

Comuni di Peio e Ossana

Impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 (4. PO)



Trento, maggio 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	5
2. ATTUALIZZAZIONE DELLO STATO DI FATTO	9
2.1 ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI	10
2.2 AGGIORNAMENTO DEI RIFERIMENTI AMMINISTRATIVI	12
2.3 STATO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE	16
2.4 MANUTENZIONE DELLE STAZIONI FISSE INFRASTRUTTURATE DI MONITORAGGIO.....	20
2.4.1 Stazioni infrastrutturate in alveo S-.....	21
2.4.2 Stazioni infrastrutturate all'interno degli impianti C-.....	24
2.4.3 Stazioni inclinometriche P-.....	26
3. SITI E CRONOLOGIA DI RILEVAMENTO	27
3.1 RILIEVI PERIODICI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI, MICROBIOLOGICI E BIOLOGICI (N-)	28
3.2 RILIEVI IN CONTINUO IDROMETRICI, TERMOMETRICI, TURBIDIMETRICI (S-)	41
3.3 RILIEVI IN CONTINUO (IDROMETRICI E TERMOMETRICI) IN IMPIANTO.....	46
3.4 RILIEVI PERIODICI INCLINOMETRICI EXTRA ALVEO (P-).....	49
4. RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICO FISICHE E MICROBIOLOGICHE	53
4.1 ELABORAZIONE DEGLI INDICI LIM E LIMECO	55
4.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI.....	58
4.3 CONFRONTO RISPETTO AGLI ANNI AO, 1.PO, 2.PO, 3.PO E 4.PO.....	65
5. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA QUALITÀ BIOLOGICA	71
5.1 ELABORAZIONE DELL'INDICE SECA.....	84
5.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI.....	85
5.3 CONFRONTO RISPETTO AGLI ANNI AO, 1.PO E 2.PO.....	94
6. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA QUALITÀ DEI POPOLAMENTI ITTICI	99
6.1 SINTESI DEI DATI ELABORATI	101
6.1.1 Stazione N4 (T. Noce - Forno di Novale - tratto sotteso dall'impianto di Cusiano).....	102
6.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI.....	103
6.2.1 Composizione qualitativa e semiquantitativa e immissioni ittiche	103
6.2.2 Densità e biomassa media	107
6.2.3 Struttura delle popolazioni.....	108
6.2.4 Dinamica di accrescimento.....	110
6.2.5 Produzione ittica media	113
6.3 ITTIOFAUNA - SINTESI CONCLUSIVA	113
6.4 CONFRONTO RISPETTO ALLE FASI AO, 1.PO E 2. PO.....	117
7. RISULTATI DELL'ANALISI IDROMETRICA	122
7.1 PORTATE TURBinate E PORTATE DI RISPETTO DEGLI IMPIANTI.....	124

7.2	ANDAMENTI MENSILI DELLE PORTATE FLUENTI E TURBinate	125
7.3	ANALISI DELLE CONDIZIONI IDROMETRICHE PARTICOLARI	137
7.3.1	<i>Evento idraulico di svaso annuale del bacino di Malga Mare</i>	138
7.3.2	<i>Evento idraulico di blocco delle derivazioni nel bacino del T. Noce di Val del Monte.....</i>	141
7.3.3	<i>Evento idraulico a regime produttivo continuo durante la Tempesta Vaia</i>	143
7.3.4	<i>Evento idraulico di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale 2019.....</i>	144
7.4	CONCLUSIONI ANNUALI SULL'IDROMETRIA	146
8.	RISULTATI DELL'ANALISI TERMOMETRICA.....	152
8.1	ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C0 - PONT VS S1 - PONT	153
8.2	ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C0 - PONT VS S3 - CONTRA	160
8.3	ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C3 - CUSIANO VS S4 - CUSIANO	167
8.4	ANALISI DELLE CONDIZIONI TERMOMETRICHE PARTICOLARI	174
8.4.1	<i>Evento termico di svaso autunnale del bacino di Malga Mare</i>	175
8.4.2	<i>Evento termico autunnale a regime produttivo (quasi) continuo e passaggio tardivo alla fase a thermopeaking caldo.....</i>	178
8.4.3	<i>Fase termica primaverile di transizione al regime produttivo continuo</i>	180
8.5	CONCLUSIONI ANNUALI SULLA TERMOMETRIA	183
9.	RISULTATI DELLE ANALISI SULLA TURBIDIMETRIA	187
9.1	ANDAMENTI MENSILI DELLA TORBIDITÀ S1 VS S3.....	188
9.2	ANALISI DELLE CONDIZIONI TURBIDIMETRICHE PARTICOLARI	198
9.2.1	<i>Evento di torbida da svaso autunnale del bacino di Malga Mare</i>	198
9.2.2	<i>Evento di torbida durante la piena generata dalla Tempesta Vaia</i>	202
9.2.3	<i>Evento di torbida connesso alla pulizia del sifone dell'Impianto di Contra e analisi del ritardo delle torbide rispetto ai picchi di piena.....</i>	204
9.2.4	<i>Evento di torbida connesso alla mobilizzazione invernale di sedimenti nell'alveo del T. Noce di Val del Monte</i>	210
9.2.5	<i>Evento di torbida di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale a giugno 2019 con inghiainamento della stazione S3 - Contra.....</i>	211
9.3	BILANCIO DEL TRASPORTO SOLIDO IN SOSPENSIONE	213
9.4	CONCLUSIONI ANNUALI SULLA TURBIDIMETRIA.....	217
10.	RISULTATI DELLE ANALISI SULL'INCLINOMETRIA.....	222
11.	RISULTATI DELL'ANALISI DEL RENDIMENTO ENERGETICO	223
11.1	RILIEVO IN CONTINUO DEI PARAMETRI	224
11.2	ANALISI DEI DATI.....	224
11.3	CALCOLO DEGLI INDICI DI RENDIMENTO ENERGETICO IRE	225
12.	PORTATE DI RISPETTO AMBIENTALE: SPERIMENTAZIONE	228
13.	PROPOSTA DI PROROGA TRIENNALE DEL PMA	231

14.	MONITORAGGIO POST OPERAM - 4. ANNO: CONCLUSIONI DI SINTESI	235
15.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI CHIMICA FISICA MICROBIOLOGIA - RAPPORTI DI PROVA	245
16.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI QUALITÀ BIOLOGICA (I.B.E.) - SCHEDE DI RILEVAMENTO	246
17.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI POPOLAMENTO ITTICO - DATI DI BASE.....	247
18.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI IDROLOGIA - IDROGRAMMI ANNUALI	248
19.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI IDROLOGIA - RICALIBRAZIONE SCALE DELLE PORTATE	249
20.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI TERMOMETRIA - TERMOGRAMMI ANNUALI.....	250
21.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI TURBIDIMETRIA - TURBIDIGRAMMI ANNUALI	251
22.	<u>ALLEGATI</u> : ANALISI INCLINOMETRIA - RELAZIONE GEOLOGICA	252

Figura in copertina:

il Torrente Noce poco a valle dell'abitato di Celledizzo e, in sponda orografica destra, la centrale di Contra, che costituisce il terminale produttivo del primo dei tre impianti in serie che insistono sul Torrente Noce tra la bassa Val de la Mare e Ossana e sono oggetto del presente monitoraggio.

1. PREMESSA

La presente *RELAZIONE DI MONITORAGGIO - 2018-2019* è prodotta su incarico della Alto Noce S.r.l., titolare della concessione di utilizzazione a scopo idroelettrico delle acque del Torrente Noce a favore dell'impianto di Cusiano e incaricata dal Comune di Peio (concessionario delle derivazioni afferenti agli impianti di Contra e Castra) di gestire il monitoraggio ambientale unico relativo alla triplice serie di impianti di Contra (pratica C/13691), Castra (pratica C/12740) e Cusiano (pratica C/14076). Il documento raccoglie i dati rilevati - nell'ambito dell'incarico - nell'annata 2018-2019 in applicazione del *Piano di Monitoraggio Ambientale - Impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio* (di seguito "PMA"), prescritto nell'ambito del rilascio/proroga della compatibilità ambientale (VIA-2007-14, SCR-2012-22, VIA-2007-14-MOP-01, SCR-2012-22-MOP-01, VIA-2007-14-PRO-01). Per ogni ulteriore riferimento programmatico e metodologico si rimanda al PMA, approvato dalla Conferenza dei servizi di data 14.01.2015 e dalla conseguente determinazione del Dirigente del Servizio Gestione risorse idriche ed energetiche n. 55 del 26.02.2015, come marginalmente aggiornato in data 14.12.2015 relativamente alla sola stagionalità dei rilievi ittiofaunistici e alla tempistica di attivazione delle stazioni fisse e infrastrutturate di monitoraggio. Si sottolinea, altresì, come la frequenza dei rilievi sulla qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE) - su esplicita richiesta del concessionario (nota Comune di Peio dd 24.05.2018, prot. n. 3165) - è stata incrementata dalla cadenza semestrale alla cadenza stagionale (approssimativamente trimestrale) a partire da giugno 2018 (quindi nell'annata 2018-2019, oggetto della presente relazione, si sono condotte quattro campagne di rilevamento), come acquisito in via tecnica nella conferenza dei servizi della Provincia autonoma di Trento del 19.07.2018 e in accordo con il relativo parere dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Settore Tecnico per la Tutela dell'Ambiente.

Pro memoria, si rammenta anche che alcuni parametri di natura biologica, e in particolare la composizione della comunità delle alghe bentoniche al fine dell'elaborazione degli indici di qualità biologica per le Diatomee, nella fase *post operam* vengono rilevati con cadenza biennale, in accordo con il PMA, sicché nel 2018-2019 non sono stati oggetto di rilevamento.

Il presente documento, di fatto, costituisce una relazione riepilogativa recante tutti i dati e le loro elaborazioni relativi all'annata 2018-2019 (5. anno del PMA) al fine di renderli immediatamente disponibili per gli enti e le strutture interessate al processo di monitoraggio ambientale, così come prescritto a seguito dell'istruttoria di VIA.

Il 5. anno di applicazione del PMA coincide con il 4. anno *post operam*, inteso come quarto anno di esercizio dei tre impianti. La relazione, dunque, oltre a radunare i dati analitici raccolti tra il luglio 2018 (fine del 3. anno di esercizio dell'ultimo impianto entrato in funzione in ordine di tempo - impianto di Cusiano) e il luglio 2019 (fine del 4. anno di esercizio), ha il compito di riassumere la condizione generale dell'ambiente fluviale nel quarto anno di esercizio del nuovo sistema di derivazioni, in particolare relazione con i maggiori fattori di pressione antropica attivi sul territorio del bacino imbrifero in questione, tenendo conto degli esiti del monitoraggio nell'anno *ante operam/in operas*, nonché del 1., del 2. e del 3. anno *post operam*.

Per questo motivo la presente relazione riepiloga inizialmente (cap. 2) lo stato attuale del contesto di esercizio degli impianti, incluse le variazioni significative dello scenario ambientale e impiantistico intervenute rispetto all'analogo quadro d'insieme dello stato di fatto contenuto nella precedente *RELAZIONE DI MONITORAGGIO - 2017-2018*, di marzo 2019.

Si rammenta, a questo proposito, come l'esercizio a regime delle stazioni di monitoraggio fisse e strumentate approntate durante la realizzazione degli impianti ed entrate in funzione nel corso del secondo anno di monitoraggio, abbia consentito - come previsto dal PMA - di acquisire, oltre ai dati sulla qualità chimica e biologica del Torrente Noce e del Torrente Noce Bianco rilevati periodicamente, anche i dati relativi agli ulteriori parametri di monitoraggio dell'ambiente fluviale e degli impianti idroelettrici rilevati in continuo (portate fluenti in alveo, portate derivate, torbidità, temperatura dell'acqua, rendimento energetico etc.), periodicamente (inclinometria) o *una tantum* (emissioni acustiche).

Il presente documento raccoglie, dunque, gli esiti specifici dei rilievi su:

- qualità chimica e fisica delle acque nel periodo luglio 2018/luglio 2019 (cap. 0);
- qualità microbiologica delle acque nel periodo luglio 2018/luglio 2019 (cap.0);
- qualità biologica (macrozoobenthos) nel periodo luglio 2018/luglio 2019 (cap. 5);
- qualità e quantità del popolamento ittico rilevate nel febbraio 2019 (cap. 6);
- andamento nel periodo luglio 2018/luglio 2019 del livello idrometrico e delle portate fluenti nelle stazioni fisse infrastrutturate in alveo, nonché delle portate fluenti attraverso gli impianti (cap. 7);
- andamento nel periodo luglio 2018/luglio 2019 della temperatura nelle stazioni fisse infrastrutturate in alveo e negli impianti (cap. 8);
- andamento nel periodo luglio 2018/luglio 2019 della torbidità nelle stazioni fisse infrastrutturate in alveo (cap. 9);

- andamento inclinometrico nelle stazioni fisse infrastrutturate del PMA nel periodo luglio 2018/luglio 2019 (cap. 10);
- rendimento energetico dei tre impianti nel periodo luglio 2018/luglio 2019 (cap. 11).

Per ognuno dei capitoli suddetti, le condizioni rilevate dal monitoraggio sono interpretate criticamente in funzione del contesto ambientale.

Nel capitolo 3 sono riepilogati i tempi e i siti di rilevamento.

Nel capitolo 12 sono esposte le valutazioni relative alla sperimentazione delle portate di rispetto ambientale.

Nel capitolo 13 viene discussa la proposta di proroga triennale di applicazione del PMA, come emersa, su specifica indicazione del Comune di Peio (capofila del monitoraggio), in sede di valutazione degli esiti del 4. anno di monitoraggio e della conferenza informativa convocata il 22.10.2019 dal SAVA.

Il capitolo 14 riepiloga sinteticamente, infine, le conclusioni relative al 5. anno di monitoraggio (fase *post operam* - 4. anno).

I dati sono riportati nei rispettivi capitoli sia sotto forma di tabelle derivate dai referti d'analisi (prove analitiche di laboratorio, schede di campo IBE, dati di base ittiofauna etc.) o di rappresentazioni grafiche estese dell'andamento dei parametri misurati in continuo, sia in forma sintetica (tabelle di sintesi, elaborazioni indicizzate L.I.M., S.E.C.A., densità ittica media, produzione ittica media, struttura di popolazione e curve di crescita delle specie ittiche presenti, idrogrammi, grafici mensili delle torbidità etc.).

In allegato vengono riportati tutti i certificati e i referti analitici di base recanti i dati di origine, le elaborazioni grafiche d'insieme dei dati in continuo, nonché i documenti rilevanti ai fini del PMA.

1.1 ELENCO DEGLI ALLEGATI

Qui di seguito sono elencati gli allegati - che costituiscono parte integrante della presente relazione di monitoraggio - recanti dati di base, certificazioni, schede di rilevamento e altri documenti citati in relazione e riferiti all'annata di monitoraggio 2018-2019:

- analisi chimico fisiche e microbiologiche - rapporti di prova (N1, N2, N3, N4, N5);
- analisi qualità biologica (I.B.E.) - schede di rilevamento (N1, N2, N3, N4, N5);
- analisi popolamento ittico - dati di base (N3);
- analisi idrologica - idrogrammi annuali (S1-C1, S3-C2, S4-C3, S1-S2-S3);

- analisi idrologica - misure idrometriche per l'aggiornamento delle scale delle portate (S1, S2, S3);
- analisi termometrica - termogrammi annuali (C0-S1, C0-S3, C3-S4/S5);
- analisi turbidimetrica - turbidigrammi annuali (S1-S3);
- relazione geologica inclinometrica (P1, P2, P3, P4).

2. ATTUALIZZAZIONE DELLO STATO DI FATTO

La presente RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 descrive gli esiti dei rilievi e delle analisi condotte nel corso dell'annata 2018-2019, durante il quarto anno di esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, secondo quanto programmato dal Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) di novembre 2014, approvato dalla Provincia Autonoma di Trento tramite la Conferenza dei servizi di data 14.01.2015 e la conseguente determinazione del Dirigente del Servizio Gestione risorse idriche ed energetiche (SGRIE) n. 55 del 26.02.2015.

Questa relazione fa seguito alla RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2014-2015, che riferisce degli esiti dei rilievi e delle analisi condotti nella precedente fase di cantierizzazione degli impianti (c.d. fase *ante operam*), alla RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2015-2016, che riferisce degli esiti dei rilievi e delle analisi condotti nel primo anno della fase di esercizio degli impianti (c.d. fase *post operam*), alla RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2016-2017, che riferisce degli esiti dei rilievi e delle analisi condotti nel secondo anno della fase di esercizio degli impianti (c.d. fase *post operam*) e alla RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2017-2018, che riferisce degli esiti dei rilievi e delle analisi condotti nel terzo anno della fase di esercizio degli impianti (c.d. fase *post operam*).

Come già evidenziato nelle precedenti relazioni, l'avvio dell'esercizio degli impianti di Contra e Castra ha avuto luogo il 14.05.2015, mentre l'avvio dell'esercizio dell'impianto di Cusiano ha avuto luogo il 10.07.2015, data di formale inizio della fase *post operam* (PO) e del primo anno di monitoraggio con impianti in esercizio (anno 1.PO).

Il quarto anno di monitoraggio *post operam* (anno 4.PO), oggetto della presente relazione, prende avvio il 10.07.2018 e termina il 10.07.2019. Nel presente capitolo sono sintetizzate le novità del quadro impiantistico, progettuale, amministrativo e ambientale, di rilevanza ai fini del monitoraggio ambientale che caratterizzano e distinguono il quarto anno di monitoraggio *post operam* rispetto ai precedenti. Queste variazioni consistono, in sintesi, in:

- esecuzione tramite fluitazione, per il secondo anno di seguito a ottobre 2018, delle operazioni di svasso della vasca di Malga Mare secondo le nuove indicazioni di APRIE, mirate a una maggiore diluizione del trasporto solido a valle di Cogolo Pont;
- passaggio della Tempesta Vaia a fine ottobre 2018, a conclusione di un'annata già di particolare rilievo in termini idro-morfologici per l'intero bacino del T. Noce in Val di Peio e in particolare per la stazione S3 - Contra, che a partire dai lavori di sistemazione

dell'alveo a monte del ponte di accesso all'impianto di Contra, nella primavera 2018, inizia un processo di inghiaimento che si concluderà con la piena di giugno 2019;

- installazione e montaggio della valvola mobile sullo scarico di fondo con misuratore del livello su stramazzo presso la vasca di presa dell'impianto di Contra (C0) a ottobre 2018;
- avvio dei rilievi di portata per la verifica e la successiva revisione delle scale delle portate impiegate per il calcolo delle portate a partire dalle misurazioni idrometriche effettuate dalle stazioni infrastrutturate S1 - Pont, S2 - Cogolo e S3 - Contra;
- esecuzione con frequenza trimestrale dei rilievi sulla qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE), come previsto dai nuovi impegni ambientali del Comune di Peio presentati in sede di consegna del Rapporto di monitoraggio 2016-2017;
- approvazione da parte di SGRIE a gennaio 2019 delle nuove condizioni per l'esecuzione autunnale dello svaso di Malga Mare, con rimozione del vincolo, imposto negli ultimi due svasi, di sospensione della derivazione per gli impianti in serie durante le operazioni di pulizia del bacino artificiale;
- discussione in sede di Conferenza dei servizi e successiva approvazione con prescrizioni del Rapporto di monitoraggio 2017-2018.

2.1 ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti idroelettrici in serie di Contra, Castra e Cusiano, nell'arco del quarto anno di monitoraggio *post operam*, hanno funzionato in maniera continuativa, fatte salve singole giornate di inattività, peraltro non dipendenti dagli impianti stessi ma dalla programmazione dell'impianto HDE di Cogolo Pont o da specifiche imposizioni amministrative (nella fattispecie legate alle operazioni di svaso della vasca di Malga Mare), ovvero brevi fasi orarie di funzionamento a regime ridotto dovute a questioni tecniche interne agli impianti.

Il regime d'esercizio dei nuovi impianti in serie, infatti, come già descritto nel § 2.2 della Relazione dell'anno 1.PO, anche nell'anno 4.PO è stato ovviamente condizionato dal regime di esercizio dell'impianto HDE di monte, che scarica le proprie acque turbinate in località Pont.

La fornitura delle portate turbinabili agli impianti sottostanti, infatti, dopo la rinuncia alla realizzazione della presa sussidiaria in alveo dell'impianto di Castra, avviene solamente attraverso la connessione dello scarico HDE con la vasca di presa realizzata in testa all'impianto di Contra (C0).

Nel successivo capitolo dedicato al monitoraggio idrometrico verranno descritti anche gli andamenti delle portate turbinate dalla nuova serie idroelettrica (cfr. § 7.2), per giungere all'individuazione, anche nell'anno 4.PO e come negli anni precedenti, delle seguenti quattro fasi, a cadenza stagionale, del regime produttivo:

- Fase estiva a regime produttivo continuo;
- Fase autunnale a regime produttivo alternato e ridotto;
- Fase invernale a regime produttivo alternato, sia intenso che ridotto;
- Fase primaverile a regime produttivo alternato e intenso;

Rispetto agli anni di monitoraggio 2.PO e 3.PO, i suddetti regimi produttivi risultano variati all'interno delle rispettive le fasi stagionali, sostanzialmente per una riduzione delle portate turbinate nei regimi autunnale e invernale e per un aumento invece in quello primaverile.

Rilevante anche la riduzione di un mese della fase "estiva" a regime produttivo continuo, a favore delle altre tre fasi stagionali, a causa delle precipitazioni nevose tardive nella primavera 2019 e del conseguente slittamento della fase di morbida nivale, per quanto il volume d'acqua annuale transitato per la stazione S1 - Pont complessivamente aumenti (un terzo in più rispetto all'anno 3.PO), in ragione sia di maggiori precipitazioni annuali (un quarto in più rispetto all'anno 3.PO) sia di maggiori temperature medie annuali (+1°C rispetto all'anno 3.PO).

Dal confronto tra le varie annate, considerando in particolare l'entità delle precipitazioni nevose, gli andamenti meteorologici più anomali rimangono quelli dell'anno 1.PO e 2.PO, quando la ripetuta scarsità dell'innevamento nell'intera Val di Peio ha determinato morbose primaverili estremamente contenute, tra l'altro con avvio ritardato nell'anno 2.PO in ragione del forte abbassamento delle temperature atmosferiche di fine aprile 2017.

Rispetto a questo andamento generale, nei successivi capitoli dedicati ai vari parametri di monitoraggio vengono analizzati anche singoli eventi particolari, previsti e non, che hanno caratterizzato il funzionamento degli impianti, quali sfiori da attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, interruzioni di funzionamento delle opere di presa dell'impianto HDE a monte e altri eventi di origine naturale.

2.2 AGGIORNAMENTO DEI RIFERIMENTI AMMINISTRATIVI

Il PMA Alto Noce e le quattro precedenti Relazioni di monitoraggio relative ai periodi 2014-2015 (anno 1.AO), 2015-2016 (anno 1.PO), 2016-2017 (anno 2.PO) e 2017-2018 (anno 3.PO) riferiscono del percorso amministrativo che ha portato prima all'entrata in esercizio di tutti e tre gli impianti, fino al 10.07.2015 (data della messa in rete dell'impianto di Cusiano e di chiusura formale del primo anno di monitoraggio *ante operam*), e poi allo svolgimento dei successivi anni di esercizio idroelettrico e di conseguente monitoraggio *post operam*, fino al 10.07.2018, data di conclusione del terzo anno *post operam* (3.PO).

Nel seguente elenco sono descritti in ordine cronologico i più recenti aggiornamenti tecnico-amministrativi intervenuti durante il quarto anno di esercizio e di relativo monitoraggio (4.PO, fino al 10.07.2019):

- risposta del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) in merito alla modifica della det. 244 del 21 settembre 2015 inerente all'esecuzione dello svaso tramite fluitazione della vasca di Malga Mare;
- deposito e relativa approvazione, a seguito di apposita Conferenza dei servizi, della Relazione di monitoraggio 2017-2018 (anno 3.PO).

Nel contesto amministrativo del PMA del Torrente Noce, per quanto priva di ricadute dirette nell'anno 4.PO, assume particolare rilevanza la valutazione istruttoria, svolta tramite Conferenza dei servizi del 13.11.2018, circa la non pertinenza e motivazione dell'obbligo di sospensione della derivazione a servizio degli impianti in serie imposto durante i due svassi precedenti (2017 e 2018). La risposta alle istanze del Comune di Peio e della Società Alto Noce s.r.l., comunicata dal Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) tramite nota del 20.11.2018, è stata poi formalizzata rispetto al concessionario HDE tramite nuova determinazione dirigenziale n. 8 di data 16.01.2019 (SGRIE), che di fatto sostituisce la precedente det. n. 244 del 21.09.2015. In questi nuovi atti si ribadisce che la portata complessiva prevista nel T. Noce Bianco, a valle della vasca di Malga Mare al fine di fluitare i limi derivanti dal suo lavaggio, non potrà superare il valore massimo di 3,00 m³/s, senza che, di fatto, altri apporti aggiuntivi siano prescritti al concessionario di monte e debbano, quindi, essere obbligatoriamente rispettati da parte dei concessionari di valle, tramite messe fuori servizio dei rispettivi impianti.

Come sopra indicato, peraltro, in attesa della convocazione della conferenza di servizi e della definitiva risoluzione della controversia, anche durante lo svaso 2018 il Comune di Peio ha

interrotto volontariamente la derivazione presso la vasca di presa C0 di Pont durante le fasi di pulizia, come risulta evidente dall'analisi degli idrogrammi di ottobre 2018.

Anche in considerazione di quanto sopra, di seguito si riporta un aggiornamento alla data di chiusura del quarto anno di monitoraggio *post operam* (4.PO) dello schema di sintesi delle procedure di rilievo per il monitoraggio ambientale, ad integrazione sia dei contenuti del PMA, capitolo 3, sia degli omonimi capitoli 2.2 delle Relazioni di monitoraggio 2014-15, 2015-16, 2016-17 e 2017-18.

Nell'elenco sono indicati in grassetto, in ordine cronologico di conclusione dei procedimenti, analogamente a quanto esposto nel PMA e nelle precedenti Relazioni di monitoraggio, gli atti autorizzativi vigenti e di rilievo ai fini della realizzazione delle opere e del piano stesso, mentre sono evidenziate nell'ultima colonna di destra le considerazioni inerenti agli effetti delle rispettive condizioni/prescrizioni sul monitoraggio ambientale.

TIPOLOGIA DI PROCEDIMENTO	DATA DI DEPOSITO	DESCRIZIONE PROGETTO	ATTO CONCLUSIVO	CONDIZIONI ATTINENTI AL PMA
Richiesta di chiarimenti	Deposito del 16.08.2018 con nota SGRIE prot. 471952	Fluitazione controllata del sedimento della vasca di Malga Mare	Eventuale deposito di controdeduzioni del Comune di Peio entro il 31.08.2018	Eventuale sospensione dell'obbligo di messa fuori servizio degli impianti in serie
Illeciti amministrativi per la mancata realizzazione di platee impermeabili	Rilevati il 13.04.2018 con nota del S. Foreste e Fauna prot. 214632-3-5	Realizzazione platee impermeabili per depositi di letame entro il 30.11.2018	Nota S. Foreste prot. 726492 del 03.12.2018	Rilascio di proroga dei tempi di realizzazione fino al 30 giugno 2019
Autorizzazione di cui alla det. n. 244 di data 21.09.2015 del dirigente del S. Gestione risorse idriche ed energetiche (SGRIE)	Deposito del 21.09.2018 con nota del Comune di Peio prot. 6215	Fluitazione controllata del sedimento della vasca di Malga Mare	CDS del 13.11.2018 inviato con nota del 20.11.2018 prot. n. 694493	Gli impianti in serie possono rimanere in funzione durante lo svasso dei sedimenti
			Nuova determinazione SGRIE n. 8 del 16.01.19 in sostituzione della det. n. 244 dd 21.09.2015	Gli impianti in serie possono rimanere in funzione durante lo svasso dei sedimenti
Controllo relazione annuale di monitoraggio SCR-2012-22-PER-00	Deposito del 27.06.2019 con nota del Comune di Peio prot. 3959	PMA degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano - Relazione di monitoraggio ambientale 2017-2018 e aggiornamento impegni ambientali	Nota SAVA prot. 683492 del 05.11.2019 (con allegati pareri)	Approvazione relazione anno 3.PO con rimando ai singoli pareri (vedi elenco di seguito):
	In merito alla valutazione di impatto acustico ed al piano di bonifica della centrale idroelettrica di Contra si richiedono gli esiti del monitoraggio acustico presso il recettore denominato R1/D al termine dell'esecuzione degli interventi di			Parametri PMA: verifica finale degli interventi di risanamento acustico

TIPOLOGIA DI PROCEDIMENTO	DATA DI DEPOSITO	DESCRIZIONE PROGETTO	ATTO CONCLUSIVO	CONDIZIONI ATTINENTI AL PMA
	risanamento			
	Sulla base delle verifiche istruttorie il SAVA ribadisce la precedente richiesta del S. Geologico di realizzare un nuovo inclinometro di circa 30 m di profondità posto tra la centrale e la strada provinciale			Parametri PMA: rifacimento e riposizionamento stazione P4
	Considerata la precedente richiesta del S. Bacini montani si chiede al Comune di Peio la disponibilità a fornire i dati di torbidità rilevati nei monitoraggi			Parametri PMA: esportazione dati turbidimetrici
			Nota S. Foreste e fauna prot. 538439 del 03.09.2019	Ribadisce le stesse considerazioni già trasmesse con parere del 30.08.2018
	Considerato che i valori IBE si discostano in maniera marcata dalle condizioni teoriche ottimali, in attesa del completamento delle fognature potrà rendersi necessario un aumento del DMV da concordarsi con APPA			Fase sperimentale con DMV modificato
			Nota APPA - UO ACQUA prot. 565980 del 16.09.2019	La qualità ecologica del T. Noce nel tratto monitorato presenta una situazione compromessa
	Tutti i parametri di qualità chimico fisica e microbiologica confermano un carico organico significativamente aumentato, confermato anche dalle componenti biologiche che nella bassa Val di Peio (N4) scadono nella III classe IBE, coerentemente con la perdita di una classe delle componenti diatomiche nel campionamento estivo - sebbene i dati dell'annata corrente segnalino un recupero			Chiede di acquisire anticipatamente i dati dell'annata successiva (2018-2019) per valutare il trend di miglioramento
	La componente ittica peggiora rispetto agli anni precedenti a causa di una massiccia immissione di pesci pronta pesca in occasione degli eventi di pesca agonistica del 2017			Vengono segnalati gli effetti negativi legati alla pronta pesca
	Gli interventi di compensazione messi in atto dal Comune non risultano ancora sufficienti, pertanto quelli mancanti e quelli di recente proposta dovranno essere attivati in tempi brevi, in particolare le azioni sugli scarichi fognari e quelle sul comparto zootecnico, e dovranno essere dettagliate specificatamente le iniziative di formazione e sensibilizzazione attivate nei confronti degli allevatori, al fine di un coordinamento con la PAT			Accelerare tutte le azioni di mitigazione, relazionando ad APPA in particolare in merito alla sensibilizzazione degli allevatori
			Nota S. Gestione Risorse idriche ed energetiche del 22.10.2019, prot. 649645	Comunica la nuova det. 8 dd. 16.01.2019 che regola la fase di svasso del bacino di Malga Mare

TIPOLOGIA DI PROCEDIMENTO	DATA DI DEPOSITO	DESCRIZIONE PROGETTO	ATTO CONCLUSIVO	CONDIZIONI ATTINENTI AL PMA
		<p>Il rilascio di 3 m³/s dallo scarico della centrale di Cogolo Pont non è dovuto né da parte del concessionario HDE né da parte delle tre centrali in oggetto.</p> <p>Richiede che i dati di portata ambientale misurati in alveo presso le stazioni S siano archiviati nel portale SIMIPO</p>		Il monitoraggio delle portate ambientali viene equiparato a quello delle portate turbinate

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), come già descritto nella prima Relazione di monitoraggio 2014-2015, è stato approvato in via tecnica dalla conferenza di servizi convocata dal Servizio Autorizzazioni e valutazioni ambientali (SAVA) in data 14.01.2015 e in via definitiva dal Servizio Gestione risorse idriche ed energetiche (SGRIE), con propria determinazione dirigenziale n. 55 di data 26.02.2015.

Il PMA fino al termine dell'anno di monitoraggio 4.PO, oggetto della presente relazione, rispetto alla versione originaria ha subito in ordine cronologico le seguenti modifiche:

1. nel corso dell'anno AO - traslazione temporale permanente dei rilievi ittiofaunistici a cadenza annuale nella stazione N3 al mese di febbraio, sulla base della modifica del cronoprogramma del PMA come proposto nell'AGGIORNAMENTO 2015 (di data 14.12.2015), approvato in via tecnica dalla Conferenza dei servizi P.A.T.;
2. nel corso dell'anno 1.PO - esecuzione *una tantum* di una campagna aggiuntiva d'indagini microbiologiche, mirata ad inquadrare i punti di pressione da scarichi fognari e zootecnici in risposta ad una specifica comunicazione APPA di data 24.12.2015;
3. nel corso dell'anno 2.PO - definitiva localizzazione della stazione di monitoraggio S3 - realizzata appena a valle del ponte, approvata "in via provvisoria" con det. S. Bacini montani n. 477/2015 (cfr. Relazione di monitoraggio 2014-2015), e confermata a seguito dell'approvazione definitiva della strada e del ponte (cfr. det. S. Bacini montani n. 436/2017 nella tabella soprastante) - al posto dell'originaria posizione prevista dal PMA al termine delle opere di presa della centrale di Castra;
4. a partire dall'anno 3.PO e nei successivi - incremento della frequenza delle indagini della qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE), dalla cadenza semestrale originaria alla cadenza trimestrale, mediante aggiunta di nuovi rilievi indicativamente nei mesi intermedi di maggio e novembre, per un totale di 4 ripetizioni anno in ogni stazione di monitoraggio chimico fisico e biologico.

Per quanto il controllo della Relazione di monitoraggio 2017-2018 (anno 3.PO) sia intervenuto solo al termine dell'anno di monitoraggio 4.PO, come risulta dalla sopra riportata tabella di aggiornamento amministrativo, i pareri tecnici raccolti confermano la sostanziale validità del PMA e dimostrano la correttezza del quadro descrittivo, per quanto evidenzino ancora la presenza di fattori limitanti e la non completa efficacia degli interventi di compensazione proposti, per i quali si richiede di accelerare i tempi di realizzazione degli interventi di collettamento fognario degli scarichi civili non ancora collegati e di realizzazione delle concimaie per il deposito dello stallatico.

2.3 STATO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE

La precedente Relazione di monitoraggio 2017-2018 al capitolo 2.3 ha descritto - con riferimento al terzo anno di esercizio (3.PO) dei tre impianti idroelettrici in serie - lo stato di consistenza della rete fognaria sul territorio del Comune di Peio, in ultimo aggiornato all'entrata in funzione del II° stralcio - I° lotto dei lavori inerenti alla rete idrica e fognature acque nere e bianche della parte centrale dell'abitato di Celledizzo.

Con riferimento all'anno di monitoraggio 2018-2019, quarto anno di esercizio (4.PO) e oggetto della presente relazione, invece, non si rilevano novità strutturali e impiantistiche a carico del sistema fognario di Celledizzo, fatta salva l'ultimazione dei lavori del suddetto II° stralcio - I° lotto.

La seguente Tab. 1, pertanto, conferma la precedente tempistica di esecuzione e completamento dei lavori di allacciamento delle frazioni del Comune di Peio, anche in riferimento alla conclusione dell'anno 4.PO (fino al 10 luglio 2019), senza introdurre elementi di novità. va rilevato, peraltro, come il II° stralcio - I° lotto della fognatura di Celledizzo, ultimato sul finire del precedente anno di monitoraggio, ha estrinsecato i suoi effetti - in sostanza - solo a partire dall'anno di monitoraggio 2018-2019, oggetto della presente relazione.

FRAZIONI COLLETTATE	ANNO DI ALLACCIAMENTO
Peio Fonti	1992
Comasine	1994
Cogolo	1999
Peio Paese	2007
Strombiano	2011
Celentino	2012

FRAZIONI COLLETTATE	ANNO DI ALLACCIAMENTO
Celledizzo - 1. stralcio	2015
Celledizzo - 1. lotto del 2. stralcio	2018

Tab. 1 - Fasi di progressivo allacciamento delle frazioni di Peio al collettore fognario comunale e al depuratore dell'Alta Val di Sole di Mezzana.

Di seguito, in modo analogo a quanto sopra riferito per la rete fognaria, si presenta un aggiornamento della tabella di sintesi delle aziende zootecniche attive, nell'ambito geografico della Val di Peio, nell'anno 2019 (cfr. Tab. 2). Si rimanda, come in precedenza, alla prima Relazione di monitoraggio 2014-2015 per un inquadramento generale del territorio e l'analisi delle relazioni tra zootecnia, depurazione civile e qualità delle acque fluenti.

TIPOLOGIA ALLEVAMENTO	NUMERO AZIENDE	CONSISTENZA COMPLESSIVA (CAPI)	CARICO ZOOTEKNICO MASSIMO (UBA)
Bovini totali	29 (-1)	791 (-13)	791 (-13)
Bovini - piccoli allevamenti	20 (69%) (-4%)	278 (35%) (-2%)	278 (-17)
Bovini - grandi allevamenti	8 (31%) (+4%)	513 (65%) (+2%)	513 (+4)
Caprini totali	4 (0)	163 (0)	24 (0)
Ovini totali	8 (-2)	138 (-7)	21 (-1)
Allevamenti totali	41 (-3)	1.092 (-20)	836 (-14)

Tab. 2 - Consistenza delle aziende zootecniche attive nel territorio del Comune di Peio secondo i dati del Servizio Veterinario dell'APSS per l'anno di monitoraggio 2018-2019. Tra parentesi sono evidenziate le differenze rispetto al periodo precedente 2017-2018.

Nell'anno di monitoraggio 4.PO, rispetto a quanto descritto nella precedente Relazione 2017-2018 (in riferimento all'anno 3.PO), prosegue il lieve calo sia della consistenza dei capi sia del carico zootecnico complessivo espresso in unità bovino adulto (UBA), pari a -14 UBA. Tale variazione è dovuta in prevalenza ai bovini da latte di piccoli allevamenti e in parte minoritaria agli ovini (stabili invece i caprini). Prosegue anche la lenta diminuzione del numero complessivo di aziende (-3, di cui un'azienda di bovini e due di ovini). Nel medio periodo analizzato dal PMA, quindi, si assiste a una tenuta delle grosse stalle, in termini di numero di aziende e di carico zootecnico, a fronte di una lieve diminuzione dei piccoli allevamenti bovini e di quelli ovicaprini. Questa tendenza alla concentrazione, per quanto lieve, del carico zootecnico nelle grosse aziende non costituisce certamente un elemento positivo in termini di ricadute ambientali, in quanto incrementa il problema dello smaltimento di crescenti quantitativi.

vi di reflui zootecnici, rispetto a superfici aziendali utili per lo spargimento invariate o potenzialmente anche in diminuzione.

Come già precisato nelle precedenti Relazioni di monitoraggio, in materia di mitigazioni ambientali il Comune di Peio, con nota prot. n. 906 del 17.02.2016, aveva proposto una prima serie di 11 azioni mitigative, parte delle quali risultavano già intraprese al momento del deposito della nota stessa, mentre altre sono state applicate progressivamente durante il secondo e il terzo anno *post operam*.

In merito al proposto Studio per la gestione sostenibile dei reflui zootecnici, si evidenzia in questa sede che il primo progetto pilota per lo stoccaggio provvisorio e la maturazione controllata dei reflui zootecnici di alcune piccole aziende zootecniche presenti in valle è stato predisposto, approvato e appaltato. I relativi lavori, dopo la proroga ottenuta dal Servizio Foreste e fauna fino a giugno 2019, come riferito dall'Ufficio Tecnico del Comune di Peio, dovrebbero essere completati nel corso dell'anno 2020.

Al termine dell'anno di monitoraggio 2018-2019, pertanto, si evidenzia che l'ultima delle originarie 11 iniziative che l'amministrazione comunale di Peio intende avviare, consiste in:

- Punto 2) Effettiva realizzazione del lotto 2° del II° stralcio della fognatura di Celledizzo, di fatto nel frattempo suddiviso e di cui ora rimane da realizzare il 3° ed ultimo lotto (lotto B del II° stralcio), corrispondente alla parte meridionale dell'abitato di Celledizzo.

In base ai contatti intercorsi con l'Ufficio Tecnico del Comune di Peio, risulta che le procedure di appalto per la realizzazione del suddetto lotto non sono state ancora concluse e i relativi lavori, verosimilmente, potranno essere avviati nel 2021.

A questo primo elenco di azioni mitigative sul territorio della Val di Peio, che si esaurirà con la prossima ultimazione del sistema fognario, vanno poi aggiunte ulteriori iniziative, ipotizzate dal Comune di Peio nella nota prot. n. 3165 del 24.05.2018, in occasione del deposito della Relazione di monitoraggio 2016-2017 (anno 2.PO) e più recentemente riconfermate, con nota prot. 3959 del 27 giugno 2019, in occasione del deposito della Relazione di monitoraggio 2017-2018 (anno 3.PO).

L'insieme delle nuove misure di mitigazione contenute nelle suddette comunicazioni, ancora da realizzare alla data della presente, consistono in:

- a) progettazione e realizzazione di un nuovo tratto della rete fognaria a monte dell'abitato di Cogolo fino alla località Masi Guilnova;

- b) attuazione di un “controllo capillare delle fosse Imhoff stagne o a dispersione”, autorizzate dal Comune sul proprio territorio, con verifica del rispetto degli obblighi di spurgo e di svuotamento;
- c) ad integrazione del punto precedente, controllo mirato degli allacciamenti, anche a seguito delle prime verifiche eseguite nel tempo conseguenti alla realizzazione dei vari lotti, secondo lo standard indicato dalla PAT, avviando l'archiviazione informatica e possibilmente georeferenziata degli allacciamenti;
- d) individuazione di possibili criticità nel ciclo dell'acqua a seguito dell'analisi dei dati rilevati in continuo per la gestione dell'acquedotto e delle fognature comunali;
- e) organizzazione di corsi e produzione di dispense rivolte agli allevatori per illustrare la corretta gestione dello stallatico (tale punto in parte riprende il vecchio punto 11 - iniziative di informazione e sensibilizzazione degli allevatori, già avviate nel 2016, peraltro potrà svilupparsi in maniera innovativa, parallelamente alla realizzazione dei nuovi stalli per la maturazione del letame).

Di questa seconda lista di azioni mitigative/compensative, invece, gli ultimi due punti risultano essere in parte già avviati durante l'anno 2018-2019, in particolare:

- f) realizzazione di una fascia di vegetazione riparia, ad esempio a monte della centrale di Contra e nella piana a monte dell'abitato di Cogolo, con funzioni ecologiche mirate all'ombreggiamento dell'alveo, all'incremento della biodiversità e alla protezione tramite un'azione di filtro biologico esercitato dalle specie arbustive igrofile e riparie - parzialmente avviata con la piantumazione di 400 piante di ontano lungo le sponde interessate dai lavori per l'impianto di Castra e di 50 piante di altre latifoglie presso la vasca di carico dell'impianto stesso a valle del ponte di Comasine;
- g) aggiunta di una coppia di indagini chimico-fisiche, microbiologiche e biologiche (IBE) indicativamente nei mesi di maggio e novembre, comunque nei mesi di minor carico antropico e turistico, in modo da disporre di dati di almeno 4 analisi a cadenza indicativamente trimestrale, capaci di descrivere più puntualmente la dinamica annuale della qualità biologica del T. Noce Bianco/T. Noce, rappresentando l'effettivo valore medio annuale.

2.4 MANUTENZIONE DELLE STAZIONI FISSE INFRASTRUTTURATE DI MONITORAGGIO

Nel rimandare alle precedenti relazioni la descrizione delle fasi di predisposizione, di primo esercizio e di completamento delle stazioni fisse infrastrutturate previste dal PMA, svoltesi prevalentemente nel corso dell'anno di monitoraggio 1.PO, e nel ricordare che l'assetto informatico che alimenta la base dati del PMA è stato completato durante l'anno 2.PO, in questa relazione, relativa all'anno 4.PO, si evidenzia sostanzialmente che la rete di stazioni fisse di monitoraggio ha proseguito il suo regolare funzionamento e non ha subito rilevanti modifiche, fatto salvo il progressivo inghiainamento della stazione S3 - Contra, con l'interruzione di funzionamento della sonda di torbidità e di livello/temperatura a giugno 2019.

Si ricorda, come nelle precedenti Relazioni di monitoraggio, che le stazioni infrastrutturate sono sempre funzionali al rilievo, periodico o in continuo, tramite apposita strumentazione, di alcuni dei parametri di monitoraggio indicati dal PMA, quali in particolare:

- parametri turbidimetrici, termometrici e idrometrici in alveo (stazioni **S-**);
- parametri termometrici, idrometrici, di produzione idroelettrica e di rendimento degli impianti (stazioni **C-**);
- parametri inclinometrici extra alveo (stazioni **P-**).

Tali parametri sono stati registrati in continuo anche nel corso dell'anno 4.PO, con frequenza 5 minuti, ad eccezione dei dati inclinometrici che sono stati misurati periodicamente, con frequenza semestrale. Eventuali interventi di manutenzione alla sensoristica installata o alterazioni alla geometria delle stazioni fisse di monitoraggio, come di seguito descritto, in considerazione della ridondanza e dell'integrazione dei sistemi di acquisizione non hanno comunque impedito la restituzione di serie complete e coerenti di dati di monitoraggio ambientale, fatto salvo l'ultimo mese di dati di torbidità ottica e di temperatura nella stazione S3 - Contra e la necessità di ricalcolare la serie dei dati di portata per l'intero anno 4.PO, a seguito della progressiva deriva dei dati idrometrici.

Nei seguenti paragrafi sono descritte e illustrate, tramite immagini, alcune fasi di verifica, di pulizia delle sezioni e di manutenzione straordinaria della strumentazione, svoltesi nel corso dell'anno 4.PO, in applicazione del "*Protocollo di gestione delle stazioni fisse di misura infrastrutturate in alveo, extra alveo e negli impianti*", elaborato dal Comune di Peio in accordo col responsabile esecutivo del PMA, per i cui dettagli si rimanda all'apposito allegato alla Relazione di monitoraggio 2015-2016.

2.4.1 Stazioni infrastrutturate in alveo S-

Come già anticipato nel precedente paragrafo, nel corso dell'anno di monitoraggio 4.PO le varie sonde di livello, temperatura e torbidità installate nelle stazioni S- (S1 - Pont, S2 - Cogolo, S3 - Contra, S4 - Cusiano, S5 - Ossana), sono rimaste in funzione per l'intero anno solare, fatta eccezione per quelle della stazione S3 - Contra che hanno risentito di un progressivo inghiainamento, avviato alla conclusione dei lavori di sistemazione del ponte di Contra e conclusosi, dopo il passaggio della Tempesta Vaia, con il blocco della sonda di torbidità e temperatura/livello durante la piena in fase di morbidità a giugno 2019.

Le verifiche e le manutenzioni eseguite dalla ditta Corr-Tek Idrometria S.r.l. durante l'anno di monitoraggio hanno permesso, comunque, di garantire la continuità delle misurazioni con i dati rilevati nel periodo precedente. Le difficili condizioni di accesso all'alveo e alle sonde, rimaste incastrate sotto i sedimenti, presso la stazione S3 - Contra, hanno richiesto operazioni di pulizia meccanica eseguite nell'autunno 2019 prima di ripristinare completamente la strumentazione.

Come già segnalato in passato, saltuarie alterazioni della qualità dei dati si riscontrano regolarmente in inverno, durante le giornate particolarmente fredde, a causa della formazione di ghiaccio sulle sponde e sulle parti emerse del torrente, con conseguenti modifiche nel rilievo del livello dell'acqua. Durante questi eventi di parziale congelamento dell'acqua, infatti, la temperatura in alveo si mantiene stabilmente a 0°C, mentre il livello "erroneamente" cresce per effetto della compressione del ghiaccio sulla cella ceramica della sonda PLS (livello da pressione) o aumenta per l'effettivo innalzarsi di uno strato di ghiaccio sulle parti emerse dell'alveo sotto la sonda RLS (radar).

Tali apparenti incrementi di livello, e quindi di portata, a seguito di un controllo incrociato con le precipitazioni e le temperature atmosferiche sono facilmente riconoscibili dal particolare andamento grafico dei dati. Possono quindi essere facilmente corretti, riportandoli ad un valore costante tramite il collegamento dei livelli (sostanzialmente identici) corrispondenti alle fasi di inizio e fine congelamento, al fine di restituire una stima corretta delle portate fluenti.

A seguito delle ordinarie attività di sorveglianza previste dal protocollo citato nel precedente paragrafo, che si svolgono mediante ispezione visiva delle stazioni, nel corso dell'anno di monitoraggio 4.PO sono state eseguite anche alcune operazioni di pulizia manuale dell'alveo, mediante asportazione di materiali incastrati all'interno delle sezioni, come previsto nell'ambito del PMA, mentre per la pulizia meccanica straordinaria si è dovuto attendere l'autunno 2019.

Come previsto dal suddetto Protocollo di gestione delle stazioni, in data 13 e 14.03.2019, la ditta CorrTek Idrometria srl, sulla base delle indicazioni fornite dal responsabile esecutivo del PMA, ha eseguito presso tutte le stazioni le operazioni di manutenzione straordinaria delle sonde installate.

Presso la stazione S1 - Pont, in data 13.03.2019, è stato verificato il tubo di alloggiamento delle sonde di misura, mediante estrazione del carrello, pulizia della base immersa del tubo e nuova calata del carrello (cfr. Fig. 1). Inoltre:

- il sensore di torbidità è stato sottoposto a taratura mediante soluzione a torbidità ottica nota ed è stata sostituita la spazzola del sensore;
- nel *datalogger* è stato aggiornato il *firmware* ed è stata verificata la corretta alimentazione tramite pannello solare.



1



2

Fig. 1 - Manutenzione straordinaria della stazione S1 - Pont, eseguita in data 13.03.2019: 1) pulizia della sonda di torbidità montata su carrello, 2) tester per la ritaratura del turbidimetro mediante immersione in liquido di controllo a torbidità nota.

Anche presso la stazione S2 - Cogolo, in data 14.03.2019, è stato verificato il tubo di alloggiamento della sonda, mediante estrazione del carrello, pulizia della base immersa del tubo e nuova calata del carrello (cfr Fig. 2). Nel *datalogger* della stazione è stato aggiornato il *firmware* ed è stata verificata la corretta alimentazione tramite pannello solare.



Fig. 2 - Manutenzione straordinaria della stazione S2 - Cogolo - Val del Monte, eseguita in data 14.03.2019, mediante: 1) estrazione del carrello dal tubo porta-sonde, 2) pulizia con getto d'acqua della sonda di livello.

Nella stazione S3 - Contra, sempre in data 14.03.2019, è stato invece riscontrato che la base del tubo e del carrello di alloggiamento delle sonde era inghiaiato e, pertanto, non è stato possibile estrarre le sonde, rimaste bloccate dai sedimenti (cfr. Fig. 3). Nel *datalogger* è stato comunque verificato il *firmware* e la corretta alimentazione della stazione tramite pannello solare. Le operazioni di pulizia del tubo e delle sonde sono state eseguite nell'autunno 2019 dopo un adeguato intervento di pulizia della sezione d'alveo tramite escavatore meccanico.



Fig. 3 - Manutenzione straordinaria della sezione S3 - Contra, eseguita in data 14.03.2019, bloccata dalla presenza di sedimenti nella canaletta di magra che impediscono l'asportazione del carrello porta sonde: 1) livello più alto che in analoghi periodi di magra, 2) deposito di sedimenti già avanzato che raggiungerà il completo riempimento della canaletta durante la morbida successiva.

Nelle altre stazioni (C0, S4 e S5), sempre in fase di manutenzione a metà marzo 2019, sono state sostituite le batterie, in quanto non alimentate da pannelli solari, e sono state estratte le sonde per sottoporle a controllo e pulizia delle parti meccaniche ed elettroniche.

Come già evidenziato, infine, si ricorda che nell'anno di monitoraggio 2018-2019 non sono stati eseguiti interventi di pulizia meccanica delle sezioni, in quanto i continui eventi di trasporto solido (sistemazione dell'alveo a monte di S3 - Contra, colate detritiche ad agosto 2018 sul Rio Taviela, Tempesta Vaia a ottobre 2018, eventi di piena in morbida nivoglaciale a giugno 2019) hanno ripetutamente posticipato tale fase di manutenzione, imponendo un cambio di strategia nella gestione delle stazioni.

In primo luogo, è stata segnalata al Comune di Peio la problematica idraulica e la necessità di provvedere a una campagna di verifica delle portate in alveo, già a seguito dei primi importanti fenomeni di trasporto solido. I primi rilievi sono iniziati nell'estate 2018. In base alle prime risultanze a novembre 2018 è stato quindi proposto il rifacimento delle scale delle portate per le tre stazioni infrastrutturate superiori. I rilievi di portata sono proseguiti a cavallo del 2018 e del 2019 per una campagna di 5 misurazioni in differenti condizioni idrologiche.

Alla conclusione delle misurazioni è stato verificato che per le stazioni S1 - Pont e S2 - Cogolo è corretto utilizzare nuove scale delle portate, con applicazione a partire da luglio 2018 mentre per la sola stazione S3 - Contra la forte e continua instabilità della sezione durante tutto l'anno 4.PO rende inapplicabili sia la vecchia che una nuova scala.

In conclusione, anche al fine di liberare le sonde nel frattempo bloccate da giugno 2019 sotto il materiale solido, è stato programmato un intervento di pulizia meccanica del tratto d'alveo in cui ricade la sezione. L'intervento di pulizia meccanica è stato eseguito solo nell'autunno 2019, durante l'anno di monitoraggio in corso (5.PO), e nello stesso periodo è stato concluso lo studio sulle scale delle portate, di cui si tratterà nella prossima relazione di monitoraggio.

2.4.2 Stazioni infrastrutturate all'interno degli impianti C-

I rilievi strumentali interni agli impianti a cui il PMA fa riferimento - in particolare le misure in continuo delle portate turbinate, il computo dell'energia immessa e di quella prelevata dalla rete - come già precisato nelle precedenti Relazioni di monitoraggio, costituiscono un onere esplicito dei concessionari previsto dal disciplinare di concessione. Tali rilievi, pertanto, sono eseguiti direttamente dai concessionari, a partire dall'avvio degli impianti, indipendentemente dal processo di monitoraggio in corso. I rispettivi dati derivano da una specifica sensoristica e da sistemi di gestione delle informazioni - quali flussometri in condotta, programmi di gestione degli impianti idroelettrici e rispettivi sistemi di consegna dell'energia prodotta - del tutto autonomi rispetto alle stazioni di monitoraggio previste PMA. Il Comune di Peio, in qualità di concessionario e responsabile amministrativo del PMA, ha registrato tali dati anche durante

l'intero anno 4.PO e li ha consegnati al responsabile esecutivo del PMA, ai fine delle elaborazioni ai fini ambientali previste dal PMA e di seguito descritte.

Si ricorda, inoltre, che parte dei dati provenienti dagli impianti - quali le misure in continuo di temperatura delle acque turbinate nelle vasche di presa e di restituzione della nuova serie idroelettrica - hanno trovato origine dalle prescrizioni del PMA e non del disciplinare di concessione. Tali dati sono ottenuti da una sensoristica dedicata ai fini ambientali, in particolare a monte nella stazione C0 installata dalla ditta Corr-Tek Idrometria S.r.l. e a valle installata direttamente dai concessionari della centrale di Cusiano (C3).

Altri dati, infine, come le misure dei livelli nelle vasche di carico degli impianti della serie, già durante il corso dell'anno 1.PO sono stati concordati con i concessionari, al fine di agevolare le verifiche incrociate tra i dati dei vari impianti, e pertanto sono regolarmente ricevuti dal responsabile esecutivo del PMA e derivano da sensori di impianto adattati a nuovi fini di analisi ambientale.

Si ricorda che i dati provenienti dagli apparati informatici degli impianti (PLC) richiedono una preliminare estrazione mediante interrogazione mirata dei database e la successiva esportazione nei formati numerici e temporali richiesti dal programma Hydras3, la piattaforma di analisi ed elaborazione di tutti i dati raccolti nell'ambito del PMA.

I dati provenienti dalle centrali C1 - Contra e C2 - Castra sono registrati a far data dall'avvio degli impianti e, come precisato nella Relazione 2016-2017, vengono trasmessi quotidianamente al server Corr-Tek a partire dal 06.12.2016, per poi essere archiviati nel database del PMA. I dati provenienti dalla centrale C3 - Cusiano, invece, vengono forniti direttamente dalla società Alto Noce S.r.l., su richiesta del responsabile esecutivo del PMA, in diversi momenti dell'anno, per poi essere inseriti manualmente nel database del PMA.

La frequenza dei dati acquisiti e archiviati all'interno del database del PMA ad oggi è uniforme per tutti i dati ambientali, pari a un dato ogni 5 minuti, come riportato nella Tab. 8 del successivo capitolo dedicato ai siti e alla cronologia di rilevamento.

Per la descrizione fotografica delle stazioni **C-** - all'interno delle quali le sonde in continuo risultano tutte installate e funzionanti durante l'anno 4.PO - si rimanda alle immagini del successivo capitolo dedicato ai siti e alla cronologia di rilevamento (cfr. Fig. 30, Fig. 31, Fig. 32) oltre che alle immagini contenute nelle precedenti Relazioni di monitoraggio 2014/2015 (fase *ante operam*), 2015-2016 (fase *post operam*, anno 1.PO), 2016-2017 (fase *post operam*, anno 2.PO) e 2017-2018 (fase *post operam*, anno 3.PO) descrittive delle fasi di realizzazione e finitura degli impianti.

Nel complesso la sensoristica interna agli impianti nel corso dell'anno 4.PO è risultata regolarmente in funzione e ha fornito con continuità i dati previsti dal PMA. Come già nelle prece-

denti Relazioni di monitoraggio, rimane solo da evidenziare lo scarto positivo nella misurazione delle portate turbinate dall'impianto di Cusiano rispetto al superiore impianto di Castra, differenza non giustificabile in quanto gli impianti sono collegati in serie diretta.

2.4.3 Stazioni inclinometriche P-

Come già descritto nella *Relazione di monitoraggio 2014-2015*, a cui si rimanda per ogni approfondimento, all'avvio del primo anno di monitoraggio *post operam* le stazioni inclinometriche risultavano completamente realizzate e verificate tramite la prima lettura di zero.

La precedente Relazione di monitoraggio 2015-2016, nell'omonimo capitolo dedicato agli aspetti strutturali delle stazioni di monitoraggio, ha evidenziato che dalla seconda lettura dell'anno 1.PO, avvenuta in data 21.04.2016, il tubo inclinometrico P4 risultava essere parzialmente ostruito nei due metri basali, probabilmente per caduta di materiale dall'alto.

Nel corso dell'anno di monitoraggio 2.PO, a seguito dei rilievi inclinometrici condotti dal geologo dott. Dario Gaspari, incaricato dall'esecutore del PMA Hydrobiologica S.r.l., la problematica della funzionalità, notevolmente compromessa, del tubo P4 è stata più volte approfondita, anche in contraddittorio con personale specializzato del Servizio Geologico e tramite video-ispezioni, confermando definitivamente l'impraticabilità del tubo.

A partire dall'anno 3.PO, e pertanto anche nell'anno 4.PO, nel tubo P4 non sono stati eseguiti i previsti rilievi inclinometrici. Il Servizio Geologico, con nota di data 28.08.2018, nell'ambito della valutazione della Relazione di monitoraggio 2016-2017 (2.PO), e il Servizio Autorizzazioni e valutazioni ambientali con nota prot. 683492 del 05.11.2019, riferita alla Relazione di monitoraggio dell'anno 3.PO, ribadiscono la necessità di un nuovo tubo P4, con profondità indicativa di 30 m e posizione compresa tra l'edificio centrale di Castra e la strada provinciale soprastante, per la cui realizzazione il Comune di Peio deve coordinarsi con la struttura provinciale competente.

3. SITI E CRONOLOGIA DI RILEVAMENTO

La prima fase di monitoraggio prevista dal PMA (*ante operam - in corso d'opera*), come precisato in premessa, si è conclusa con l'avvio dell'esercizio degli impianti di Contra e Castra, avvenuto il 14.05.2015, ed è stata condotta dunque tra il mese di novembre 2014 e il mese di maggio 2015. In questo periodo sono stati condotti i rilievi e le analisi di carattere chimico-fisico e microbiologico, biologico e ittiofaunistico programmati dal PMA stesso per la fase *ante operam* (cfr. RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2014/15).

Nel secondo anno di monitoraggio, che è coinciso con il 1. anno di esercizio degli impianti (*post operam* - 1. anno), e che è decorso dalla data di entrata in funzione dell'ultimo degli impianti in serie (= 10 luglio 2015, parallelo dell'impianto di Cusiano) è proseguita l'esecuzione periodica delle analisi dei parametri di qualità dell'acqua fluente in alveo (parametri LIM, parametro IBE, parametri ittiofaunistici e parametri diatomocenotici) ai sensi del PMA. Il PMA, peraltro, prevede anche il rilievo di altri parametri di monitoraggio - in continuo, periodicamente o *una tantum* - subordinatamente alla realizzazione e all'attivazione degli impianti idroelettrici e/o alla realizzazione di centraline fisse strumentate di monitoraggio in alveo e di quelle incluse nel sistema degli impianti idroelettrici in serie. Dopo l'entrata in esercizio degli impianti e l'avvio dei rispettivi sistemi di misurazione in continuo dei parametri di produzione (stazioni infrastrutturate in centrale **C-**), come precisato nel precedente § 2.4, è stata avviata come previsto anche la realizzazione in alveo delle stazioni infrastrutturate per i rilievi in continuo (stazioni infrastrutturate in alveo **S-**). Solo nel corso dei primi mesi della fase *post operam*, pertanto, è stato possibile attivare tutti i rilievi strumentali previsti per l'anno 1.PO. Pertanto, nel corso del 2. anno di monitoraggio, cioè tra luglio 2015 e luglio 2016 sono stati avviati i rilievi inerenti a: idrometria, termometria, turbidimetria, inclinometria, rendimento energetico, emissioni acustiche.

Nel terzo anno di monitoraggio, che è coinciso con il 2. anno di esercizio degli impianti (*post operam* - 2. anno), che è decorso da un anno esatto dalla data di entrata in funzione dell'ultimo degli impianti in serie (= 10 luglio 2016), è proseguita l'esecuzione periodica delle analisi dei parametri di qualità dell'acqua fluente in alveo (parametri LIM, parametro IBE, parametri ittiofaunistici) ai sensi del PMA, così come sono proseguiti i rilievi in continuo inerenti ai parametri di idrometria, termometria, turbidimetria, inclinometria, rendimento energetico richiesti dal PMA.

Nel quarto anno di monitoraggio, che è coinciso con il 3. anno di esercizio degli impianti (*post operam* - 3. anno), che è decorso da due anni esatti dalla data di entrata in funzione dell'ulti-

mo degli impianti in serie (= 10 luglio 2017), è proseguita l'esecuzione periodica delle analisi dei parametri di qualità dell'acqua fluente in alveo (parametri LIM, parametro IBE, parametri ittiofaunistici e parametri diatomocenotici) ai sensi del PMA, così come sono proseguiti i rilievi in continuo inerenti ai parametri di idrometria, termometria, turbidimetria, inclinometria, rendimento energetico richiesti dal PMA.

Nel quinto anno di monitoraggio, che coincide con il 4. anno di esercizio degli impianti (*post operam* - 4. anno), che decorre da tre anni esatti dalla data di entrata in funzione dell'ultimo degli impianti in serie (= 10 luglio 2018), e che è oggetto della presente relazione, è proseguita ulteriormente e senza variazioni sostanziali l'esecuzione periodica delle analisi dei parametri di qualità dell'acqua fluente in alveo (parametri LIM, parametro IBE, parametri ittiofaunistici) ai sensi del PMA, con l'incremento, peraltro, a frequenza trimestrale per i rilievi chimico-fisici, microbiologici e biologici. Analogamente sono proseguiti i rilievi in continuo inerenti i parametri di idrometria, termometria, turbidimetria, inclinometria, rendimento energetico richiesti dal PMA (con i brevi periodi di interruzione per cause di forza maggiore già descritti sopra).

Nel rimandare al *Repertorio dei siti di rilevamento*, allegato 1 del PMA, l'inquadramento e la descrizione dettagliata delle singole stazioni di misura, di seguito vengono riepilogati, in quadri di sintesi, i siti e le cronologie di rilevamento del 5. anno di monitoraggio (anno 4.PO), oggetto della presente relazione, suddivisi per tipologia di rilievo e di stazioni.

3.1 RILIEVI PERIODICI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI, MICROBIOLOGICI E BIOLOGICI (N-)

Come previsto dal PMA i rilievi analitici dell'annata 2018-2019 (chimico fisici; microbiologici; della qualità biologica IBE; quali - quantitativi del popolamento ittico) sono stati condotti sulle stazioni di rilevamento fisse N- riportate nella seguente Tab. 3.

staz	località	definizione	quota m s.l.m.	latitudine N WGS84 UTM	longitudine E WGS84 UTM	tipo di analisi
N1	Masi Guilnova	T. Noce Bianco ca. 2.030 m a monte confluenza T. Noce di Val del Monte - tratto sotteso a derivazione HDE Cogolo Pont	1.230	46° 22' 15" <u>5136841</u>	10° 41' 32" <u>630238</u>	chimica LIM microbio LIM biologica IBE (diatomee ICMi/NSS)
N2	Pegaia	T. Noce Bianco ca. 400 m a monte confluenza T. Noce di Val del Monte - tratto sotteso a derivazione Contra	1.165	46° 21' 26" <u>5135323</u>	10° 41' 19" <u>629992</u>	chimica LIM microbio LIM biologica IBE (diatomee ICMi/NSS)

staz	località	definizione	quota m s.l.m.	latitudine N WGS84 UTM	longitudine E WGS84 UTM	tipo di analisi
N3	Masi di Contra	T. Noce ca. 2.100 m a valle confluenza T. Noce di Val del Monte - tratto sotteso a derivazione Contra	1.110	46° 20' 21" <u>5133343</u>	10° 42' 16" <u>631254</u>	chimica LIM microbio LIM biologica IBE
N4	Forno di Novale	T. Noce ca. 4.500 m a valle confluenza T. Noce di Val del Monte - tratto sotteso a derivazione Castra	1.000	46° 19' 16" <u>5131358</u>	10° 43' 02" <u>632280</u>	chimica LIM microbio LIM biologica IBE (diatomee ICMi/NSS) ittiofauna
N5	Ossana	T. Noce ca. 7.100 m a valle confluenza T. Noce di Val del Monte e 250 m a valle confluenza T. Vermigliana - tratto non derivato	937	46° 18' 35" <u>5130140</u>	10° 44' 44" <u>634489</u>	chimica LIM microbio LIM biologica IBE

Tab. 3 - Elenco, in ordine altitudinale decrescente, delle stazioni di rilevamento **N- e dei tipi di analisi parametriche individuate ai fini del monitoraggio ambientale.**

Come utile riferimento si riporta la mappa schematica della dislocazione delle stazioni di rilevamento fisse **N-** in rapporto con lo schema degli impianti in serie (Fig. 4), con la precisazione che quest'ultimo, come riportato nel PMA, reca ancora l'indicazione di progetto della presa accessoria in alveo al servizio dell'impianto di Castra, mentre essa risulta oggi stralciata a seguito della rinuncia da parte del concessionario e della relativa variante non sostanziale (Det. SGRIE n. 82/23.05.2016).

