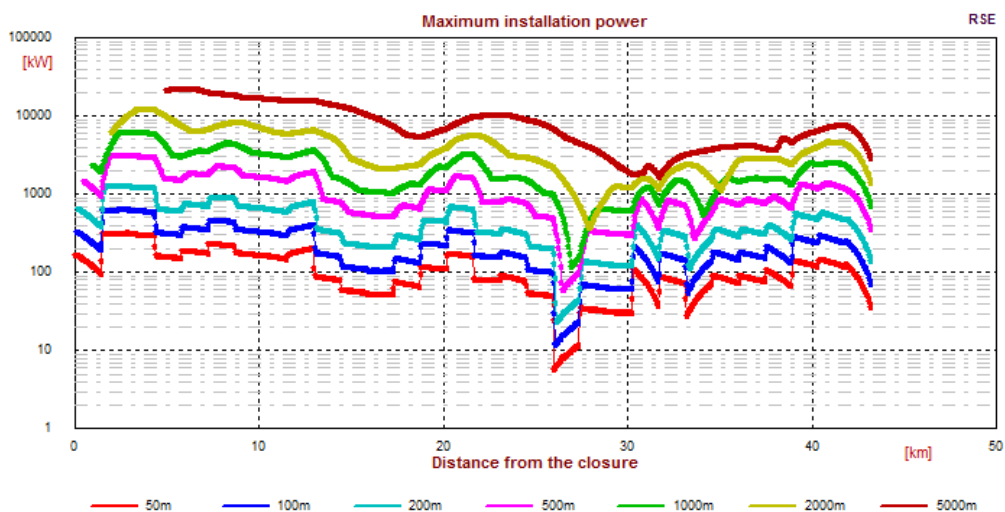


Figura 24 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

In Figura 24, si riportano le nuove potenze installabili in alveo e si nota come i valori siano inferiori rispetto al grafico analogo presentato nel paragrafo del massimo potenziale, in quanto le portate disponibili sono inferiori. Il comportamento delle curve però si mantiene uguale a quello descritto nello scenario precedente.

Infine, in Figura 25, si riporta il nuovo andamento delle produzioni attese lungo l'asta in esame. Anche in questo caso valgono le considerazioni fatte in precedenza.

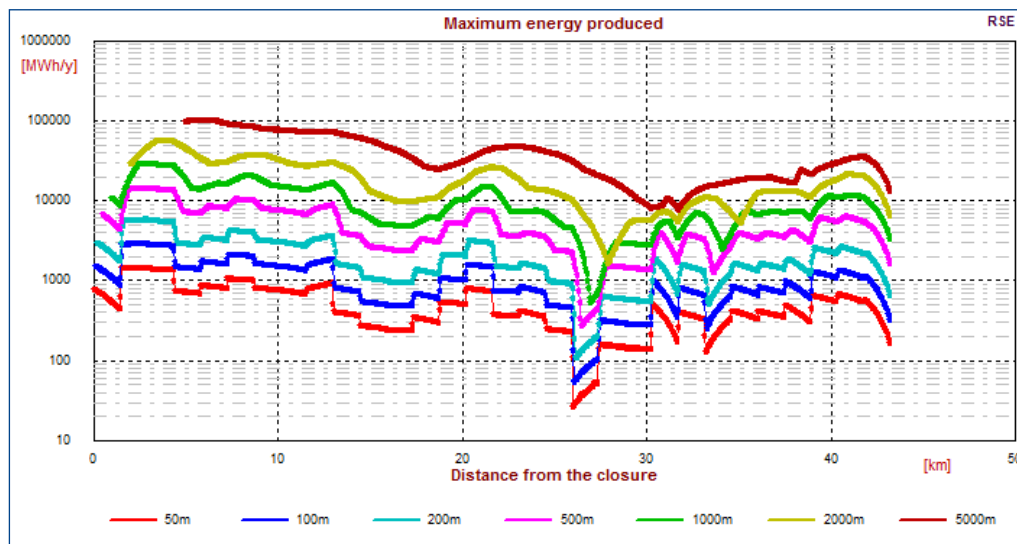


Figura 25 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Lys.

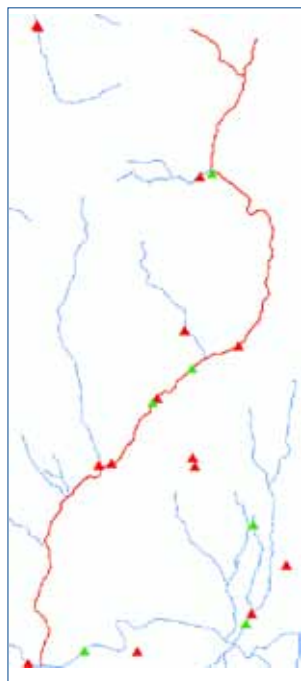


Figura 26 - Prelievi lungo l'asta del T. Saint Barthélemy. In rosso i punti di presa in verde i punti di restituzione.

3.8.4 Prelievi attivi lungo l'asta del T. Saint Barthélemy

In Figura 26 sono riportati in modo schematico l'asta del torrente S. Barthélemy e i vari prelievi presenti lungo l'asta. Il triangolo rosso individua l'opera di presa del prelievo mentre il triangolo verde indica la possibile restituzione del prelievo associato.

L'asta del torrente S. Barthélemy è caratterizzata da un elevato numero di prelievi di tipo irriguo. Nella Tabella 5 si riportano i valori di portata derivata dai consorzi irrigui lungo l'asta. Il valore di portata derivata è il valore medio all'interno del periodo in cui il consorzio ha diritto di prelievo.

Tabella 5- Prelievi a scopo irriguo presenti lungo l'asta del torrente S. Barthélemy.

Nome derivazione	Portata media prelevata [l/s]
Ru Blanc et Lusenedy	210
Ru Praz Dessous	82,5
Ru de Joux	320
Ru Praz des Courti	27,5
Ru Val	435
Ru Chateau	173
Ru Masod Chetoz	258
Ru Masod	135
Ru Plan S. Hilaire	484

Lungo l'asta è presente anche una derivazione a scopo idroelettrico con i seguenti valori di portata derivati:

Tabella 6 – Prelievi a scopo idroelettrico presenti lungo l'asta del torrente S. Barthélemy.

Nome derivazione	Portata media prelevata [l/s]
CVA Nus	579

3.8.5 Portate antropizzate T. Saint Barthélemy

In Figura 27, si riporta il grafico delle portate lungo il torrente S. Barthélemy tenendo conto dei prelievi attivi. Con la linea blu si indicano le portate naturali in alveo in assenza di prelievo, mentre con la linea rossa sono indicate le portate antropizzate, cioè quelle naturali ridotte dai prelievi.

Ogni gradino lungo la linea rossa indica un prelievo o restituzione puntuale.

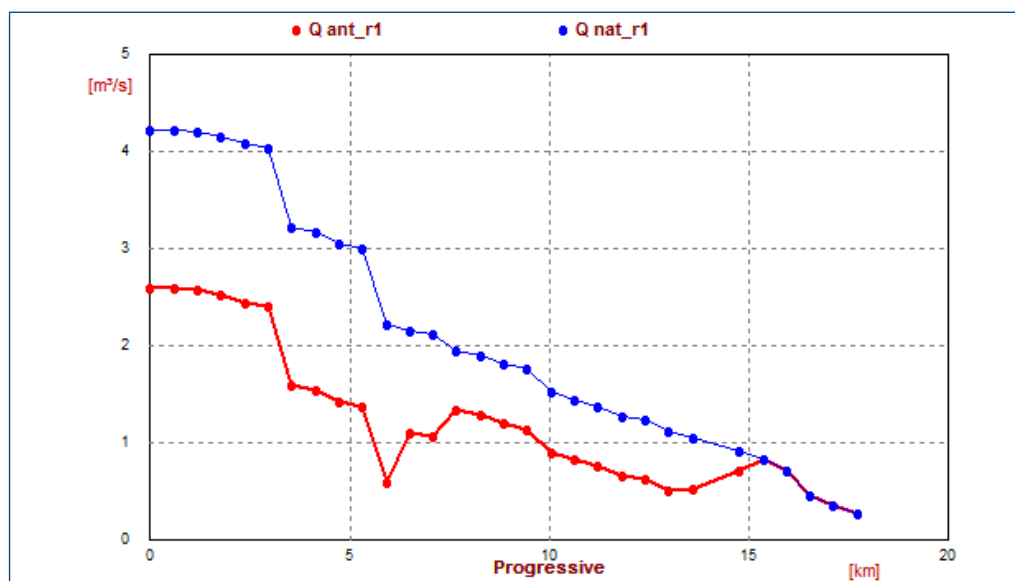


Figura 27 - Andamento delle portate naturali (linea blu) e antropizzate (linea rossa) in alveo del torrente S. Barthélemy in funzione della progressiva.

Nel caso del torrente S. Barthélemy è evidente come i prelievi siano presenti in modo distribuito lungo l'intera asta, con un aumento di prelievo di portata considerevole nella parte terminale.

3.8.6 Potenziale idroelettrico residuo T. Saint Barthélemy

Analogamente al paragrafo 3.7.2 il grafico, riportato in Figura 28, non varia rispetto al precedente in quanto non influenzato dalle portate in alveo.

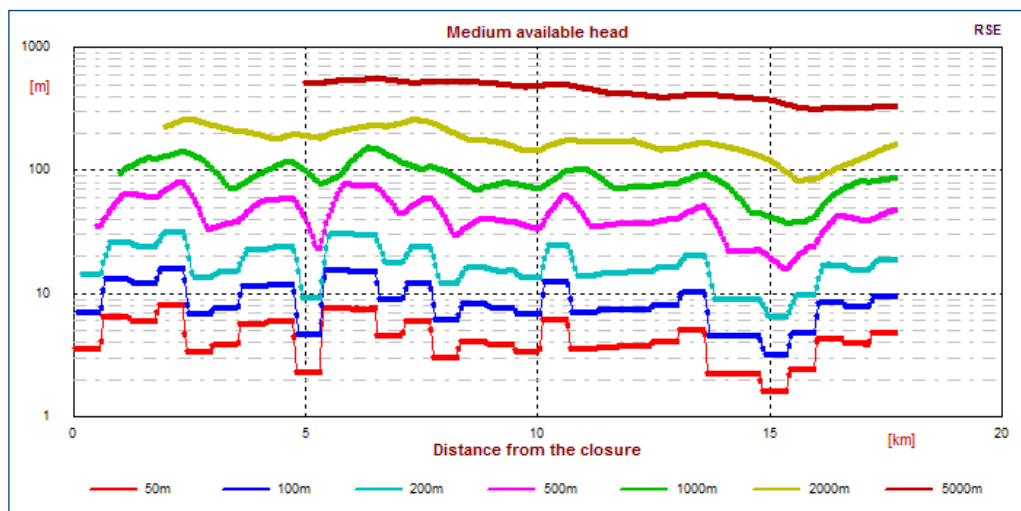


Figura 28 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

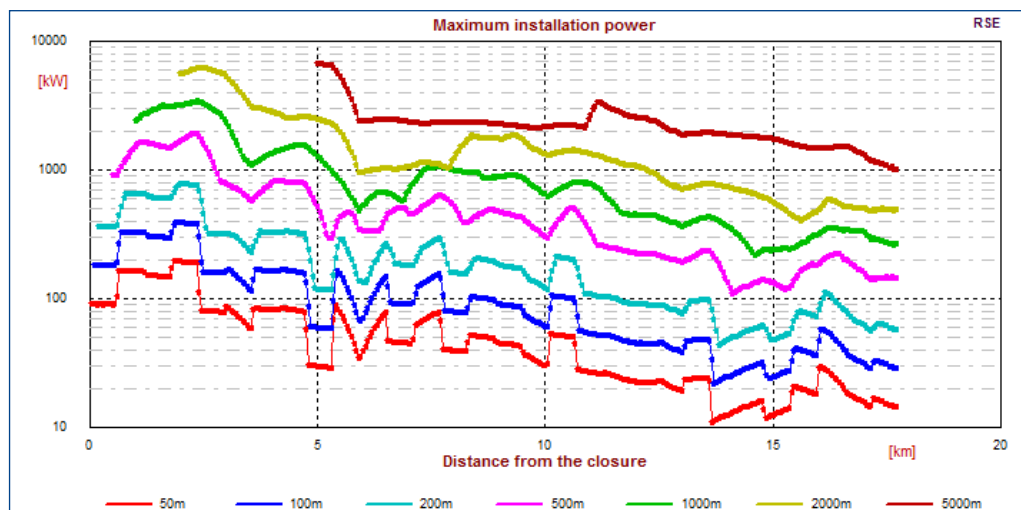


Figura 29 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

In Figura 29, si riportano le nuove potenze installabili in alveo e si nota come i valori siano inferiori rispetto al grafico analogo presentato nel paragrafo del massimo potenziale, in quanto le portate disponibili sono inferiori. Si osserva comunque una buona potenzialità, soprattutto nella parte terminale dell'asta.

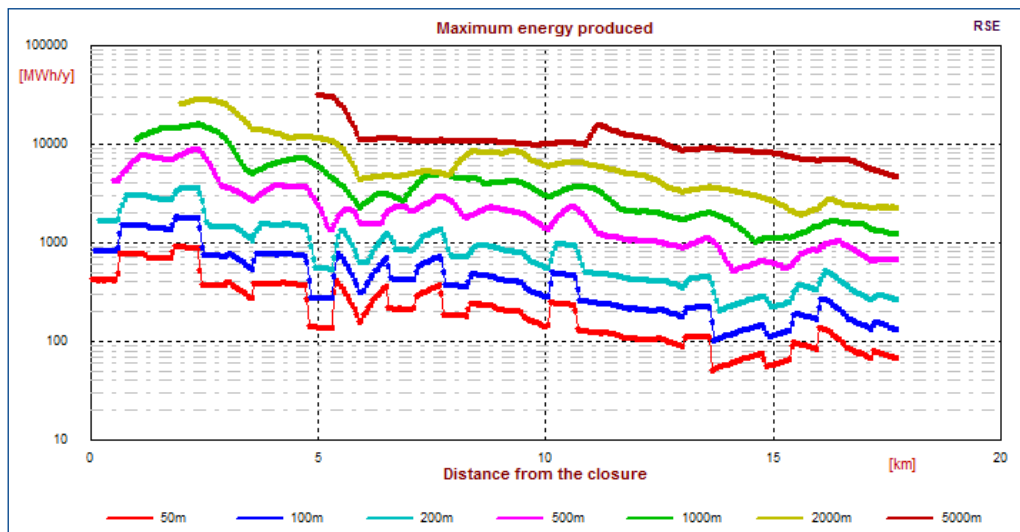


Figura 30 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente S. Barthélemy.

Infine, in Figura 30, si riporta il nuovo andamento delle produzioni attese lungo l'asta in esame. Si osserva come, soprattutto per le lunghezze strutturali di 1000 m e 2000 m, le produzioni si mantengono quasi costanti lungo l'intera asta.

3.8.7 Prelievi attivi lungo l'asta del T. Ayasse

In Figura 31, sono riportati in modo schematico l'asta del torrente Ayasse e i vari prelievi presenti lungo l'asta. Il triangolo rosso individua l'opera di presa del prelievo mentre il triangolo verde indica la possibile restituzione del prelievo associato.

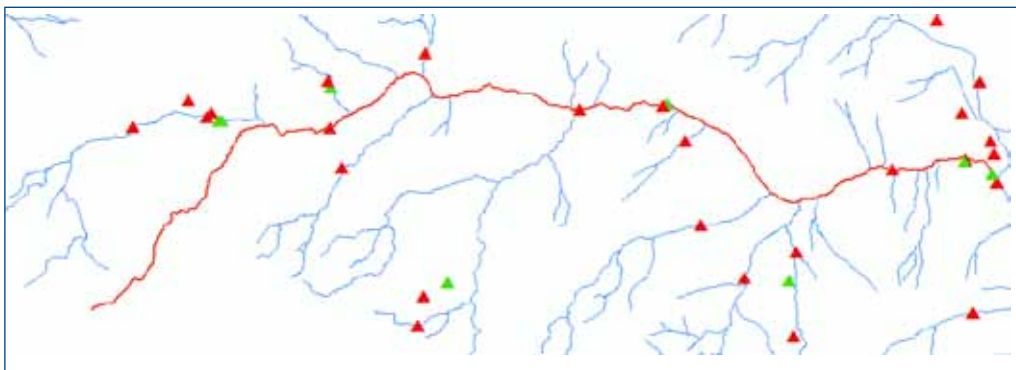


Figura 31 - Prelievi lungo l'asta del T. Ayasse. In rosso i punti di presa in verde i punti di restituzione

Non tutti i valori di prelievo indicati nella Figura 31 sono stati inseriti all'interno del codice di calcolo, le portate molto piccole prelevate non sono state considerate.

Nella Tabella 7 si riportano i valori di portata derivate lungo l'asta del torrente Ayasse inserite nel codice di calcolo.

Tabella 7 - Prelievi presenti lungo l'asta del torrente Ayasse.

Nome derivazione	Portata media prelevata [l/s]
CVA Hone II	1330
Prat. N. 349	100

3.8.8 Portate antropizzate T. Ayasse

In Figura 32, si riporta il grafico delle portate lungo il torrente Ayasse tenendo conto dei prelievi attivi. Con la linea blu si indicano le portate naturali in alveo in assenza di prelievo, mentre con la linea rossa sono indicate le portate antropizzate, cioè quelle naturali ridotte dai prelievi.

Ogni gradino, lungo la linea rossa indica un prelievo o una restituzione puntuale.

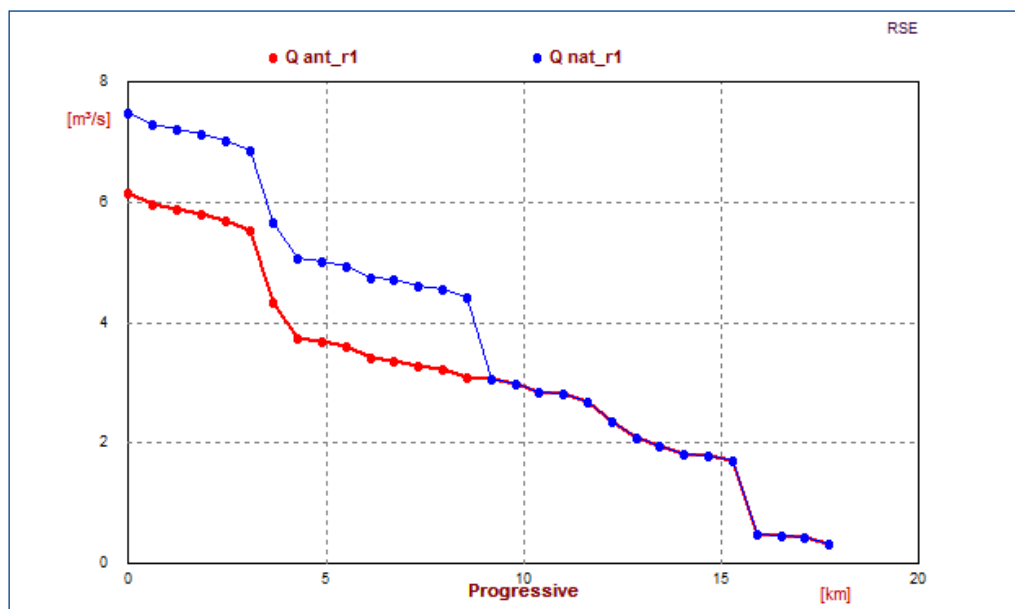


Figura 32 - Andamento delle portate naturali (linea blu) e antropizzate (linea rossa) in alveo del torrente Ayasse in funzione della progressiva.

3.8.9 Potenziale idroelettrico residuo T. Ayasse

Analogamente al paragrafo 3.7.1, il grafico riportato in Figura 33, non varia rispetto al precedente in quanto non influenzato dalle portate in alveo.

In Figura 34, si riportano le nuove potenze installabili in alveo e si nota come i valori siano inferiori rispetto al grafico analogo, presentato nel paragrafo del massimo potenziale, in quanto le portate disponibili sono inferiori.

E' interessante osservare come le potenzialità migliori si ottengono con lunghezza strutturale di 500 m, come indicato alla progressiva 12 km, 10 km e 3 km.

Infine, in Figura 35, si riporta il nuovo andamento delle produzioni attese lungo l'asta in esame. Il comportamento rimane analogo a quello descritto per le potenze installabili.

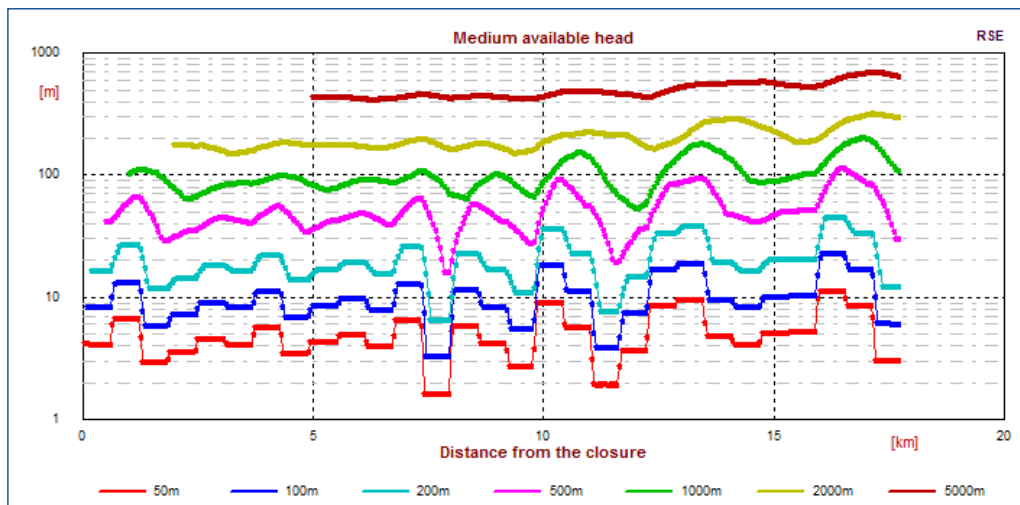


Figura 33 - Andamento del salto disponibile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse.

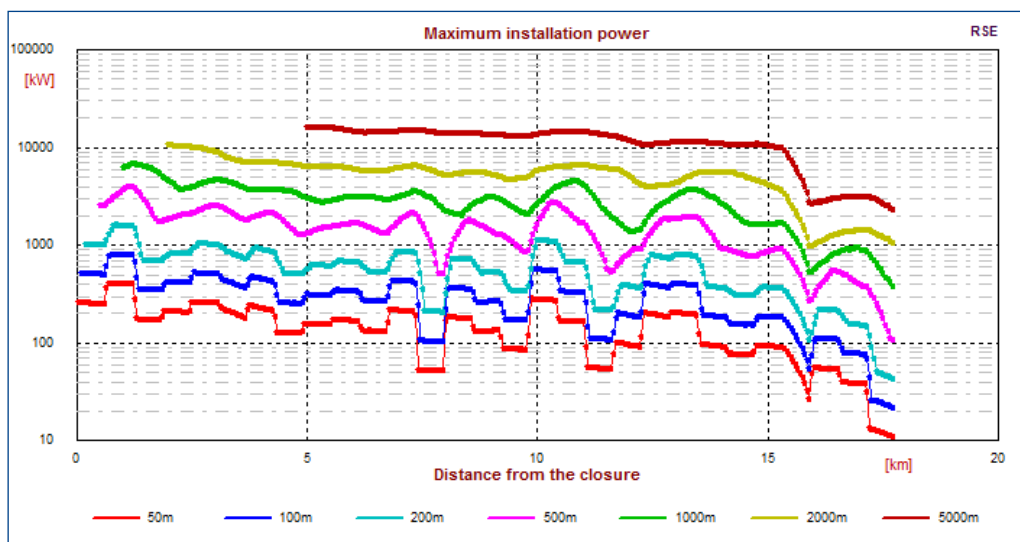


Figura 34 - Andamento della potenza installabile in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse

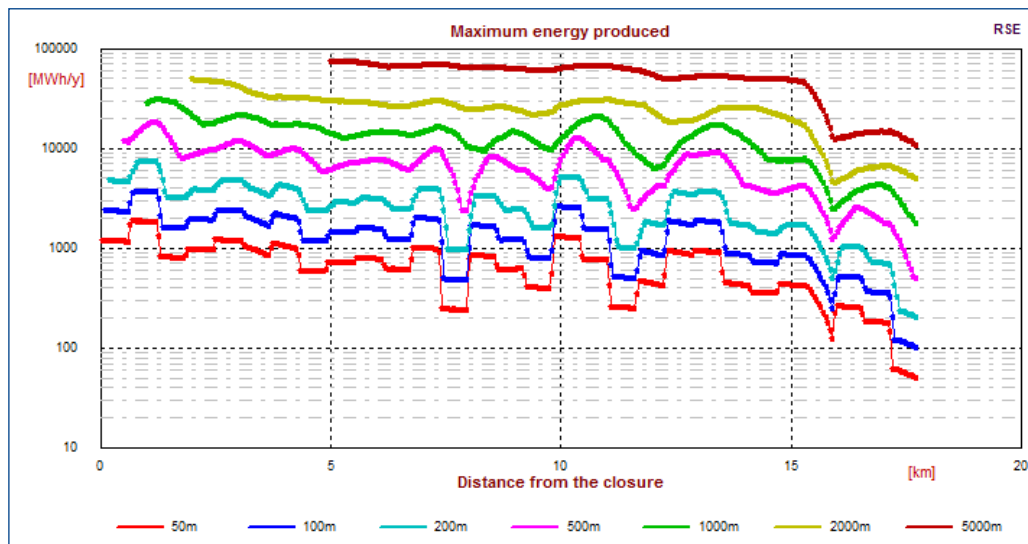


Figura 35 - Andamento della produzione media annua in funzione della progressiva per diverse lunghezze strutturali del torrente Ayasse.

3.8.10 Riepilogo potenziale idroelettrico residuo

Di seguito si riportano i valori di potenza installabile, ottenuti grazie al codice di calcolo, nell'ipotesi realistica di posizionare un numero ottimale di impianti in grado di massimizzare l'efficienza della risorsa idrica residua a scopi idroelettrici, in modo compatibile con i prelievi esistenti lungo le aste in esame.

Tabella 8 – Massimo potenziale idroelettrico disponibile.

Bacino	Potenza installabile [kW]
T. Lys	83'417
T. S. Barthélemy	12'962
T. Ayasse	40'308

Anche per i valori riportati nella Tabella 8 valgono le precisazioni fatte in precedenza, ovvero che tali valori sono ottenuti considerando un rilascio di deflusso minimo vitale pari al 10% della portata in alveo.

3.8.11 Indice di sfruttamento della risorsa idrica

E' possibile ora definire l'indice di sfruttamento della risorsa idrica per le aste in esame, mettendo in relazione i valori ottenuti nei modelli di massimo potenziale con i valori dei modelli di potenziale residuo.

Nella Tabella 9 si mettono a confronto, per ogni asta, i valori di potenza ottenuti nell'ipotesi di massimo potenziale, quelli ottenuti nell'ipotesi di potenziale residuo e i valori complessivi di potenza installata negli impianti idroelettrici presenti lungo le aste.

Tabella 9 – Potenze ottenute per le aste in esame.

Bacino	Potenza installabile HP Max Potenziale [MW]	Potenza installabile HP Potenziale residuo [MW]	Potenza complessiva installata [MW]
T. Lys	103	83	92
T. S. Barthélemy	17	13	7
T. Ayasse	46	40	11

Dai valori di potenza riportati in Tabella 9, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- il bacino del torrente Lys è caratterizzato dalla presenza, nella parte sommitale, del bacino di regolazione del Gabiet. Il bacino, per sua natura, modula le portate di tutti gli impianti idroelettrici realizzati a valle di esso, lungo l'asta del Lys. Ciò significa che i valori di portata inseriti nella modellazione numerica, seppur accurati e precisi, sono influenzati dalla presenza del bacino di regolazione. Non è quindi possibile determinare in modo univoco il massimo potenziale del bacino, in quanto tutti i valori di portata in alveo noti sono di fatto antropizzati. Possiamo comunque trarre la seguente conclusione: il modello, in questo caso, non riesce a determinare il potenziale residuo del bacino, ma ne apprezziamo comunque la validità mettendo a confronto il valore di potenza di 103 MW, ottenuto nell'ipotesi di massimo potenziale, e il valore complessivo di potenza installata degli impianti idroelettrici presenti lungo l'asta di 92 MW. Il confronto mostra come il modello, applicato all'intero bacino, utilizzando le portate antropizzate influenzate dal bacino del Gabiet, individui una potenza installabile molto simile a quella realmente installata. Si può infine dire che, nell'asta del Lys, in cui il bacino del Gabiet influenza senza dubbio le portate naturali, i 92 MW di potenza installata in confronto ad una potenza massima installabile di 103 MW sfruttano al 89% la risorsa idrica a scopi idroelettrici.
- Il bacino del torrente S. Barthélemy è influenzato sensibilmente, nel periodo estivo, dall'elevato numero di prelievi a scopo irriguo, attivi ormai da oltre 100 anni; si può fare la seguente considerazione: le portate naturali in alveo che meglio rispecchiano la situazione reale sono quelle ottenute col metodo del PTA della Regione Valle d'Aosta ridotte dai prelievi estivi dei consorzi. In questo modo il massimo potenziale reale del bacino è quello che si ottiene nell'ipotesi di potenziale residuo, considerando però come prelievi attivi esclusivamente quelle irrigui, senza cioè considerare il prelievo idroelettrico esistente. Si ottiene, in questo modo, una potenza massima installabile di 13 MW a fronte di una potenza installata dall'unico impianto idroelettrico presente lungo l'asta di 7 MW. Ciò significa che l'asta ha uno sfruttamento idroelettrico del 54% della risorsa idrica.
- Il bacino del torrente Ayasse risulta essere quello in cui il codice di calcolo meglio si adatta. Infatti, le portate naturali registrate dalla stazione idrometrica non sono particolarmente influenzate da bacini di regolazione o da prelievi irrigui. La differenza tra il valore di massima potenza installabile, pari a 46 MW, e la potenza residua di 40 MW è confrontabile con la potenza installata dall'unico impianto lungo l'asta di 11 MW. Possiamo infine calcolare l'indice di sfruttamento idroelettrico della risorsa idrica che assume il valore di 24%.

Nella Tabella 10 si riassumono gli indici di sfruttamento della risorsa idrica a fini idroelettrici per i bacini in esame.

Tabella 10 – Indice di sfruttamento della risorsa idrica.

Bacino	Indice di sfruttamento [%]
T. Lys	89
T. S. Barthélemy	54
T. Ayasse	24

3.9 Compatibilità dei siti residui con i vincoli ambientali e territoriali

Individuati, per ogni asta, i siti residui in cui è possibile posizionare uno schema di impianto idroelettrico, sono stati applicati i vincoli ambientali individuati dalle varie strutture e dagli enti competenti della Regione Valle d'Aosta.

I siti residui, che non ricadono all'interno di aree vincolate sono di fatto gli unici che hanno una reale possibilità di passare ad una fase di approfondimento successiva per determinarne l'effettiva potenzialità e realizzabilità dell'impianto.

Nell'Annesso A si riportano, per ogni asta in esame, i risultati ottenuti col modello numerico nell'ipotesi di potenziale residuo sovrapponendo i vincoli ambientali.

3.9.1 Individuazione dei vincoli ambientali e territoriali

Allo scopo di identificare i corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni a scopo idroelettrico, sono state interpellate le strutture regionali e gli enti competenti (Aree protette, Tutela dei beni paesaggistici e architettonici, Restauro e valorizzazione, ARPA, Consorzio regionale pesca), che hanno prodotto, o fornito i dati necessari a produrre, una carta regionale in cui, per ogni asta, sono stati individuati i vincoli esistenti in relazione ad esigenze di salvaguardia ambientale, tutela paesaggistica ed archeologica, tutela dell'ittiofauna.

La carta di sintesi è presentata in Figura 36 e in allegato 7 all'annesso B.

In annesso B sono riportate le carte dei vincoli a cui sono sottoposti i nuovi prelievi (allegati 1 – 6), la carta regionale delle indisponibilità (allegato 7) nonché la relazione contenente i criteri utilizzati dalle strutture regionali e dagli enti della regione interpellati per individuare le aste ritenute indisponibili a nuovi prelievi idroelettrici (allegato 8).

3.9.2 Compatibilità dei siti residui nel T. Lys con i vincoli ambientali e territoriali

In Figura 37 si riporta la carta del potenziale residuo del torrente Lys, sovrapposto ai vincoli ambientali. La carta graficizza le potenze disponibili lungo l'asta.