Di ciascuna stazione di rilevamento **N-** inoltre è riportata una quadruplice serie di immagini fotografiche d'insieme riprese in occasione della quadruplice serie di rilievi sulla qualità biologica tramite l'applicazione del metodo I.B.E. dell'agosto 2018, del novembre 2018 - campagna aggiuntiva, del febbraio 2018 e del giugno 2018 - campagna aggiuntiva (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14).

Seguono alcune immagini relative all'esecuzione dei campionamenti e alle successive analisi in laboratorio.

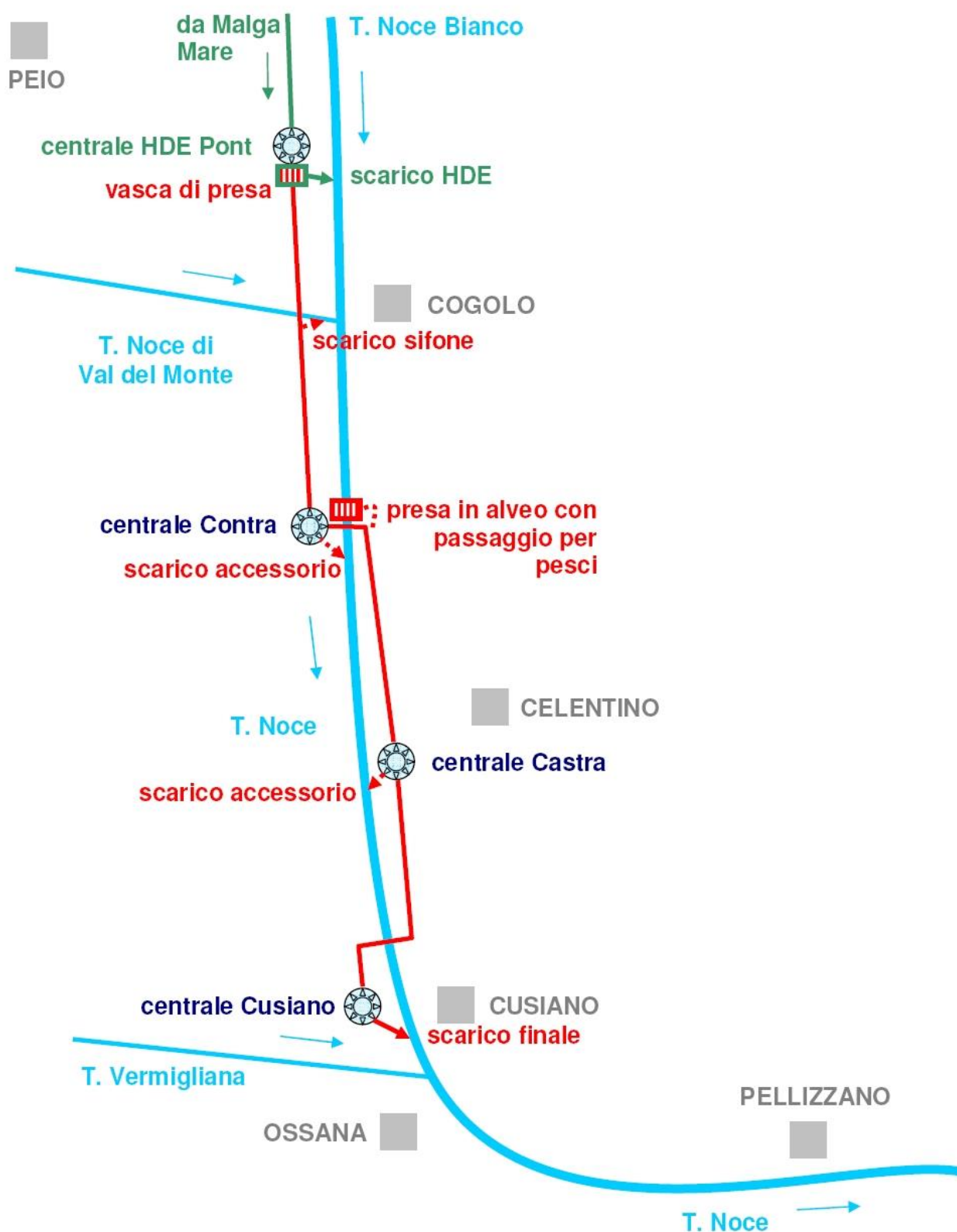


Fig. 4 - Analisi della qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica ai fini del monitoraggio ambientale: schema della localizzazione delle stazioni di rilevamento in alveo "N-" (NB. l'opera di presa in alveo con passaggio per pesci prevista dal progetto dell'impianto di Maso Castra e autorizzata nei fatti non esiste essendo stata oggetto di stralcio da parte del Concessionario e di variante della concessione di derivazione delle acque pubbliche).



Fig. 5 - Scorcio della stazione di rilevamento N1 - rilievi IBE del 28.08.2018 (sx) e del 27.11.2018 (dx).



Fig. 6 - Scorcio della stazione di rilevamento N1 - rilievi IBE del 12.02.2019 (sx) e del 17.06.2019 (dx).



Fig. 7 - Scorcio della stazione di rilevamento N2 - rilievi IBE del 28.08.2018 (sx) e del 27.11.2018 (dx).



Fig. 8 - Scorcio della stazione di rilevamento N2 - rilievi IBE del 12.02.2019 (sx) e del 17.06.2019 (dx).



Fig. 9 - Scorcio della stazione di rilevamento **N3** - rilievi IBE del 28.08.2018 (sx) e del 27.11.2018 (dx).



Fig. 10 - Scorcio della stazione di rilevamento **N3** - rilievi IBE del 12.02.2019 (sx) e del 17.06.2019 (dx).



Fig. 11 - Scorcio della stazione di rilevamento N4 - rilievi IBE del 28.08.2018 (sx) e del 27.11.2018 (dx).

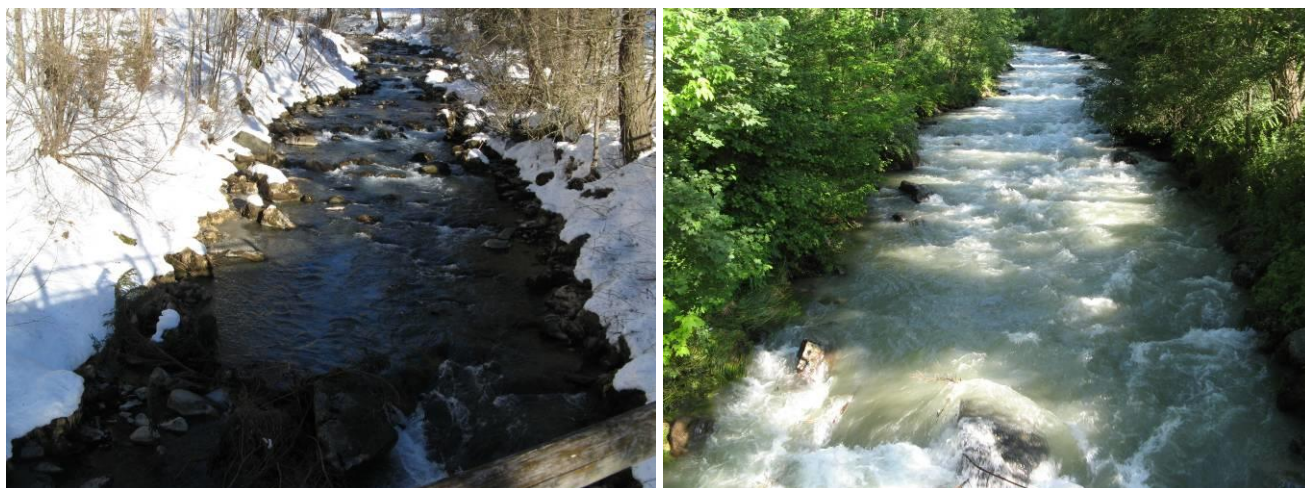


Fig. 12 - Scorcio della stazione di rilevamento N4 - rilievi IBE del 12.02.2019 (sx) e del 17.06.2019 (dx).



Fig. 13 - Scorcio della stazione di rilevamento **N5** - rilievi IBE del 28.08.2018 (sx) e del 27.11.2018 (dx).



Fig. 14 - Scorcio della stazione di rilevamento **N5** - rilievi IBE del 12.02.2019 (sx) e del 17.06.2019 (dx).



Fig. 15 - Raccolta di campioni d'acqua superficiale ai fini delle analisi di laboratorio sulla qualità chimica e microbiologica di base - stazione N1 - 17.06.2019.

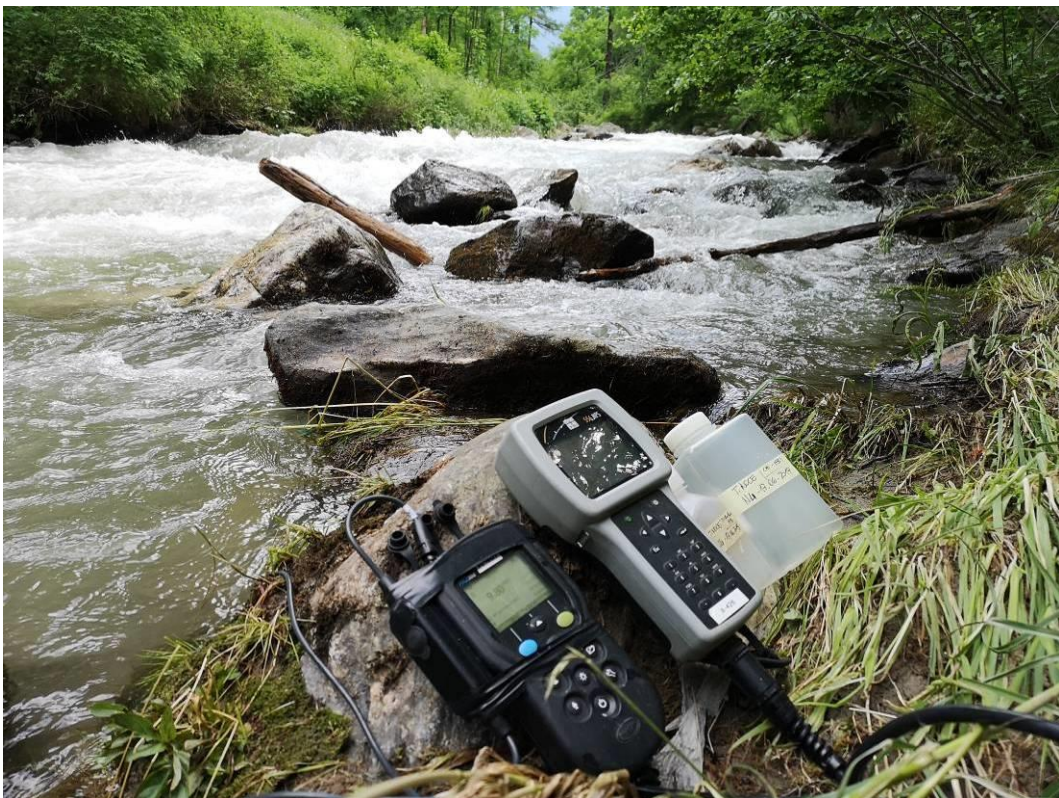


Fig. 16 - Rilievi in situ con sonde multiple ai fini del controllo della qualità chimica e fisica di base dell'acqua fluente - stazione N4 - 17.06.2019.



Fig. 17 - Campionamento del macrozoobenthos ai fini del rilievo IBE nella stazione N1 del 17.06.2019.



Fig. 18 - Analisi in vivo del campione di macrozoobenthos ai fini del rilievo IBE nella stazione N5 del 12.02.2019.



Fig. 19 - Determinazione in vivo del macrozoobenthos ai fini del rilievo IBE (insetto plecoterico nemuride del genere Protonemura - stazione N5 - 28.08.2018).



Fig. 20 - Verifica microscopica in laboratorio della determinazione delle U.S. ai sensi del protocollo IBE; nella foto: esame delle setole di un oligochete - famiglia Haplotaxidae (staz. N2 - 17.11.2018).



Fig. 21 - Campionamento ittico tramite elettropesca ai fini dell'analisi del popolamento ittico (staz. N4 - 22.02.2019).



Fig. 22 - Analisi in vivo del campione ittico catturato tramite elettropesca e rilievo dei parametri biometrici di ogni singolo esemplare (staz. N4 - 22.02.2019).

In merito alla cronologia dei rilievi, si rammenta che rispetto alle scadenze originariamente previste dal PMA sono state introdotte e acquisite le seguenti varianti:

- trasferimento permanente dei rilievi ittiofaunistici del PMA alla fase di magra idrologica invernale, indicativamente nel mese di febbraio, anziché in agosto-settembre, in una presunta fase di magra estiva (in realtà inesistente dato il carattere glaciale del regime idrologico del T. Noce), come inizialmente richiesto dalla Provincia e recepito nello schema cronologico del PMA (cfr. adeguamento del cronoprogramma del PMA - aggiornamento 2015, trasmesso dal Comune di Peio al Servizio Autorizzazioni e Valutazioni Ambientali della P.A.T. in data 08.02.2016 - prot. n. 708);
- incremento della frequenza dei rilievi sulla qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE) - su esplicita richiesta dei concessionari (nota Comune di Peio dd 24.05.2018, prot. n. 3165) - dalla cadenza semestrale alla cadenza stagionale (approssimativamente trimestrale) a partire da giugno 2018 (quindi già nella seconda parte dell'annata 2017-2018, oggetto della presente relazione), come acquisito in via tecnica nella conferenza dei servizi della Provincia autonoma di Trento del 19.07.2018 e in accordo con il relativo parere dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Settore Tecnico per l'Ambiente (cfr. prot. n. APPA S305/2018/0469316/17.6/U449 d.d. 13.08.2018).

Si sottolinea come l'incremento della frequenza di rilievo della qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE), volta a una migliore definizione sperimentale delle variazioni stagionali dei parametri essenziali del monitoraggio, comporti l'incremento dei dati di base utilizzati e la successiva elaborazione di indici di sintesi e valutazioni degli andamenti su base annuale.

I rilievi relativi alle analisi chimico fisiche e biologiche sono stati condotti, in coerenza con il programma previsto dal PMA e con gli adeguamenti suindicati, secondo lo schema cronologico riportato qui di seguito nella Tab. 4.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ CHIMICA, MICROBIOLOGICA, BIOLOGICA ED ECOLOGICA			FASE DEL PMA	nel quarto anno di esercizio degli impianti			
			FASE STAGIONALE	tarda estate	<u>RILIEVO</u> <u>AGGIUNTO</u> tardo autunno	tardo inverno	<u>RILIEVO</u> <u>AGGIUNTO</u> tarda primavera
ANALISI	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	mese indicativo stazioni	agosto 2018	<u>RILIEVO</u> <u>AGGIUNTO</u> novembre 2018	febbraio 2019	<u>RILIEVO</u> <u>AGGIUNTO</u> giugno 2019
QUALITÀ CHIMICA FISICA (LIM - SECA)	Temperatura (in situ)	°C	N1	28.08.18	27.11.18	12.02.19	17.06.19
	Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	N2	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
	Conducibilità el. (in situ)	µS/Sm	N3	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
	pH (in situ)	assoluto	N4	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
	BOD ₅	mg/l di O ₂	N5	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
QUALITÀ MICROBIOLOGICA (LIM - SECA)	COD	mg/l di O ₂	N1	28.08.18	27.11.18	12.02.19	17.06.19
	Azoto ammoniacale	mg/l N (NH ₄ ⁺)	N2	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
	Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃)	N3	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
	Fosforo totale	mg/l di P	N4	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N5	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
QUALITÀ BIOLOGICA (IBE - SECA)	<i>Escherichia coli</i>	UFC/100ml	N1	28.08.18	27.11.18	12.02.19	17.06.19
			N2	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N3	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N4	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N5	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
DIATOMEI	ICMi = (RQE_IPS RQE_TI)/2 <i>sensu</i> DM 260/2010 NSS (Battezzatore, 2003)		N1	28.08.18	27.11.18	12.02.19	17.06.19
			N2	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N3	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N4	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N5	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
ITTIOFAUNA	determinazione delle specie analisi composizione qualitativa analisi composizione semiquantitativa densità di popolazione e biomassa med. struttura di popolazione tipo accrescimento (allo-, iso-metrico) dinamica di crescita in lunghezza dinamica di crescita in peso produzione ittica reale		N1	28.08.18	27.11.18	12.02.19	17.06.19
			N2	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N3	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N4	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19
			N5	28.08.18	27.06.18	12.02.19	17.06.19

Tab. 4 - Schema cronologico dei rilievi (date di campionamento) condotti nell'annata 2018-2019 in coerenza con il PMA nelle stazioni N-.

3.2 RILIEVI IN CONTINUO IDROMETRICI, TERMOMETRICI, TURBIDIMETRICI (S-)

Nell'annata 2018-2019, come già nei precedenti anni di monitoraggio 1.PO, 2.PO e 3.PO, i rilievi strumentali in continuo inerenti ai parametri di livello, temperatura e torbidità ottica dell'acqua sono stati condotti nelle stazioni fisse in alveo infrastrutturate S- riportate nella seguente Tab. 5. Le stazioni sono rappresentate sulla mappa in Fig. 23, con la precisazione

che quest'ultima reca l'indicazione originaria di progetto, riportata nel PMA, della presa accessoria in alveo al servizio dell'impianto di Castra, mentre essa, ad oggi, risulta definitivamente stralciata a seguito della presa d'atto della rinuncia e rilascio della variante non sostanziale, ai sensi della determinazione SGRIE n. 82 del 23.05.2016.

Le stazioni infrastrutturate in alveo vengono di seguito descritte tramite alcune immagini fotografiche (Fig. 24, Fig. 25, Fig. 26, Fig. 27 e Fig. 28), riprese durante alcune fasi di controllo della strumentazione.

staz.	località	definizione	quota m s.l.m.	latitudine N WGS84 GMS	longitudine E WGS84 GMS	tipo di analisi
S1	Pont	T. Noce Bianco ca. 1.450 m a monte confluenza T. Noce di Val del Monte - tratto sotteso a derivazione HDE Cogolo Pont	1.200	46° 21' 58"	10° 41' 24"	idrometria termometria turbidimetria
S2	Cogolo - Val del Monte	T. Noce di Val del Monte ca. 40 m a monte confluenza T. Noce Bianco - tratto sotteso a derivazione HDE Cogolo Pont	1.160	46° 21' 15"	10° 41' 18"	idrometria termometria
S3	Masi di Contra	T. Noce ca. 2,2 km dall'origine in loc. Cogolo - tratto sotteso a derivazione impianto Castra, appena a valle dello scarico di Contra	1.105	46° 20' 16"	10° 42' 17"	idrometria termometria turbidimetria
S4	Cusiano	T. Noce ca. 300 m a monte confluenza T. Vermigliana - tratto sotteso a derivazione impianto Cusiano, appena a monte dello scarico	950	46° 18' 43"	10° 44' 24"	idrometria termometria
S5	Ossana	T. Noce ca. 250 m a valle confluenza T. Vermigliana - tratto a valle della restituzione della serie di impianti	935	46° 18' 35"	10° 44' 44"	idrometria termometria

Tab. 5 - Elenco, in ordine altitudinale decrescente, delle stazioni di rilevamento infrastrutturate in alveo "S" e dei tipi di analisi parametriche individuate ai fini del monitoraggio ambientale.

I rilievi strumentali in continuo funzionali alle analisi idrometriche, termometriche e turbidimetriche, avviati formalmente in data 1° dicembre 2015, avvengono su base oraria solare e con frequenza di acquisizione dei dati ogni 5 minuti, come indicato nello schema cronologico generale in coda al capitolo (cfr. Tab. 8), e pertanto permettono di descrivere in maniera completa gli andamenti dei vari parametri anche nel corso dell'intero anno di monitoraggio 4.PO, fatta eccezione per i parametri temperatura e torbidità ottica misurati nella stazione S3 - Contra, che dalla data del 12 giugno 2019 vengono alterati (il primo) o bloccati (il secondo) fino all'intervento meccanico di pulizia della stazione eseguito nell'autunno 2019.

Un discorso a parte meritano i rilievi idrometrici durante l'anno 4.PO e in particolare quello presso la stazione S3 - Contra che, per quanto corretto in termini di livello piezometrico misurato sopra il sensore, risulta compromesso nella sua traduzione in portate fluenti.

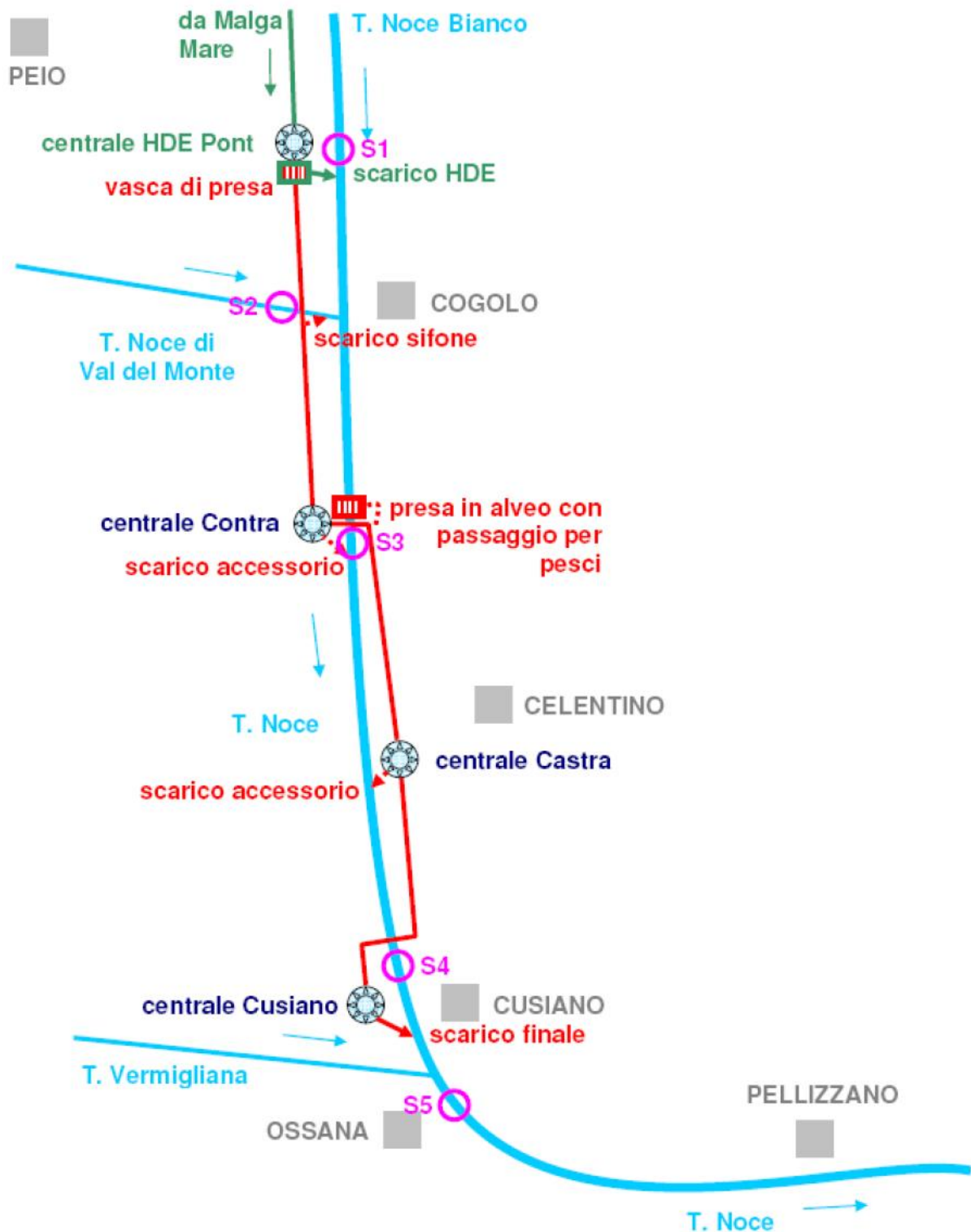


Fig. 23 - Analisi della idrometria, termometria e turbidimetria ai fini del monitoraggio ambientale: schema della localizzazione delle stazioni di rilevamento infrastrutturate in alveo "S".



Fig. 24 - Infrastrutturazione della stazione di rilevamento S1 in data 13.03.2019 durante un intervento di manutenzione e controllo.



Fig. 25 - Infrastrutturazione della stazione di rilevamento S2 in data 20.09.2018 durante un intervento di manutenzione e controllo. Evidente in primo piano il deposito a profilo rialzato conseguente alla colata detritica sul R. Taviela nel mese di agosto 2018.



Fig. 26 - Infrastrutturazione della stazione di rilevamento S3 in data 07.10.2018, il giorno successivo al termine della prima fase delle operazioni di svasso del bacino di Malga Mare.



Fig. 27 - Infrastrutturazione della stazione di rilevamento S4 in data 29.01.2019 durante un intervento di manutenzione e controllo.



Fig. 28 - Infrastrutturazione della stazione di rilevamento S5 in data 14.03.2019 durante un intervento di manutenzione e controllo.

Infatti, la misura dei livelli, a causa del progressivo inghiaiamento delle sezioni, a partire dall'estate 2018, ha subito una deriva più o meno rapida verso l'alto, generando un errore nelle stime delle portate eseguite in base alle originarie scale di deflusso.

Le verifiche eseguite in merito alla correttezza delle stime di portata hanno portato alla conclusione che per l'anno 4.PO in S3 - Contra, a causa dell'instabilità idro-morfologica della sezione, non è stato possibile definire scale di deflusso valide. Le portate di questa stazione, pertanto, devono essere calcolate indirettamente tramite sommatoria delle portate misurate a monte, corrette in funzione dell'aumento del bacino di riferimento e integrate con le prescritte portate di rispetto durante le sole fasi di esercizio degli impianti idroelettrici, al fine di simulare correttamente l'andamento idrologico in S3 - Contra.

Per le stazioni S1 - Pont e S2 - Cogolo, invece, anche al fine di restituire valori corretti nella stazione S3 - Contra, a partire da luglio 2018 sono state applicate le nuove scale delle portate elaborate nell'ambito dello studio *Misure di portata sul T. Noce - Periodo 2018-2019* di data 30.10.2019 (cfr. allegato 19.).

3.3 RILIEVI IN CONTINUO (IDROMETRICI E TERMOMETRICI) IN IMPIANTO

Per quanto attiene ai rilievi strumentali interni agli impianti, come già precisato nella precedente Relazione 2017-2018 le portate, pur se misurate dai flussometri posti in prossimità del-

le vasche di carico, sono riconducibili alle stazioni infrastrutturate di rilevamento **C-**, ossia gli edifici centrale degli impianti di Contra (C1), Castra (C2) e Cusiano (C3), come indicate in mappa (cfr. Fig. 29) e illustrate dalle sottostanti immagini (cfr. Fig. 30, Fig. 31, Fig. 32).

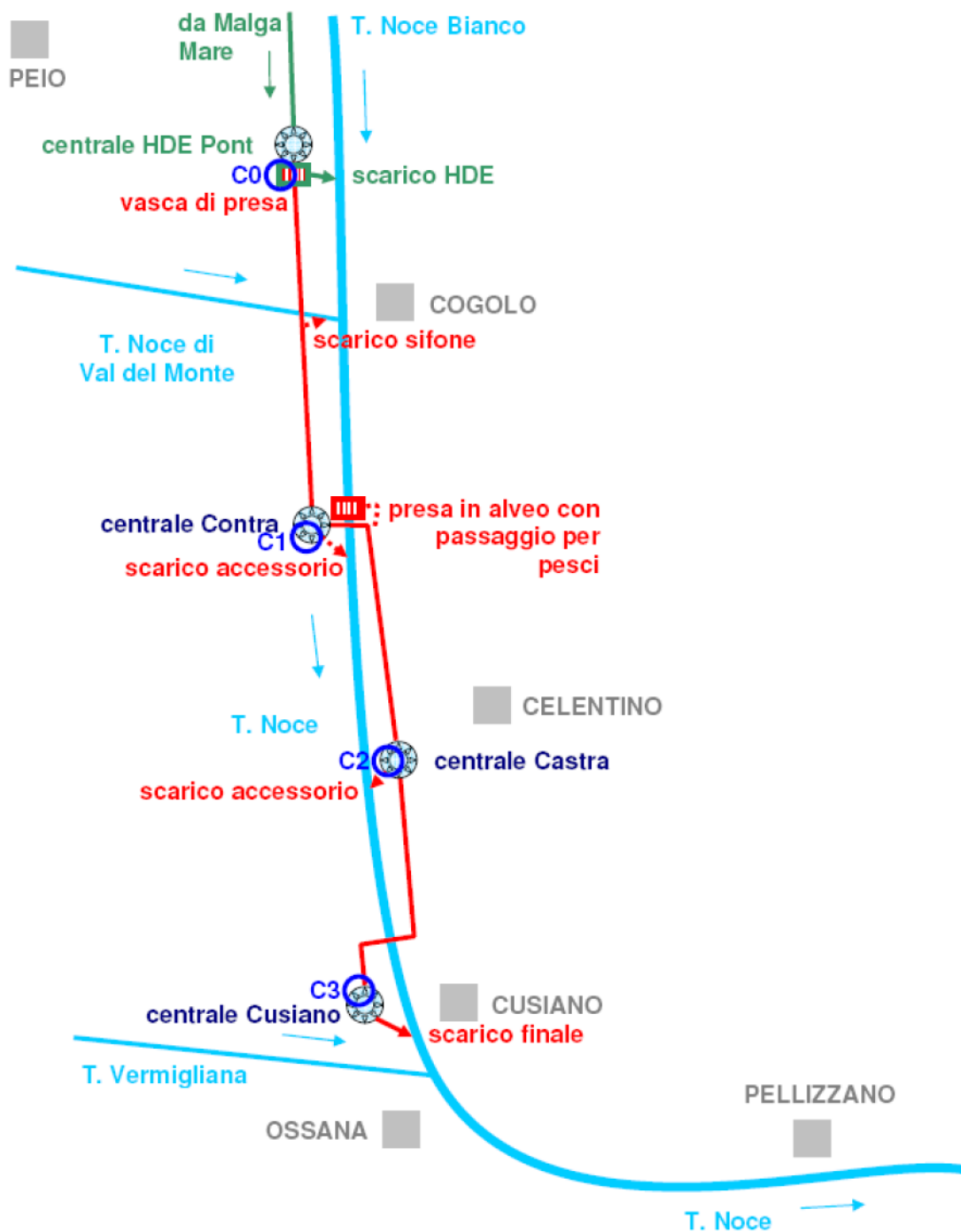


Fig. 29 - Analisi delle portate turbinate, della termometria e dell'energia immessa e prelevata dalla rete ai fini del monitoraggio ambientale: schema della localizzazione delle stazioni di rilevamento infrastrutturate in centrale "C-".



1



2

Fig. 30 - Stazione C1 - Impianto di Contra da valle durante la manutenzione delle stazioni il 29.01.2019: 1) edificio centrale e affianco l'alveo del T. Noce, nel tratto a valle del punto di scarico, dopo la conclusione dei lavori di sistemazione dell'alveo; 2) tratto a valle del ponte non sistemato.



1



2

Fig. 31 - Stazione C2 - Impianto di Castra durante l'evento di svasso del bacino di Malga Mare in data 06.10.2018: 1) prospetto frontale degli edifici interrati, in particolare opere di presa dell'impianto di Cusiano, al primo livello interrato, e al secondo livello edificio centrale dell'impianto di Castra, 2) scarico in alveo della centrale di Castra durante la fluitazione.



1



2

Fig. 32 - Stazione C3 - Impianto di Cusiano in occasione dei rilievi sulla qualità delle acque di data 23.05.2019: 1) edificio centrale visto da Nord, 2) vista da Sud-Est dello scarico della serie idroelettrica, con portata di circa 380 l/s al termine di una fase produttiva.

Le registrazioni in continuo presso le nuove centrali e presso la stazione indipendente C0, posta nella vasca di presa della serie idroelettrica in località Pont, hanno avuto inizio dalle date delle rispettive installazioni nell'arco dell'anno 1.PO (per il cui dettaglio si rimanda alla precedente Relazione di monitoraggio 2015-2016) e sono proseguite senza soluzione di continuità per l'intero anno di monitoraggio 4.PO.

Anche i dati provenienti dalle stazioni fisse in impianto **C-** sono acquisiti in continuo, con frequenza definitiva ogni 5 minuti, e coprono con regolarità l'intero anno 4.PO.

Le stazioni C0, C1, C2 e C3 nell'arco dell'anno di monitoraggio 4.PO sono state interessate dai soli rilievi in continuo delle portate e/o delle temperature delle acque turbinate, oltre che di produzione e consumo energetico e di livello nelle rispettive vasche di presa o di carico, secondo il cronoprogramma generale indicato in Tab. 8.

3.4 RILIEVI PERIODICI INCLINOMETRICI EXTRA ALVEO (**P-**)

I rilievi analitici dell'annata 2018-2019 inerenti al parametro geologico inclinometrico sono stati condotti sulle stazioni fisse per rilievi geologici **P-** stabilite da PMA, localizzate come descritto dai parametri riportati nella seguente Tab. 6 e raffigurate in mappa nella Fig. 33.

I tubi inclinometrici risultano attrezzati e rilevabili da maggio 2015, il mese in cui sono state completate le letture di zero. Successivamente, nel corso del primo e del secondo anno di monitoraggio *post operam* non sono stati modificati, peraltro alla prima lettura dell'anno 2.PO il tubo P4 è risultato inaccessibile alle sonde, come descritto nel precedente § 2.4.3, e pertanto non è stato più oggetto di misurazione.

I rilievi inclinometrici sono stati condotti, in coerenza con il programma previsto dal PMA e pur con l'eccezione suddetta, secondo lo schema cronologico riportato qui di seguito nella Tab. 7. Per la descrizione fotografica delle stazioni, tenendo conto che nulla è cambiato dal momento della loro realizzazione, si rimanda alle monografie delle stazioni inclinometriche contenute nella Relazione inclinometrica allegata (cfr. *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL Inclinometria.pdf*), elaborata dal geologo dott. Dario Gaspari, appositamente incaricato dall'esecutore del PMA, Hydrobiologica S.r.l.

staz	località	definizione	quota m s.l.m.	latitudine N WGS84 GMS	longitudine E WGS84 GMS	tipo di analisi
P1	San Bartolomeo - monte	Sito di controllo della stabilità del versante in corrispondenza dell'interferenza tra la condotta dell'impianto di Contra e la frana antica di Peio	1.185	46° 21' 46"	10° 41' 17"	inclinometria
P2	San Bartolomeo - valle	Sito di controllo della stabilità del versante in corrispondenza dell'interferenza tra la condotta dell'impianto di Contra e la frana antica di Peio	1.190	46° 21' 42"	10° 41' 15"	inclinometria
P3	Ponte di Comasine - vasca di carico di Castra	Sito di controllo della stabilità del versante in corrispondenza dell'interferenza tra la condotta forzata dell'impianto di Castra e la frana antica di Celentino	1.100	46° 20' 02"	10° 42' 23"	inclinometria
P4	Pianezza - Centrale di Castra	Sito di controllo della stabilità del versante in corrispondenza dell'interferenza tra l'edificio centrale dell'impianto di Castra e la frana antica di Celentino	1.020	46° 19' 30"	10° 42' 50"	Inclinometria inagibile da ottobre 2016

Tab. 6 - Elenco delle stazioni di rilevamento infrastrutturate extra alveo per rilievi geologici "P-" e dei tipi di analisi parametriche individuate ai fini del monitoraggio ambientale.

MONITORAGGIO DEI PARAMETRI FISICI			FASE DEL PMA	fase di esercizio degli impianti anno 2018-2019	
			FASE GESTIONALE	1. lettura	2. lettura
ANALISI	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	stagione stazioni	autunno 2018	primavera 2019
INCLINOMETRIA	posizione relativa rispetto all'asse verticale in tubi inclinometrici		P1 P2 P3 P4	31.10.18 31.10.18 31.10.18 -----	30.05.19 30.05.19 30.05.19 -----

Tab. 7 - Schema cronologico dei rilievi (date di rilevamento) condotti nell'annata 2018-2019 in coerenza con il PMA, fatte salve le mancate letture del tubo P4, risultato inaccessibile da ottobre 2016 per la presenza al suo interno di materiali solidi e incrostazioni.



Fig. 33 - Analisi della verticalità dei tubi inclinometrici ai fini del monitoraggio ambientale: schema della localizzazione delle stazioni di rilevamento extra alveo per i rilievi geologici "P-".

MONITORAGGIO DEI PARAMETRI FISICI			FASE DEL PMA		fase di esercizio degli impianti anno 2018-2019		
			FASE GESTIONALE		Frequenza rilievi	Inizio rilievi	Termine rilievi
ANALISI	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	STAZIONI				
			In alveo	In impianto			
IDRO METRIA	Altezze idrometriche	m	S1		5 min.	10.07.18	09.07.19
	Portate (tramite curva di taratura)	m³/s	S2 S3		5 min. simulate	10.07.18 10.07.18	09.07.19 09.07.19
	Portate	m³/s		C1 C2 C3	5 min. 5 min. 5 min.	10.07.18 10.07.18 10.07.18	09.07.19 09.07.19 09.07.19
TERMO METRIA	Temperatura istantanea dell'acqua	°C	S1 S2 S3 S4 S5		5 min. 5 min. 5 min. 5 min. 5 min.	10.07.18 10.07.18 10.07.18 10.07.18 10.07.18	09.07.19 09.07.19 09.07.19 09.07.19 12.06.19 blocco
				C0 C3	5 min. 5 min.	10.07.18 10.07.18	09.07.19 09.07.19
TURBIDI METRIA	Torbidità istantanea dell'acqua	NTU	S1 S3		5 min. 5 min.	10.07.18 10.07.18	09.07.19 12.06.19 blocco
RENDIMENTO ENERGETICO	Produzione teorica	kWh		C1	5 min.	10.07.18	09.07.19
	Produzione netta	kWh		C2	5 min.	10.07.18	09.07.19
	Indice di rendimento	%		C3	5 min.	10.07.18	09.07.19

Tab. 8 - Schema cronologico generale dei rilievi strumentali (frequenze di acquisizione e date di inizio e fine monitoraggio) condotti nell'annata 2018-2019 in applicazione del PMA.

4. RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICO FISICHE E MICROBIOLOGICHE

I rilievi *in situ* e i campionamenti dell'acqua per le analisi chimiche e microbiologiche sono stati condotti, su incarico e sotto la direzione di Hydrobiologica S.r.l., da tecnici specializzati del Laboratorio di Dolomiti Energia (Holding Dolomiti Energia) secondo le modalità descritte nel PMA, nelle stazioni e nei tempi descritti nel precedente capitolo 3.

I risultati di sintesi sono raccolti nelle seguenti Tab. 9, Tab. 10, Tab. 11 e Tab. 12.

I certificati di prova sono riportati come allegati (file in formato PDF con il nome file costruito come segue SX - AAAA.MM.GG - AALAXXXXX - 001821, dove SX è il codice della stazione, AAAA.MM.GG la data del campionamento, AALAXXXXX il numero progressivo del rapporto di prova rilasciato dal Laboratorio).

Si ricorda che, rispetto alla metodologia descritta nel PMA, a partire dai rilievi del 23.02.2015, tra i parametri d'analisi è stato introdotto anche il TOC (Carbonio Organico Totale disciolto, in mg/l) come parametro di verifica del COD. Il COD, infatti, comporta un margine di errore rilevante soprattutto sui bassi valori tipici delle acque superficiali alpine, anche a causa della misura analitica indiretta tramite processi di ossidazione del carbonio. Il TOC, che di norma ha valori compresi tra il 33% e il 55% del COD, permette la validazione dei valori di COD.

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	2018.08.28 N1	2018.08.28 N2	2018.08.28 N3	2018.08.28 N4	2018.08.28 N5
Temperatura (in situ)	°C	6,80	7,20	8,40	8,70	8,10
pH (in situ)	assoluto	7,5	7,1	7,4	7,6	7,4
Conducibilità el. (in situ)	µS/cm	214	217	222	229	140
Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	9,9	10,0	9,9	10,0	10,2
Ossigeno disc. (in situ)	%	96,1	96,4	97,8	97,3	98,1
BOD ₅	mg/l di O ₂	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
COD	mg/l di O ₂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
TOC	mg/l C	0,47	0,32	0,55	0,55	0,50
Azoto ammoniacale	mg/l di N (NH ₄ ⁺)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃)	0,25	0,24	0,37	0,38	0,37
Fosforo totale	mg/l di P	0,068	0,067	0,087	< 0,050	< 0,050
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	19	910	6900	6800	5200
ora		09.30.00	10.00.00	10.30.00	11.00.00	11.30.00
rapporto prova LAB DE		18LA11872	18LA11873	18LA11874	18LA11875	18LA11876
note		-	-	-	-	-

Tab. 9 - Sintesi dei dati analitici della qualità chimico fisica e microbiologica riferiti ai rilievi in situ e alle analisi su campioni prelevati nelle stazioni fisse sul T. Noce Bianco/Noce nel giorno 28.08.2018.

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	rilevato aggiunto 2018.11.27 N1	rilevato aggiunto 2018.11.27 N2	rilevato aggiunto 2018.11.27 N3	rilevato aggiunto 2018.11.27 N4	rilevato aggiunto 2018.11.27 N5
Temperatura (in situ)	°C	1,80	1,90	2,70	3,00	3,10
pH (in situ)	assoluto	6,9	7,3	7,6	7,7	7,6
Conducibilità el. (in situ)	µS/cm	179	174	205	208	174
Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	11,6	12,0	11,5	11,4	11,5
Ossigeno disc. (in situ)	%	99,6	102,2	99,5	98,5	98,7
BOD ₅	mg/l di O ₂	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
COD	mg/l di O ₂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
TOC	mg/l C	0,70	0,47	0,56	0,54	0,80
Azoto ammoniacale	mg/l di N (NH ₄ ⁺)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃)	0,45	0,41	0,69	0,71	0,45
Fosforo totale	mg/l di P	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	9	53	2000	1400	41
ora		10.00.00	10.30.00	11.00.00	11.40.00	12.20.00
rapporto prova LAB DE		18LA16962	18LA16963	18LA16964	18LA16965	18LA16966
note		-	-	-	-	-

Tab. 10 - Sintesi dei dati analitici della qualità chimico fisica e microbiologica riferiti ai rilievi in situ e alle analisi su campioni prelevati nelle stazioni fisse sul T. Noce Bianco/Noce nel giorno 27.11.2018 (rilievi tardo autunnali aggiunti rispetto al programma originario del PMA).

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	2019.02.12 N1	2019.02.12 N2	2019.02.12 N3	2019.02.12 N4	2019.02.12 N5
Temperatura (in situ)	°C	0,40	0,80	1,60	2,10	2,20
pH (in situ)	assoluto	6,9	7,0	7,0	7,2	7,4
Conducibilità el. (in situ)	µS/cm	223	217	234	239	209
Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	10,6	10,6	10,7	10,5	10,8
Ossigeno disc. (in situ)	%	100,1	100,8	101,9	101,1	102,1
BOD ₅	mg/l di O ₂	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
COD	mg/l di O ₂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
TOC	mg/l C	0,27	0,37	0,62	0,66	0,58
Azoto ammoniacale	mg/l di N (NH ₄ ⁺)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃)	0,35	0,33	0,49	0,49	0,56
Fosforo totale	mg/l di P	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	2	85	2700	580	180
ora		09.30.00	10.20.00	11.10.00	11.50.00	12.30.00
rapporto prova LAB DE		19LA01800	19LA01801	19LA01802	19LA01803	19LA01804
note		-	-	-	-	-

Tab. 11 - Sintesi dei dati analitici della qualità chimico fisica e microbiologica riferiti ai rilievi in situ e alle analisi su campioni prelevati nelle stazioni fisse sul T. Noce Bianco/Noce nel giorno 12.02.2019.

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	rilevo aggiunto 2019.06.17 N1	rilevo aggiunto 2019.06.17 N2	rilevo aggiunto 2019.06.17 N3	rilevo aggiunto 2019.06.17 N4	rilevo aggiunto 2019.06.17 N5
Temperatura (in situ)	°C	12,20	11,50	11,20	11,90	11,00
pH (in situ)	assoluto	7,7	7,7	7,6	7,8	7,8
Conducibilità el. (in situ)	µS/cm	134	137	155	152	82
Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	9,7	9,8	10,0	9,9	10,4
Ossigeno disc. (in situ)	%	103,8	103,3	103,9	103,4	105,5
BOD ₅	mg/l di O ₂	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
COD	mg/l di O ₂	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
TOC	mg/l C	0,70	0,80	0,75	0,70	0,48
Azoto ammoniacale	mg/l di N (NH ₄ ⁺)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃)	0,37	0,33	0,44	0,43	0,43
Fosforo totale	mg/l di P	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,086
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	15	30	190	260	150
ora		16.27.00	16.41.00	17.00.00	17.18.00	17.33.00
rapporto prova LAB DE		19LA08536	19LA08537	19LA08538	19LA08539	19LA08540

Tab. 12 - Sintesi dei dati analitici della qualità chimico fisica e microbiologica riferiti ai rilievi in situ e alle analisi su campioni prelevati nelle stazioni fisse sul T. Noce Bianco/Noce nel giorno 17.06.2019 (rilievi tardo primaverili aggiunti rispetto al programma originario del PMA).

4.1 ELABORAZIONE DEGLI INDICI LIM E LIMECO

Qui di seguito sono riportate le elaborazioni relative all'indice LIM secondo la metodologia descritta nel PMA. Inoltre, in aggiunta a quanto previsto dal PMA, viene calcolato l'indice LIMeco, attualmente in uso nell'ambito della classificazione dello stato ecologico dei fiumi.

I dati di base relativi ai parametri di qualità chimico fisica e microbiologica da cui derivano le Tab. 13, Tab. 14, Tab. 15, Tab. 18, sono quelli riportati nelle Tab. 9 e Tab. 11.

PERIODO	agosto 2017 - giugno 2018 (3 rilievi)				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
100 - OD (%sat.)	-1,02	-2,47	-2,40	-1,68	-2,95
BOD ₅ (O ₂ mg/l)	1	1	1	1	1
COD (O ₂ mg/l)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Azoto ammoniacale (N mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Azoto nitrico (N mg/l)	0,40	0,38	0,54	0,55	0,48
Fosforo totale (P mg/l)	0,036	0,036	0,041	0,025	0,025
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	16	291	3750	2750	1435

Tab. 13 - Valori analitici dei macrodescrittori della qualità chimica e microbiologica ricondotti al 75° percentile ai fini del calcolo del Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori.

	PUNTEGGIO agosto 2018 - giugno 2019 (4 rilievi)				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
100 - OD (%sat.)	80	80	80	80	80
BOD ₅ (O ₂ mg/l)	80	80	80	80	80
COD (O ₂ mg/l)	80	80	80	80	80
Azoto ammoniacale (N mg/l)	80	80	80	80	80
Azoto nitrico (N mg/l)	40	40	40	40	40
Fosforo totale (P mg/l)	80	80	80	80	80
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	80	40	20	20	20
valore LIM	520	480	460	460	460
LIVELLO LIM	1	1	2	2	2

Tab. 14 - Punteggi di LIM attribuiti su base annua ai singoli parametri macrodescrittori della qualità chimica e microbiologica e calcolo del valore complessivo e del livello di LIM per ogni stazione.

	LIVELLI LIM agosto 2018 - giugno 2019 (4 rilievi)				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
100 - OD (%sat.)	1	1	1	1	1
BOD ₅ (O ₂ mg/l)	1	1	1	1	1
COD (O ₂ mg/l)	1	1	1	1	1
Azoto ammoniacale (N mg/l)	1	1	1	1	1
Azoto nitrico (N mg/l)	2	2	2	2	2
Fosforo totale (P mg/l)	1	1	1	1	1
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml)	1	2	3	3	3
LIVELLO LIM complessivo	1	1	2	2	2

Tab. 15 - Livello di LIM attribuito ai singoli parametri macrodescrittori della qualità chimica e microbiologica su base annua nelle singole stazioni.

L'abrogazione del D. Lgs 152/99 con l'entrata in vigore del D. Lgs 152/2006 e della sua ulteriore precisazione tramite il D.M. 260/2010, ha introdotto una nuova logica rispetto all'indice LIM: un maggiore numero di indicatori biologici deve essere confrontato con un indice di qualità chimica limitato alla valutazione dei quattro seguenti parametri chimici macrodescrittori: N-NH₄, N-NO₃, P totale e Ossigeno disciolto. L'indice che ne deriva, denominato LIMeco (Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico), richiede l'esame incrociato dei valori dei suddetti parametri, ai quali viene attribuito un punteggio in relazione con delle soglie secondo quanto indicato nella successiva Tab. 16: il valore dell'indice corrisponde alla media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri in base alla concentrazione rilevata.

PARAMETRO	PUNTEGGIO	1,000	0,500	0,250	0,125	0,000
	LIVELLO	1	2	3	4	5
	U.M.					
100-O ₂	% sat.	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄	(mg/l)	<0,03	<0,06	<0,12	<0,24	>0,24
N-NO ₃	(mg/l)	<0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	>4,8
P tot	(µg/l)	<50	≤100	≤200	≤400	>400

Tab. 16 - Punteggi attribuiti ai singoli parametri chimici in relazione con i valori soglia ai fini del calcolo del LIMeco (fonte: allegato 1 - D.M. 260/2010 - Tab. 4.1.2/a)

Il passaggio finale per la determinazione livello di inquinamento secondo il LIMeco - ai sensi del D. Lgs 152/2006 e del D.M. 260/2010 - prevede l'attribuzione di un giudizio finale dello stato ecologico incrociando i valori analitici degli indicatori biologici con i valori di LIMeco valutati secondo i valori soglia definiti nella seguente Tab. 17.

qualità LIMeco	LIMeco
Elevato	≥0,66
Buono	≥0,50
Sufficiente	≥0,33
Scarso	≥0,17
Cattivo	<0,17

Tab. 17 - Classificazione dello Stato Ecologico secondo i valori di LIMeco (fonte: Tab. 4.1.2/b dell'All.1 al D.M. 260/2010).

Come già nelle relazioni di monitoraggio 2014/15, 2015/16, 2016/17 e 2017/18, a titolo di confronto tra l'indice LIM e le metodiche attualmente applicate nel monitoraggio estensivo istituzionale delle acque superficiali, l'indice LIMeco viene qui calcolato (Tab. 18), a ulteriore dimostrazione della maggiore tolleranza di quest'ultimo nella descrizione dei fenomeni di alterazione dei corsi d'acqua alpini tipici. In tutte le stazioni, infatti, il livello di LIMeco risulta "elevato".

PARAMETRO	PUNTEGGIO agosto 2018 - giugno 2019 (4 rilievi)				
	N1	N2	N3	N4	N5
100 - OD (%sat.) (*)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Azoto ammoniacale (N mg/l)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Azoto nitrico (N mg/l)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosforo totale (P mg/l)	1,000	1,000	1,000	0,000	0,500
LIMeco (media ago. 2018 - giu. 2019)	1,000	1,000	1,000	0,750	0,875
livello LIMeco (ago. 2018 - giu. 2019)	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato

Tab. 18 - Valore di LIMeco medio attribuito ai singoli parametri della qualità chimica e valore/livello di LIMeco complessivo per stazione: medie del periodo agosto 2018-giugno 2019 (4 rilevamenti).

4.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI

Come nell'anno *ante operam* (2014-15), nel 1. *post operam* (2015-16), nel 2. *post operam* (2016-17) e nel 3. *post operam* (2017-18), anche nel 4. *post operam* (2018-19) l'applicazione dell'indice LIMeco non rileva alterazioni significative dello stato complessivo di qualità chimica delle acque del T. Noce Bianco/T. Noce in nessuna delle stazioni (LIMeco = elevato), mentre l'indice LIM (che include anche il parametro microbiologico) evidenzia uno scostamento, sia pure contenuto (2. livello LIM su base annua), dalla condizione ottimale nelle stazioni della media e bassa Val di Peio fino a Ossana, contrariamente l'annata precedente quando il 2. livello emergeva in tutte le stazioni poste a monte della restituzione, inclusa quella a monte degli impianti idroelettrici in esame. Va ricordato, peraltro, che - seguendo il PMA - i suddetti indici non sono applicati ai fini della classificazione dello stato ecologico (*sensu ex D.Lgs. 152/1999*), ma solo come elaborazioni indicizzate di sintesi dei macrodescrittori, rilevate in un numero ridotto di rilievi nell'anno, per lo più coincidenti con le fasi stagionali di maggiore criticità (magra idrologica e/o massima pressione turistica). Rispetto al 1. e al 2. anno PO, e al 3. PO, nel quale è stato introdotto un rilievo tardo primaverile, nel 4. PO sono due i rilievi aggiuntivi (primavera e autunno, in condizioni di minore pressione antropica turistica, tanto che su base annua emergono - come atteso - valori meno scadenti, i quali elevano leggermente il livello qualitativo medio (in ragione del 75. percentile) calcolato su base annua. Allo stesso modo dei quattro anni precedenti, anche nel quarto anno di esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano (ovvero il 5. anno di applicazione del PMA), analizzando l'andamento dei singoli parametri, si osserva che contribuiscono allo scadimento della qualità chimica e microbiologica soprattutto la concentrazione di colonie del batterio fecale *Escherichia coli* e la concentrazione dei sali disciolti di azoto ai quali si aggiunge, però, saltuariamente anche la concentrazione del fosforo totale (cfr. Tab. 15). Si rammenta, peraltro, che l'apparente incremento diffuso del Fosforo emerso dopo il 2017 è da attribuire, almeno in parte, alla più precisa quantificazione introdotta - rispetto agli anni precedenti - nelle metodiche analitiche applicate dal Laboratorio incaricato dell'esame sui campioni raccolti *in situ*.

A fronte di una sostanziale conservazione del valore assoluto di LIM nella stazione N5 rispetto alle due annate precedenti, nella media annua del LIM e del LIMeco si osserva un generale, moderato miglioramento in tutte le altre stazioni, anche in relazione con una più diffusa e approfondita analisi su base annua ottenuta con l'introduzione delle campagne di rilevamento primaverile ed estiva. Tale progresso è da mettere in relazione, verosimilmente, anche con una progressiva - sia pur lenta - riduzione dei fattori di inquinamento delle acque attivi nel

bacino imbrifero. Sebbene non sia possibile definire una relazione precisa e puntuale tra l'origine dei fenomeni di inquinazione e lo stato del corso d'acqua, si conferma ancora una volta che tali fenomeni, che appaiono relativamente diffusi e in parte persistenti (anche se in fase di progressiva riduzione), consistono in un incremento del carico organico e batterico rispetto alle condizioni naturali, premesso che le acque scolanti dall'alto bacino imbrifero del Torrente Noce sono da ritenere all'origine generalmente "povere", in quanto drenano territori di media e alta montagna, con suoli poveri e solo marginalmente coperti da foreste e caratterizzati da substrati geo-litologici di matrice silicatica.

Come negli anni precedenti, la presenza diffusa, sia in termini stagionali, sia in termini spaziali, di valori di azoto nitrico relativamente alti per il contesto specifico, dimostra un innaturale incremento del carico organico sul corso d'acqua che - come già preconizzato nel PMA - è da attribuire con ragionevole certezza agli afflussi fognari e all'uso agricolo e zootecnico del territorio, in relazione soprattutto con le pratiche di abbondante spargimento e accumulo delle deiezioni bovine anche in aree prossime al torrente (Fig. 34). Il rilievo da parte degli organi locali dei Servizi forestali di diversi abusi nella gestione degli effluenti zootecnici e soprattutto nello stoccaggio e nella distribuzione dello stallatico, ne dà la conferma. Come nell'anno precedente (e diversamente dal 2016-17) non sono emersi specifici eventi di inquinamento per sversamenti diretti di origine zootecnica, che tuttavia non sono affatto esclusi, vista la ricorrenza nel passato recente di eventi di scarico di acque di piscina o lavaggi di stalla, nonché di sversamento diretto da concimaie di qualche allevamento attivo in Val di Peio.

Queste evidenze, confermate anche nel 2018-19 dalla presenza diffusa di cumuli di stallatico osservata nei prati del fondovalle, anche in pieno inverno, giustificano i valori moderatamente, ma innaturalmente incrementati di sali di azoto nell'acqua del T. Noce.

Come nel 2014-15, nel 2015-16, nel 2016-17 e nel 2017-18, pur a fronte della riduzione della portata media fluente, dovuta all'entrata in funzione dei tre nuovi impianti idroelettrici e all'abbattimento dell'*hydropeaking*, l'indice di sintesi LIM non scende comunque mai al di sotto del secondo livello, che, diversamente dagli anni precedenti, caratterizza peraltro solo le stazioni a valle di Cogolo inclusa quella di valle N5, posta a valle della restituzione idrica dei tre impianti e della confluenza del T. Vermigliana

Ciò nonostante, in tutte le stazioni di rilevamento incluse nel tratto derivato dai tre impianti (N2 sul Noce Bianco, N3 e N4 sul Noce) il livello specifico del parametro microbiologico - come negli anni precedenti - risulta fortemente alterato a causa di un'alta abbondanza di unità formanti colonie di *Escherichia coli* nei campioni analizzati. I valori massimi assoluti, registrati il 28.08.2018 in N3 e in N4 (rispettivamente 6.900 e 6.800 UFC/100 ml) si collocano nel 4. livello LIM per il parametro specifico, ma risultano decisamente più bassi rispetto ai valori

massimi dell'annata precedente (29.000 UFC/100 ml in N3 in febbraio 2018). In N5, che si trova a valle della restituzione delle portate turbinate dalla serie dei tre impianti, la contaminazione da *Escherichia coli* risulta mediamente inferiore, ma raggiunge comunque saltuariamente il 3. livello del LIM per il parametro specifico. In N1, ovvero a monte di tutti gli insediamenti residenziali presenti lungo il T. Noce Bianco, l'abbondanza dell'azoto nitrico - come negli anni precedenti - è superiore a quella attesa per il probabile effetto - come confermato anche dal frequente incremento della concentrazione del fosforo - del dilavamento di prati fertilizzati e di cumuli di stallatico depositati anche in fregio al corso d'acqua, mentre gli altri parametri risultano tutti nell'ambito del primo livello, inclusa la concentrazione di *Escherichia coli*, che è prossima allo zero.



Fig. 34 - Cumuli di stallatico fresco depositato sugli appezzamenti prativi a breve distanza dal corso d'acqua presso la centrale di Masi di Contra (Celledizzo - 27.11.2018).

In generale, l'introduzione dei due cicli di rilievi aggiuntivi nelle stagioni primaverile e autunnale, quando la bassa stagione turistica riduce evidentemente la pressione fognaria sul corso d'acqua, determina su base annuale valori mediamente più bassi degli indicatori di inquinamento, sicché anche la contaminazione batterica da *E. coli* risale - rispetto agli anni precedenti - nel 3. livello per il parametro specifico nelle stazioni N3 e N4 e nella 2. in N2. In N5, peraltro, dove ragionevolmente pesa una pressione meno acuta a più stabile e diffusa di ori-

gine sia fognaria, sia zootecnica, il livello medio annuo del parametro *E. coli* passa dal 2. del 2017-18 al 3. del 2018-19.

Si conferma anche alla data del 10 luglio 2019 (termine dell'anno di monitoraggio 4.PO) che, data la presenza di scarichi civili indepurati con recapito diretto o indiretto a fiume, e nonostante una certa riduzione dovuta al completamento e all'entrata in funzione del nuovo ramale fognario della parte Nord di Celledizzo (1. stralcio), nonché l'ultimazione e il progressivo allacciamento del 1. lotto del 2. stralcio della rete fognaria di Celledizzo (parte centrale dell'abitato), i valori relativamente elevati di inquinamento microbiologico in N2, e soprattutto in N3 e N4, sono comunque da mettere in relazione anche con gli scarichi residui di fognatura mista. Alcuni di questi, infatti, sono ancora, evidentemente, recapitati direttamente, senza alcuna forma di trattamento, al Torrente Noce o ai suoi affluenti diretti. Apporti secondari sono ancora attivi anche attraverso piccoli affluenti laterali, soprattutto in corrispondenza di alcune aree abitate (Masi Guilnova, Cogolo, Celledizzo etc.). Il programma - ormai in fase di avanzata realizzazione - di ulteriore completamento della rete fognaria comunale appare ancora indispensabile per abbattere definitivamente l'inquinamento batterico delle acque, soprattutto tenendo conto della riduzione della portata mediamente fluente nell'alveo del T. Noce rispetto al regime idrologico *ante operam*. Questo vale particolarmente per la stazione N3, che si trova poco a valle dell'abitato di Celledizzo, ovvero a poche centinaia di metri di distanza dalla confluenza degli scarichi civili indepurati residui ancora provenienti da quella frazione del comune di Peio o, meglio, dalla porzione dell'abitato non ancora fornita di fognature separate con recapito al collettore intercomunale delle acque nere. Il saltuario, ma rilevante incremento della concentrazione di *Escherichia coli* nella stazione N2 e il suo sostanziale mantenimento in N4 rispetto a N3 - confermato anche nel 4. anno *post operam* - è ragionevolmente da attribuire ad apporti di origine zootecnica confluenti nel tratto tra i Masi Guilnova e Cogolo (stazione N2) e nel tratto tra Comasine e Forno di Novale (stazione N4). Riguardo alle osservazioni qualitative sullo stato dell'ambiente fluviale raccolte in occasione dei rilievi sulla qualità biologica, la consistenza del periphyton algale, osservata soprattutto in fase di morbida estiva e di magra invernale (cfr. Fig. 35), chiarisce come - non solo nelle fasi di magra artificiale e in quelle prolungate tipicamente invernali - il corso d'acqua, particolarmente in alcuni tratti, subisca l'effetto combinato della riduzione artificiale della portata, della confluenza di scarichi civili indepurati e di dilavamento dei terreni agricoli sovra-fertilizzati in fase di disgelo e di morbida con elevati apporti relativi di carico organico al torrente. Tale fenomeno, come nei primi due anni di monitoraggio *post operam* e contrariamente all'aggravio osservato nel 3. anno *post operam*, mostra di avere una influenza contenuta sulla qualità biologica del corso d'acqua (cfr. § 5.2), anche in virtù dell'assenza della fase di magra spinta e

duratura osservata nel corso del primo inverno di esercizio dei tre impianti (inverno 2015-16 tra dicembre e febbraio), verificata come conseguenza dell'anomala gestione della produzione idroelettrica presso l'impianto HDE di Cogolo Pont (indipendente, dunque, dalla presenza e dall'esercizio della nuova serie di impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano).



Fig. 35 - Feltro perfitico di alghe filamentose nell'alveo del T. Noce nella media Val di Peio (staz. N3) in fase di morbida estiva (28.08.2018) e nella bassa Val di Peio (staz. N4) in fase di magra invernale (a sinistra - 12.02.2019).

Tra i sintomi più evidenti di sovraccarico organico, sia pure contenuto, del torrente nel tratto derivato sotteso dai tre nuovi impianti idroelettrici, particolarmente a valle dell'abitato di Celledizzo, si segnalava, nei precedenti rapporti di monitoraggio, la persistente presenza invernale di accumuli locali di fanghi scuri ad alto contenuto organico in fase di decomposizione anaerobica che nell'anno 2018-19 appaiono tuttavia in apparente, progressiva riduzione in probabile relazione con il completamento del secondo ramale fognario dell'abitato di Celledizzo (parte centrale dell'abitato) e con la conseguente riduzione della pressione fognaria, anche nell'alta stagione turistica, sul corso d'acqua.

Dalla lettura dei dati di monitoraggio della qualità chimico-fisica e microbiologica durante il quarto anno di esercizio dei tre impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, oltreché da quanto emerge dal contesto ambientale e dalle evidenze relative ai principali fattori di pressione sul reticolo idrografico attivi nella Val di Peio, è possibile concludere che:

- rispetto ai bassi valori attesi in ragione dei modesti apporti naturali del bacino montano e alto montano del T. Noce Bianco e del T. Noce di Val del Monte, nel fondovalle il corso d'acqua conferma un carico organico e inquinante significativamente incrementato rispetto alle condizioni di riferimento;

- l'inclusione tra i dati di base dei valori parametrici relativi a due rilievi aggiuntivi (rispetto ai due rilievi dei primi tre anni di monitoraggio), condotti in fase di morbida tardo primaverile e nella stagione autunnale avanzata, attenua - come previsto - la severità del quadro di alterazione media, grazie alla maggiore diluizione garantita - in occasione dei rilievi aggiuntivi - dalle maggiori portate fluenti in alveo e anche alla fase di bassa stagione turistica (e dunque di minore pressione fognaria);
- la condizione generale - come già osservato riguardo all'anno di monitoraggio *ante operam*, nonché al 1. e al 2. anno *post operam* - è da attribuire all'effetto combinato della riduzione della portata fluente in alveo e degli apporti inquinanti, riconducibili prevalentemente agli scarichi civili non trattati delle frazioni non collettate (parte residua dell'abitato di Celledizzo), agli scarichi civili dei piccoli nuclei abitati isolati non adeguatamente trattati, agli scarichi diretti di origine zootecnica, al dilavamento dei terreni agricoli sede di spargimento o di accumulo delle deiezioni di stalla;
- nel 2018-19 si conferma, come nei quattro anni precedenti (sia nel primo *ante operam*, sia nei successivi *post operam*), la persistenza del fenomeno da monte a valle e particolarmente a valle degli abitati di Cogolo, Pejo paese e Celledizzo, talora con incremento degli indicatori di inquinamento tra Cogolo e Cusiano; inoltre, fenomeni di inquinamento di probabile origine agricola-zootecnica si confermano ulteriormente - come in passato - già nella bassa Val de la Mare (tratto terminale del T. Noce Bianco);
- poiché l'attivazione della derivazione afferente agli impianti di Contra e Castra (a partire da maggio 2015) e Cusiano (da luglio 2015) ha prodotto la riduzione della portata media fluente in alveo, lasciando tuttavia sostanzialmente inalterati i valori delle portate di magra assoluta, anche i valori assoluti degli inquinanti non hanno subito verosimilmente variazioni particolarmente intense rispetto alla fase *ante operam*, ma in alcune situazioni sono emersi fenomeni di contaminazione acuti, sia pure inferiori rispetto ai massimi riscontrati in termini di inquinamento batterico fecale da *Escherichia coli* e di concentrazione del Fosforo totale nella precedente annata 2017-18;
- il dilavamento ricorrente da *hydropeaking* tipico del tratto Cogolo - Cusiano nella fase *ante operam* (senza derivazione dei tre nuovi impianti in serie) si è drasticamente ridotto nel 1. anno *post operam* e ancor più nel 2., nel 3. e nel 4. anno *post operam* (a causa della riduzione dei picchi idrometrici da sfioro) favorendo certamente una condizione più diffusa e duratura di moderato inquinamento organico delle acque; va rimarcato, peraltro, come le fasi di magra invernale spinta (cfr. cap. 7) siano dovute integralmente al particolare regime di esercizio osservato dall'impianto idroelettrico soprastante di Cogolo Pont, e non siano

influenzate se non marginalmente dai tre nuovi impianti, i quali sono fisiologicamente in condizioni di fermo finché non si attiva la centrale di monte di Cogolo Pont con portate nominali superiori ai 400 l/s (portata obbligatoria di rispetto ambientale rilasciata alla vasca di presa dell'impianto di testa di Contra);

- la suddetta riduzione - già riscontrata a partire dal 2. PO - dei brevi e saltuari sfiori dai nuovi impianti idroelettrici in fase di avvio o in fase di repentino incremento delle portate provenienti dalla centrale HDE di Pont (cfr. cap. 7) ha ridotto ulteriormente il moderato e saltuario dilavamento dell'alveo di magra e di morbida soprattutto durante i mesi autunnali e primaverili, mentre il suddetto rilascio aggiuntivo di portate di rispetto ambientale alla vasca di presa di Contra (nominalmente 400 l/s) ha comunque favorito una diluizione con le incontaminate acque provenienti dal sistema di prese d'alta quota del sistema idroelettrico dell'alto Noce (cfr. § 7.1);
- nella bassa Val di Peio - come già osservato nell'anno *ante operam* e nel 1. anno *post operam* e nel 3. anno *post operam* - pur con i limiti dell'istantaneità dei rilievi emergono talora fenomeni di incremento del carico inquinante (ad esempio, in termini di concentrazioni di nitrati in agosto e in novembre 2018), e non si osserva, invece, una loro sufficiente riduzione come ci sarebbe da attendersi per la minore densità abitativa e il minore apporto fognario al fiume a valle di Celledizzo e per le condizioni di migliore funzionalità ecologica fluviale del tratto soprastante del T. Noce;
- la riduzione della portata media fluente in alveo rispetto, che peraltro - come già sottolineato - non ha causato una sensibile riduzione in valore assoluto delle portate di magra, ma solo un ampio prolungamento della loro durata, non determina una riduzione della qualità chimica e microbiologica dell'acqua tale da peggiorare significativamente i valori di sintesi degli indici macrodescrittori della qualità rispetto alla condizione *ante operam*;
- pur permanendo sintomi di alterazione che sono evidenziati dallo scadimento al 2. livello del LIM nel T. Noce nella media e bassa Val di Peio e fino ad Ossana, e soprattutto dal persistente deterioramento della qualità microbiologica nelle stazioni N3 e N4 (e anche N5, a valle della restituzione di Cusiano), tale condizione appare meno severa rispetto all'anno 2017-18, sia per l'introduzione di due rilievi aggiuntivi (in primavera e in autunno, in fasi con portate maggiori, maggiore diluizione e minore pressione fognaria di origine turistica), sia - verosimilmente - con la progressiva riduzione degli afflussi di fognatura mista grazie al completamento e all'attivazione del secondo ramale dell'abitato di Celledizzo (porzione centrale).

4.3 CONFRONTO RISPETTO AGLI ANNI AO, 1.PO, 2.PO, 3.PO E 4.PO

Il confronto dell'andamento dei parametri di monitoraggio della qualità chimica e microbiologica è rappresentato nei seguenti istogrammi, che evidenziano una sostanziale conservazione dei livelli di qualità chimica-microbiologica tra l'anno *ante operam*, il primo anno *post operam*, il secondo anno *post operam* e il terzo anno *post operam*, fatto salvo un significativo incremento della concentrazione del fosforo totale per probabile effetto degli apporti di origine zootecnica intercettati nei rilievi del 2017-18 anche in relazione con l'affinamento delle metodiche analitiche introdotte nell'esame dei campioni d'acqua superficiale presso il laboratorio incaricato delle analisi chimiche e microbiologiche.

Nel quarto anno *post operam*, oggetto della presente relazione, la condizione generale, sia su base annua, sia sulla base dei singoli rilievi, appare moderatamente migliore rispetto all'anno 3.PO

Il significativo incremento dei valori invernali della concentrazione di unità formanti colonia di *Escherichia coli* nella stazione N3, rilevato nella precedente stagione invernale 2017-18 rispetto alle due precedenti, più povere di neve e dunque anche di turismo invernale, non si conferma nel 2018-19, quando i valori più alti di contaminazione batterica si collocano nella stagione estiva (agosto 2018) e raggiungono valori istantanei comunque decisamente minori, anche se ancora alti.

Tali dati, peraltro, che scontano i limiti dell'istantaneità del rilievo, vanno letti in modo coordinato con quelli relativi alla qualità biologica, dei quali riferisce il seguente cap. 5.

Rispetto all'annata precedente, comunque, sembrano emergere i primi concreti effetti degli interventi e delle opere realizzati dal Comune di Peio, tra cui il progressivo adeguamento della rete fognaria comunale nelle frazioni ancora non collettate (*in primis*, Celledizzo), che tuttavia non risultano ancora sufficienti per risolvere definitivamente le criticità della qualità delle acque fluenti nell'alveo del T. Noce nella media e bassa Val di Peio.

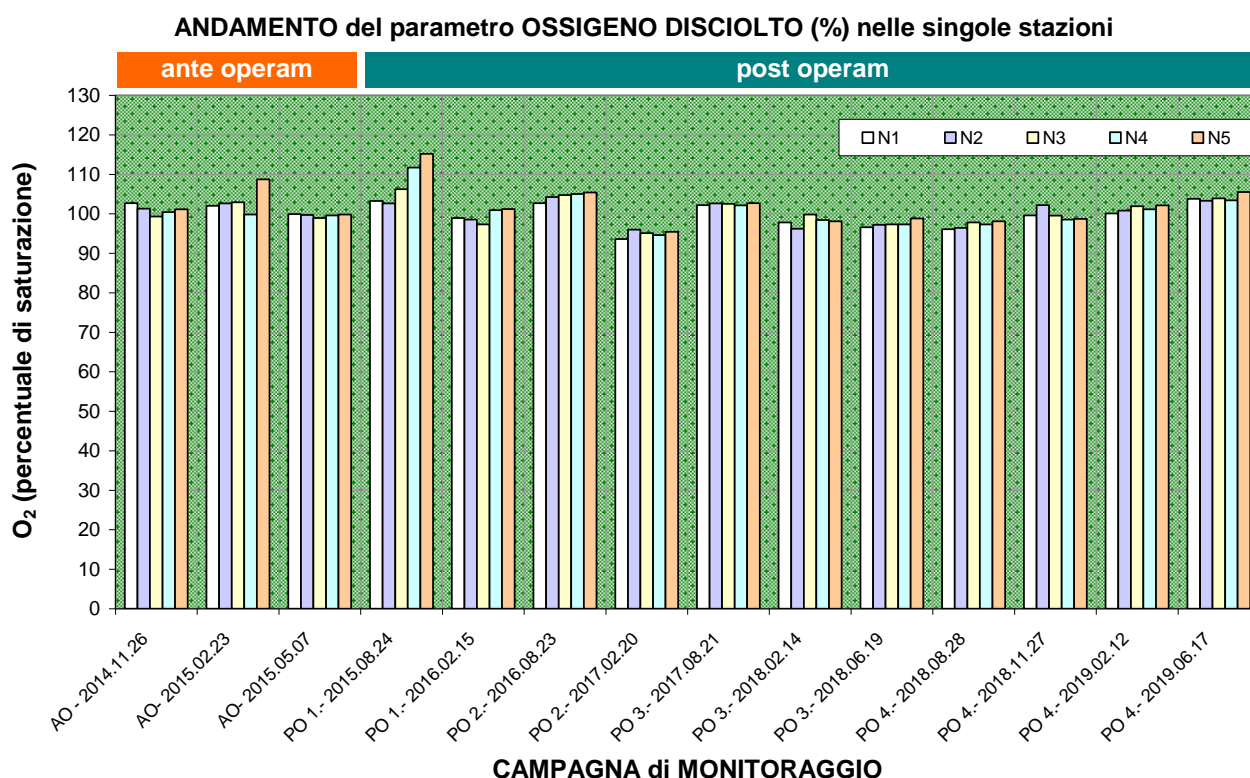


Fig. 36 - Valori di O_2 disciolto percentuale rilevati in situ nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

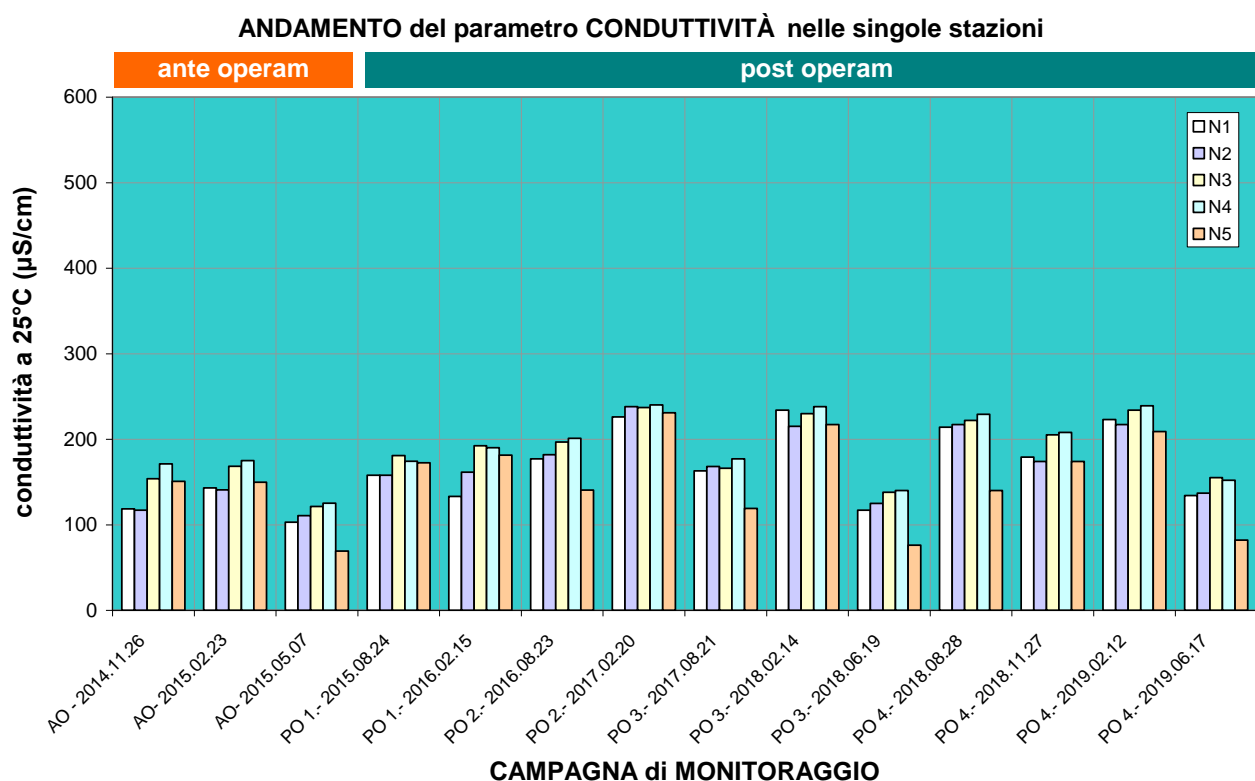


Fig. 37 - Valori di Conduttività elettrica rilevati in situ nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

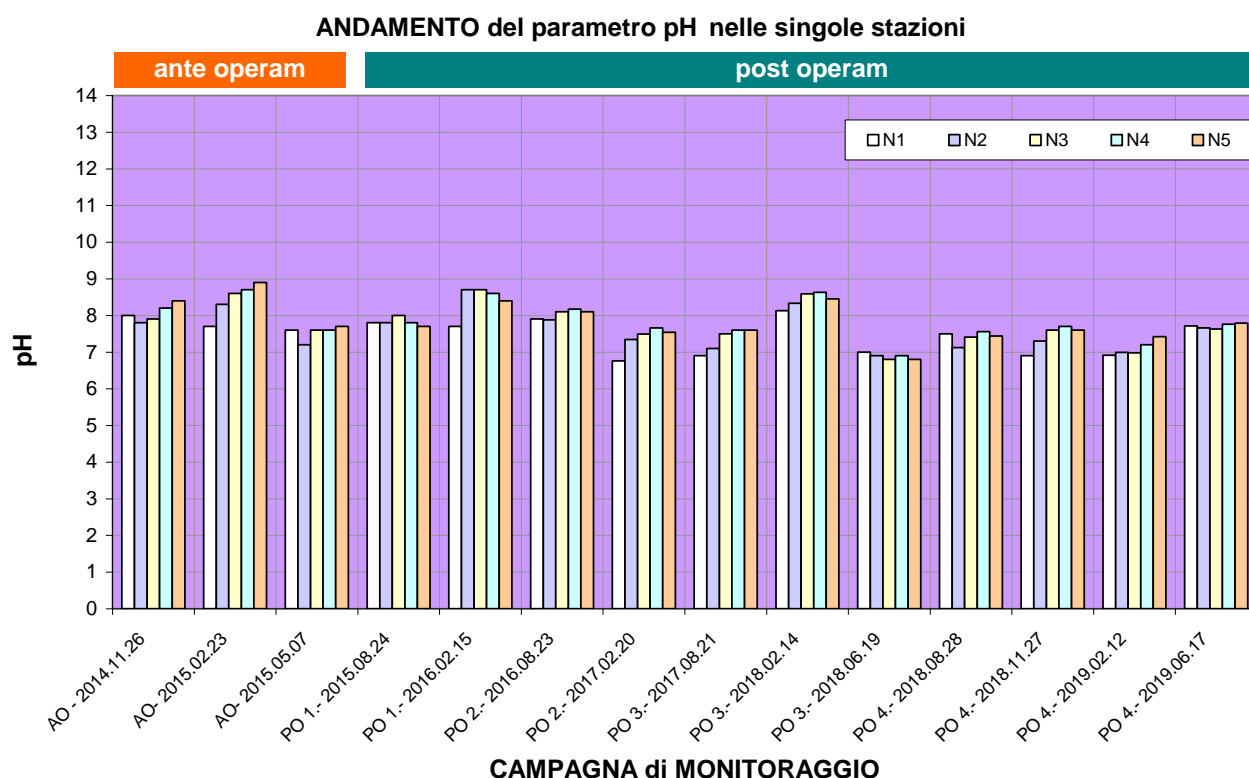


Fig. 38 - Valori di pH rilevati in situ nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

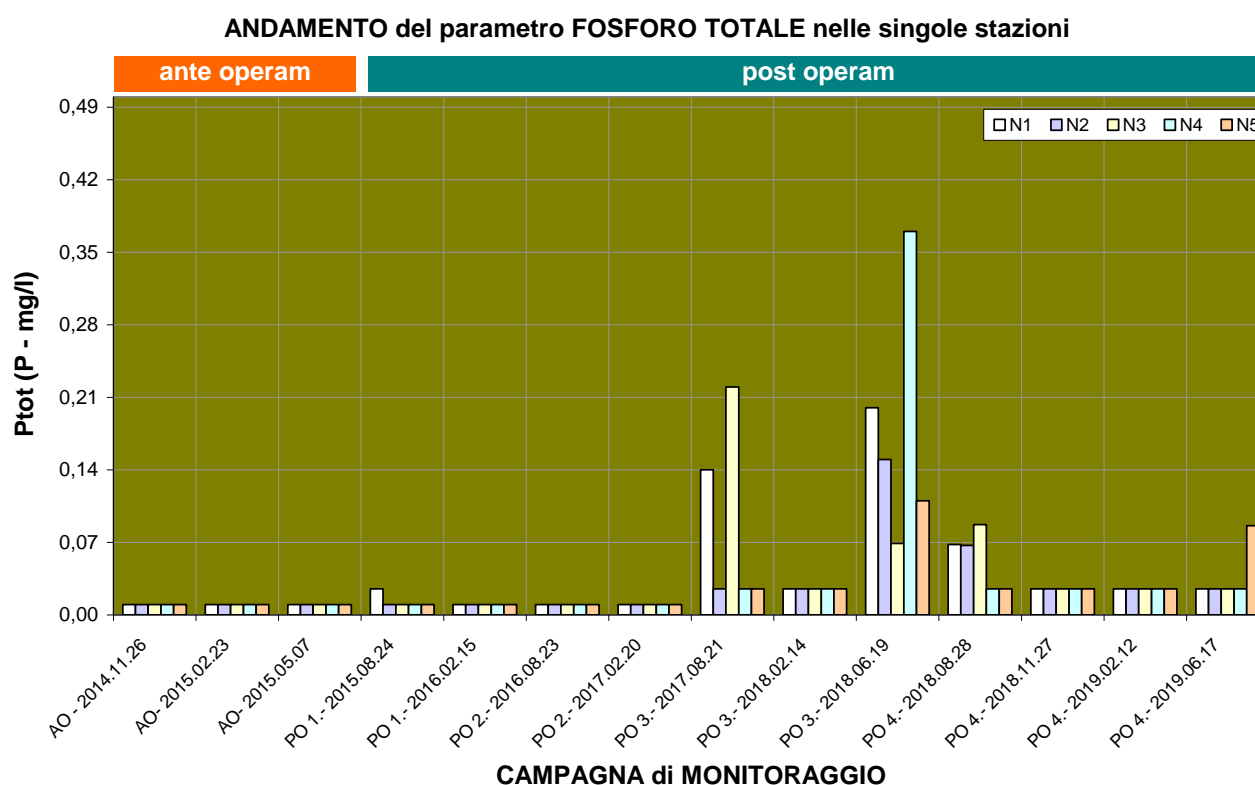


Fig. 39 - Valori di Fosforo rilevati nei campioni d'acqua raccolti nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

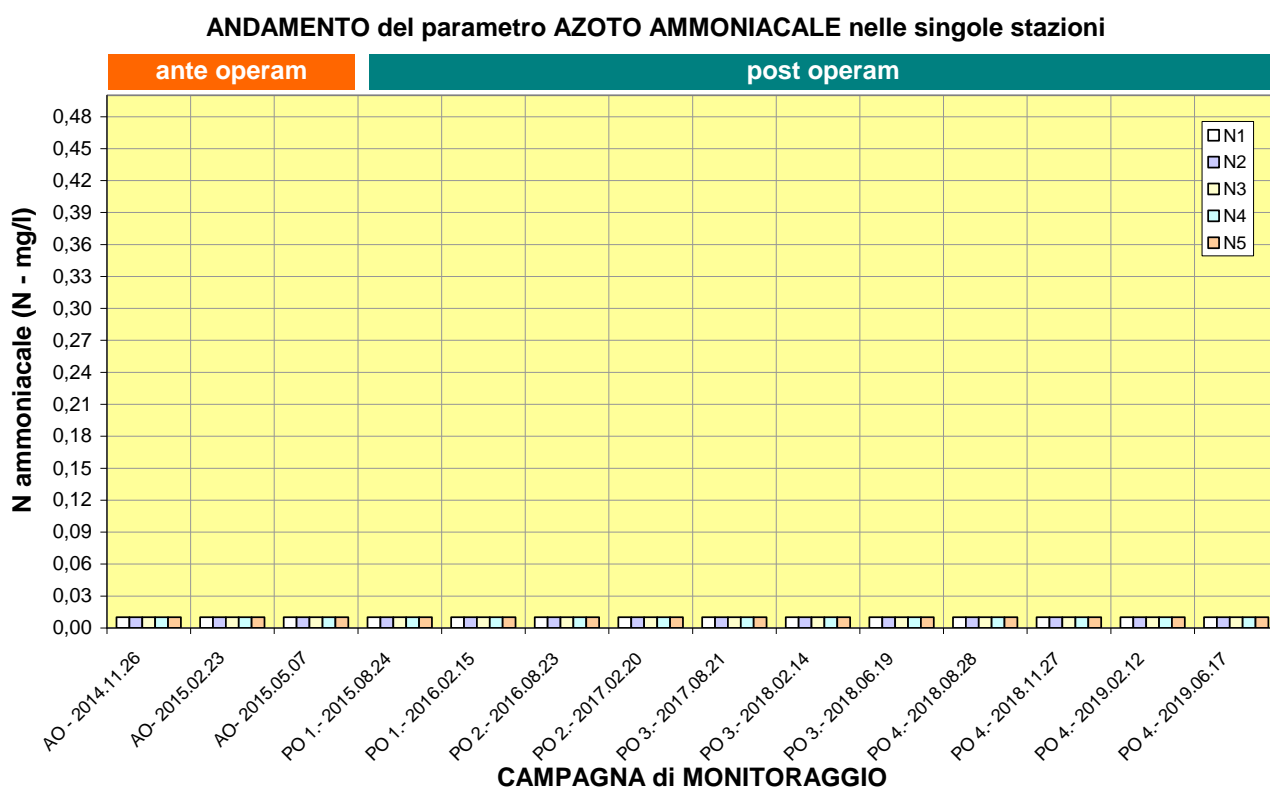


Fig. 40 - Valori di Azoto ammoniacale rilevati nei campioni d'acqua raccolti nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

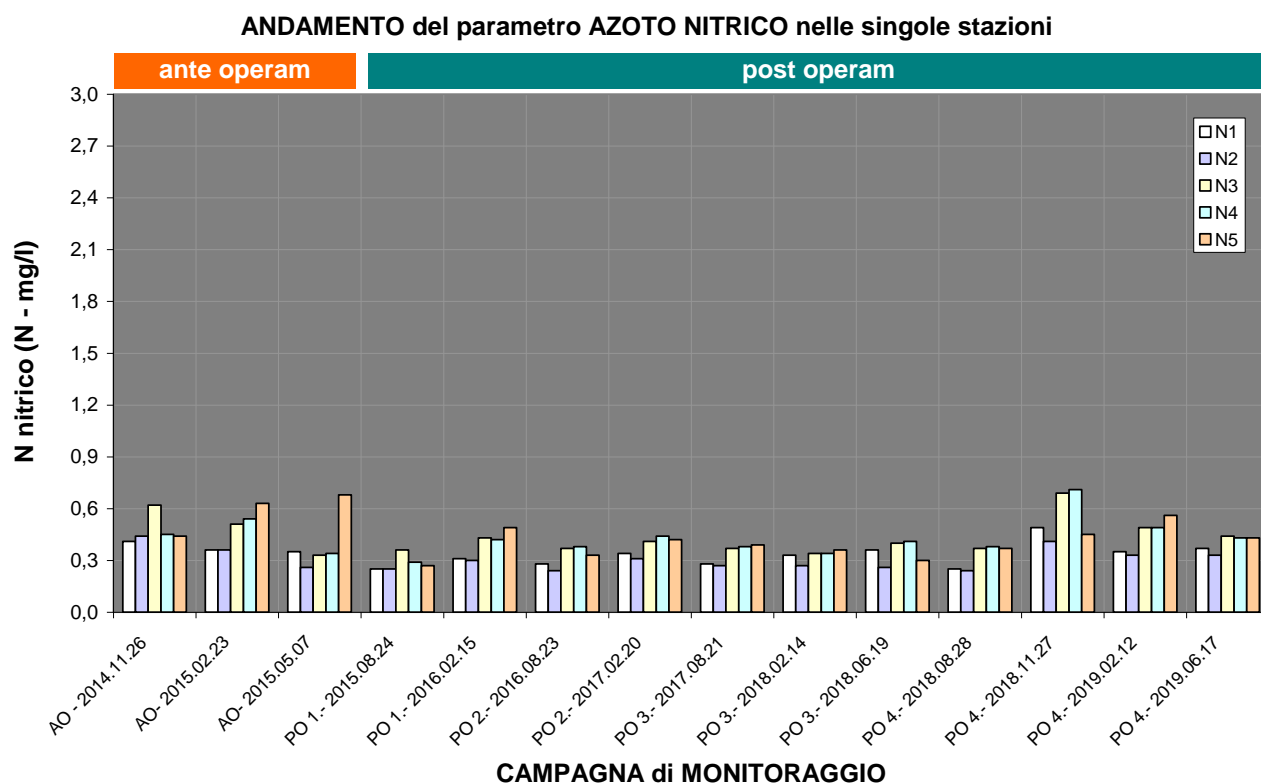


Fig. 41 - Valori di Azoto nitrico rilevati nei campioni d'acqua raccolti nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

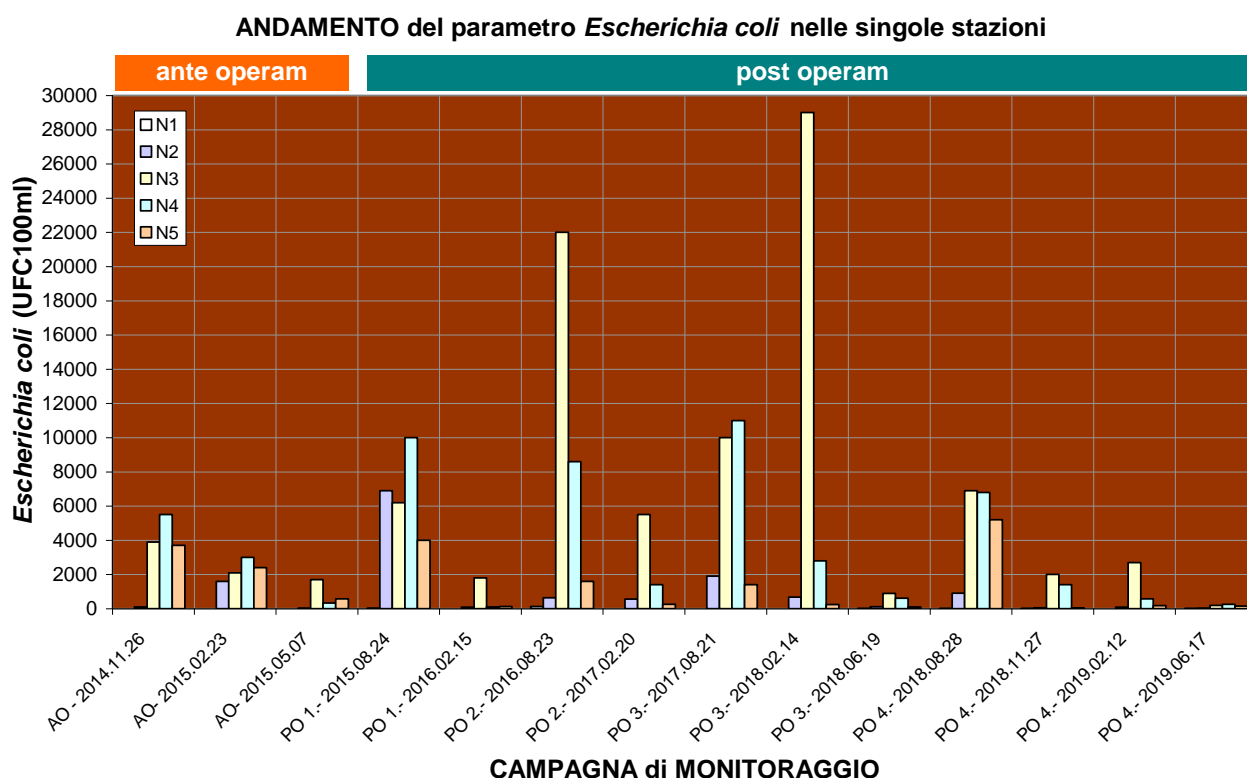


Fig. 42 - Valori di *Escherichia coli* rilevati nei campioni d'acqua raccolti nelle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

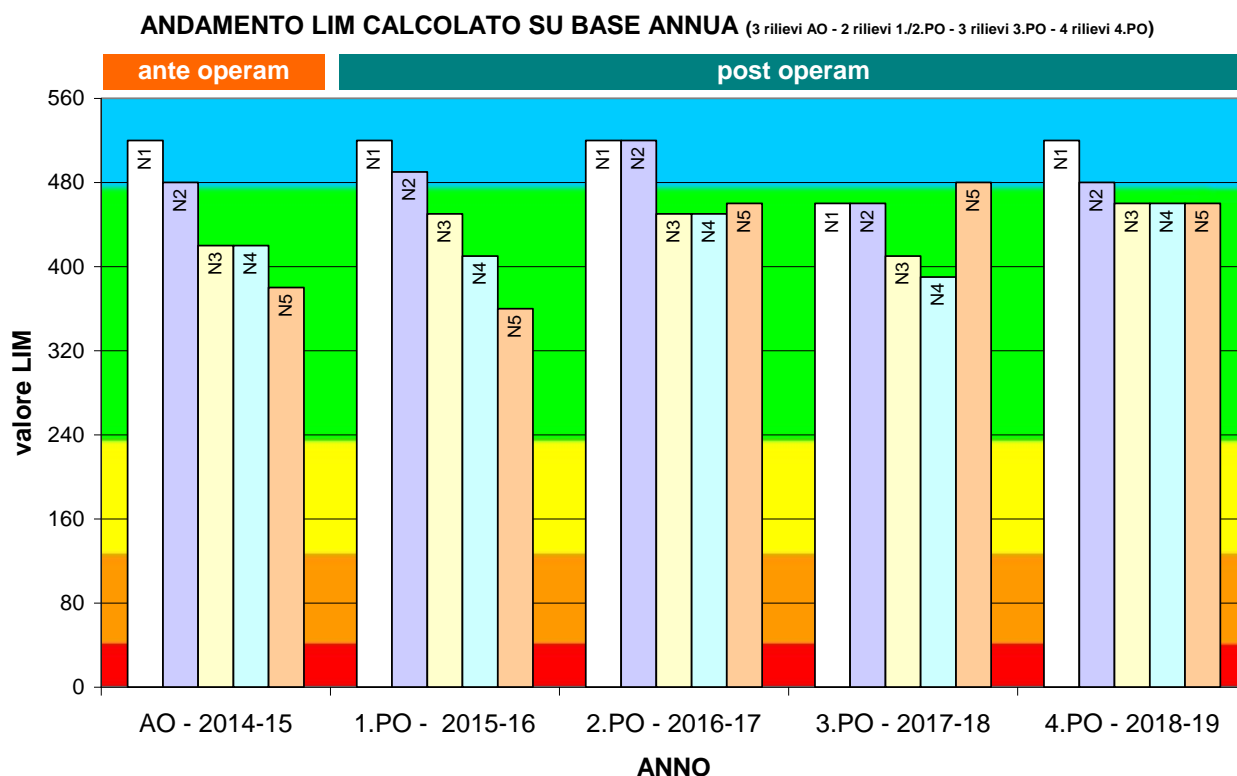


Fig. 43 - Istogramma dei valori di LIM calcolati per ciascuna delle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

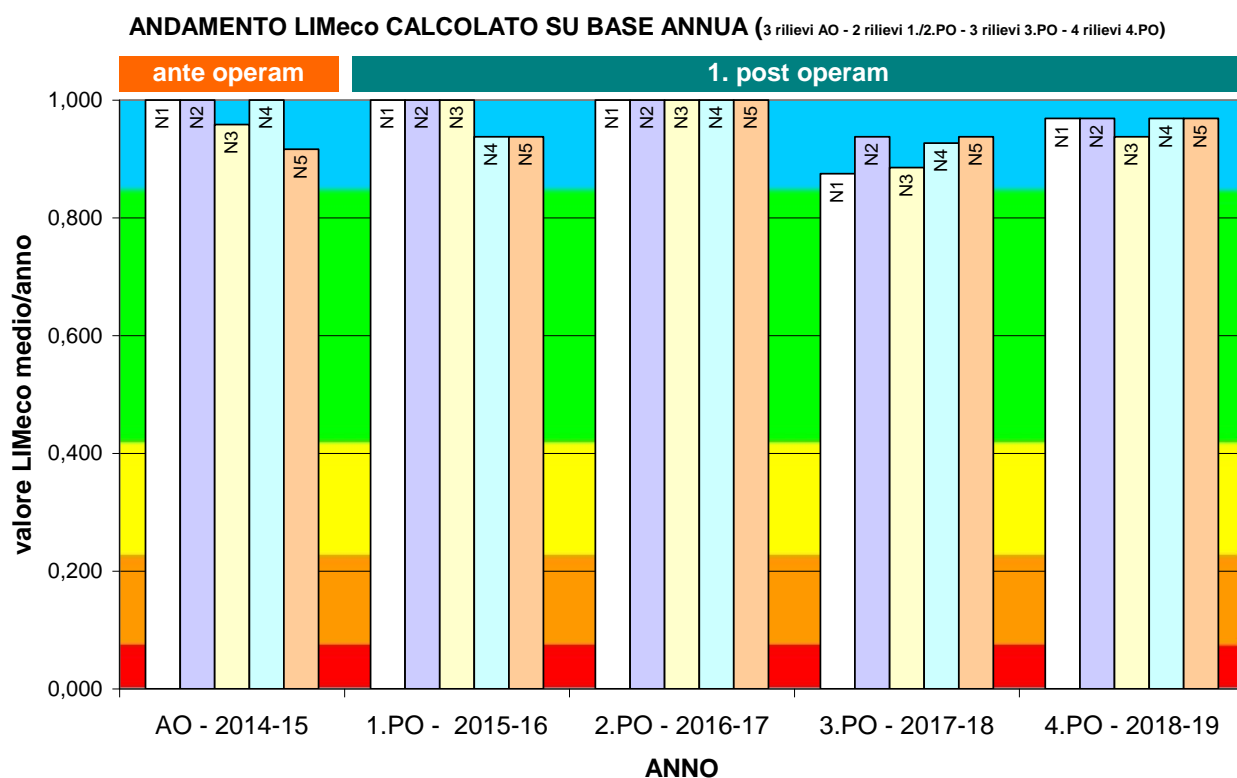


Fig. 44 - Istogramma dei valori di LIMeco calcolati per ciascuna delle 5 stazioni fisse -N nei primi 5 anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2. PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

5. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA QUALITÀ BIOLOGICA

I rilievi ai fini dell'analisi della qualità biologica tramite l'applicazione del metodo I.B.E. (*sensu* Ghetti, 1997 e APAT, 2003) sono stati condotti da tecnico specializzato (il sottoscritto, dott. nat. Lorenzo Betti, con la collaborazione del dott. nat. Alessandro Rubin) secondo le modalità descritte nel PMA, nelle stazioni e nei tempi descritti nel precedente capitolo 3.

Riguardo alla cronologia dei rilievi si rammenta che, in sintonia con quanto acquisito in via tecnica nella conferenza dei servizi della Provincia autonoma di Trento del 19.07.2018 e in accordo con il relativo parere dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - Settore Tecnico per l'Ambiente (cfr. prot. n. APPA S305/2018/0469316/17.6/U449 d.d. 13.08.2018), l'incremento della frequenza dei rilievi sulla qualità chimico-fisica, microbiologica e biologica (IBE), su esplicita richiesta dei concessionari (nota Comune di Peio dd 24.05.2018, prot. n. 3165), la cadenza semestrale è stata incrementata alla cadenza stagionale (approssimativamente trimestrale) a partire da giugno 2018 (quindi già nella seconda parte dell'annata 2017-18). Nel 2018-19, dunque, sono stati eseguiti quattro cicli di rilievi.

I risultati di sintesi sono raccolti nella seguente Tab. 19 e mostrano, nei quattro rilievi, dell'estate (agosto 2017), dell'autunno (novembre 2018), dell'inverno (febbraio 2018) e della primavera (giugno 2018 - rilievo aggiuntivo), valori di IBE oscillanti tra 10 e 8, ovvero oscillanti tra la **I classe** e la **II classe** di qualità biologica IBE.

DATA	28.08.2018				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
condizione idrologica	morbida	morbida	morbida	morbida	morbida
Unità Sistematiche VALIDE	10	16	15	15	18
Unità Sistematiche di DRIFT	8	6	5	6	6
valore IBE (decimale)	8,6	9,6	9,4	9,4	10,0
classe di qualità biologica	II	I - II	II - I	II - I	I
DATA	27.11.2018				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
condizione idrologica	magra	magra	magra	magra	magra moderata
Unità Sistematiche VALIDE	12	12	13	13	15
Unità Sistematiche di DRIFT	6	3	6	8	6
valore IBE (decimale)	9,0	9,0	9,0	9,0	9,4
classe di qualità biologica	II	II	II	II	II - I

DATA	12.02.2019				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
condizione idrologica	magra	magra	magra	magra	magra moderata
Unità Sistematiche VALIDE	18	14	11	12	11
Unità Sistematiche di DRIFT	0	4	5	3	3
valore IBE (decimale)	10,0	9,0	8,6	9,0	8,6
classe di qualità biologica	I	II	II	II	II
DATA	17.06.2019				
PARAMETRO	N1	N2	N3	N4	N5
condizione idrologica	morbida moderata	morbida moderata	morbida moderata	morbida moderata	morbida
Unità Sistematiche VALIDE	15	9	12	10	14
Unità Sistematiche di DRIFT	7	6	5	6	4
valore IBE (decimale)	9,4	8,0	9,0	9,4	9,0
classe di qualità biologica	II - I	II	II	II	II

Tab. 19 - Valori di sintesi dell'analisi della qualità biologica secondo il metodo IBE rilevati nei campionamenti del 28.08.2018, del 27.11.2018, del 12.02.2019 e del 17.06.2019 nelle cinque stazioni fisse N1, N2, N3, N4, N5. I valori intermedi sono espressi in numeri decimali secondo i criteri di conversione previsti dal metodo e chiariti nel PMA.

Le successive Tab. 20, Tab. 21, Tab. 22, Tab. 23, Tab. 24 riepilogano l'elenco delle Unità Sistematiche rilevate in ogni stazione secondo la metodologia IBE, confrontando i taxa presenti nei quattro rilievi del 28.08.2018, del 27.11.2018, del 12.02.2019 e del 17.06.2019 e riportando - per una migliore lettura d'insieme - anche i dati relativi ai precedenti rilievi relativi alla fase *ante operam* (2014-2015), al 1. anno *post operam* (2015-2016), al 2. anno *post operam* (2016-2017) e al 3. anno *post operam* (2017-2018)

Le schede di rilevamento dell'annata 2018-19 sono contenute integralmente nell'allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL schede IBE.pdf*.

FASE del PMA		ANTE OPERAM		POST OPERAM 1. anno		POST OPERAM 2. anno		POST OPERAM 3. anno		
DATA RILIEVO		26.11.2014	15.02.2015	26.08.2015	15.02.2016	23.08.2016	20.02.2017	21.08.2017	12.02.2018	19.06.2018
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA								
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	I	I	I	I	I	I	D	I	I
	<i>Protonemura</i>	I	I	I	I	L	I	I	I	L
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I	I	I	-	I	D
	<i>Isoperla</i>	L	L	L	L	I	L	D	L	-
	<i>Chloroperla</i>	D	D	-	-	-	-	-	I	I
	<i>Dictyogenus</i>	-	-	D	D	-	-	D	-	-
	<i>Perlodes</i>	-	-	-	-	I	I	-	-	-
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-	-	-	-	D	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	D	D	D	D	I	D	-	-	-
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I	L	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	I	I	I	I	I	I	D	-	D
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	-	D	D	D	I	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	L	L	I	I	I	I	I
	Philopotamidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Hydropsychidae	D	D	D	D	-	D	-	-	-
	Sericostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	I	I	D	D	I	-	-	D	-
	Elminthidae	D	D	-	-	I	-	-	D	D
	Helodidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Chironomidae	I	I	I	I	D	I	I	I	I
	Simuliidae	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Tipulidae	I	I	I	I	-	D	-	-	-
	Limoniidae	I	I	I	I	L	L	I	I	D
	Psychodidae	I	I	I	I	-	I	-	-	-
	Empididae	I	I	I	I	-	-	-	-	-
	Dixidae	-	-	D	D	-	-	-	-	-
	Anthomyidae	-	-	D	D	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	I	-	-	D	-
	Blephariceridae	-	-	-	-	D	-	D	-	I
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Haplotaxidae	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	Lumbricidae	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	Naididae	I	I	I	I	-	-	-	-	-
	Lumbriculidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	-	-	P	P	-	-	P
	Gordiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	19	15	11	16	15	13	7	12	9
N° U.S. di DRIFT	6	6	5	4	3	5	6	4	4
VALORE I.B.E.	10	9 - 10	9 - 8	10 - 9	9 - 10	9	7	9	8
CLASSE DI QUALITÀ	I	II-I	II	I-II	II-I	II	III	II	II

Tab. 20 - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N1 sul T. Noce Bianco - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift). segue

FASE del PMA		POST OPERAM 4. anno			
DATA RILIEVO		28.08.2018	27.11.2018	12.02.2019	17.02.2019
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA			
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	-	D	I	I
	<i>Protonemura</i>	I	D	I	L
	<i>Leuctra</i>	D	I	I	I
	<i>Isoperla</i>	I	I	L	I
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	I
	<i>Dictyogenus</i>	-	D	-	I
	<i>Perlodes</i>	I	-	I	D
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	D	-	-	D
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	D	I	I	D
	<i>Epeorus</i>	I	I	I	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	L	I	I
	Limnephilidae	I	L	I	I
	Philopotamidae	-	-	-	D
	Hydropsychidae	-	I	I	-
	Sericostomatidae	D	-	-	D
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	D	-	I	D
	Elminthidae	-	D	-	I
	Helodidae	-	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Chironomidae	D	I	I	I
	Simuliidae	D	I	I	D
	Tipulidae	-	D	I	-
	Limoniidae	I	L	I	I
	Psychodidae	-	I	I	I
	Empididae	I	-	-	-
	Dixidae	-	D	-	-
	Anthomyidae	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	D	-	I	-
	Blephariceridae	-	-	-	L
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	-	-	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Haplotaxidae	-	-	-	-
	Lumbricidae	-	-	-	I
	Naididae	I	-	-	-
	Lumbriculidae	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P
	Gordiidae	I	-	-	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	18	12	18	15
N° U.S. di DRIFT	8	6	0	7
VALORE I.B.E.	8 - 9	9	10	9 - 10
CLASSE DI QUALITÀ	II	II	I	II - I

Tab. 20 segue - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N1 sul T. Noce Bianco - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift).

FASE del PMA		ANTE OPERAM		POST OPERAM 1. anno		POST OPERAM 2. anno		POST OPERAM 3. anno		
DATA RILIEVO		26.11.2014	15.02.2015	26.08.2015	15.02.2016	23.08.2016	20.02.2017	21.08.2017	12.02.2018	19.06.2018
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA								
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	D	D	I	D	I	I	D	D	D
	<i>Protonemura</i>	I	I	I	D	L	I	I	-	L
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I	I	I	D	-	D
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	L	I	I	L	-	-
	<i>Brachyptera</i>	I	I	-	-	-	-	-	D	-
	<i>Chloroperla</i>	D	D	-	D	-	-	-	-	I
	<i>Perla</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	<i>Dictyogenus</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	<i>Perlodes</i>	-	-	-	-	D	D	D	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	D	D	I	I	I	D	D	-	-
	<i>Baetis</i>	L	L	I	I	I	D	I	-	I
	<i>Ecdyonurus</i>	I	I	I	D	I	I	I	I	-
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	I	D	-	-	D	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	I	I	I	L	I	L	I
	Goeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sericostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	-	-	I	-	D	-	I	-	D
	Elminthidae	-	-	-	-	D	D	I	-	-
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	L	L	L	I	I	L	I	I	I
	Chironomidae	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Empididae	I	I	I	I	-	-	-	-	-
	Simuliidae	D	D	-	-	I	I	-	-	I
	Blephariceridae	-	-	I	-	I	-	D	-	I
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	Psychodidae	-	-	-	I	-	I	-	-	-
	Athericidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tipulidae	-	-	-	-	-	-	-	I	-
Gasteropodi (famiglia)	Planorbidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	-	-	-	-	I	-	I	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Enchytraeidae	I	I	-	-	-	-	-	I	-
	Lumbricidae	-	-	-	I	I	-	-	-	-
	Lumbriculidae	-	-	-	-	-	-	-	I	-
	Haplotaxidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Gordiidae	-	-	-	I	-	-	-	-	-
	(Mermithidae)	-	-	-	-	-	-	-	P	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	13	12	15	13	5	11	11	8	9
N° U.S. di DRIFT	4	5	0	4	7	4	5	2	3
VALORE I.B.E.	9	9	9 - 10	9	9 - 10	9 - 8	9 - 8	6	8
CLASSE DI QUALITÀ	II	II	II - I	II	II - I	II	II	III	II

Tab. 21 - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N2 sul T. Noce Bianco - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift). segue

FASE del PMA		POST OPERAM 4. anno			
DATA RILIEVO		28.08.2018	27.11.2018	12.02.2019	17.02.2019
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA			
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	D	D	D	I
	<i>Protonemura</i>	L	I	I	L
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	D
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	D
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-
	<i>Chloroperla</i>	D	-	-	-
	<i>Perla</i>	-	-	-	-
	<i>Dictyogenus</i>	-	-	-	-
	<i>Perlodes</i>	-	-	I	-
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	D
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	-	-	D	-
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	D	I	I	D
	<i>Epeorus</i>	D	-	-	D
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	L	I
	Goeridae	D	-	-	-
	Hydropsychidae	-	D	-	D
	Sericostomatidae	-	-	I	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	I	-	I	-
	Elmiphidae	I	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	I	I	I	I
	Chironomidae	I	I	I	I
	Empididae	I	-	-	-
	Simuliidae	D	D	I	I
	Blephariceridae	I	-	-	I
	Ceratopogonidae	-	-	-	-
	Psychodidae	-	-	I	-
	Athericidae	-	-	-	-
	Tipulidae	I	I	D	-
Gasteropodi (famiglia)	Planorbidae	-	-	I	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	-	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Enchytraeidae	I	I	-	-
	Lumbricidae	I	-	-	-
	Lumbriculidae	-	-	-	-
	Haplotaxidae	-	I	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P
	Gordiidae	-	-	-	-
	(Mermithidae)	-	-	-	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	16	12	14	9
N° U.S. di DRIFT	6	3	4	6
VALORE I.B.E.	10 - 9	9	9	8
CLASSE DI QUALITÀ	I - II	II	II	II

Tab. 21 segue - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N2 sul T. Noce Bianco - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift).

FASE del PMA		ANTE OPERAM		POST OPERAM 1. anno		POST OPERAM 2. anno		POST OPERAM 3. anno		
DATA RILIEVO		26.11.2014	15.02.2015	26.08.2015	15.02.2016	23.08.2016	20.02.2017	21.08.2017	12.02.2018	19.06.2018
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA								
Plecotteri (genere)	<i>Protonemura</i>	D	D	I	-	L	-	I	-	D
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I	I	D	I	-	D
	<i>Dictyogenus</i>	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	I	I	-	-	D	I
	<i>Brachyptera</i>	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Nemoura</i>	D	D	-	D	I	-	-	-	-
	<i>Perlodes</i>	-	-	-	I	D	-	-	-	-
	<i>Chloroperla</i>	-	-	-	I	-	-	-	-	D
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	I	I	I	L	I	I	I	I
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I	L	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	D	D	D	I	I	D	D	D	D
	<i>Epeorus</i>	D	D	D	D	-	-	-	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	D	D	I	I	I	D	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	I	I	I	L	I	I	I
	Odontoceridae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Sericostomatidae	D	D	-	-	-	-	-	-	D
	Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	-	-	D	-	D	-	I	-	-
	Elmthidae	-	-	-	D	-	-	-	-	-
	Helodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	I	I	I	I	L	L	I	I	I
	Chironomidae	L	L	I	L	I	L	I	I	I
	Simuliidae	I	I	I	I	I	I	I	-	I
	Empididae	I	I	I	-	I	-	-	-	-
	Blephariceridae	-	-	I	-	I	-	I	-	I
	Tipulidae	D	D	-	-	-	-	D	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	D	-	-	-	D	-	-
	Psychodidae	-	-	-	I	-	I	-	I	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	I	I	I	I	I	-	I
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Lumbriculidae	I	I	I	I	I	-	I	I	I
	Naididae	I	I	-	-	I	-	-	I	I
	Enchytraeidae	I	I	-	-	I	-	-	-	I
	Haplotaxidae	-	-	I	I	-	-	-	I	-
	Lumbricidae	-	-	-	-	-	-	-	I	I
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	(Mermithidae)	P	P	-	P	P	-	P	-	-
	Gordiidae	-	-	-	-	-	-	-	I	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	14	16	15	16	18	8	13	13	14
N° U.S. di DRIFT	9	3	4	3	2	3	3	2	5
VALORE I.B.E.	9	10 - 9	9 - 10	10 - 9	10	6	9	7	8
CLASSE DI QUALITÀ	II	I - II	II - I	I - II	I	III	II	III	II

Tab. 22 - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N3 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift). segue

FASE del PMA		POST OPERAM 4. anno			
DATA RILIEVO		28.08.2018	27.11.2018	12.02.2019	17.02.2019
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA			
Plecotteri (genere)	<i>Protonemura</i>	L	I	D	I
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I
	<i>Dictyogenus</i>	-	-	-	--
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	D
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-
	<i>Nemoura</i>	-	D	D	-
	<i>Perlodes</i>	D	--	I	-
	<i>Chloroperla</i>	-	-	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	D	D	I
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	-	D	I	D
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	U	I
	Odontoceridae	-	-	-	-
	Sericostomatidae	I	D	D	D
	Hydropsychidae	D	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	D	I	D	-
	Elmthidae	-	D	-	-
	Helodidae	-	-	-	D
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	I	L	I	I
	Chironomidae	I	I	L	I
	Simuliidae	I	-	-	-
	Empididae	-	-	I	-
	Blephariceridae	I	-	-	I
	Tipulidae	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	D	D	-	-
	Psychodidae	D	I	I	D
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Lumbriculidae	I	I	-	I
	Naididae	-	-	-	I
	Enchytraeidae	I	I	-	I
	Haplotaxidae	-	-	-	-
	Lumbricidae	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P
	(Mermithidae)	-	-	P	-
	Gordiidae	-	-	-	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	15	13	11	12
N° U.S. di DRIFT	5	6	5	5
VALORE I.B.E.	9 - 10	9	9 - 8	9
CLASSE DI QUALITÀ	II - I	II	II	II

Tab. 22 segue - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N3 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift).

FASE del PMA		ANTE OPERAM		POST OPERAM 1. anno		POST OPERAM 2. anno		POST OPERAM 3. anno		
DATA RILIEVO		26.11.2014	15.02.2015	26.08.2015	15.02.2016	23.08.2016	20.02.2017	21.08.2017	12.02.2018	19.06.2018
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA								
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	D	D	D	I	D	-	-	D	-
	<i>Protonemura</i>	D	D	I	D	I	D	D	D	D
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I	L	I	I	-	I
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	I	I	-	-	D	D
	<i>Brachyptera</i>	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Chloroperla</i>	-	-	-	D	-	-	-	-	D
	<i>Perlodes</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	<i>Amphinemura</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	-
	<i>Baetis</i>	L	L	L	I	L	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	D	D	-	D	I	-	D	D	D
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I	L	I	D	I	I
	Limnephilidae	I	I	-	I	D	I	I	I	I
	Sericostomatidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Hydropsychidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Odontoceridae	-	-	-	D	-	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	-	-	D	D	I	-	I	-	D
	Elminthidae	I	I	D	D	-	-	-	-	-
	Hydrophilidae	-	-	-	-	D	-	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	I	I	I	I	L	I	I	I	I
	Chironomidae	L	L	I	I	I	I	I	I	I
	Simuliidae	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Blephariceridae	-	-	I	-	L	-	I	-	D
	Psychodidae	-	-	-	I	-	I	-	I	I
	Empididae	-	-	-	-	-	I	-	-	-
	Anthomyidae	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	Tipulidae	-	-	-	-	D	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	-	D	-	D
	Dolichopodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dixidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Athericidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	I	I	I	I	-	-	I
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Naididae	I	I	-	I	I	-	-	-	L
	Lumbriculidae	I	I	I	I	I	-	-	-	I
	Lumbricidae	I	I	-	-	I	-	-	-	-
	Enchytraeidae	I	I	I	-	I	-	-	-	I
	Haplotaxidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tubificidae	-	-	-	-	I	I	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	(Mermithidae)	-	-	-	P	-	-	-	-	-
N° UNITÀ SISTEMATICHE		15	14	13	14	18	12	9	8	12
N° U.S. di DRIFT		6	3	3	6	7	1	4	4	7
VALORE I.B.E.		9 - 10	9	9	9	10	7	6	6	7
CLASSE DI QUALITÀ		II - I	II	II	II	I	III	III	III	III

Tab. 23 - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N4 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L = abbondante; U = dominante; D = drift). segue

FASE del PMA		POST OPERAM 4. anno			
DATA RILIEVO		28.08.2018	27.11.2018	12.02.2019	17.02.2019
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA			
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	-	D	D	-
	<i>Protonemura</i>	I	D	D	I
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	I
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	D
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-
	<i>Chloroperla</i>	-	-	-	-
	<i>Perlodes</i>	-	-	-	-
	<i>Amphinemura</i>	-	-	-	-
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	I
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	I	I	D
	<i>Baetis</i>	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	-	-	D	-
	<i>Epeorus</i>	D	D	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I
	Limnephilidae	I	I	I	I
	Sericostomatidae	-	-	-	-
	Hydropsychidae	-	D	-	-
	Odontoceridae	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	D	I	-	D
	Elmiphidae	D	D	-	-
	Hydrophilidae	-	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Limoniidae	I	I	I	I
	Chironomidae	I	I	I	I
	Simuliidae	D	D	I	D
	Blephariceridae	I	-	-	I
	Psychodidae	I	I	I	D
	Empididae	-	I	I	-
	Anthomyidae	D	-	-	-
	Tipulidae	-	D	-	-
	Ceratopogonidae	D	-	-	-
	(Dolichopodidae)	-	P	-	-
	Dixidae	-	D	-	-
	Athericidae	-	-	-	D
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	-	-	-	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-
Oligocheti (famiglia)	Naididae	I	-	I	I
	Lumbriculidae	I	-	-	-
	Lumbricidae	I	I	-	-
	Enchytraeidae	I	I	-	-
	Haplotaxidae	-	-	-	-
	Tubificidae	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P
	(Mermithidae)	-	-	P	-
N° UNITÀ SISTEMATICHE		15	13	12	10
N° U.S. di DRIFT		6	8	3	6
VALORE I.B.E.		9 - 10	9	9	8 - 9
CLASSE DI QUALITÀ		II - I	II	II	II

Tab. 23 segue - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N4 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift).

FASE del PMA		ANTE OPERAM		POST OPERAM 1. anno		POST OPERAM 2. anno		POST OPERAM 3. anno		
DATA RILIEVO		26.11.2014	15.02.2015	26.08.2015	15.02.2016	23.08.2016	20.02.2017	21.08.2017	12.02.2018	19.06.2018
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA								
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	I	I	D	I	-	-	-	D	-
	<i>Leuctra</i>	I	I	I	L	L	L	I	I	I
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	L	I	I	D	II	D
	<i>Perlodes</i>	I	I	I	I	I	I	I	-	-
	<i>Brachyptera</i>	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Protonemura</i>	-	-	I	-	I	D	D	-	I
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	D
	<i>Baetis</i>	I	I	L	I	L	I	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	I	I	I	I	I	D	D	D	D
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I	I	I	-	-	I
	Limnephilidae	U	U	U	I	L	L	L	L	U
	Sericostomatidae	-	-	-	-	-	-	D	-	-
	Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Odontoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lepidostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goeridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	D	D	D	I	D	I	-	D	D
	Elmthidae	D	D	-	D	-	D	-	-	-
Ditteri (famiglia)	Athericidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Chironomidae	I	I	I	I	I	I	D	I	I
	Simuliidae	D	D	I	-	I	I	-	-	D
	Anthomyiidae	D	D	-	-	-	-	-	-	-
	Limoniidae	I	I	I	I	D	L	-	I	I
	Psychodidae	D	D	-	I	D	I	-	D	-
	Empididae	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	D	D	-	D	-	-	-	-	-
	Tipulidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Blephariceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dixidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	L	I	I	I	I	I	I
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	I
Oligocheti (famiglia)	Naididae	I	I	-	I	I	I	-	-	I
	Lumbriculidae	I	I	I	I	I	I	-	-	-
	Lumbricidae	I	I	-	-	-	-	-	-	-
	Haplotaxidae	-	-	I	-	-	-	-	-	-
	Enchytraeidae	-	-	I	-	-	-	-	-	-
	Tubificidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Gordiidae	-	-	-	-	-	-	-	I	-

N° UNITÀ SISTEMATICHE	16	15	16	17	14	15	6	9	10
N° U.S. di DRIFT	8	4	2	2	4	3	5	4	5
VALORE I.B.E.	10 - 9	9 - 10	10 - 9	10	9	9 - 10	8 - 7	8	8 - 9
CLASSE DI QUALITÀ	I - II	II - I	I - II	I	II	II - I	II-III	II	II

Tab. 24 - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N5 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L= abbondante; U= dominante; D= drift). segue

FASE del PMA		POST OPERAM 4. anno			
DATA RILIEVO		28.08.2018	27.11.2018	12.02.2019	17.02.2019
GRUPPO FAUNISTICO	UNITÀ SISTEMATICA	ABBONDANZA RELATIVA			
Plecotteri (genere)	<i>Nemoura</i>	I	I	I	D
	<i>Leuctra</i>	I	L	I	I
	<i>Isoperla</i>	I	I	I	I
	<i>Perlodes</i>	I	I	D	-
	<i>Brachyptera</i>	-	-	-	-
	<i>Protonemura</i>	L	D	D	I
	<i>Siphonoperla</i>	-	-	-	-
Efemerotteri (genere)	<i>Rhithrogena</i>	I	I	I	I
	<i>Baetis</i>	L	I	I	I
	<i>Ecdyonurus</i>	I	I	I	D
	<i>Epeorus</i>	-	-	-	-
Tricotteri (famiglia)	Rhyacophilidae	I	I	I	I
	Limnephilidae	L	L	L	L
	Sericostomatidae	-	D	-	I
	Hydropsychidae	-	D	-	-
	Odontoceridae	-	-	-	-
	Lepidostomatidae	D	-	-	-
	Goeridae	D	-	-	--
Coleotteri (famiglia)	Hydraenidae	D	I	D	D
	Elmthidae	D	I	-	-
Ditteri (famiglia)	Athericidae	D	-	-	-
	Chironomidae	I	I	I	I
	Simuliidae	I	D	-	D
	Anthomyidae	D	-	-	-
	Limoniidae	I	I	I	I
	Psychodidae	-	-	-	-
	Empididae	-	I	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	-	-
	Tipulidae	-	D	-	-
	Blephariceridae	I	-	-	-
Tricladi (genere)	<i>Crenobia</i>	I	I	I	-
	<i>Polycelis</i>	-	-	-	I
Oligocheti (famiglia)	Naididae	-	-	-	I
	Lumbriculidae	I	-	-	-
	Lumbricidae	I	-	-	-
	Haplotaxidae	-	-	-	I
	Enchytraeidae	I	-	-	I
	Tubificidae	-	-	-	-
altri (famiglia)	(Hydracarina)	P	P	P	P
	Gordiidae	-	-	-	-
N° UNITÀ SISTEMATICHE		18	15	11	14
N° U.S. di DRIFT		6	6	3	4
VALORE I.B.E.		10	10 - 9	9 - 8	9
CLASSE DI QUALITÀ		I	I - II	II	II

Tab. 24 segue - Sintesi dei dati analitici della qualità biologica (metodo I.B.E.) nella stazione N5 sul T. Noce - novembre 2014 - giugno 2019 (I = sicuramente presente; L = abbondante; U = dominante; D = drift).

5.1 ELABORAZIONE DELL'INDICE SECA

Qui di seguito sono riportate le elaborazioni relative all'indice SECA sulla base della metodologia dell'ex D.Lgs. 152/1999 (All. 1), descritta nel PMA, con la precisazione che l'indice non è ottenuto dall'applicazione rigorosa del metodo allo scopo della classificazione dello stato ecologico, ma solo a fini di elaborazione di sintesi dei dati del monitoraggio specifico. A titolo di confronto vengono riportate le elaborazioni relative all'anno *ante operam* (Tab. 25), al 1. anno *post operam* (Tab. 26), al 2. anno *post operam* (Tab. 27), al 3. anno *post operam* (Tab. 28) e, a seguire, quelle relative al 4. anno *post operam* () oggetto della presente relazione di monitoraggio.

PERIODO		SECA novembre 2014 - maggio 2015 <i>ante operam</i>				
PARAMETRO V	STAZIONE >	N1	N2	N3	N4	N5
valore L.I.M. (3 rilievi)		520	480	420	420	380
LIVELLO L.I.M. (3 rilievi)		1	1	2	2	2
valore medio I.B.E. (2 rilievi)		9,7	9,0	9,3	9,2	9,5
classe SECA 2014-2015		1.	2.	2.	2.	2.
stato ecologico (SECA)		elevato	buono	buono	buono	buono

Tab. 25 - Riepilogo del confronto tra il punteggio di sintesi del LIM e dell'IBE ai fini del calcolo del SECA per ognuna delle stazioni di rilevamento sul T. Noce Bianco/T. Noce nell'anno ante operam (periodo novembre 2014-febbraio 2015).

PERIODO		SECA agosto 2015 - febbraio 2016 <i>post operam 1. anno</i>				
PARAMETRO V	STAZIONE >	N1	N2	N3	N4	N5
valore L.I.M. (2 rilievi)		520	490	450	410	360
LIVELLO L.I.M. (2 rilievi)		1	1	2	2	2
valore medio I.B.E. (2 rilievi)		9,1	9,2	9,5	9,0	9,8
classe SECA 2015-2016		2.	2.	2.	2.	2.
stato ecologico (SECA)		buono	buono	buono	buono	buono

Tab. 26 - Confronto tra il punteggio di sintesi del LIM e dell'IBE ai fini del calcolo del SECA per ognuna delle stazioni di rilevamento sul T. Noce Bianco/T. Noce nel periodo agosto 2015-febbraio 2016.

PERIODO		SECA agosto 2016 - febbraio 2017 <i>post operam 2. anno</i>				
PARAMETRO V	STAZIONE >	N1	N2	N3	N4	N5
valore L.I.M. (2 rilievi)		520	520	450	450	460
LIVELLO L.I.M. (2 rilievi)		1	1	2	2	2
valore medio I.B.E. (2 rilievi)		9,2	9,0	8,0	8,5	9,2
classe SECA 2016-2017		2.	2.	2.	2.	2.
stato ecologico (SECA)		buono	buono	buono	buono	buono

Tab. 27 - Confronto tra il punteggio di sintesi del LIM e dell'IBE ai fini del calcolo del SECA per ognuna delle stazioni di rilevamento sul T. Noce Bianco/T. Noce nel periodo agosto 2016-febbraio 2017.

PERIODO		SECA agosto 2017 - giugno 2018			post operam 3. anno	
PARAMETRO V	STAZIONE >	N1	N2	N3	N4	N5
valore L.I.M. (3 rilievi)		460	460	410	390	480
LIVELLO L.I.M. (3 rilievi)		2	2	2	2	1
valore medio I.B.E. (3 rilievi)		8,0	7,5	8,0	6,3	8,0
classe SECA 2017-2018		2	3	2	3	2
stato ecologico (SECA)		buono	sufficiente	buono	sufficiente	buono

Tab. 28 - Confronto tra il punteggio di sintesi del LIM e dell'IBE ai fini del calcolo del SECA per ognuna delle stazioni di rilevamento sul T. Noce Bianco/T. Noce nel periodo agosto 2017-giugno 2018.

PERIODO		SECA agosto 2018 - giugno 2019			post operam 4. anno	
PARAMETRO V	STAZIONE >	N1	N2	N3	N4	N5
valore L.I.M. (4 rilievi)		520	480	460	460	460
LIVELLO L.I.M. (4 rilievi)		1	1	2	2	2
valore medio I.B.E. (4 rilievi)		9,3	8,9	9,0	9,2	9,3
classe SECA 2018-2019		2	2	2	2	2
stato ecologico (SECA)		buono	buono	buono	buono	buono

Tab. 29 - Confronto tra il punteggio di sintesi del LIM e dell'IBE ai fini del calcolo del SECA per ognuna delle stazioni di rilevamento sul T. Noce Bianco/T. Noce nel periodo agosto 2018-giugno 2019.

5.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI

Dall'esame complessivo dei dati relativi alla qualità biologica rilevata tramite l'applicazione del metodo I.B.E. nel 5. anno di applicazione del PMA, oltre a una condizione diffusa di moderata instabilità dei popolamenti macrozoobentonici, rilevata già nell'anno *ante operam* e nei primi due anni *post operam*, emerge il recupero di una buona condizione diffusa di qualità biologica, sia in termini temporali (in tutte le stagioni), sia in termini spaziali (in tutte le cinque stazioni di monitoraggio), con un riconoscibile progresso rispetto all'annata precedente (2017-18), nella quale si era registrata, invece, una moderata riduzione del livello qualitativo sia medio, sia riferito alle fasi stagionali di maggiore criticità ai sensi del PMA.

Nella serie di rilievi condotti nel 2014-15, prima dell'avvio dell'esercizio delle nuove centrali di Contra, Castra e Cusiano, la capacità biogenica e anche la diversità biologica della comunità degli invertebrati di fondo erano apparse complessivamente meno severamente compromesse rispetto al quadro d'insieme descritto dai precedenti rilievi (condotti nell'ambito del monitoraggio istituzionale e anche in occasione delle speciali indagini fatte da APPA in relazione con i progetti di sviluppo dello sfruttamento idroelettrico del Torrente Noce). La suddetta instabilità era chiaramente riconducibile ai principali fenomeni di alterazione ambientale del corso d'acqua, tra i quali soprattutto l'*hydropeaking* generato dalla discontinua attività produt-

tiva della centrale idroelettrica storica di Cogolo Pont. Il valore medio dell'indice IBE era risultato complessivamente (considerando tutte 5 le stazioni e le tre serie di rilievi condotti nell'annata 2014-15) pari a 9,34.

Nella successiva campagna di monitoraggio del 2015-16, ovvero nel primo anno di esercizio dei nuovi impianti idroelettrici, la condizione di instabilità, sia pure moderata, si confermava non rilevando quasi mai peraltro, in nessuna stazione, in nessuna delle due campagne di rilievi, valori di IBE inferiori a 9 e non mostrando una significativa alterazione rispetto all'anno *ante operam*. Il valore medio dell'indice IBE era complessivamente (considerando tutte 5 le stazioni e le due serie di rilievi condotti nell'annata 2015-16) pari a 9,32.

Nel 2016-17, invece, era emerso un peggioramento delle condizioni di qualità biologica, particolarmente nel tratto della media Val di Peio, a valle dei maggiori centri abitati (Peio, Cogolo e Celledizzo), particolarmente nella fase di magra invernale con un valore medio dell'indice IBE che peraltro si attestava complessivamente (considerando tutte 5 le stazioni e le due serie di rilievi condotti nell'annata 2016-17) a 8,78.