Si rimanda agli allegati 7 – 12 dell'Annesso A per la presentazione dei risultati completi riferiti al torrente Lys:

- Salto disponibile – lunghezza strutturale 500 m;
- Salto disponibile – lunghezza strutturale 1000 m;
- Salto disponibile – lunghezza strutturale 2000 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 500 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 1000 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 2000 m;

Si rimanda invece all'Annesso B per le cartografie di dettaglio dei vincoli.

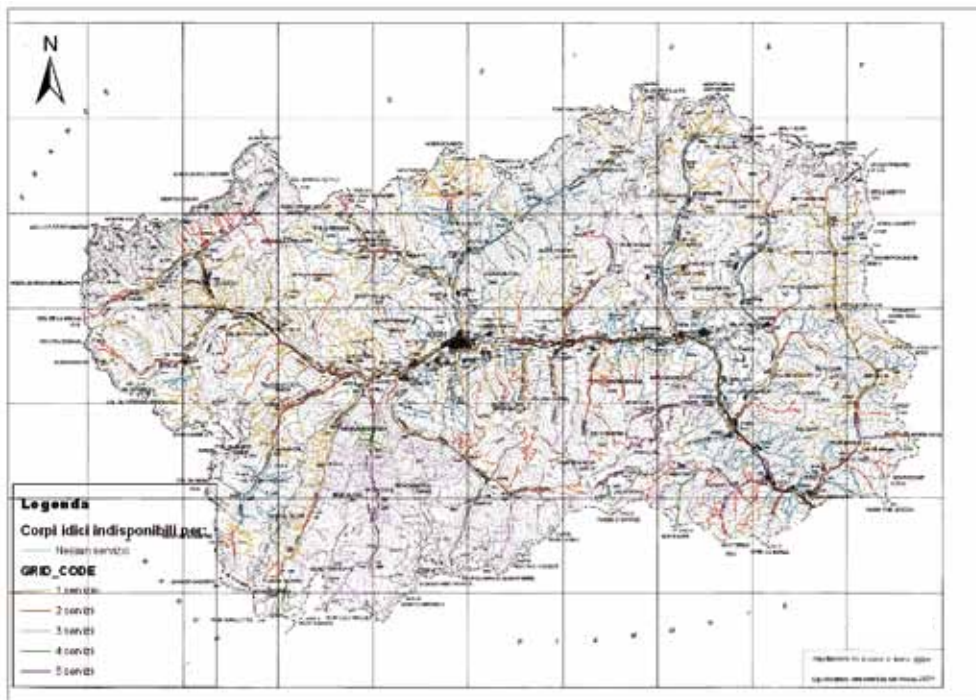


Figura 36 - Carta dell'indisponibilità dei corsi d'acqua a scopi idroelettrici.

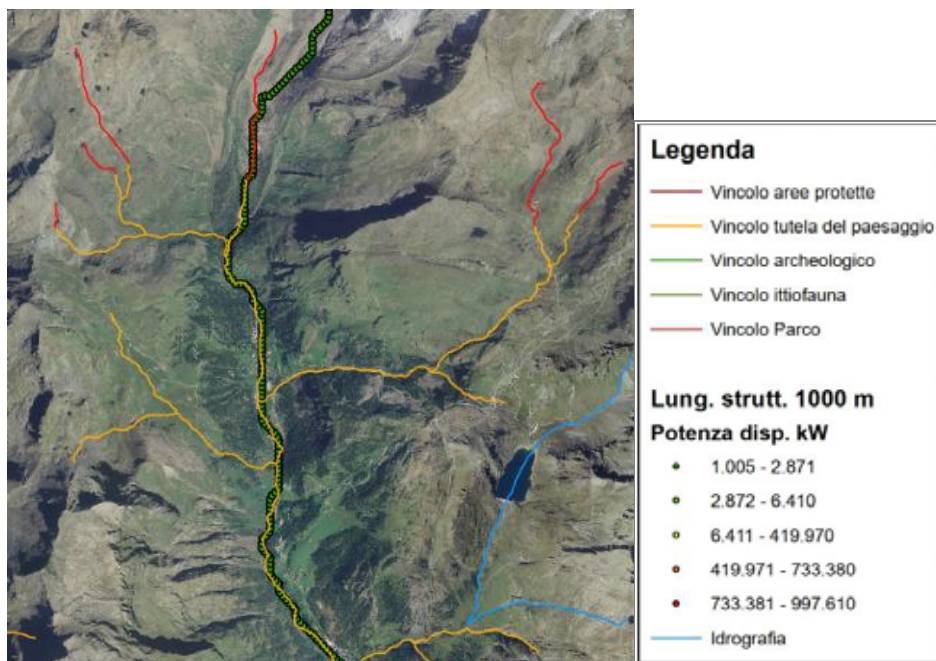


Figura 37 - Estratto di monte della carta delle potenze installabili con lunghezza strutturale di 1000 m sovrapposta ai vincoli ambientali e territoriali, torrente Lys.

Nella tabella seguente si riporta una breve analisi per ogni vincolo ambientale che insiste sull'asta in esame.

Tabella 11 – Analisi dei vincoli ambientali presenti sull'asta del torrente Lys.

Vincolo	Analisi dei vincoli
Aree protette	Vincolo presente su una minima superficie della parte sommitale del bacino
Parchi	Nessun vincolo
Paesaggistico	L'intero bacino deve essere assoggettato a parere del servizio di tutela del paesaggio
Archeologico	Comune di Fontainemore capoluogo, Gouffre de Guillemore Comune di Issime capoluogo
Ittiofaunistico	Il tratto di asta compreso tra l'abitato di Issime e la sezione di chiusura di valle è interessato dal vincolo.
ARPA	Il tratto di asta in prossimità dell'abitato di Fontainemore e i suoi affluenti in sinistra idrografica sono interessati dal vincolo

3.9.3 Compatibilità dei siti residui nel T. S. Barthélemy con i vincoli ambientali e territoriali

In Figura 38, si riporta la carta del potenziale residuo del torrente S. Barthélemy sovrapposto ai vincoli ambientali. La carta graficizza le potenze disponibili lungo l'asta.

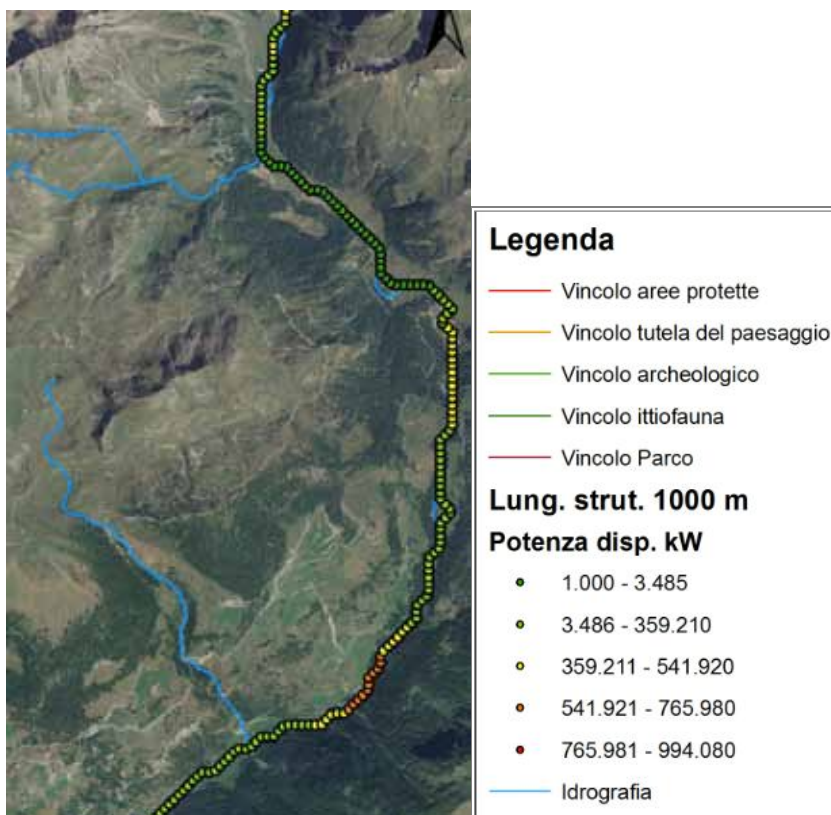


Figura 38 - Estratto di monte della carta delle potenze installabili con lunghezza strutturale di 1000 m sovrapposta ai vincoli ambientali e territoriali, torrente Saint Barthélemy.

Si rimanda agli allegati 19 - 24 dell'Annesso A per la presentazione dei risultati completi riferiti al torrente S. Barthélemy:

- Salto disponibile – lunghezza strutturale 500 m;
- Salto disponibile – lunghezza strutturale 1000 m;
- Salto disponibile – lunghezza strutturale 2000 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 500 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 1000 m;
- Potenza installabile – lunghezza strutturale 2000 m;

Si rimanda invece all'Annesso B per le cartografie di dettaglio dei vincoli.

Nella tabella seguente si riporta una breve analisi per ogni vincolo che insiste sull'asta in esame.

Tabella 12 - Analisi dei vincoli ambientali presenti sull'asta del torrente Saint Barthélemy.

Vincolo	Analisi dei vincoli
Aree protette	Nessun vincolo
Parchi	Nessun vincolo
Paesaggistico	L'intero bacino deve essere assoggettato a parere del servizio di tutela del paesaggio
Ittiofaunistico	L'intero bacino deve essere assoggettato a parere del servizio per la salvaguardia della ittiofauna
ARPA	Da monte Lac de Leseney a Verney e da Val Dessous a Nus

3.9.4 Compatibilità dei siti residui nel T. Ayasse con i vincoli ambientali e territoriali

In Figura 39 si riporta la carta del potenziale residuo del torrente Ayasse sovrapposto ai vincoli ambientali. La carta graficizza le potenze disponibili lungo l'asta.

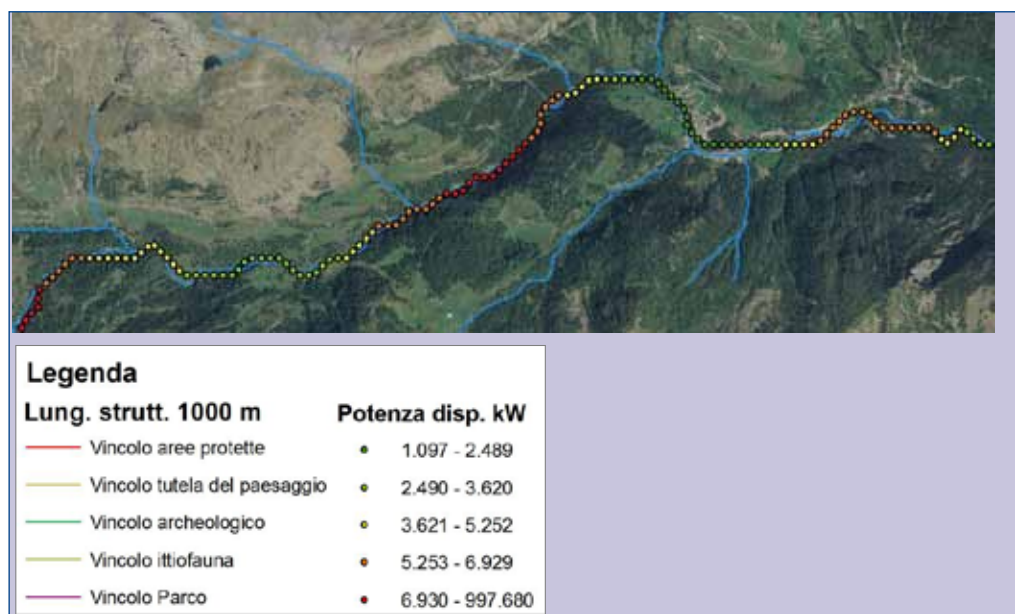


Figura 39 - Estratto di monte carta delle potenze installabili con lunghezza strutturale di 1000 m sovrapposta ai vincoli ambientali e territoriali, torrente Ayasse.

La presentazione dei risultati completi riferiti al torrente Ayasse (Salto disponibile – lunghezza strutturale 500 m; lunghezza strutturale 1000 m; lunghezza strutturale 2000 m. Potenza installabile – lunghezza strutturale 500 m; lunghezza strutturale 1000 m; lunghezza strutturale 2000 m) è riportata negli allegati 31 - 36 dell'Annesso A. Si rimanda invece all'Annesso B per le cartografie di dettaglio dei vincoli. Nella tabella seguente si riporta una breve analisi per ogni vincolo che insiste sull'asta in esame.

Tabella 13 - Analisi dei vincoli ambientali presenti sull'asta del torrente Ayasse.

Vincolo	Analisi dei vincoli
Aree protette	Sono interessati da vincolo tutti gli affluenti laterali in destra idrografica. L'asta principale non è interessata da vincolo se non in piccola parte nel tratto sommitale del bacino
Parchi	Nessun vincolo
Paesaggistico	L'intero bacino deve essere assoggettato a parere del servizio di tutela del paesaggio
Archeologico	Comune di Pontboset capoluogo
Ittiofaunistico	L'intero bacino deve essere assoggettato a parere del servizio per la salvaguardia della ittiofauna
ARPA	La parte sommitale del bacino è interessata da vincolo in piccola parte e un affluente in destra idrografica

3.10 Conclusioni

Lo studio dimostra come il modello numerico utilizzato, se applicato correttamente e fissando le opportune condizioni al contorno, sia in grado di restituire risultati interessanti dal punto di vista di pianificazione territoriale a scala di bacino, nell'individuazione di siti con potenziale idroelettrico disponibile.

Tuttavia, applicando il codice di calcolo a tre differenti bacini, caratterizzati da qualità estremamente differenti tra loro (presenza di bacini di regolazione, elevati prelievi irrigui, morfometria del bacino), i risultati che si ottengono possono essere diversi, e occorre un'analisi attenta alla necessità di mettere in correlazioni più aspetti, per trarre le giuste conclusioni e non incorrere in errori di sovrastima del potenziale idroelettrico disponibile.

I risultati che si ottengono dal modello numerico, presi singolarmente, non sono in grado di rispondere a pieno alla domanda di individuare i siti con potenziale a scopo idroelettrico. Infatti bisogna, come dimostrato nei paragrafi precedenti, sovrapporre a tale risultato un insieme di informazioni di tipo territoriale quali impianti esistenti e indisponibilità per vincoli ambientali e territoriali, per ottenere un risultato che rispecchi il più possibile la situazione reale.

E' bene ricordare che i valori di potenza ottenuta per i tre bacini sono calcolati nell'ipotesi di considerare un D.M.V. costante per tutto l'anno e pari al 10% della portata in alveo. Tale ipotesi, dovuta ad una limitazione nel programma numerico che non consente una variazione mensile del D.M.V., porta ad una lieve sovrastima delle potenze.

Infine, i risultati presentati in precedenza mostrano come il codice di calcolo faccia fatica ad adattarsi a quei bacini in cui vi è la presenza di un bacino di regolazione a monte,

che regola e rimodula le portate naturali lungo l'asta. In questi particolari casi applicare il modello a scala di bacino può risultare particolarmente complicato e porta ad una complessa interpretazione dei risultati.

Tutti i risultati, riportati nelle tavole grafiche presenti negli allegati dell'annesso A, devono essere comunque verificati sul territorio per confermare la reale disponibilità del sito alla realizzazione di un impianto idroelettrico e quindi alla sua cantierizzazione.

L'esperienza maturata durante la realizzazione di questo documento tecnico ha portato a fare le seguenti considerazioni, finalizzate a ottenere dei risultati ancora più accurati all'interno del territorio regionale:

- la modellazione numerica proposta risulta uno strumento efficace per l'individuazione di siti con potenziale a scopo idroelettrico, ma che necessita di essere sviluppato in un ambiente di programmazione aperto e libero. Tale condizione permetterebbe un continuo sviluppo del codice al fine di mantenerlo sempre aggiornato con le varie normative di tipo ambientale ed economico che regolamentano la realizzazione di impianti idroelettrici. Tale aspetto porterebbe anche ad una maggior interazione dei servizi tecnici dell'amministrazione pubblica che operano nel settore, i quali si troverebbero tutti ad operare con un unico strumento di pianificazione costantemente aggiornabile;
- il codice di calcolo dovrebbe essere implementato consentendo l'inserimento di bacini di regolazione;
- i prelievi presenti lungo l'asta in esame devono poter essere differenziati per tipologia;
- è necessario adattare le modalità di definizione del D.M.V. con quelle stabilite dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta.



4. MODALITÀ SPEDITIVE PER IL CONTROLLO DEI RILASCI

4.1 Premessa

Le misurazioni delle portate di rilascio che gli impianti idroelettrici devono garantire sono essenziali per monitorare e minimizzare l'impatto dell'opera stessa sull'ambiente circostante.

Tali misurazioni sono però spesso difficoltose o particolarmente onerose in termini di personale, tempo e costi.

Si rende quindi necessario studiare delle metodologie di misura speditive, rapide e facilmente ripetibili. In molti casi, i controlli dei rilasci avvengono in corrispondenza delle opere di presa, più precisamente, in determinate porzioni della struttura di presa individuate in fase di progettazione ed autorizzazione. Tali zone però possono essere di difficile accesso o influenzate idraulicamente da automatismi di regolazione dell'opera di presa che possono sfalsare la misura delle portate di rilascio. Infatti, molte opere di presa, specialmente nei periodi di morbida, hanno preimpostati dei cicli di svuotamento o abbassamento del livello idrico di monte per consentire la fuoriuscita verso valle del materiale lapideo trasportato dalla corrente. Tali operazioni sono difficili da programmare, in quanto la variabilità delle portate in alveo, specie nei periodi di morbida, in bacini di tipo glaciale, possono essere estremamente variabili all'interno della giornata.

Queste considerazioni portano necessariamente a dover individuare una sezione di misura delle portate immediatamente a valle dell'opera di presa in esame, in modo da svincolarsi il più possibile da ogni logica di funzionamento della stessa e ottenere così una lettura della portata rilasciata immediata e più semplice.

Con tali premesse si presenta di seguito un percorso logico con cui individuare la sezione di misura ottimale per ogni caso studio, associata a delle strutture di misura precalibrate in laboratorio in cui, nota la misura del tirante in alveo, si ricava una legge univoca per la misura della portata in alveo.

4.2 Individuazione della sezione di misura ottimale

Partendo dal presupposto che la misura della portata di rilascio non deve costituire un'ulteriore pressione antropica sul corso d'acqua, è necessario individuare una metodologia appropriata a garantire sia gli obiettivi di misurazione di portata di rilascio sia quelli di tutela ambientale.

E' infatti importante non creare ulteriori interruzioni della continuità longitudinale, variazioni di velocità di corrente e turbolenza che andrebbero a danneggiare la fauna ittica e le comunità macrobentoniche (Ghetti, 1997).

Nel diagramma seguente si riportano i criteri proposti per l'individuazione della struttura ottimale, con la relativa metodologia da applicare per la misura della portata.

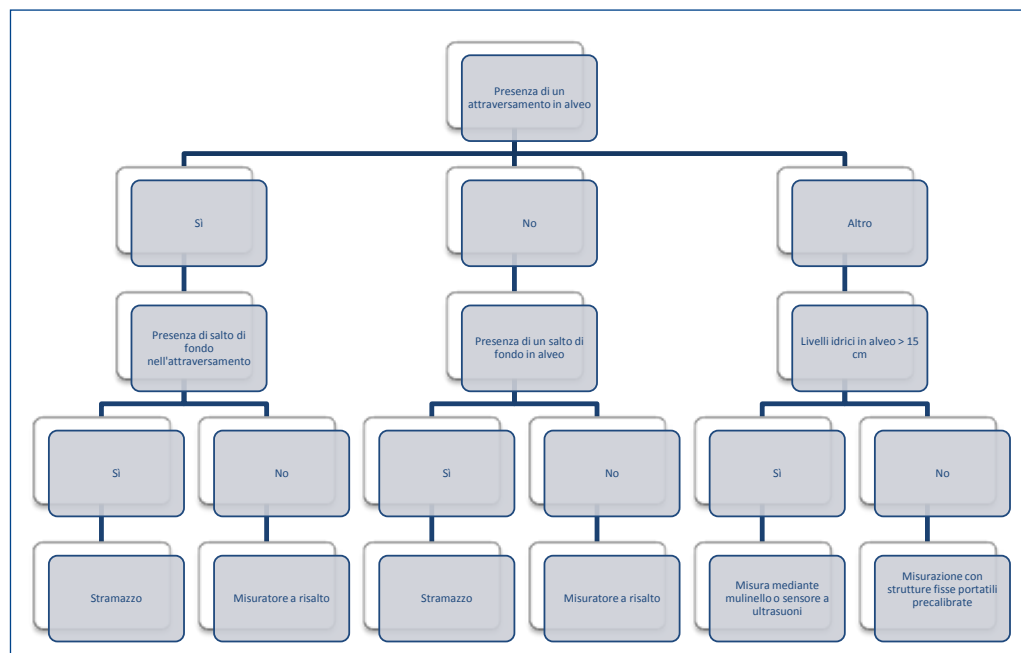


Figura 40 – Diagramma di flusso per l'individuazione della tipologia di stazione di misura da installare a seconda delle caratteristiche della sezione idraulica individuata.

Il diagramma di flusso, riportato in Figura 40, descrive il seguente ragionamento logico:

- nei casi in cui a valle dell'opera di presa è presente un attraversamento (spesso al di sotto di esso è stata realizzata una platea con un salto di fondo per mantenere il fondo dell'alveo stabile) in corrispondenza delle spalle, è facilmente realizzabile uno stramazzo di misurazione;
- nel caso in cui in corrispondenza dell'attraversamento non sia presente un salto di fondo è possibile realizzare un misuratore di tipo a risalto, il cui funzionamento verrà illustrato nei paragrafi successivi;
- nel caso in cui non sia presente un attraversamento a valle, oppure l'attraversamento non si presti alla realizzazione delle opere proposte nei punti precedenti, bisognerà individuare una sezione di asta naturale ove sia già presente un salto di fondo ed in quel punto si andrà a realizzare lo stramazzo; altrimenti si procederà alla realizzazione di un misuratore a risalto;
- nell'ipotesi in cui non si riesca ad individuare una sezione naturale in cui realizzare le soluzioni del punto precedente, sarà necessario procedere con delle campagne di misura. In questo caso, si potranno utilizzare mulinelli portatili, misuratori ad ultrasuoni portatili o strutture fisse precalibrate portatili.

4.3 Strutture di misure precalibrate

Con il termine di struttura di misura precalibrata si vuole indicare una struttura di tipo a stramazzo. Lo stramazzo è definito come una luce a battente nullo, cioè costituita dal solo bordo inferiore e dai bordi laterali.

Esistono vari tipi di stramazzo; in questa sede si analizzeranno principalmente gli stramazzi rettangolari e quelli triangolari.

Successivamente verrà trattata anche la struttura di misura fissa, definita a risalto o Flume, e i relativi campi di utilizzo.

4.3.1 Stramazzi triangolari o rettangolari a parete sottile

Gli stramazzi a parete sottile sono generalmente utilizzati in piccoli corsi d'acqua in cui il trasporto solido ordinario è di modeste quantità. In queste condizioni si riesce ad ottenere un'elevata precisione nella misura e la manutenzione della struttura è molto limitata.

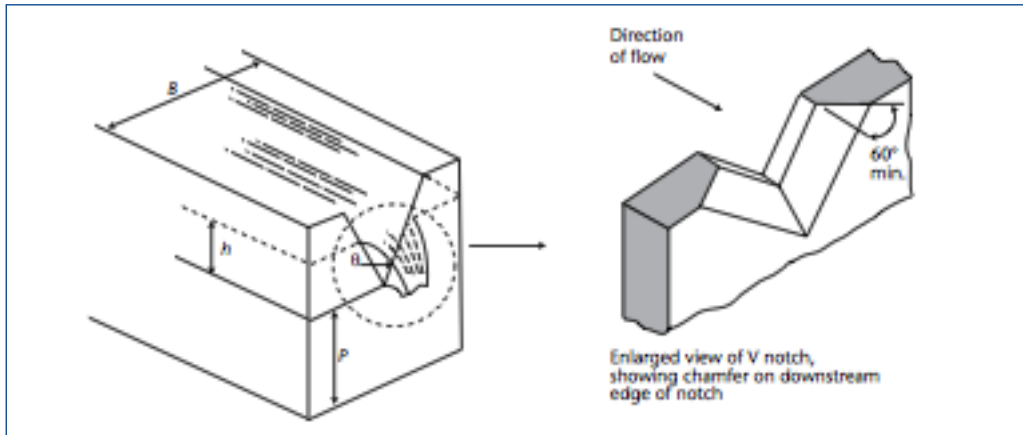


Figura 41 - Schema di funzionamento di uno stramazzo triangolare.

Nella Figura 41 si riporta lo schema di funzionamento di uno stramazzo triangolare.



Figura 42 - Inserimento di uno stramazzo triangolare in parete sottile.

In Figura 42, si osserva la sezione di un modesto corso d'acqua in cui è stato inserito uno stramazzo in parete sottile di tipo triangolare.



Figura 43 - Stramazzo triangolare in parete sottile in funzione

Nella Figura 43, si riporta lo stramazzo descritto nell'immagine precedente in funzione.

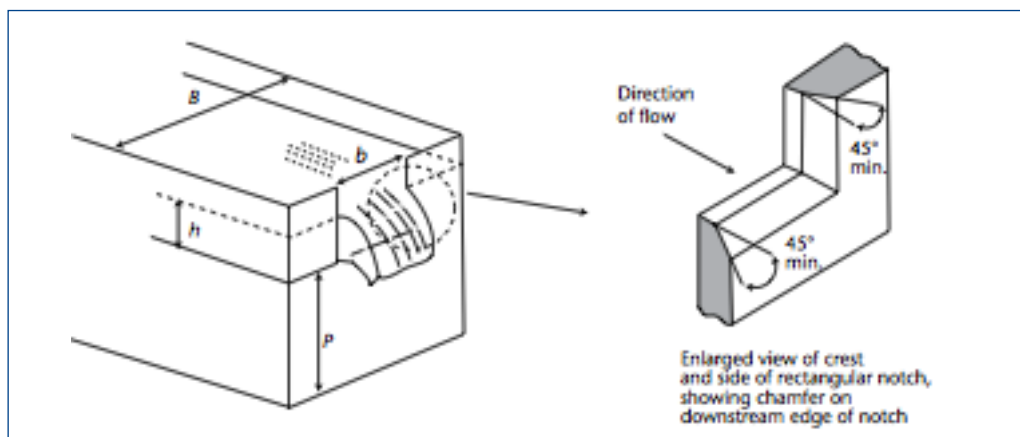


Figura 44 - Schema di funzionamento di uno stramazzo rettangolare.

La Figura 44 mostra lo schema di funzionamento di uno stramazzo rettangolare.



Figura 45 - Inserimento di uno stramazzo rettangolare.



Figura 46 - Stramazzo rettangolare in funzione in una sezione naturale.

Nella Figura 46 infine si riporta l'esempio di funzionamento di uno stramazzo rettangolare sempre in parete sottile.

Le immagini precedenti dimostrano come in corsi d'acqua in cui lo sviluppo delle sezioni trasversali sono contenute le opere per la realizzazione di uno stramazzo sono minime e si inseriscono facilmente nell' ambiente circostante.

4.3.2 Stramazzi in parete larga

Gli stramazzi in parete larga trovano il loro campo di applicazione nei corsi d'acqua di grandi dimensioni, in cui le portate in alveo assumono valori elevati.

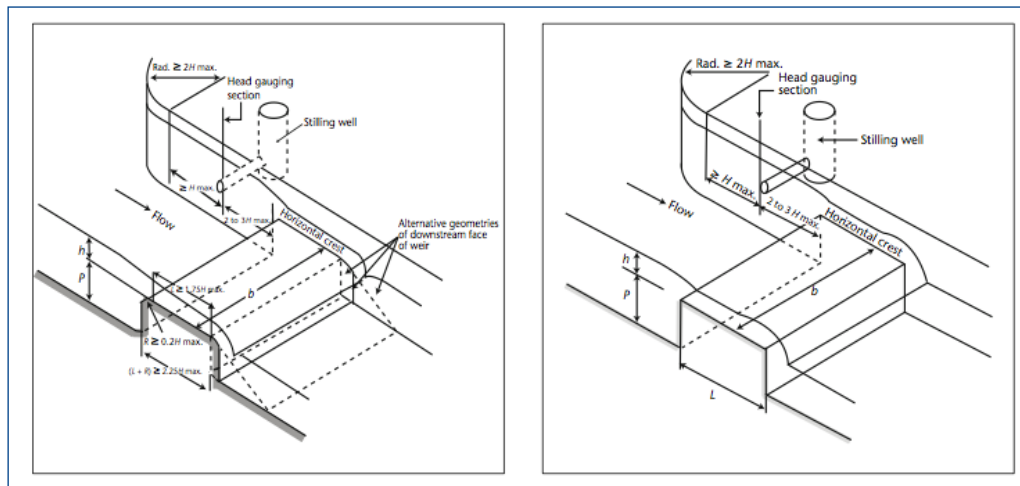


Figura 47 - Esempio di stramazzo in parete larga con o senza bordo di valle arrotondato.

In questi casi la realizzazione di misuratori a risalto sarebbero troppo onerosi per via delle dimensioni che le strutture necessitano.

4.3.3 Misuratori a risalto "flume"

Il misuratore a risalto trova applicazione in corsi d'acqua di modeste dimensioni, o in canali, in cui il trasporto solido ordinario non può più essere trascurato, oppure quando la perdita di carico generata dalla parete sottile dello stramazzo assume valori eccessivi. In alcuni casi il misuratore, se installato in canali, può funzionare anche in condizioni di rigurgito da valle, permettendo così di lavorare con perdite di carico ancora più piccole, accettando però una perdita di precisione nella misura.

I misuratori a risalto sono caratterizzati essenzialmente dall'esistenza, all'interno di una parte della struttura che li costituisce, di un tratto di convergente veloce, in senso idraulico, che svincola quindi le condizioni idrauliche di monte da quelle di valle. Si individua una curva univoca che lega la portata defluente ed il carico a monte dell'apparecchio. In altri termini è univoca la funzione $Q = f(h_m)$.

La transizione da corrente lenta a monte a corrente veloce, che caratterizza anche lo stramazzo a larga soglia, è utilizzata da tale apparecchio per ottenere la misura della portata anche in condizioni di elevata sommersenza da valle. Il dispositivo è analogo a uno stramazzo non libero ma rigurgitato, ed il risalto opera come un recuperatore di quota.

La transizione della corrente può essere ottenuta combinando l'effetto di una soglia di fondo di altezza con un restringimento trasversale della sezione. In questo modo, la corrente non ha più l'energia specifica necessaria per oltrepassare il restringimento e deve, quindi, passare in condizioni critiche. La corrente in condizioni lente, a monte del dispositivo soglia-restringimento, passa in condizioni critiche in corrispondenza dello stesso e diventa veloce. Tramite un risalto idraulico si raccorda alla corrente lenta di valle. Per questo motivo tale dispositivo di misura è denominato misuratore a risalto idraulico.

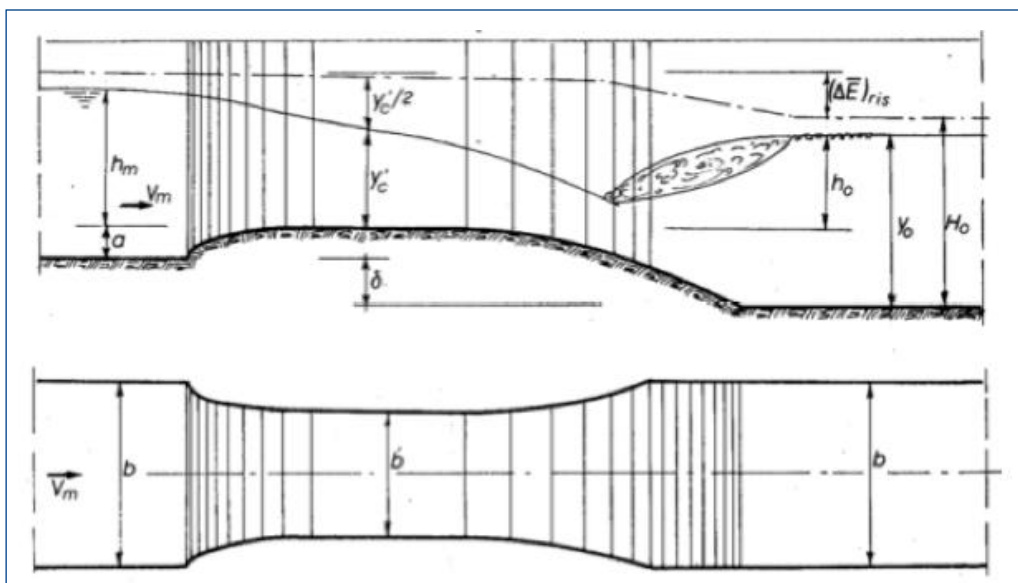


Figura 48 - Schema di funzionamento di un misuratore a risalto.