Il 2017-18 (anno 3.PO), pur corroborato da una campagna aggiuntiva di rilievi nella fase di morbida tardo primaverile, mostrava analoghi segni di criticità, moderatamente aggravati rispetto all'anno precedente e nonostante una maggiore ricchezza idrologica generale rispetto alle due annate precedenti. Lo dimostrava il valore medio dell'indice IBE che si attestava complessivamente (considerando tutte 5 le stazioni e le tre serie di rilievi condotti nell'annata 2017-18) a 7,57 (valori minimi = 6).

Il quadro complessivo dell'annata 2018-19 (anno 4.PO), oggetto della presente relazione, che assomma le risultanze di quattro rilievi stagionali (di cui due aggiuntivi in fase di morbida tardo primaverile e in tardo autunno), mostra un pieno recupero rispetto agli scadimenti dei due anni precedenti.

Tale condizione è rilevante, tenendo conto del fatto che - contrariamente al valore istantaneo dei rilievi sulla qualità chimica, fisica e microbiologica - l'analisi della qualità biologica attraverso l'esame quali-quantitativo della macrofauna bentonica ha un importante valore di sintesi e di memoria a breve e medio termine che si estende indicativamente ai 2-3 mesi antecedenti al rilievo.

Oltre al valore medio dell'IBE, che si attesta complessivamente (considerando tutte 5 le stazioni e le quattro serie di rilievi condotti nell'annata 2019-19) a 9,12, a sostenere il quadro "con moderati sintomi di alterazione" sono i singoli valori e livelli di IBE registrati nell'anno che non scendono mai, in nessuna delle stazioni, al di sotto della II classe di qualità biologica IBE (valore minimo = 8,0).

La raccolta di osservazioni sulle condizioni mesologiche dell'ambiente fluviale in occasione dei campionamenti, in accordo con quanto previsto dal metodo IBE, inoltre, come negli anni precedenti ha permesso di descrivere meglio la reale condizione degli habitat acquatici indagati e dunque di interpretare meglio la presenza/assenza di componenti significative della cenosi macrozoobentonica. In particolare, senza significative variazioni rispetto agli anni precedenti, è stato riscontrato il fenomeno di costipazione del fondale (*clogging*), che è effettivamente presente, ma non ubiquitario, nemmeno nelle stazioni poste immediatamente a valle dello scarico della centrale idroelettrica di Pont (N2 e N3), dove permangono ampie aree del fondale sempre sommerse e caratterizzate da substrati parzialmente incoerenti e per ciò stesso utili all'insediamento di molte categorie di organismi di fondo.

D'altra parte, quale indicatore indiretto di fenomeni diffusi di inquinamento organico è stata osservata, anche quest'anno e anche in fase di morbida idrologica, la presenza localmente abbondante di alghe filamentose (cloroficee e crisoficee) particolarmente nella stazione N3 (quest'anno, però, prevalentemente in estate e in inverno), dove è massimo l'effetto della concentrazione media del carico organico, per effetto congiunto del dilavamento dei terreni agricoli fertilizzati o utilizzati come aree di smaltimento dello stallatico (anche nelle fasi di dilavamento pluviale o da scioglimento nivale dei prati coltivati) e dell'apporto fognario proveniente dalle frazioni residue non adeguatamente servite dalla pubblica fognatura (la parte residua dell'abitato di Celledizzo che smaltisce ancora fognature miste con scarico diretto a fiume). L'effetto del completamento del 2. lotto del 2. stralcio della fognatura di Celledizzo, avvenuto sul finire del precedente anno di monitoraggio, sembra dunque concorrere positivamente all'abbattimento del carico inquinante gravante sul corso d'acqua, favorendo il miglioramento della qualità biologica.

Anche gli accumuli localizzati di fanghi anossici ad alto contenuto organico, osservati negli anni precedenti soprattutto nel tratto fluviale immediatamente a valle di Celledizzo, sembrano in progressiva riduzione. La significatività di tale osservazione, per quanto puramente qualitativa, è rilevante poiché la presenza di fanghi anossici è un altro indicatore chiaro del sovraccarico subito dal torrente a causa degli afflussi inquinanti di cui sopra, la cui incidenza già in passato era risultata ovviamente incrementata nelle fasi di magra prolungata (soprattutto invernale, quando pesa anche la pressione fognaria aggiuntiva dell'alta stagione turistica), determinata in prima battuta dalla scarsa attività produttiva invernale dell'impianto idroelettrico sovrastante di Pont e solo secondariamente - se non marginalmente - dall'attività produttiva della nuova serie di impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano. Questi, tra l'altro, si attivano solo quando la portata disponibile dallo scarico di monte supera i 400 l/s nominali, il cui rilascio obbligatorio in alveo è garantito all'opera di presa presso la centrale e HDE di Pont.

La stazione di monte (N1), che non subiva neanche in passato il drastico effetto dei rilasci idrici alternati dalla centrale di Cogolo Pont (trovandosi poco più a monte della restituzione), conferma - come nell'anno *ante operam* e negli anni 1. e 2. *post operam* - valori relativamente alti, ma non ottimali di IBE, a causa di un certo impoverimento della diversità macrozoobentonica. Lo scadimento della qualità biologica media annua (con IBE medio = 8,0) registrata nel 2017-18, sembra riassorbita (valore medio IBE 018-19 = 9,3) ma rimane l'evidenza di una condizione moderatamente alterata verosimilmente riconducibile ai fattori di pressione che gravano su questo segmento fluviale che, oltre ad essere sottoposto in via pressoché costante alla distrazione di gran parte delle portate naturali (derivazioni idriche dell'alta Val de la Mare), subisce anche gli effetti del dilavamento dei prati concimati e degli accumuli di stallatico della bassa Val de la Mare (lo dimostrano i valori relativamente elevati dei nitrati e del fosforo riscontrati con le analisi chimiche in N1), nonché l'effetto autunnale ricorrente dello svaso controllato della vasca di Malga Mare che, pur limitando la torbidità istantanea al di sotto di valori critici, scarica a valle per fluitazione forzata i sedimenti fini (soprattutto limi glaciali) accumulati annualmente nel serbatoio idroelettrico di carico dell'impianto di Cogolo Pont. Non va trascurato nemmeno il ricorrente incremento estivo della portata e della torbidità generato dall'attivazione degli apparati di pulizia dei sedimenti (sghiaiatore e canali Dufour) posti all'ingresso della vasca di accumulo di Malga Mare (impianto idroelettrico HDE di Cogolo Pont).

Meno evidente che nel 2017-18, ma comunque rilevante, appare l'effetto destabilizzante di specifici eventi di piena idrologica di origine mista, artificiale e naturale, in occasione di operazioni di manutenzione delle opere di presa in coincidenza con eventi di pioggia e scioglimento nivale spinto.

Tale instabilità emerge anche se si tiene conto della povertà della microfauna acquatica naturalmente insediata in un corso d'acqua ad alimentazione glaciale prevalente qual è il Noce Bianco, che anche in condizioni inalterate, sia pure con regimi idrologici ben differenti dagli attuali, subirebbe le naturali torbide diurne estive indotte dai parossistici fenomeni circadiani di fusione glaciale della Vedretta Rossa e della Vedretta di Valle Venezia.

Applicando l'indice SECA ai tre rilievi annuali svolti nelle due fasi stagionali più critiche estesi anche alle fasi tardo autunnale (rilievo aggiuntivo - novembre 2017) e di morbida tardo primaverile (rilievo aggiuntivo - giugno 2018), come nei tre anni precedenti N1 scade nello stato ecologico "buono" proprio per effetto dello scadimento della qualità biologica. Questo conferma l'instabilità delle condizioni ecologiche complessive del Noce Bianco già a monte degli impianti in serie di Contra, Castra e Cusiano, per ragioni anche di ordine naturale, aggravate però dagli effetti complessivi della presenza degli impianti idroelettrici storici di monte.

La stazione N2, collocata sul Noce Bianco poco a monte della confluenza con il Noce di Val del Monte, è la più prossima allo scarico della centrale di Cogolo Pont e di conseguenza è anche quella che nel primo anno di attivazione del nuovo sistema di impianti idroelettrici a cascata di Contra, Castra e Cusiano aveva subito il maggiore vantaggio dovuto alla riduzione delle onde di morbida artificiale prodotte in passato dall'attività discontinua della centrale idroelettrica di Pont, che induceva incrementi istantanei di portata anche superiori al 2.000% e analoghi fenomeni contrari di repentina riduzione della portata fluente. Nel nuovo assetto stabilizzato determinato dalla deviazione pressoché totale in condotta delle portate scaricate dalla centrale HDE, come nel 1. e nel 2. anno *post operam*, ma diversamente da quanto rilevato nel 3. anno *post operam* (2017-18), il popolamento macrozoobentonico risulta semplificato, ma sostiene una II classe di qualità biologica, con valore medio annuo dell'IBE pari a 8,9 (ben maggiore del 7,5 dell'annata precedente).

Nell'applicazione dell'indice SECA, dunque, non si ha più lo scadimento nella III classe (livello "sufficiente" ovvero "mediocre") osservato per l'annata precedente, ma si torna a una II classe SECA ("buono"), anche se è ancora una volta proprio il parametro IBE a determinarla (il LIM è nel livello 1. nonostante singoli valori dei parametri di fosforo disciolto e di concentrazione di colonie di *Escherichia coli* che evidenziano ancora la presenza di fenomeni saluari ma tutt'altro che trascurabili di inquinamento organico).

La stazione N3 si trova a valle della confluenza tra Noce Bianco e Noce di Val del Monte, nonché della confluenza di alcuni affluenti minori tra cui quelli che, in sponda sinistra, recapitano al Noce gli scarichi indepurati della frazione di Celledizzo. Come già evidenziato nella relazione 2014-15, già nella fase *ante operam* diversi indicatori testimoniavano l'effetto negativo sulla qualità dell'acqua di questi apporti nelle fasi di magra spinta artificialmente indotta durante i periodi di inattività della centrale di Cogolo Pont. Anche per effetto della già accennata presenza di aree di fondale a substrato incoerente e dell'influenza meno diretta dei picchi di morbida indotta dalla centrale di Cogolo Pont rispetto alla stazione N2, il popolamento macrozoobentonico appariva allora moderatamente diversificato, con una classe di qualità oscillante tra la II alta e la I-II. Come per la stazione N2, dunque, la qualità biologica appariva alterata, ma in modo decisamente meno intenso rispetto a quanto precedentemente descritto anche dal monitoraggio istituzionale della qualità. Tale condizione non si era confermata pienamente nel 2016-17 ed era peggiorata ulteriormente nel 2017-18 nonostante il progressivo adeguamento della rete fognaria dell'abitato di Celledizzo. Nel corso del 4. anno di esercizio della nuova serie di impianti di Peio - Ossana, il valore medio dell'IBE risale decisamente fino a 8,9, avendo registrato in passato i seguenti valori: 9,3 nel 2014-15, 9,5 nel 2015-16, 8,0 nel 2016-17 e 7,5 nel 2017-18. L'ulteriore decremento della qualità biologica nell'ambito della

terza classe, con valori dell'Indice biotico esteso variabili da 9 (estate) a 7 (inverno e primavera), registrato nel 2017-18, non si conferma dunque nel 2018-19, quando il minimo valore puntuale rilevato cade nella stagione invernale ed è pari a 8,6, mentre in estate si raggiunge il valore 9,4. Se nel confronto *ante operam* vs 1. anno *post operam*, pur con le dovute cautele legate alle differenze interannuali (meteorologiche, idrologiche etc.), si concludeva che la riduzione drastica dei pregressi fenomeni di *hydropeaking* e la contemporanea riduzione della portata media fluente non avevano determinato - in termini di qualità biologica - un aggravamento delle condizioni pregresse, nel 3. anno *post operam*, così come nel 2. anno *post operam*, tale giudizio non poteva essere confermato. Nel 4. anno *post operam*, invece, la condizione torna simile a quella dell'anno *ante operam* e del 1. *post operam*. Evidentemente, la persistenza dei fenomeni di inquinamento delle acque ampiamente descritti nei capitoli precedenti, che nei due anni precedenti avevano provocato un peggioramento della qualità biologica, nel 2018-19 risultano riconoscibilmente più contenuti. Questa sembra essere una prima rilevante conseguenza dell'entrata in funzione del nuovo ramale della pubblica fognatura comunale della porzione settentrionale dell'abitato di Celledizzo - 1. stralcio e dell'ultimazione e dei progressivi allacciamenti del 2. lotto del 2. stralcio (cfr. § 2.3), che, unita all'andamento congiunturale meteo- idro-logico dell'annata, ha permesso il mantenimento per l'intero anno (contrariamente al 2017-18) della II classe di qualità biologica anche nella critica fase stagionale invernale e durante la morbida tardo primaverile.

La stazione N4 è posta nella bassa Val di Peio, a valle di un tratto d'alveo con una struttura prossima alle condizioni naturali e con una buona funzionalità ecologica, a una distanza di circa 6 km dall'origine dell'*hydropeaking* attivo fino all'avvio della nuova serie di impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano. Nel primo anno di monitoraggio, nella fase *ante operam*, il valore dell'IBE variava tra 9-10 e 9 (II classe) e l'indice SECA si attestava su un secondo livello determinato sia dal valore del LIM (dedotto dai valori parametrici di tre rilievi a cadenza trimestrale), sia dal valore medio dell'IBE (dedotto dai due rilievi a cadenza trimestrale previsti dal PMA). Nel 2015-16, pur a fronte dell'abbattimento quasi totale dei fenomeni di *hydropeaking* dovuto all'entrata in funzione dei tre nuovi impianti (la stazione è sottesa dall'impianto di Cusiano), la condizione di qualità biologica non era cambiata significativamente, mostrando, nella media, un leggero ulteriore scadimento (valore medio IBE pari a 9,0, con valore estivo e anche invernale pari a 9 = II classe). Nel 2016-17 la condizione media di qualità biologica era peggiorata ulteriormente, anche se in modo contenuto (valore medio IBE pari a 8,5, con valore estivo pari a 10 = I classe, ma valore invernale pari a 7 = III classe). Nel 2017-18, nonostante l'estensione dei rilievi con una campagna aggiuntiva in fase di morbida primaverile (giugno 2018), si verificava un ulteriore scadimento costante alla III clas-

se di qualità IBE (valore medio IBE pari a 6,3, con valore estivo pari a 6, valore invernale pari a 6 e valore primaverile pari a 7,0). Ne conseguiva che anche la classe SECA su base annuale 2017-18, a causa del valore medio dell'IBE, era la III ("sufficiente" o "mediocre").

Nel 2018-19, in probabile relazione con i primi concreti effetti del progressivo adeguamento della rete fognaria comunale di Celledizzo e con alcune altre misure di controllo e contenimento dell'inquinamento di origine zootecnica, sia il LIM, sia l'IBE tornano, su base annua, alla 2. classe, determinando anche il miglioramento della classe SECA fino alla II (stato ecologico = "buono"). L'IBE, infatti, varia nell'annata tra 9,0 e 9,4, con un deciso progresso rispetto al valore medio pari a 6,3 dell'annata precedente.

Appaiono dunque ridotti, ma non annullati, i fenomeni di inquinamento, duraturi e saltuari, che nel corso dell'intero periodo di monitoraggio *post operam* hanno determinato anche lo scadimento della qualità chimico-microbiologica dell'acqua. Questa, come dimostrano in particolare alcuni dei valori parametrici rilevati (cfr. capitolo 0) e come nei precedenti anni di monitoraggio, mostra sintomi rilevanti di polluzione che ragionevolmente sono riconducibili agli apporti inquinanti derivanti dalla zona di Peio paese, Cogolo e Celledizzo, ma anche dalla media Valle di Peio. Essi, in contrasto con il miglioramento dovuto alla riduzione dell'*hydropeaking*, possono aver avuto un effetto negativo sulla componente macrozoobentonica anche in combinazione con la riduzione della portata media fluente in alveo a seguito dell'avvio dell'esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, pur tenendo in considerazione che la magra invernale è indotta prevalentemente - oltreché dal comportamento idrologico naturale dei corsi d'acqua montani - anche dalla dinamica di esercizio dell'impianto idroelettrico soprastante di Cogolo Pont, che è indipendente dall'attività dei tre nuovi impianti. Tali influssi negativi sulla qualità complessiva del corso d'acqua, in ogni caso, risultano nel 2018-19 significativamente ridotti e determinano una condizione simile a quella registrata nell'anno *ante operam* e nel 1. *post operam*.

La stazione N5, che si trova a valle dell'importante confluenza del T. Vermigliana e della sostituzione del nuovo sistema di impianti idroelettrici in serie di Contra-Castra-Cusiano, ha caratteri decisamente differenti rispetto alle stazioni della Val di Peio. Qui, infatti, almeno la portata naturale della Vermigliana, grande affluente di destra del T. Noce, fluisce sempre pressoché integra nell'alveo, mentre la portata del corso superiore del Noce di Peio giunge ancora soggetta agli intensi fenomeni di *hydropeaking* determinati dall'attività discontinua della centrale di Cogolo Pont. Questi, dopo l'entrata in funzione della nuova serie di impianti idroelettrici della Val di Peio, non risultano più attenuati nella loro dinamica di propagazione per effetto della laminazione progressiva esercitata dall'alveo naturale, essendo trasferiti tal quali tramite la condotta e i tre nuovi impianti idroelettrici allo scarico dell'impianto di Cusiano, poco

a monte della confluenza Noce - Vermigliana. L'apporto continuo e integro della Vermigliana, all'altezza di Ossana, attenua le pur intense variazioni di portata indotte. I dati della qualità biologica IBE, che nel 2017-18 anche in questa stazione avevano mostrato uno scadimento generalizzato rispetto ai due anni precedenti con valori IBE tra 8-9 e 8 - classe II, nel 2018-19 non cambiano significativamente, e solo in estate la qualità biologica raggiunge la I classe. Di conseguenza, anche questa stazione secondo l'indice SECA rientra nello stato ecologico "buono" (2. classe SECA), in presenza di un 2. livello LIME di una II classe media di IBE.

In definitiva si può concludere, in termini sintetici, che:

- la qualità biologica del T. Noce Bianco/T. Noce nel tratto sotteso dalla derivazione idrica afferente agli impianti di Contra, Castra e Cusiano certamente subiva, prima dell'avvio della nuova derivazione, gli effetti delle artificiali e parossistiche variazioni della portata fluente indotte dalla discontinua attività di produzione della centrale di Cogolo Pont, ma il loro impatto era meno rilevante di quanto evidenziato in passato;
- queste, sebbene non del tutto annullate nell'iniziale fase di avvio dell'esercizio degli impianti (permanenza di saltuari e brevi "sfiori di gestione" e rilascio della portata di rispetto ambientale alla presa di Contra in fase di derivazione attiva), poi sono state fortemente ridotte e pressoché annullate a partire dal 2. anno di esercizio, riducendo quasi del tutto i deleteri fenomeni di "spazzamento" dell'alveo e di conseguente e ricorrente *drift* biologico;
- si conferma, d'altra parte, già nella stazione di monte una condizione sub ottimale della qualità biologica, che anche nel 2018-19 non raggiunge la I classe di qualità;
- si conferma la rilevanza negativa, per la qualità biologica oltretutto per quella chimica e microbiologica, dei - più o meno discontinui - apporti organici originati dagli scarichi civili e zootecnici e dal dilavamento dei terreni agricoli (prati da sfalcio) fertilizzati con gli effluenti zootecnici, nonché dalla presenza diffusa di cumuli di stallatico anche in fregio all'alveo; sebbene il peso relativo di tali apporti non sia facilmente distinguibile e il loro peso complessivo appaia attenuato nel 2018-19 rispetto alle due annate precedenti, va sottolineato un certo influsso indiretto degli inquinanti di origine zootecnica (dove sono alti i valori dei nitrati disciolti a fronte di bassi valori di colibatteri fecali, come nella stazione di monte N1) così come quello degli scarichi civili (particolarmente riconoscibile nella stazione N3, poco a valle della confluenza dei residui scarichi indepurati di Celledizzo, dove a valori medio alti di nitrati si associano anche alti valori di concentrazione delle colonie di *Escherichia coli*

e tipici indicatori di inquinamento fognario quali odori di detersivi, tracce di fenomeni di anaerobiosi di fondo, presenza di fanghi anossici etc.;

- nel 2018-19, peraltro, appaiono rilevanti (ma meno che nel 2017-18), per la loro negativa ricaduta sui popolamenti macrozoobentonici, e dunque sulla qualità biologica, anche gli eventi parossistici di piena, in parte di origine naturale e in parte indotta, che soprattutto durante l'estate condizionano la ricettività microfaunistica del Noce Bianco e del Noce a causa dei connessi fenomeni di spazzamento dell'alveo, particolarmente nei tratti fluviali a maggiore pendenza e con morfologia d'alveo più incisa;
- la realizzazione e l'entrata in funzione del 1. stralcio del ramale fognario al servizio dell'abitato di Celledizzo nell'estate 2015 ha ridotto solo parzialmente l'impatto dell'inquinamento da acque nere reflue di origine civile, rimanendo ancora attivi altri scarichi di acque miste; rispetto a quanto osservato nel 1. anno *post operam*, la condizione media della qualità biologica, peggiorata nel 2. anno *post operam* e nel 3. *post operam*, migliora sensibilmente nel 4. anno *post operam*, portando tutte le stazioni stabilmente alla II classe di qualità IBE (con qualche saltuario incremento fino alla I.); la più recente ultimazione del 2. lotto del 2. stralcio della fognatura di Celledizzo (giugno 2018) ha evidentemente favorito un minore impatto dei fenomeni inquinanti sulla qualità biologica rispetto all'anno 2017-18;
- il miglioramento d'insieme interessa anche il tratto del T. Noce nella bassa Val di Peio, dove finalmente, grazie al migliore assetto ecologico del torrente per effetto di un alveo più naturale nella stazione della bassa Val di Peio (stazione N4), non si osserva più il peggioramento riscontrato negli anni precedenti rispetto al tratto della media Val di Peio anche se sono tuttora probabilmente presenti ulteriori apporti significativi, ancorché saltuari, di carico organico al torrente nella media Val di Peio, in presenza concorrente della riduzione della portata media fluente in alveo e della struttura particolarmente incisa dell'alveo fluviale;
- nel 4. anno *post operam*, dunque, la qualità biologica nel suo insieme migliora sensibilmente e diffusamente rispetto agli scadimenti registrati nei precedenti anni 2. e 3. *post operam* (fino alla III classe IBE e SECA), e ritornando a condizioni simili all'anno *ante operam* e al 1. anno *post operam* (II classe IBE e SECA):
- nel tratto derivato dai tre nuovi impianti in serie si conferma l'effetto del miglioramento generale dell'habitat fisico dovuto alla drastica riduzione dell'*hydropeaking* (generato dall'impianto idroelettrico preesistente di Pont), cui si contrappone però il peggioramento della qualità chimica dell'acqua fluente causata dalla riduzione della portata media e dall'incremento della concentrazione degli inquinanti, già registrata nelle annate di monitoraggio

precedenti; il probabile estrinsecarsi dell'effetto di progressivo adeguamento della rete fognaria comunale di Peio (soprattutto della frazione di Celledizzo) è la ragionevole causa del miglioramento della qualità biologica registrato nel 2018-19 rispetto ai due anni precedenti;

- a valle della restituzione, la qualità biologica non mostra un miglioramento rispetto all'anno 3. *post operam* e rimane moderatamente depresso sia rispetto all'anno *ante operam* sia rispetto al 1. e al 2. anno *post operam*; qui, peraltro, continua ad influire direttamente anche l'*hydropеaking* dovuto alla restituzione delle acque turbinate dalla centrale di Cusiano, pur in presenza della confluenza mitigante del T. Vermigliana; quest'ultimo, d'altra parte, è esso stesso veicolo di ulteriore pressione inquinante che influisce sulla qualità biologica e il suo effetto potrebbe essere stato meglio definito, rispetto al passato, dall'incremento a quattro dei rilievi annuali di monitoraggio.

5.3 CONFRONTO RISPETTO AGLI ANNI AO, 1.PO E 2.PO

Il confronto dei dati derivati dall'applicazione del metodo I.B.E. nel 1. anno di applicazione del PMA (*ante operam*), nel 2. anno di applicazione del PMA (1. anno *post operam*, ovvero 1. anno di esercizio a regime degli impianti in esame), nel 2. anno *post operam*, nel 3. anno *post operam* e nel 4. anno *post operam* mostra un pieno recupero rispetto al diffuso peggioramento della qualità biologica registrato nel precedente anno e mezzo sia nel Torrente Noce Bianco (stazioni N1 e N2), sia nel Torrente Noce (N3 e N4), con la sola eccezione della stazione posta a valle della restituzione e della confluenza del T. Vermigliana, che mantiene una qualità tra la I. e la II. classe IBE. Acquisita la definitiva stabilizzazione della riduzione dei dannosi fenomeni di *hydropеaking* pregressi, nel tratto sotteso dalla serie dei tre nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano, particolarmente a valle di Celledizzo (stazioni N3 e N4), nel 2018-19 è in parte rientrata - rispetto all'annata precedente - la criticità dovuta all'effetto delle diverse fonti (civili e zootecniche) di inquinamento organico, a fronte della riduzione media della portata fluente.

Se nel 2015-16 si erano verificate modeste variazioni rispetto all'anno precedente, infatti, nel 2016-17 e a maggior ragione nel 2017-18 si era osservato un sensibile abbassamento del valore medio dell'IBE complessivo: considerando tutte 5 le stazioni e le tre serie di rilievi dell'annata 2017-2018 il valore medio era 7,57 rispetto a 8,78 del 2016-17, a 9,32 del 2015-16 e a 9,34 dell'anno *ante operam* (2014-15). Nel 2018-19 l'IBE medio risale a 9,12.

Considerando solo le stazioni sottese dai nuovi impianti idroelettrici (N2, N3, N4) il valore medio dell'IBE su base annua (4 rilievi del 2018-19, a fronte di tre nel 2017-18 e due soli rilievi nelle fasi stagionali di maggiore criticità nelle annate precedenti) aumenta, passando a 9,03 da 7,29 del 2017-18, 8,50 del 2016-17, 9,23 del 2015-16 e 9,17 del 2014-15.

Nella media annuale dell'annata *ante operam* e del 1. anno *post operam* tutte le stazioni erano comprese tra la II classe di qualità e la I-II classe di qualità. Nel 2. anno *post operam* tutte le stazioni rientravano nella II classe di qualità (bassa), mentre nel 3. anno *post operam* il livello medio si attestava nella II classe di qualità per le stazioni di monte, di valle e intermedia, mentre la stazione del basso T. Noce Bianco (N2 - Pegaia, poco a monte della confluenza del T. Noce di Val del Monte) e la stazione del T. Noce nella bassa Val di Peio (N4 - Forno di Novale) scadevano fino alla III classe di qualità IBE.

Nella media del 4. anno *post operam* (2018-19) tutte le stazioni rientrano nella **II classe** di qualità IBE. Tale condizione di "moderata alterazione" segna un deciso miglioramento rispetto all'annata precedente, ma conferma l'instabilità complessiva dell'ecosistema acquatico sia per cause di ordine idrologico (naturali e artificiali, legate anche all'esercizio dell'impianto idroelettrico di monte), sia per effetto delle persistenti forme, talora estemporanee e incontrollabili, di inquinamento di origine civile e zootecnica. Qui di seguito sono rappresentati graficamente in istogramma gli andamenti nei primi cinque anni di monitoraggio (*ante operam*, 1. *post operam*, 2. *post operam*, 3. *post operam* e 4. *post operam*) nelle singole stazioni:

- del valore di IBE per ogni campionamento (Fig. 45),
- del numero di unità Sistematiche valide ai fini IBE per ogni campionamento (Fig. 46),
- del numero di Unità Sistematiche di drift per ogni campionamento (Fig. 47),
- del valore medio annuo di IBE (Fig. 48),
- dello stato ecologico secondo l'indice SECA (Fig. 49).

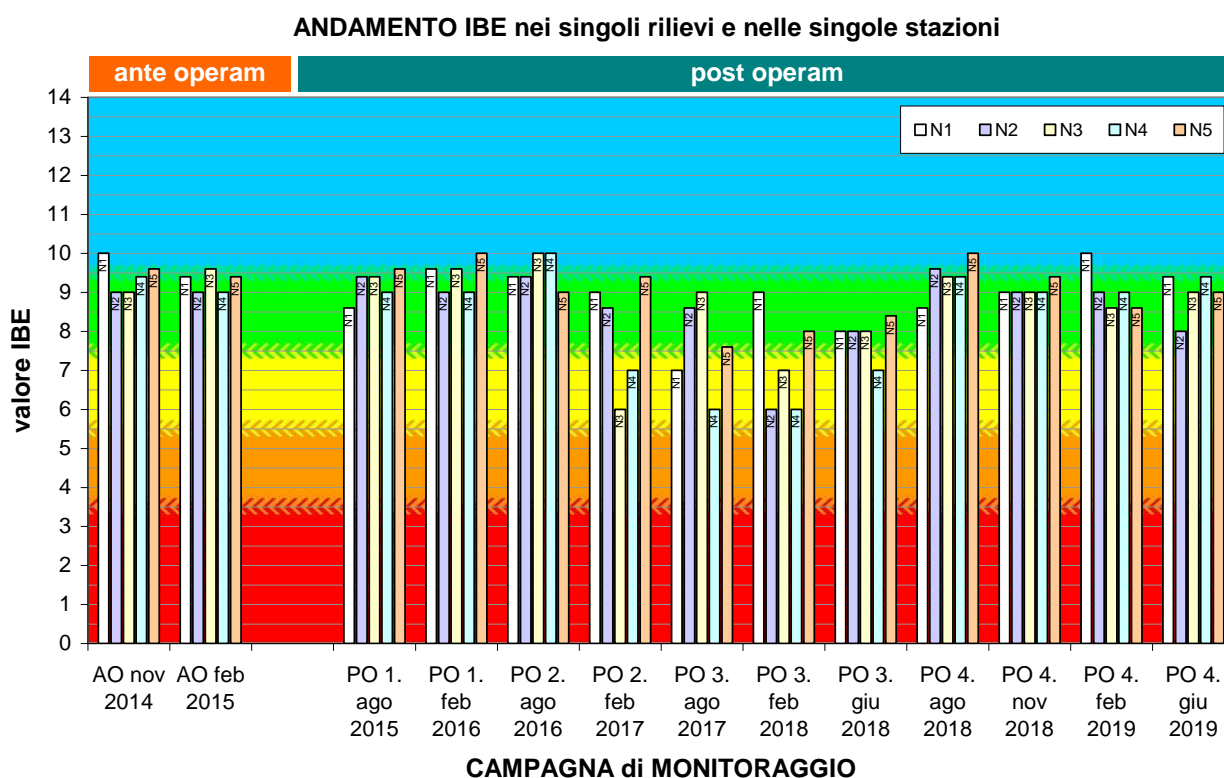


Fig. 45 - Valori di IBE ottenuti in ciascun rilevamento nelle 5 stazioni fisse -N nei primi cinque anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2.PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

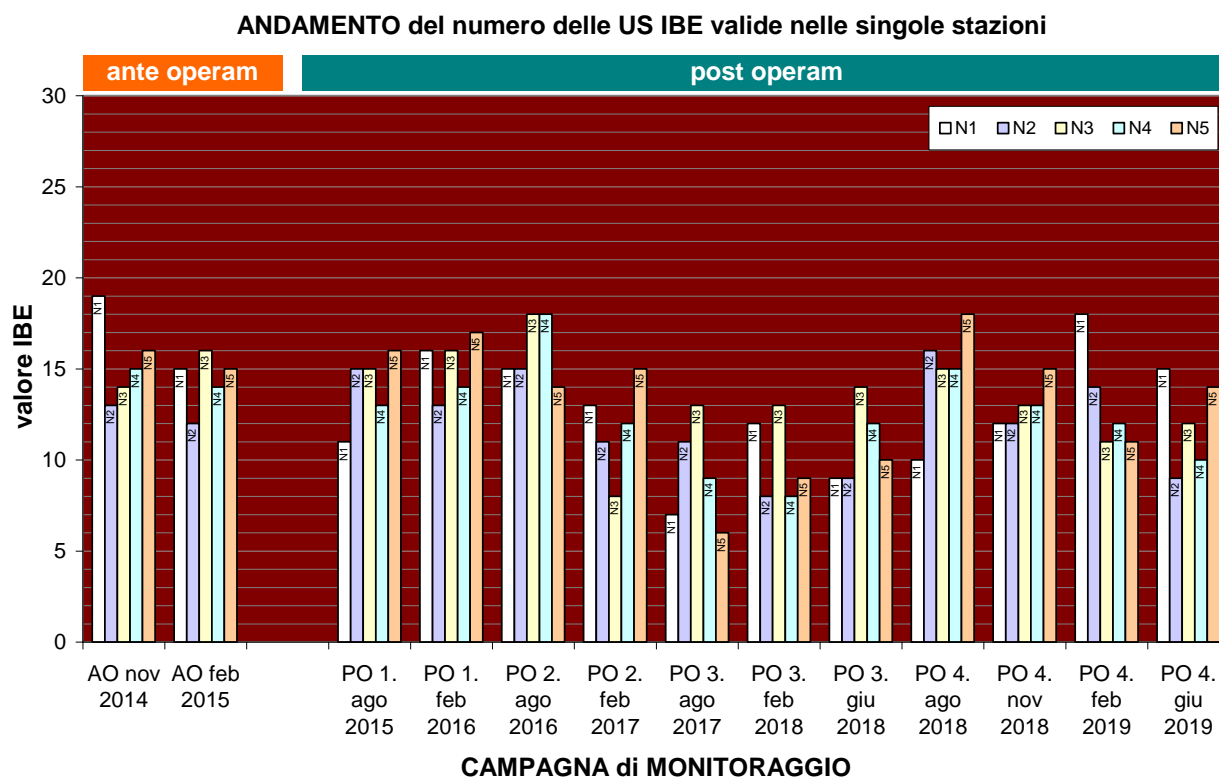


Fig. 46 - Numero di Unità Sistematiche valide ai fini IBE conteggiato in ogni rilevamento nelle 5 stazioni fisse -N nei primi cinque anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2.PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

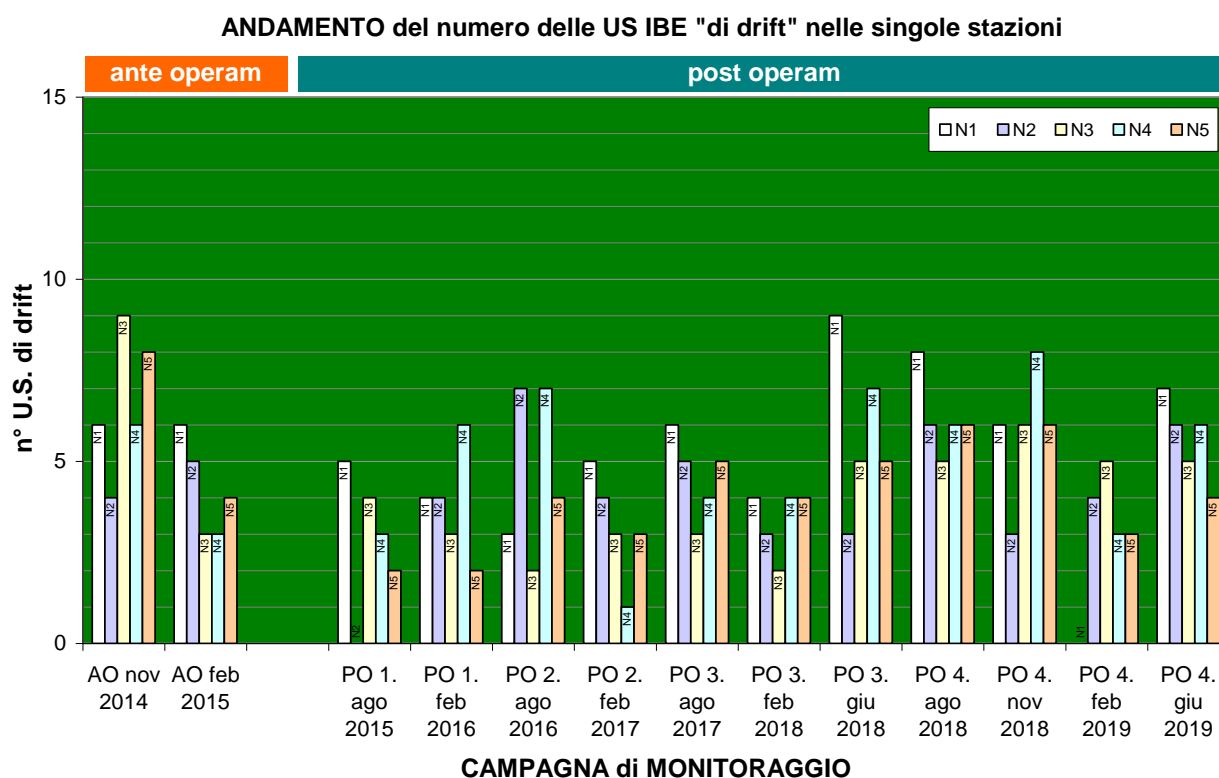


Fig. 47 - Istogramma del numero di Unità Sistematiche "di drift" contate in ogni rilievo nelle 5 stazioni fisse -N nei primi cinque anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2.PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

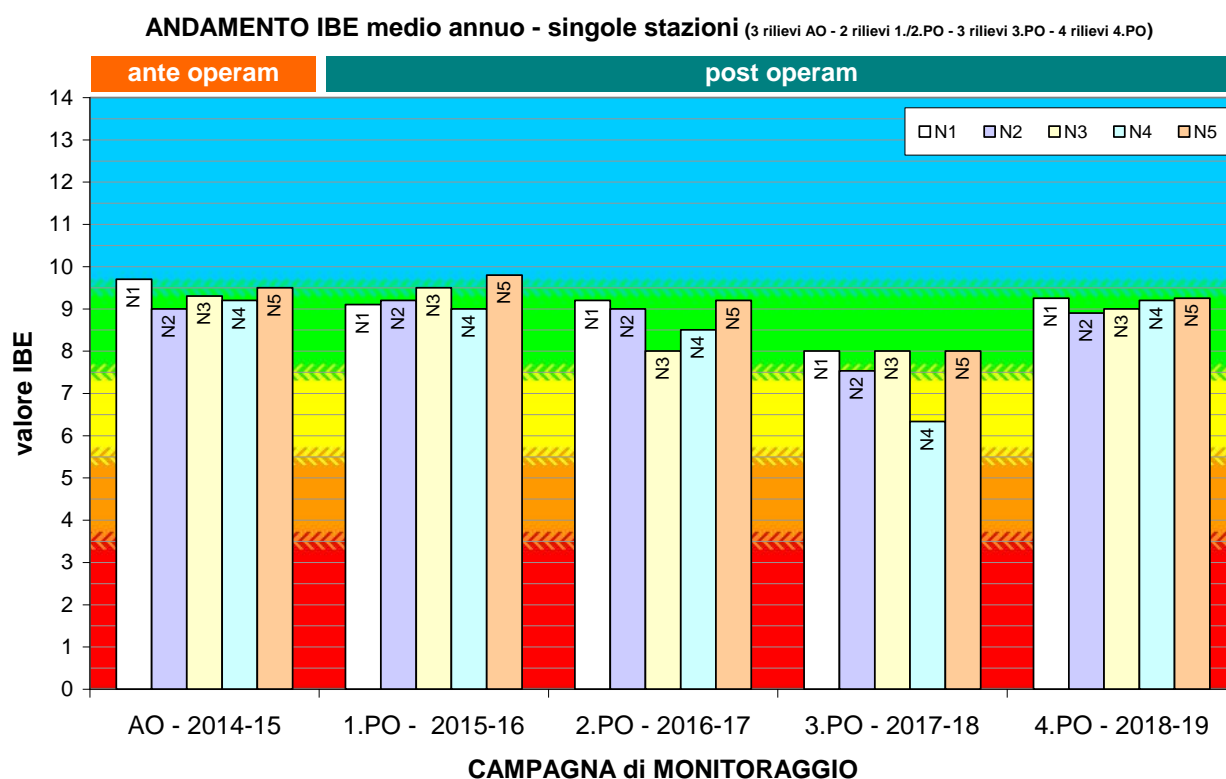


Fig. 48 - Valori di IBE medio annuo calcolati per ciascuna delle 5 stazioni fisse -N nei primi cinque anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2.PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

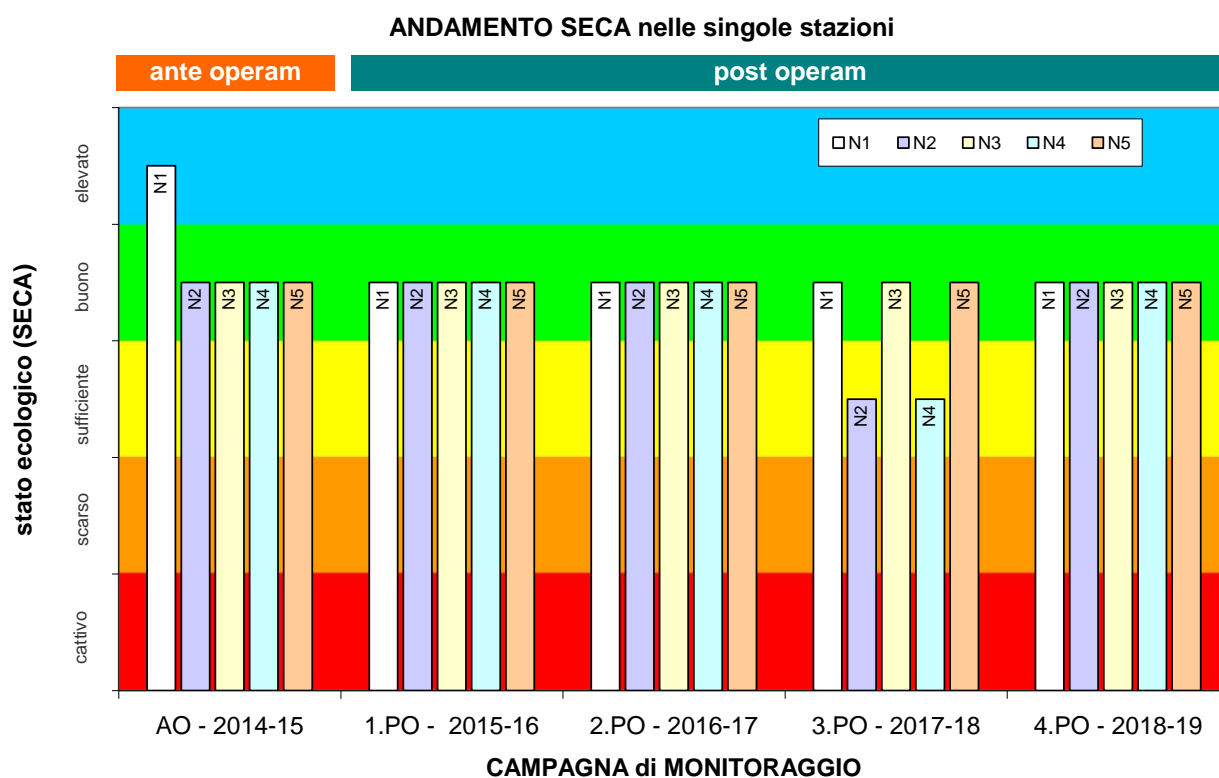


Fig. 49 - Istogramma dello stato ecologico SECA calcolato per ciascuna delle 5 stazioni fisse -N nei primi cinque anni di monitoraggio (2014-15 = AO; 2015-16 = 1.PO; 2016-17 = 2.PO; 2017-18 = 3.PO; 2018-19 = 4.PO).

6. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA QUALITÀ DEI POPOLAMENTI ITTICI

Nel presente capitolo sono riportate e discusse le elaborazioni dell'analisi annuale qualitativa del popolamento ittico campionato nella stazione **N4**, come previsto del PMA.

I dati di base relativi alla determinazione, ai caratteri biometrici elementari (LT = lunghezza totale e W = peso corporeo) e ai riferimenti scalimetrici di tutti gli esemplari di fauna ittica catturati sono riportati, insieme ad alcune immagini rappresentative, nell'allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL dati di base ITTIOFAUNA*.

Il campionamento tramite elettropesca ha avuto luogo il giorno 22.02.2019 nella stazione **N4**, individuata dal PMA nella bassa Val di Peio e già sottoposta al rilievo dell'anno *ante operam* (23.03.2015), del 1. anno *post operam* (24.02.2016), del 2. anno *post operam* (23.02.2017) e del 3. anno *post operam* (22.02.2018), in virtù della specifica autorizzazione del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento (determina dirigente n. 47 di data 04.02.2015). Durante il rilievo sono intervenuti anche il personale del Corpo forestale provinciale (stazione forestale di Ossana - Uff. distrettuale Forestale di Malè) e i rappresentanti dell'Associazione Sportiva Pescatori Solandri.

Le operazioni di *electrofishing* sono state condotte in condizioni idrologiche di magra e con tempo sereno tramite l'impiego di elettrostorditore a zaino, a corrente continua con opzione a impulsi, generatore con motore a scoppio, potenza massima 1.300 W, tensione 300-500 V.



Fig. 50 - Campionamento ittico tramite pesca elettrica (staz. **N4** - Forno di Novale - 22.02.2019).



Fig. 51 - Campione ittico (1. passaggio) mantenuto in vivo e anestetizzato ai fini della determinazione specifica e delle misure biometriche (staz. N4 - Forno di Novale - 22.02.2019).



Fig. 52 - Rilievo dei caratteri biometrici essenziali degli esemplari di fauna ittica componenti i campioni prelevati con pesca elettrica (staz. N4 - Forno di Novale - 22.02.2019).

6.1 SINTESI DEI DATI ELABORATI

Nelle pagine seguenti sono riassunti i dati di sintesi rilevati ed elaborati per la stazione indagata (**N4** - Forno di Novale).

La scheda di sintesi riporta i seguenti dati:

- data
- tecnica di campionamento
- numero di passaggi (cioè numero di passaggi ripetuti in caso di pesca elettrica)
- ora di inizio del primo passaggio
- ora di inizio del secondo passaggio
- responsabile scientifico dei rilievi
- condizione idrologica e meteorologica all'atto del rilievo
- torbidità dell'acqua e conduttività dell'acqua (scala relativa per classi 0-5)
- lunghezza della stazione, larghezza media dell'alveo e superficie di magra
- dati essenziali dell'apertura alla pesca ricreativa (si/no, periodo di apertura)
- numero totale di taxa ittici e di esemplari di fauna ittica catturati
- caratteristiche della stazione: diversità micro-ambientale complessiva, abbondanza relativa di letti di frega per i Salmonidi, abbondanza relativa dei siti di rifugio per i pesci, abbondanza relativa dei siti di svezzamento postlarvale per i Salmonidi (scala relativa per classi 0-5)
- dimensioni del campione per singoli taxa discreti (genere, specie, sottospecie etc.), con valori di individui catturati nei singoli passaggi, e in totale e stima del numero di effettivi tramite il metodo di Moran Zippin
- dinamica di accrescimento per singoli taxa, eventualmente accorpati in caso di popolazioni reali uniche (come nel caso dei taxa interfecondi di Salmo (trutta): lunghezza totale media, peso corporeo medio, coefficiente di allometria derivato dalla curva LT vs PESO, fattore di condizione di Fulton medio, età media a 20 cm di LT
- elaborazioni demografiche per singoli taxa, eventualmente accorpati in caso di popolazioni reali uniche (come nel caso dei taxa interfecondi di Salmo (trutta): densità media di popolazione, biomassa media per unità di superficie bagnata, stima della produzione media, struttura di popolazione (coorti rilevate e valutazione della strutturazione della popolazione per classi relative)
- note.

6.1.1 Stazione N4 (T. Noce - Forno di Novale - tratto sotteso dall'impianto di Cusiano)



Fig. 53 - Scorcio della stazione N4, in occasione del campionamento ittico del 22.02.2019.

DATI DEL CAMPIONAMENTO					
data	tecnica campionamento		n° passaggi	ora pass. 1	ora pass. 2
22.02.2019	elettropesca - passaggi ripetuti		2	09:00	11:00
responsabile rilievi	cond. idrologiche	cond. meteo	torbidità (0-5)	conduttività (0-5)	
dott. Lorenzo Betti	magra artificiale	sereno	1	3	
lunghezza	larghezza media	superficie	pescabile	apertura	chiusura
87,5 m	8,0 m	700 m²	sì (+ pronta pesca)	1. dom/03	30/09
n° tot TAXA ittici	n° esemplari catturati	diversità (0-5)	letti frega (0-5)	rifugi (0-5)	svezza (0-5)
2	55 (+ 9 p.p.)	3	2	3	3
DIMENSIONI CAMPIONE e STIMA NUMERO EFFETTIVI (per taxa)					
taxon	n° es. pass. 1	n° es. pass. 2	n° tot catture	% su totale	EFFETTIVI*
S. (t.) marmoratus	9	3	12	21,8	-----
S. (trutta) trutta	13 (+ 8 p.p.)	5 (+ 1 p.p.)	18 (+ 9 p.p.)	32,7*	
S. (t.) m. x S. (t.) t.	14	11	25	45,5	
totale	36 (+ 8 p.p.)	19 (+ 1 p.p.)	55 (+ 9 p.p.)	100,0	81,7*
DINAMICA MEDIA DI ACCRESCIMENTO (per taxa)*					
taxon	LT media	W medio	coeff. allometria	K medio	età a 20 cm
S. (trutta) ssp.pl.	175,8	75,2	2,8570	0,913	39 mesi
DEMOGRAFIA (per taxa)*					
taxon	DENSITÀ MEDIA reale/stima	BIOMASSA M. reale/stima	PRODUZIONE stima	STRUTTURA POPOLAZIONE	
				n. coorti	struttura (0-5)
S. (t.) marmoratus	0,017 ind. catt./m²	1,51 g/m²	7,5 g/m²xanno valore stimato pur in presenza di una struttura di popolazione alterata e poco strutturata	6 (0+/4+ e 6+)	3 - alterata per la carenza di 1+ e la bassa numerosità ittica
S. (trutta) trutta	0,026 ind. catt./m²	1,76 g/m²			
S. (t.) m. x S. (t.) t.	0,036 ind. catt./m²	2,64 g/m²			
totale	0,117 effettivi/m²	8,77 g ef./m²			
NOTE:	* I dati relativi a 9 esemplari di Trota fario di evidente origine piscicoltura e recente immissione (p.p. = pronta pesca) sono esclusi dalle elaborazioni relative ad accrescimento, densità, biomassa media e produzione ittica per unità di superficie (*). Nelle elaborazioni complesse, data la copresenza di S. (t.) trutta e di S. (t.) marmoratus, il campione (inclusi gli ibridi tra le due semispecie) è considerato come appartenente a un'unica popolazione di Salmo (trutta).				

6.2 DISCUSSIONE CRITICA DEI DATI ANALITICI

6.2.1 Composizione qualitativa e semiquantitativa e immissioni ittiche

Nella stazione N4 il popolamento ittico è risultato, come nei precedenti rilievi (23.02.2015, 24.02.2016, 23.02.2017 e 22.02.2018), esclusivamente salmonicolo. Di seguito è riportato il diagramma che rappresenta la composizione in specie dell'ittiocenosi, dalle quali emerge la sostanziale corrispondenza con la vocazione ittica naturale del corso d'acqua indagato, se si esclude l'anomala presenza di 9 esemplari di Trota fario di evidente immissione recente (pronta pesca).

T. NOCE - N4 - 22.02.2019 - composizione ittiocenosi

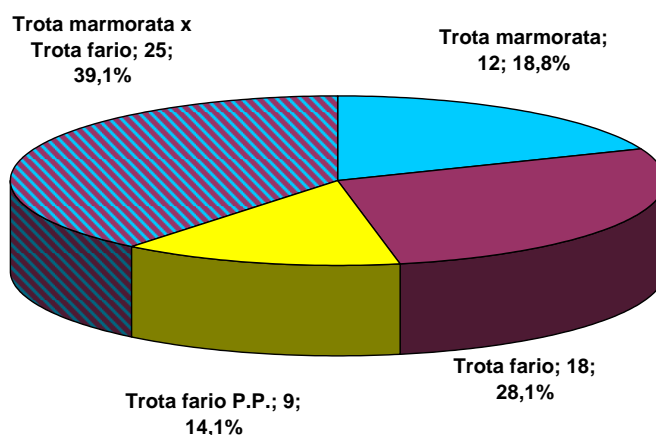


Fig. 54 - Campione ittico reale (esemplari catturati) della stazione N4 - 22.02.2019, composizione qualitativa e semiquantitativa.

Oltre alla Trota fario, compare la Trota marmorata, con un'abbondanza relativa sostanzialmente stabile rispetto all'anno precedente e all'anno *ante operam*, ma con un'incidenza leggermente maggiore della forma pura rispetto agli individui determinati come ibridi di Trota marmorata x Trota fario sulla base dei caratteri fenotipici. Si conferma l'inversione di tendenza dell'andamento della densità ittica riscontrata nel 2018 rispetto al continuo progresso degli anni precedenti (dal 2011 al 2017): tale condizione ha segnato un deciso arresto - rispetto ai due anni precedenti e all'anno *ante operam* - della transizione verso la sostanziale coerenza con il naturale quadro ittiofaunistico descritto dal popolamento ittico teorico della Carta ittica provinciale. A gravare in modo molto evidente su tale dinamica emerge come nell'anno precedente, più che una variazione delle condizioni ambientali mesologiche, il peso delle pre-

senze ittiche estranee, derivanti dalla massiccia immissione di trote fario pronta pesca (presenti nel campione 9 esemplari, contro 3 del 2011, 4 del 2015, 10 del 2016, 1 del 2017 e 14 del 2018) operata dal gestore della pesca (Ass. Sportiva Pescatori Solandri) anche in relazione con le manifestazioni agonistiche. La presenza di esemplari avventizi immessi a presunti fini di miglioramento della pesca costituiscono una turbativa molto rilevante delle naturali dinamiche delle popolazioni indigene, a maggior ragione se sono costituite - come rilevato nel 2018 - da esemplari anche di taglia grande (fino a LT = 463 mm e W = 1095 g) e, soprattutto, se la loro presenza - spesso ritenuta effimera - si prolunga per mesi durante la vulnerabile fase autunnale e invernale, durante la quale, tra l'altro, l'esercizio della pesca dilettantistica è sospesa a tutela dell'attività riproduttiva delle trote.

Come meglio specificato nell'analisi della struttura di popolazione, nel 2018 risultava evidente il negativo impatto diretto della presenza di numerosi esemplari estranei sul popolamento indigeno durante la fase invernale, ragionevolmente riconducibile sia a fenomeni di predazione cannibale, sia a fenomeni di concorrenza alimentare e spaziale.

Il rilievo 2019, diversamente, mette in evidenza una ripresa del novellame dell'annata, quale probabile, positivo effetto delle pratiche di reintroduzione e ripopolamento condotte dal gestore della fauna ittica (Associazione Sportiva Pescatori Solandri) nel recente passato (a partire dal 2006) a sostegno della popolazione locale di Trota marmorata, semispecie autoctona endemica di rilevante interesse faunistico, ecologico e anche gestionale (ai fini della pesca). Escludendo gli esemplari, per il vero del tutto estranei, di Trota fario di provenienza piscicoltura (9 es. pronta pesca), la somma degli esemplari di Trota marmorata e di quelli ibridi tra Trota marmorata e Trota fario (determinati per via fenotipica) costituisce ben il 67,3% del campione, un valore ulteriormente accresciuto rispetto a quello dei due anni precedenti (62,2% nel 2018 e 60,2% nel 2017). Rimane alta, tuttavia, la percentuale degli ibridi rispetto alla forma pura e, ovviamente, rispetto al 2017 (come nel 2018) il numero assoluto di Trota marmorata e ibridi diminuisce a causa della densità ittica molto minore e inoltre risulta alterata la struttura di popolazione (per carenza della classe 1+ - cfr. §§ 6.2.2 e 6.2.3). Se poi si includono nel conteggio anche i 9 esemplari introdotti di provenienza piscicoltura, la percentuale di marmorate e ibridi scende al 57,8%.

La sostanziale stabilità rispetto all'anno 2017-18, che conferma peraltro l'inversione di tendenza rispetto al trend positivo degli anni precedenti, è messa in evidenza dal numero assoluto di esemplari catturati sia nel 1., sia nel 2. passaggio di campionamento del 22.02.2019: 55 (+ 9 pronta pesca) esemplari di *Salmo [trutta]* rispetto ai 47 (+ 4 pronta pesca) catturati nel 2014-15, ai 73 (+ 10 pronta pesca) catturati nel 2015-16, ai 143 (+ 1 pronta pesca) catturati nel 2016-17 e ai 74 (+ 14 pronta pesca) catturati nel 2017-18.

Lo Scazzone, che sia pure marginalmente fa parte del popolamento ittico vocazionale dell'alto corso del Torrente Noce, come nel 2014-15, nel 2015-16, nel 2016-17 e nel 2017-18 non compare nel campione nemmeno nel 2018-19, in ragionevole relazione con il regime artificialmente modificato delle portate del recente passato e con la conseguente instabilità idrologica (*hydropeaking*), nonché con la diffusa costipazione degli anfratti di fondo dovuta ai sedimenti fini di origine prevalentemente glaciale trasportati dall'acqua.

Si conferma, dunque, come le presenze ittiche, nel 2018-19 come negli anni precedenti, risultino - in generale - influenzate dalle pratiche di immissione ittica ai fini di ripopolamento con postlarve e novellame, ma soprattutto da quelle finalizzate al presunto incremento artificiale della pesca tramite l'introduzione di esemplari di taglia adulta "pronta pesca" e provenienza piscicoltura. La presenza di ben 9 esemplari adulti di Trota fario, di lunghezza totale media pari a 285 mm (peso medio = 230 g), di immissione evidentemente recente e con i segni di erosione delle pinne caratteristici dei pesci cresciuti "in vasca" contrasta negativamente anche le immissioni di novellame di ripopolamento.

Si rammenta che, in coerenza con le valutazioni relative al 2014-15, al 2015-16, al 2016-17 e al 2017-18, per la loro evidente estraneità al popolamento spontaneo del corso d'acqua, i dati riferiti a questi esemplari di provenienza artificiale sono stati esclusi dalle seguenti elaborazioni relative a densità e struttura di popolazione e dinamica di accrescimento.

Con riferimento all'intero tratto compreso tra Cogolo e Ossana, a titolo di riferimento nella seguente Fig. 55 sono riepilogati i quantitativi cumulativi delle semine di ripopolamento con novellame dei Salmonidi, distinti per specie e categorie dimensionali, immessi annualmente nel periodo 2003-2009.

Inoltre, secondo le informazioni fornite dall'Associazione Sportiva Pescatori Solandri e a titolo d'esempio per gli anni più recenti, negli ultimi anni sono stati immessi, nel tratto a monte della confluenza del T. Vermigliana (zona "C2"), incluse alcune acque secondarie utilizzate come ruscelli vivaio:

- n. 2.000 uova embrionate di Trota marmorata in schiuditori tipo "scatola Vibert";
- n. 5.000 esemplari di taglia 3-6 cm di Trota marmorata;
- n. 25.000 esemplari di taglia 3-6 cm di Trota fario 3-6 cm.

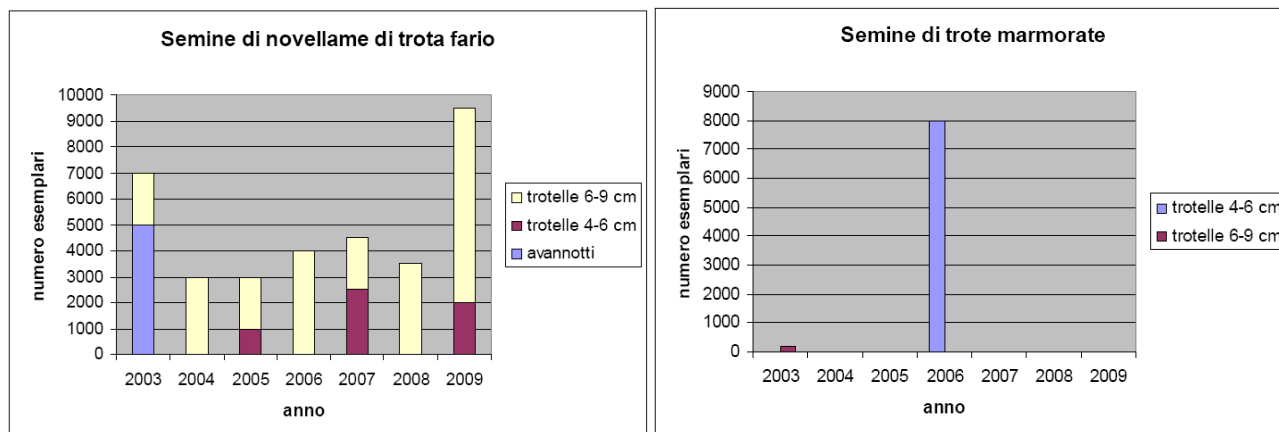


Fig. 55 - Andamento delle immissioni ittiche annuali di novellame di Trota fario e di Trota marmorata ad opera dell'Associazione Sportiva Pescatori Solandri nell'ecosistema omogeneo "Torrente Noce alto - da Cogolo a Ossana" (codice C.I. A300060) - periodo 2003-2009 (fonte: Piani di gestione della pesca P.A.T.).

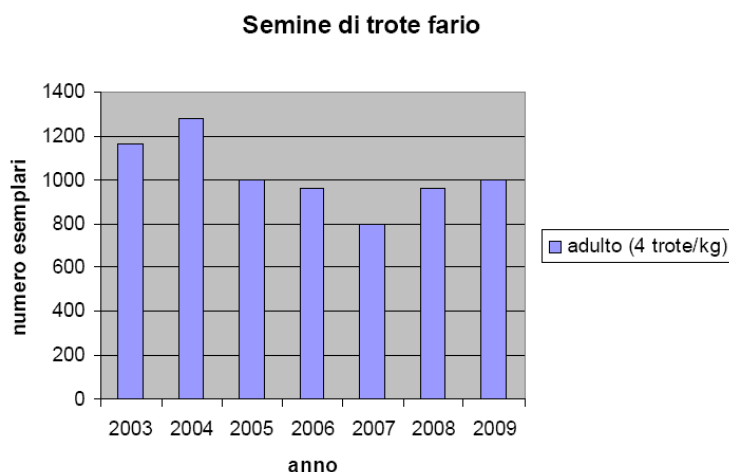


Fig. 56 - Andamento delle immissioni ittiche annuali di esemplari "pronta pesca" di Trota fario ad opera dell'Associazione Sportiva Pescatori Solandri nell'ecosistema omogeneo "Torrente Noce alto - da Cogolo a Ossana" (codice C.I. A300060) - periodo 2003-2009 (fonte: Piani di gestione della pesca P.A.T.).

Con riferimento all'intero tratto compreso tra Cogolo e Ossana, nella Fig. 56 sono riportati i quantitativi cumulativi annuali (numero di esemplari) di Trota fario "pronta pesca" immessi annualmente nel periodo 2003-2009 e dedotti dai quantitativi in peso registrati nei verbali di semina ittica. Si osserva che le quantità immesse variano tra gli 800 e i 1.300 capi/anno circa, a fronte di un numero di catture registrate (obbligatoriamente) dai pescatori che in molti degli anni del periodo 2003-2009 risultano addirittura inferiori al numero di capi "pronta pesca" artificialmente immessi (cfr. § 6.3).

Inoltre, secondo le informazioni fornite dall'Associazione Sportiva Pescatori Solandri e a titolo d'esempio per gli anni più recenti, nel 2015 sono stati immessi, nel tratto a monte della confluenza del T. Vermigliana (zona "C2") 570 kg di trote "pronta pesca" di taglia superiore ai 30-40 cm, indicativamente corrispondenti a ca. 1.700 esemplari (3 es/kg).

La gestione ittica ai fini della pesca, dunque, come le immissioni ittiche di ripopolamento o di cosiddetta "pronta pesca", risulta sostanzialmente omogenea nel periodo di indagine, rendendo ragionevolmente paragonabili i dati di densità ittica media e di biomassa media rilevati nell'anno 4. *post operam* rispetto a quelli dell'anno *ante operam* e degli anni 1., 2. e 3. *post operam*.

6.2.2 Densità e biomassa media

La densità di popolazione, ai fini di una corretta interpretazione d'insieme, va considerata unitariamente per *Salmo (trutta)*, poiché Trota marmorata, Trota fario e ibridi tra le due costituiscono - di fatto - una popolazione unica da un punto di vista demografico e anche ecologico. Le elaborazioni relative escludono gli esemplari di Trota fario di recente immissione e provenienza ittiocolturale ("pronta pesca") già descritti sopra (9 es.). Risalta - a questo proposito - come la presenza di salmonidi di "pronta pesca", del tutto estranei al popolamento ittico spontaneo, compaia - come nel febbraio 2018 - durante un periodo di chiusura dell'attività alieutica e a oltre 4 mesi dalla chiusura della precedente stagione di pesca 2018. Il numero di tali presenze estranee è solo di poco inferiore a quello registrato nel febbraio 2018 (nel corso di applicazione del monitoraggio del PMA: 4 nel 2014-15, 10 nel 2015-16, 1 nel 2016-17, 14 nel 2017-18).

Con queste premesse, il numero di effettivi, statisticamente stimati con il metodo dei passaggi ripetuti, se rapportato all'area dell'alveo di magra, fornisce un valore di densità di popolazione simile a quello del 2018 (0,117 ind/m² rispetto a 0,116 ind/m²), più che dimezzato rispetto a febbraio 2017 (0,264 ind/m²) e inferiore anche rispetto a febbraio 2015 (0,132 ind/m²), sebbene si confermi decisamente più alto rispetto ai dati riferiti dal Piano di gestione della pesca e risultanti dai rilievi condotti da IASMA-FEM per conto del Servizio Foreste e fauna della P.A.T. negli anni 2005 (0,009 ind/m²) e 2011 (0,031 ind/m²) per l'acquisizione dei dati richiesti dalla Carta ittica e considerevolmente aumentato anche rispetto alle risultanze dei rilievi del febbraio 2015 - *ante operam* (0,076 ind/m²).

Nella relazione di monitoraggio 2016-17 si considerava che la densità ittica (depurata dalle presenze estranee di esemplari adulti "pronta pesca" di immissione artificiale), anche per il probabile effetto delle reiterate operazioni di immissione ittica ai fini del ripopolamento avesse raggiunto quella che ci si può attendere in un corso d'acqua di fondovalle di buona portata qual è il T. Noce in Val di Peio. Questo, nonostante alcuni caratteri naturali delle acque (in particolare l'origine prevalentemente glaciale dell'alimentazione idrica, con acque fredde e stagionalmente cariche di limi glaciali), e gli imponenti fenomeni di alterazione idrologica do-

vuti all'attività idroelettrica del periodo *ante operam* (*hydropeaking*) attivi fino al recente passato, dimostrava il rapido incremento del popolamento ittico a seguito della riduzione dei negativi effetti del precedente regime idrologico artificializzato che fino al maggio 2015 influiva negativamente sulla disponibilità di siti e condizioni adeguati per la riproduzione, l'incubazione, lo svezzamento, il rifugio.

Purtroppo, tale positiva tendenza non si confermava nel 2018 e allo stesso modo non si conferma nel 2019, ma - come già ampiamente discusso - tale condizione è da attribuire con ragionevole certezza più alle dannose pratiche di immissione ittica di contingenti di pesci "pronta pesca" che non a variazioni rilevanti delle condizioni mesologiche.

Il peso corporeo medio della popolazione di *Salmo (trutta)*, coerentemente con la sensibile contrazione numerica delle classi d'età giovanili (0+, 1+ e 2+) dovuta al ridotto rinnovamento e ai probabili fenomeni predatori e di concorrenza alimentare da parte dei pesci di provenienza artificiale, nel 2018 aveva invertito la tendenza, aumentando rispetto agli anni precedenti: 86,5 g/ind. rispetto ai 56,3 g/ind. dell'anno precedente. Nel febbraio 2019, in presenza di un migliore reclutamento di 0+ e pur in presenza di una grave carenza di 1+ (evidente conseguenza della carenza di 0+ verificata nell'anno precedente), il peso corporeo medio scende nuovamente fino a 75,2 g/ind. Includendo anche i 9 esemplari di Trota fario di immissione recente il valore di peso individuale medio sale a ben 97,0 g/ind., dimostrando chiaramente l'impatto dei pesci immessi sulla biomassa viva dei carnivori presenti nel torrente. Ne consegue che la biomassa media per unità di superficie della popolazione locale (esclusi gli esemplari "pronta pesca") si attesta su un valore ridimensionato (8,77 g/m²) e inferiore anche a quello dell'anno precedente e pari a 10,04 g/m² (nel 2014-15 era pari a 6,50 g/m², nel 2015-16 era pari a 9,84 g/m² e nel 2016-17 era pari a ben 14,84 g/m²).

6.2.3 Struttura delle popolazioni

Di particolare rilievo appare l'analisi della struttura della popolazione residente nell'ambito fluviale indagato, con la premessa già espressa sopra che Trota marmorata, Trota fario e ibridi tra le due sono considerati unitariamente (*Salmo [trutta]*) in quanto costituiscono di fatto una popolazione reale unica.

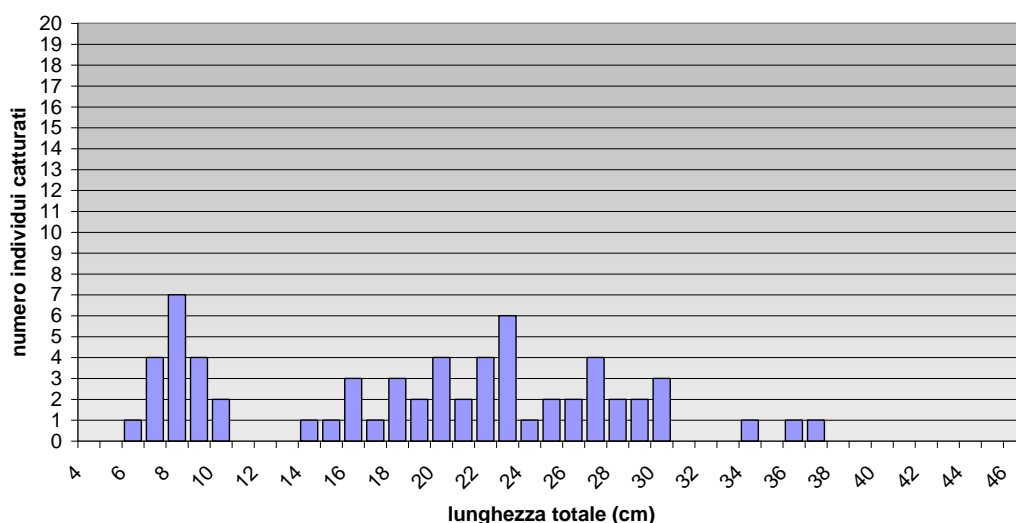
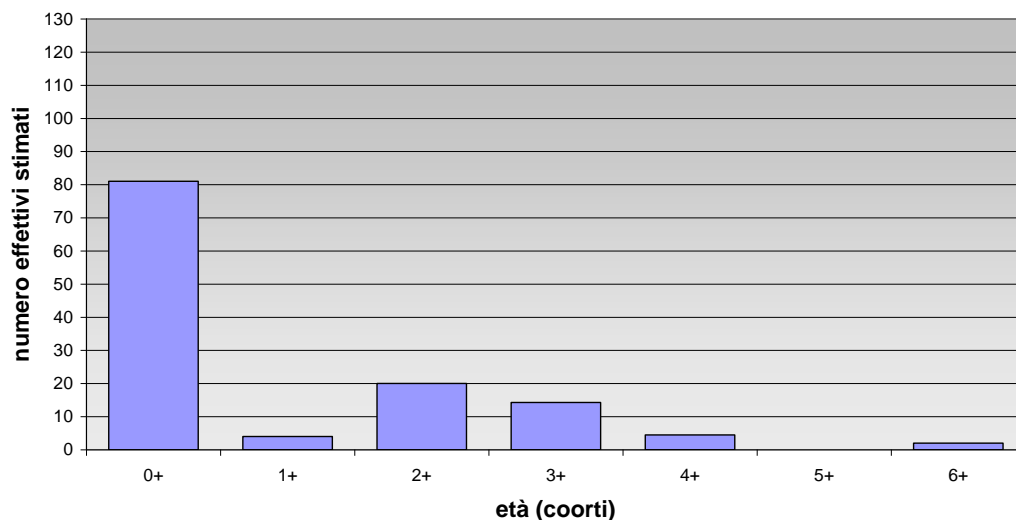
Come nel febbraio 2015, nel febbraio 2016, nel febbraio 2017 e nel febbraio 2018, anche nel febbraio 2019 la popolazione appare strutturata grazie alla presenza di numerose coorti (peraltro una in meno rispetto agli anni precedenti), pari a 6 (0+, 1+, 2+, 3+, 4+, 6+), ma nei rapporti numerici tra di esse emerge una significativa anomalia, diversa da quelle degli anni pre-

cedenti, consistente nell'abbondanza molto scarsa della coorte 1+, pur in presenza di una ripresa numerica della coorte 0+ (i pesci nati nel febbraio-marzo 2017).

Il dato è altamente coerente rispetto al rilievo dell'anno precedente, quando era stato riscontrato un bassissimo reclutamento di nuovi nati: i pochi 0+ del febbraio 2018 si traducono nei pochi 1+ del febbraio 2019. La ripresa del rinnovamento, attribuibile almeno in parte alla riproduzione nella stagione 2017-18, segna un discreto miglioramento - ancorché insufficiente - nelle potenzialità di auto-sostentamento della popolazione di *Salmo (tutta)*, in probabile relazione con una riduzione della pressione predatoria cannibale e della concorrenza alimentare e spaziale esercitata dai pesci di immissione artificiale e presenza persistente anche d'inverno (trote pronta pesca). Questi, sebbene ancora numerosi e negativamente impattanti, costituiscono in quest'anno un contingente, sia in termini numerici che - soprattutto - di biomassa viva, decisamente inferiore rispetto all'anno precedente.

Le severe condizioni di alterazione del regime idrologico presenti fino alla stagione riproduttiva 2014-2015 (*hydropeaking*) risultavano in larga parte superate già nel 2015-2016, a favore di una più diffusa riproduzione e svezzamento degli avannotti in loco. In tal senso, non erano emersi nemmeno nel 2015-16 (primo anno di esercizio degli impianti di Contra, Castra e Cusiano) impatti rilevanti sull'attività riproduttiva di eventi potenzialmente critici quale lo svaso della soprastante vasca di Malga Mare (HDE), in ragionevole relazione con le mitigazioni prescritte al concessionario di monte riguardo alla dinamica di svaso e alle torbidità massime ammesse in alveo, nonché della verificata assenza di accumuli significativi di limo post svaso nell'alveo di valle e particolarmente nei potenziali siti di frega. Il maggiore impatto delle pratiche di gestione ittica, con immissione di grandi quantità di trote pronta pesca di provenienza piscicoltura, si è manifestato in modo imponente nel febbraio 2018, ma appare meno grave nel febbraio 2019, come testimoniato proprio dalla ripresa delle presenze di novellame.

Di seguito sono rappresentate graficamente la struttura del campione per classi di lunghezza totale ($\Delta LT = 1$ cm) e la struttura stimata in coorti o classi d'età (stima degli effettivi per coorte) della popolazione di *Salmo (trutta)*.

Salmo (trutta) - classi di lunghezza - T. Noce - N4 - 22.02.2019**Fig. 57 - Struttura del campione (esemplari catturati) della stazione N4 - 22.02.2019 per classi di LT.****Salmo (trutta) - struttura demografica - T. Noce - N4 - 22.02.2019****Fig. 58 - Struttura della popolazione (effettivi stimati) della stazione N4 - 22.02.2019 per coorti.**

6.2.4 Dinamica di accrescimento

La dinamica di accrescimento, valutata sulla base delle relazioni <lunghezza totale vs peso>, <lunghezza totale vs età> e <peso vs età>, descrive una velocità di crescita lenta, come negli anni precedenti. Si osserva, peraltro, un moderato decremento, che nella media porta al raggiungimento della lunghezza corporea totale di 20 cm a 39 mesi. Non si conferma dunque

il, pur modesto, incremento nella velocità di accrescimento lineare medio osservato nel febbraio 2018 rispetto alla condizione *ante operam* (nell'anno 2014/15 l'età media di raggiungimento dei 20 cm di lunghezza totale era pari a 39 mesi).

I grafici che seguono rappresentano le relazioni LT vs PESO, LT vs ETÀ e PESO vs ETÀ.

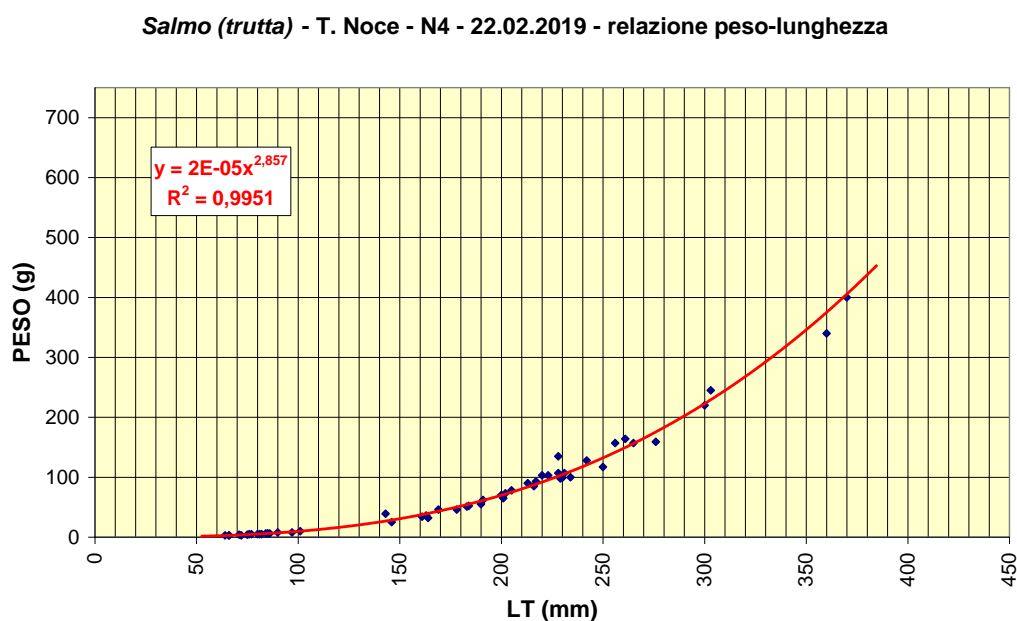


Fig. 59 - Relazione tra lunghezza totale e peso per Salmo (trutta) nel T. Noce nella bassa Val di Peio - N4 - 22.02.2019.

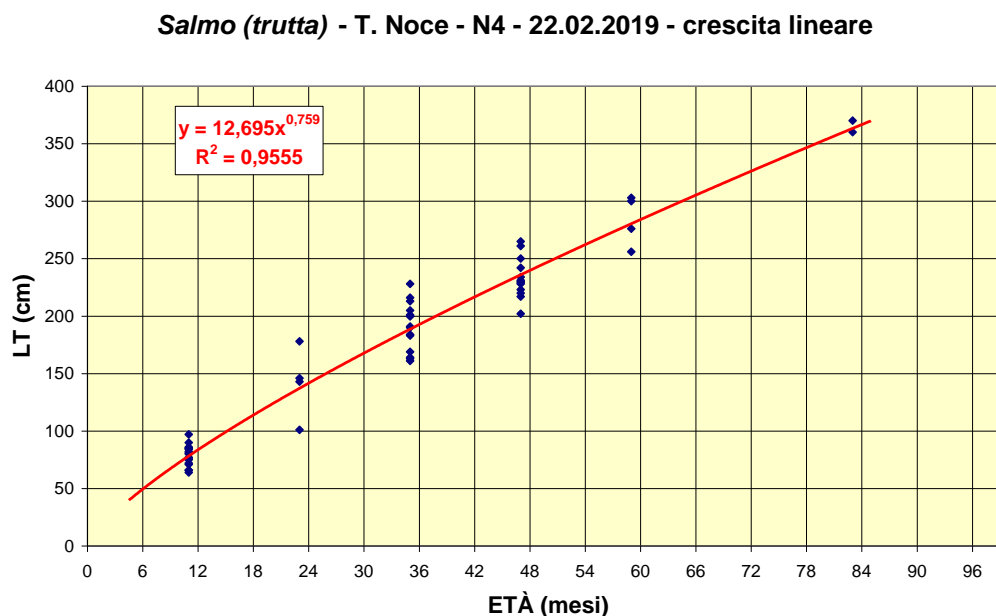


Fig. 60 - Relazione tra lunghezza totale ed età per Salmo (trutta) nel T. Noce nella bassa Val di Peio - N4 - 22.02.2019.

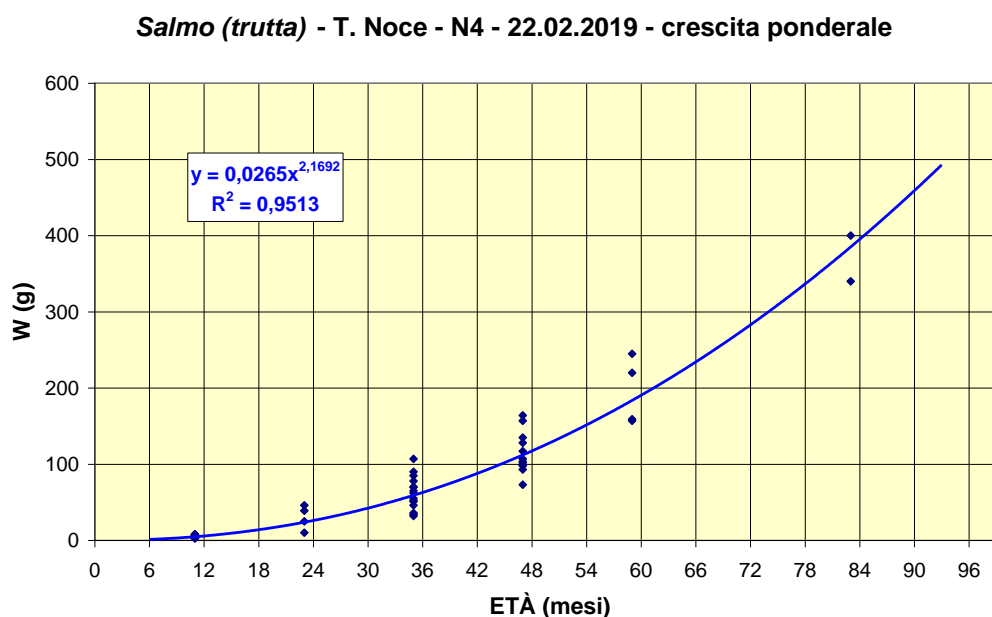


Fig. 61 - Relazione tra peso ed età per Salmo (trutta) nel T. Noce nella bassa Val di Peio - N4 - 22.02.2019.

Come nel febbraio 2016 e nel febbraio 2017, e diversamente dal 2018, la dinamica di crescita risulta moderatamente allometrica a favore della lunghezza corporea totale ($b < 3$); tale condizione, pur non discostandosi molto dal valore dell'isometria, è da porre in relazione con la ripresa dell'abbondanza relativa delle classi giovanili e soprattutto della 0+ (che ha valori di b tendenzialmente più bassi) rispetto al febbraio 2018. Per lo stesso motivo prevalente, il valore medio del coefficiente K di Fulton, pari a 0,913, è maggiore rispetto al 2018 (0,881) e simile agli anni precedenti e risulta comunque ampiamente inferiore a 1.

Anche l'analisi dell'accrescimento lineare evidenzia una velocità di crescita lenta che ha una relazione certa con la bassa produttività naturale del corso d'acqua (ad alimentazione glaciale prevalente). Come già discusso per l'anno 2015-16 e per il 2016-17, la riduzione della forte alterazione idrologica indotta dall'utilizzazione idroelettrica *ante operam* (*hydropeaking*) giustifica il leggero incremento riscontrato nella velocità di accrescimento lineare tra *ante operam* e *post operam*, come emerge dal confronto delle curve relative al febbraio 2015, al febbraio 2016 e al febbraio 2017. La riduzione dell'*hydropeaking*, determinando un probabile moderato incremento quantitativo del *pabulum* costituito dai macroinvertebrati di fondo e, riducendo le precedenti e frequenti condizioni di stress idrologico per i pesci, ha favorito probabilmente un leggero incremento della velocità di crescita rispetto al passato.

Nel 2019, tuttavia, come nel 2018 questo incremento si arresta e si osserva un rallentamento, per quanto modesto, della velocità di accrescimento lineare e, ancor più, ponderale. Il discreto incremento rispetto alla condizione *ante operam* osservato nel 2015-16 e nel 2016-17,

infatti, viene meno nel 2017-18 e si conferma nel 2018-19. Per raggiungere il peso di 100 grammi le trote impiegano mediamente circa 45 mesi (esattamente come nel 2018 e come nelle condizioni *ante operam* di stress idrologico da *hydropеaking*) contro i 40 mesi del rilievo di febbraio 2016 e 41 mesi del rilievo di febbraio 2017.

6.2.5 Produzione ittica media

La discreta struttura demografica del campione ittico prelevato e della popolazione stimata consente elaborazioni significative, sebbene indicative, riguardo alla quantità di produzione ittica media, pur in presenza di una anomala scarsità di individui della classe 1+ e tenendo in debito conto - come già chiarito riguardo ai rilievi degli anni precedenti - che la struttura di popolazione è da attribuire in parte agli interventi artificiali di ripopolamento e trasferimento ittico degli anni precedenti e solo in parte alla spontanea rinnovazione della popolazione.

Il valore di produzione calcolato per il 2018-19 ammonta a 7,48 g/m²/anno, poco inferiore a quello dell'anno precedente (7,71 g/m²/anno), in calo e in controtendenza rispetto a quello stimato nel precedente anno 2. *post operam* 10,40 g/m²/anno e prossimo a quello dell'anno 1. *post operam* (= 6,70 g/m²/anno). Tale valore è comunque nettamente maggiore di quello rilevato nella condizione *ante operam* (= 3,72 g/m²/anno).

Il valore di produzione ittica calcolato per il 2017-18 corrisponde a circa l'85% del valore di biomassa media effettivamente stimato (8,77 g/m²), ed è da considerare discretamente sovrastimato rispetto al quadro demografico, dato che le popolazioni naturali di Salmonidi dei corsi d'acqua alpini hanno valori teorici di produzione media annua compresi normalmente tra il 50% e il 70% della biomassa ittica presente.

6.3 ITTIOFAUNA - SINTESI CONCLUSIVA

A titolo di riferimento è utile ricordare il quadro del popolamento ittico teorico fornito per il T. Noce di Peio dalla Carta ittica del Trentino (Betti e IASMA, 2001) che è descritto in Tab. 30.

specie	centralità
Trota marmorata	guida
Scazzone	associata
Barbo canino	marginale
Cobite barbatello	marginale
Sanguinerola	marginale
Temolo	marginale

specie	centralità
Trota fario	marginale
Trota marmorata x trota fario	marginale

Tab. 30 - Popolamento ittico teorico dell'ecosistema omogeneo "Torrente Noce Cogolo - Ossana" (codice C.I. A300060).

I dati di sintesi sulle presenze ittiche riportati nell'ambito della Carta ittica sono nella Tab. 31.

autoctonia	specie	abbondanza relativa	origine segnalazione	semine	frequenza
autoctono	Scazzone	presente	Associazione Pescatori		
autoctono	Trota fario	scarsa	Associazione Pescatori	novellame e adulto	annuale
autoctono	Trota marmorata	scarsa	Associazione Pescatori	novellame	saltuaria

Tab. 31 - Popolamento ittico teorico dell'ecosistema omogeneo "Torrente Noce Cogolo - Ossana" (codice C.I. A300060).

Nell'ambito dell'aggiornamento dei dati della Carta ittica, nella medesima stazione individuata nell'ambito del PMA (N4, Forno di Novale, superficie 700 m²), sono stati condotti i rilievi (anni 2005 e 2011) che sono riassunti nei Piani di gestione della pesca 2012 e riportati qui in Fig. 62 e Fig. 63.

• Campionamento ittico 2005

Nel corso del campionamento con elettropesca sono state catturate solamente sei trote, di lunghezze comprese fra 15 e 27 centimetri. La situazione del popolamento ittico appare condizionata in negativo dall'uso idroelettrico della portata.

• Campionamento ittico 2011

Si osservano la trota fario, la trota marmorata e l'“ibrido” marmorata per fario, con valori di densità ittica e biomassa unitaria migliorati rispetto al 2005. La trota marmorata (coi suoi “ibridi”) è rappresentata da esemplari appartenenti a quattro classi d'età (da 1+ a 4+): nessuno del campione supera la taglia minima legale. Le trote fario hanno età 1+ e 2+, con un esemplare 3+; gli individui di lunghezza superiore a 25 centimetri sono di semina recente.

• Considerazioni riguardanti il MONITORAGGIO ITTIOLOGICO, gli OBIETTIVI ITTIOGENICI TRANSITORI e FINALI, la DURATA DEL PIANO (1)

Rispetto 2005, nel 2011 migliora la consistenza quali – quantitativa del popolamento ittico osservato nel campione, con la presenza significativa della trota marmorata e l'aumento sia della densità (da 0,01 a 0,03 ind/m²), sia della biomassa ittica unitaria (da 0,86 a 4,3 g/m²) in conseguenza di contingenze stagionali favorevoli (maggior portata invernale). Si confermano le principali indicazioni contenute nel precedente Piano di gestione della pesca.

Fig. 62 - Dati ittici relativi all'ecosistema omogeneo "Torrente Noce Cogolo - Ossana" (codice C.I. A300060) (fonte: Piani di gestione della pesca P.A.T.).

Lunghezza: 7 km

Larghezza media in periodo di magra: 8 m

Superficie del tratto campionato: 700 m² (2 passaggi)

Pesci catturati: 22

Biomassa ittica rilevata: 4.3 g/m², composta per il 47,8% da trota marmorata, per il 38,4% da trota fario e per il 13,8 da ibrido tra trota marmorata e trota fario

Data del rilevamento: 19 febbraio 2011

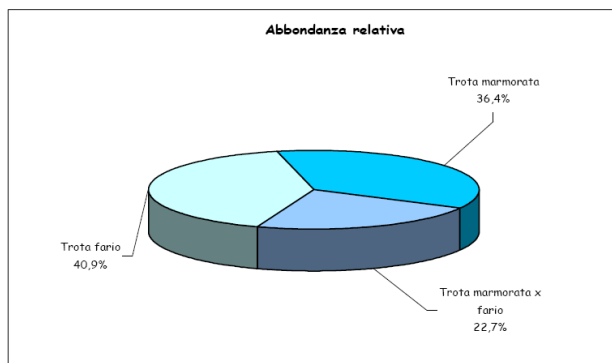


Fig. 63 - Dati ittici relativi all'ecosistema omogeneo "Torrente Noce Cogolo - Ossana" (codice C.I. A300060) (fonte: Piani di gestione della pesca P.A.T.).

Complessivamente si può concludere che:

- pur non essendo note le condizioni di campionamento dei suddetti rilievi a supporto della Carta ittica, è certo che i cinque campionamenti svolti nell'ambito del monitoraggio ai sensi del PMA sono stati condotti in condizioni ottimali (magra idrologica, buona conducibilità e torbidità molto bassa), e di conseguenza le stime quantitative dedotte sono da ritenere molto attendibili;
- dal confronto dei dati emerge un'analoga composizione in specie rispetto al passato recente, sebbene i dati rilevati nel 2019 (4. anno *post operam*) nell'ambito del PMA, così come quelli dell'anno 2018 (3. anno *post operam*), dell'anno 2017 (anno 2. PO) e - in minor misura - quelli dell'anno 2016 (anno 1. PO) e dell'anno 2015 (*ante operam*), rivelino un'incidenza percentuale decisamente più alta degli ibridi tra Trota marmorata e Trota fario a scapito della Trota marmorata rispetto ai dati di febbraio 2011 - Carta ittica;
- da un punto di vista quantitativo, la densità di popolazione del 2019 risulta uguale a quella del 2018, più che dimezzata rispetto a quella del 2017 (- 55,7%), e poco inferiore a quella del 2016 (anno 1. PO), ma ben maggiore rispetto al 2015 (*ante operam* PMA) e ai dati Carta ittica 2011 (+ 298%);
- la biomassa media per unità di superficie, depurata degli esemplari di Trota fario da "pronta pesca" (9 nel 2019, contro ben 14 nel 2018, rispetto a 1 solo nel 2017, 10 del 2016 e 4 del 2015) risulta ancora minore (- 12,6%) del 2018 e fortemente ridotta rispetto al 2017 (- 40,9%), pur essendo poco inferiore rispetto al 2016 (che a sua volta era mag-

giore di 1,5 volte rispetto all'anno *ante operam* e di 2,5 volte rispetto ai valori Carta ittica 2011);

- il peso corporeo medio delle trote rilevato nel 2011 era pari a 135,3 g/ind., nel 2015 risultava molto inferiore, pari a 85,5 g/ind., nel 2016 scendeva a 74,4 g/ind., nel 2017 a 56,3 g/ind., mentre nel 2018 la tendenza alla riduzione si invertiva e risaliva a 86,5 g/ind.; nel 2019 il peso corporeo medio torna a scendere (a 75,2 g/ind.) grazie a un maggiore reclutamento di novellame e nonostante la grave carenza di 1+;
- dando per buona la confrontabilità reciproca dei dati, anche rispetto a quelli di aggiornamento della Carta ittica, è molto evidente il progressivo incremento della densità ittica, della biomassa media e anche della strutturazione della popolazione di *Salmo (trutta)* fino al 2016-17, ma nel 2018-19 si conferma l'inversione di tendenza osservata nel 2017-18, che ragionevolmente dipende dall'impatto delle abbondanti immissioni ittiche di trote pronta pesca e dalla loro persistente presenza anche nel periodo autunnale-invernale, con conseguenti fenomeni di probabile predazione cannibale e di concorrenza spaziale e alimentare; il trend positivo degli anni precedenti era giustificato, oltreché da fattori legati alla variabilità interannuale meteo climatica e idrologica, anche dall'implementazione degli interventi di ripopolamento ittico a opera del concessionario dei diritti di pesca e dal progressivo miglioramento delle condizioni generali dell'ambiente fluviale indotte dal primo rilascio (dal 22.06.2000) e dal successivo adeguamento (dal 01.01.2009) dei deflussi minimi vitali alle opere di presa del sistema idroelettrico dell'alto Noce (grande derivazione idroelettrica afferente all'impianto idroelettrico HDE - ex Enel di Cogolo Pont); la permanenza in alveo di maggiori portate minime di magra, grazie al rilascio continuo dei deflussi minimi vitali, infatti, ha certamente ridotto già da allora lo stress ambientale precedentemente indotto dall'assenza di deflussi a valle delle prese idriche, avendo attenuato anche - sia pure in modo contenuto - l'escursione tra fasi di magra spinta a "centrale inattiva" e fasi di picco a "centrale attiva"; la massiccia immissione e la persistente presenza di pesci di provenienza artificiale (pronta pesca) ha evidentemente compromesso in parte questo trend negli ultimi due anni di monitoraggio, anche se del 2018-19 si rileva una discreta ripresa nel reclutamento di novellame;
- riguardo alle variazioni tra l'immediato *ante operam* e la fase *post operam* di esercizio degli impianti, pur con la "battuta d'arresto" degli ultimi due anni, si conferma, tuttavia, il deciso miglioramento di tutti i parametri del popolamento ittico rispetto alla fase *ante operam*, a dimostrazione della netta prevalenza sulla ricettività ittiofaunistica del Torrente Noce dei positivi effetti della drastica riduzione dell'*hydropeaking* rispetto ai fenomeni di

riduzione della portata media fluente in alveo e delle conseguenti condizioni di maggiore concentrazione degli inquinanti fluitati dal corso d'acqua;

- anche eventi potenzialmente critici, come la torbida artificiale controllata generata dallo svaso annuale della vasca di Malga Mare (impianto HDE di Pont), non sembrano aver minimamente influito - come nei due anni precedenti - sul processo di progressivo ripristino del popolamento ittico, a maggior ragione se si tiene conto che nell'ottobre 2017 e nell'ottobre 2018 la serie dei tre nuovi impianti è stata del tutto disattivata in corso di svaso.

Si rammenta che i dati riportati nei piani di gestione della pesca per gli anni 2005 e 2011 risultano confrontabili con quelli dei rilievi svolti nell'ambito del PMA (2015, 2016 e 2017), in quanto riferiti esattamente alla medesima stazione di rilevamento e condotti nel medesimo periodo stagionale (febbraio). Le condizioni di campionamento relative ai dati riportati nei piani di gestione per il 2005 e il 2011 - d'altra parte - non sono note e la sintesi dei dati riporta la dicitura "*densità osservata e non stimata con metodo Zippin". In ogni caso è opportuno - come già specificato nella Relazione di monitoraggio 2014-15 e acquisito tramite l'adeguamento del cronoprogramma del PMA (aggiornamento 2015, trasmesso dal Comune di Peio al Serv. Aut e Val. Ambientali della P.A.T. in data 08.02.2016 - prot. n. 708) - che i rilievi ittiofaunistici del PMA continuino ad essere condotti in fase di magra idrologica invernale, indicativamente nel mese di febbraio, anziché in agosto-settembre, in una presunta fase di magra estiva (in realtà inesistente dato il carattere glaciale del regime idrologico del T. Noce), come inizialmente richiesto dalla Provincia e recepito nello schema cronologico del PMA.

6.4 CONFRONTO RISPETTO ALLE FASI AO, 1.PO E 2. PO

Il confronto dei dati relativi al popolamento ittico raccolti nel 1. anno di applicazione del PMA (*ante operam*) e di quelli raccolti nel 2., nel 3., nel 4. e nel 5. anno di applicazione del PMA (rispettivamente, 1., 2., 3. e 4. anno *post operam*, ovvero 1., 2., 3. e 4. anno di esercizio a regime degli impianti in esame), mostra una evidente e rapida evoluzione positiva del quadro qualitativo e quantitativo del popolamento ittico del Torrente Noce nel tratto soggetto all'impatto più diretto dell'esercizio dei nuovi impianti idroelettrici, ovvero nel tratto sotteso dagli impianti di Contra, Castra e Cusiano - rappresentato dalla stazione N4. Nel 3. anno *post operam* (2017-2018), peraltro, la continua e galoppante tendenza positiva osservata nei tre anni precedenti si era palesemente arrestata, come mostrano in modo coerente tutti i dati qualita-

tivi e quantitativi che descrivevano il popolamento ittico residente. Nel 2018-19 si conferma in sostanza il quadro dell'anno precedente, pur con una minore presenza quantitativa (numerica e soprattutto di biomassa viva) di trote pronta pesca di provenienza piscicoltura e con una discreta ripresa del reclutamento di novellame (coorte 0+).

In generale, si conferma che il complesso delle modificazioni ambientali dovute all'entrata in funzione dei nuovi impianti idroelettrici (riduzione dei dannosi fenomeni di *hydropreaking* pregressi, riduzione della portata media fluente in alveo tra Pont e Cusiano, maggiore concentrazione media degli inquinanti etc.) ha indotto nel suo insieme un effetto positivo sulla ricettività ittiofaunistica e sui caratteri della popolazione di *Salmo (trutta)* residente, che costituisce - come negli anni precedenti del monitoraggio - la componente esclusiva del popolamento ittico del T. Noce.

L'incremento relativo e assoluto registrato nell'ultimo quadriennio dell'abbondanza della Trota marmorata (peraltro con una rilevante incidenza dell'ibridazione con la Trota fario) testimonia l'avvicinamento al popolamento ittico teorico definito dalla Carta ittica, sebbene perduri l'assenza di una rilevante specie associata qual è lo Scazzone e permanga l'inquinamento dovuto all'immissione di pesci di provenienza ittioculturale del tutto estranei all'ittiocenosi spontanea ("pronta pesca"). Questi nel febbraio 2018, a causa della loro accresciuta abbondanza e della loro persistenza durante la stagione invernale, erano stati individuati come la causa principale di un'evidente inversione di tendenza rispetto alla positiva evoluzione dei parametri quantitativi caratteristici della popolazione di *Salmo (trutta)* registrata negli anni precedenti. Il quadro, pur se con minore presenza di pesci di provenienza artificiale e con maggiore reclutamento di novellame, è analogo nel 2018-19.

Nella seguente Tab. 32 sono riassunti i più significativi parametri descrittivi del popolamento ittico e i valori riferiti agli ultimi sei rilievi condotti da vari enti rilevatori tra la fase *ante operam* e il 4. anno *post operam*, oggetto della presente relazione.

fase	data	ente rilevatore	M	F	MF	pronta pesca esclusi n°	M %	F %	MxF %	effettivi n°	LT medio mm
			n°	n°	n°		%	%	%		
A.O.	10/03/2005	FEM (SFF PAT)	0	1	5	0	0,0	16,7	83,3	6,3	208,8
A.O.	19/02/2011	FEM (SFF PAT)	8	6	5	3	42,1	31,6	26,3	20,5	224,5
A.O.	23/02/2015	dott. nat. L. Betti	5	20	22	4	10,6	42,6	46,8	53,3	180,4
P.O.	24/02/2016	Hydrobiologica srl	21	33	19	10	28,8	45,2	26,0	92,6	157,6
P.O.	23/02/2017	Hydrobiologica srl	33	57	53	1	23,1	39,9	37,1	184,5	154,9
P.O.	22/02/2018	Hydrobiologica srl	10	28	36	14	13,5	37,8	48,6	81,2	191,2
P.O.	22/02/2019	Hydrobiologica srl	12	18	25	9	21,8	32,	45,5	81,7	175,8

							7		
data	data	PESO medio	biomassa media	densità media	n. coorti	K medio	coeff. allometria	produzione	età 20 cm
		g	g/mq	ind/mq	n°			g/mq/anno	
A.O.	10/03/2005	108,8	0,97	0,009	3	1,121	2,8479	n.d.	n.d.
A.O.	19/02/2011	134,0	3,92	0,029	4	0,968	2,9118	n.d.	n.d.
A.O.	23/02/2015	85,5	6,51	0,076	8	0,975	2,8269	3,72	39
P.O.	24/02/2016	74,4	9,84	0,132	7	0,982	2,8600	7,60	35
P.O.	23/02/2017	56,3	14,84	0,264	6	0,934	2,9395	10,40	36
P.O.	22/02/2018	86,5	10,04	0,116	7	0,881	3,0316	7,71	38
P.O.	22/02/2019	75,2	8,77	0,117	6	0,913	2,8570	7,48	39

Tab. 32 - Confronto dei dati del popolamento ittico relativi alla stazione N4 del PMA rilevati nel tempo, tra la fase ante operam A.O. e il 4. anno post operam P.O. (elaborazioni HB Srl sulla base di dati forniti dal Serv. Foreste e fauna PAT per gli anni 2005 e 2011 e i dati del PMA per gli anni A.O. = 2014-15, 1. P.O. = 2015-16, 2. P.O. = 2016-17, 3. P.O. = 2017-18, 4. P.O. = 2018-19).

A titolo di ulteriore confronto tra il rilievo *ante operam* del PMA, il rilievo del 1. anno *post operam*, quello del 2. anno *post operam*, quello del 3. anno *post operam* e quello del 4. anno *post operam*, oggetto della presente relazione di monitoraggio, risulta particolarmente utile l'analisi comparativa della struttura della popolazione in coorti riportata nella seguente Fig. 64, che evidenzia come elementi di variazione significativa rispetto all'anno precedente la già discussa persistenza della contrazione numerica della popolazione residente, e soprattutto della coorte 1+, a fronte - peraltro - di una discreta ripresa numerica del novellame (0+).

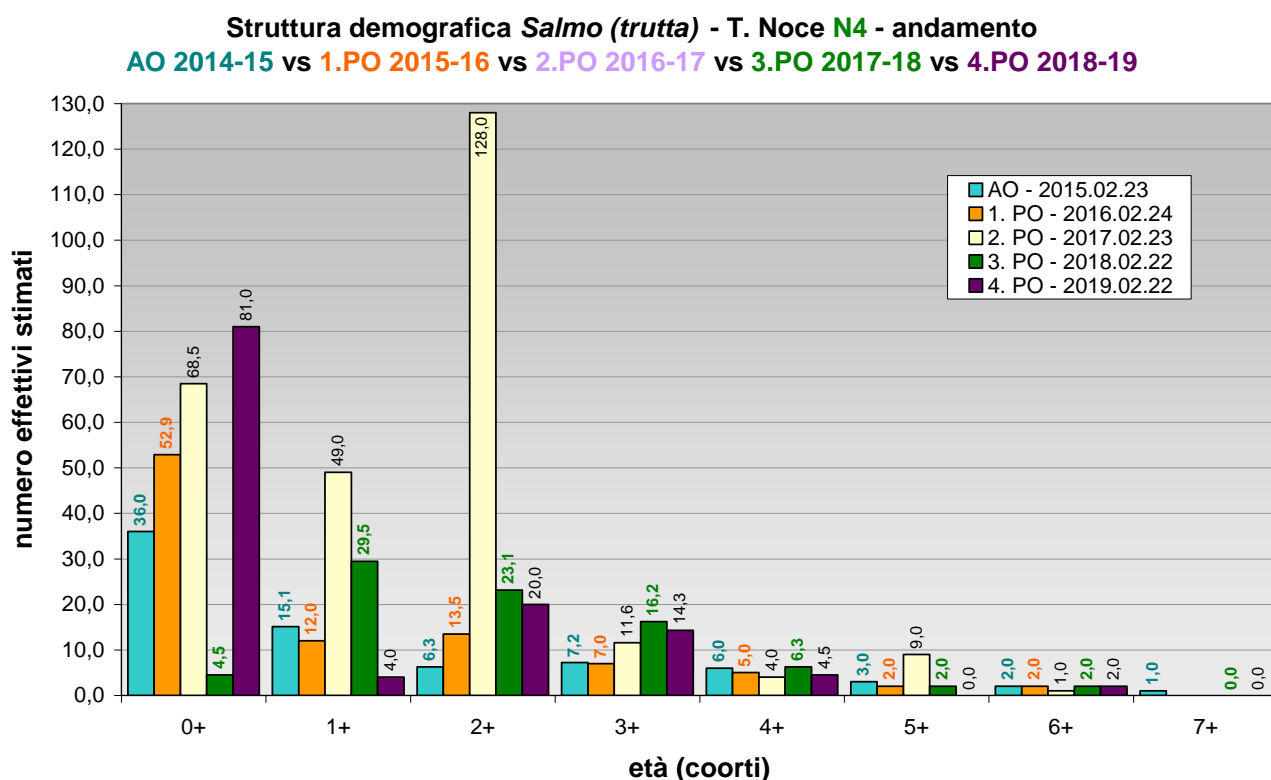


Fig. 64 - Struttura demografica in classi d'età della popolazione di Salmo (trutta) nella stazione N4: confronto ante operam vs 1. anno post operam vs 2. anno post operam vs 3. anno post operam vs 4. anno post operam.

Per confronto tra i dati iniziali di aggiornamento della Carta ittica, il rilievo *ante operam* del PMA, il rilievo del 1. anno *post operam* PMA, quello del 2. anno *post operam* PMA, quello del 3. anno *post operam* PMA e quello del 4. anno *post operam* PMA, oggetto della presente relazione di monitoraggio, è riportata di seguito (Fig. 65) anche l'analisi comparativa dell'andamento dei principali parametri demografici della popolazione di *Salmo (trutta)*, che mostra in modo evidente come dopo anni di progressivo "ringiovanimento" della popolazione (= riduzione del peso corporeo medio) nel 2018 si sia osservata un'inversione di tendenza con un incremento della taglia media e, parallelamente, una discreta diminuzione della densità ittica e della biomassa ittica media per unità di superficie che tornano su valori prossimi a quelli rilevati due anni prima (febbraio 2016). Il 2019, a fronte di un moderato ritorno alla riduzione del peso corporeo medio, mostra tuttavia un valore di densità ittica simile a quello dell'anno precedente e un valore di biomassa media anche inferiore.

La successiva Fig. 66 mostra l'andamento dei suddetti parametri nel solo periodo d'indagine del PMA.

PARAMETRI DI POPOLAZIONE - Salmo (trutta) - N4 - andamento 2005 > 2019

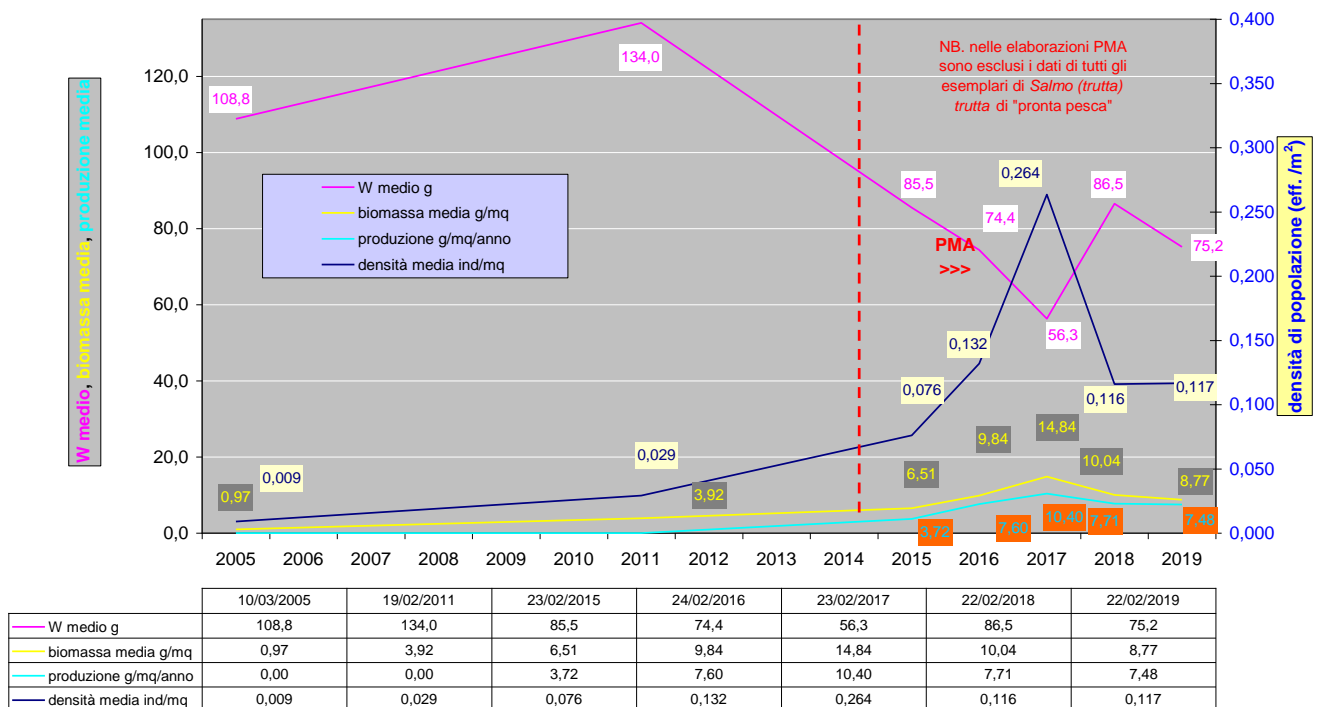


Fig. 65 - Andamento dei principali parametri quantitativi della popolazione di Salmo (trutta) nella stazione N4: confronto dei risultati dei rilievi ante operam (dati pregressi: Piani di gestione pesca - fonte Serv. Faunistico PAT) vs 1., 2., 3. e 4. anno post operam (elaborazioni HB S.r.l.).

PARAMETRI DI POPOLAZIONE - Salmo (trutta) - N4 - andamento 2014/15 > 2018/19

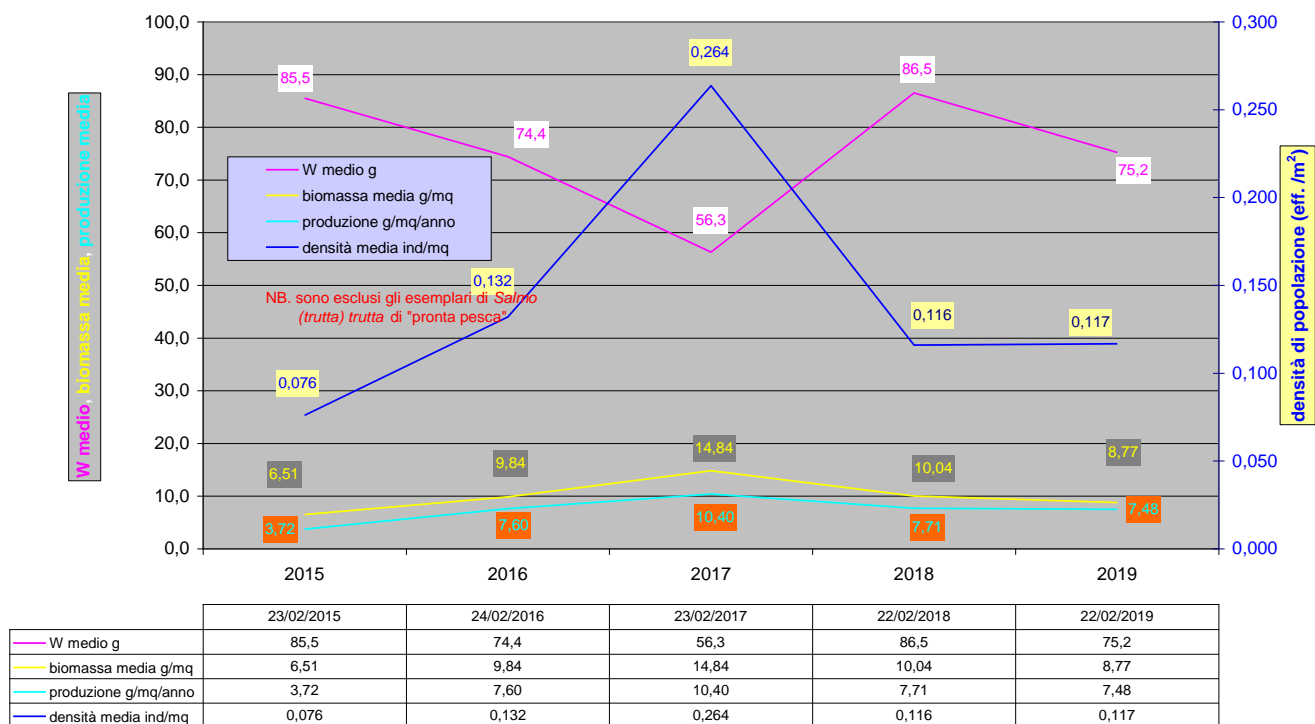


Fig. 66 - Andamento dei principali parametri quantitativi della popolazione di Salmo (trutta) nella stazione N4: confronto dei dati ante operam vs 1., 2., 3. e 4. anno post operam (elaborazioni HB S.r.l.).

7. RISULTATI DELL'ANALISI IDROMETRICA

Il quinto anno di monitoraggio, corrispondente al quarto anno *post operam* (4.PO), ai fini dell'analisi dei dati idrometrici costituisce di fatto il terzo anno completo di funzionamento delle stazioni fisse di monitoraggio infrastrutturate in alveo, durante il quale è avvenuto il previsto rilievo in continuo dei livelli idrometrici e il calcolo degli altri parametri indicati dal PMA, fatto salvo quanto già anticipato nella precedente Relazione 2017-18 e di seguito specificato in relazione alla ridefinizione delle scale delle portate delle stazioni S1 - Pont, S2 - Cogolo e all'alterazione della stazione S3 - Contra.

Rispetto alla versione originaria del PMA, a oggi, non sono intervenute modifiche strutturali in merito agli aspetti idrologici, pertanto per l'inquadramento delle stazioni, delle metodologie di rilevamento, della strumentazione impiegata e delle modalità di gestione dei dati idrologici si rimanda al PMA stesso e alle precisazioni contenute nella Relazione 2015-2016, relativa all'anno di monitoraggio 1.PO.

I rilievi in continuo dei livelli dell'acqua fluente presso le stazioni strumentate in alveo (S-), in continuità con gli anni precedenti, sono stati condotti con sonde di tipo radar e ceramico-capacitive della ditta OTT, rispettivamente modelli RLS e PLS, sottoposte a regolare manutenzione da parte della ditta installatrice Corr-Tek Idrometria s.r.l. Per quanto riguarda i diagrammi delle portate utilizzati per la taratura delle singole stazioni idrometriche (scale delle portate), per l'anno 2018-19, come già anticipato sono stati utilizzati quelli ridefiniti nell'ambito dello studio "*Misure di portata sul T. Noce - Periodo 2018-2019*" di data 30.10.2019 allegato alla presente. Sulla base di una serie di cinque misure di portata per ogni stazione, condotte tra l'estate 2018 e l'estate 2019 mediante il metodo della diluizione salina e il metodo correntometrico con sensore elettromagnetico, è stato possibile ridefinire le scale delle portate delle stazioni S1 - Pont e S2 - Cogolo, con applicazione a partire da luglio 2018, mentre per la stazione S3 - Contra è stata verificata la temporanea impossibilità di procedere a una tale revisione a causa della continua modificazione della sua geometria per deposito di materiale solido sulla platea che definisce la sezione.

Sulla stazione S3 - Contra è stata quindi eseguita una pulizia straordinaria a metà ottobre 2019, anche al fine di recuperare la sensoristica rimasta sommersa, e nel frattempo, considerata la crescente deriva verso l'alto dei livelli idrometrici, a partire da luglio 2018 la rispettiva portata è stata calcolata per sommatoria delle portate misurate nelle stazioni superiori, (S1 e S2 opportunamente traslate dei rispettivi tempi di corrivazione), incrementata mediante un coefficiente proporzionale alla maggiore area contribuente (tarato sulle effettive misurazioni

del periodo precedente) e corretta in fase di funzionamento degli impianti in serie mediante l'inserimento di una portata virtuale aggiuntiva, corrispondente al rilascio dalla vasca C0 della portata di rispetto prevista dalla concessione dell'impianto di Contra. La nuova portata simulata, come denominata sui sensori virtuali, ha restituito un andamento molto verosimile delle portate nella media Val di Peio e ha consentito di svolgere tutte le analisi previste dal PMA.

Precisato quanto sopra, comunque, la struttura della presente relazione rimane identica alla precedente, pertanto la visione d'insieme su scala annuale dei dati di portata rilevati nel corso dell'anno 4.PO è demandata agli allegati PDF in formato A3 (cfr. *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL Idrogrammi annuali.pdf*).

Su scala annuale gli andamenti delle portate in alveo misurate presso le stazioni previste dal piano, mantenendo l'aggiunta della stazione S4 al fine di rappresentare gli andamenti alla chiusura della valle - sebbene per quest'ultima stazione la scala delle portate sia rimasta necessariamente quella originaria, non avendo un'effettiva possibilità di confronto con i dati misurati dalla stazione superiore (S3) - sono confrontati con gli idrogrammi ottenuti dalla somma delle suddette portate fluenti in alveo con le portate turbinate comunicate dai concessionari degli impianti di Contra (S1+C1), Castra (S3+C2) e Cusiano (S4+C3) (cfr. § 7.1). Questi ultimi assumono l'importante significato di rappresentare con buona approssimazione il regime idrologico che nelle rispettive sezioni il corso d'acqua avrebbe manifestato in assenza di derivazione da parte dei tre nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano.

Ai fini dell'inquadramento meteo-climatico, inoltre, continuano a essere utilizzati i dati di temperatura e di precipitazione rilevati dalla stazione meteorologica provinciale di Peio Paese (T0366).

I suddetti idrogrammi di confronto, di fatto, simulano la situazione di spegnimento di un singolo impianto idroelettrico della serie (quello oggetto dell'idrogramma, mentre la serie di impianti a monte rimane attiva) e di conseguente deflusso in alveo delle rispettive portate turbinate, a partire dalle rispettive opere di presa (quindi dallo scarico dell'impianto superiore).

Un idrogramma apposito, invece, confronta gli andamenti annuali delle portate misurate in S1, S2 e S3 rispetto agli andamenti meteoclimatici, al fine di evidenziare tra l'altro - nel contesto delle derivazioni attive al servizio degli impianti HDE di Cogolo Pont, oltreché degli impianti di Contra, Castra e Cusiano - il contributo del T. Noce di Val del Monte, vario e con escursioni giornaliere rispetto a quello molto più stabile del T. Noce Bianco, sulle portate complessive misurate nella stazione S3 a valle di Cogolo.

Nel successivo § 7.2, ai fini di un'analisi più leggibile e di maggior dettaglio, si riporta la serie comparata degli idrogrammi mensili delle portate reali e delle portate ipotetiche (la sopraccitata simulazione "a impianto spento"), rispetto all'andamento termo-pluviometrico della zona,

per la stazione idrometrica S3 ricadente nel tratto sotteso dall'impianto di Castra. Tale stazione, dall'analisi dell'insieme dei dati rilevati, costituisce sempre la sezione più rappresentativa dell'andamento idrologico del T. Noce della Val di Peio, essendo posizionata circa a metà del nuovo tratto sotteso e potendo essere sincronizzata con la misurazione più stabile e attendibile delle portate turbinate, ovvero quella effettuata dall'impianto di Castra.

Nel § 7.3, inoltre, sono descritte a scala settimanale o giornaliera alcune specifiche e caratteristiche situazioni idrometriche rilevate durante l'anno 4.PO.

Le conclusioni riportate nel § 7.4, infine, descrivono in sintesi con riferimento all'anno 4.PO i rapporti rilevanti tra le portate fluenti e le portate turbinate ai fini della produzione idroelettrica e il relativo peso ambientale indotto dalle loro repentine variazioni in alveo.

7.1 PORTATE TURBinate E PORTATE DI RISPETTO DEGLI IMPIANTI

La Relazione di monitoraggio 2015-16, a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti, ha descritto ampiamente le principali criticità riscontrate durante le prime fasi di esercizio dei nuovi impianti in serie, dovute in particolare a:

- picchi giornalieri di livello di breve durata durante le fasi cambio di regime produttivo;
- mancati o ridotti innalzamenti di livello in corrispondenza delle fasi di esercizio a causa del parziale rilascio delle portate di rispetto integrative;
- misure di portata turbinata non coerenti nei tre impianti in serie, in particolare nell'impianto di Contra.

La suddetta Relazione, peraltro, ha chiarito che, già durante il primo anno di monitoraggio *post operam* (1.PO), i ripetuti confronti dello scrivente responsabile esecutivo del PMA (Hydrobiologica S.r.l.) con i concessionari, in merito alle criticità riscontrate, e i primi interventi tecnici adottati hanno sensibilmente ridotto i fenomeni di sfioro idraulico e permesso di regolarizzare la portata aggiuntiva di rispetto ambientale.

Nel corso dell'anno 2.PO, poi, sono stati regolati in maniera sempre più precisa i livelli di attivazione delle vasche di carico di ogni impianto idroelettrico della nuova serie e così facendo sono stati ridotti ulteriormente gli sfiori. In base a quanto sopra, pertanto, nell'anno 4.PO le perdite d'acqua turbinabile rimangono limitate a brevi momenti presso le vasche di carico degli impianti inferiori (C2-Castra e C3-Cusiano), sostanzialmente legate alla rapidità con cui

avviene la variazione di portata turbinabile proveniente da monte (cioè dall'impianto HDE di Pont).

In merito al rilascio della portata aggiuntiva di rispetto ambientale, inoltre, si precisa che durante la fase di inattività forzata degli impianti in serie dovuta allo svaso del bacino di Malga Mare di ottobre 2018, quindi durante l'anno 4.PO, il Comune di Peio ha provveduto a installare la nuova valvola mobile sullo scarico di fondo, con misuratore del livello su stramazzo, presso la vasca di presa dell'impianto di testa di Contra (C0), secondo il progetto autorizzato nel corso della primavera 2018.

Infine, in relazione al sistema di misura della portata turbinata dall'impianto di Contra - preso atto che il Comune di Peio non ha potuto modificare la posizione dei sensori per la mancanza di idonei punti di accesso alla condotta interrata - si precisa che anche nell'anno di monitoraggio 2018-19 tale dato nei grafici e nelle elaborazioni è stato necessariamente sostituito dall'analoga e pressoché coincidente portata dell'impianto di Castra, opportunamente anticipata di 10 minuti ai fini della sincronizzazione con le altre serie temporali di dati.

Per il dato di portata turbinata dall'impianto di Cusiano, come in precedenza, invece, si fa riferimento al valore originale misurato, anche al fine di conteggiare e rappresentare gli sfiori che possono avvenire nella parte bassa della valle, sebbene il valore complessivo del volume annuo turbinato risulti sempre sovrastimato rispetto a quello degli impianti a monte, a causa dei diversi sistemi di calibrazione della misura descritti nella precedente relazione.

7.2 ANDAMENTI MENSILI DELLE PORTATE FLUENTI E TURBinate

Il complesso delle portate rilevate nel corso del quarto anno di monitoraggio *post operam* (4.PO), come negli anni precedenti, è stato analizzato con particolare riferimento ai regimi di deflusso in alveo, misurati presso le stazioni idrometriche S1, S2, S3 e S4, e ai regimi produttivi degli impianti idroelettrici C1, C2 e C3.

Per un'analisi su scala annuale, gli andamenti delle portate totali (simulazione ottenuta dalla somma Q in alveo + Q turbinate) presso le varie stazioni di misura (cfr. allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL Idrogrammi annuali.pdf*), sono stati distinti in base al ciclo giornaliero della produzione idroelettrica (regime continuo o alternato) e, in secondo luogo, in base al numero di ore di funzionamento (regime ridotto $\leq 8h$ o intenso $\geq 8h$).

L'entità e l'andamento delle portate turbinate, inoltre, hanno costituito ulteriori elementi di caratterizzazione delle suddette fasi principali. A tale fine le portate turbinate sono sempre di-

stinte in: Q basse < 3 m³/s, Q intermedie = 3÷6 m³/s, Q elevate > 6 m³/s, con andamento potenzialmente costante o variabile durante le ore di funzionamento.

Dall'applicazione dei suddetti criteri di classificazione convenzionale, come già a partire dall'anno 1.PO, anche nell'anno 4.PO è risultata una suddivisione del regime idrologico in fasi, indicativamente a cadenza stagionale, che in continuità con gli ultimi mesi dell'anno di monitoraggio precedente, in particolare a partire dalla fine della fase primaverile 2018, si caratterizzano come di seguito indicato:

- Fase idrometrica estiva a regime produttivo continuo, con portate basse e variabili (seconda metà di aprile), intermedie e variabili (maggio) elevate e variabili (giugno e luglio) intermedie e variabili (agosto e settembre);
- Fase idrometrica autunnale a regime produttivo alternato e ridotto, con portate basse e variabili su fasi irregolari (ottobre e prima metà di novembre) e con portate anche elevate e molto variabili su fasi irregolari (seconda metà di novembre e dicembre);
- Fase idrometrica invernale a regime produttivo alternato e ridotto (prevalentemente), prima intenso con portate elevate e costanti (gennaio) poi ridotto con portate intermedie e costanti (febbraio e marzo) e frequente suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera);
- Fase idrometrica primaverile a regime produttivo alternato e intenso, con portate basse e variabili (aprile, prima metà di maggio) e intermedie e variabili (seconda metà di maggio) sempre su fasi irregolari, per poi riavviare la fase estiva successiva con gli inizi di giugno.

In relazione all'entrata nel successivo anno di monitoraggio (5.PO), si evidenzia che l'impianto idroelettrico di monte (Cogolo Pont - HDE S.r.l) impone l'entrata nella nuova fase idrometrica estiva a regime produttivo continuo a partire dal 30.05.2019, con portate inizialmente basse e variabili che in pochi giorni divengono elevate e costanti (dalla seconda metà del mese di giugno fino a metà luglio 2019), complessivamente con un ritardo di 38 giorni rispetto all'anno precedente (oggetto della presente relazione) nel quale la fase estiva è iniziata invece precocemente in data 22.04.2018. Il ritardo del 2019 va messo direttamente in relazione alle precipitazioni nevose tardo primaverili che hanno posticipato la morbida da scioglimento nivale di circa un mese, sovrapponendola parzialmente all'avvio di quella glaciale.

A riguardo del termine della precedente fase estiva 2018, invece, si evidenzia che il regime produttivo continuo, sempre determinato dalla centrale idroelettrica di monte, si è concluso in

data 01.10.2018, con un ritardo di 9 giorni rispetto al precedente anno di monitoraggio (3.PO), durante il quale la fase idrometrica estiva è terminata in data 22.09.2017.

In base a quanto sopra, pertanto, nell'anno 4.PO, a fronte dell'espansione del regime produttivo estivo nella stagione autunnale 2018 ma anche del ritardo nell'avvio del nuovo regime produttivo estivo 2019 (a fine anno di monitoraggio), le rimanenti fasi stagionali intermedie (autunnale, invernale e primaverile), hanno subito un'espansione complessiva di un mese rispetto all'anno 3.PO, sempre evidentemente condizionata dalla dinamica produttiva dell'impianto idroelettrico di monte.

Le caratteristiche dei regimi autunnale, invernale e primaverile rimangono sostanzialmente simili nell'anno 4.PO rispetto al precedente 3.PO, fatta salva la suddetta espansione del periodo e ulteriori differenze nelle caratteristiche dei regimi produttivi, come di seguito descritto:

1. Minore durata e maggiore variabilità delle fasi produttive giornaliere e maggiori portate turbinate ($>3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2018; $<3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2017) nel regime autunnale alternato;
2. Minore variabilità e durata delle fasi produttive giornaliere e maggiori portate turbinate ($>3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2019; $<3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2018 a marzo) nel regime invernale alternato;
3. Maggiore variabilità e durata e uguali portate turbinate nel regime primaverile alternato ($<3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2018 e nel 2019).

In continuità con la relazione precedente, anche nella seguente discussione analitica dei dati, si fa sempre riferimento agli andamenti delle portate nella stazione idrometrica S3 - Contra (istogramma azzurro per le portate S3 simulate a valle della presa C2 on, nello scenario con impianto C2 - Castra regolarmente in funzione) in confronto con gli andamenti delle portate turbinate dall'impianto di Castra, visibili per differenza nella simulazione con tutte le portate transistanti in alveo e impianto C2 spento (portate S3+C2 = istogramma rosso). La stazione fissa di misura S3 - Contra, tuttavia, come già precisato sopra, dalla primavera 2018 all'estate 2019 è stata interessata da continui eventi di trasporto solido che ne hanno ripetutamente modificato la geometria, imponendo la ricostruzione della serie delle portate.

Nonostante la ricostruzione virtuale degli andamenti per l'anno 4.PO, il regime delle portate descritto per questa stazione continua a rappresentare efficacemente i principali fenomeni idrologici caratteristici del tratto sotteso alla serie dei tre impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano.

Analoghe elaborazioni, ove utile o necessario, possono essere prodotte anche per l'impianto di Contra (C1), con i dati della stazione idrometrica S1, e per l'impianto di Cusiano (C3), con i dati della stazione idrometrica S4. Per un opportuno inquadramento meteo climatico nei gra-

fici sono riportati anche gli andamenti delle precipitazioni orarie rilevate presso la stazione meteorologica di Peio Paese (istogramma blu dall'alto).