Il dispositivo di misura deve essere dimensionato per la portata massima che si intende misurare.

Per qualsiasi portata di valore minore si ha rigurgito a monte e passaggio in condizioni critiche in corrispondenza del soglia-restringimento, mentre una portata di valore maggiore dispone dell'energia sufficiente per defluire in condizioni diverse dallo stato critico. Il rigurgito è comunque sempre molto contenuto e questa è una peculiare caratteristica dell'apparecchio.

I vantaggi di questo dispositivo di misura sono:

- ridotti effetti di rigurgito per tutte le portate inclusa la portata massima di progetto;
- facilità di costruzione e robustezza; è difficile che sia danneggiato;
- non necessita di eccessiva manutenzione e non è interessato da rilevanti fenomeni di deposito di sedimenti e corpi estranei;
- presenta piccole dissipazioni di energia se confrontato ad altri tipi di dispositivi di misura quali gli stramazzi.

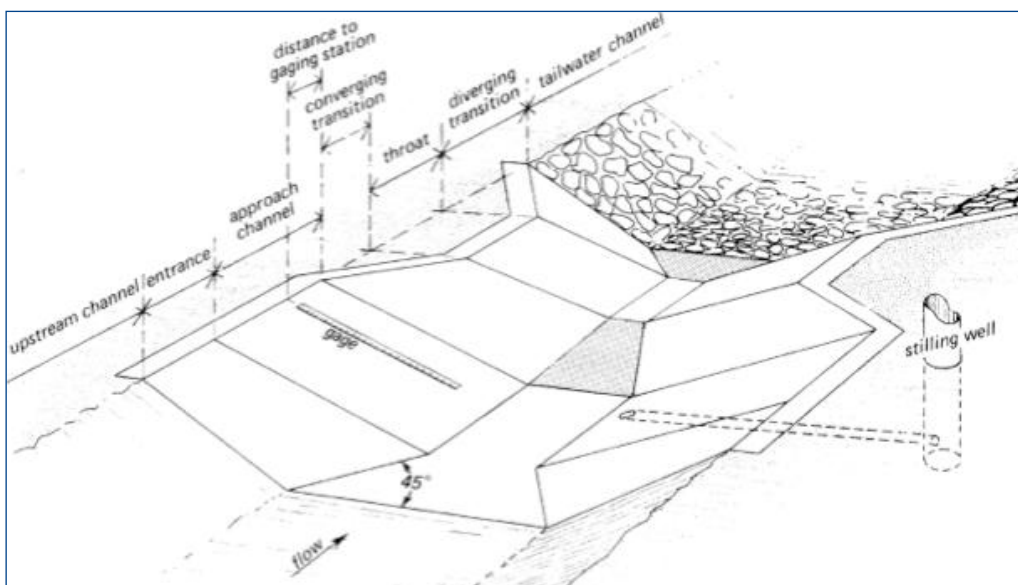


Figura 49 - Vista generale del misuratore a risalto tipo flume in un canale artificiale.

L'unico possibile inconveniente cui è soggetto tale misuratore a risalto è la possibilità che venga rigurgitato. In questo caso non si ha alcun passaggio della corrente in condizioni critiche e la scala delle portate non è più valida.

Nella Figura 50, si osserva un misuratore a risalto in funzione in un corso naturale. La struttura, correttamente dimensionata, rimane interamente mimetizzata e si può individuare la sezione in cui è posizionato il misuratore considerando la schiuma generata dal risalto idraulico.

Nella Figura 51, si osserva la realizzazione di un misuratore a risalto realizzato in corrispondenza di un attraversamento esistente. In questo caso, si sono sfruttate le platee cementate esistenti per la realizzazione della sezione di misura.



Figura 50 - Misuratore a risalto in funzione in un alveo naturale, vista da valle verso monte.



Figura 51- Misuratore idraulico realizzato in corrispondenza di un attraversamento esistente.

Nella Figura 52 e nella Figura 53 si osservano le fasi di realizzazione di un misuratore a risalto in un alveo a sezione naturale. Le strutture che compongono il misuratore sono contenute e, una volta in funzione, la stazione è ben inserita nel contesto ambientale circostante.



Figura 52 - Realizzazione di un misuratore a risalto in alveo naturale.



Figura 53 - Messa in funzione del misuratore a risalto in alveo naturale.

Il misuratore a risalto può essere impiegato anche in piccolissimi corsi d'acqua con la realizzazione di strutture estremamente contenute e con costi modesti.



Figura 54 - Realizzazione di un misuratore a risalto con l'impiego di blocchetti in cls.



Figura 55 – Realizzazione di misuratore a risalto con lamiera metalliche e tavole di legno.



Figura 56 - Realizzazione di misuratore a risalto trasportabile con lamiera metalliche per piccoli corsi d'acqua alpini.

4.4 Dimensionamento di una struttura di misura

Nei paragrafi successivi si descrivono le principali fasi per il dimensionamento di una struttura di misura fissa delle portate in alveo.

4.4.1 Installazione di una stazione di misura

Una sezione di asta in cui si vuole realizzare una stazione fissa di misura delle portate è costituita da:

- zona di monte di approccio della corrente;
- zona centrale in cui si realizza la struttura di misura;
- zona di valle.

Le tre zone che costituiscono la stazione di misura devono essere realizzate in modo stabile, in grado di non venir movimentate o erose dalle portate che transitano in alveo durante le quattro stagioni, soprattutto nei periodi di morbida del corso d'acqua.

L'asse della struttura di misura deve essere parallela alla direzione della corrente in modo da non creare una superficie perturbata della corrente e/o vortici che potrebbero innescare fenomeni erosivi.

Le pareti che costituiscono la stazione devono essere realizzate con materiali la cui scabrezza è nota. Le pareti laterali che compongono la struttura devono essere raccordate tra loro ed estendersi oltre la superficie della corrente con un franco sufficiente.

La zona di approccio alla stazione deve avere uno sviluppo verso monte pari a 5 volte la larghezza trasversale della sezione dell'alveo in cui è posizionata la stazione.

4.4.2 Curva di progetto

La curva di progetto indica l'equazione che correla il livello del tirante misurato e la portata transitata in modo univoco. La curva di progetto deve essere verificata in campo con alcune misure di portata dirette. Per le strutture di misura presentate precedentemente, le curve di progetto sono state ricavate da misurazioni svolte in laboratorio.

4.4.3 Misurazione del tirante idraulico

La superficie della corrente immediatamente a monte della struttura di misura non ha un andamento orizzontale per un tratto ben definito. La scelta, quindi, del punto di misura del tirante deve essere fatta nel punto in cui il profilo della corrente ritorna ad essere orizzontale, cioè ritrova il profilo di moto uniforme.

La superficie dell'acqua immediatamente a monte della struttura ha la forma di una curva di richiamo e la pressione non è quindi idrostatica. Forze di attrito più a monte producono una pendenza della superficie dell'acqua verso la struttura. La posizione per la misura del tirante idrico della corrente a monte dovrebbe evitare la zona di richiamo, e non dovrebbe essere troppo a monte da essere influenzata da significative perdite di carico.

Figura 57 - Distanze consigliate per il posizionamento verso monte dell'asta graduata per la misura del tirante in corrispondenza della sezione di misura.

Measuring structure		Location of head measuring section
Thin plate weirs	Triangular notch	$3-4h_{\max}$
	Rectangular notch	$3-4h_{\max}$
Broad crested weirs	Triangular (Crump)	$2H_{\max}$ (from crest line)
	Round nosed	$2-3H_{\max}$
	Rectangular	$2-3H_{\max}$
	Flat V	$10H'$ or $2H_{\max}$ from crest line whichever is the greater
Standing-wave flumes	Rectangular	$3-4h_{\max}$
	Trapezoidal	$1-4h_{\max}^*$
	U-shaped	$1-4h_{\max}^*$
	Parshall	$2/3A^{**}$

4.4.4 Impostazione del livello di riferimento

Una volta sistemata l'asta graduata di misura bisognerà procedere alla verifica del livello zero, livello a cui corrisponde il piano di scorrimento nella sezione di misura.

Impostato il livello sarà necessario periodicamente verificare la corretta posizione dell'asta e la sua verticalità garantendo una precisione di misura costante e confrontabile nel tempo.

4.5 Manutenzione della stazione di misura

La legge che descrive la portata, ottenuta su una struttura di misura realizzata in laboratorio, per essere trasferita su una struttura realizzata in campo richiede l'esistenza e la manutenzione di similitudine tra il modello di laboratorio ed il prototipo realizzato in campo, non solo per quanto riguarda la struttura di misura, ma anche per quanto riguarda la zona di approccio della struttura stessa.

Ad esempio, dragare o compiere dei riporti di materiale solido all'interno della zona di approccio alla struttura di misura, o ancora la crescita di alghe sulla struttura di controllo, cambierà la relazione tra tirante idrico e curva delle portate definita.

Sia la struttura che il canale di approccio devono essere mantenuti liberi da accumulo di detriti, sedimenti e dalla crescita vegetale.

4.6 Misuratori di portata a struttura fissa portatili

I misuratori di portata a struttura fissa portatili trovano spazio in quei casi in cui le portate sono molto modeste, la sezione trasversale dell'asta è piccola e non vale la pena realizzare una struttura fissa. In questi casi anche le misure condotte con mulinelli

sono inesatte per via dei bassissimi livelli in alveo.

In queste condizioni una piastra stramazzo portatile è un dispositivo utile per misurare la corrente.

Lo stramazzo costituito da una forma a "V" centrale a 90° è adatto per la sua precisione per bassi flussi.

La struttura può essere realizzata con una lamiera zincata, o in alluminio, e produrrà un flusso libero con un notevole distacco della vena dalla parete. Lo spessore della piastra

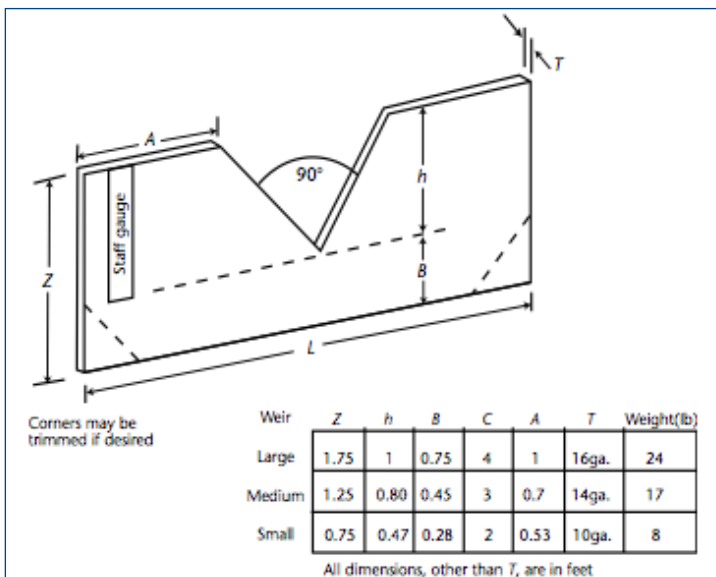


Figura 58 - Dimensioni consigliate per il dimensionamento della lamiera per uno stramazzo portatile

deve variare con le dimensioni dello stramazzo. La Figura 58 mostra le dimensioni consigliate della lamiera.

La riduzione dello spessore della lastra su grandi strutture contribuirà a mantenere la portabilità della struttura stessa. L'intaglio a forma di "V" è tagliato, senza affilatura. Sul lato di monte e di valle si posiziona una tela col compito di impedire perdite sotto o intorno allo stramazzo.

L'equazione generale di flusso su un tagliente stramazzo triangolare con 90 gradi tacca è:

$$Q = Ch^{5/2}$$

dove Q = portata, in metri cubi al secondo; h = pressione statica, in metri, e C = coefficiente di scarico.

4.6.1 Misuratore portatile Parshall

Il misuratore portatile Parshall è utile per misurare la portata in fondali molto bassi caratterizzati da velocità ridotte. Lo standard Parshall è costituito da una sezione convergente, una gola e una sezione divergente. Il fondo della struttura convergente di monte è a livello sia longitudinalmente che trasversalmente, quando in posizione.

La versione di canale artificiale portatile studiato e realizzato dal USGS è una versione modificata del canale artificiale di serie Parshall. La modifica consiste principalmente nella rimozione della sezione a valle, che riduce il peso del canale e rende più facile l'installazione. Tuttavia, poiché non ha sezione a valle può essere utilizzato solo per misurare il flusso dove il rapporto di sommersione è 0,6 o minore.

Dopo aver posizionato il misuratore si aspetta che il flusso all'interno della struttura si stabilizzi prima della lettura. Dopo che il flusso si è stabilizzato le letture degli indicatori sono prese a circa mezzo minuto di intervallo, per circa 3 minuti.

L'equazione di base per la valutazione della portata è:

$$Q = Cbh^{3/2}$$

dove Q = è la portata; C = coefficiente adimensionale di scarico; b = larghezza della sezione di gola, h = lettura livello idrico.



Nella Figura 59, si osserva il misuratore Parshall modificato in funzione in un corso d'acqua caratterizzato da una sezione trasversale inferiore al metro e con tirante inferiore ai 10 cm.

Figura 59 - Misuratore Parshall modificato dal USGS.



Figura 60 - Misuratore Parshall modificato dal USGS.

Infine la Figura 60 mostra in dettaglio il misuratore Parshall modificato.

4.7 Interferenze delle stazioni di misura con la fauna ittica

Per garantire un corretto inserimento delle stazioni di misura all'interno dell'habitat fluviale, è necessario impedire che si venga a creare un'interruzione longitudinale del corso d'acqua che andrebbe a ostacolare i fisiologici spostamenti della fauna ittica inerenti all'attività di alimentazione, esplorazione, sosta, rifugio e riproduzione.

Le stazioni devono essere quindi progettate considerando le due principali variabili che influenzano lo spostamento e in particolare la risalita dei pesci lungo il corso d'acqua:

- velocità della corrente;
- altezze dei salti di fondo.

Le velocità all'interno della stazione non dovranno essere eccessivamente elevate da impedire la risalita dei pesci. Il valore massimo di velocità di deflusso fissato in letteratura è di 2 m/s (DVWK, 1996).

Per garantire gli spostamenti della fauna ittica, in particolare la possibilità di risalire il corso d'acqua, è fondamentale progettare le stazioni in modo da non creare salti di fondo particolarmente elevati, la cui altezza non deve superare 10 cm (DVWK, 1996).

4.8 Conclusioni

Le modalità speditive proposte per il controllo dei rilasci a valle di opere di derivazione idroelettriche, sono quelle che meglio si adattano al territorio valdostano, caratterizzato da corsi d'acqua estremamente differenti tra loro a seconda della posizione geografica in cui si trovano.

Individuato il sito ottimale in cui installare la stazione di misura, essa dovrà essere progettata nel dettaglio per meglio adattarsi alle caratteristiche morfometriche e ambientali del corso d'acqua prescelto.

Le soluzioni tecniche proposte hanno l'obiettivo di essere facilmente realizzabili con bassi costi di costruzione e gestione a fronte di una misura attesa estremamente precisa.

5. BIBLIOGRAFIA

- CIRF (2006) “La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio”. Mazzanti Editori, Venezia.
- Clemmens A.J., Wahl T.L., Bos M.G., Reploge J.A. (1984) “Potenziale idroelettrico residuo in Italia Water Measurement with Flumes and Weirs”
- DVWK, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (1996) *Fischaufstiegsanlagen- Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*. DVWK-Merkblatt 232/1996.
- Ghetti P. (1997) *Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso, I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell’Ambiente, Trento.
- Regione Valle d’Aosta, assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche, Dipartimento territorio, ambiente e opere pubbliche (2006) *Piano di tutela delle acque*. Musumeci, Aosta.
- WMO, Manual on stream gauging (No.1044 – 2010)



A L L E G A T I

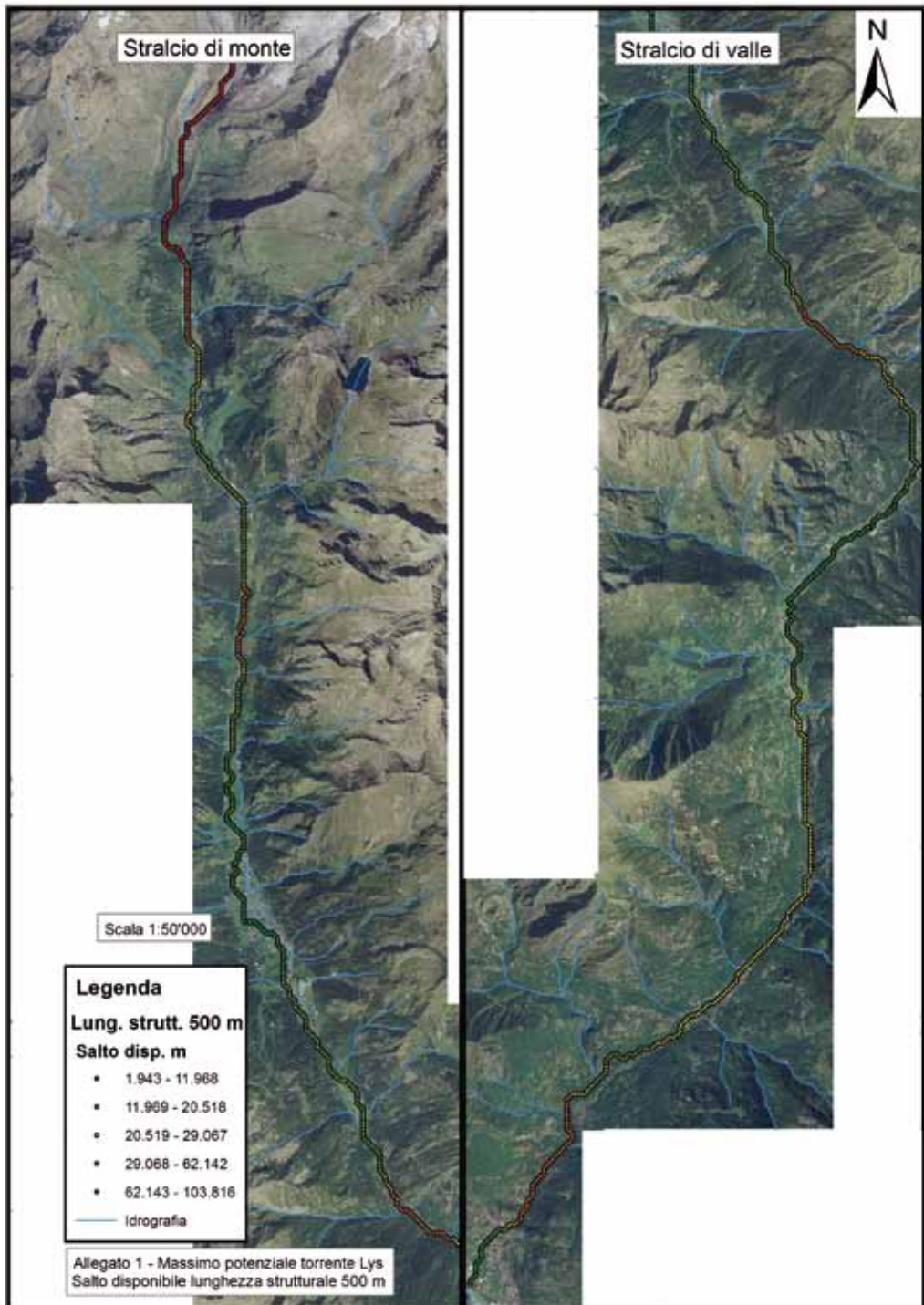
ANNESSE A - RISULTATI

Negli allegati successivi sono presentati, per ogni bacino studio, i risultati di salto disponibile, la potenza installabile e la produzione media annua attesa al variare delle tre lunghezze strutturali prese in considerazione (500 m, 1000 m e 2000 m) nelle ipotesi di massimo potenziale e nell'ipotesi di potenziale residuo.

In ogni rappresentazione grafica, i valori della variabile considerata (salto disponibile, potenza installabile o produzione attesa) sono graficizzati con una scala cromatica che varia dal verde (valore della variabile basso) al rosso (valore massimo della variabile in esame).

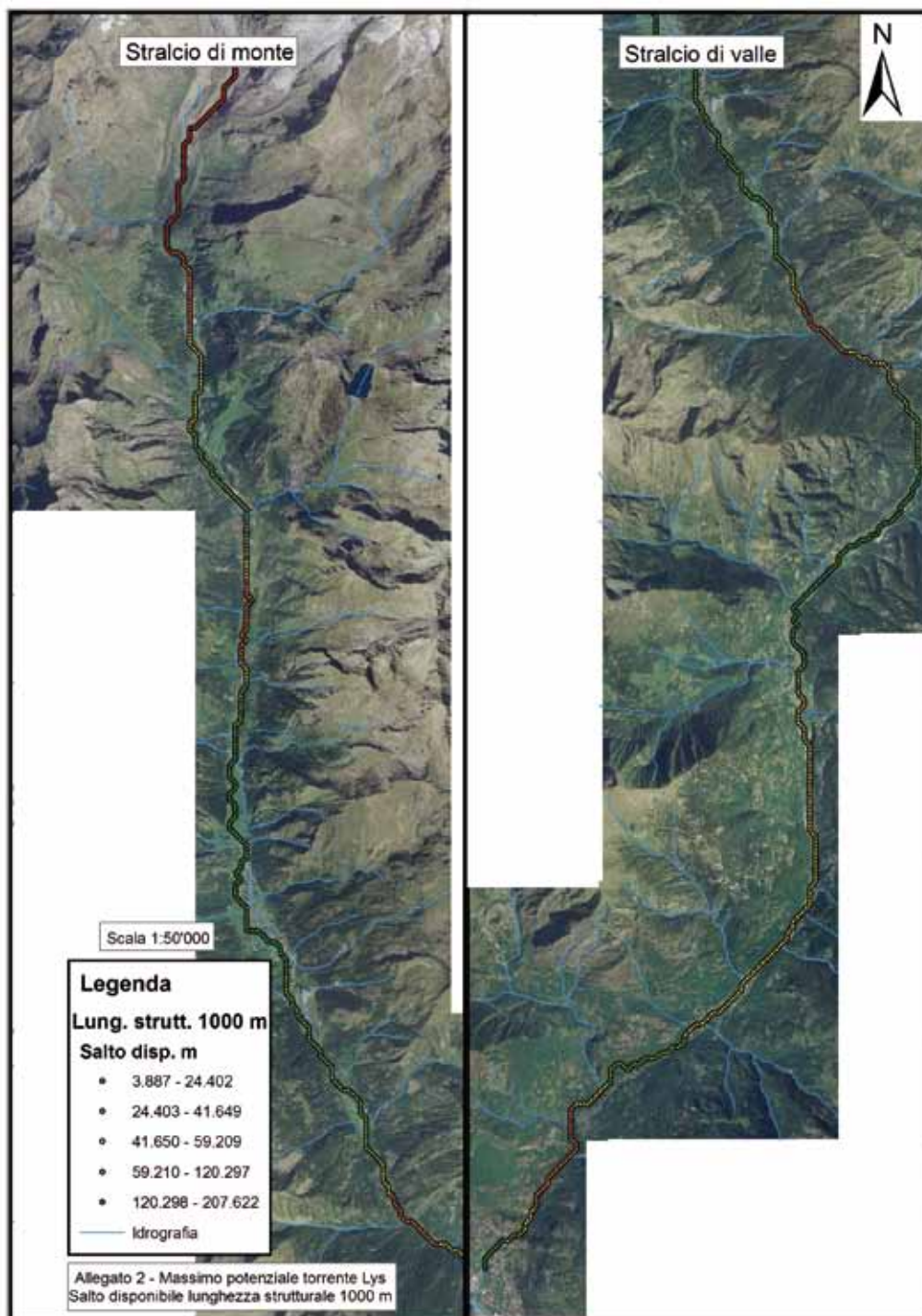
Ogni pallino di colore variabile da verde a rosso, indica il punto ipotetico di inserimento di un'opera di presa. La relativa centrale di produzione si troverà a valle della presa ad una distanza pari alla lunghezza strutturale. Il locale centrale non viene mai indicato in quanto reputato non necessario dal modello numerico.

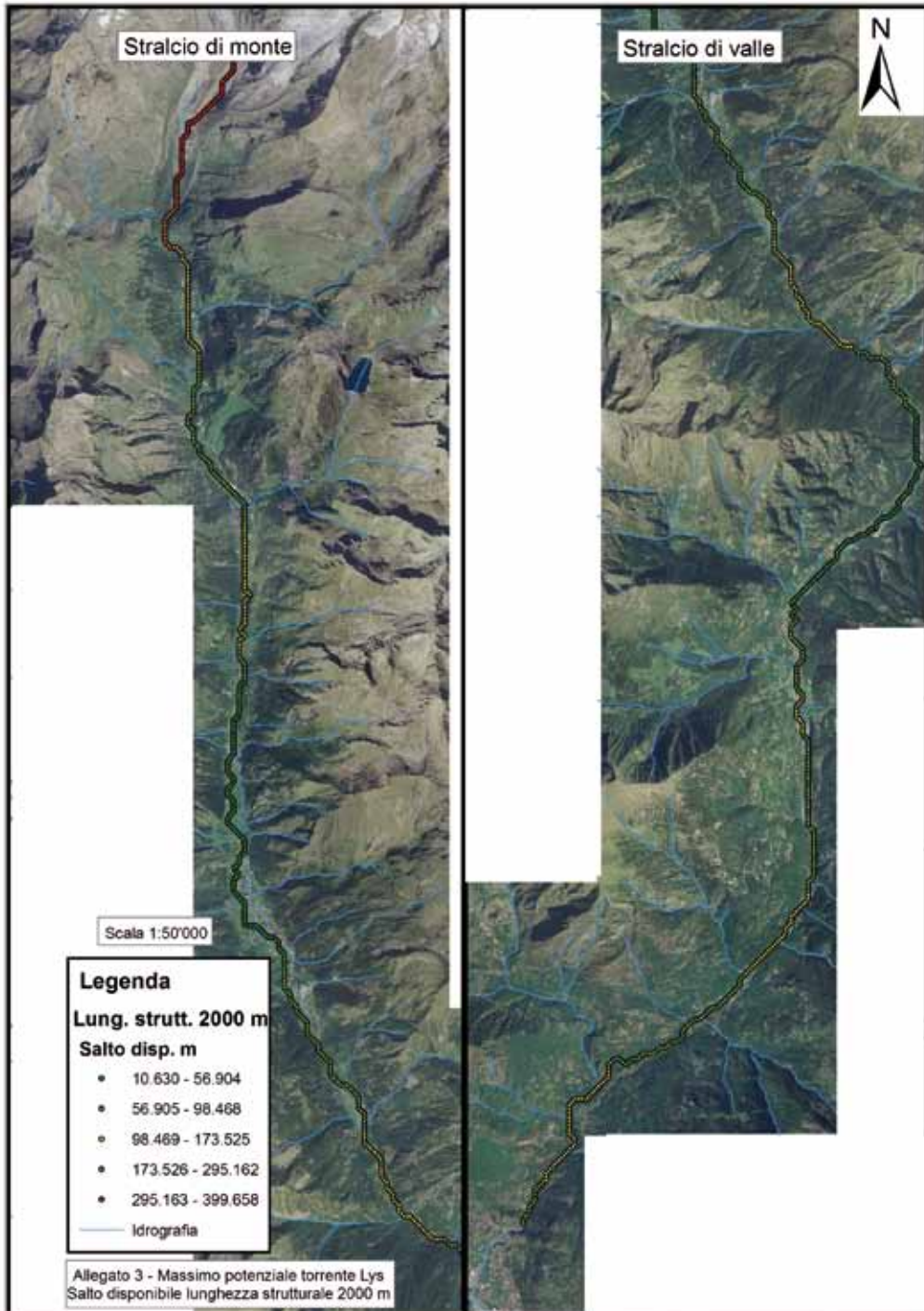




ALLEGATO 2

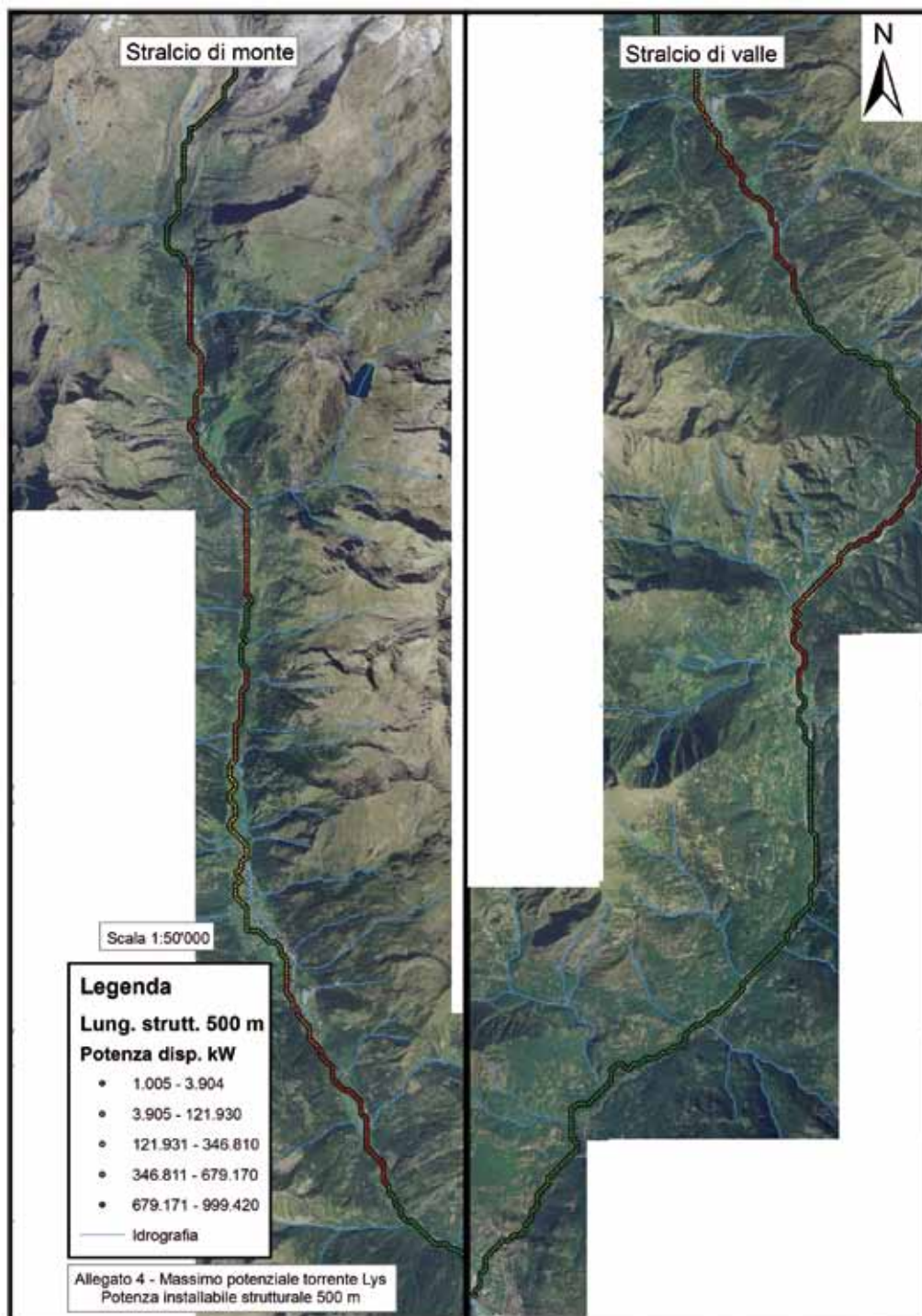
Massimo potenziale Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m

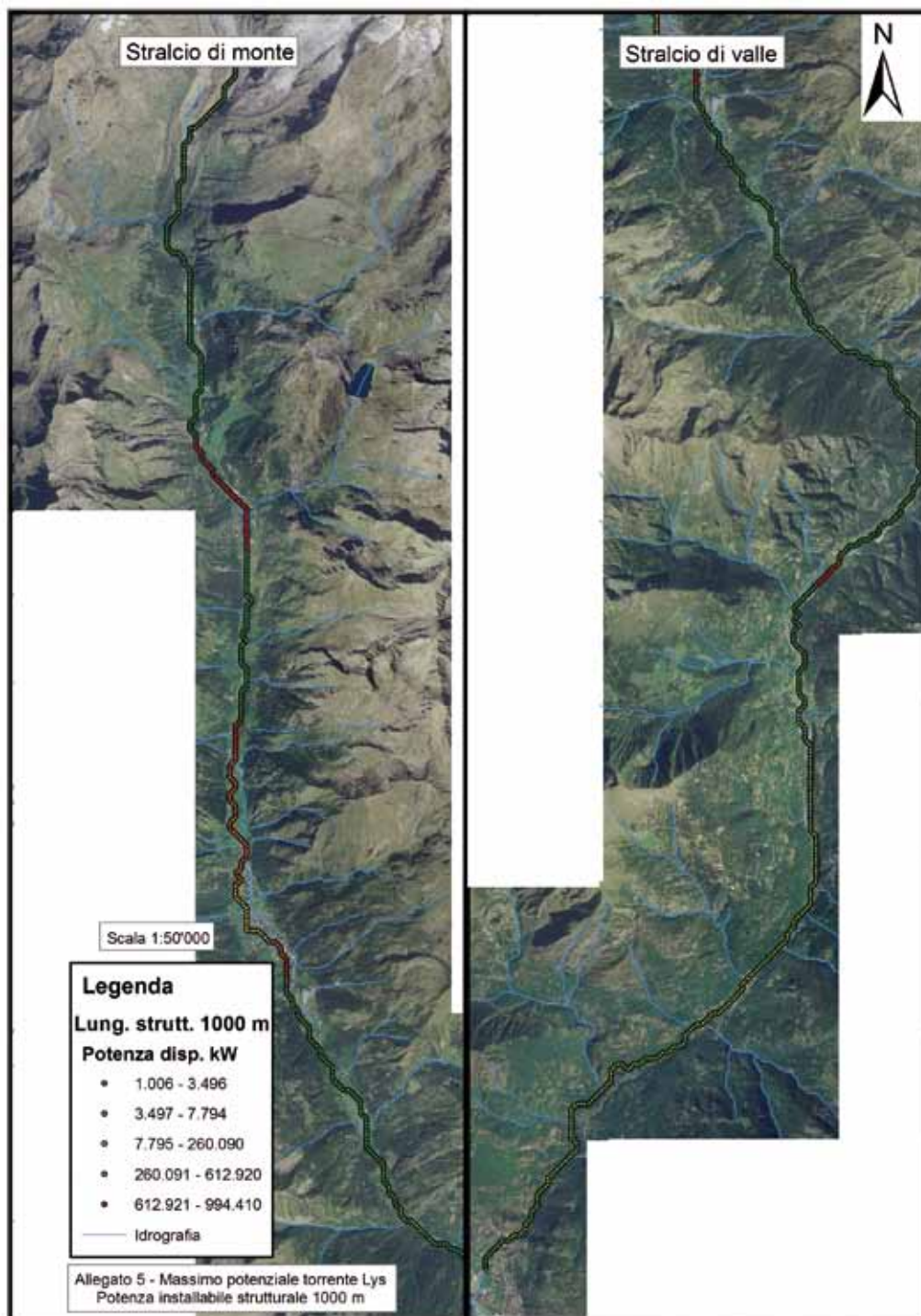




ALLEGATO 4

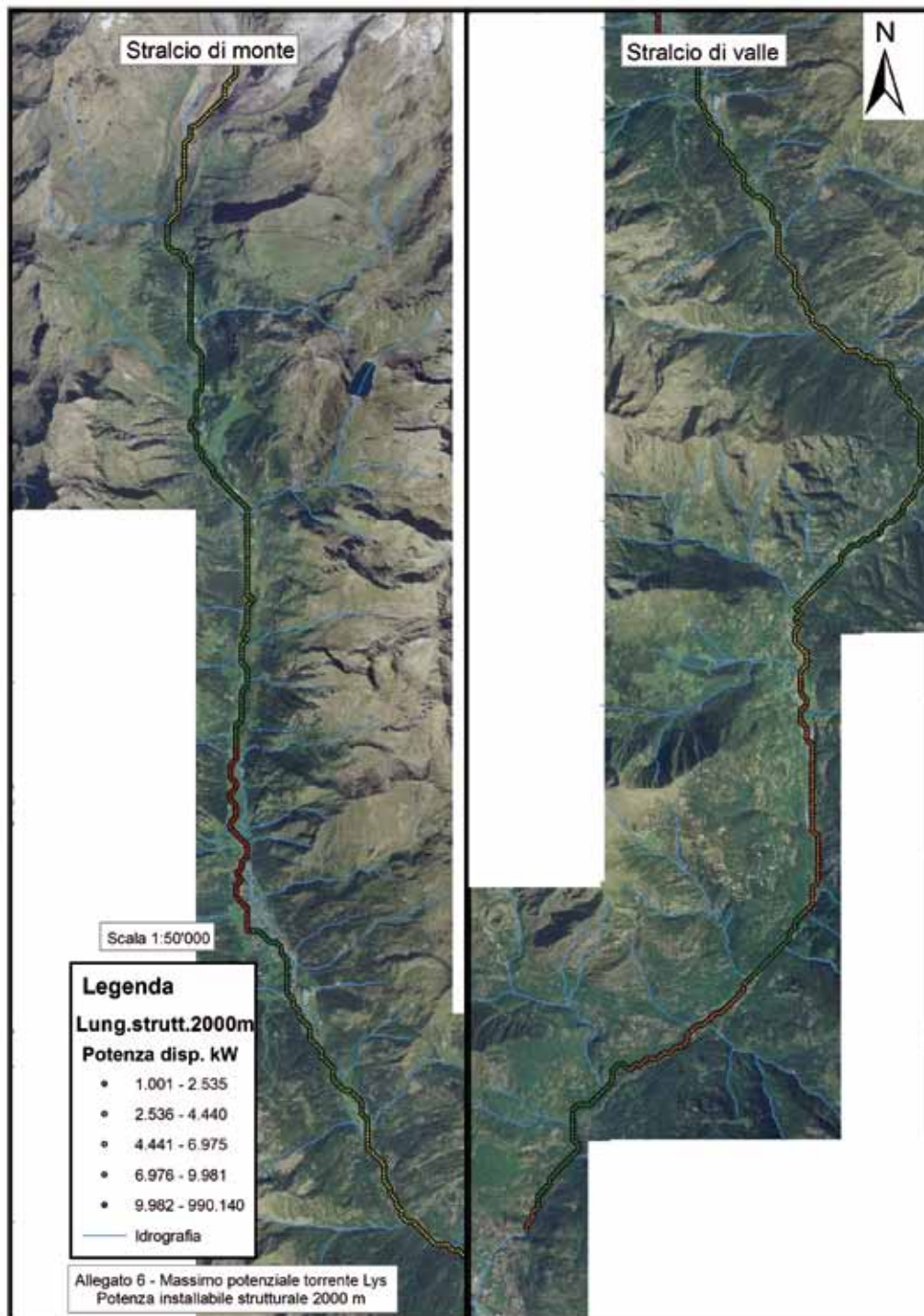
Massimo potenziale Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m

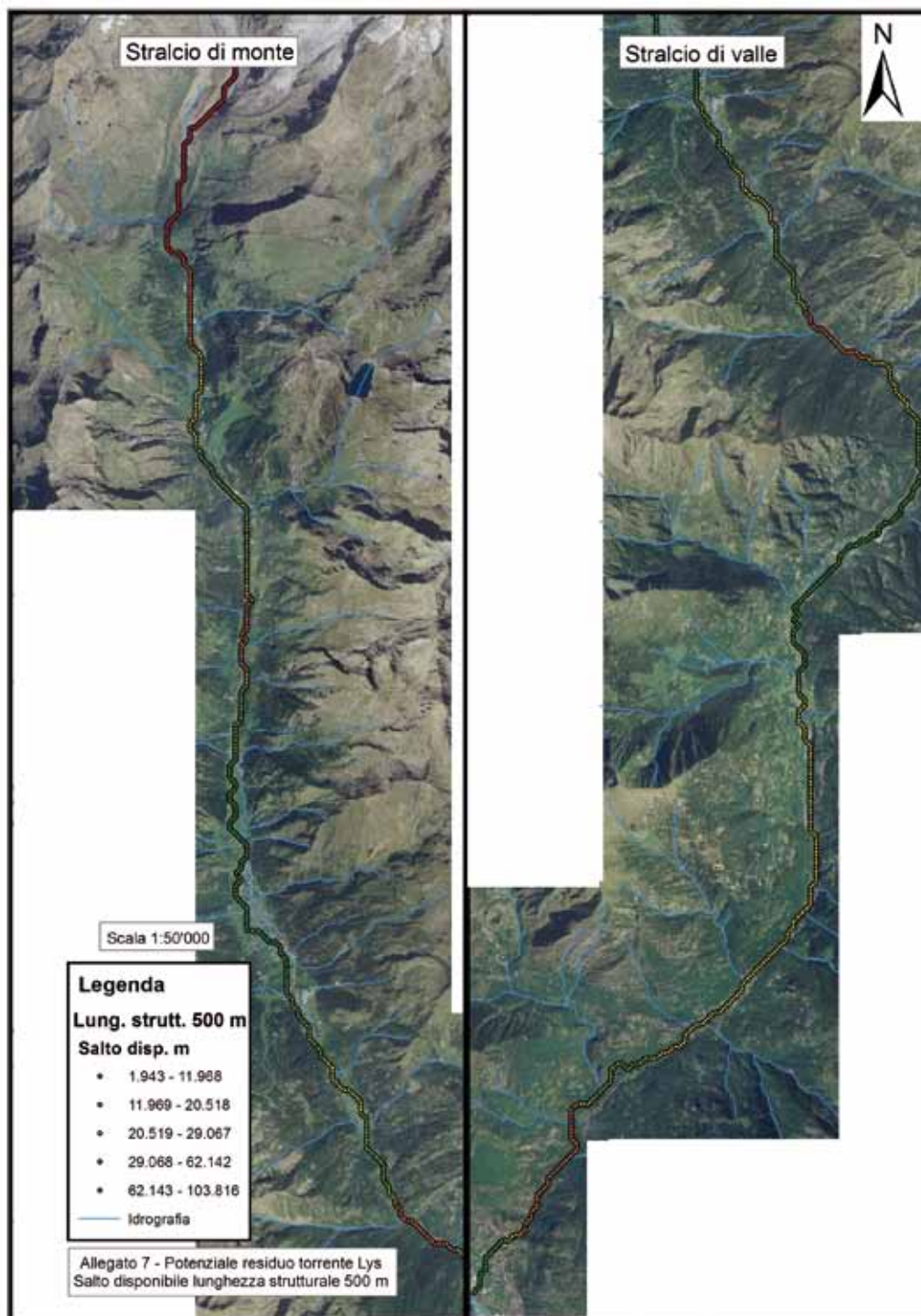




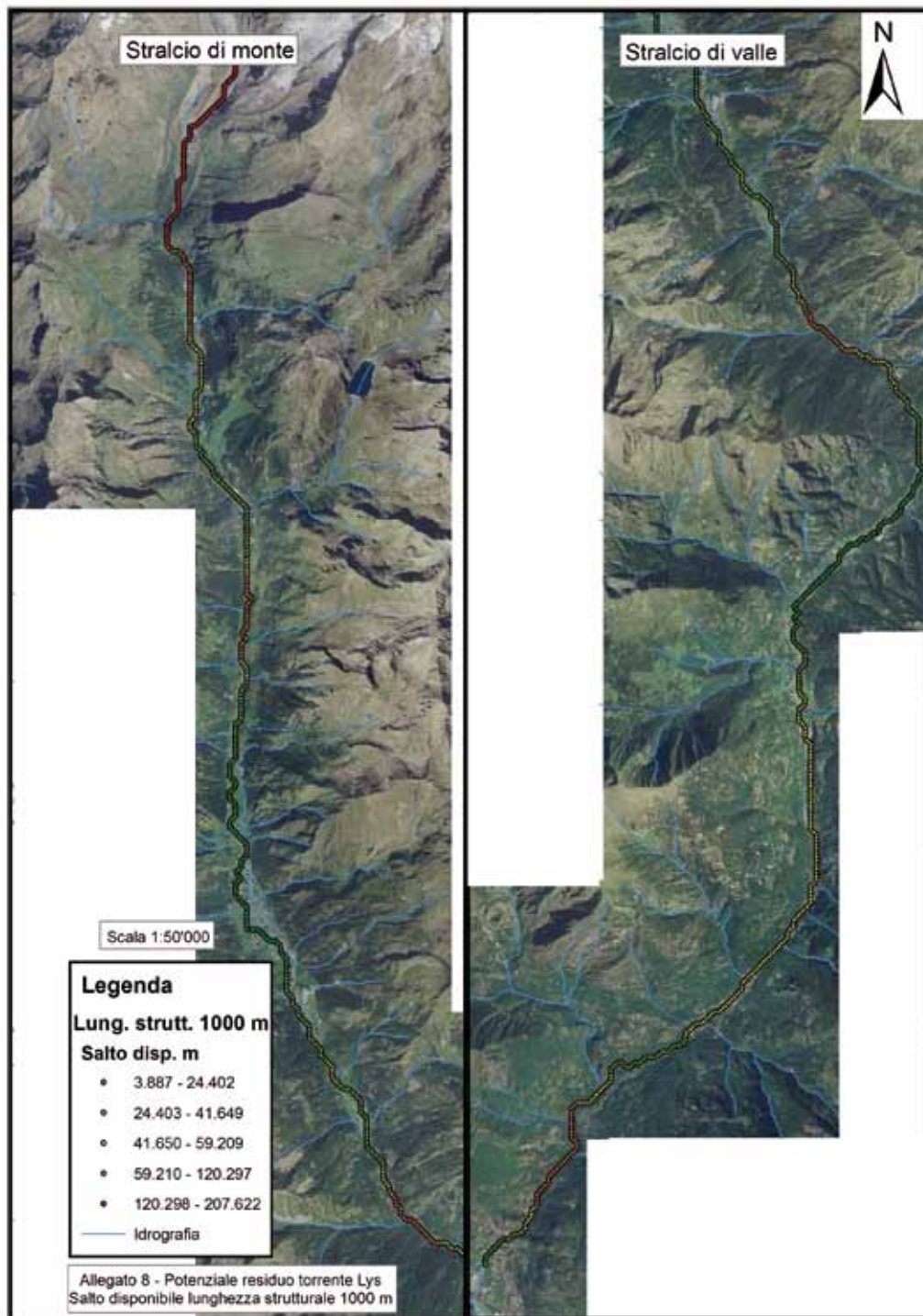
ALLEGATO 6

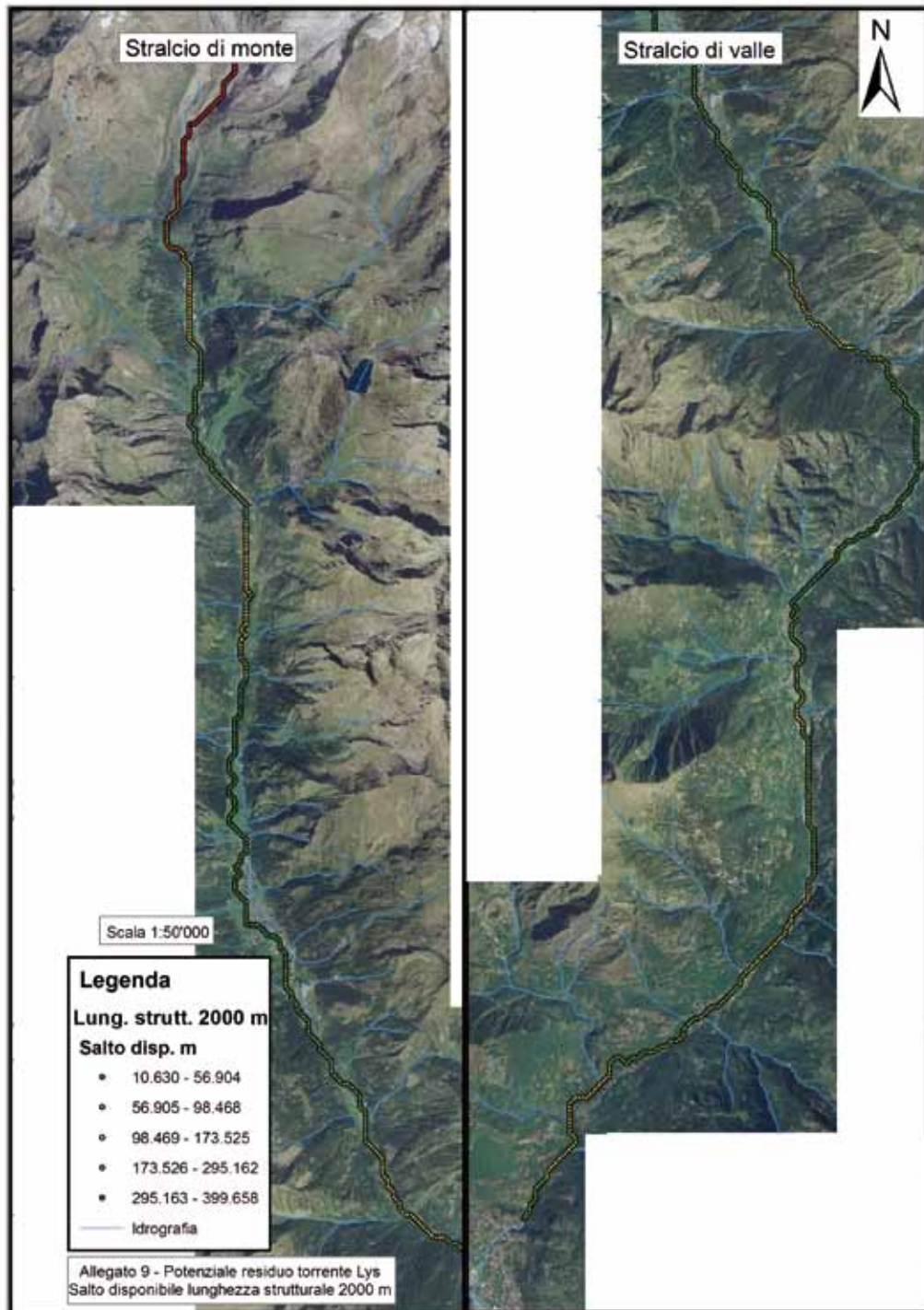
Massimo potenziale Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m





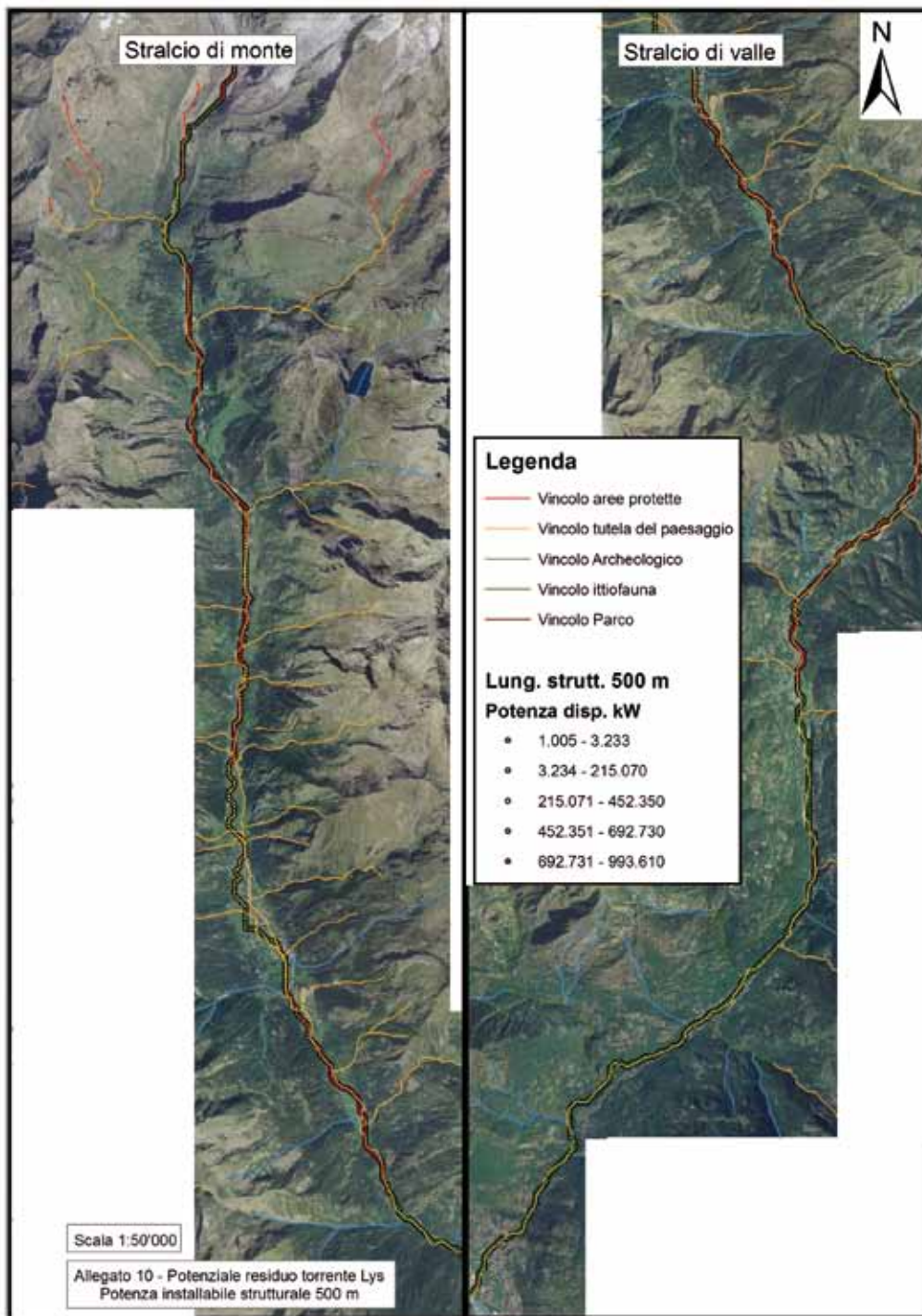
ALLEGATO 8
Potenziale residuo Lys, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m

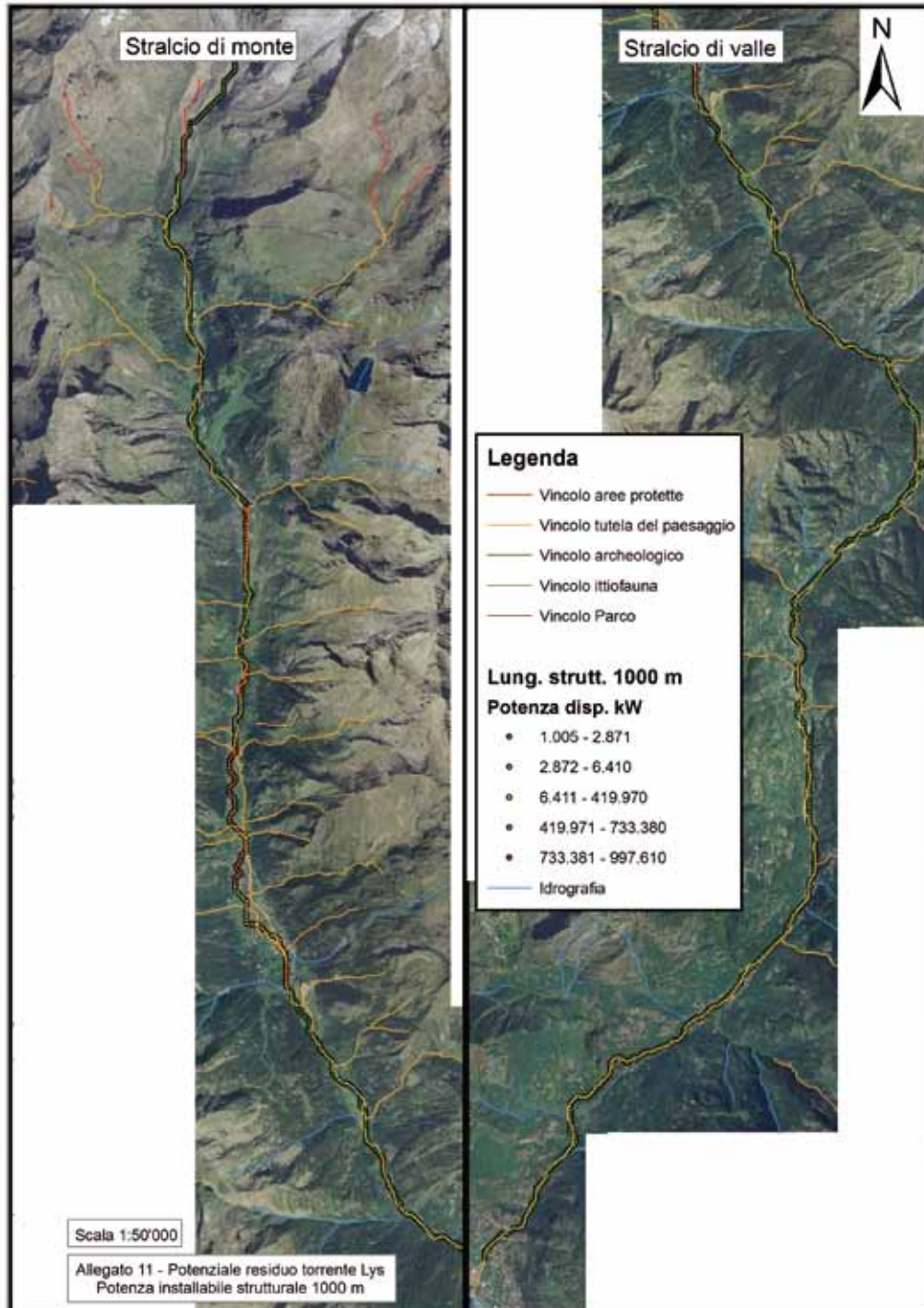




ALLEGATO 10

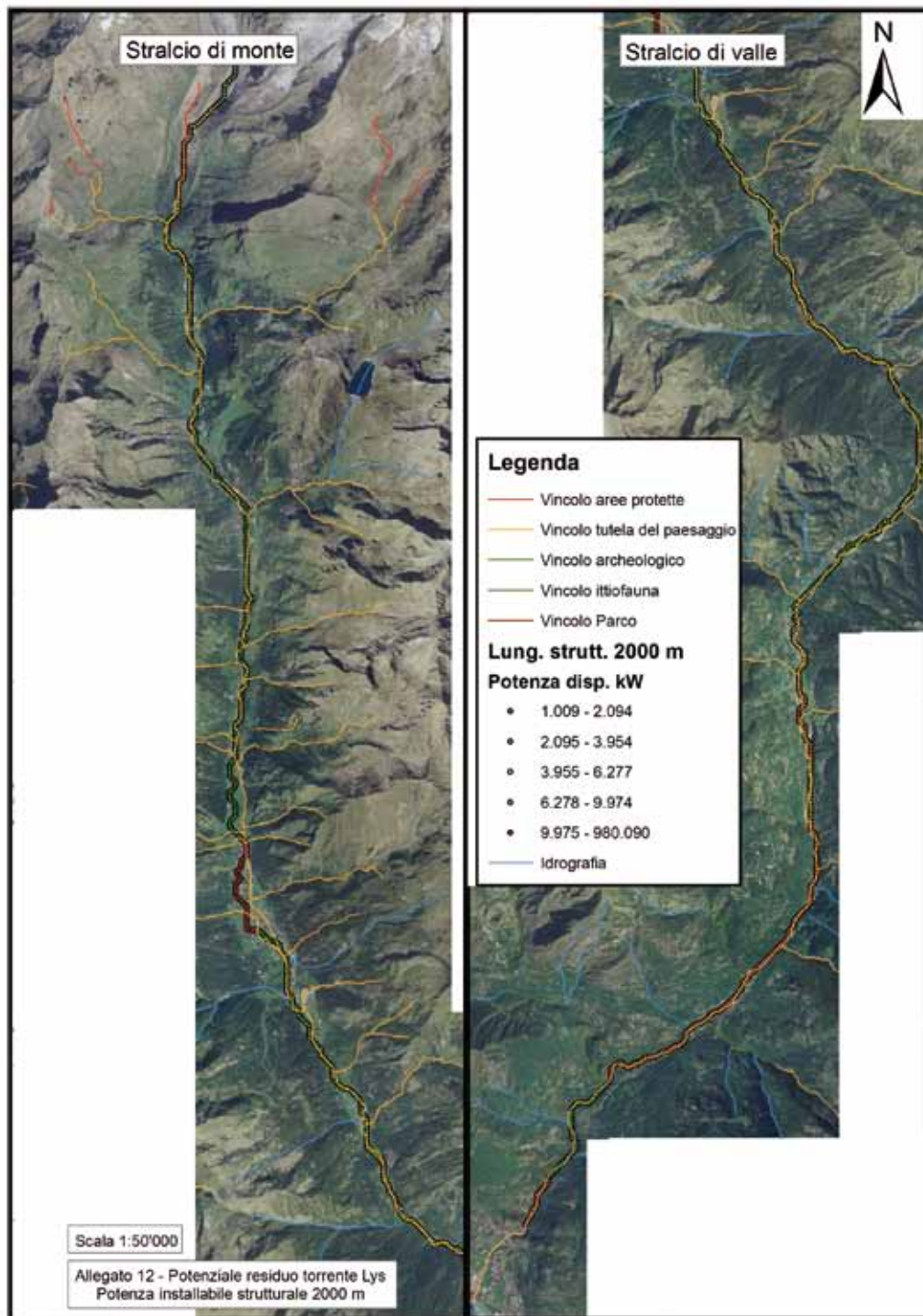
Potenziale residuo Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m