Dall'analisi degli idrogrammi annuali allegati, dei seguenti grafici a cadenza mensile (cfr. da Fig. 67 a Fig. 79) e degli approfondimenti riportati nel paragrafo successivo emerge complessivamente il quadro di seguito descritto:

1. come già evidenziato negli anni precedenti, i deflussi in alveo mantengono un andamento fortemente stabilizzato rispetto alle variazioni di portata (*hydropeaking*) che si generavano, e si genererebbero tuttora, con la restituzione in alveo nel nuovo tratto sotteso delle portate turbinate dall'impianto idroelettrico preesistente di monte;
2. la prevista riduzione del fenomeno dell'*hydropeaking* e, in controtendenza, il rilascio della portata aggiuntiva di rispetto ambientale durante le fasi di funzionamento della serie idroelettrica, sono entrambi fenomeni riconfermati dai dati rilevati, per la cui quantificazione si rimanda ai punti già illustrati nella relazione dell'anno 1.PO;
3. anche durante l'estate 2018 le portate turbinate nel regime produttivo continuo risultano molto variabili, in ragione sia delle disponibilità giornaliere alle varie opere di presa sia della pratica del concessionario di monte di turbinare, per alcune ore al giorno, anche l'acqua invasata nei bacini artificiali in quota; come negli anni precedenti, in alcune giornate estive si registrano anche brevi picchi di portata in alveo (coincidenti con picchi di torbidità), dovuti alle fasi di pulizia delle vasche Dufour presso la vasca di Malga Mare (impianto idroelettrico di Cogolo Pont - HDE S.r.l.), oppure incrementi di maggior durata (scalini di alcune ore) dovuti all'apertura delle opere di presa a Malga Mare al fine di evitare l'inghiaimento delle stesse durante gli eventi di trasporto solido più intensi (cfr. giorni 04. e 05.08.2018, 24.09.2018, e il periodo particolarmente intenso 10.06. - 03.07.2019);
4. la fase produttiva estiva del 2018 costituisce la stagione più lunga a regime continuo registrata dall'inizio del monitoraggio, con 161 giorni di lavorazione anche notturna delle acque;
5. nell'autunno 2018 la pulizia della vasca di accumulo di Malga Mare (impianto idroelettrico di monte - HDE S.r.l.), eseguita nel rispetto delle nuove prescrizioni di svaso come l'anno precedente e con quantitativi di limo sempre molto elevati (cfr. Fig. 80), presenta la maggiore durata finora registrata, dal 01. al 08.10.2018 (cfr. Fig. 70), pari a 7 giorni effettivi (escluse le notti) di pulizia rispetto al minimo di 4 giorni degli anni 2015 e 2016;

6. in applicazione delle nuove prescrizioni APRIE, l'operazione di svaso dell'ottobre 2018, come nel 2017 è avvenuta con la sospensione della derivazione degli impianti in serie e il completo rilascio in alveo di quanto turbinato da HDE con il gruppo Cogolo 2 - Pian Palù, al fine di aumentare ulteriormente la diluizione dei limi rispetto a quanto già prescritto nell'autorizzazione allo svaso (det. n. 244 del 2015 del Dirigente del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche); pertanto a valle di Cogolo Pont sono presenti in alveo portate diurne praticamente doppie rispetto agli anni precedenti;
7. dopo lo svaso la produzione autunnale si mantiene alternata e ridotta, cioè con meno di otto ore al giorno di attività continuativa, fino a tutto il mese di dicembre, peraltro con portate molto variabili da basse a elevate, come nel precedente autunno 2017, fatto salvo il periodo di piena conseguente alla Tempesta Vaia che presenta un regime a produzione (quasi) continua con basse portate per alcuni giorni di novembre;
8. durante l'inverno 2018-19 sono state registrate precipitazioni inferiori del 30% rispetto a quelle dell'inverno precedente, tuttavia il regime produttivo - dipendendo principalmente dall'impiego delle riserve idriche accumulate nei bacini artificiali - è rimasto inizialmente intenso, e con portate turbinate in aumento, a gennaio, per poi divenire ridotto e con portate in calo nei mesi di febbraio e marzo come nell'anno precedente;
9. la fase produttiva primaverile 2019, avviata a partire dai primi giorni di aprile e durata fino alla fine di maggio, è stata caratterizzata da una costanza delle portate ma da un deciso incremento dei tempi di produzione, sia rispetto ai mesi invernali precedenti sia rispetto alla corrispondente fase primaverile dell'anno precedente; di fatto le due brevi fasi produttive giornaliere, caratteristiche delle primavere 2017 e 2018 e corrispondenti alle ore di punta nel consumo di energia (la fase mattutina e la fase pomeridiana/serale), nella primavera 2019 si trasformano in un'unica lunga fase produttiva giornaliera;
10. dalla fine del mese di maggio, con un mese e mezzo di ritardo rispetto all'anno precedente, infine, si assiste al passaggio dal regime primaverile alternato al regime produttivo continuo, caratterizzato da poche giornate a portate basse e variabili per poi passare a metà del mese di giugno a portate elevate e costanti (cfr. Fig. 78);
11. nel complesso, nel corso dell'anno 4.PO, le portate naturali misurate in alveo presentano dei valori medi maggiori e delle variazioni stagionali più accentuate, legate al passaggio della Tempesta Vaia, alle maggiori precipitazioni nevose tardo primaverili e alla morbida primaverile posticipata e in parte sovrapposta alla fase da scioglimento glaciale, pertanto con portate più elevate (cfr. andamento annuale S1-S2-S3 in allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL IDROGRAMMI ANNUALI.pdf*);

12. le variazioni delle portate in alveo più direttamente legate alla gestione idroelettrica, pertanto, divengono più intense e significative rispetto a quelle degli anni precedenti, in quanto gli sfiori alle opere di presa del concessionario di monte - HDE S.r.l. crescono in risposta sia agli eventi naturali più intensi sia alle conseguenti complicazioni gestionali, come ad esempio ad agosto 2018 durante i temporali che hanno generato una colata detritica sul Rio Taviela, compromettendo le opere di presa presenti, o a metà giugno 2019 durante la fase di piena, da precipitazioni in corso, che si è sovrapposta e sommata all'avvio della morbida nivo-glaciale, dovuta alle abbondanti precipitazioni nevose del mese di maggio e ai rialzi termici di giugno;

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m³/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m³/s)

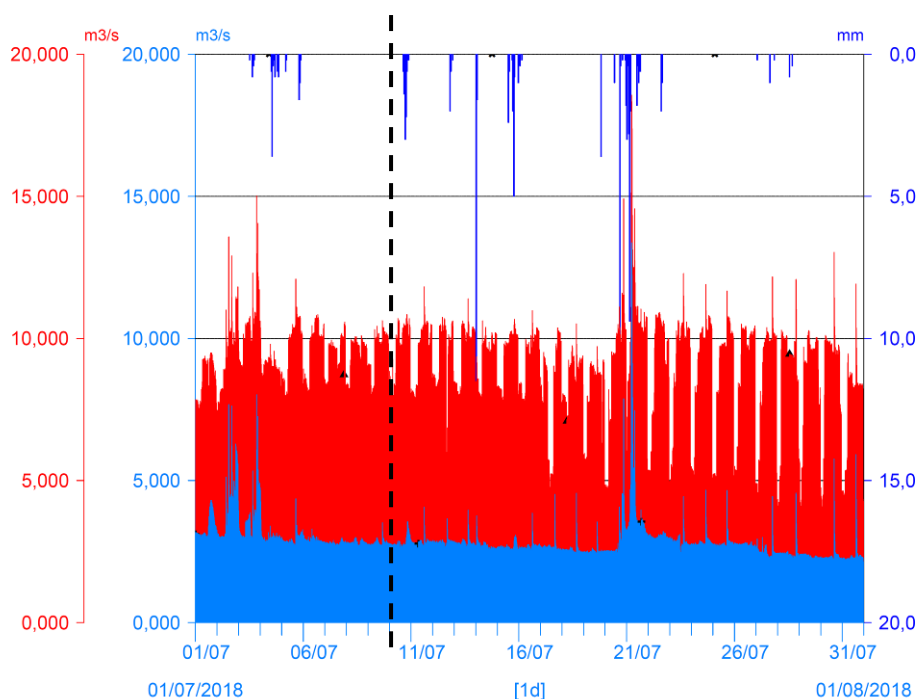


Fig. 67 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di LUGLIO 2018. Con linea tratteggiata nera è indicato l'avvio dell'anno di monitoraggio 4.PO.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

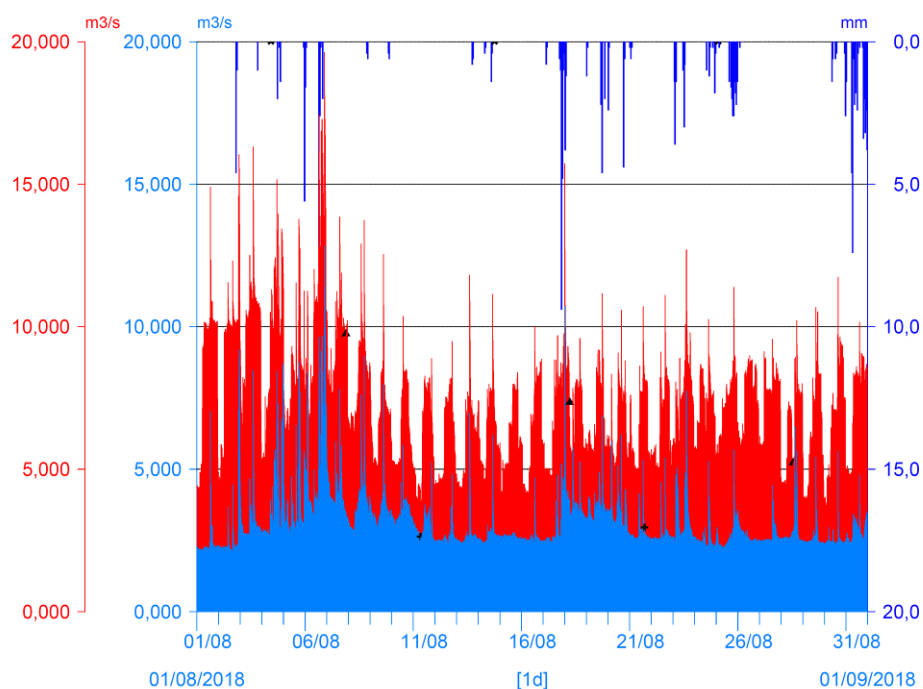


Fig. 68 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di AGOSTO 2018.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

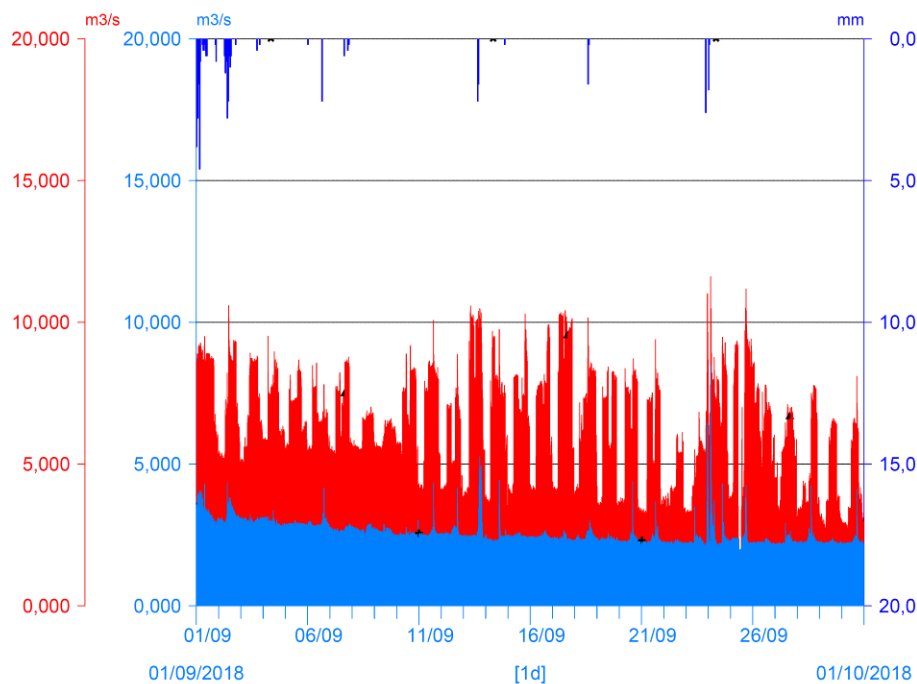


Fig. 69 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2018.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

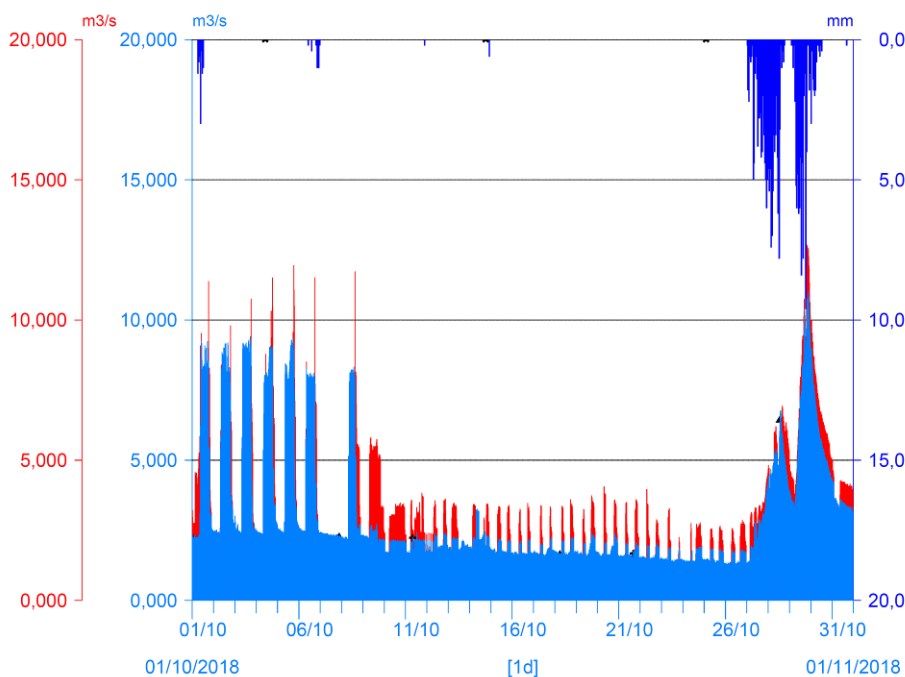


Fig. 70 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di OTTOBRE 2018. Notare il giorno 14.10 la prima breve interruzione degli impianti in serie con hydropeaking imprevisto di grado basso rispetto all'hydropeaking programmato e prescritto di grado intermedio, durante lo svasso di Malga Mare, in confronto, infine, alla variazione idrologica di grado elevato dovuta alla Tempesta Vaia.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

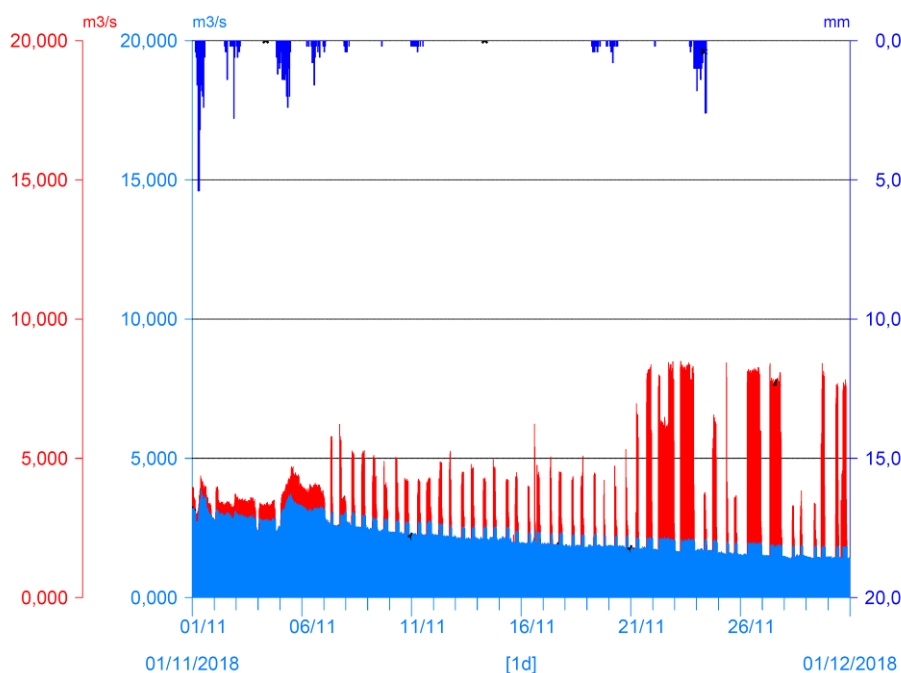


Fig. 71 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2018.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

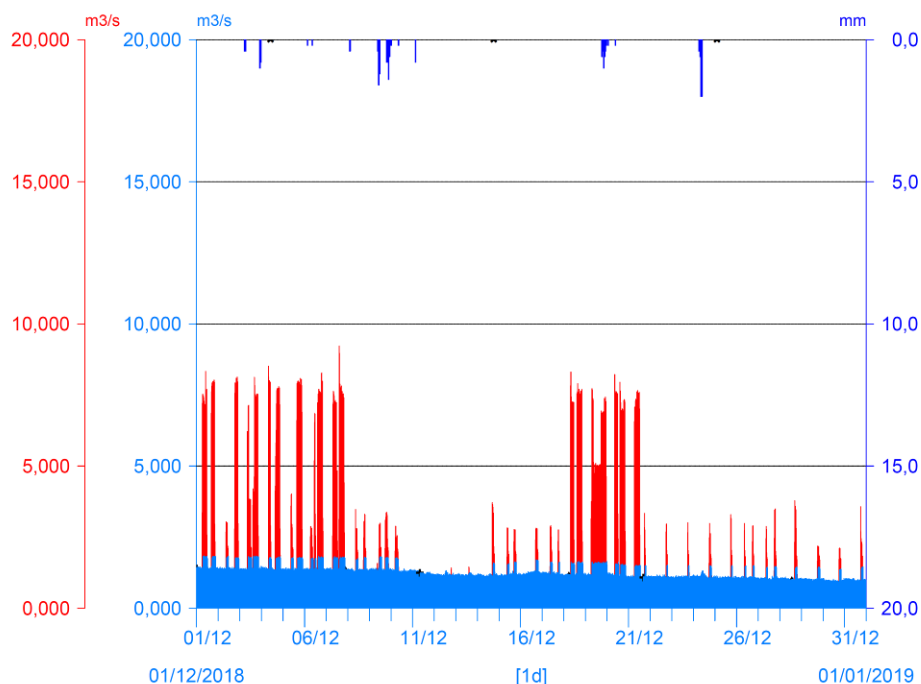


Fig. 72 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di DICEMBRE 2018.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

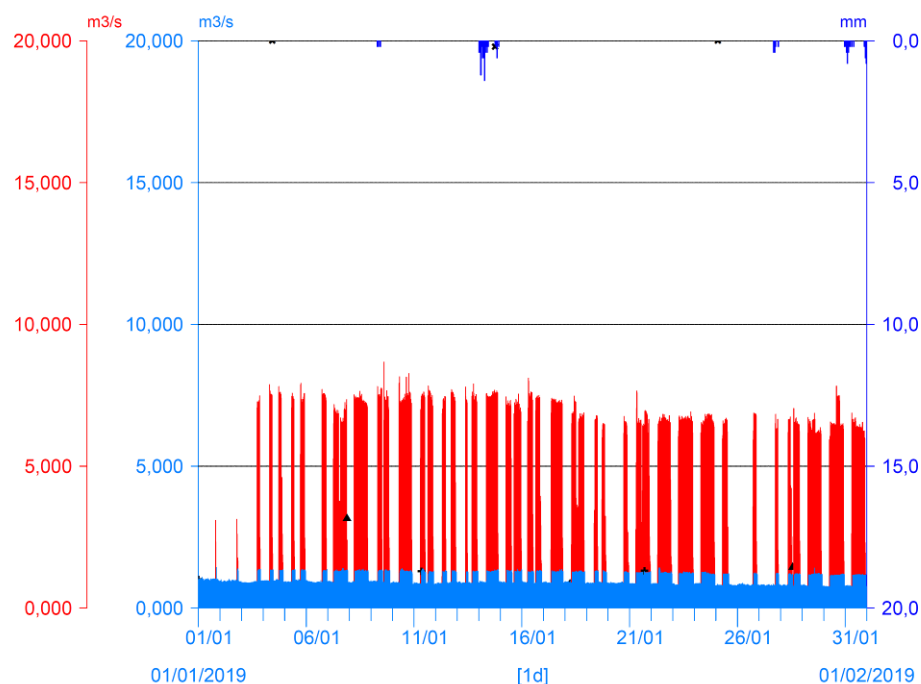


Fig. 73 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di GENNAIO 2019.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

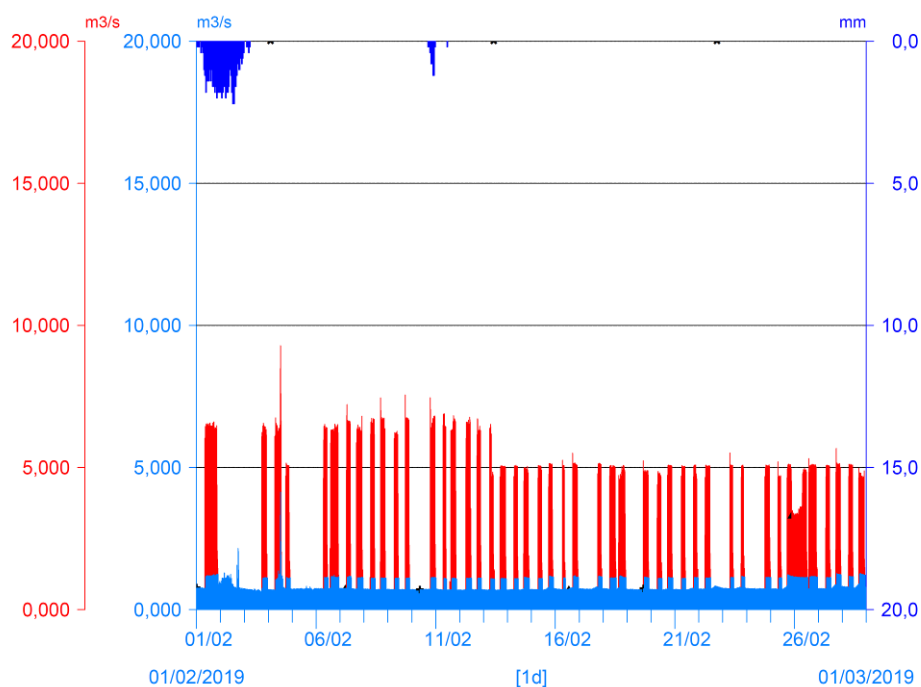


Fig. 74 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2019.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

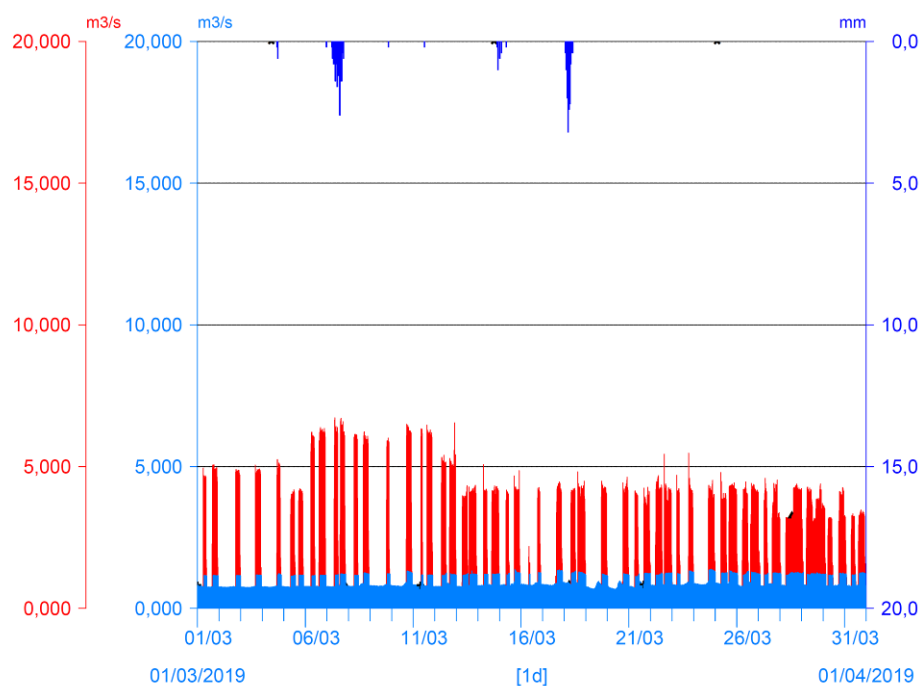


Fig. 75 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di MARZO 2019.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

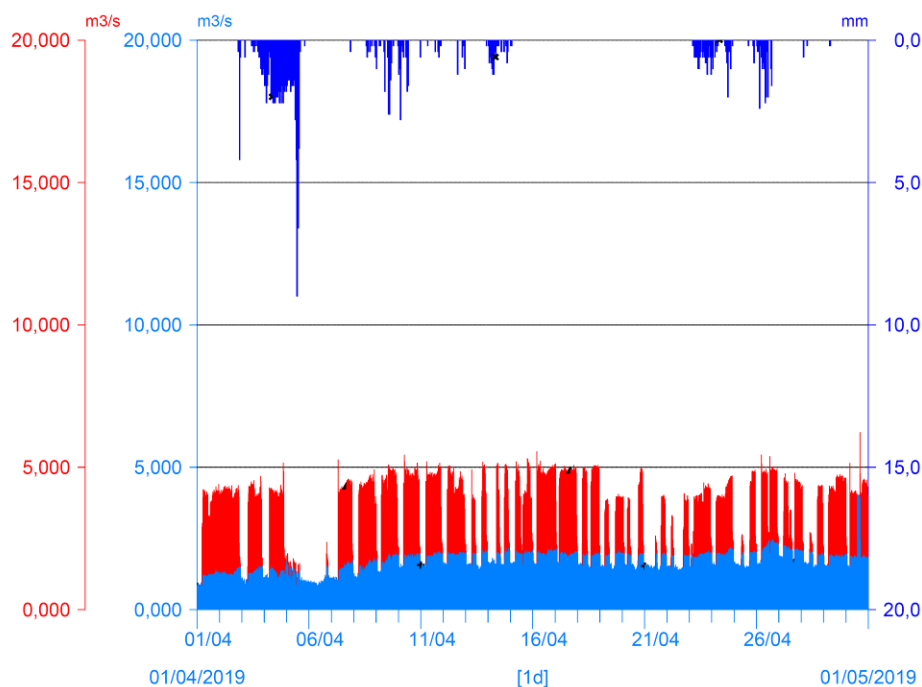


Fig. 76 - Idrogrammi comparati S3+Q2 vs S3 del mese di APRILE 2019. Notare nell'ultimo giorno del mese la seconda breve interruzione degli impianti in serie con hydropeaking di grado intermedio.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

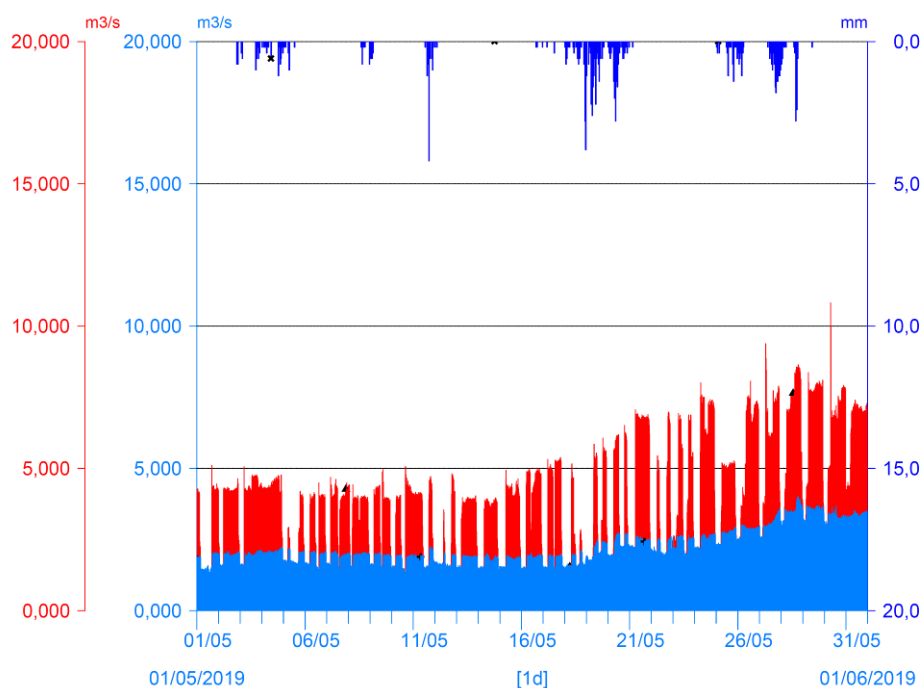


Fig. 77 - Idrogrammi comparati S3+Q2 vs S3 del mese di MAGGIO 2019.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

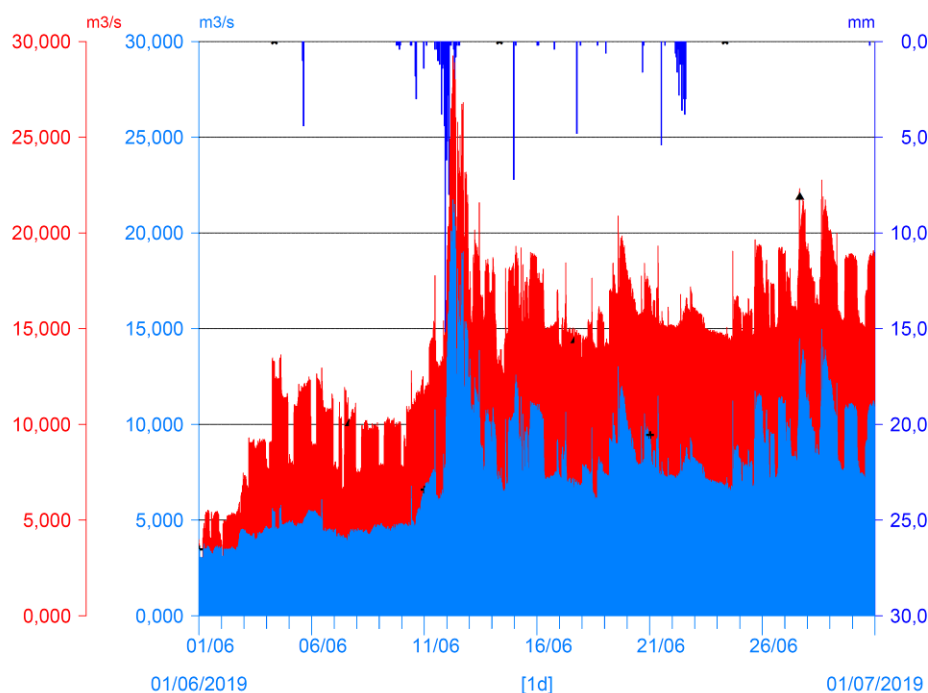


Fig. 78 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di GIUGNO 2019. Notare il cambio di scala per le portate, al fine di includere i picchi di piena del 12.06.2019 e la produzione a Qmax costanti.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 on (m3/s)

* T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)

^ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Simulata Q valle presa C2 off (m3/s)

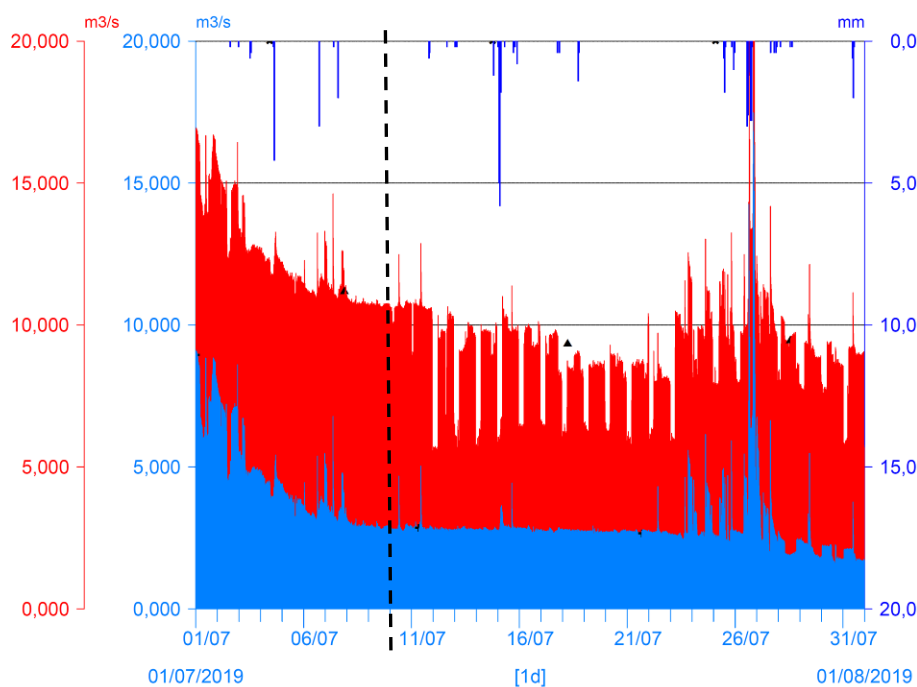


Fig. 79 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 4.PO, poco prima della fine del periodo a produzione continua con portate turbinate massime e costanti, iniziato a metà giugno 2019.

7.3 ANALISI DELLE CONDIZIONI IDROMETRICHE PARTICOLARI

In continuità con la precedente relazione, vengono di seguito presentati alcuni grafici di dettaglio, relativi alle stesse serie dati presentate nel precedente paragrafo, rappresentativi invece dell'andamento a scala settimanale o giornaliera.

La descrizione degli andamenti idrometrici caratteristici delle quattro fasi stagionali sopra individuate (1. estiva a regime produttivo continuo, 2. autunnale a regime produttivo alternato e ridotto, 3. invernale a regime produttivo alternato e prevalentemente ridotto, 4. primaverile a regime alternato e intenso) è già stata svolta tramite i grafici di approfondimento delle precedenti relazioni di monitoraggio. Considerato che queste fasi stagionali, e gli eventi ordinari che le caratterizzano, si ripresentano con caratteristiche simili ogni anno e che le eventuali variazioni riguardano principalmente la loro durata e l'entità delle portate coinvolte, come già descritto nel precedente § 7.2., si è ritenuto di rimandare alle precedenti relazioni gli eventuali approfondimenti.

Pertanto, anche le analisi di dettaglio degli eventi idrometrici naturali, dovuti a rialzi termici o precipitazioni ordinarie, o degli eventi artificiali, che dipendono invece dall'ordinaria gestione dell'impianto idroelettrico HDE di Cogolo Pont, a cui la serie di impianti in oggetto è collegata (con specifico riferimento alla pulizia delle vasche Dufour), sono rimandate agli approfondimenti già svolti nelle precedenti relazioni di monitoraggio.

L'obiettivo di questa relazione di monitoraggio, invece, consiste nell'analisi degli eventi significativamente differenti, per tipologia o magnitudo, e nella descrizione dei relativi effetti idraulici, che in ordine cronologico per l'anno 2018-19 consistono in:

- Evento idraulico di svaso autunnale del bacino di Malga Mare (impianto HDE - ex Enel di Pont) (con rilascio delle portate turbinate del gruppo Cogolo 2 - Pian Palù allo scarico dell'impianto HDE di Cogolo Pont, ai fini dell'ulteriore diluizione del trasporto solido);
- Evento idraulico di blocco delle derivazioni nel bacino del T. Noce di Val del Monte;
- Evento idraulico a regime produttivo continuo durante la Tempesta Vaia;
- Evento idraulico di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale 2019.

In considerazione della sostanziale uniformità delle portate turbinate dai tre impianti in serie, fatte salve lievi differenze dovute ai possibili sfiori dalle vasche di carico (che comunque non modificano le considerazioni generali sugli andamenti idrometrici), per le seguenti analisi di dettaglio, come nelle precedenti relazioni, sono considerati solamente i dati registrati presso

l'impianto di Castra (C2) e la stazione idrometrica S3 - Contra, sebbene nell'anno di monitoraggio 4.PO, come già precisato, tale ultimo dato sia ricostruito per via deduttiva in base alle misurazioni delle stazioni superiori.

Le condizioni idrometriche analizzate, pur con gli adattamenti di cui sopra, rimangono quindi relative alla porzione intermedia della Valle di Peio, quella di fatto più rappresentativa in termini idrologici, e come tali descrivono il comportamento del corso d'acqua nell'intero tratto sotteso alle derivazioni idroelettriche in serie. Per garantire la continuità a livello grafico, nelle rappresentazioni viene utilizzato lo stesso modello impiegato per gli andamenti mensili delle portate, a cui peraltro viene aggiunta la temperatura atmosferica.

7.3.1 Evento idraulico di svaso annuale del bacino di Malga Mare

Le operazioni di pulizia dai sedimenti dell'invaso artificiale di Malga Mare, descritte dalla seguente Fig. 80, sono state svolte dal concessionario di monte da lunedì 01. a lunedì 08.10.2018 in applicazione della determinazione del Dirigente del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) n. 244 del 21.09.2015. Tale atto autorizza il rilascio straordinario, nell'alveo del T. Noce Bianco a valle di Malga Mare, delle portate provenienti dall'impianto HDE di Malga Mare - oltre che delle portate naturali non captate transitanti attraverso il sistema di presa sul T. Noce Bianco a Malga Mare - fino a un massimo complessivo di 3 m³/s, nel rispetto di specifici parametri turbidimetrici. Analogamente, lo svaso del precedente anno 3.PO è stato svolto da lunedì 09. a sabato 14.10.2017, nel rispetto delle stesse prescrizioni tecniche.

Considerando anche il sistema degli impianti in serie sottostanti, inoltre, entrambi gli svassi 2017 e 2018 sono stati svolti nel rispetto di un'ulteriore prescrizione, temporaneamente imposta da SGRIE di fatto a tutti i soggetti concessionari (HDE S.r.l., Comune di Peio, Alto Noce S.r.l.), come già precisato nel precedente § 2.2. Tale condizione aggiuntiva consiste nel rilascio in alveo delle portate turbinate da HDE (provenienti dal solo ramo di Pian Palù, in quanto la derivazione dal bacino di Malga Mare è bloccata) in ragione di ulteriori 3 m³/s scaricati prima della vasca di presa C0 in località Pont, durante le fasi giornaliere di fluitazione dei limi, senza che gli impianti sottostanti possano derivare tali acque. Come risulta evidente dal seguente confronto grafico, l'operazione di svaso 2018 è durata complessivamente 2 giorni in più di quella 2017, dei quali uno intermedio di sospensione (domenica) e uno aggiuntivo (lunedì) di effettiva pulizia della vasca e conseguente fluitazione a valle dei limi.

L'assenza di istogramma rosso al di sopra delle portate fluenti in S3 - Contra (istogramma azzurro) in corrispondenza delle fasi di svaso indica l'interruzione della derivazione dalla va-

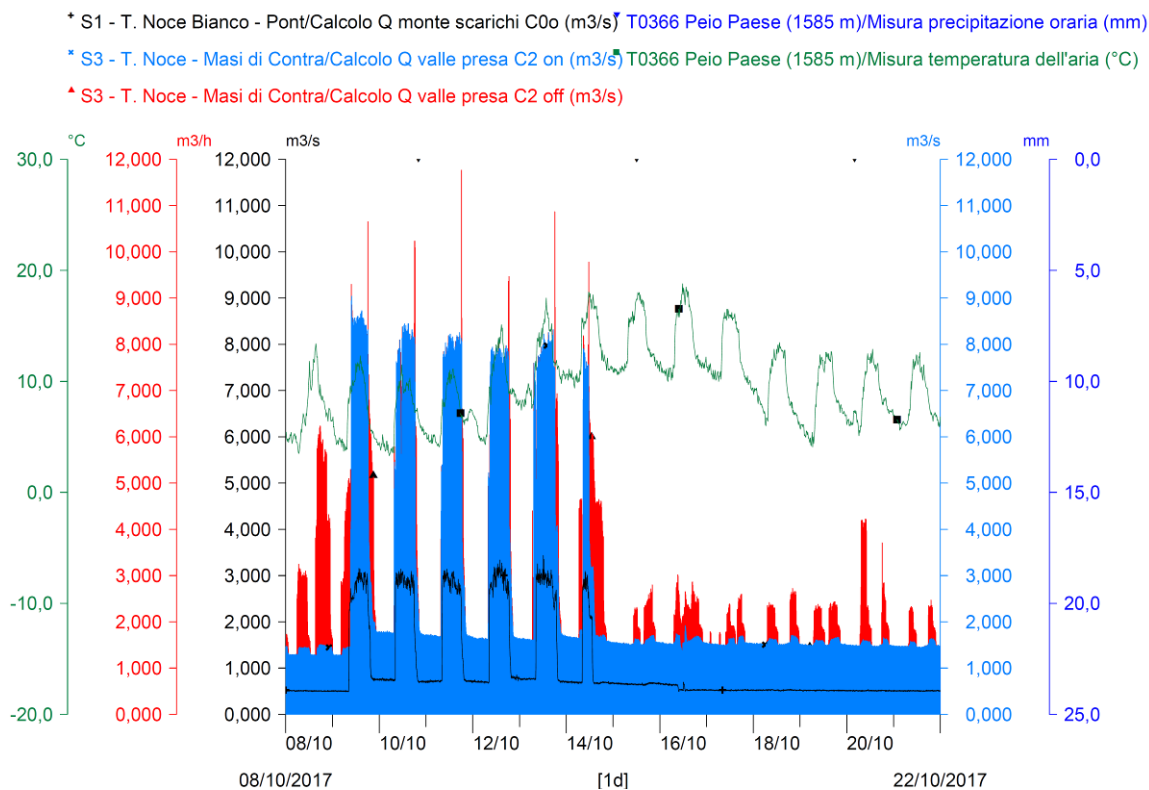
sca di presa di Contra (C0 - Pont) e conferma che tutta la portata turbinata dal gruppo Cogolo 2 - Pian Palù, pari mediamente a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, assieme alla portata del T. Noce di Val del Monte, mediamente pari a $1 \text{ m}^3/\text{s}$, si aggiunge a quella proveniente da Malga Mare, diluendo ulteriormente i limi nella media e bassa Val di Peio. Di fatto, durante entrambe le operazioni di svaso 2017 e 2018 le portate transitanti presso la stazione S3 - Contra sono indicativamente doppie rispetto a quelle rilevate presso la stazione S1 - Pont. Peraltro, mentre nel 2017 la misurazione delle portate in S3 - Contra è corretta, nel 2018 tale misurazione diretta può essere solo indicativa in quanto subisce una progressiva deriva verso l'alto, ben visibile durante le stesse operazioni di svaso, a causa del progressivo inghiaimento della canaletta.

Nei seguenti grafici, proprio per evidenziare tale deriva si utilizza appositamente il valore misurato in S3 - Contra, a differenza che nei precedenti idrogrammi mensili nei quali, per ricostruire un quadro coerente di dati nella rete di monitoraggio, si utilizza invece il valore dedotto a partire dalle misurazioni nelle stazioni superiori.

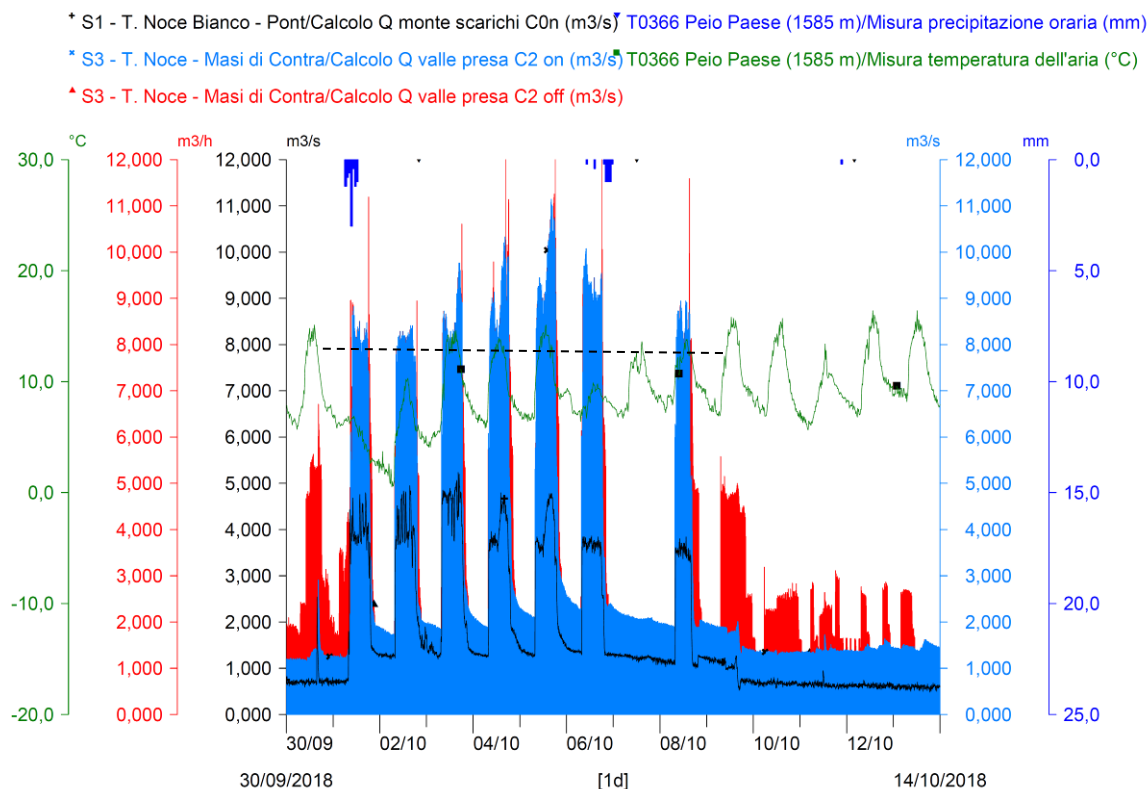
Come nella precedente relazione si evidenzia che solamente durante le brevi fasi di avvio e di termine della programmazione HDE del gruppo Cogolo 2 - Pian Palù, ma a operazioni di svaso ferme presso il bacino di Malga Mare, gli impianti in serie intercettano e turbinano, mediamente per qualche minuto, le portate scaricate da monte generando dei sottili istogrammi rossi ai margini della fase di pulizia che si affiancano e sovrappongono alle portate fluenti in alveo.

Come già evidenziato anche nelle relazioni precedenti, durante le ore notturne e le fasi con impianto di Malga Mare spento risulta evidente che le portate transitanti nel T. Noce Bianco a Malga Mare non sono state derivate dal concessionario di monte, in piena applicazione dell'autorizzazione allo svaso, proprio al fine di continuare a fluitare i limi depositatisi in alveo. Questa mancata derivazione a Malga Mare genera una base di maggiori portate fluenti rilevata sia in S1 - Pont che in S3 - Contra, ben visibile rispetto alla media delle portate notturne precedenti l'inizio dello svaso, il cui incremento nel 2018, misurato poco prima dell'avvio giornaliero delle operazioni di svaso è quantificabile in media pari a $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rispetto al precedente anno 2017, quando la variazione notturna era stata quantificata mediamente in $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, il maggior incremento delle portate fluenti, con derivazione di Malga Mare inattiva, va messo direttamente in relazione alle maggiori temperature delle settimane precedenti (la T media di settembre 2017 è pari a $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$, mentre quella di settembre 2018 è pari a $12,6 \text{ }^\circ\text{C}$) e dunque al maggior deflusso naturale da scioglimento glaciale.



A



B

Fig. 80 - Confronto tra portate turbinate dalla serie idroelettrica (istogramma rosso = QC2 + QS3), portate misurate in alveo (linea nera = QS1 e istogramma azzurro = QS3) rispetto a precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e temperature atmosferiche (linea verde) durante l'EVENTO DI SVA-SO DEL BACINO DI MALGA MARE nel precedente anno 2017 (A) e nell'anno 2018 (B) con la specifica che i valori QS3 dell'anno in oggetto sono affetti da deriva, a causa dell'interrimento della stazione, ma rappresentano in maniera realistica i primi due giorni di svasso (rimanendo allineati sotto la linea tratteggiata).

Alte temperature e maggiori deflussi sono le cause naturali che hanno determinato la fase estiva a regime continuo più lunga finora registrata, il cui termine coincide proprio con l'inizio dello svaso in data 01.10.2018, mentre l'anno precedente la corrispondente fase produttiva continua si era conclusa il 22.09.2017.

Alle maggiori portate "di base" (notturne) misurate nella stazione S1 - Pont, complessivamente pari a $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ - a cui nelle ore diurne più calde deve essere aggiunta un'ulteriore quota da scioglimento glaciale - durante le fasi attive di pulizia all'interno della vasca, si aggiungono in alveo le acque turbinate dalla centrale HDE di Malga Mare, fino alla rispettiva portata massima di circa $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale portata proviene direttamente dal bacino artificiale del Careser ed è utilizzata in parte per la pulizia tramite idranti all'interno della vasca e, per la maggior parte, in alveo per la diluizione dei limi rimossi dal fondo della vasca.

Si ricorda che tali operazioni devono avvenire nel rispetto dei parametri prescritti al solo concessionario di monte, ossia un massimo di portata autorizzata in alveo a Malga Mare pari a $3 \text{ m}^3/\text{s}$ più altri parametri di torbidità e trasporto solido.

Pertanto, le variazioni dei parametri di portata e di torbidità misurati a Pont nell'ambito del monitoraggio in oggetto, relativamente al prima e al dopo dei singoli eventi di pulizia, al netto dell'incremento di bacino dalla sezione di Malga Mare a quella di Pont, confermano di fatto il rispetto dei parametri di svaso.

7.3.2 Evento idraulico di blocco delle derivazioni nel bacino del T. Noce di Val del Monte

In Fig. 81 si descrivono gli effetti generati al termine delle suddette operazioni di svaso, quindi durante la parte centrale del mese di ottobre, dalla riattivazione della derivazione di Malga Mare sul T. Noce Bianco e dalla contemporanea messa fuori servizio, per lavori già programmati, della galleria di gronda proveniente dal bacino di Pian Palù e delle prese a esso afferenti presenti lungo il versante sinistro della valle, con il conseguente ripristino del deflusso naturale, quanto meno nel bacino residuo a valle dello sbarramento di Pian Palù.

L'idrogramma rappresentato dalla linea nera, infatti, evidenzia che in data 09.10 è avvenuta la riattivazione della presa di Malga Mare, con la derivazione di circa $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ di portate eccedenti il DMV da rilasciare a Malga Mare (di valore stagionale pari a $0,215 \text{ m}^3/\text{s}$) e la conseguente stabilizzazione delle portate che, misurate presso la stazione S1 - Pont, raggiungono il valore medio di $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$.

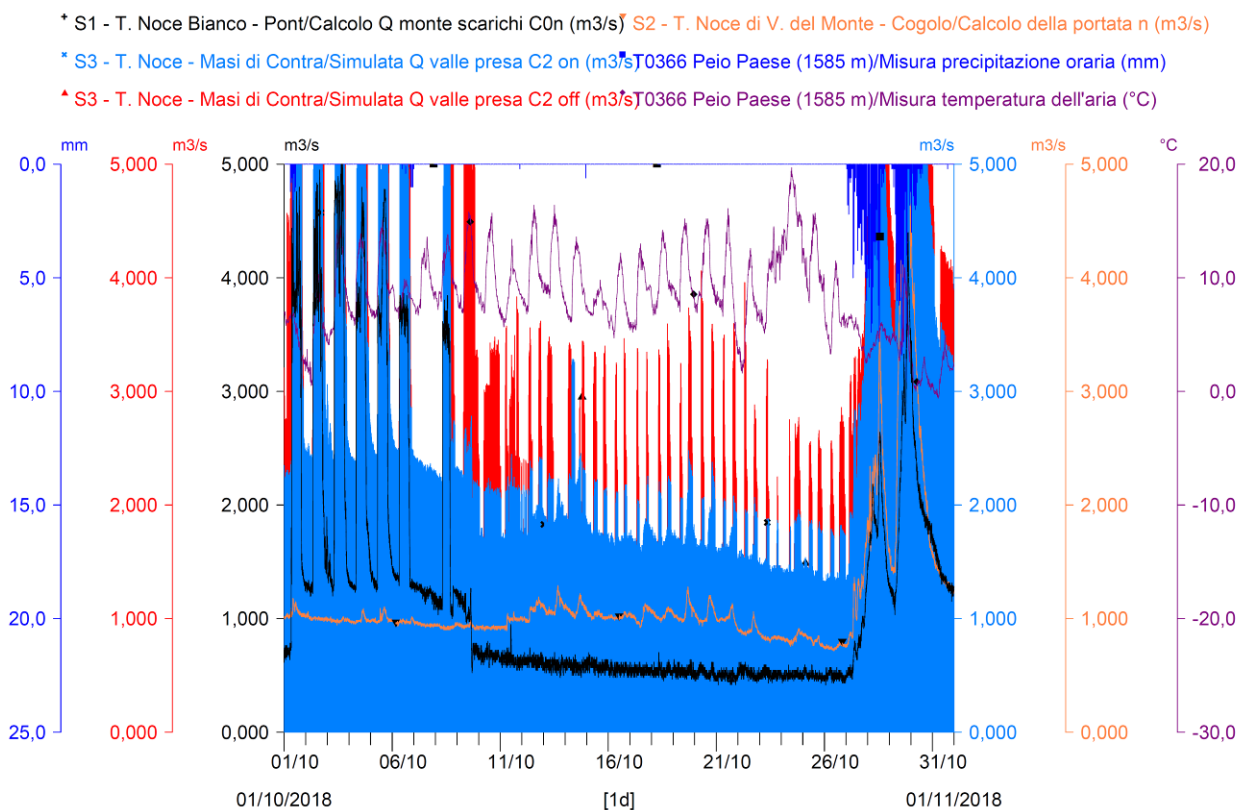


Fig. 81 - Confronto tra portate turbinate dalla serie idroelettrica (istogramma rosso = QC2 + QS3), portate misurate in alveo (linea nera = QS1, linea arancione = QS2 e istogramma azzurro = QS3) rispetto agli andamenti delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante il mese di ottobre 2018, con scale delle portate ingrandite, per evidenziare le variazioni relative di portate fluenti residue nel bacino del T. Noce Bianco e del T. Noce di Val del Monte.

Due giorni dopo la variazione in discesa delle portate misurate in S1 - Pont (linea nera) si nota invece la variazione in aumento delle portate misurate in S2 - Cogolo (linea arancione), resa ancora più evidente dalla sua variabilità circadiana, precedentemente assente in quanto ordinariamente derivata dalle opere di presa collegate alla galleria di gronda (ramo Pian Palù).

L'idrogramma rappresentato dalla linea arancione, in questo caso, evidenzia chiaramente che in data 11.10 è avvenuta la messa fuori servizio della galleria, con l'immediata aggiunta alle portate residue del periodo precedente, pari in media a 0,95 m³/s, delle portate naturali provenienti dagli alti bacini, in ragione di una variazione media (mancata derivazione) di 0,15 m³/s, ma con punte fino a 0,35 m³/s di maggior deflusso rispetto allo scenario derivato ordinario. Le variazioni sopra descritte chiaramente si compensano dopo la confluenza dei due rami del T. Noce e vengono attenuate nella misurazione finale alla stazione S3 - Contra.

7.3.3 Evento idraulico a regime produttivo continuo durante la Tempesta Vaia

In Fig. 82 è riportato l'idrogramma registrato dal 25.10 al 07.11.2018, rappresentativo degli effetti idrologici del passaggio della Tempesta Vaia e della conseguente fase produttiva a regime continuo, verosimilmente dovuta all'opportunità di far funzionare in continuo gli impianti durante una fase caratterizzata da elevate portate fluenti disponibili.

Le cause di questo particolare evento idraulico autunnale, come argomentato anche nel § 9.2.2 dedicato agli aspetti turbidimetrici dello stesso periodo, vanno ricercate nelle intense precipitazioni avvenute nei giorni 27-28-29.10.2018, per complessivi 226 mm di pioggia, nei conseguenti deflussi superficiali e nei forti venti che hanno caratterizzato l'evento meteorologico.

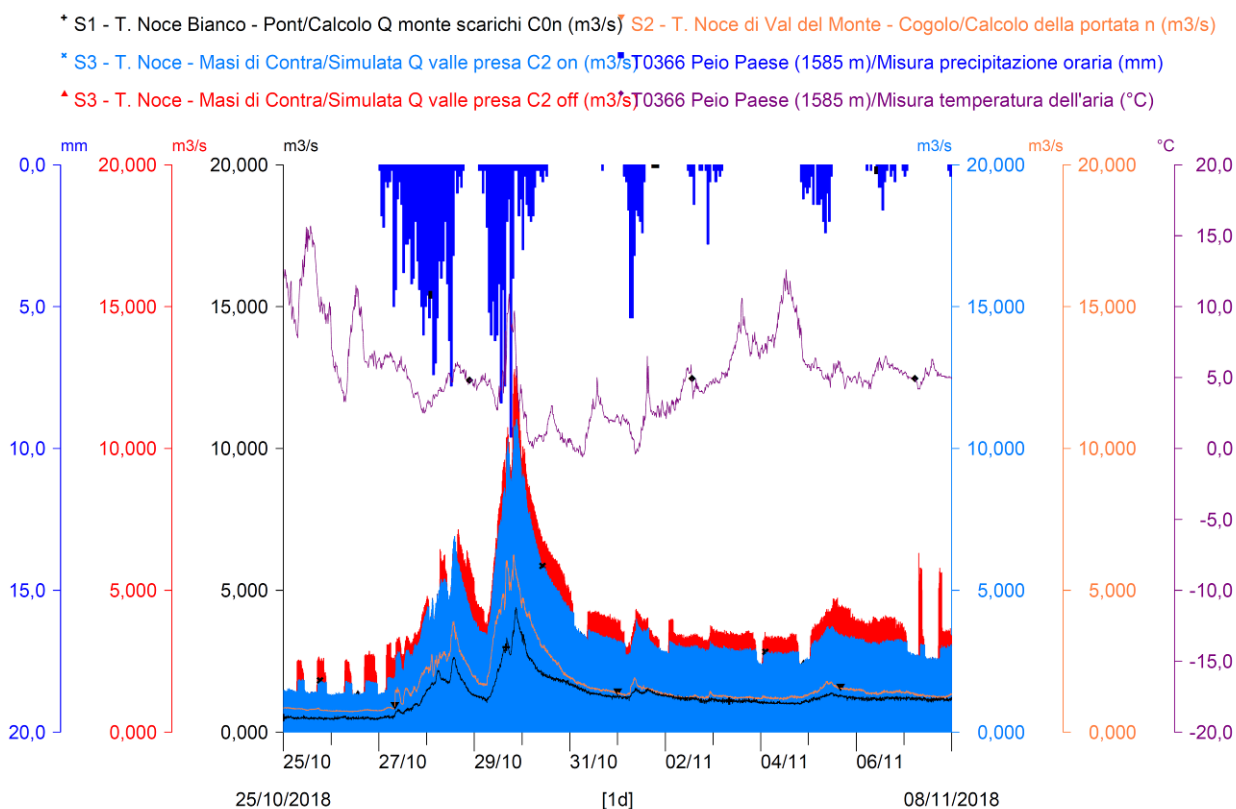


Fig. 82 - Confronto tra portate turbinare dalla serie idroelettrica (istogramma rosso = QC2 + QS3), portate misurate in alveo (linea nera = QS1, linea arancione = QS2 e istogramma azzurro = QS3) rispetto agli andamenti delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante la TEMPESTA VAIA di fine ottobre 2018 e la contemporanea FASE A REGIME CONTINUO autunnale e portate ridotte fino ai primi giorni di novembre 2018.

Rispetto al minimo deflusso di base registrato presso la stazione S3 - Contra il giorno precedente dell'evento, di poco superiore a 1,2 m³/s (base iniziale dell'istogramma azzurro), nel momento di picco dei deflussi, nella serata di lunedì 29.10.2018, si registrano portate di poco superiori agli 11 m³/s - con incremento nei tre giorni iniziali dell'evento pari a 801%.

Le portate di piena, peraltro, decrescono rapidamente fino ai 2,7 m³/s misurati al termine della fase produttiva a ciclo (quasi) continuo, dopo 11 giorni dall'inizio dell'evento, mantenendo comunque un incremento dei deflussi del 105% rispetto alle portate iniziali di riferimento.

Come risulta dagli idrogrammi mensili di novembre e dicembre (Fig. 71 e Fig. 72), la piena si esaurisce completamente dopo 45 giorni dall'inizio dell'evento, quando in data 10.12.2018 in alveo ritornano le portate iniziali pari a circa 1,2 m³/s.

Nell'autunno 2018, nei primi undici giorni dall'inizio della Tempesta Vaia, la produzione idroelettrica si adegua alle maggiori disponibilità d'acqua in fase di piena e si mantiene attiva in forma (quasi) continua, peraltro tramite l'impiego in media di solo 1 m³/s d'acqua. Tale ridotta portata turbinata è spiegabile in parte per la messa fuori servizio della galleria proveniente dal Lago di Pian Palù e di tutte le derivazioni a essa afferenti, come analizzato nel paragrafo precedente, in parte per le probabili misure precauzionali attivate in condizioni di piena per contenere l'intensità della piena e il trasporto solido mobilitato dalla Tempesta Vaia, soprattutto nel T. Noce Bianco, lasciando probabilmente attive alcune prese secondarie.

7.3.4 Evento idraulico di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale 2019

Nell'anno 4.PO le abbondanti precipitazioni nevose alle quote medio alte del mese di maggio 2019 hanno posticipato di 38 giorni l'avvio della fase produttiva a regime continuo rispetto all'anno precedente. Per il confronto in termini idrometrici delle due diverse fasi di passaggio dal regime primaverile a quello estivo si rimanda all'analisi degli idrogrammi presentati in Fig. 77 e Fig. 78 e a quelli analoghi contenuti nella precedente Relazione 2017-18.

In questa sede, invece, si focalizza l'attenzione sulle condizioni eccezionali che si sono verificate tra il 10. e il 12.06.2019, durante una fase di rapida crescita delle portate di morbida da fusione nivale. Le intense precipitazioni di metà giugno, infatti, hanno generato puntualmente portate di piena e ulteriormente aggravato i processi di fusione nivo-glaciale in quota. Gli effetti di questa situazione idrologica parossistica sono stati ben visibili presso la stazione S3 - Contra, dove l'elevato trasporto solido - che tra l'altro ha fatto raggiungere il più alto valore di torbidità misurata nella stazione S1 - Pont (4072 -NTU) - ha determinato il completo inghiaimento della sezione di magra e la messa fuori servizio delle sonde impiegate nel monitoraggio, come descritto anche nel § 9.2.5 dedicato all'analisi turbidimetrica dello stesso evento.

In Fig. 83 sono confrontati singolarmente gli idrogrammi delle tre stazioni superiori (in basso nel grafico), con l'andamento delle portate turbinata dagli impianti in serie (linea rossa al centro, il cui valore in questo caso non è sommato alle portate dell'alveo in S3 - Contra, come

nei precedenti idrogrammi mensili, ma rappresentato autonomamente) e con i parametri meteorologici di Peio Paese (in alto nel grafico).

Dall'analisi del grafico emerge prima di tutto che il contributo di base dei due rami del T. Noce (istogramma arancione per il T. Noce di Val del Monte e linea nera per il T. Noce Bianco) è molto simile, in ragione di bacini sovrapponibili per superficie totale (indicativamente 70 km²) e superficie libera non derivata (circa 26 km²). Gli idrogrammi dei due bacini, che ordinariamente risultano essere derivati (a maggior ragione in condizioni di morbida), presentano però delle variazioni di origine "gestionale" nella seconda parte del mese. Gli evidenti picchi per lunghe fasi giornaliere o plurigiornaliere (durante le precipitazioni più intense) di entrambi gli idrogrammi, ma soprattutto della linea nera per il bacino del T. Noce Bianco misurato in S1 - Pont, a monte della centrale HDE, dimostrano che alle prese avvengono sia degli sfiori per eccesso di portata, sia degli sfiori dovuti a chiusure cautelative parziali o totali (picchi dalla forma più squadrata).

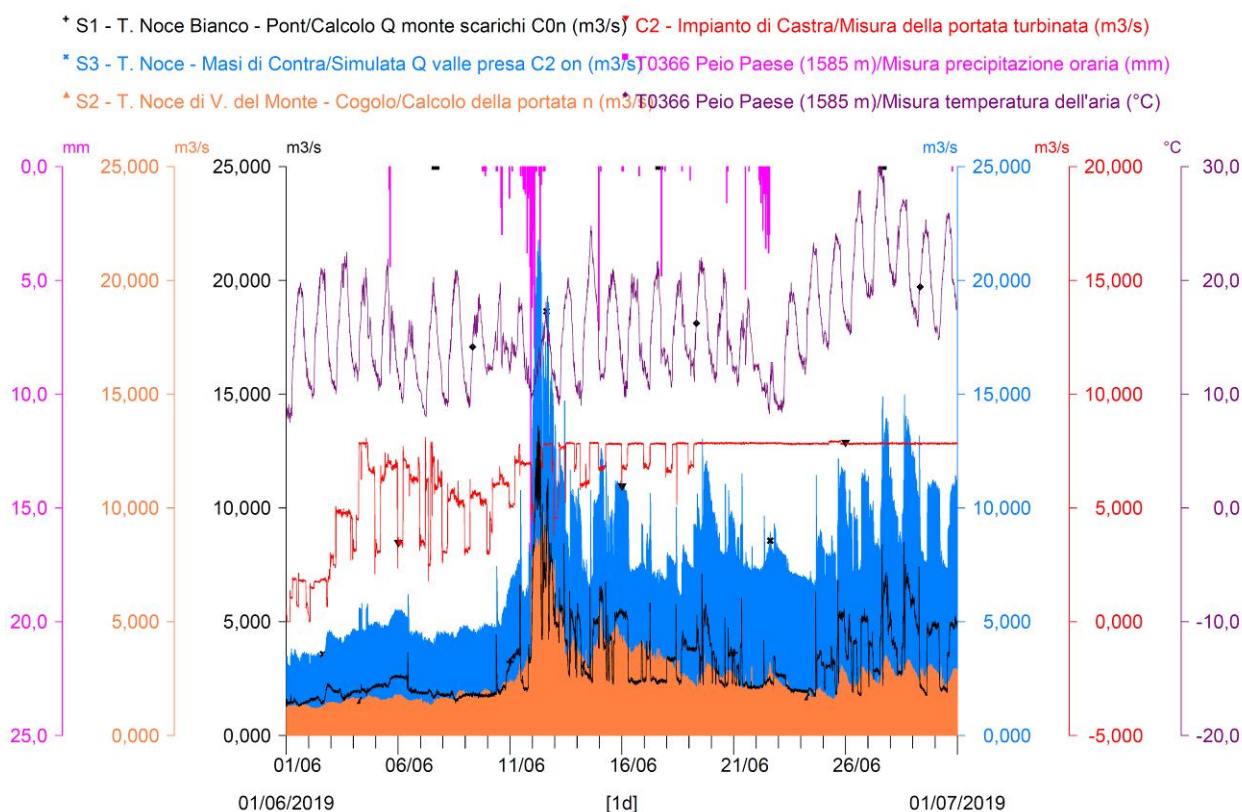


Fig. 83 - Confronto tra portate turbinate dalla serie idroelettrica (linea rossa = QC2), portate misurate in alveo (linea nera = QS1, istogramma arancione = QS2 e istogramma azzurro = QS3) rispetto agli andamenti delle precipitazioni (istogramma fucsia dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea viola) durante la fase di avvio al regime continuo a giugno 2019 con al centro l'evento di piena da scioglimento nivo-glaciale che ha attivato la fase a massime portate turbinate.

Durante il picco di portata misurato il giorno 12.06.2019 in S1 - Pont si raggiungono i 13,615 m³/s, associati al picco assoluto di torbidità mai registrato dalla stazione (4072 NTU), mentre in S3 - Contra si raggiungono le portate massime di 21,790 m³/s, che a causa dell'intenso trasporto solido mettono fuori servizio la stazione di misura. Nella stazione S1 - Pont, dove maggiore risulta la variazione relativa delle portate rispetto alla fase precedente l'evento di precipitazione, l'incremento di portata calcolato al picco dell'evento è pari al 565%.

Interessante notare come l'elevata disponibilità di portate turbinabili porta a un rapido incremento delle portate effettivamente turbinate fin dall'inizio del mese (linea rossa al centro del grafico in crescita). Le portate turbinate poi si stabilizzano sui massimi valori compatibili con gli impianti in serie per un intero mese, fino a metà luglio 2019. La portata massima turbinata di circa 7,8 m³/s, nell'ipotesi che gli impianti in serie fossero spenti o inesistenti, necessariamente si riverserebbe in alveo e alla misurazione eseguita in S3 - Contra risulterebbe aggiunta all'istogramma azzurro, come nelle precedenti simulazioni con istogramma rosso impilato sopra.

7.4 CONCLUSIONI ANNUALI SULL'IDROMETRIA

Dall'analisi dei livelli idrometrici rilevati in continuo presso tutte le stazioni, dei dati di portata ottenuti per le stazioni superiori dall'applicazione delle nuove scale delle portate e dei dati di portata turbinate forniti dai concessionari - anche per l'anno di monitoraggio 4.PO - si riconferma la netta distinzione tra la stabilità di medio periodo delle portate fluenti nel T. Noce Bianco e nel T. Noce di Val del Monte, rispetto alle forti escursioni giornaliere o periodiche, fino anche a un ordine di grandezza, delle portate turbinate dalle centrali di Contra, Castra e Cusiano.