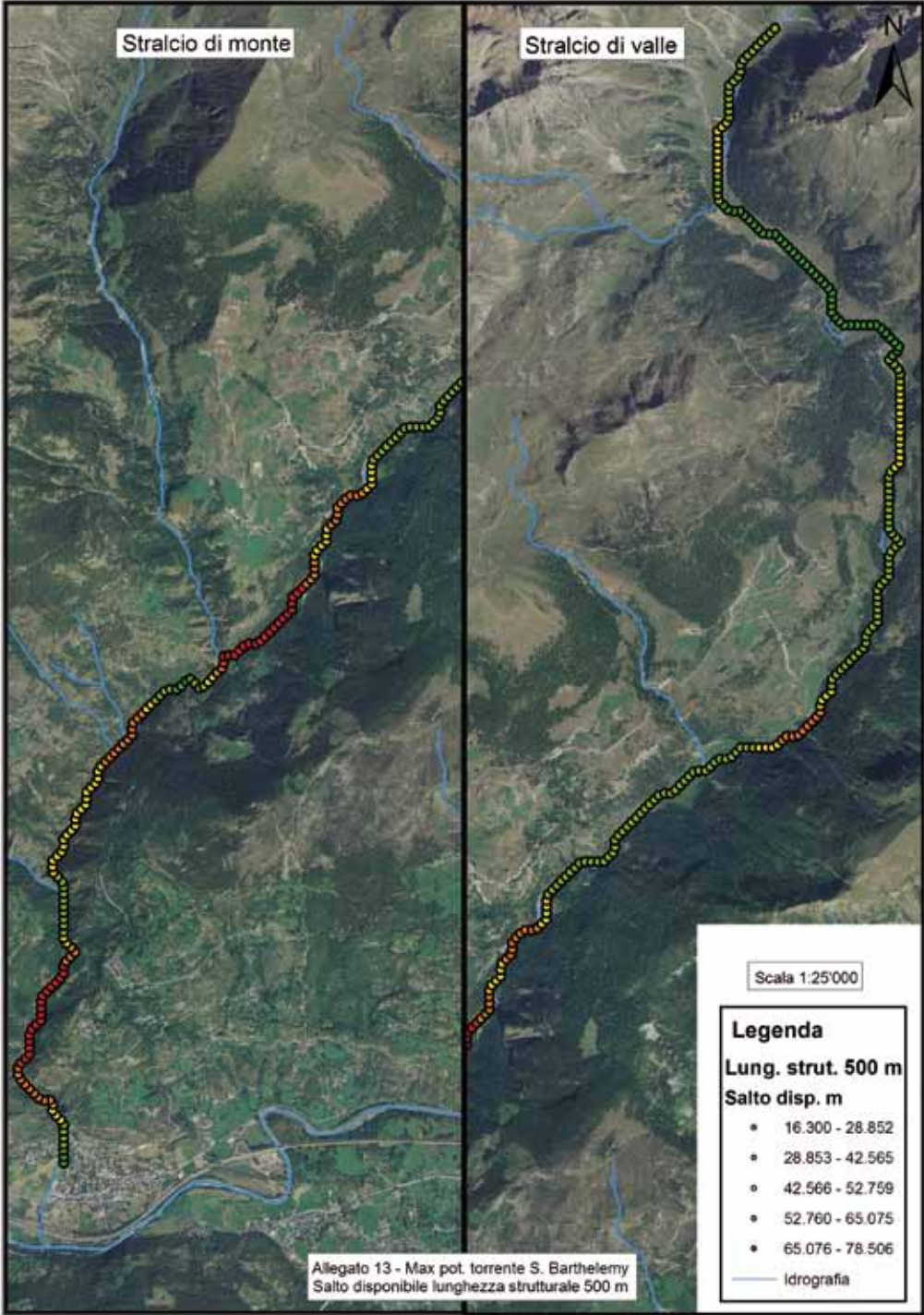




ALLEGATO 12

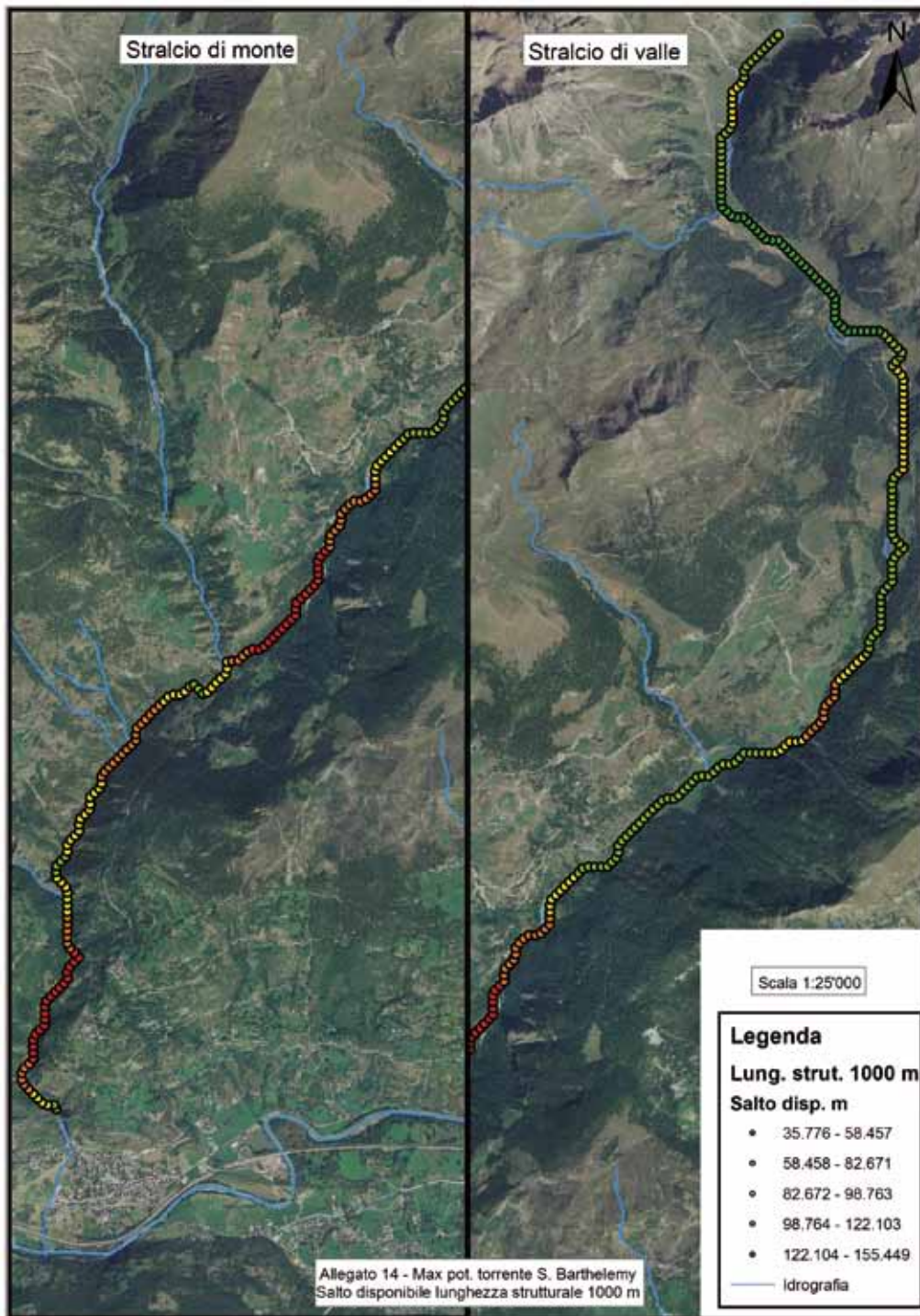
Potenziale residuo Lys, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m

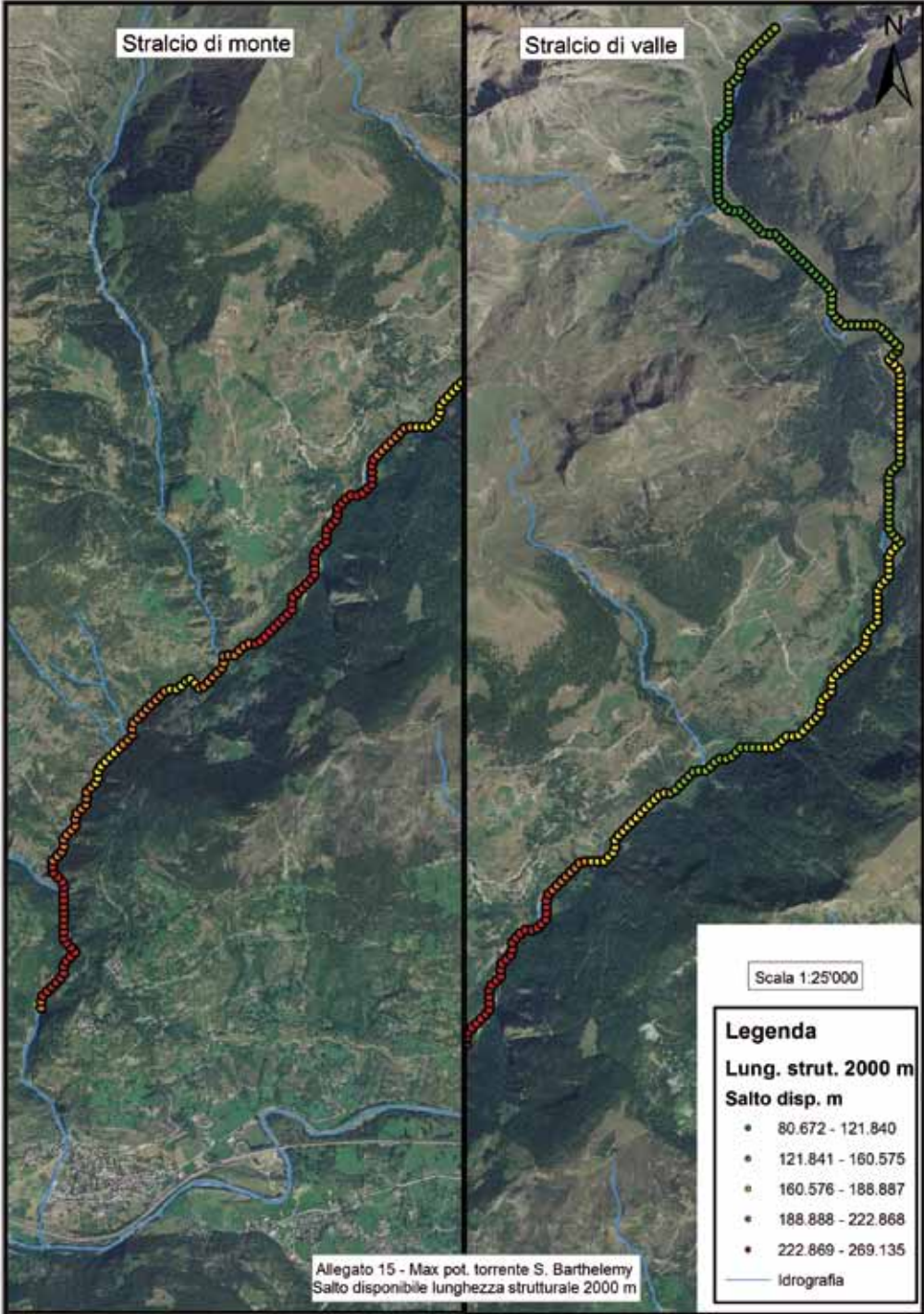




ALLEGATO 14

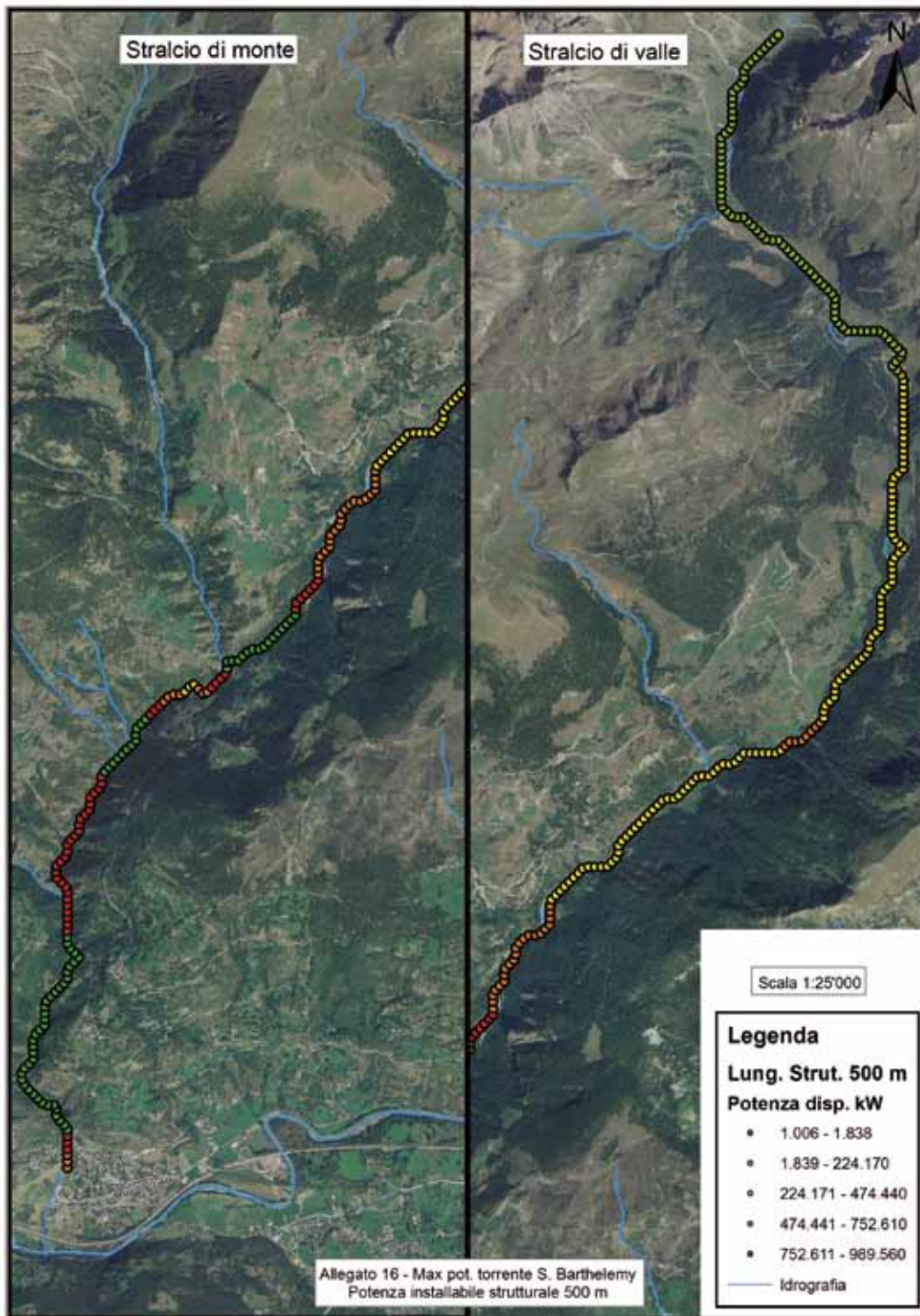
Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m

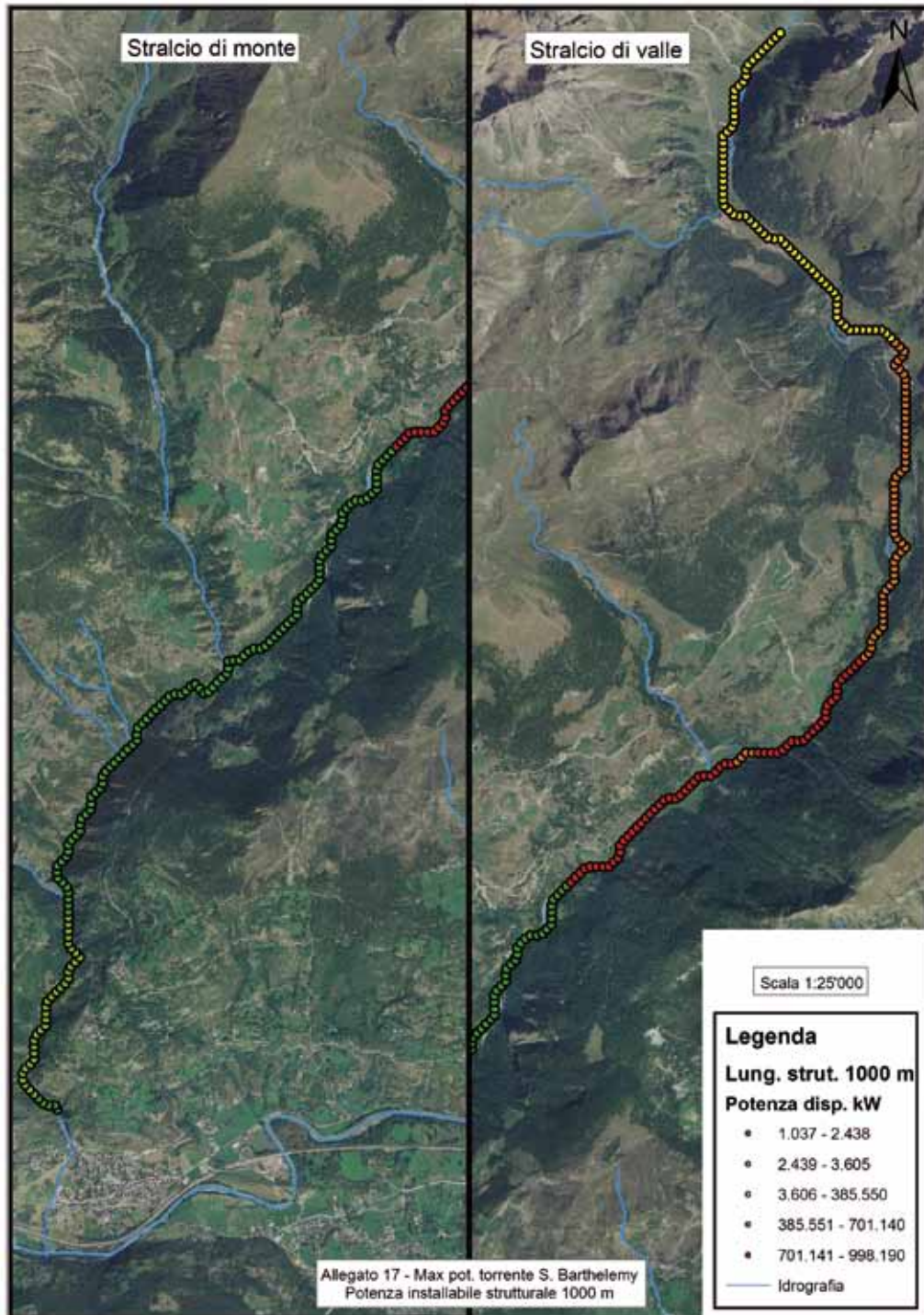




ALLEGATO 16

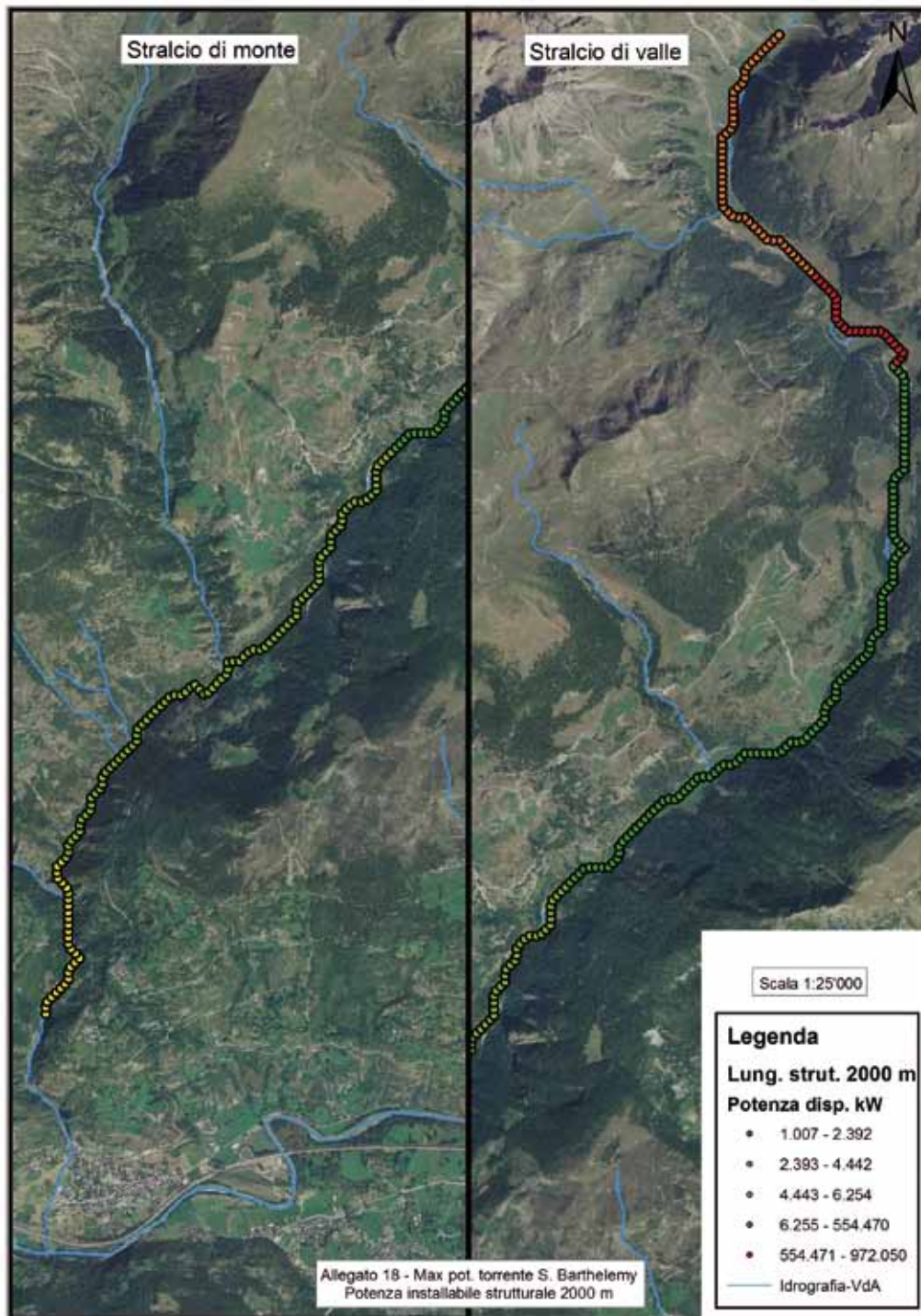
Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m

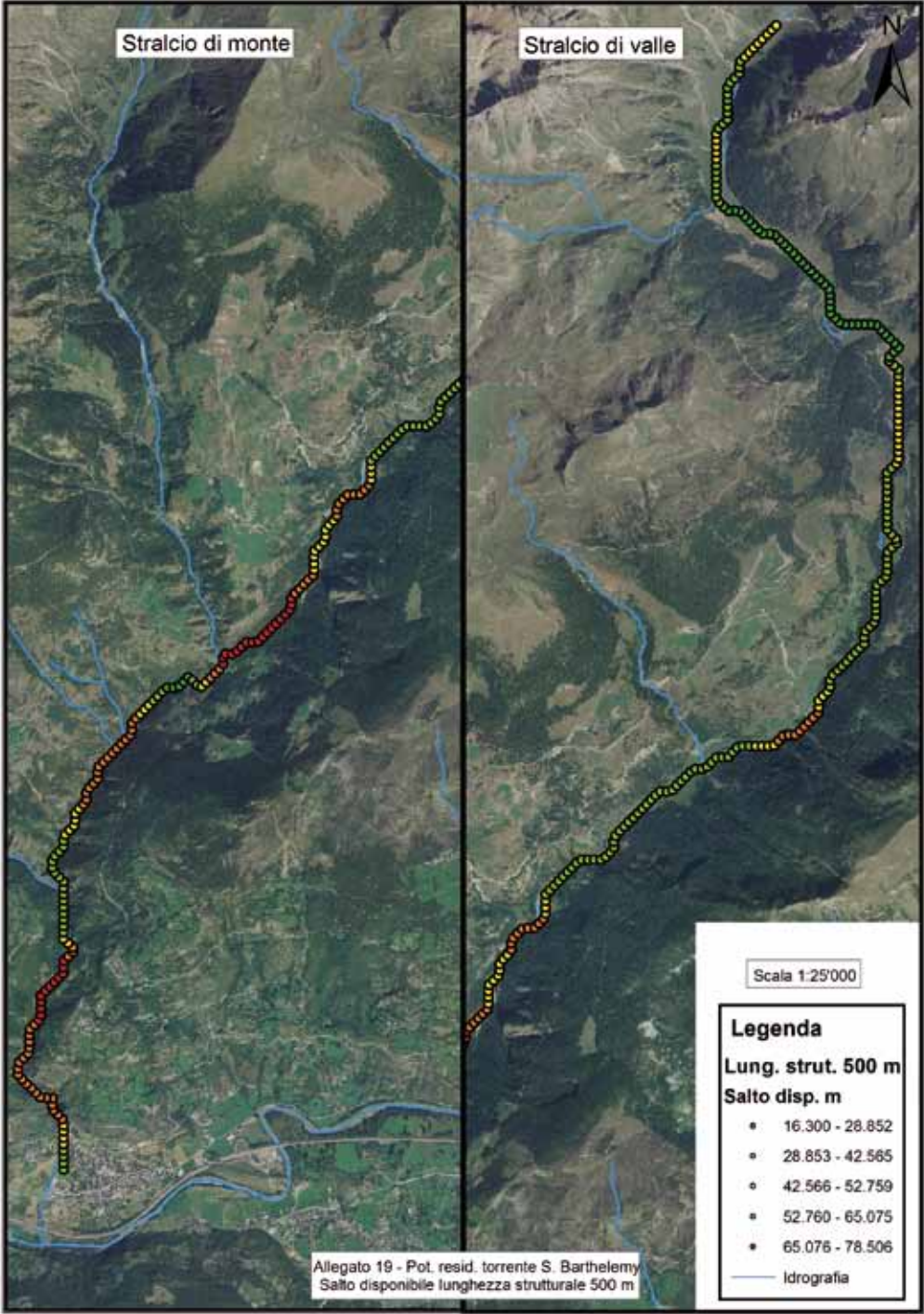




ALLEGATO 18

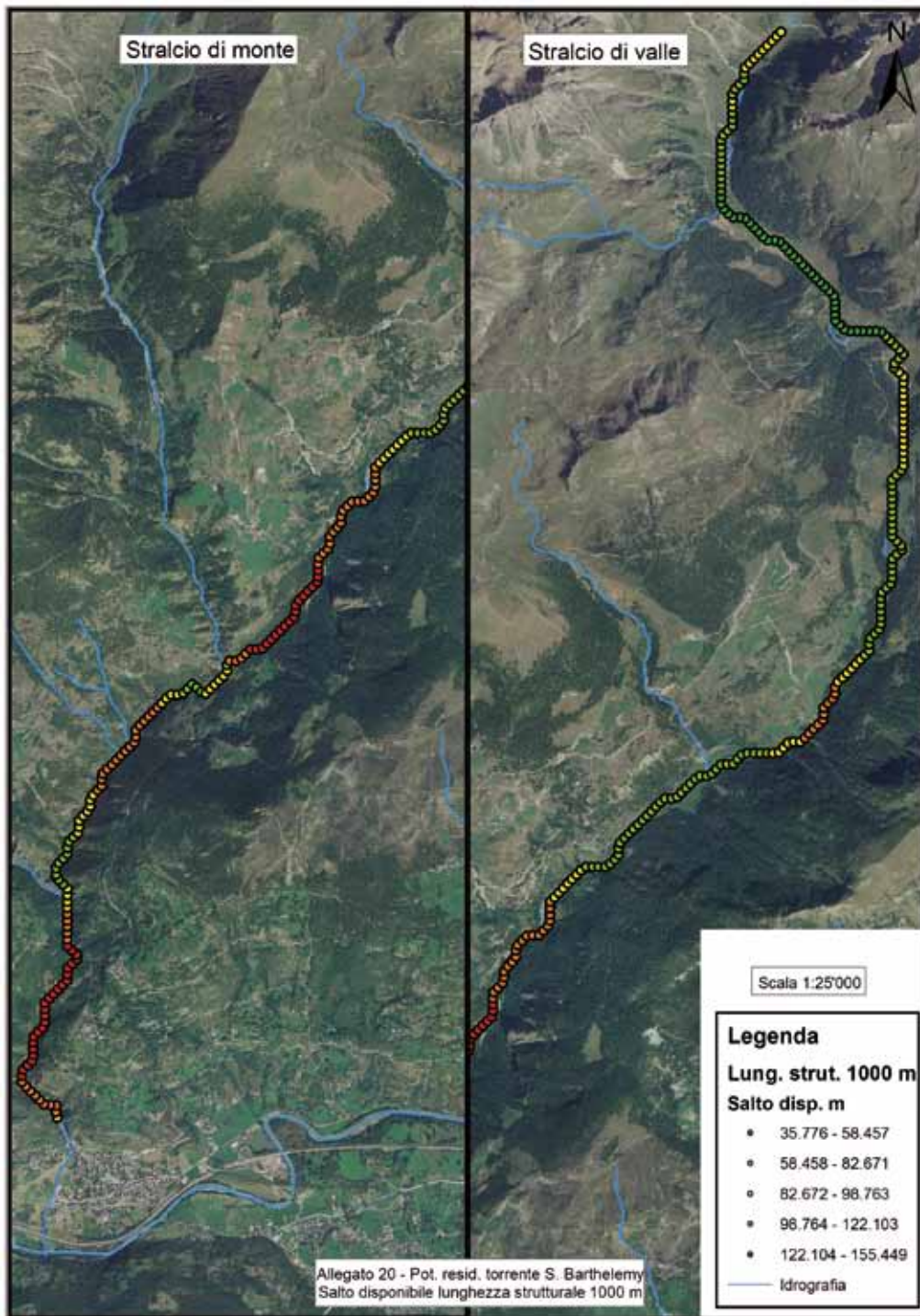
Massimo potenziale torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m

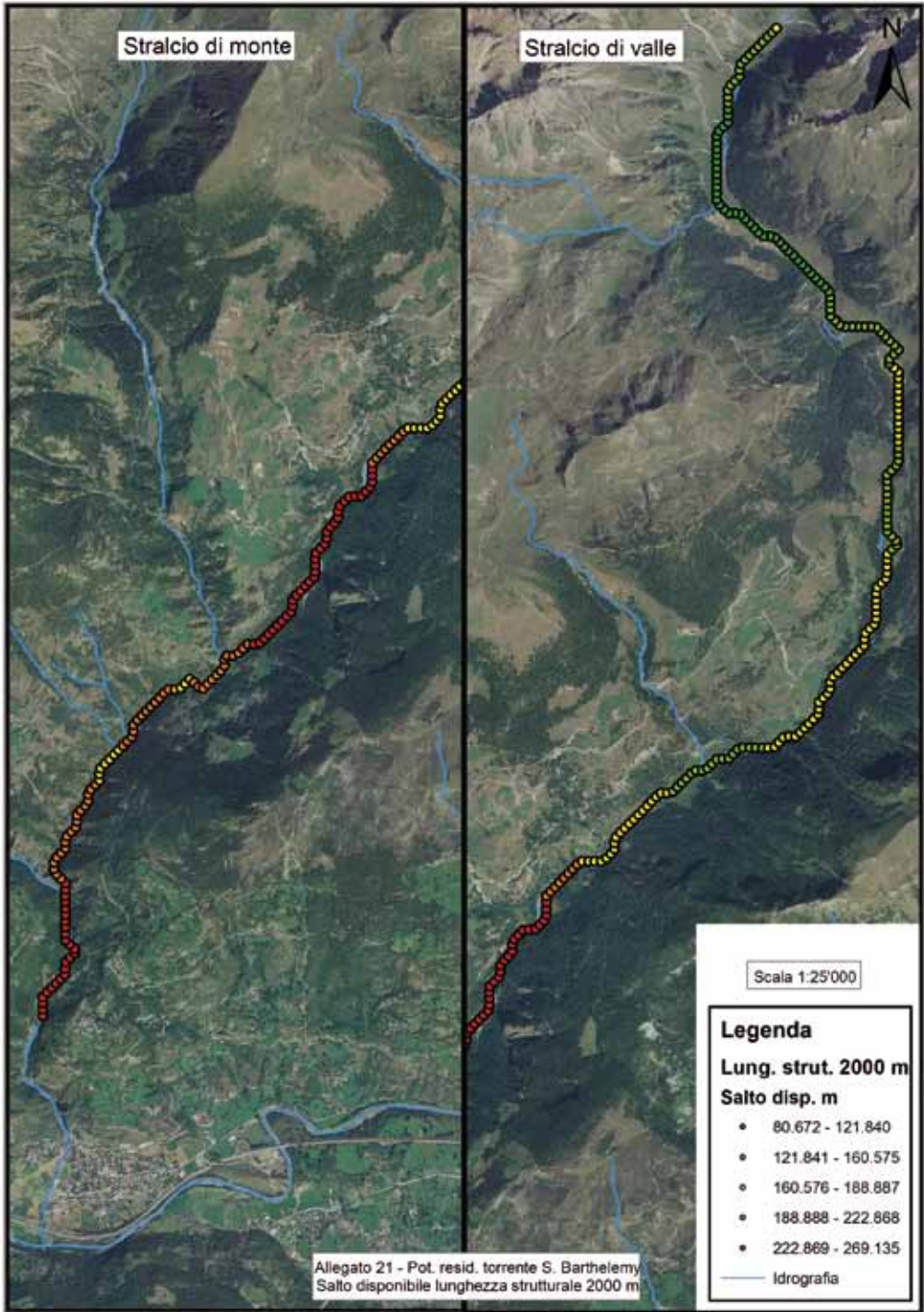




ALLEGATO 20

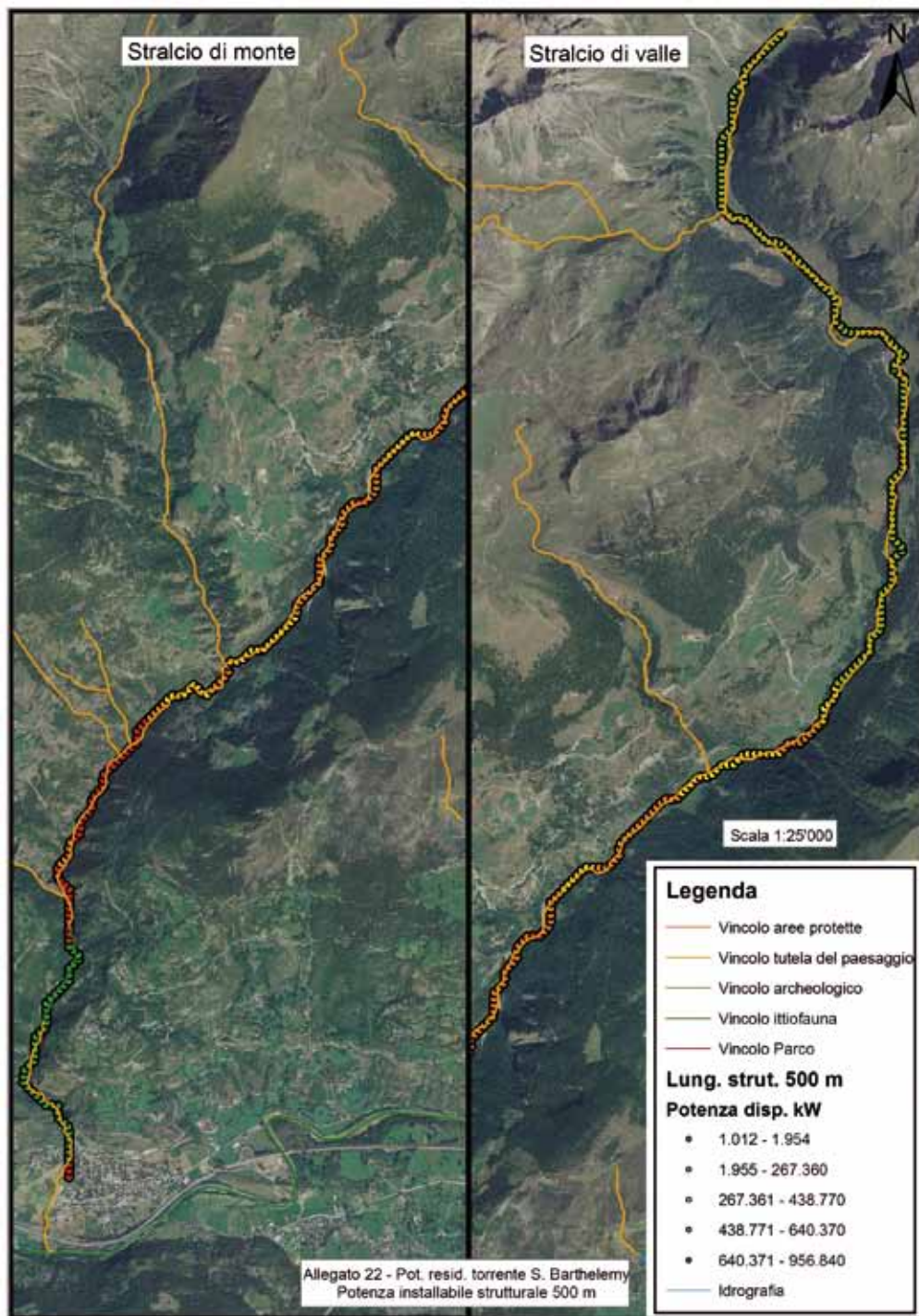
Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, salto disponibile lunghezza strutturale 1000 m

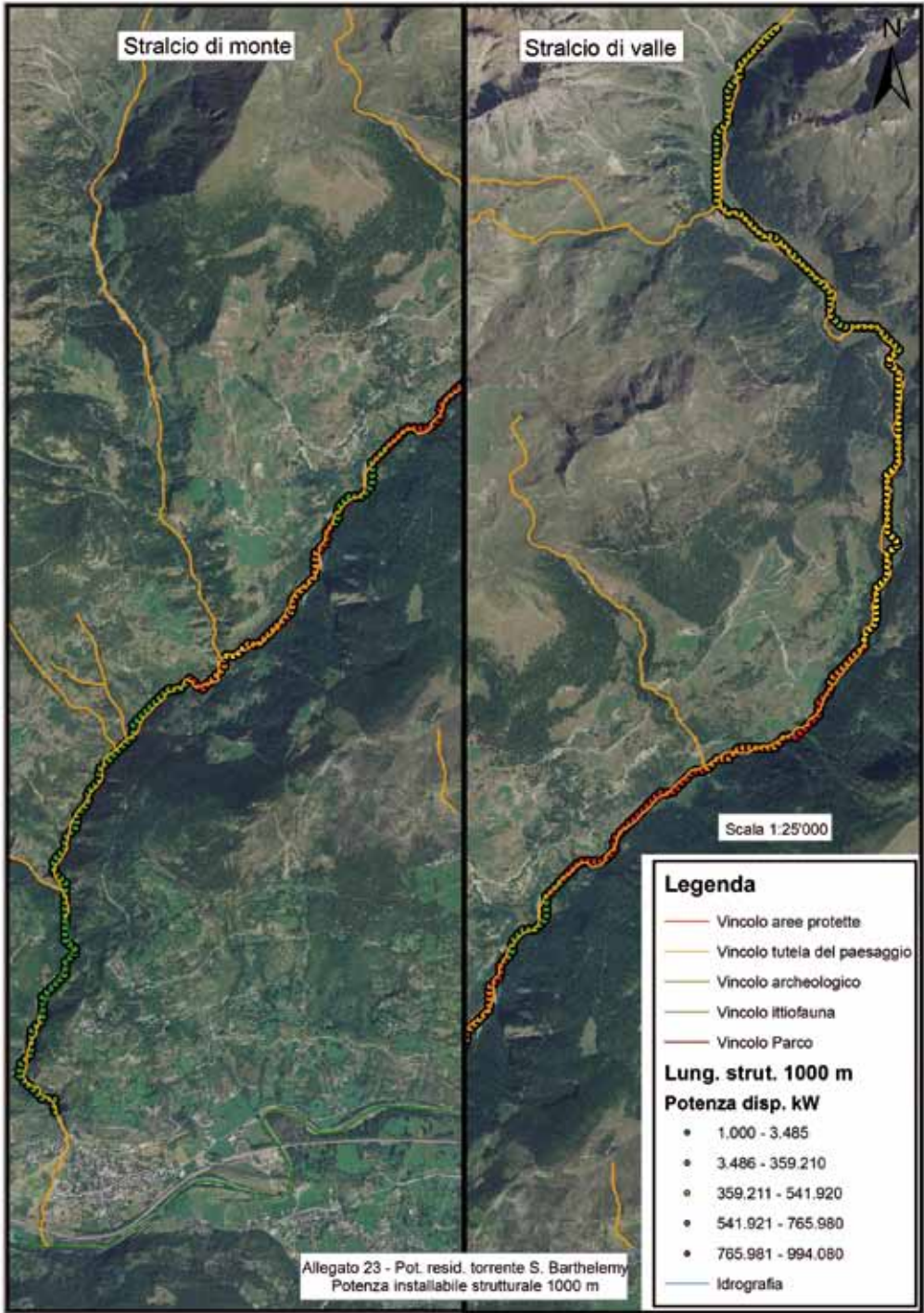




ALLEGATO 22

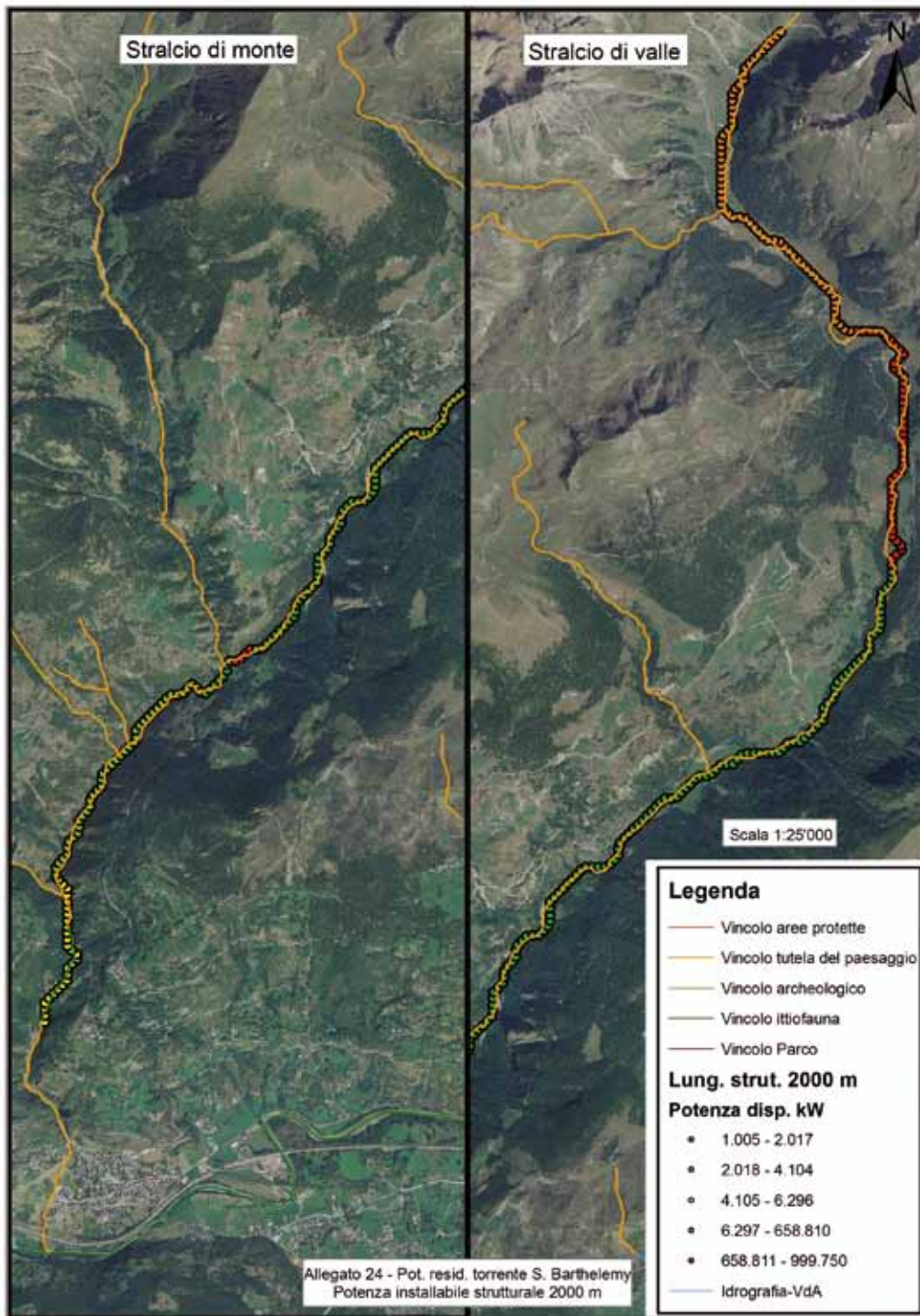
Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m

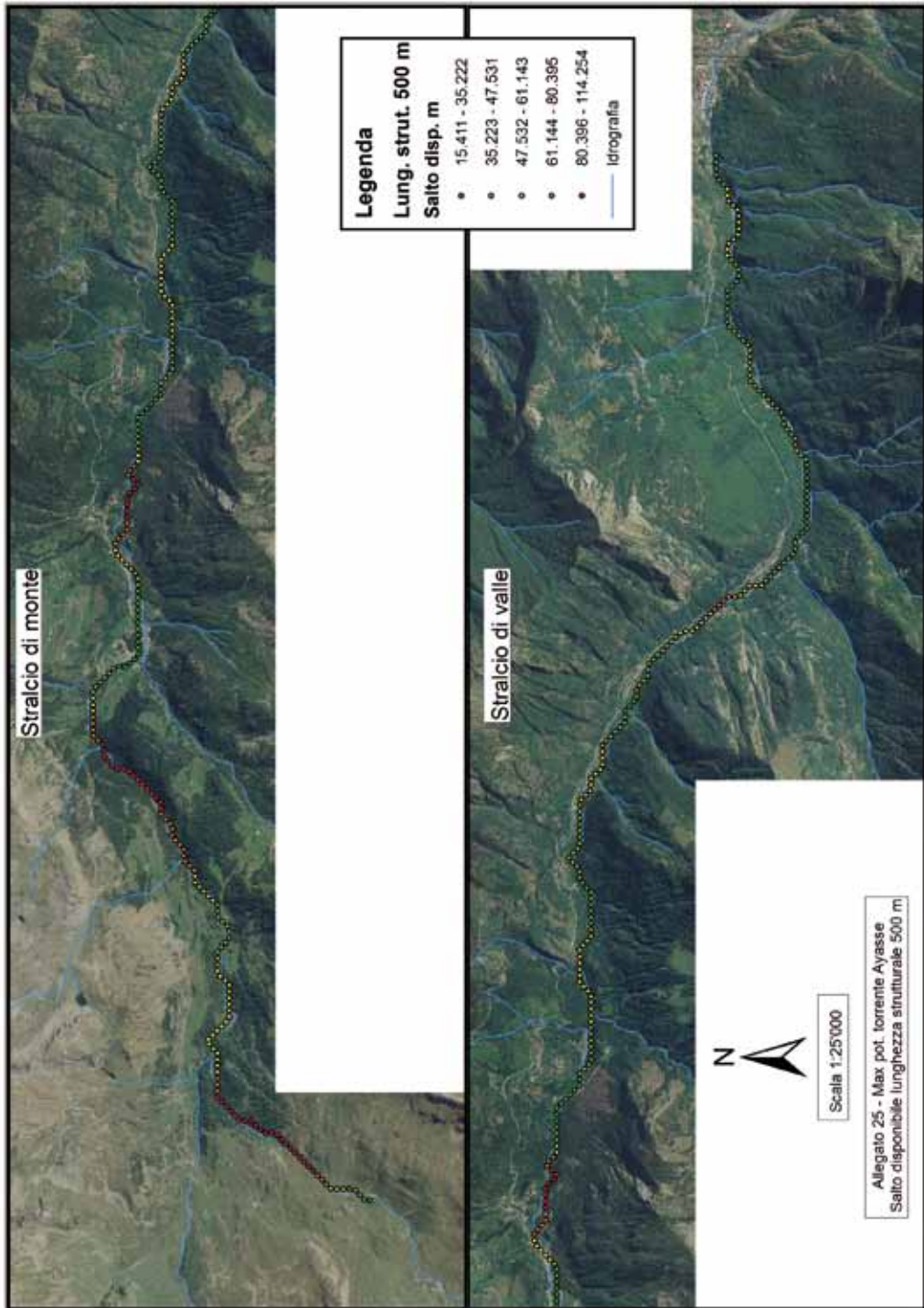


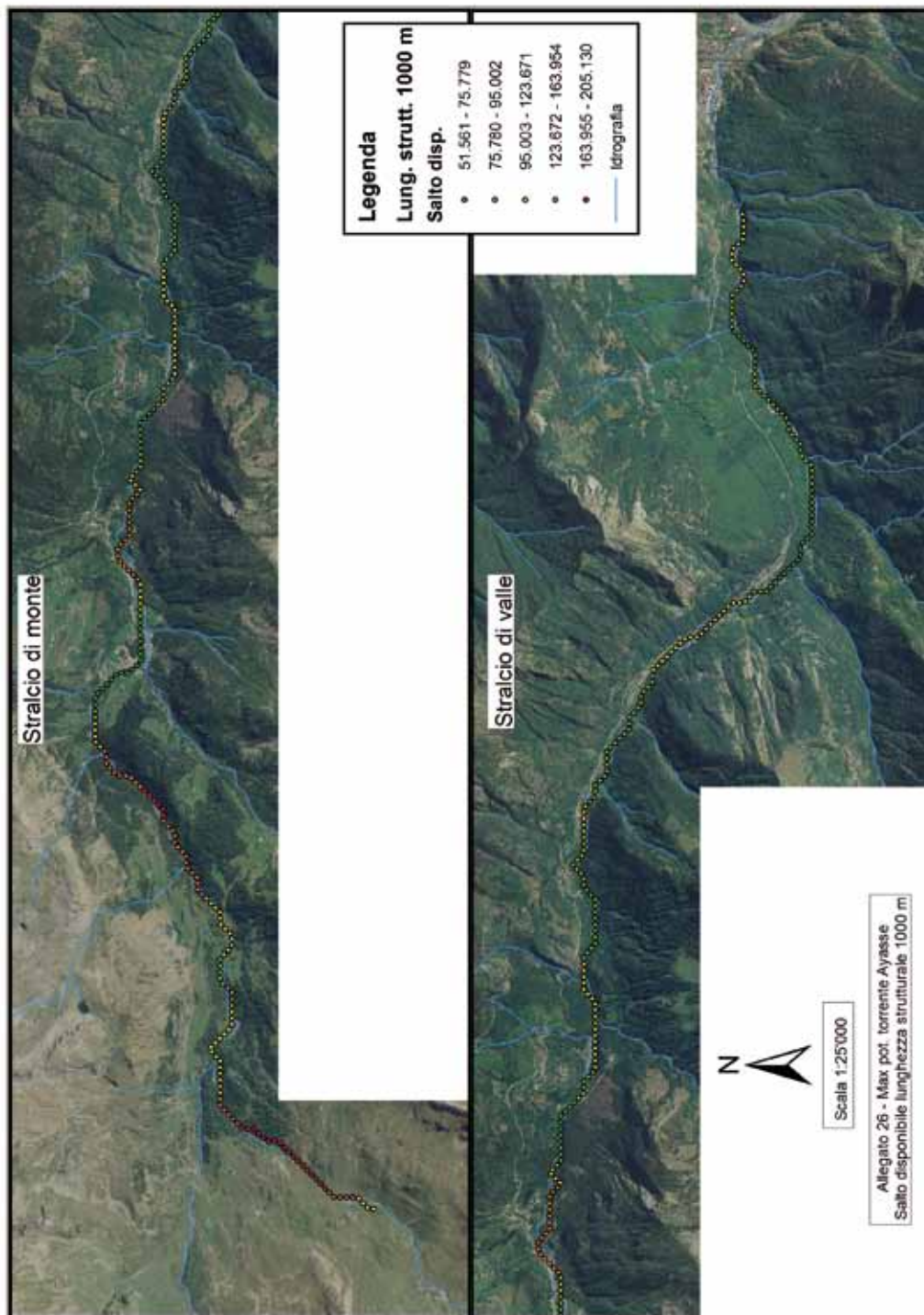


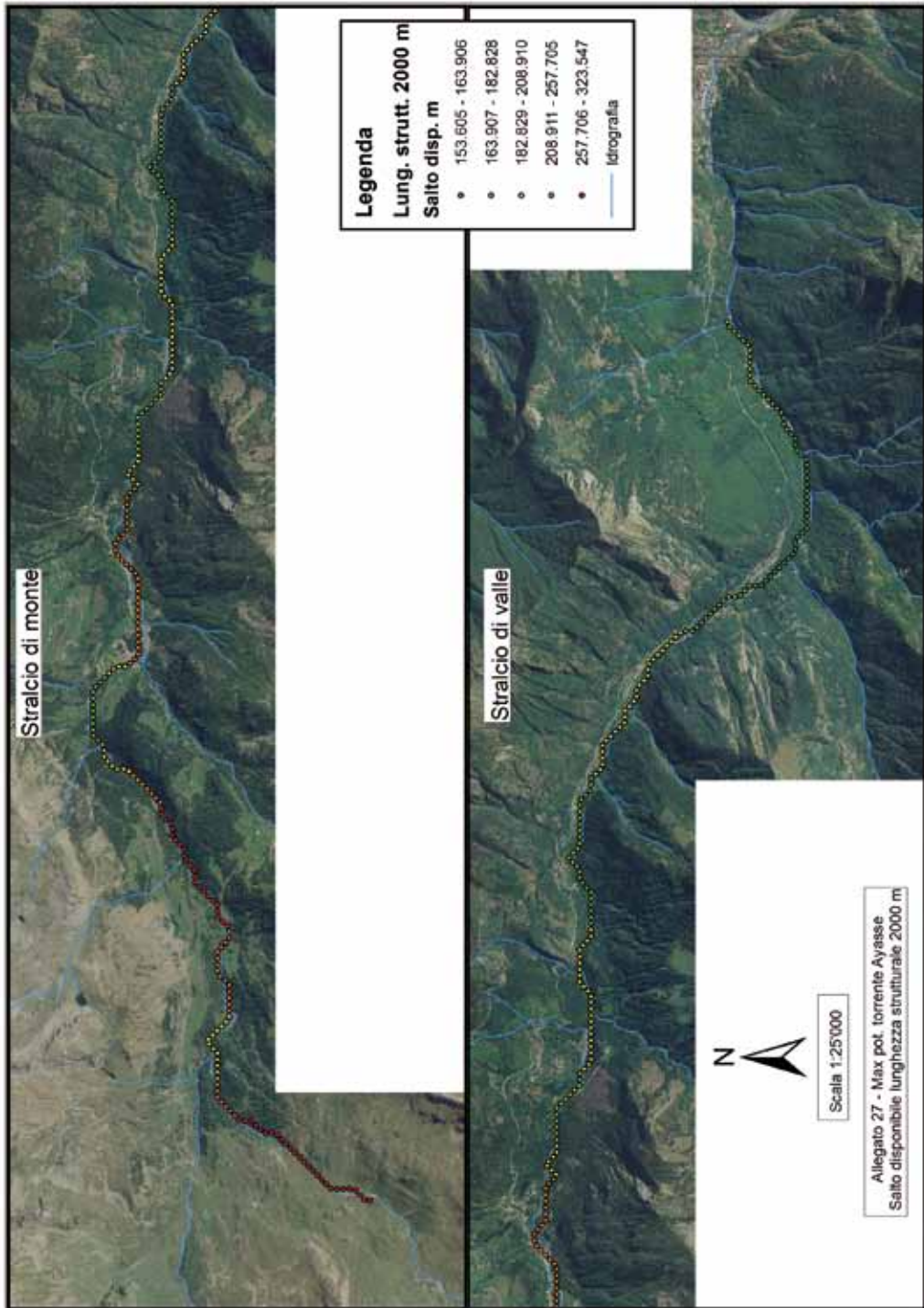
ALLEGATO 24

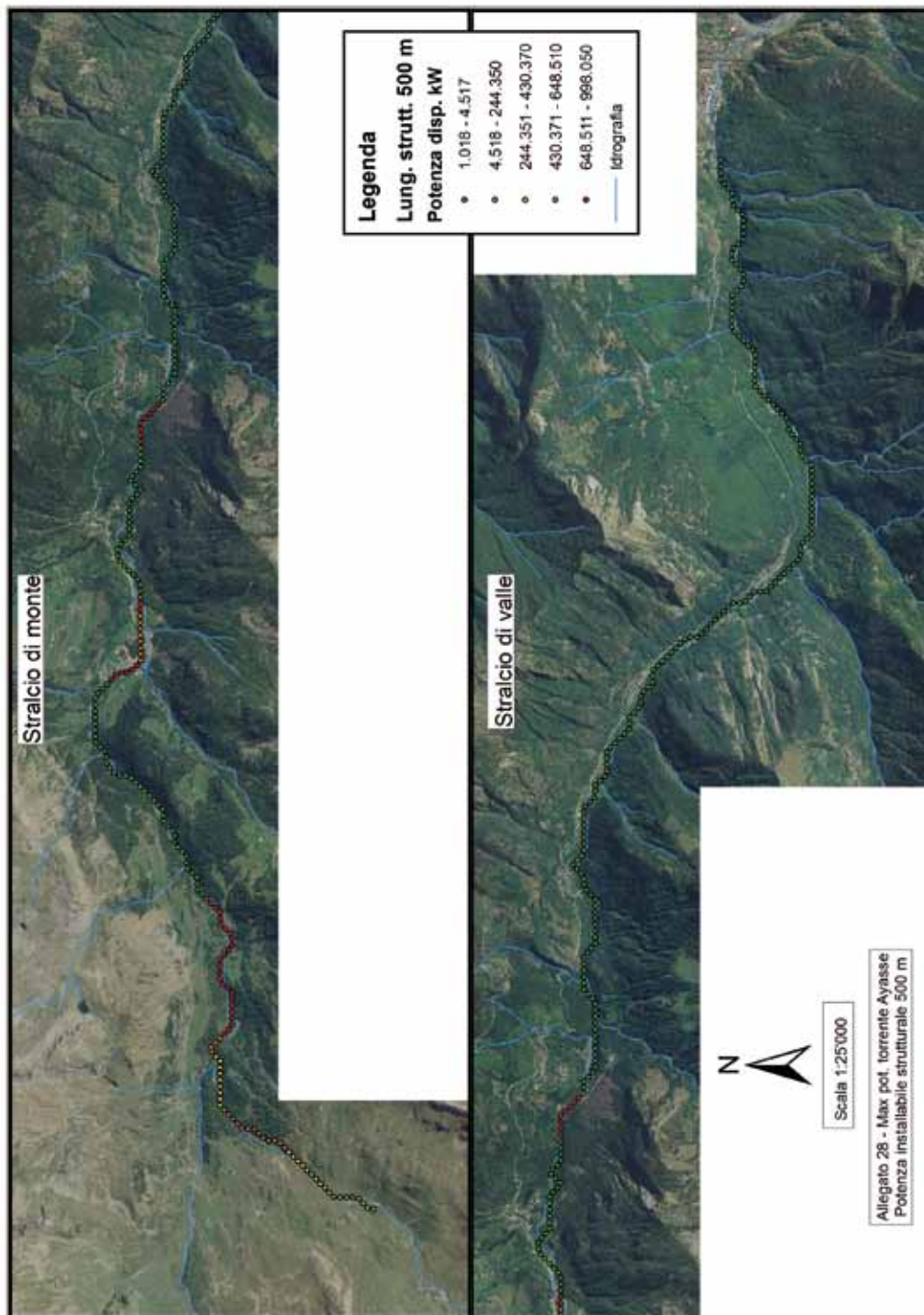
Potenziale residuo torrente S. Barthélemy, potenza installabile lunghezza strutturale 2000 m