Come previsto dal PMA, pertanto, si conferma che la realizzazione degli impianti in serie ha indotto una drastica e stabile riduzione delle variazioni artificiali di portata nel nuovo tratto sotteso dell'alveo del T. Noce, corrispondente all'intera Val di Peio, fino allo scarico dell'Impianto di Cusiano. Tale fenomeno, ben noto come *hydropeaking* e caratteristico della fase *ante operam*, comunque, potrebbe tuttora ripresentarsi nell'ipotesi che i nuovi impianti in serie fossero spenti, come da simulazione rappresentata nei grafici mensili.

Nel corso dell'anno 4.PO non sono state registrate situazioni di malfunzionamento degli impianti in oggetto, fatte salve tre brevi interruzioni, di poche ore ciascuna, pertanto non si sono verificati lunghi e importanti fenomeni di ripristino dell'*hydropeaking* imputabili alla nuova serie idroelettrica.

Tuttavia, come analizzato nei paragrafi precedenti, si verificano periodicamente delle situazioni di interruzione dell'alimentazione a monte (assicurata solamente dall'impianto HDE di Cogolo - Pont), ad esempio durante tutti gli interventi ordinari e/o programmati di manutenzione, come lo svaso autunnale del bacino di Malga Mare, che nel 2018 ha comportato l'interruzione completa degli impianti in serie, oppure la frequente pulizia estiva delle opere di presa e i lavori saltuari di controllo e sistemazione delle gallerie di gronda, che generano una parziale interruzione delle derivazioni con restituzione di parte delle portate turbinabili a monte degli impianti in oggetto.

Tra le cause del ripristino del fenomeno dell'*hydropeaking* già nei tratti sottesi alla centrale HDE di Cogolo Pont, sia sul T. Noce Bianco sia sul T. Noce di Val del Monte, inoltre, vanno aggiunti tutti gli eventi meteorologici in grado di generare malfunzionamento delle opere di presa, che nell'anno 2018-19 sono culminati nella colata detritica verificatasi lungo il Rio Taviela ad agosto 2018, nella Tempesta Vaia a ottobre 2018 e nella piena in fase di morbida primaverile a giugno 2019.

Durante l'anno 4.PO, inoltre, nonostante i miglioramenti raggiunti nelle regolazioni e calibrature impiantistiche in relazione alle fasi di avvio della produzione e nei cambi di regime produttivo, sono state ancora registrate delle brevi e saltuarie fasi di sfioro di porzioni di portate turbinabili dalle vasche di presa dei due impianti inferiori.

Coerentemente con le precedenti Relazioni di monitoraggio, pertanto, si può concludere che le perturbazioni maggiormente significative sull'idrologia del T. Noce della Val di Peio, sempre ben rappresentate dalle variazioni relative delle portate rilevate presso la stazione S3 - Contra, anche nell'anno 4.PO non sono affatto quelle generate da anomalie nel funzionamento dei nuovi impianti idroelettrici in serie, come era invece successo durante l'anno 1.PO, quanto piuttosto quelle causate dalla concomitanza di eventi naturali e/o da necessità impiantistiche del concessionario di monte, in particolare:

1. sfiori/chiusure cautelative e straordinarie della presa di Malga Mare in concomitanza con precipitazioni intense e avvio della morbida nivo-glaciale, con l'intuibile fine di limitare gli effetti di inghiottimento dei sistemi di presa e con conseguente fluitazione in alveo delle portate sia liquide che solide provenienti da monte, le quali, sommate al deflusso di base, portano il deflusso complessivo fino al valore massimo assoluto (nel periodo del PMA) di 21,8 m³/s (piena di giugno 2019), con un incremento di ben 7,3 m³/s rispetto al valore massimo rilevato l'anno precedente, a cui corrisponde un incremento relativo del 259% rispetto alla portata transitante in S3 - Contra prima dell'evento;

2. sfiori/chiusure cautelative e straordinarie della presa di Malga Mare, sovrapposte alla chiusura programmata per manutenzione della galleria di gronda e delle prese a essa afferenti poste a valle del Lago di Pian Palù, in concomitanza con le precipitazioni eccezionali e i forti venti della Tempesta Vaia, durante la quale il deflusso complessivo in S3 - Contra raggiunge gli 11 m³/s, a cui peraltro corrisponde il massimo incremento relativo finora registrato per cause naturali o miste, di poco superiore all'800% rispetto alla portata transitante prima dell'evento, quindi non imputabile alla gestione degli impianti in serie, che comunque eguaglia la variazione registrata durante l'anno 1.PO a causa di una anomalia degli impianti in serie, che aveva di fatto ripristinato l'originario *hydropeaking ante operam*.

Di fatto, solo le tipologie di eventi idrologici misti, comunque non attribuibili alla nuova serie idroelettrica, nell'anno 2018-19 hanno incrementato la propria entità rispetto al precedente anno 3.PO - passando da incrementi estremi di circa il 500% a valori di poco superiori all'800% - e fatto rientrare pienamente anche le variazioni di origine naturale o mista tra quelle di grado elevato, secondo la classificazione definita nella Relazione di monitoraggio dell'anno 1.PO (incrementi >500%).

Tra le tipologie di perturbazioni idrologiche di grado intermedio, comunque sempre generate da eventi non riconducibili alla gestione degli impianti in serie, scendono quindi dal gruppo superiore le operazioni artificiali di svaso del bacino di Malga Mare, mentre rimangono e con trend in crescita - in ragione dei maggiori apporti pluviometrici e delle maggiori portate fluenti - le altre operazioni artificiali di pulizia delle opere di presa, in particolare:

3. pulizia annuale programmata del bacino artificiale di Malga Mare (ottobre), con restituzione nell'alveo del T. Noce Bianco delle acque turbinate dalla centrale HDE di Malga Mare, per circa 10 ore al giorno nei 7 giorni di pulizia, e conseguente transito di portate fluenti a Cogolo Pont mediamente pari a 4 m³/s - con un incremento relativo nella stazione S1 - Pont del 440% circa rispetto al deflusso transitante prima dell'attivazione delle operazioni di pulizia - mentre a valle della centrale HDE di Cogolo Pont, con il rilascio aggiuntivo delle portate turbinate derivanti dal Lago di Pian Palù e con gli apporti del T. Noce di Val del Monte, le portate in alveo raggiungono gli 8,8 m³/s - generando peraltro un incremento relativo di poco superiore al 300% rispetto alle condizioni idrologiche registrate nella stazione S3 - Contra prima dell'avvio dello svaso, in calo rispetto all'anno precedente in ragione sia delle maggiori portate di base disponibili, a

causa dell'allungamento della fase di morbida estiva, sia della diversa gestione delle operazioni di svaso;

4. pulizia ordinaria dai canali sghiaiatori Dufour all'ingresso della vasca di Malga Mare durante la fase di morbida estiva, in assenza di altri forzanti meteorologiche o impiantistiche, con temporanea restituzione integrale delle acque derivate dal T. Noce Bianco al fine di fluitare i materiali solidi depositati e conseguente aumento della portata fluente nella media Val di Peio, fino a un massimo di $8,25 \text{ m}^3/\text{s}$, in crescita in termini di valore assoluto rispetto ai valori massimi registrati nello stesso periodo di rialzo termico nella prima settimana di agosto, ma in riduzione, invece, in termini di incremento relativo, che scende dal 372% dell'anno 2017 al 238% dell'anno in corso, per effetto delle maggiori portate di base presenti nell'anno in corso a causa di una precipitazione cumulata

Dal confronto con il precedente anno di monitoraggio 2017-18 emerge chiaramente che nell'anno 4.PO, anche a fronte di precipitazioni cumulate di 1155 mm, del loro incremento del 25% e del conseguente analogo aumento dei deflussi di base, le perturbazioni idrologiche estreme - quelle che nella relazione dell'anno 1.PO sono state classificate come incrementi di portata superiori al 500% rispetto ai deflussi all'inizio del singolo evento - sono in aumento, peraltro mai per cause imputabili agli impianti oggetto del controllo del PMA.

Nonostante il regolare esercizio della nuova serie idroelettrica, pertanto, sono proprio gli eventi idrologici intensi e associati a trasporto solido, che tra l'altro impongono maggiori operazioni di manutenzione delle opere di presa dell'impianto preesistente di monte, o generano blocchi delle stesse, a far registrare anche nel fondovalle una magnitudo e una frequenza crescenti, come ulteriormente descritto nel successivo capitolo dedicato alla turbidimetria.

Al contrario, il rispetto delle prescrizioni imposte ad HDE per l'esecuzione delle operazioni di pulizia della vasca di Malga Mare, sebbene aggravata dal rilascio aggiuntivo di circa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ a valle dell'impianto di Cogolo Pont, e una differente programmazione dei lavori di svaso, basata anche sull'aggiunta di ulteriori due giornate rispetto al 2017, hanno permesso nel complesso di ridurre la magnitudo dell'evento di origine artificiale.

Considerato quanto sopra, pertanto, nel corso dell'anno 4.PO il fenomeno dell'*hydropeaking* è avvenuto certamente, anche in forma integrale e per alcune giornate consecutive, a causa di necessità o scelte operative dell'impianto HDE di monte, mentre a causa di malfunzionamenti e blocchi temporanei degli impianti in serie si è ripresentato solo in due differenti giornate, per una durata massima di tre ore e mezza (in data 14.10.2018) e un incremento mas-

simo di portata del 121% (in data 30.04.2019), comunque intermedio in termini di effetti idrologici, anche in considerazione di una variazione altrettanto intermedia della torbidità indotta. Nel contesto idrologico dell'anno 4.PO, come nei precedenti anni di monitoraggio, la perturbazione residua dovuta al rilascio delle portate di rispetto dalla vasca di presa di Pont, rimane tra gli eventi idrologici di minore importanza. Anche nel pieno della magra invernale, infatti, rispetto alla minima portata fluente stimata in S3 - Contra a impianti spenti - pari al 558 l/s in data 03.02.2019 - il rilascio aggiuntivo nominale a Pont di 400 l/s avrebbe generato una perturbazione al massimo pari al 72% rispetto alla portata fluente poco prima dell'evento. Per valori di portata residua maggiori, ovviamente, l'influenza percentuale del rilascio aggiuntivo si riduce progressivamente.

Dall'osservazione degli idrogrammi allegati alla relazione, per l'anno di monitoraggio 4.PO, in conclusione, si può affermare che, a fronte di una condizione generale di diffusa stabilità artificiale dei deflussi nel T. Noce Bianco a monte della località Pont (dovuta alle derivazioni in quota del concessionario di monte, HDE S.r.l.), per quanto aumentino anche qui gli eventi e le fasi estive in cui le portate fluenti subiscono delle variazioni di grado intermedio o elevato, soprattutto nei tratti più a valle gli andamenti delle portate hanno risentito di una crescente variabilità giornaliera e stagionale rispetto all'anno 3.PO. Tale ulteriore variabilità è dovuta alle maggiori precipitazioni complessive e al conseguente maggior contributo residuo del T. Noce di Val del Monte, oltre che agli sfiori imprevisti dalle vasche di presa a Pont nelle fasi di attivazione della produzione idroelettrica o di superamento della portata massima turbinabile dagli impianti in serie.

Pur a fronte di tali maggiori condizionamenti meteoclimatici, la stabilità idrologica della Val di Peio si è mantenuta relativamente alta fino alla restituzione delle portate turbinate a Cusiano, in prossimità della confluenza del T. Vermigliana.

All'interno di tale relativa stabilità, garantita dall'esercizio idroelettrico dei tre nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano, si inseriscono fasi di perturbazione dovute agli eventi sopra elencati, la cui importanza in termini relativi diminuisce ovviamente all'aumentare delle portate residue di base stagionalmente fluenti in alveo.

In conclusione, dunque, si può affermare che anche nell'anno 4.PO, con riferimento al nuovo contesto idrologico del T. Noce in Val di Peio, le perturbazioni, sia naturali che artificiali, di entità pari alla portata fluente in alveo prima dell'evento (incrementi fino al 100%), da giornaliere a sub-orarie, mantengono caratteristiche di ordinarietà per un alveo come quello del T. Noce. Le variazioni giornaliere di ordine superiore, invece, seppure in un regime che ha drasticamente ridotto il pregresso andamento instabile e artificializzato delle portate, devono es-

sere ritenute più critiche, soprattutto quando caratterizzate da elevata rapidità e breve durata, in quanto meno aderenti all'andamento naturale.

L'alveo nel frattempo ha dimostrato una sostanziale resilienza alle variazioni idrometriche intermedie, fino al valore relativo del 500% di incremento, che di fatto costituiscono perturbazioni quotidiane durante la fase estiva. Rispetto alle variazioni idrometriche più intense (>500% di incremento), anche a causa del cumulo di diversi eventi nell'arco dell'anno 4.PO, l'alveo del Torrente Noce - sia nei bacini superiori del T. Noce Bianco e del T. Noce di Val del Monte, sia in quello della media Val di Peio - ha subito invece delle modificazioni idro-morfologiche importanti (colata detritica sul R. Taviela, Tempesta Vaia, piena in fase di morbida primaverile 2019), associate all'elevato trasporto solido attivato durante gli eventi, come verrà descritto nel successivo 9.2.4. Tali variazioni idro-morfologiche stanno alla base della recente revisione delle scale delle portate applicate ai dati idrometrici per restituire le portate fluenti nelle stazioni superiori del PMA, come già anticipato nel § 2.4 e in premessa del capitolo, peraltro la mancata definizione di nuove scale delle portate per la stazione S3 - Contra e per quella aggiuntiva e collegata S4 - Cusiano, sebbene quest'ultima non espressamente prevista dal PMA originario, andrà superata con la sistemazione, possibilmente definitiva, delle rispettive sezioni e con una nuova campagna di misurazioni di portata.

8. RISULTATI DELL'ANALISI TERMOMETRICA

I rilievi in continuo delle temperature dell'acqua fluente in alveo, eseguiti presso tutte le stazioni strumentate in alveo (**S-**), e i rilievi delle temperature dell'acqua turbinata, in ingresso e in uscita dalla serie di impianti, eseguiti in continuo rispettivamente nella vasca di presa dell'impianto di testa di Contra (**C0** - Pont) e nella vasca di scarico dell'impianto di coda (**C3** - Cusiano), sono stati condotti secondo quanto previsto dal PMA, in continuità con quelli descritti nella Relazione di monitoraggio 2017-2018 e secondo la cronologia indicata nel precedente capitolo 3.

Nell'anno di monitoraggio 4.PO, come già anticipato nel § 2.4, anche il parametro temperatura presenta serie di dati complete e coerenti tra loro, fatta eccezione per il dato di temperatura rilevato nella stazione S3 - Contra dopo la piena con trasporto solido del 12.06.2019. La sonda di temperatura/livello installata presso la suddetta stazione, infatti, nell'ultima parte dell'anno di monitoraggio, e poi fino al 29 ottobre 2019 (data di esecuzione dei lavori di pulizia meccanica in alveo al termine della morbida glaciale estiva), è rimasta bloccata sotto i sedimenti che hanno riempito la canaletta di magra. In tale condizione la sonda ha proseguito regolarmente a rilevare le temperature, peraltro non più dell'acqua ma dei sedimenti, come dimostrano chiaramente le variazioni circadiane molto più contenute.

Per una visione d'insieme su scala annuale dei dati di temperatura dell'acqua rilevati nel corso dell'intero anno 4.PO - rappresentati tramite confronti tra i dati delle stazioni strumentate: C0 vs S1, C0 vs S3, C3 vs S4-S5 - si rimanda agli allegati PDF in formato A3 (cfr. *PMA Contra Castra Cusiano - 2017-18 - ALL Termogrammi annuali.pdf*).

Nei successivi § 8.1, § 8.2 e § 8.3, ai fini di un'analisi di maggior dettaglio, si riportano le serie dei termogrammi mensili, per confronti tra coppie di stazioni in condotta e in alveo per ciascuno dei tre impianti in serie, mentre nel § 8.4 si descrivono alcuni grafici a scala settimanale come approfondimento degli eventi e delle fasi termometriche più caratteristiche dell'anno 4.PO.

Il paragrafo conclusivo (cfr. § 8.5), infine, reca in sintesi i risultati delle analisi relative alle variazioni assolute di temperatura tra le acque in alveo e quelle in condotta, oltre che le misure e le considerazioni conclusive relative al fenomeno del *thermopeaking*, che si manifesta ora solo a valle degli impianti in serie.

Dopo la realizzazione degli impianti, infatti, la variazione indotta sulle temperature dell'alveo dallo scarico delle acque turbinate non si manifesta più lungo il corso terminale del T. Noce Bianco e l'intero corso del T. Noce della Val di Peio, ma risulta limitato al breve tratto a valle

della nuova restituzione, a breve distanza dalla confluenza del T. Vermigliana in località Cusiano, e si manifesta pertanto solo nel tratto del T. Noce lungo la Val di Sole.

8.1 ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C0 - PONT VS S1 - PONT

I seguenti termogrammi mensili comparano gli andamenti delle temperature misurate nella vasca di presa C0 - Pont (linea rossa) con le temperature dell'acqua misurate in alveo in S1 - Pont (linea nera) e li confrontano con l'andamento delle temperature dell'aria (linea fucsia) misurate presso la stazione meteorologica di Peio Paese. Le temperature dell'acqua in vasca di presa sono ovviamente relative alle sole fasi di attivazione della presa (scarico HDE attivo = vasca piena, indicato dall'istogramma verde); quando gli impianti sono fermi vengono convenzionalmente riportate a 0°C.

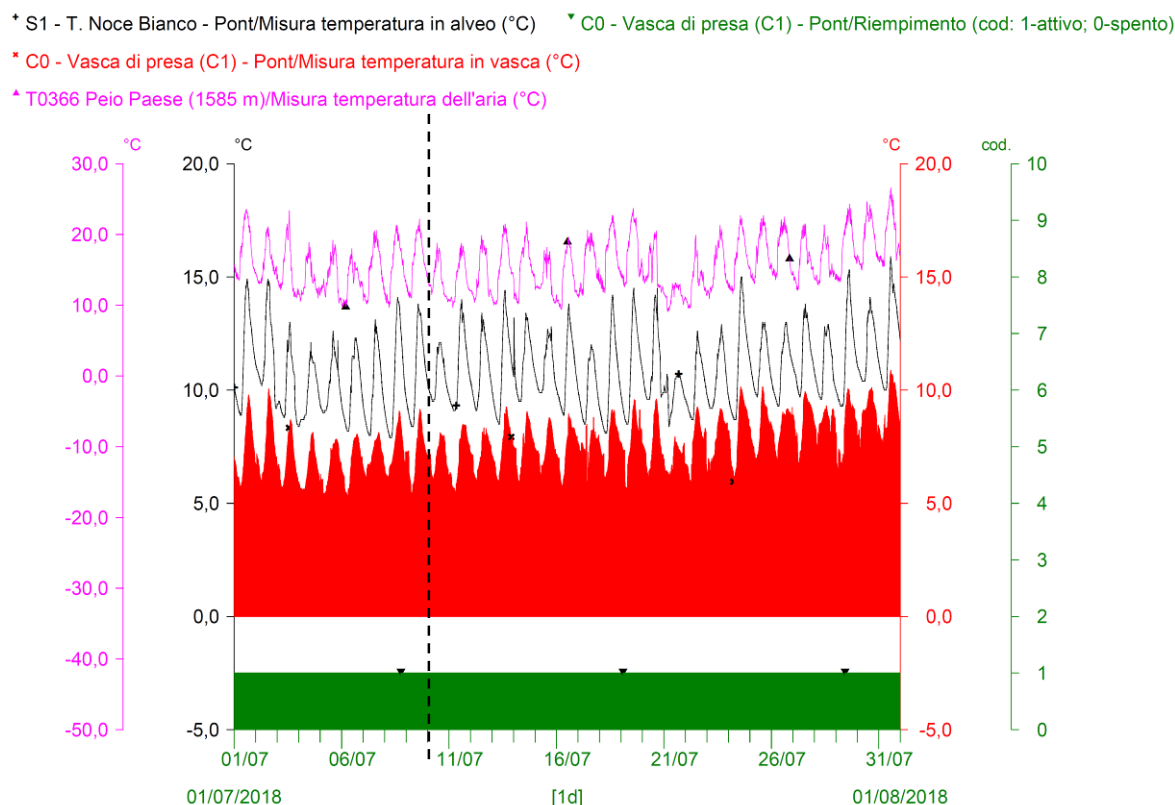


Fig. 84 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di LUGLIO 2018. Nel diagramma è indicato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2018, in continuità con il termine del precedente anno di monitoraggio 3.PO.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

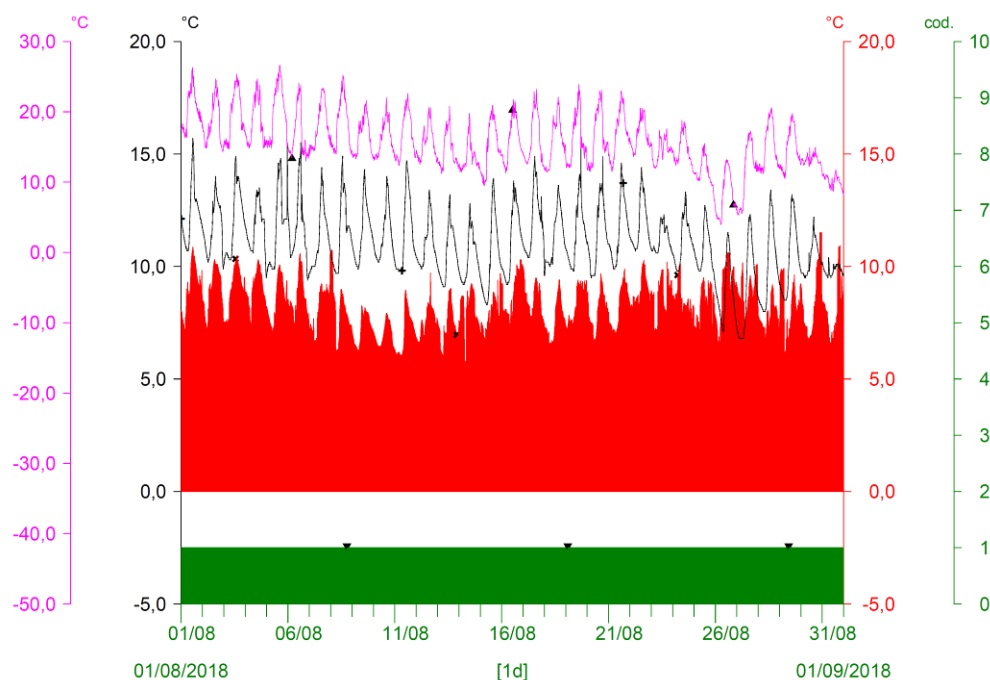


Fig. 85 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di AGOSTO 2018. Notare la fase di moderato rialzo termico avviata a fine luglio, stabilizzata durante la prima settimana e poi seguita da una fase di rialzo meno intenso dopo la metà del mese.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

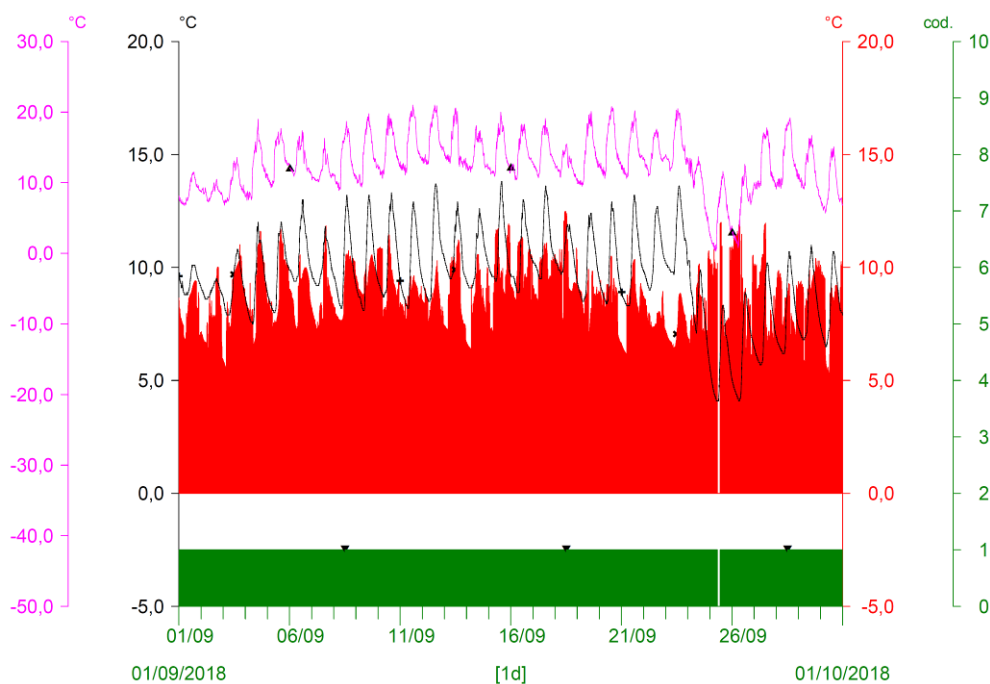


Fig. 86 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di SETTEMBRE 2018. Notare il riallineamento (a fasi discontinue) delle temperature in alveo e in condotta già a partire da inizio mese ma il protrarsi del regime continuo estivo fino al 01.10.2018 (+ 7 giorni rispetto all'anno 3.P.O.).

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

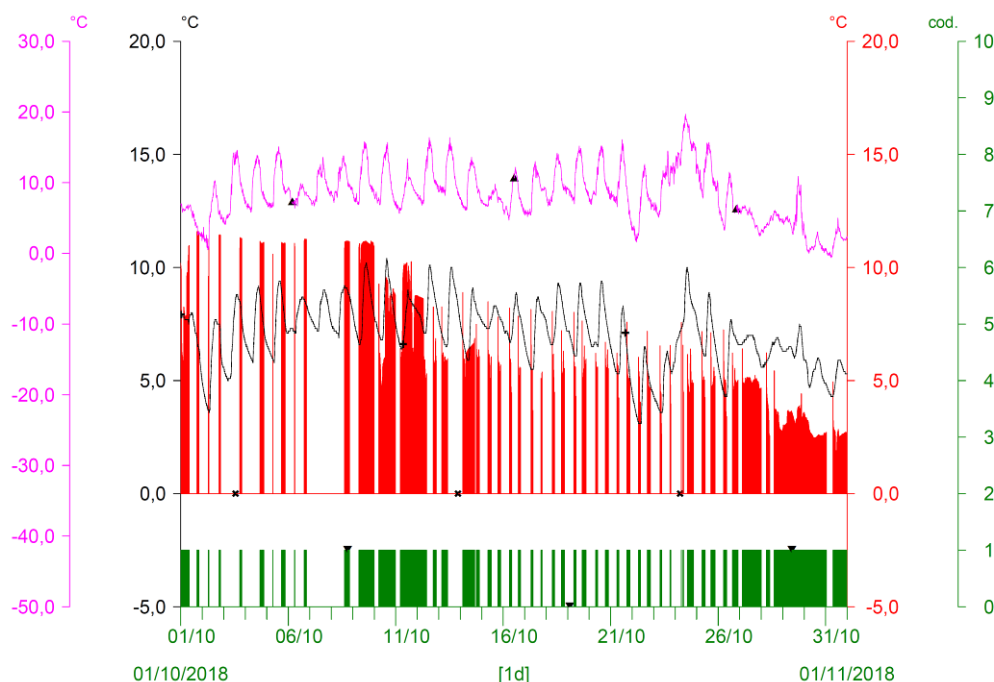


Fig. 87 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di OTTOBRE 2018. Durante i giorni di svaso del bacino di Malga Mare (dal 01. al 08.10.2018) è visibile l'innalzamento delle temperature in condotta (istog. rosso), dovuto all'esclusivo impiego idroelettrico delle acque del ramo di Pian Palù.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)



Fig. 88 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di NOVEMBRE 2018. Notare l'abbassamento delle temperature in condotta durante la piena e la morbida post Vaia (a produzione anche continua).

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

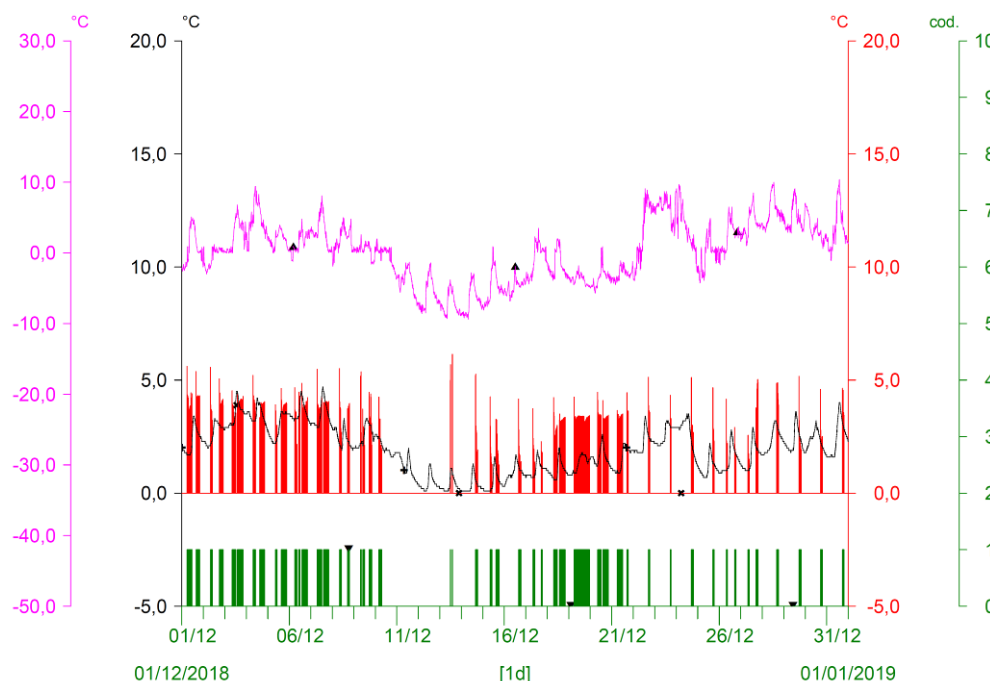


Fig. 89 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di DICEMBRE 2018. Notare la prima fase di forte abbassamento delle temperature atmosferiche solo a metà dicembre a cui peraltro non consegue il congelamento delle acque in alveo.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

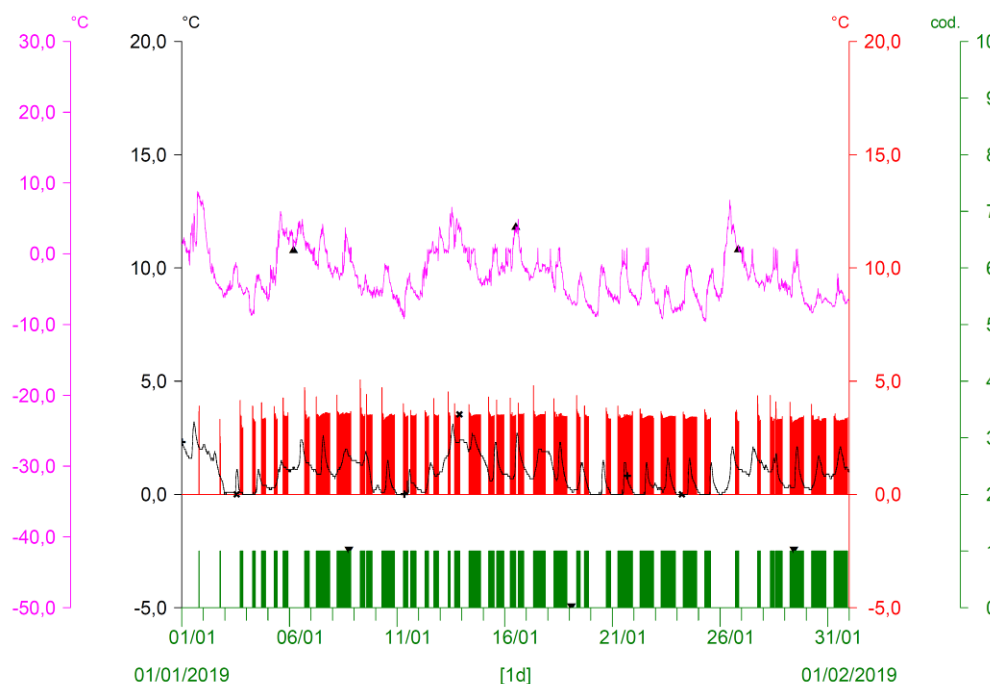


Fig. 90 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di GENNAIO 2019. Brevi fenomeni di congelamento delle acque sulle sponde dell'alveo (linea nera piatta), mentre le temperature dell'acqua turbina si mantengono prevalentemente comprese tra 3,0 e 3,5°C (istogramma rosso).

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

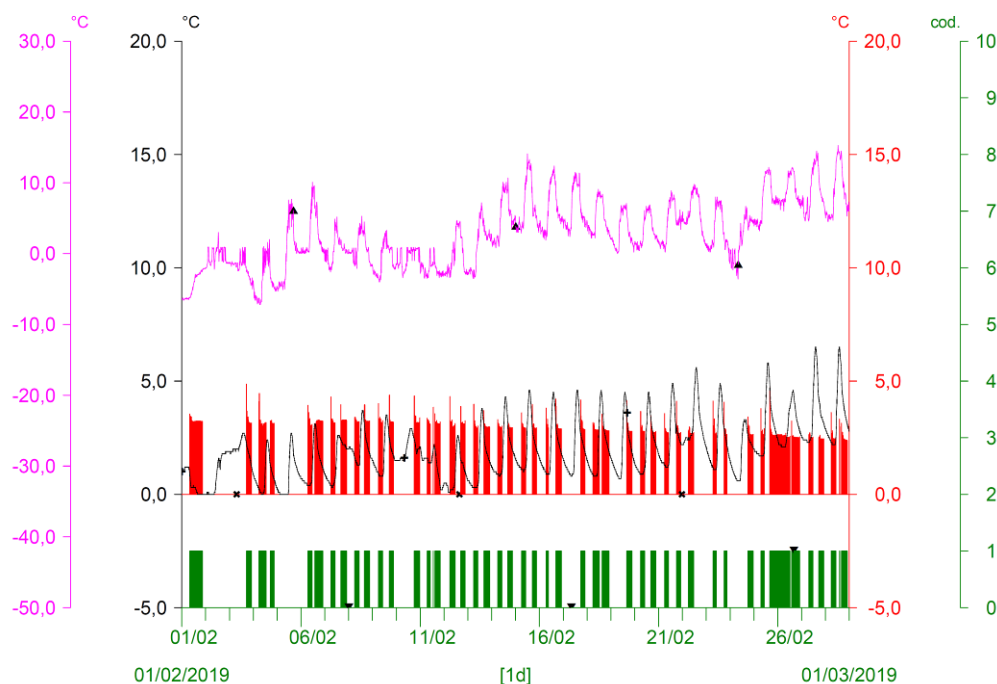


Fig. 91 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di FEBBRAIO 2019. Notare da fine mese il progressivo superamento delle temperature in alveo rispetto a quelle in condotta.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

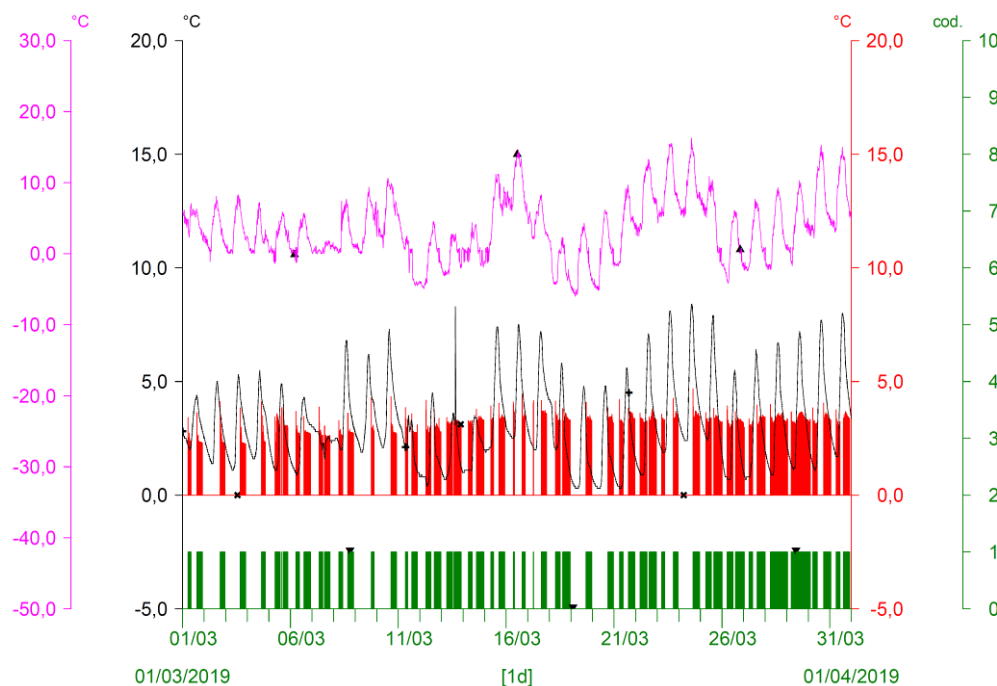


Fig. 92 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di MARZO 2019. L'andamento delle temperature in alveo è discontinuo per tutto il mese, con una tendenza a completare l'inversione termica solo alla fine del mese.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

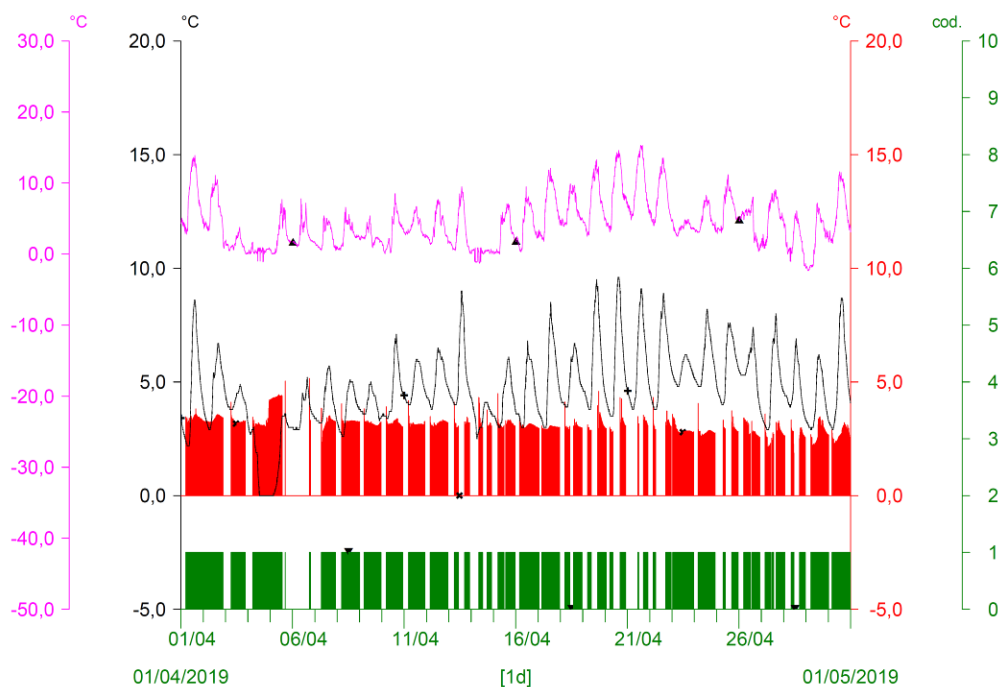


Fig. 93 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di APRILE 2019. Notare il definitivo incremento delle temperature in alveo nella seconda metà del mese.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

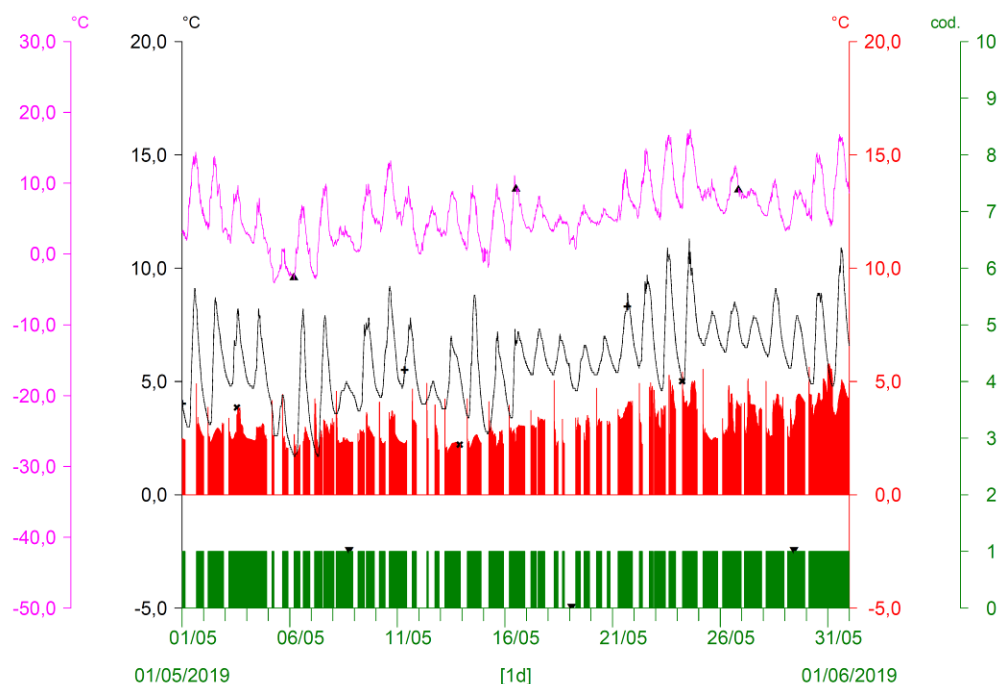


Fig. 94 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di MAGGIO 2019. Notare l'avvio del regime produttivo continuo il 30.05.2019 con ritardo di 38 giorni rispetto al 2018.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

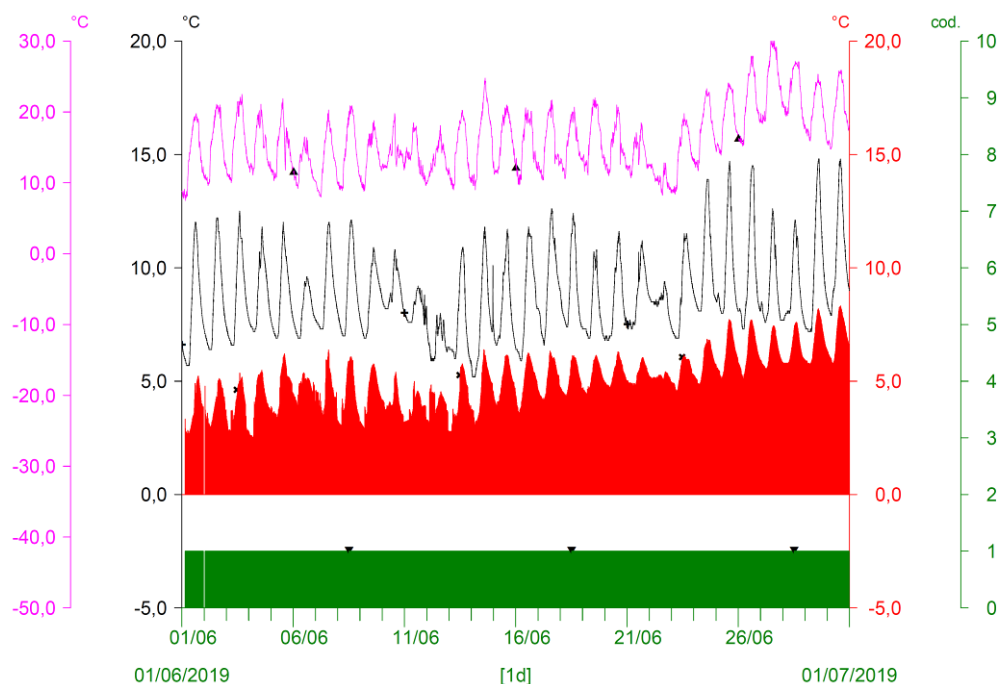


Fig. 95 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di GIUGNO 2019. Evidenti le intense oscillazioni circadiane delle temperature dell'acqua, sia turbinata che in alveo, condizionate dalle variazioni della temperatura dell'aria.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

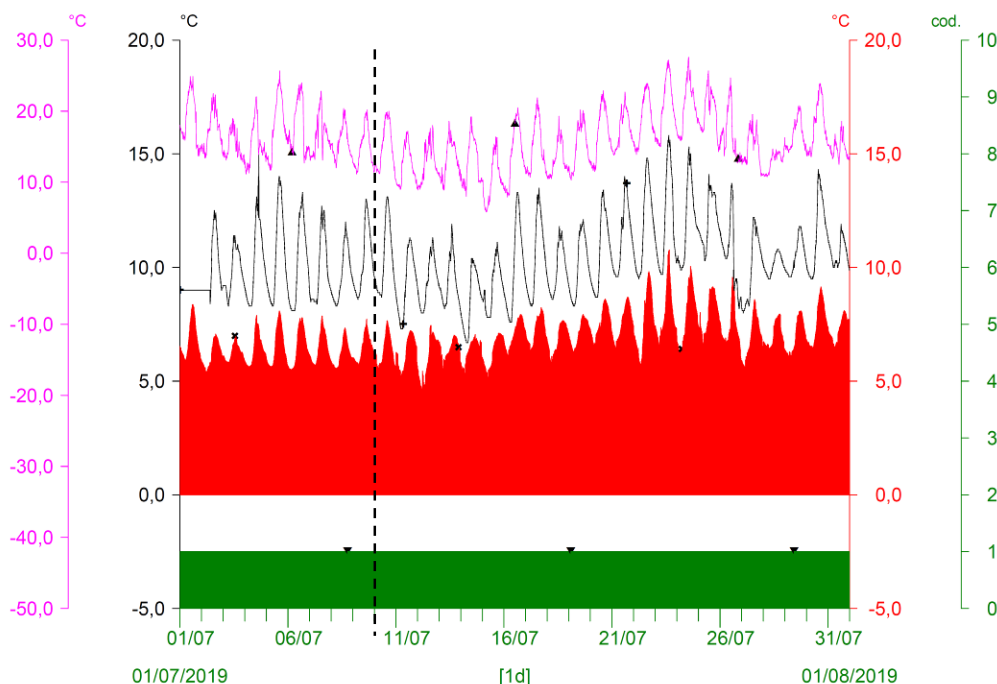


Fig. 96 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 4.PO.

8.2 ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C0 - PONT VS S3 - CONTRA

Analogamente a quanto sopra, i seguenti termogrammi mensili comparano gli andamenti delle temperature misurate nella vasca di presa C0 - Pont (istogramma rosso) con le temperature dell'acqua misurate in alveo più a valle, in S3 - Contra (linea nera), e li confrontano con l'andamento delle temperature dell'aria (linea fucsia) misurate presso la stazione meteorologica di Peio Paese.

Le temperature dell'acqua in vasca di presa sono ovviamente relative alle sole fasi di attivazione della presa (scarico HDE attivo = vasca piena, indicato dall'istogramma verde), mentre quando gli impianti sono fermi vengono convenzionalmente riportate a 0°C.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
* C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

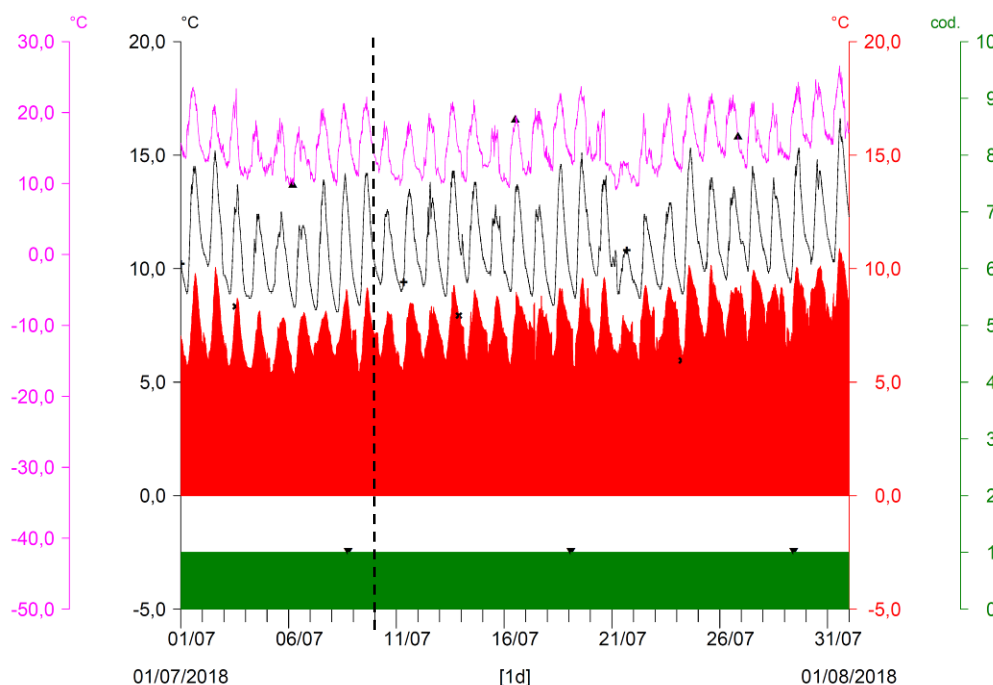


Fig. 97 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di LUGLIO 2018. È evidenziato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2018, in continuità con il termine del precedente anno di monitoraggio 3.PO.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

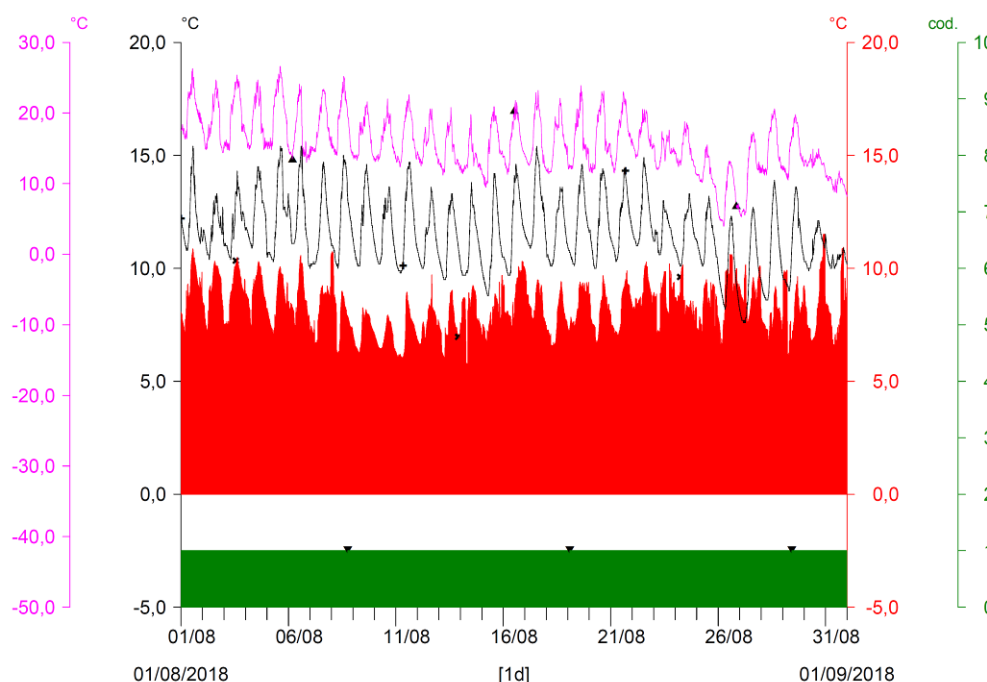


Fig. 98 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di AGOSTO 2018. Notare la fase di moderato rialzo termico avviata a fine luglio, stabilizzata durante la prima settimana e poi seguita da una fase di rialzo meno intenso dopo la metà del mese.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

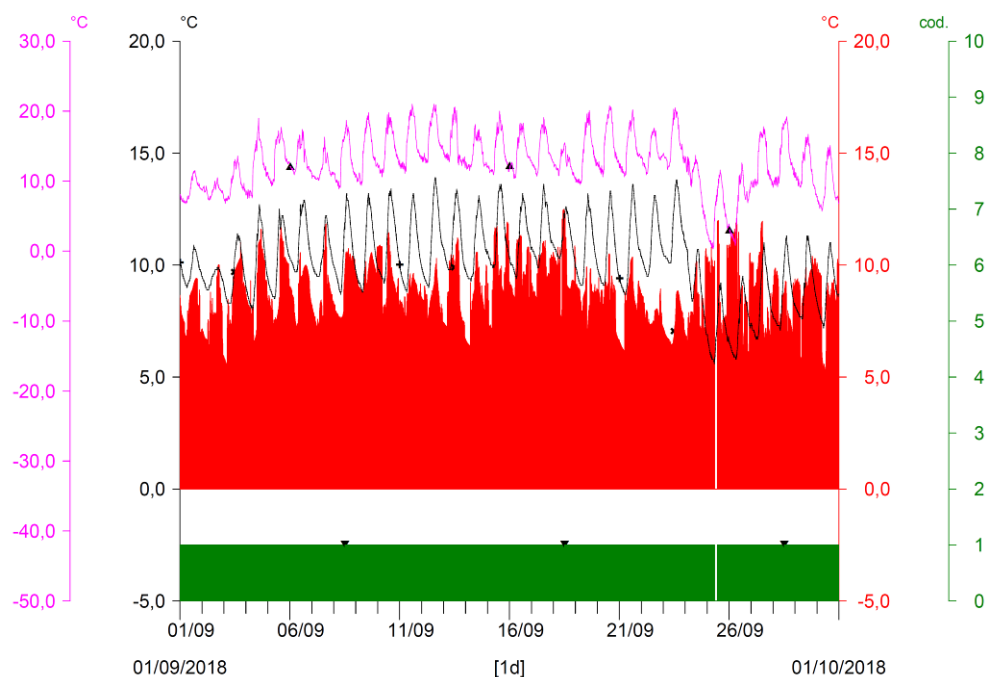


Fig. 99 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2018. Notare il riallineamento (a fasi discontinue) delle temperature in alveo e in condotta già a partire da inizio mese ma il protrarsi del regime continuo estivo fino al 01.10.2018 (+ 7 giorni rispetto all'anno 3.PO).

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

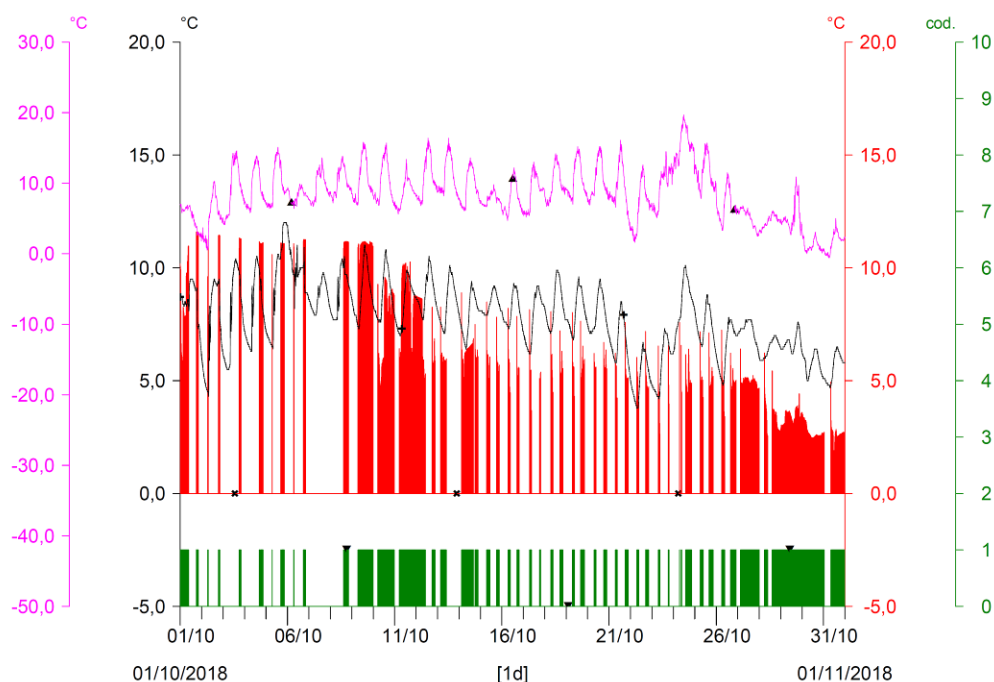


Fig. 100 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di OTTOBRE 2018. Durante i giorni di svaso del bacino di Malga Mare (dal 01. al 08.10.2018) è visibile l'innalzamento delle temperature in condotta (istog. rosso), dovuto all'esclusivo impiego idroelettrico di acque del ramo di Pian Palù.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

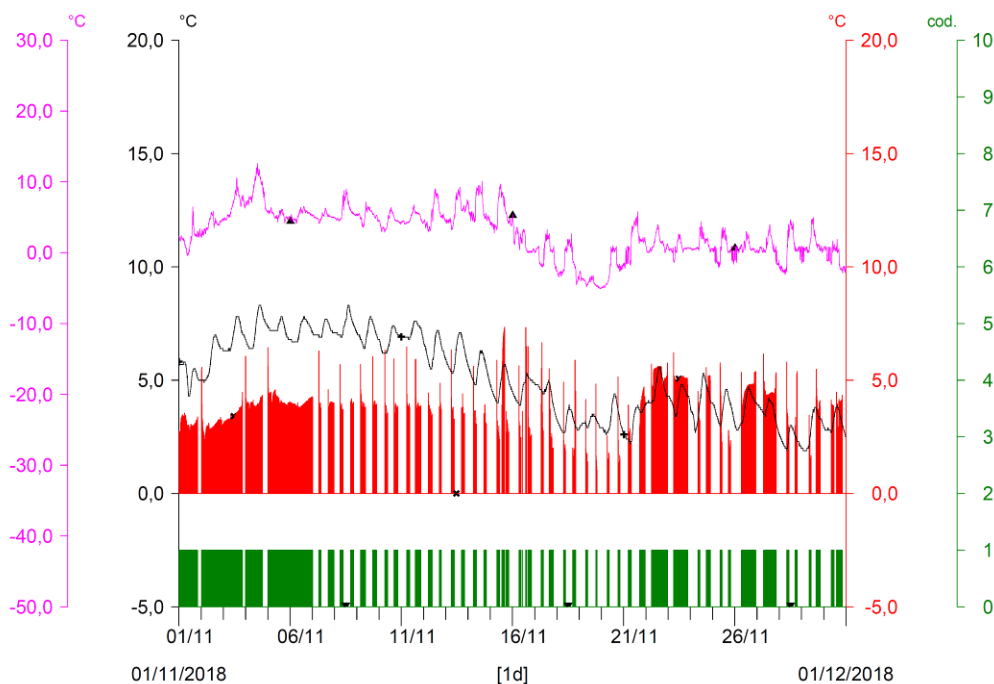


Fig. 101 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2018. Notare l'abbassamento delle temperature in condotta durante la piena e la morbida post Vaia (a produzione anche continua).

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

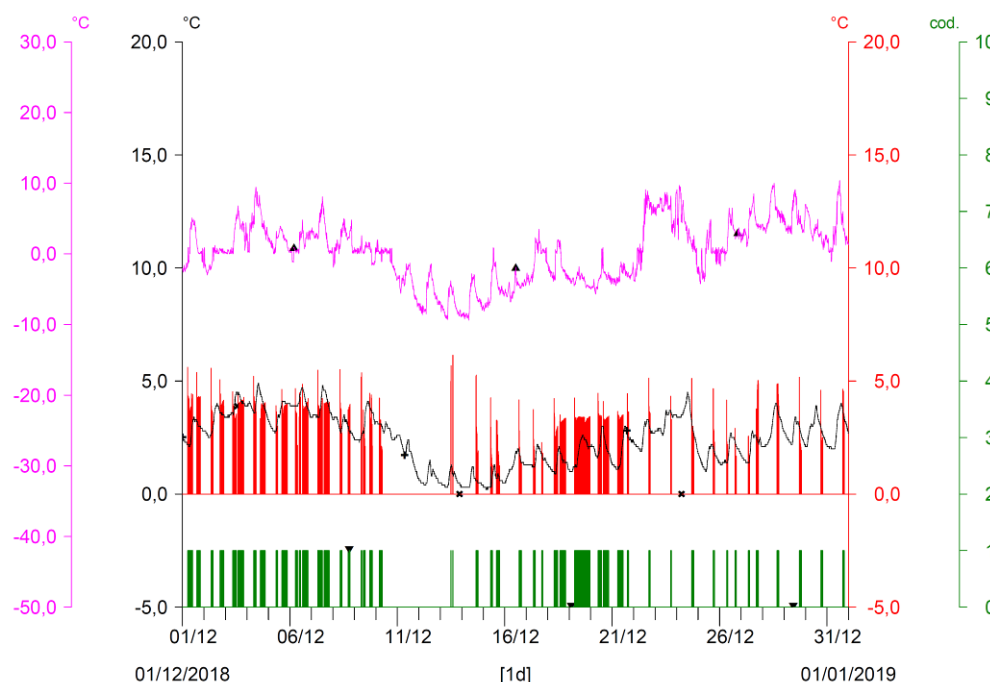


Fig. 102 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di DICEMBRE 2018. Notare la prima fase di forte abbassamento delle temperature atmosferiche solo a metà dicembre a cui peraltro non consegue il congelamento delle acque in alveo.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

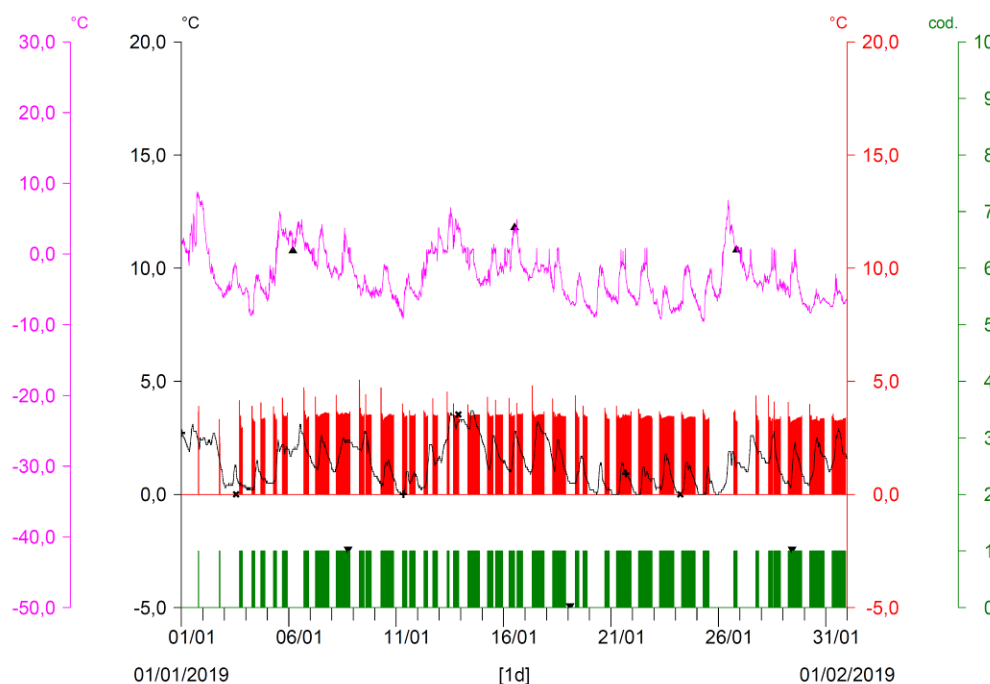


Fig. 103 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di GENNAIO 2019. Brevi fenomeni di congelamento delle acque sulle sponde dell'alveo (linea nera piatta), mentre le temperature dell'acqua turbinata si mantengono prevalentemente comprese tra 3,0 e 3,5°C (istogramma rosso).