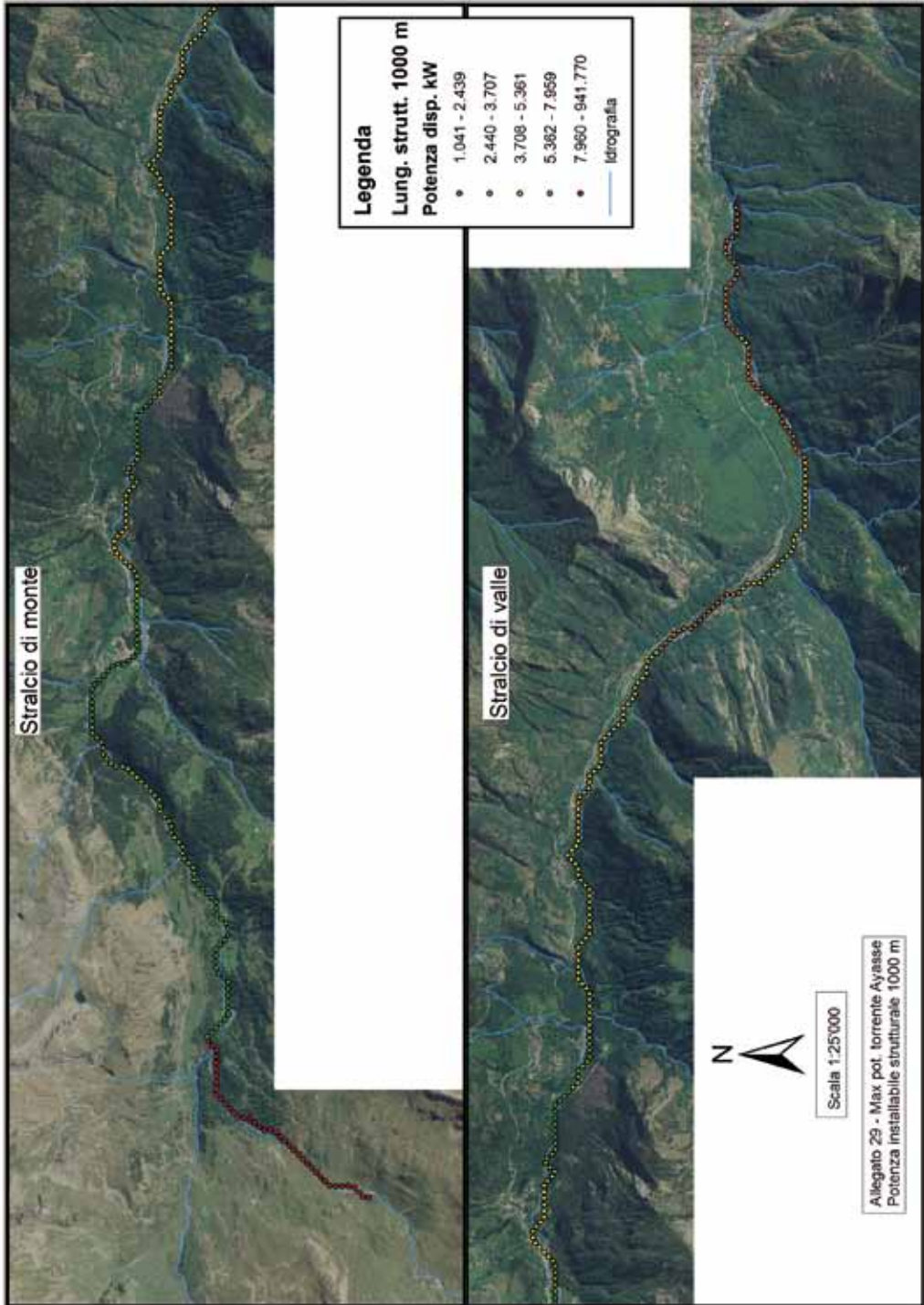


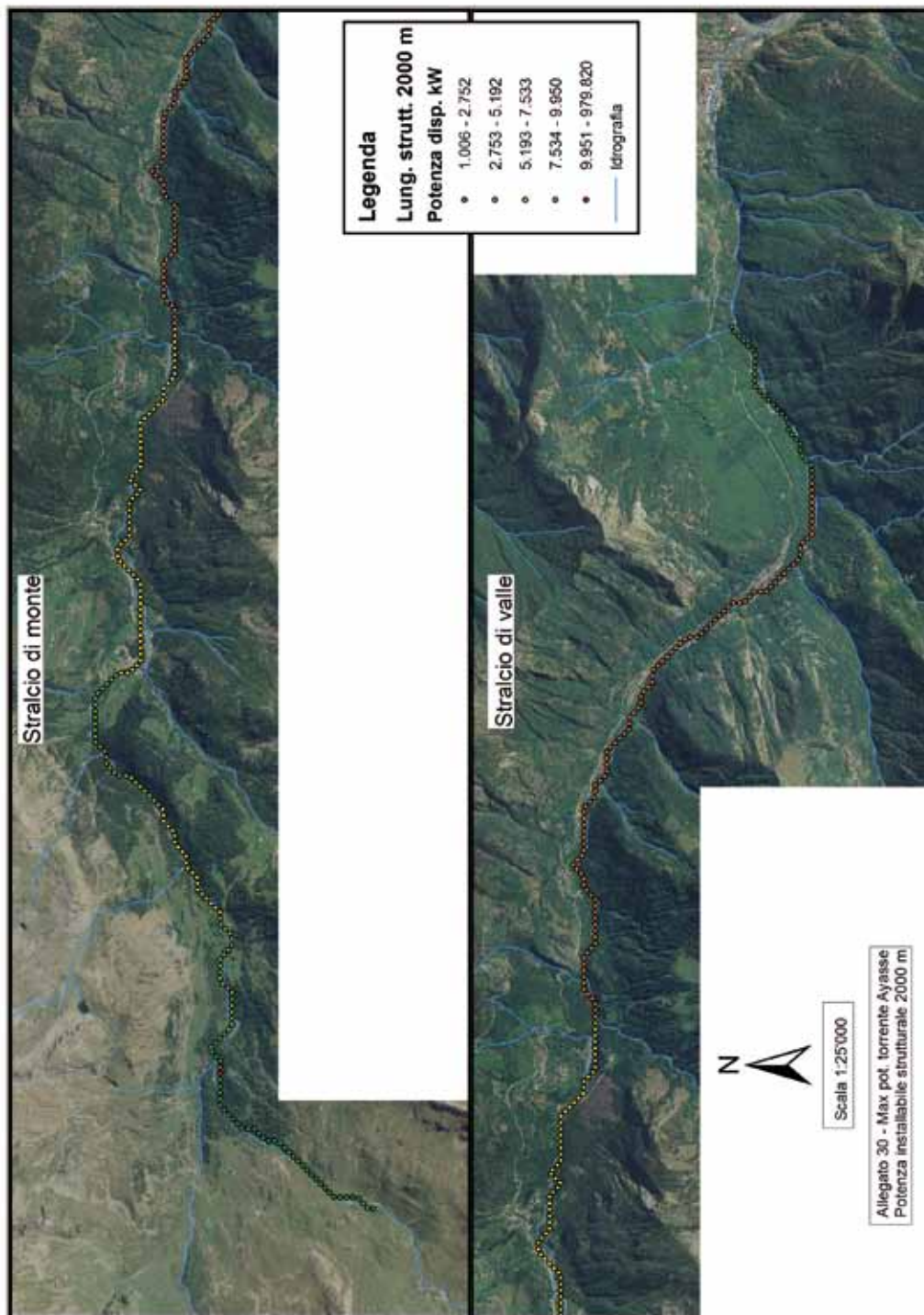


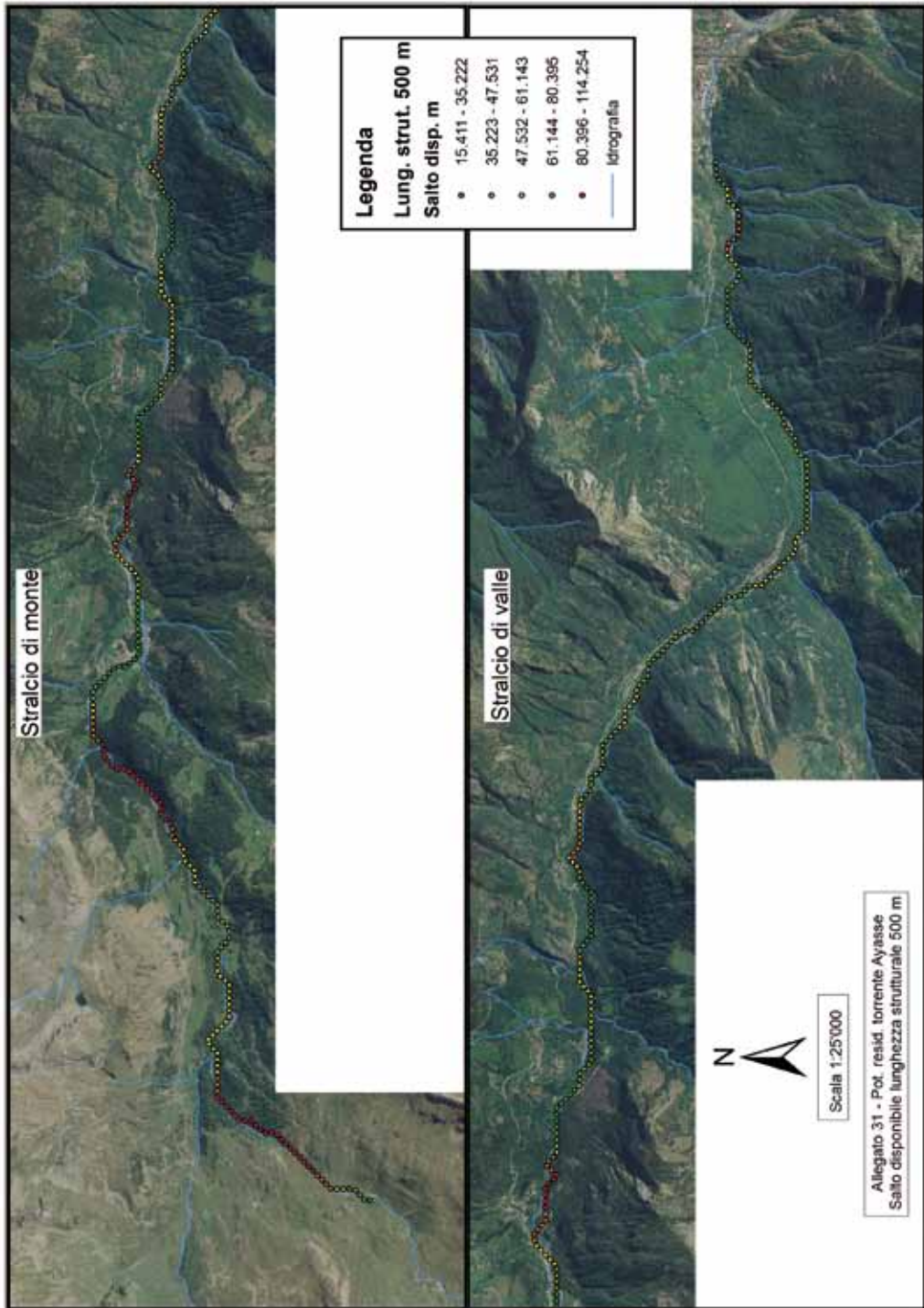


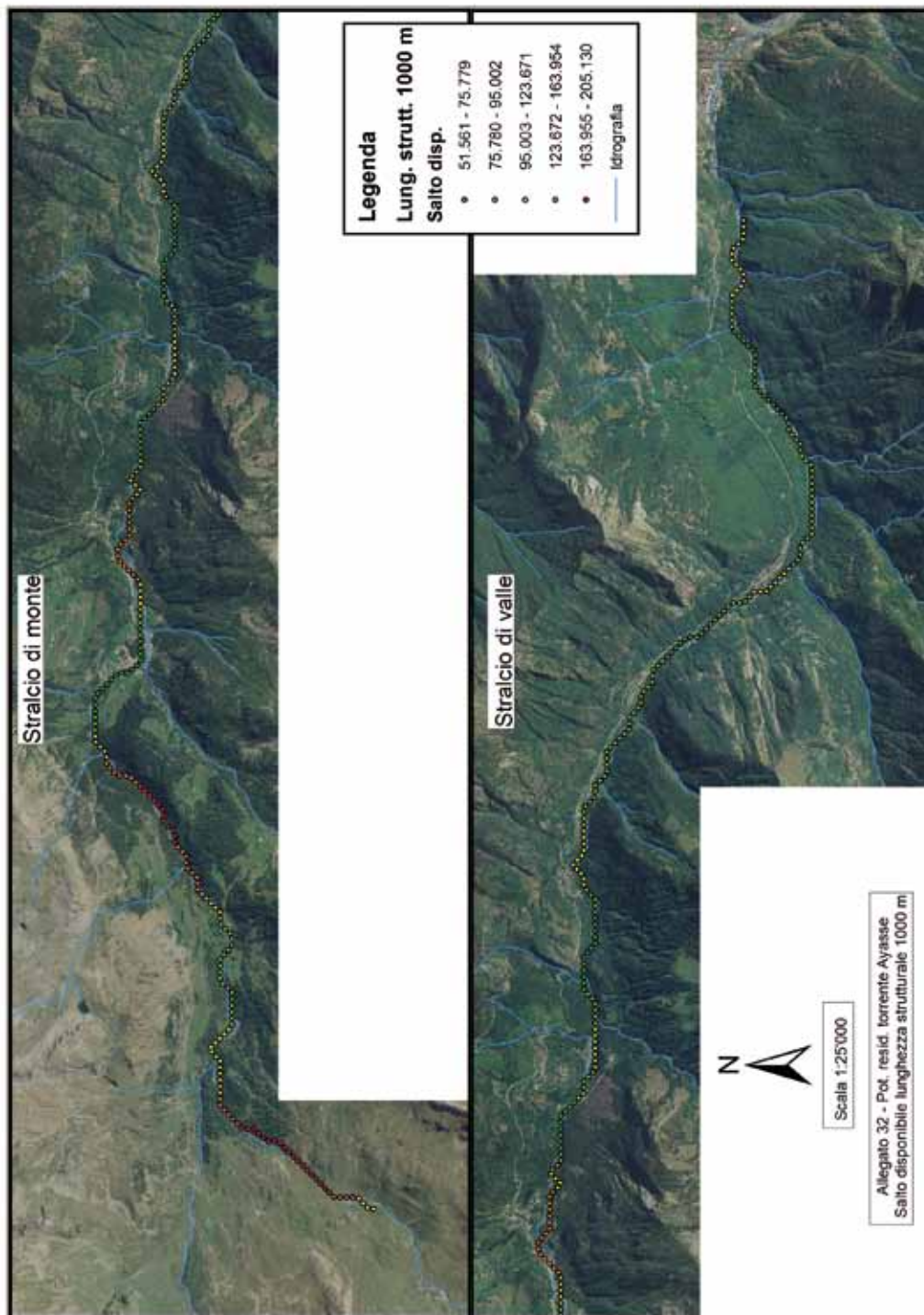


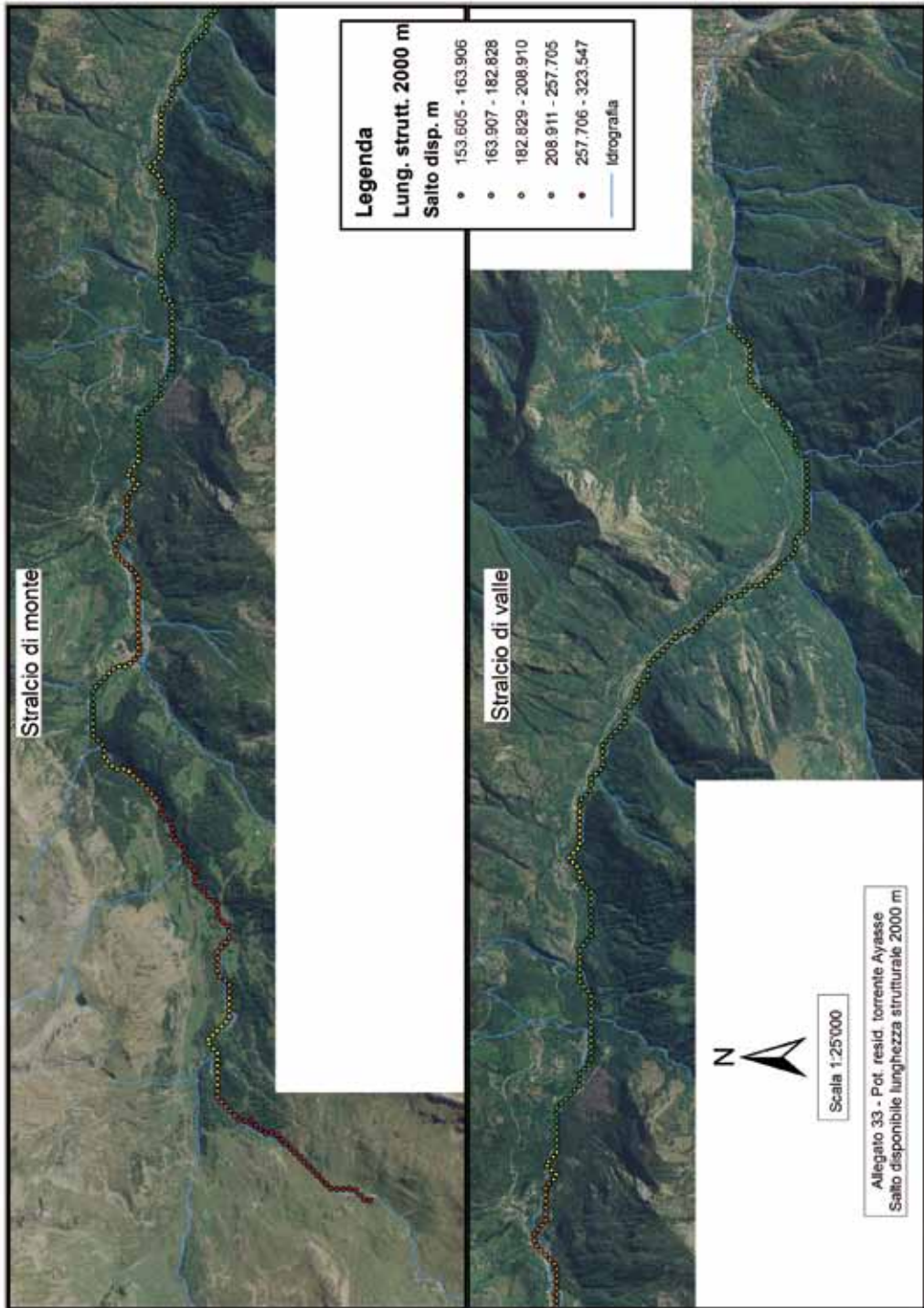






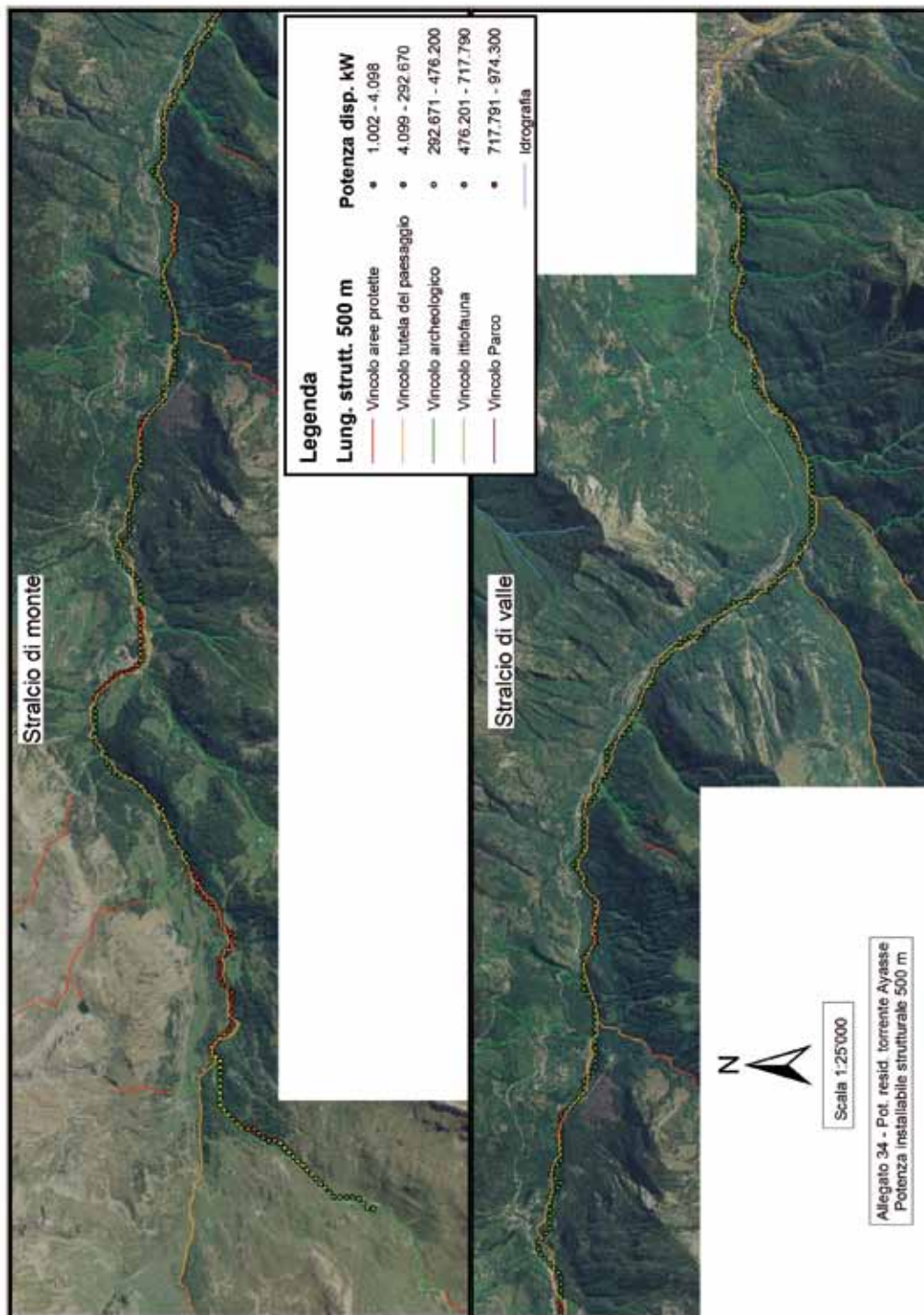


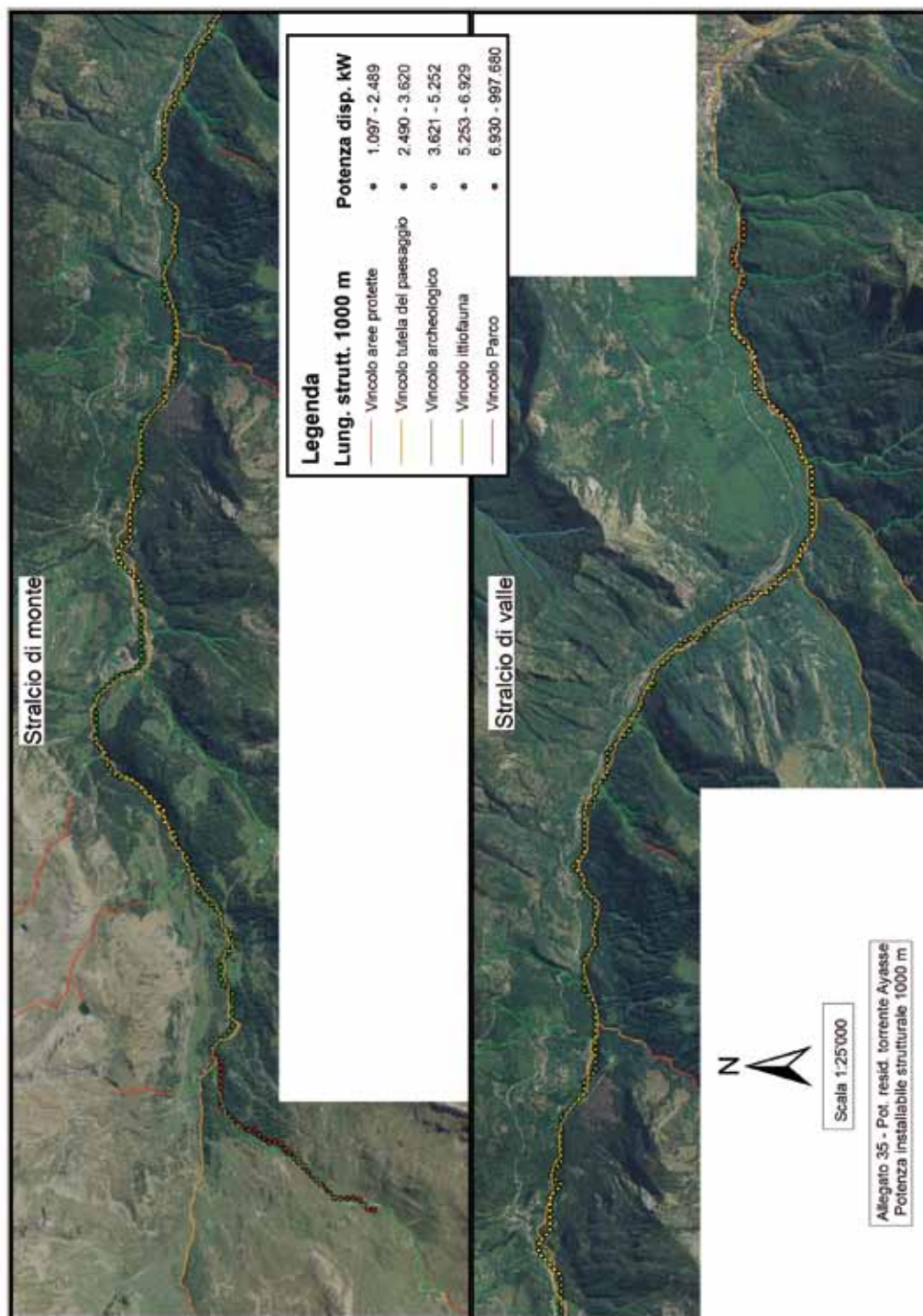


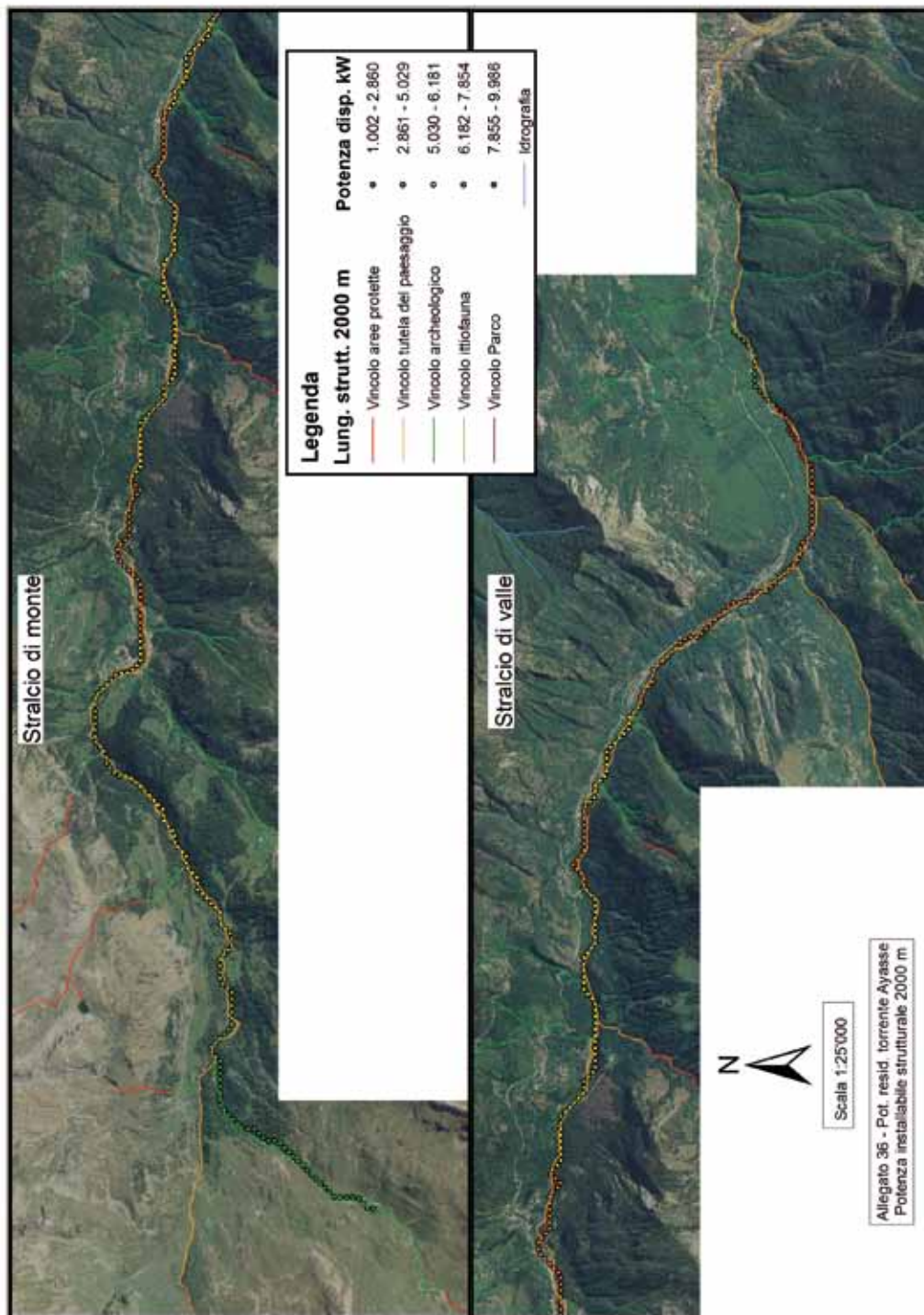


ALLEGATO 34

Potenziale residuo torrente Ayasse, potenza installabile lunghezza strutturale 500 m



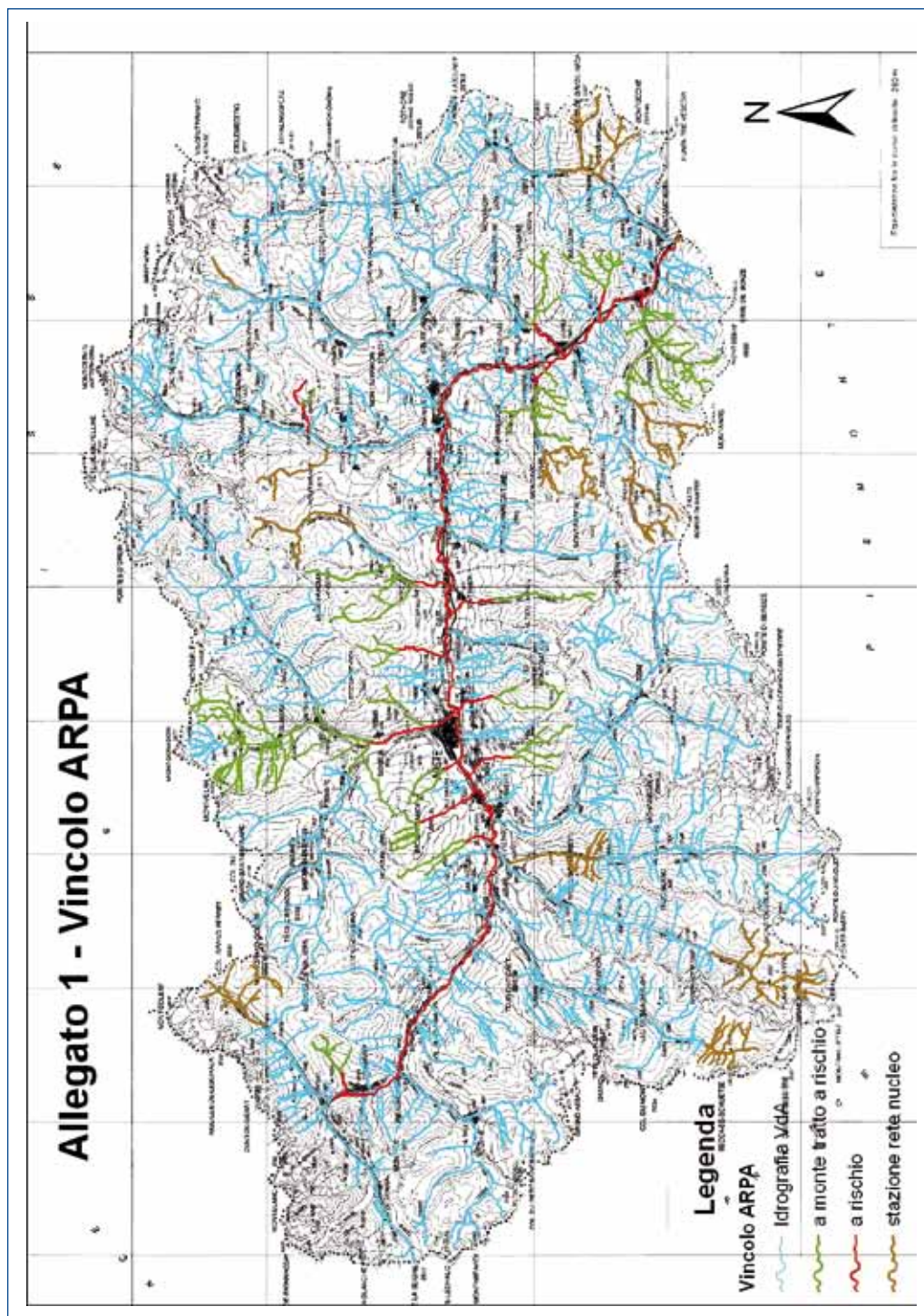


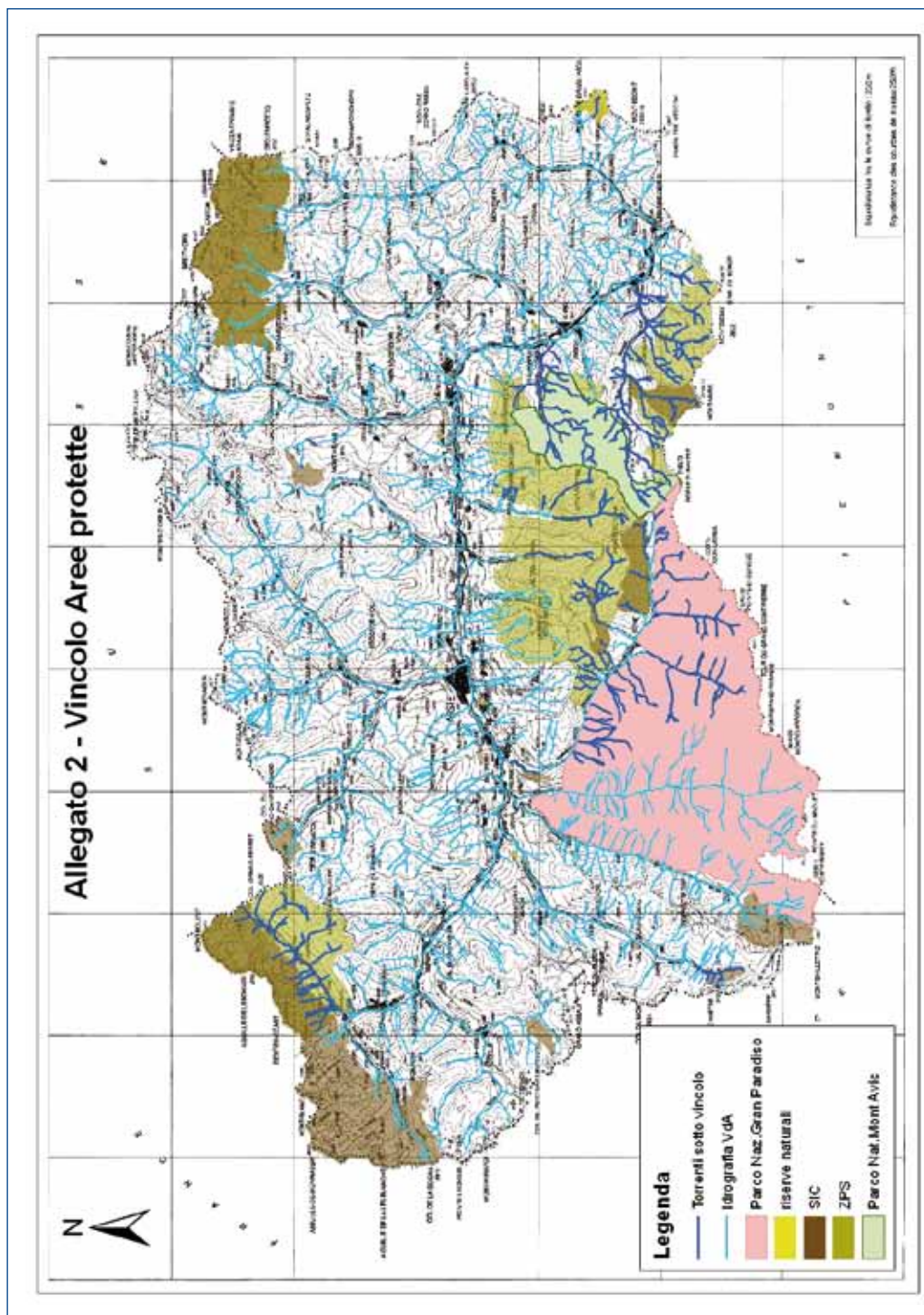


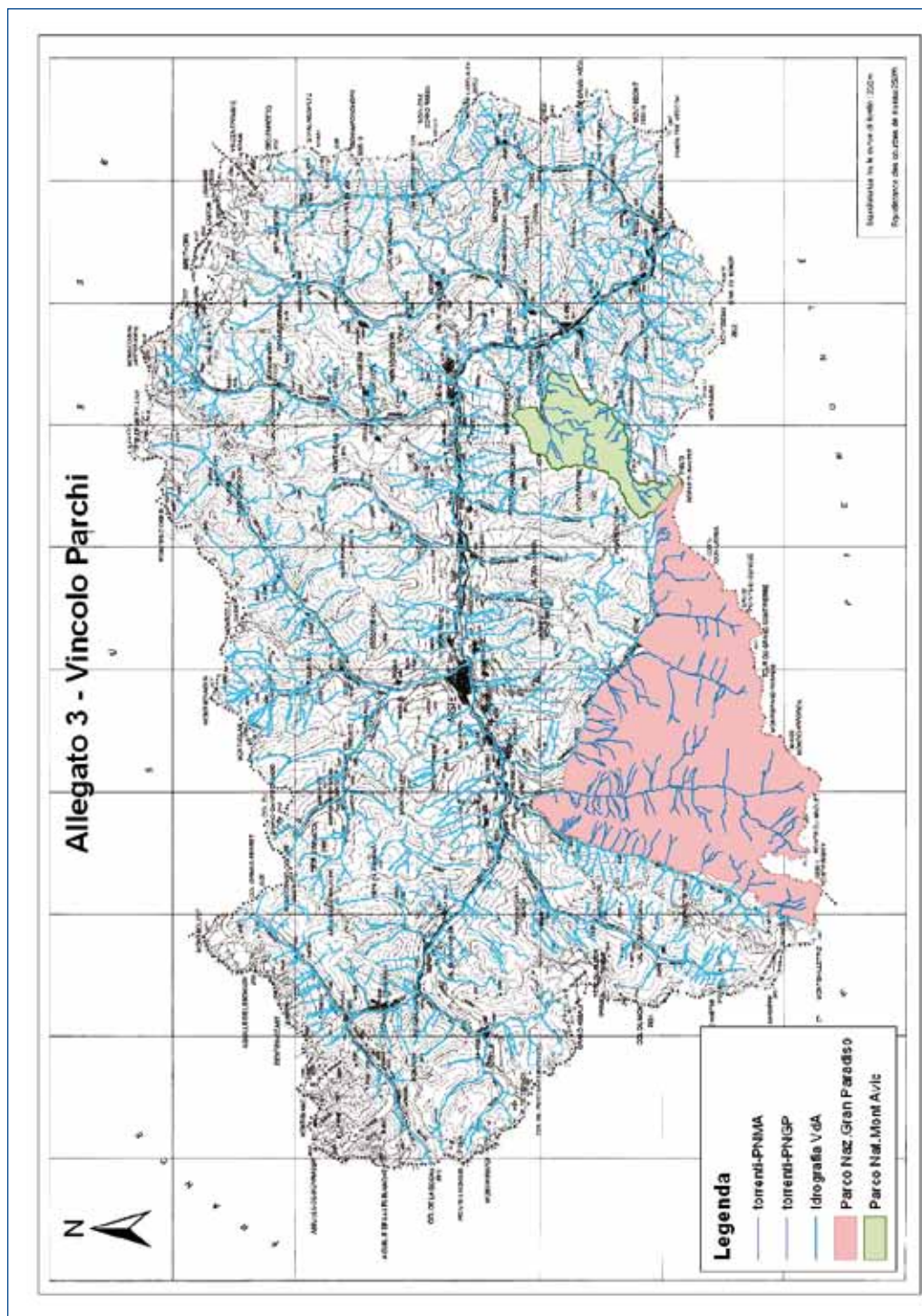
ALLEGATI

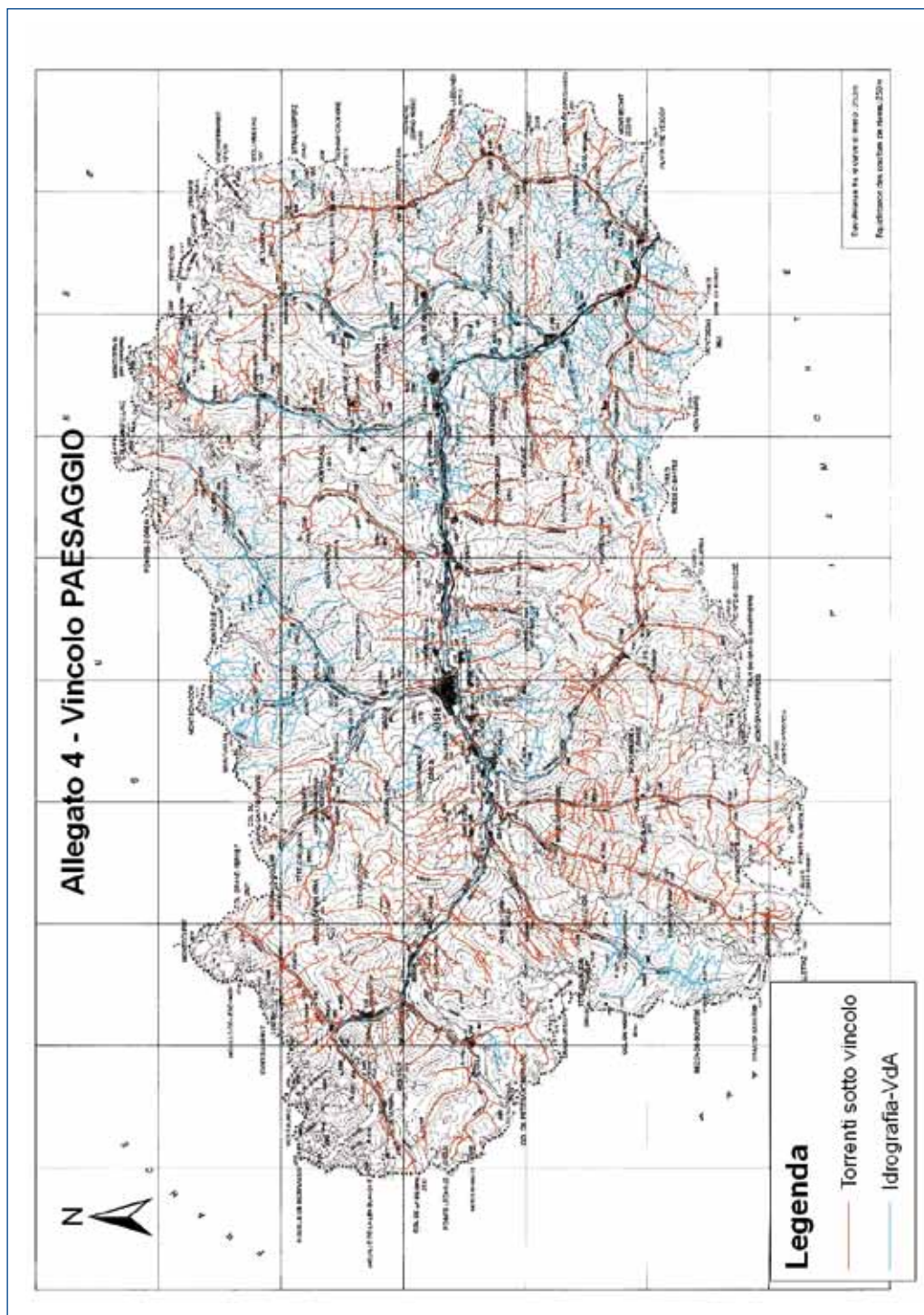
ANNESSE B

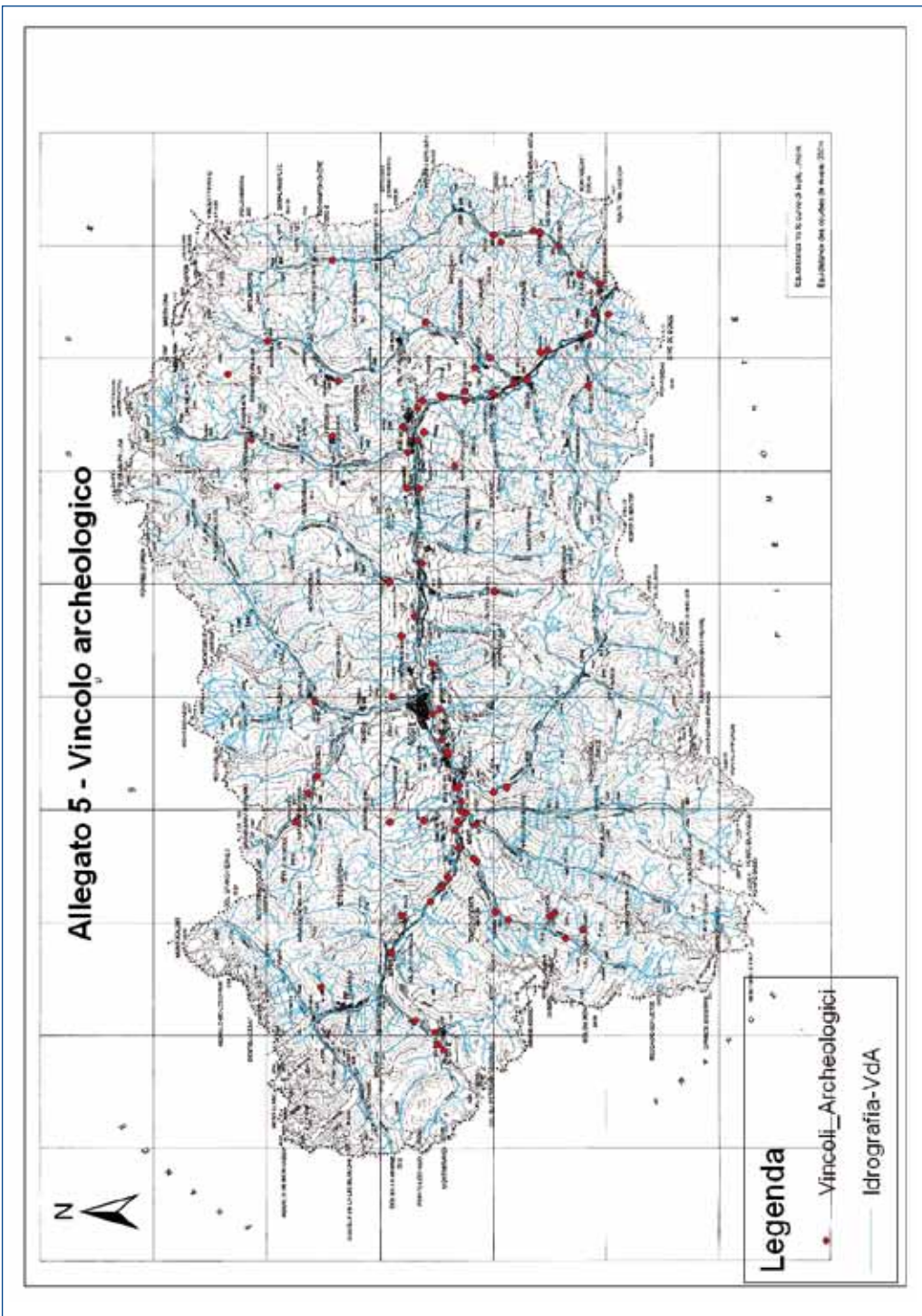
CARTE DELL'INDISPONIBILITÀ A NUOVE DERIVAZIONI A USO
IDROELETTRICO

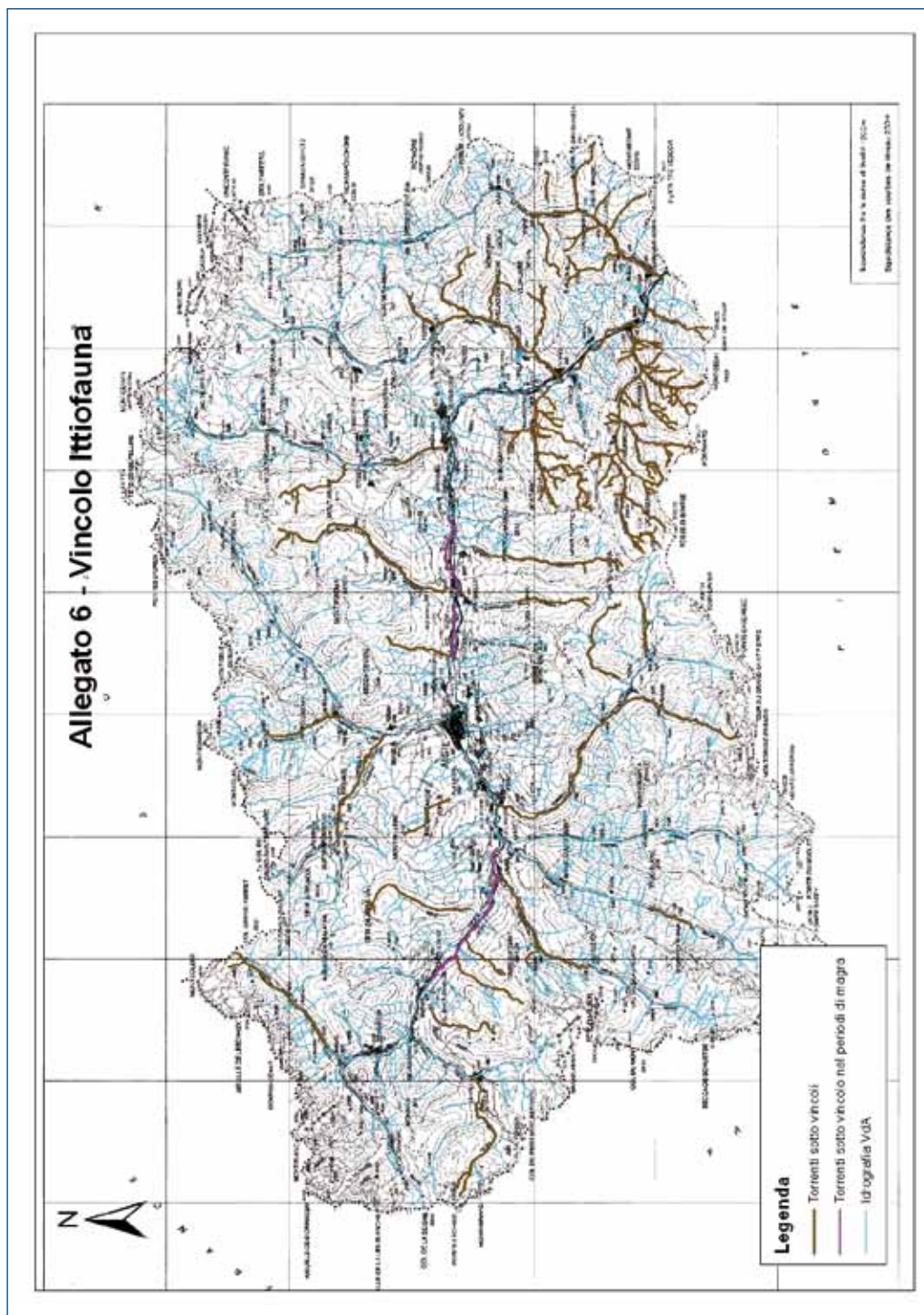




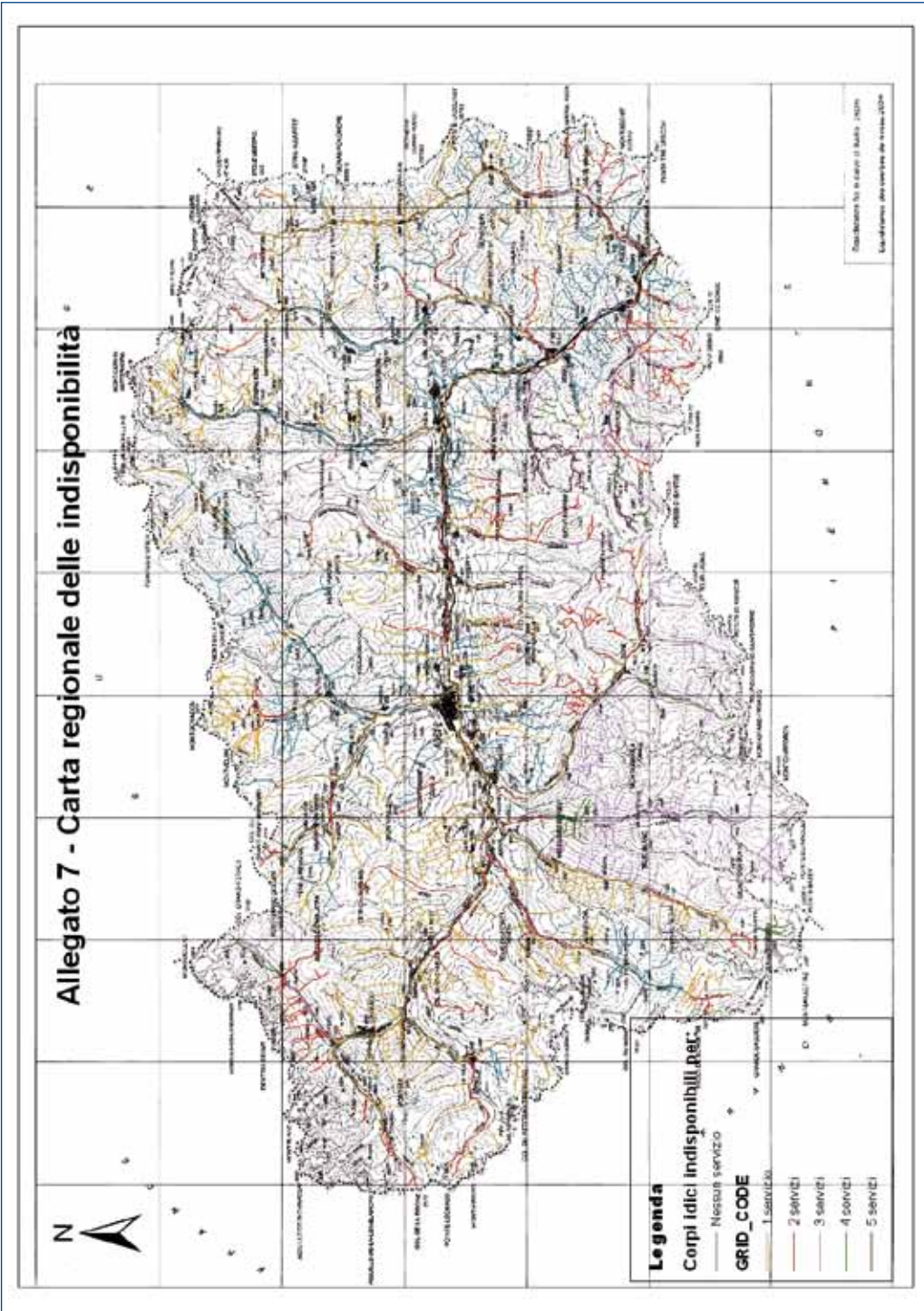








ALLEGATO 7
Carta regionale delle indisponibilità



Criteri per l'identificazione dei corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico

La definizione dei fattori limitanti per esigenze di salvaguardia ambientale, di tutela paesaggistica, archeologica ed ittiofaunistica ha l'obiettivo di identificare i corsi d'acqua regionali o tratti di essi ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico; a tal fine sono state consultate le strutture regionali e gli enti competenti (ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta, Assessorato Agricoltura e risorse naturali - Servizio Aree protette, Ente Parco Nazionale del Gran Paradiso, Ente Parco Naturale del Mont Avic, Assessorato Istruzione e cultura - Direzione Tutela beni paesaggistici e architettonici e Direzione Restauro e valorizzazione, Consorzio regionale per la pesca), che hanno fornito l'identificazione dei corsi d'acqua indisponibili a nuove derivazioni ed i criteri con cui questi sono stati definiti, di seguito sintetizzati.

1. ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta

Nella relazione fornita dall'ARPA VdA (n. 12 del 05/04/2013) si definiscono oggetto di maggior tutela e resi quindi indisponibili a potenziamenti di derivazioni esistenti o nuove derivazioni i corpi idrici che presentano le seguenti caratteristiche:

- *Corpi idrici definiti a rischio* di non raggiungere l'obiettivo buono al 22/12/2015: l'aumento degli impatti non può che portare ad un ulteriore peggioramento della qualità ambientale.
- *Corpi idrici situati a monte di corpi idrici a rischio*, nel caso in cui il potenziamento di derivazioni esistenti o la realizzazione di nuove derivazioni al loro interno, possano determinare un ulteriore impatto sullo stato ecologico di quello, oggetto di tutela, posto più a valle;
- *Corpi idrici che ospitano una stazione della rete nucleo* che deve essere tutelata per definizione, proprio perché deve rappresentare il riferimento naturale in base al quale saranno classificati i corpi idrici della rete di monitoraggio.
- *Corpi idrici situati a monte di una stazione della rete nucleo*: al fine di impedire il deterioramento dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali in cui è localizzata una stazione della rete nucleo, è necessario che siano tutelati anche i corsi d'acqua situati a monte di tale stazione fino alla sorgente o nel caso di stazioni situate nel fondovalle fino al primo sbarramento o diga già presente.

In *Allegato 1* dell'Annesso B è riportata la cartografia dei corpi idrici definiti a rischio e quelli che ospitano una rete nucleo.

2. Aree Protette

Per quanto riguarda le esigenze di *salvaguardia ambientale*, partendo dalla consapevolezza che ogni derivazione idrica comporta un impatto ambientale sul corso d'acqua interessato e perseguendo l'obiettivo di contenere questo impatto entro limiti accettabili, il Servizio Aree Protette ha fornito i criteri di tutela dei corsi d'acqua. Tale tutela interessa i corsi d'acqua ricadenti all'interno di aree naturali protette e dei siti individuati ai sensi della L.R. 21 maggio 2007, n.8 (proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC),

ALLEGATO 8

Criteri per l'identificazione dei corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico

Siti di Importanza Comunitaria (SIC), Zone Speciali di Conservazione (ZSC), Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Regionale (SIR)).

Oltre alla necessità di assicurare la salvaguardia dei corsi d'acqua ricadenti all'interno delle aree naturali protette e dei siti di importanza comunitaria, si vede necessaria l'individuazione di tratti o corsi d'acqua di particolare valore naturalistico indisponibili per nuove derivazioni.

La classificazione dei tratti di particolare valore naturalistico è effettuata sulla base di esigenze di conservazione che possono riguardare sia singole componenti faunistiche che il sistema fluviale nel suo complesso. In questo caso, oggetto specifico della tutela non risultano determinate specie ma l'ecosistema fluviale stesso, individuato per l'elevata naturalità e le peculiarità che esprime e identificato dalle interazioni e dalle dinamiche che lo caratterizzano.

La documentazione disponibile per la definizione di tali tratti è:

- Piano regionale di Tutela delle Acque;
- "Identification, sauvegarde et réhabilitation de populations de truites autochtones dans la Vallée d'Aoste et en Haute-Savoie". PIC INTERREG III/A Italia – Francia (Alpi) 2000/2006;
- "COGEVA VAHSA- Coopération, gestion, valorisation des espaces protégés, Vallée d'Aoste, Haute Savoie" INTERREG IIIA ALCOTRA
- monitoraggi delle acque superficiali eseguite da ARPA VdA.

Sulla base di tale documentazione è stato individuato un primo elenco di corsi d'acqua di particolare valore naturalistico da sottoporre a specifica tutela e dunque ritenuti indisponibili a nuove derivazioni e al potenziamento delle derivazioni esistenti (corsi d'acqua e i loro bacini o porzioni di bacino):

- *Ayasse;*
- *Chalamy;*
- *Clavalité;*
- *Fer;*
- *Loditor – Petit Monde;*
- *Pacoulla;*
- *Saint Marcel;*
- *Valnontey;*
- *Dora di Ferret.*

Oltre ai tratti localizzati nelle aree naturali protette, il Servizio Aree Protette propone di rendere indisponibili a nuove derivazioni i tratti localizzati all'interno dei siti Natura 2000. La decisione è basata su criteri precauzionali e da considerazioni di tipo ecologico - funzionale non riconducibili alla valutazione del solo parametro "presenza di ittiofauna" quanto piuttosto all'analisi dell'ecosistema torrentizio nel suo complesso. In particolare, i siti Natura 2000 e le aree protette valdostane comprendono porzioni di territorio in gran parte localizzate a quote superiori a 1600 metri. A tali quote gli ecosistemi torrentizi, per le particolari condizioni ambientali (oligotrofia, temperatura dell'acqua, instabilità dell'alveo, durata del manto nevoso) sono caratterizzati dalla presenza di pochi taxa, che però sono ben adattati alle condizioni locali, formando comunità altamente differenziate (Vannote *et al.*, 1980). Un fiume alpino è quindi un ambiente

estremamente "specializzato" e per questo motivo notevolmente fragile: bastano infatti modeste alterazioni per provocare profondi cambiamenti, difficilmente riequilibrabili, nella struttura delle biocenosi presenti e nella funzionalità dell'intero sistema (Maiolini e Leucioni, 1999). In particolare la sottrazione di acqua ad un sistema ecologico così specializzato ma nello stesso tempo così sensibile alle alterazioni, costituisce uno dei suoi maggiori fattori di minaccia. L'interruzione della connessione longitudinale del sistema acquatico, per l'isolamento di tratti di torrente e/o per la trasformazione di segmenti "lotici" in ambienti lenticici, induce un elevato rischio di impoverimento o, in casi estremi, di devitalizzazione dell'intero ecosistema.

La scelta di rendere indisponibili i tratti di torrente localizzati invece a quote inferiori a 1600 metri (Les Iles di Saint Marcel, Marais di Morgex, Pont d'Ael) è motivata dal fatto che in tali aree gli ambienti caratterizzanti i siti sono habitat ripari di pregio, quali "Boschi alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus exelsior*" e Boschi di pendio, "detrito o forra del Tilio-Acerion", definiti prioritari dalla Direttiva 92/43/CEE e ormai presenti sul territorio regionali solo in lembi ridotti.

Infine, il Servizio Aree Protette traccia i criteri di ammissione a valutazione di derivabilità per nuove derivazioni con lo scopo di proteggere quegli ambienti che ospitano emergenze paesaggistiche, naturalistiche e habitat e specie prioritari e con l'obiettivo di indirizzare le nuove derivazioni in tratti a minor biodiversità sostenibile e contemporaneamente a maggior vocazione idroelettrica.

Criteri:

1. Naturalità dell'assetto dell'alveo. Si ammettono a valutazione di derivabilità i tratti di corso d'acqua il cui alveo abbia assetto non naturaliforme per almeno il 60% della sua lunghezza complessiva. La percentuale si ricava secondo il seguente metodo di calcolo:

- a. somma delle seguenti lunghezze (L): L alveo + L sponda dx + L sponda sin
- b. somma dei tratti arginati e "plateati" (cls o massi intasati): L alveo + L sp dx + L sp sin
- c. rapporto percentuale di b rispetto ad a.

Nel caso in cui l'assetto dell'alveo risulti non naturaliforme per una percentuale inferiore al 60% dovrà essere soddisfatto il successivo criterio.

2. Verifica della vocazione idroelettrica. Si considerano ammissibili a valutazione di derivabilità idroelettrica i tratti di un corso d'acqua composto almeno per il 70% da tratti con sufficiente grado di vocazione idroelettrica. Si intende per vocazione idroelettrica la condizione morfologica di un tratto del corso d'acqua per cui la sua pendenza è superiore o uguale alla pendenza discriminante. La pendenza discriminante rappresenta, dal punto di vista statistico, quel valore di pendenza per il quale, secondo la curva di distribuzione delle pendenze di un determinato corso d'acqua, il 70% dei valori di pendenza sono inferiori a tale valore di pendenza. Si sintetizza di seguito il procedimento di calcolo del suddetto valore di pendenza discriminante, per il quale si individuano, come base informativa minima, i seguenti dati ufficiali:

- modello digitale delle elevazioni (DEM) con passo 10 m, (RAVA);
- carta tecnica regionale numerica (CTRN) a scala 1:10.000, (RAVA);

Procedimento di calcolo:

ALLEGATO 8

Criteria per l'identificazione dei corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico

- a. digitalizzazione dell'intero corso d'acqua interessato dalla derivazione, ottenendo un dato vettoriale su base cartografica regionale a scala 1.10.000, il cui contenuto geometrico non sia degradato rispetto al dato ufficiale;
- b. discretizzazione del dato vettoriale in tratti di lunghezza pari a 50 m;
- c. calcolo del valore della quota di ciascun estremo, a partire dal modello digitale delle elevazioni;
- d. calcolo del valore della pendenza di ciascun tratto (rapporto tra la differenza di quota degli estremi di ciascun tratto e passo di discretizzazione);
- e. rappresentazione della distribuzione statistica dei valori di pendenza;
- f. individuazione del valore della pendenza discriminante, ottenuto come valore per il quale il 70% dei valori di pendenza del corso d'acqua sono inferiori a tale valore;
- g. individuazione dei tratti a vocazione idroelettrica, come tratti di corso d'acqua con pendenza superiore a tale valore.

Dopo aver eseguito la suddetta analisi dell'andamento longitudinale del corso d'acqua, è possibile proporre la derivabilità per un tratto di corso d'acqua che sia composto, almeno per il 70%, da tratti con sufficiente grado di vocazione idroelettrica.

3. Verifica della biodiversità. Nei tratti individuati a maggior vocazione idroelettrica, mediante caratterizzazione ambientale speditiva dei principali aspetti vegetazionali, morfologici e ittiofaunistici ed analisi delle pressioni insistenti sul tratto. Individuazione delle emergenze paesaggistiche (art. 30 delle Norme di Attuazione del P.T.P.) e di quelle naturalistiche, delle specie e habitat prioritari direttamente interconnessi agli ambienti di acque correnti e ferme.

Nel caso di prese multiple da più corsi d'acqua che afferiscono allo stesso impianto si considerano i tratti sottesi dalle singole opere di presa, per ognuno dei quali andranno fatte le opportune verifiche.

In Allegato 2 dell'Annesso B è riportata la cartografia con i corpi idrici identificati come indisponibili dal Servizio Aree Protette.

3. Parchi

In relazione ai Parchi, sia l'**Ente Parco Nazionale del Gran Paradiso** che l'**Ente Parco Naturale del Mont Avic** hanno valutato l'indisponibilità a nuovi prelievi in relazione alla presenza di corsi d'acqua all'interno dei Parchi nel territorio regionale.

In Allegato 3 dell'Annesso B è riportata la cartografia dei tratti dei torrenti valutati indisponibili perché all'interno dei due Parchi presenti.

4. Tutela beni paesaggistici e architettonici

La Direzione Tutela beni paesaggistici e architettonici, per quanto di competenza, stabilisce che non possano essere effettuate nuove derivazioni per le centrali idroelettriche sui corsi d'acqua indicati indisponibili, con l'eccezione di piccole centraline idroelettriche per attività stagionali (alpeggi, rifugi, e similari) o per auto-consumo oppure per attività agricole o ricettive (stalle, ristoranti, dortoirs, alberghi, e similari).

I proprietari, possessori o detentori a qualsiasi titolo di beni tutelati ai sensi del Dlgs. 22 gennaio 2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ricadenti nelle aree di notevole interesse pubblico, di cui all'art. 136, o nelle aree tutelate per legge, di cui all'art.

142, nonché inseriti nelle aree di specifico interesse paesaggistico, storico, culturale, o documentario e archeologico, ai sensi dell'art. 40 delle Norme di attuazione del P.T.P. (l.r. 10.04.1998, n. 13) hanno l'obbligo di sottoporre alla Regione o ai Comuni (per gli interventi di cui alla l.r. 27 maggio 1994, n. 18) i progetti delle opere che intendano eseguire, al fine di ottenere il preventivo e vincolante parere di competenza.

I vincoli normativi a cui fa riferimento la Direzione Tutela Beni Paesaggistici e Architettonici sono:

- *art. 40 P.T.P. Aree di specifico interesse paesaggistico, storico, culturale o documentario e archeologico.* Tali aree sono individuate nel PTP e in esse non sono consentite edificazioni e realizzazione di infrastrutture; devono essere conservati gli elementi costitutivi del sistema insediativo tradizionale come i segni del paesaggio agrario e le trame infrastrutturali.
- *D.lgs. 42/2004, art. 142, lett. b), c), d), f) e g). Parte terza - Beni paesaggistici, tutela e valorizzazione.* Le aree tutelate per legge sono i territori con termini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina; i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi; i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- *D.lgs. 42/2004, art. 136, lett. c) e d). Individuazione dei beni paesaggistici: immobili ed aree di notevole interesse pubblico.* Si tratta dei complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici; le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.
- *L.R. n. 13 del 10/4/1998, art. 40. Aree di specifico interesse paesaggistico, storico, culturale o documentario o archeologico.* Tali aree sono individuate nel PTP.
- *Legge regionale n. 56 del 10/6/1983. Misure urgenti per la tutela dei beni culturali.*

In Allegato 4 dell'Annesso B è riportata la cartografia delle aste torrentizie e dei laghi considerati sotto vincolo dalla Direzione Tutela beni paesaggistici e architettonici.

5. Vincoli archeologici

In relazione ai vincoli archeologici, le leggi di riferimento sono:

- *art. 40 del P.T.P. Aree di specifico interesse paesaggistico, storico, culturale o documentario e archeologico.* Tali aree sono individuate nel PTP e in esse non sono consentite edificazioni e realizzazione di infrastrutture; devono essere conservati gli elementi costitutivi del sistema insediativo tradizionale come i segni del paesaggio agrario e le trame infrastrutturali.
- *D.lgs. 42/2004, art. 142, lett. m).* Fino all'approvazione del piano paesaggistico ai sensi dell'articolo 156, sono comunque sottoposti alle disposizioni di questo Titolo per

ALLEGATO 8

Criteri per l'identificazione dei corsi d'acqua regionali ritenuti indisponibili a nuove derivazioni ad uso idroelettrico

il loro interesse paesaggistico: le zone di interesse archeologico individuate alla data di entrata in vigore del presente codice.

- *Legge regionale 56/1983*. Misure urgenti per la tutela dei beni culturali.

In *Allegato 5* sono riportate le aste torrentizie e i laghi sottoposti a vincoli archeologici comunicati dalla Direzione Restauro e valorizzazione.

Su tutto il territorio è operante quanto espresso dagli *artt. 95-96 del Decreto Legislativo 163/2006*, ovvero la necessità di verifica preventiva dell'interesse archeologico (ViArch) per opere pubbliche o di pubblico interesse anche al di fuori delle aree di tutela.

6. Tutela ittiofaunistica

In relazione all'esigenza di *tutela ittiofaunistica*, il Consorzio Regionale per la Pesca Valle d'Aosta ha individuato i corsi d'acqua indisponibili a nuove derivazioni. La selezione di tali corsi d'acqua cui attribuire un particolare status di tutela ai fini della conservazione e del potenziamento delle popolazioni ittiche è stata fatta prendendo in considerazione i seguenti aspetti:

- grado di naturalità e funzionalità del corso d'acqua
- vocazione del corso d'acqua ad ospitare popolazioni ittiche, con particolare riferimento a caratteristiche ambientali quali: regime idrologico, pendenza media, vegetazione spondale, variabilità dei mesohabitat, substrato prevalente, trasporto solido ecc.
- utilizzo ragionato delle discontinuità longitudinali, naturali e artificiali, presenti lungo i corpi idrici
- presenza di popolazioni ittiche con genotipo appartenente a specie autoctone o par autoctone, anche qualora parzialmente introgresso
- presenza di popolazioni ittiche strutturate e in grado di auto mantenersi, anche se appartenenti a specie ittiche non autoctone
- presenza di aree a specifica tutela quali parchi naturali, SIC ecc.

La base dati utilizzata fa riferimento ai seguenti studi:

- indagini condotte per la realizzazione della Carta ittica, I e II fase;
- risultati ottenuti dallo studio INTERREG IIIA "Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones dans la Vallée d'Aoste et en Haute-Savoie";
- parte conoscitiva e normativa del Piano di Tutela delle Acque;
- dati presenti in studi di impatto ambientale;
- primi risultati delle sperimentazioni in corso sugli impianti idroelettrici per il loro adeguamento alle norme introdotte del Piano di Tutela delle Acque;
- statistiche ricavabili dalla gestione alieutica.

In *Allegato 6* è riportata la cartografia dei torrenti considerati indisponibili a nuove derivazioni secondo il Consorzio Regionale per la Pesca Valle d'Aosta.

Conclusioni

Dall'analisi dei dati forniti dalle strutture regionali e dagli enti competenti, emerge che solo una ridotta percentuale di corsi d'acqua è considerata ancora disponibile a nuove derivazioni, come viene visualizzato nella cartografia di sintesi regionale in *Allegato 7*.