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

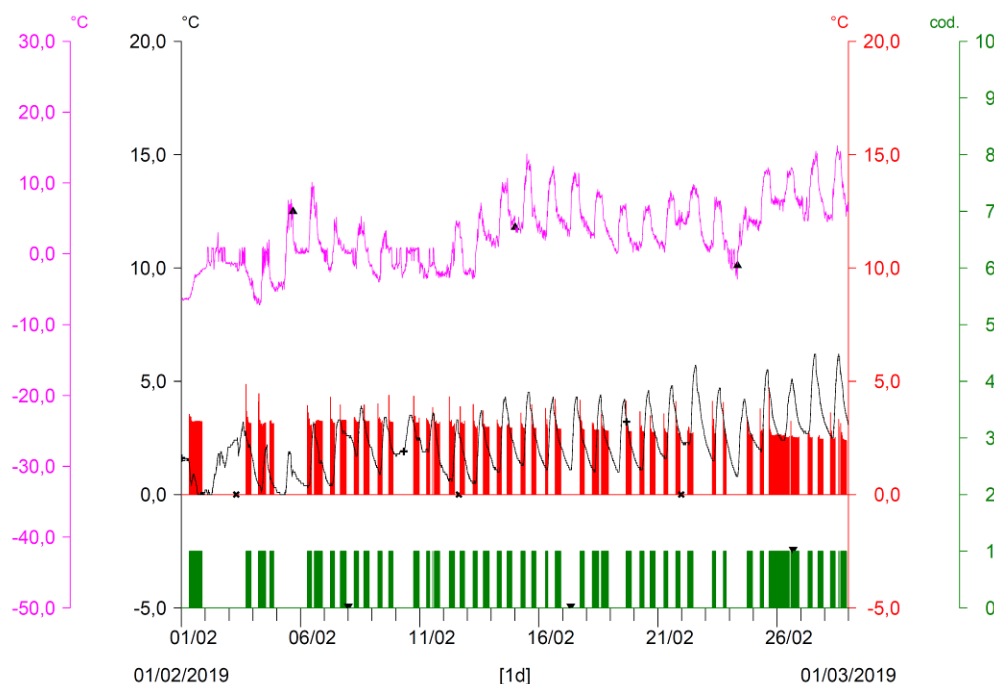


Fig. 104 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2019. Notare da fine mese il progressivo superamento delle temperature in alveo rispetto a quelle in condotta.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

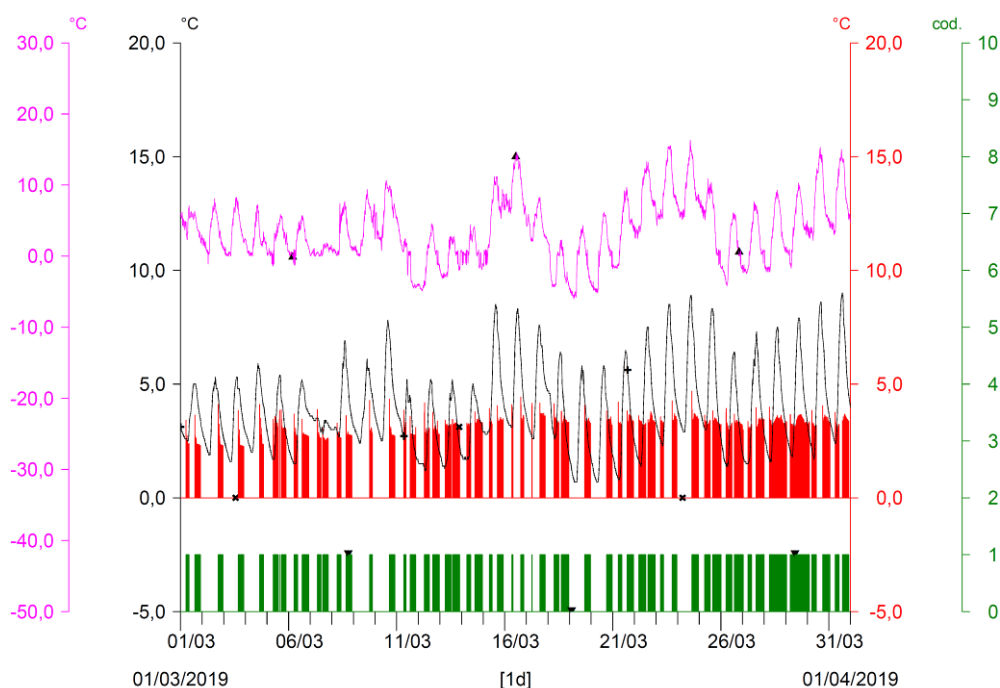


Fig. 105 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di MARZO 2019. L'andamento delle temperature in alveo è discontinuo per tutto il mese, con una tendenza a completare l'inversione termica solo alla fine del mese.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

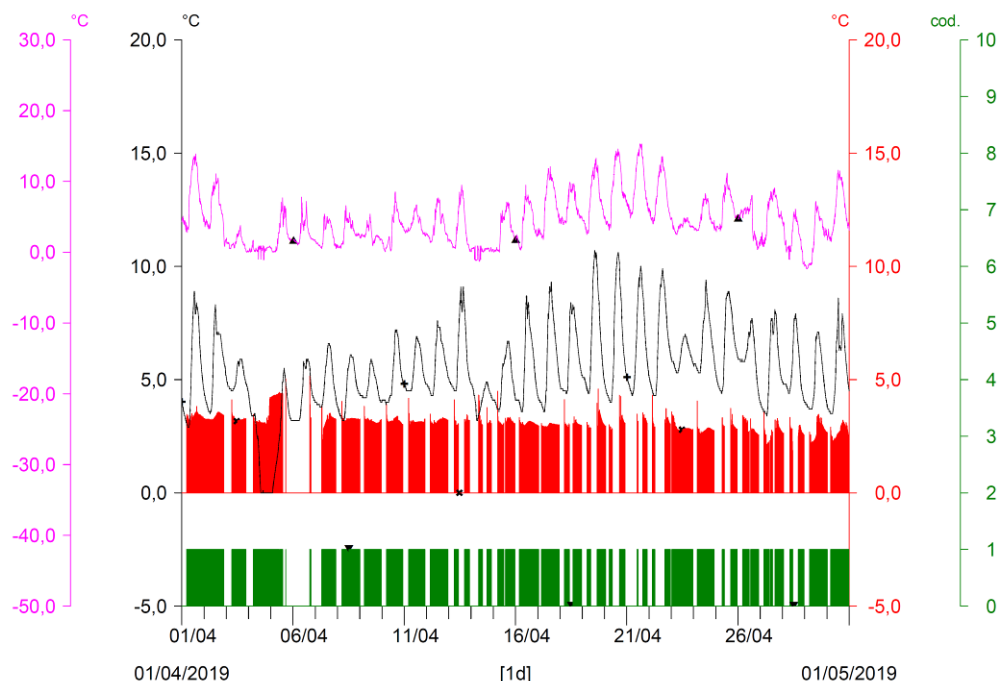


Fig. 106 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di APRILE 2019. Notare il definitivo incremento delle temperature in alveo nella seconda metà del mese.

- * S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

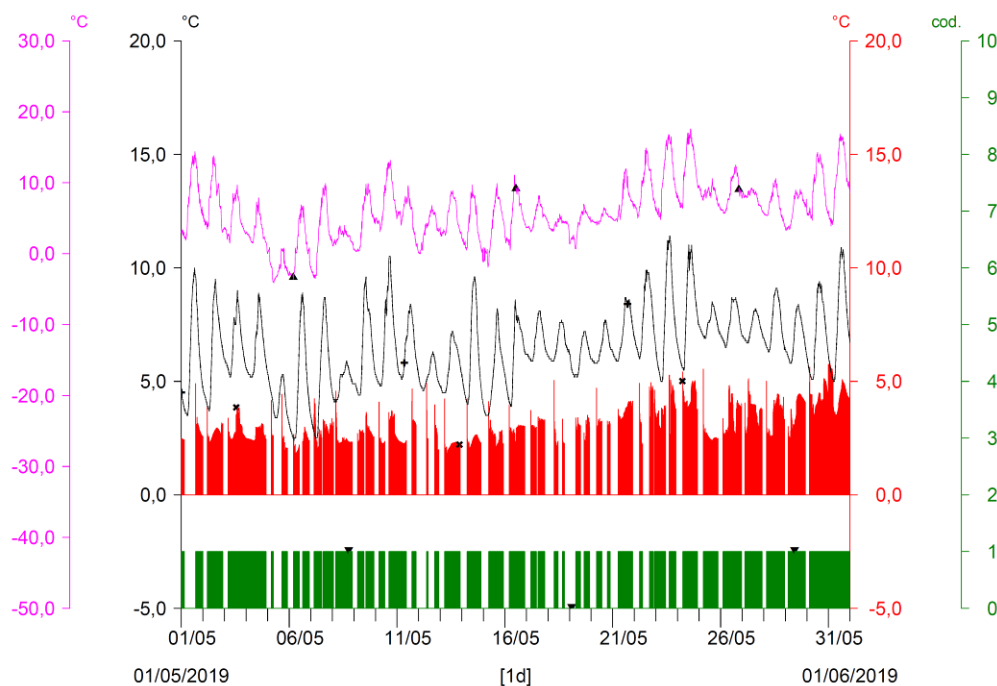


Fig. 107 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di MAGGIO 2019. Notare l'avvio del regime produttivo continuo il 30.05.2019 con ritardo di 38 giorni rispetto al 2018.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

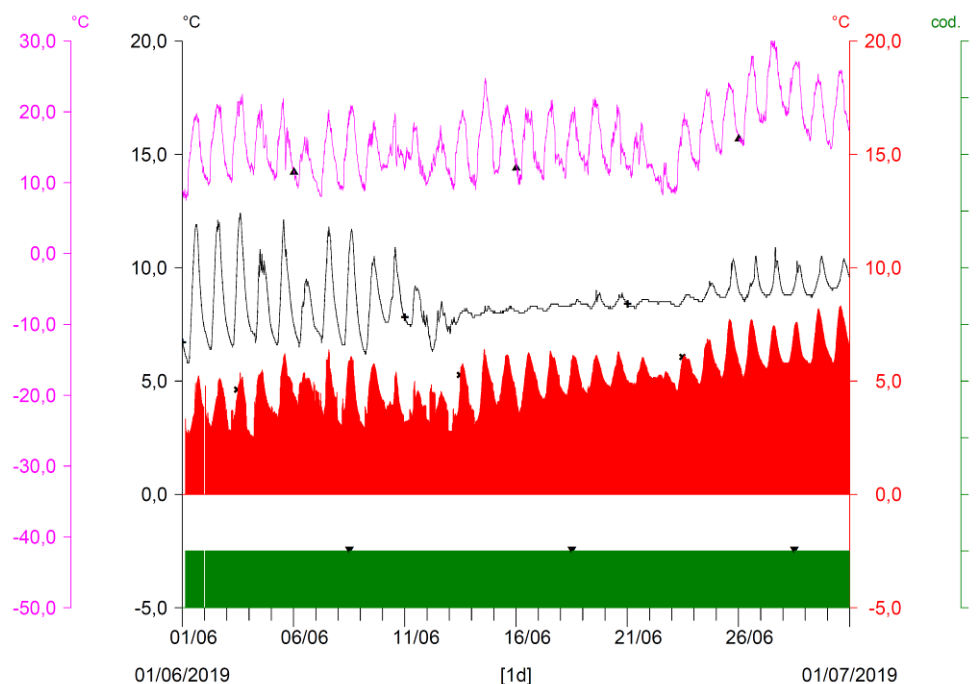


Fig. 108 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di GIUGNO 2019. Evidenti le oscillazioni circadiane delle temperature dell'acqua, sia turbinata che in alveo, condizionate dalle variazioni della temperatura dell'aria, poi attutite in alveo a metà mese a causa dell'interrimento della stazione.

* S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Riempimento (cod: 1-attivo; 0-spento)
 * C0 - Vasca di presa (C1) - Pont/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

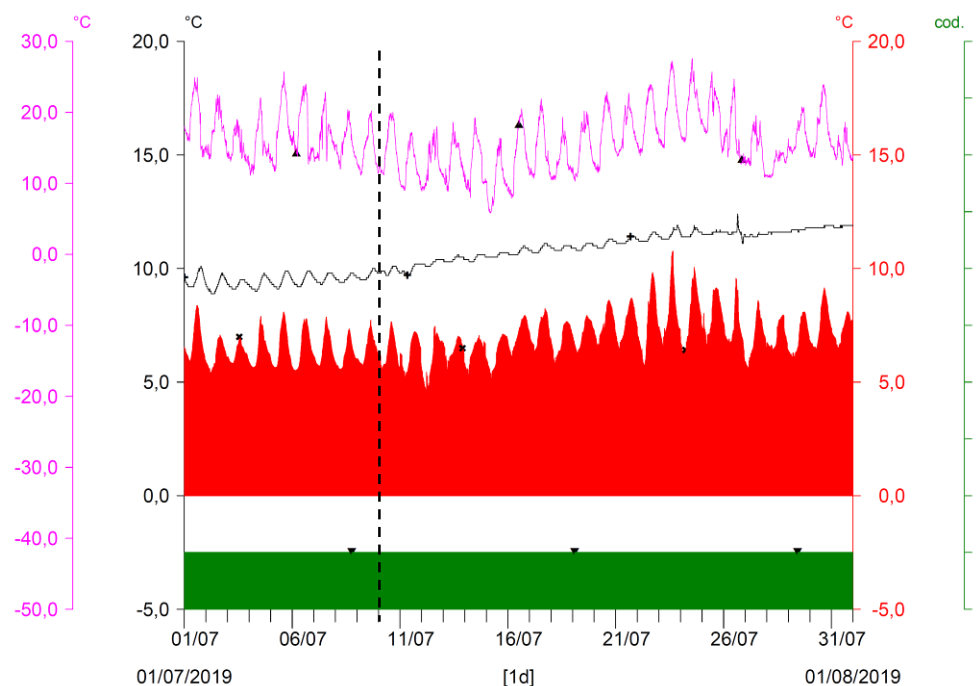


Fig. 109 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 4.P.O. Permane la fase di interrimento delle sonde.

8.3 ANDAMENTI MENSILI DELLE TEMPERATURE C3 - CUSIANO VS S4 - CUSIANO

Infine, nella terza serie dei termogrammi mensili, sono comparati gli andamenti delle temperature misurate nella vasca di scarico C3 - Cusiano (istogramma rosso) con le temperature dell'acqua misurate in alveo in S4 - Cusiano (linea nera) e confrontati per coerenza con l'andamento delle temperature dell'aria (linea fucsia), sempre misurate presso la stazione meteorologica di Peio Paese. Anche in questo caso, le temperature dell'acqua nella vasca di scarico sono relative alle sole fasi di attività della stessa (scarico C3 attivo = vasca piena, indicato dall'istogramma verde) e quando gli impianti sono fermi la temperatura in vasca viene convenzionalmente riportata a 0°C.

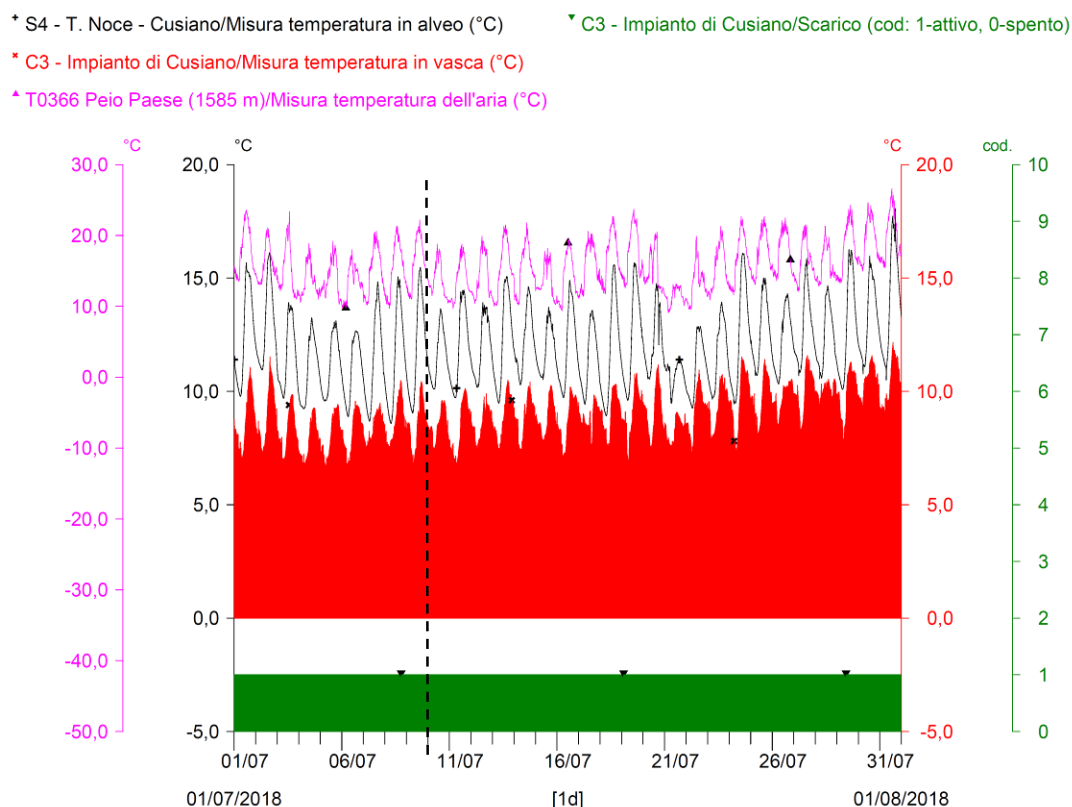


Fig. 110 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di LUGLIO 2018. È indicato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2018, in continuità con il termine del precedente anno di monitoraggio 3.PO.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

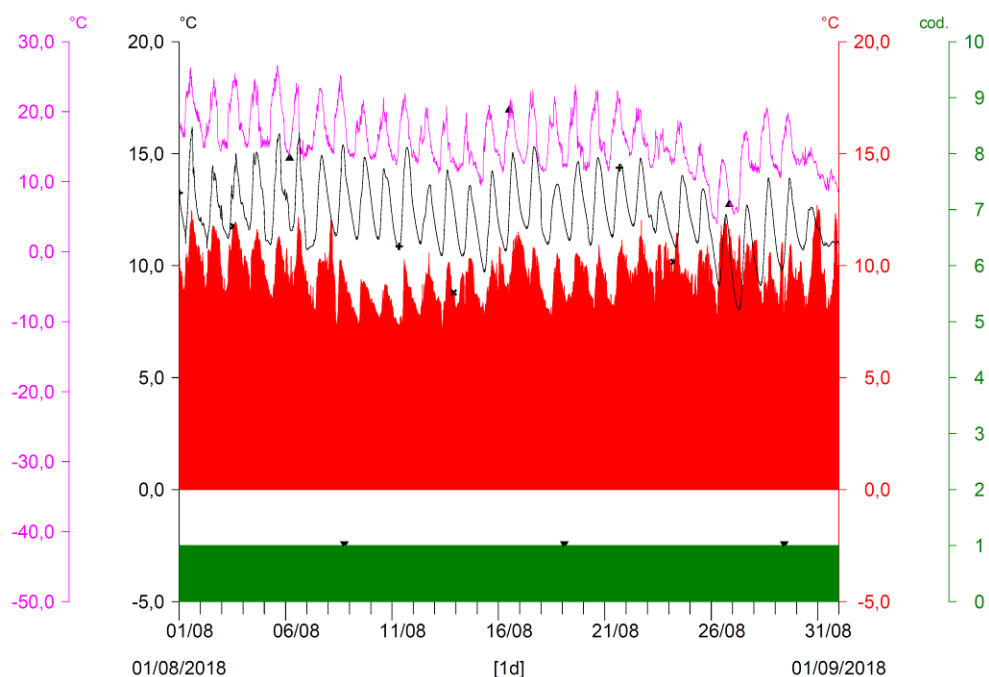


Fig. 111 - Fig. 1 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di AGOSTO 2018. Notare la fase di moderato rialzo termico avviata a fine luglio, stabilizzata durante la prima settimana e poi seguita da una fase di rialzo meno intenso dopo la metà del mese.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

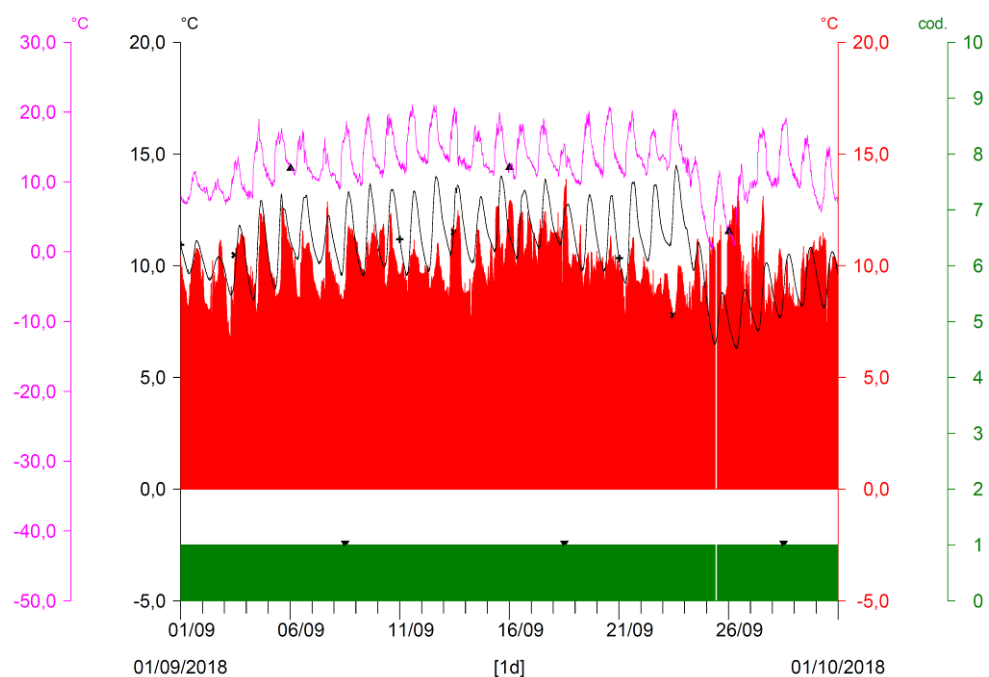


Fig. 112 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di SETTEMBRE 2018. Notare il riallineamento (a fasi discontinue) delle temperature in alveo e in condotta già a partire da inizio mese ma il protrarsi del regime continuo estivo fino al 01.10.2018 (+ 7 giorni rispetto all'anno 3.PO).

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-speno)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

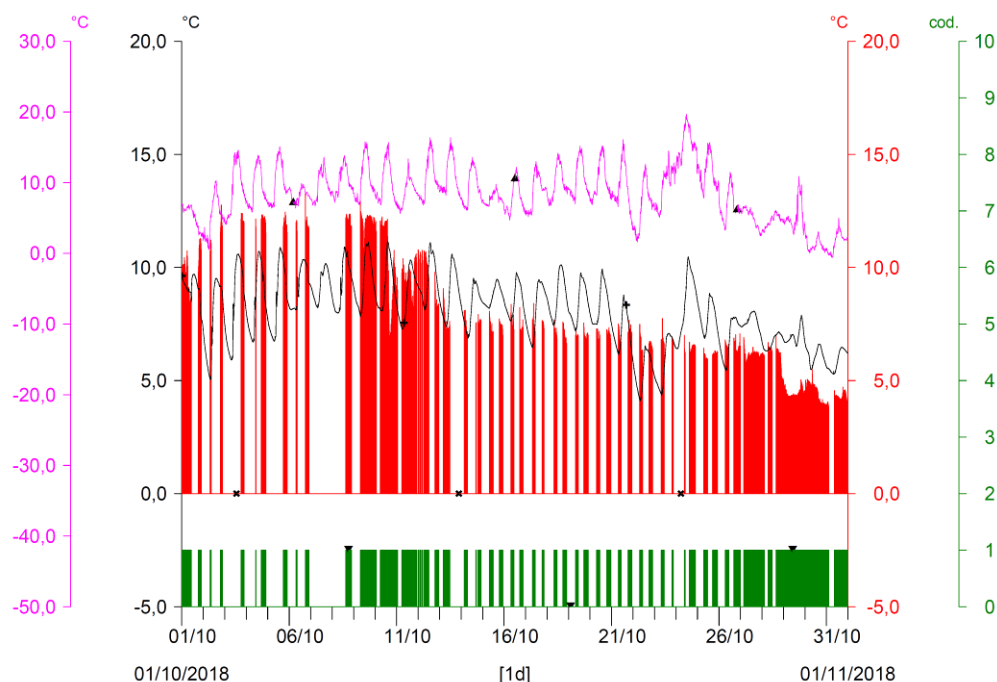


Fig. 113 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di OTTOBRE 2018. Durante i giorni di svaso del bacino di Malga Mare (dal 01. al 08.10.2018) è visibile l'innalzamento delle temperature in condotta (istog. rosso), dovuto all'esclusivo impiego idroelettrico di acque del ramo di Pian Palù.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-speno)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

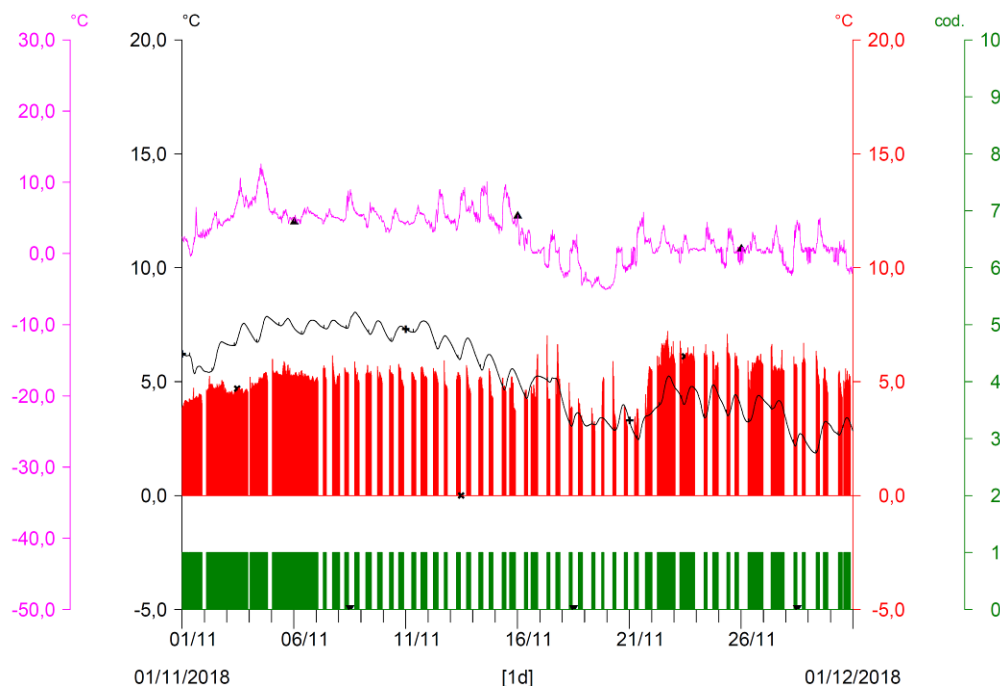


Fig. 114 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di NOVEMBRE 2018. Notare l'abbassamento delle temperature in condotta durante la piena e la morbida post Vaia (a produzione anche continua).

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

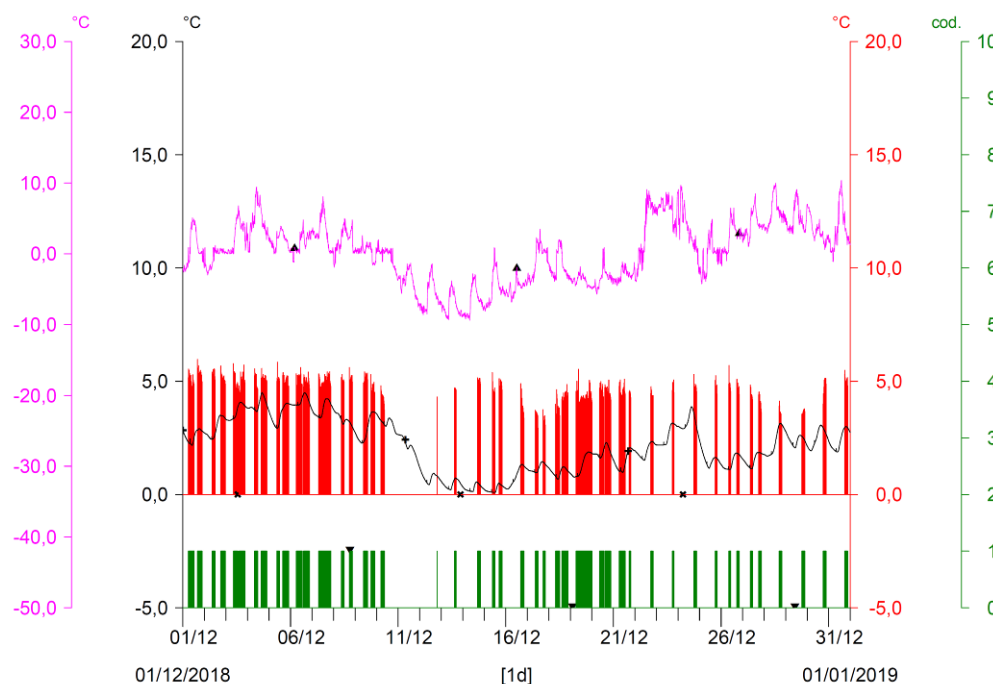


Fig. 115 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di DICEMBRE 2018. Notare la prima fase di forte abbassamento delle temperature atmosferiche solo a metà dicembre a cui peraltro non consegue il congelamento delle acque in alveo.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

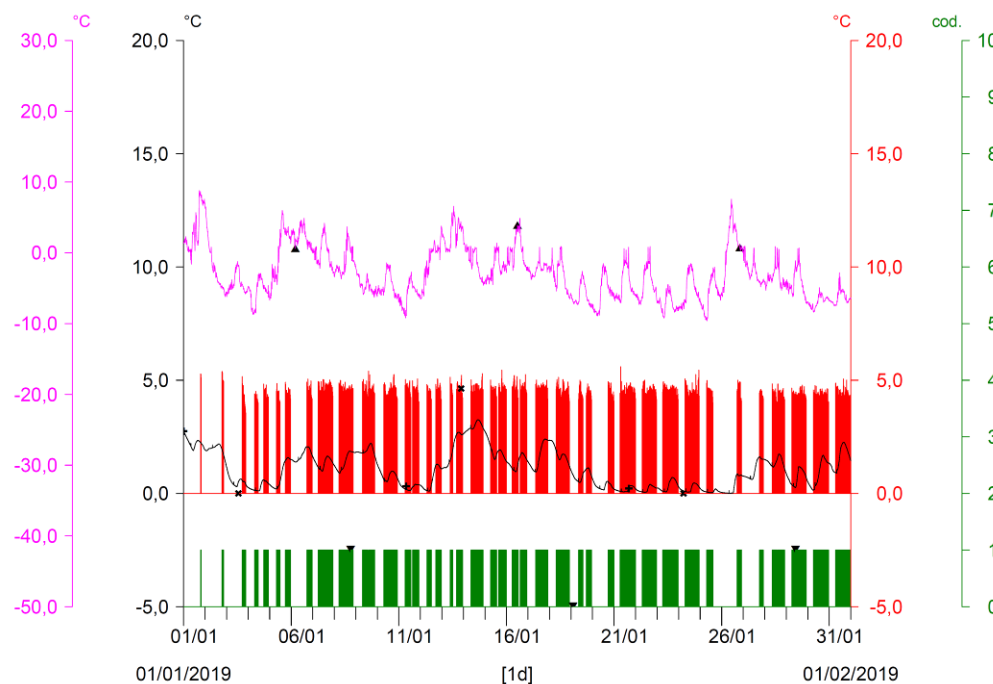


Fig. 116 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di GENNAIO 2019. Brevi fenomeni di congelamento delle acque sulle sponde dell'alveo (linea nera piatta), mentre le temperature dell'acqua turbinata si mantengono prevalentemente comprese tra 3,0 e 3,5°C (istogramma rosso).

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
- * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
- * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

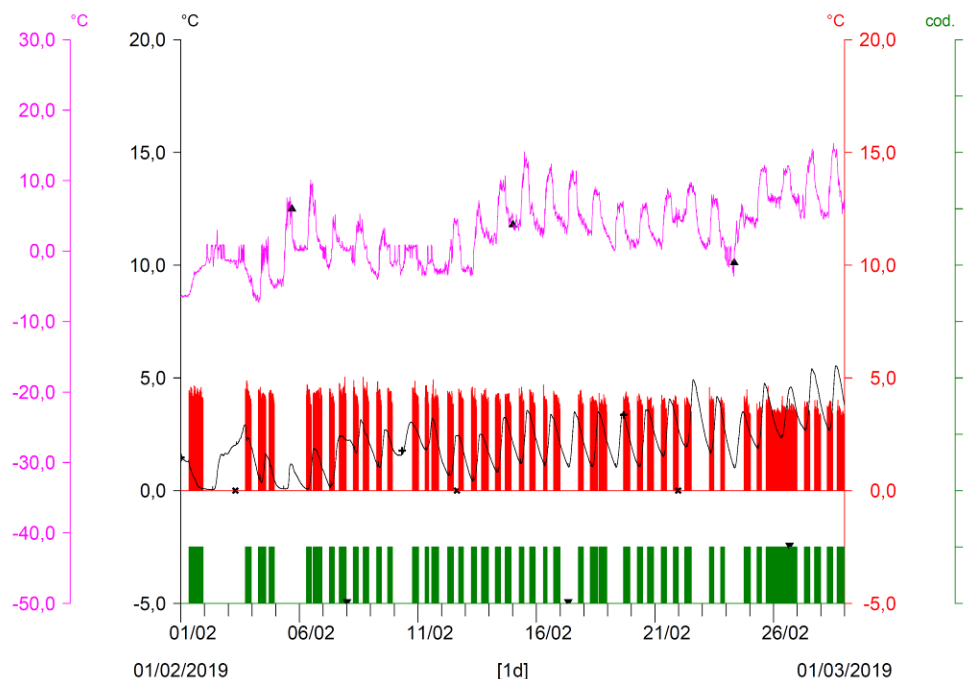


Fig. 117 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di FEBBRAIO 2019. Notare da fine mese il progressivo superamento delle temperature in alveo rispetto a quelle in condotta.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
- * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
- * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

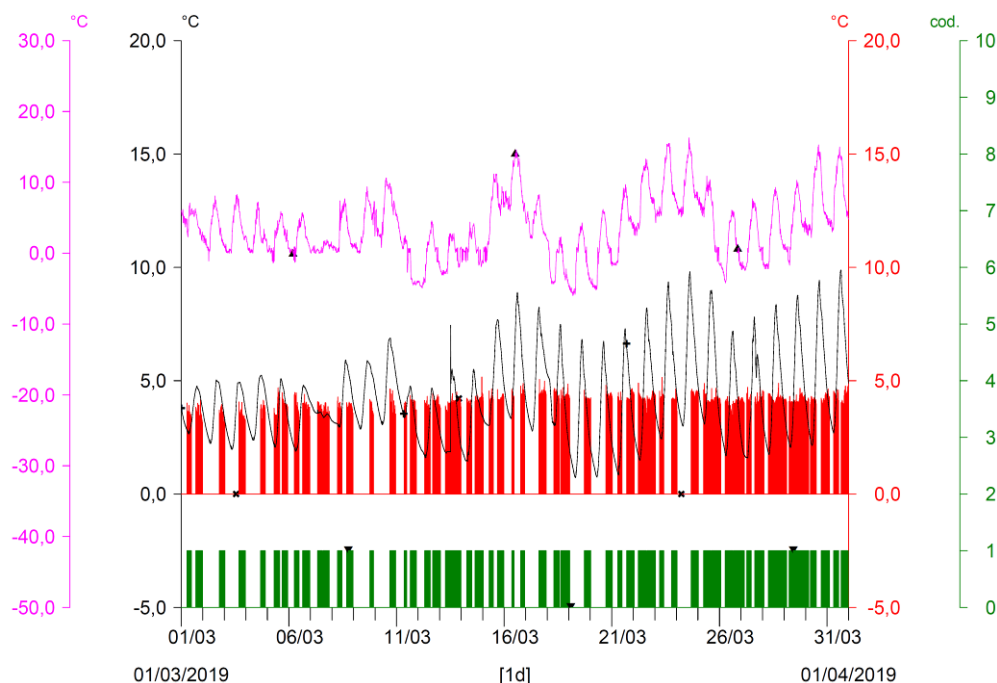


Fig. 118 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di MARZO 2019. L'andamento delle temperature in alveo è discontinuo per tutto il mese, con una tendenza a completare l'inversione termica solo alla fine del mese.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
- * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
- ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

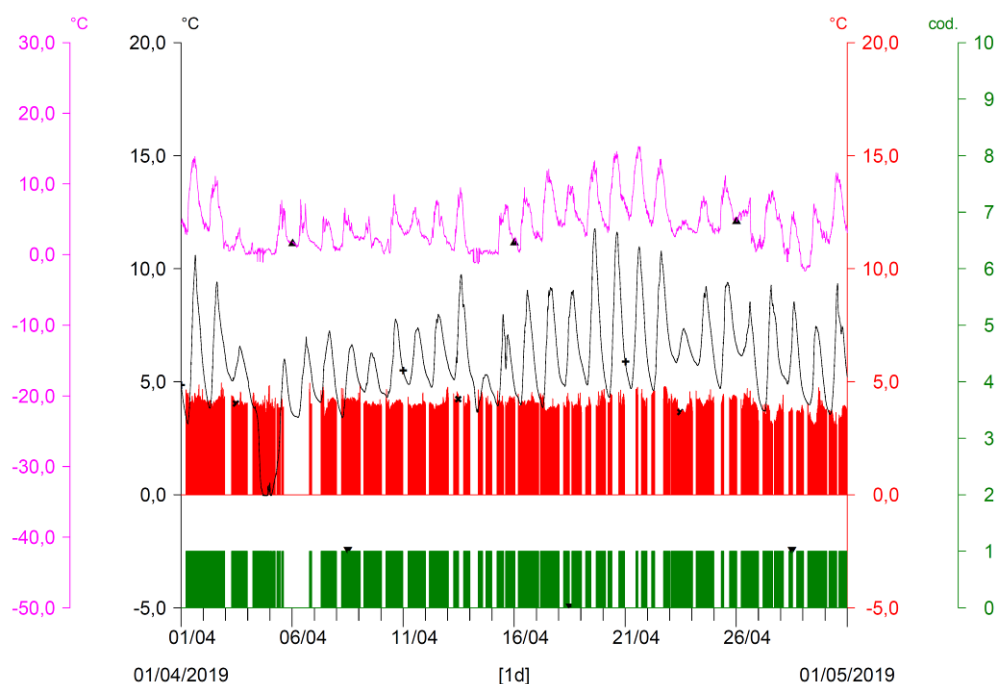


Fig. 119 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di APRILE 2019. Notare il definitivo incremento delle temperature in alveo nella seconda metà del mese.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
- * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
- ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

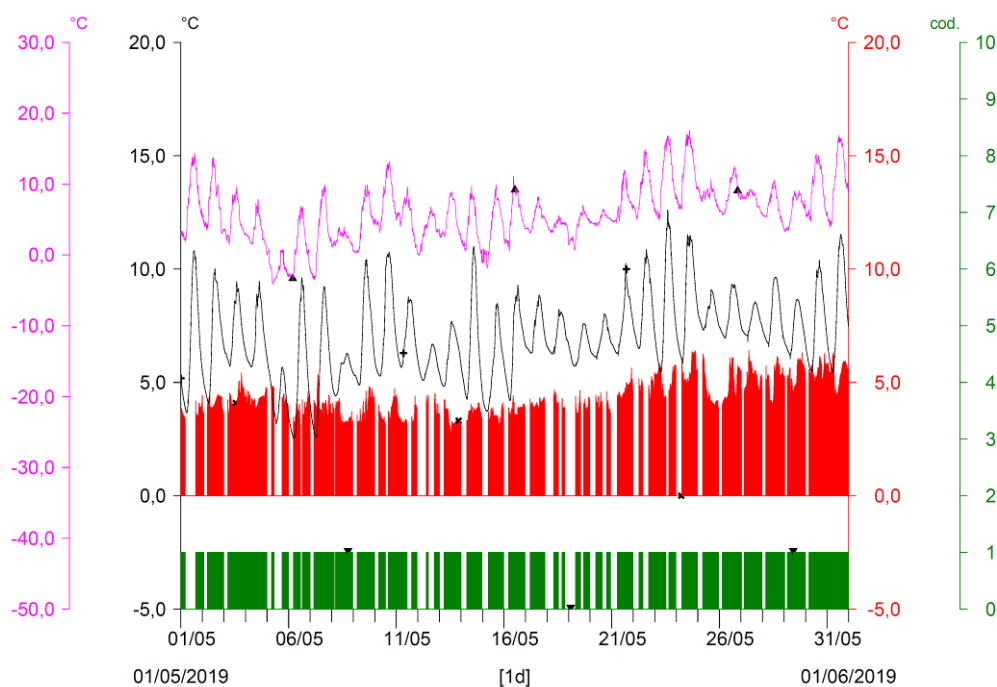


Fig. 120 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di MAGGIO 2019. Notare l'avvio del regime produttivo continuo il 30.05.2019 con ritardo di 38 giorni rispetto al 2018.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

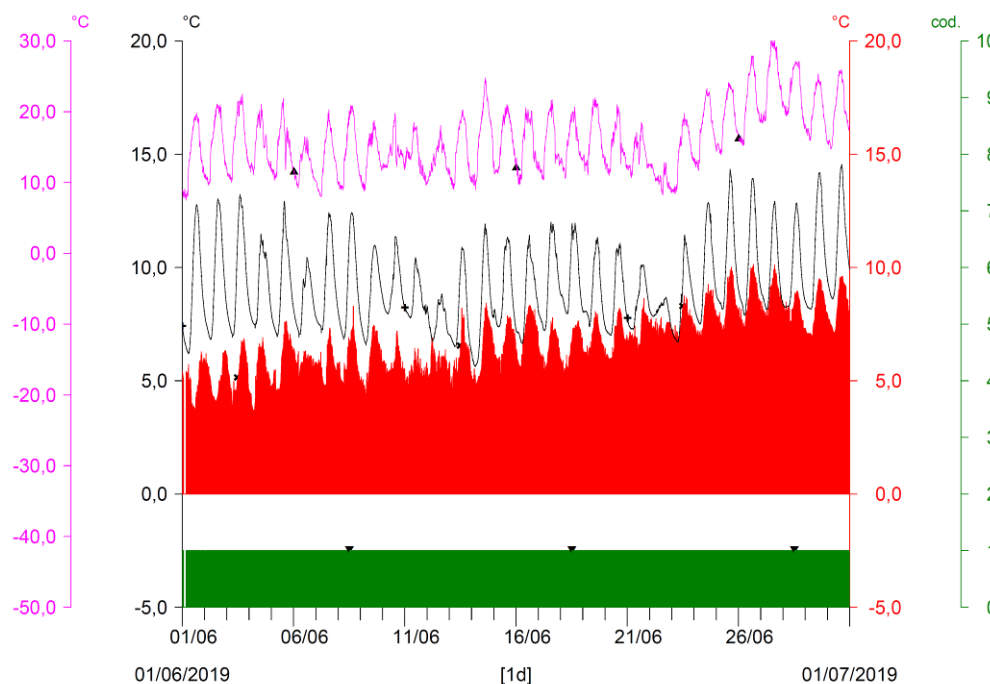


Fig. 121 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di GIUGNO 2019. Evidenti le intense oscillazioni circadiane delle temperature dell'acqua, sia turbinata che in alveo, condizionate dalle variazioni della temperatura dell'aria.

- * S4 - T. Noce - Cusiano/Misura temperatura in alveo (°C) ▼ C3 - Impianto di Cusiano/Scarico (cod: 1-attivo, 0-spento)
 * C3 - Impianto di Cusiano/Misura temperatura in vasca (°C)
 ▲ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)

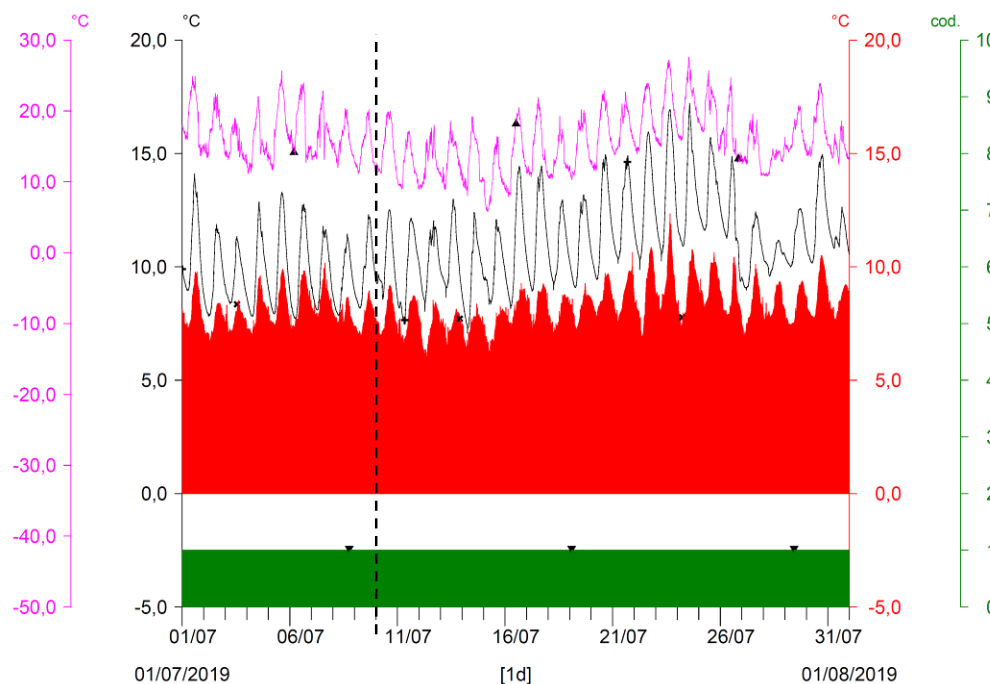


Fig. 122 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 4.PO.

8.4 ANALISI DELLE CONDIZIONI TERMOMETRICHE PARTICOLARI

In continuità con il precedente capitolo dedicato alle portate (cfr. § 7.3) e con la precedente Relazione di monitoraggio 2017-2018, vengono di seguito presentati alcuni grafici di dettaglio, originati dalle stesse serie dati presentate nei soprastanti paragrafi, rappresentativi invece dell'andamento a scala settimanale o giornaliera delle temperature rilevate nel corso del quarto anno di monitoraggio post operam (4.PO) in particolari situazioni meteoclimatiche e/o gestionali.

Per quanto riguarda l'individuazione delle fasi termiche principali, come negli anni precedenti, si rispecchia la suddivisione del regime idrologico in quattro fasi, indicativamente a cadenza stagionale, a partire dalla fine della fase primaverile 2018, come di seguito descritto:

- Fase termica estiva a regime produttivo continuo, con portate basse e variabili (seconda metà di aprile), intermedie e variabili (maggio) elevate e variabili (giugno e luglio) intermedie e variabili (agosto e settembre);
- Fase termica autunnale a regime produttivo alternato e ridotto, con portate basse e variabili su fasi irregolari (ottobre e prima metà di novembre) e con portate anche elevate e molto variabili su fasi irregolari (seconda metà di novembre e dicembre);
- Fase termica invernale a regime produttivo alternato e ridotto (prevalentemente), di fatto intenso con portate elevate e costanti (gennaio) poi ridotto con portate intermedie e costanti (febbraio e marzo) e frequente suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera);
- Fase termica primaverile a regime produttivo alternato e intenso, con portate basse e variabili (aprile, prima metà di maggio) e intermedie e variabili (seconda metà di maggio) sempre su fasi irregolari, per poi riavviare la fase estiva successiva con gli inizi di giugno 2019.

La descrizione degli andamenti termometrici caratteristici delle quattro fasi stagionali è già stata svolta tramite i grafici di approfondimento delle precedenti relazioni di monitoraggio. Considerato che le fasi stagionali, e gli eventi ordinari che le caratterizzano, si ripresentano con caratteristiche simili ogni anno e che le eventuali variazioni riguardano principalmente la loro durata e l'entità delle portate coinvolte, come già descritto nel precedente § 7.2., si è ritenuto di rimandare alle precedenti relazioni gli eventuali approfondimenti.

L'obiettivo della presente relazione di monitoraggio, invece, consiste nell'analisi degli eventi significativamente differenti, per tipologia o magnitudo, e nella descrizione dei relativi effetti,

dal punto di vista sia termometrico che idrometrico, che in ordine cronologico per l'anno 2018-2019 consistono in:

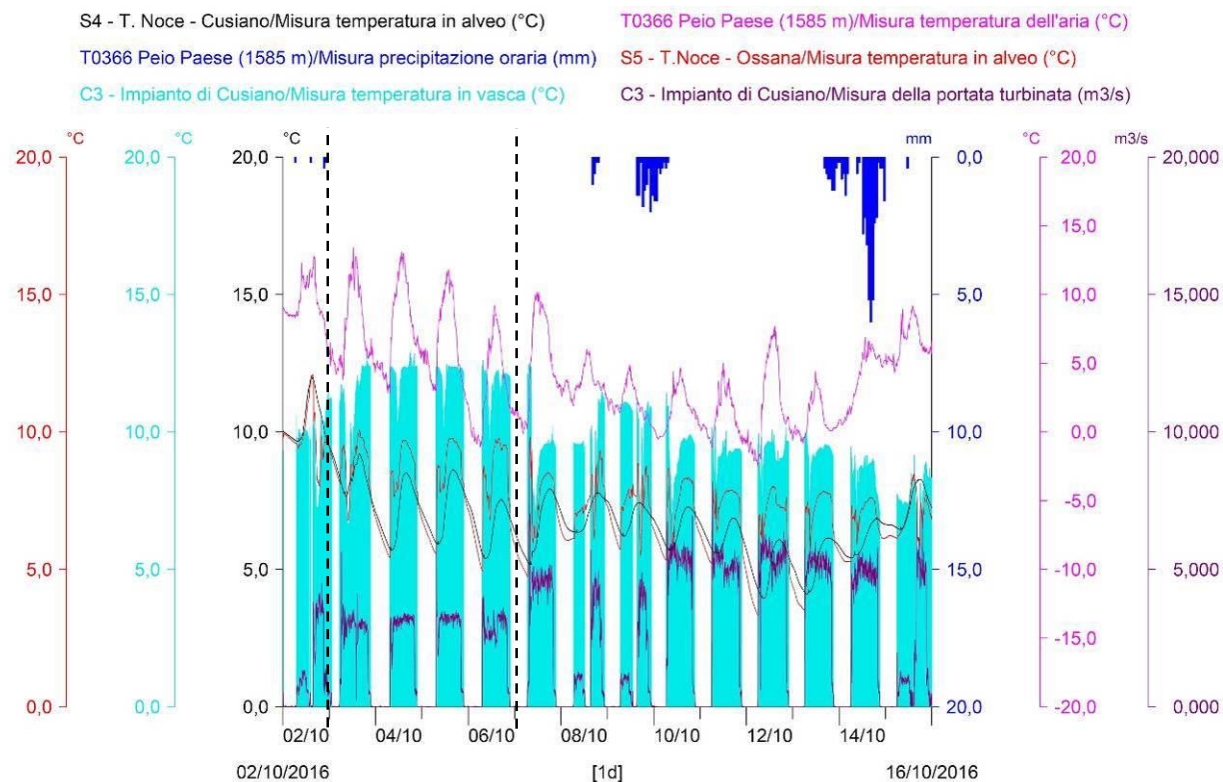
- Evento termico di svasso autunnale del bacino di Malga Mare (impianto HDE - ex Enel di Pont) (con rilascio delle portate turbinate del gruppo Cogolo 2 - Pian Palù allo scarico dell'impianto HDE di Cogolo Pont, ai fini dell'ulteriore diluizione del trasporto solido);
- Evento termico autunnale a regime produttivo (quasi) continuo e passaggio tardivo alla fase a *thermopeaking* caldo;
- Fase termica primaverile di transizione al regime produttivo continuo.

8.4.1 Evento termico di svasso autunnale del bacino di Malga Mare

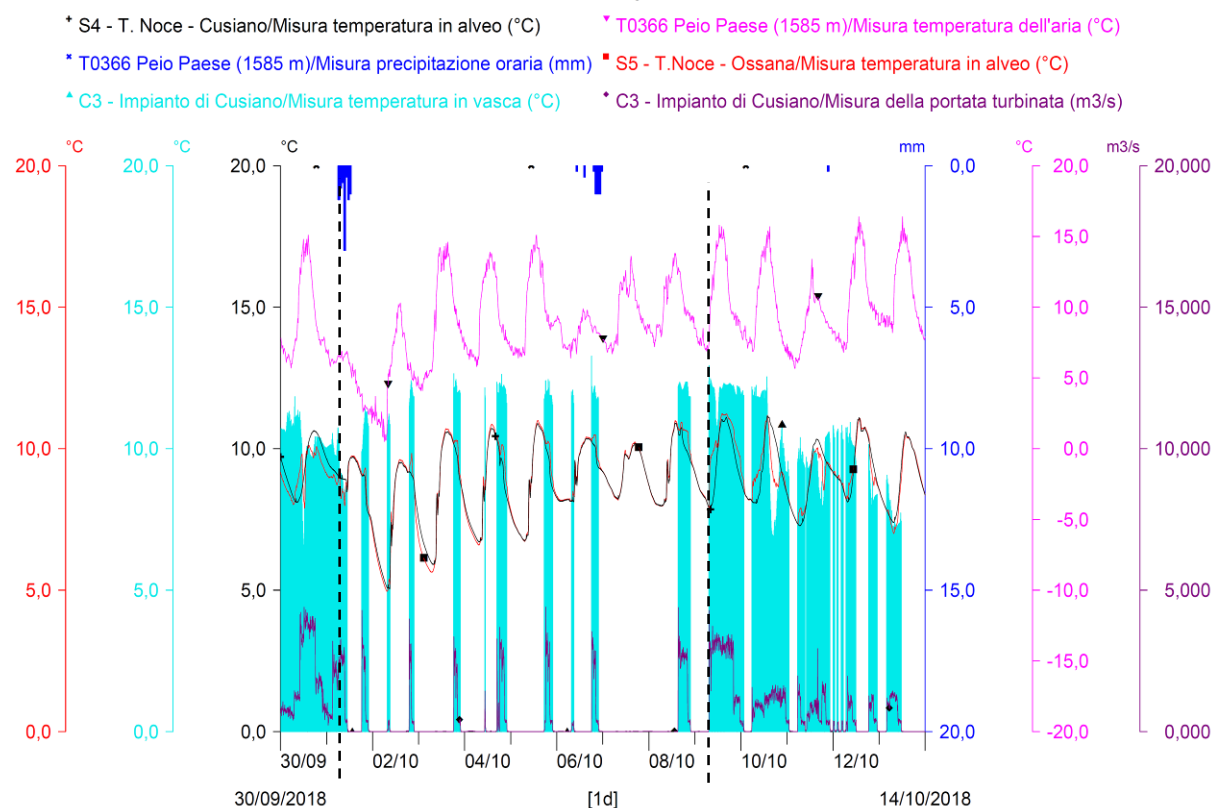
In Fig. 123 sono comparati i termogrammi registrati in corrispondenza di due settimane nei mesi di ottobre, in particolare dei giorni di svasso del bacino di Malga Mare (periodi inclusi tra le linee tratteggiate), rispettivamente negli anni 2016 (ultimo anno con gli impianti in serie in funzione) e 2018 (anno in oggetto).

Dall'analisi dei grafici dell'anno di riferimento 2016 risulta che il periodo di equilibrio termico, che chiude la fase termica estiva (fase fredda del *thermopeaking*), in quell'anno era stato raggiunto e rapidamente superato nella seconda metà del mese di settembre, in quanto agli inizi di ottobre le acque turbinate (istogramma ciano) sono oramai stabilmente più calde rispetto a quelle in alveo (linea nera sottostante). Al contrario, nell'anno 2018, in coerenza con la fase idrometrica estiva a regime continuo che dura per tutto settembre, con le temperature dell'alveo più alte sia a settembre che a ottobre e inoltre con la messa fuori servizio della galleria di adduzione dal Lago di Pian Palù e delle opere di presa della gronda, causa lavori alla stessa fino a metà novembre, il periodo di equilibrio termico che inizia a fasi sporadiche già a settembre viene definitivamente raggiunto con due mesi di ritardo e superato solo alla metà del mese di novembre, quando inizia la cosiddetta fase calda del *thermopeaking*.

Inoltre, si evidenzia come nel 2016 la produzione idroelettrica degli impianti in serie del Comune di Peio durante lo svasso risulta ben visibile, anche dal punto di vista termometrico, in quanto lo scarico delle acque turbinate dalla centrale di Cusiano determina l'innalzamento delle temperature dell'alveo più a valle, riconoscibile dall'innalzamento della linea rossa (le temperature misurate a Ossana nella stazione S5) durante i giorni di svasso.



A



B

Fig. 123 - Confronto tra temperature dell'acqua scaricata dall'impianto C3 - Cusiano (istogramma ciano), temperature rilevate in alveo nella stazione S4 - Cusiano (linea nera) e S5 - Ossana (linea rossa) rispetto agli andamenti delle portate turbinata scaricate (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante gli eventi autunnali di SVASO DEL BACINO DI MALGA MARE (compreso tra i tratteggi) negli anni: A) 2016 con derivazione attiva degli impianti in serie per 4 gg complessivi, B) 2018 con sospensione della derivazione a valle di Pont per 8 gg complessivi.

Nei termogrammi del 2018, come in parte anche in quelli del 2017 presentati nella relazione dell'annata precedente, considerato di fatto un lungo e tardivo superamento della fase di equilibrio termico tra acque turbinate e acque fluenti, risulta evidente una sostanziale corrispondenza delle temperature tra monte e valle dello scarico per tutto il periodo (corrispondenza tra linea nera e linea rossa in Fig. 123).

Tale corrispondenza si manifesta in particolare durante lo svaso in quanto, in applicazione delle nuove prescrizioni di APRIE, in tale fase è stata garantita la totale restituzione delle portate turbinate dal concessionario di monte (HDE S.r.l.) in località Pont.

Terminate le operazioni giornaliere di svaso, a ulteriore conferma di quanto sopra, vanno notate in coda le brevi fasi di attività e di relativo breve *thermopeaking*, generate dalla riapertura della vasca di presa in località Pont (C0) al termine delle attività di svaso.

I sottili istogrammi color ciano, infatti, rappresentano le temperature registrate a Cusiano nella vasca di scarico quando sono turbinate le code della produzione HDE, basata necessariamente sulle acque provenienti dal ramo dell'impianto rifornito dalle prese della gronda di Pian Palù e dal bacino artificiale stesso.

Durante lo svaso dell'anno 2018 - caratterizzato come quello precedente del 2017 dalla suddetta sospensione dell'attività per gli impianti in serie - il fenomeno del *thermopeaking* si sposta, evidentemente, a monte della centrale di Cusiano, in corrispondenza della restituzione delle acque turbinate dalla centrale HDE di Pont, ripristinando temporaneamente lo scenario originario precedente alla realizzazione degli impianti.

Il confronto delle temperature rilevate in S1 - Pont e S3 - Contra, come rappresentato in Fig. 124, permette di riconoscere chiaramente l'effetto di innalzamento della temperatura dell'alveo a valle della restituzione delle acque (turbinate e più calde) in località Pont, proprio a causa della mancata derivazione da parte degli impianti in serie.

Al netto di qualche decimo di grado centigrado di naturale innalzamento della temperatura dell'acqua dell'alveo in S3 rispetto a S1, la variazione di temperatura misurata durante lo svaso a causa della restituzione delle acque del ramo di Pian Palù è mediamente pari a +1,5°C, con fasi di picco anche pari a +4°C, prevalentemente nelle ore del mattino in cui è massima la differenza di temperatura tra le acque dell'alveo e quelle del bacino artificiale. Le variazioni risultano maggiori rispetto a quelle registrate nel precedente svaso dell'anno 2017, quando indicativamente gli incrementi medi erano pari a +1°C e quelli massimi pari a +2°C.

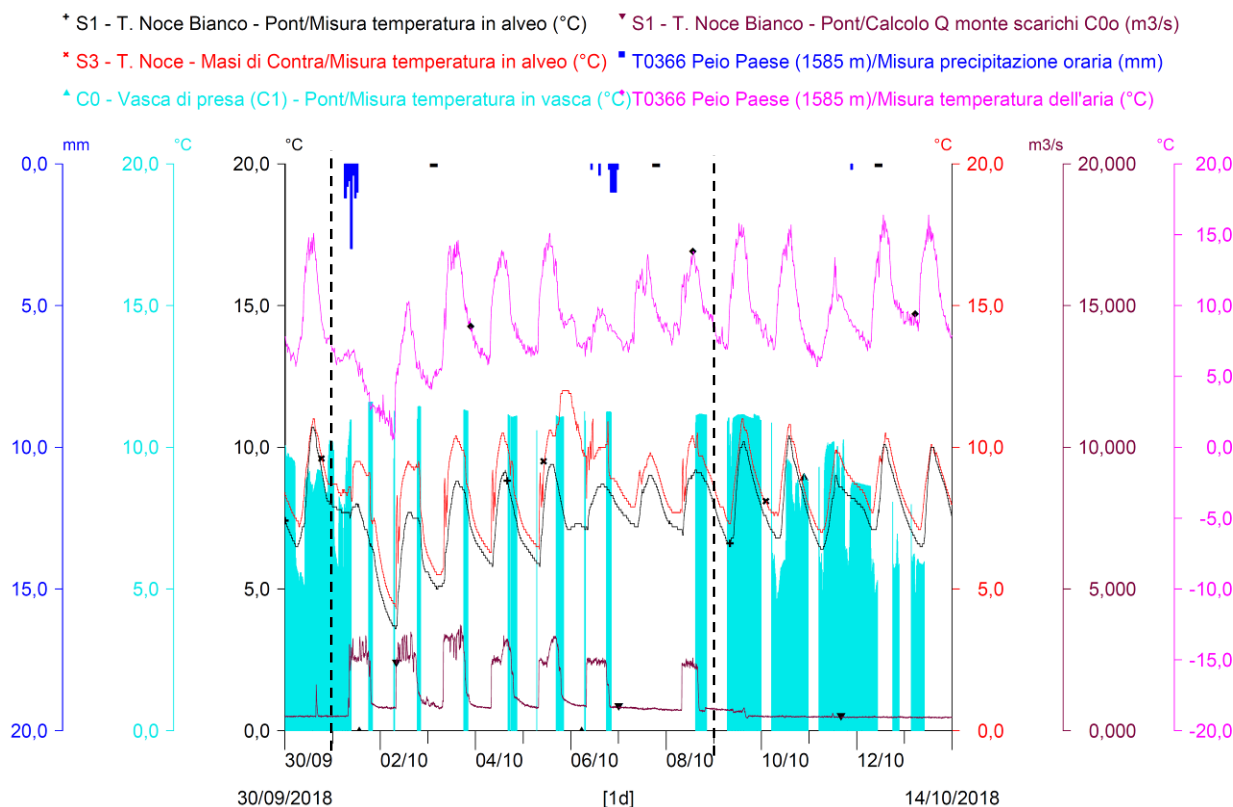


Fig. 124 - Confronto tra temperature dell'acqua caricata nella vasca di carico C0 - Pont (istogramma ciano), temperature rilevate in alveo nella stazione S1 - Pont (linea nera) e S3 - Contra (linea rossa) rispetto agli andamenti delle portate fluenti in S1 (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante l'evento autunnale di SVASO DEL BACINO DI MALGA MARE (compreso tra i tratteggi) nell'anno 2018, con sospensione della derivazione a valle di Pont.

8.4.2 Evento termico autunnale a regime produttivo (quasi) continuo e passaggio tardivo alla fase a *thermopeaking* caldo

La Fig. 125 riporta il termogramma registrato da giovedì 25.10 a sabato 24.11.2018 durante l'evento naturale di piena conseguente alla cosiddetta Tempesta Vaia, a cui corrisponde una modifica del regime produttivo, che passa da quello alternato e ridotto tipico di questo periodo autunnale a quello continuo, almeno per coppie di giornate, con portate turbinate basse e variabili (linea viola in basso tra 0,3 e 2 m³/s).

Il regime produttivo continuo viene registrato per la prima volta al di fuori della fase idrologica estiva, nello specifico a causa di precipitazioni intense e, pertanto, viene descritto in questo paragrafo per gli interessanti effetti termici. Tale regime, inoltre, si sovrappone al prolungamento della fase a *thermopeaking* freddo (tipicamente estivo), imposto dalla chiusura per lavori della galleria di adduzione dal Lago di Pian Palù, che ha causato la messa fuori servizio di tutte le derivazioni idroelettriche che insistono sul bacino del T. Noce di Val del Monte.

L'avvio del regime produttivo continuo in stagione autunnale coincide chiaramente con l'inizio delle intense precipitazioni della Tempesta Vaia e con l'abbassamento delle temperature atmosferiche a Peio Paese al di sotto dei 10°C, sebbene in occasione della fase calda nella sera del 29.10 le temperature massime abbiano superato nuovamente tale soglia.

Le abbondanti precipitazioni e la piena che ne è conseguita hanno permesso/imposto di mantenere in funzione l'impianto che turbinava le acque provenienti dal bacino del T. Noce Bianco, mentre tutte le altre derivazioni erano ferme per i lavori programmati nella galleria proveniente dal Lago di Pian Palù. In tale contesto derivatorio si è ricreata la dinamica termica tipica di un impianto a portata fluente, che trasferisce a valle acque più fredde prelevate in quota, e in un certo qual modo anche più simile a quello che sarebbe lo scenario naturale.

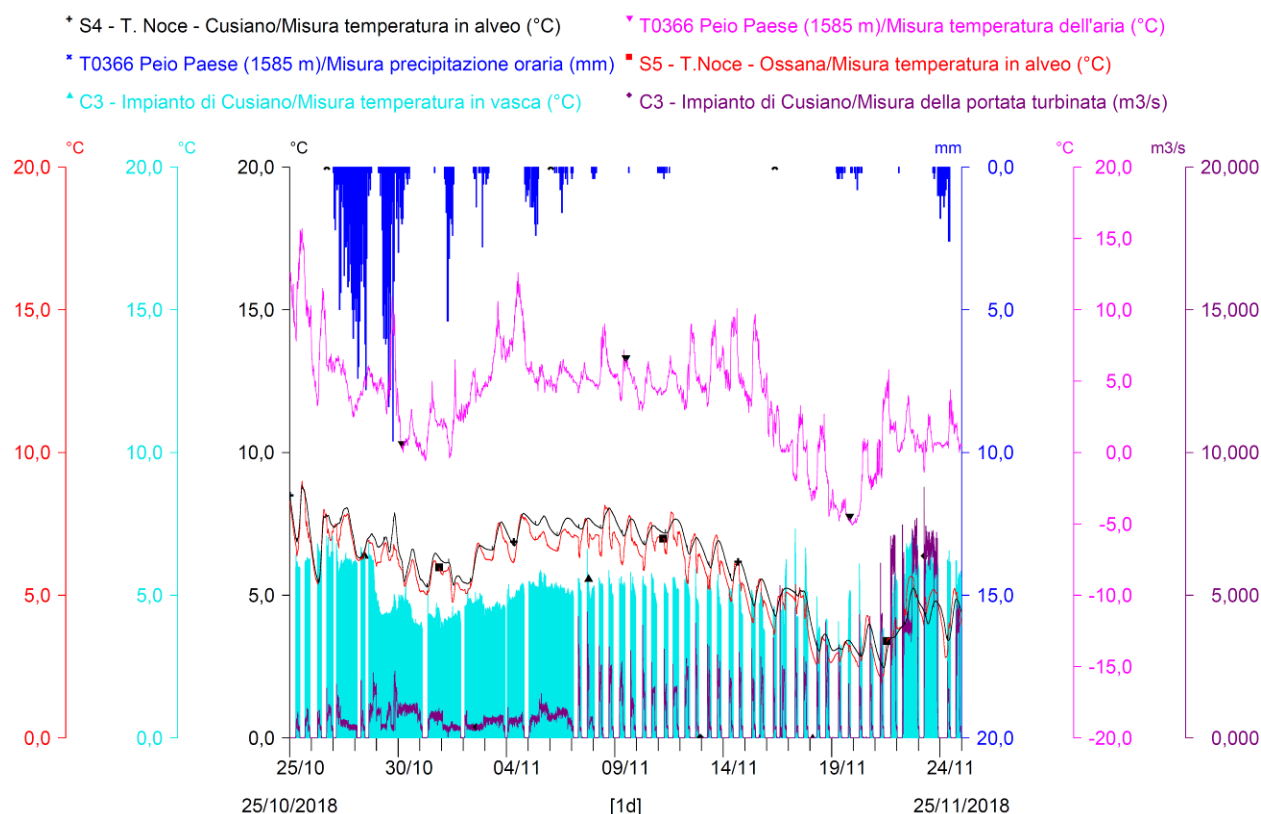


Fig. 125 - Confronto tra temperature dell'acqua scaricata in C3 - Cusiano (istogramma ciano), temperature rilevate in alveo in S4 - Cusiano (linea nera) e in S5 - Ossana (linea rossa) rispetto all'andamento delle portate turbinata e scaricate (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante la fase di piena dovuta alla Tempesta Vaia 2018 a REGIME PRODUTTIVO (QUASI) CONTINUO e la successiva fase di INVERSIONE A THERMOPEAKING CALDO, alla ripresa del funzionamento della derivazione dal bacino di Pian Palù a metà novembre.

Durante l'evento di piena e fino a metà novembre, le temperature alla vasca di scarico di Cusiano (C3), durante le fasi di funzionamento degli impianti, mediamente si mantengono più

basse rispetto a quelle in transito nella stazione S4 - Cusiano di circa 2°C, mentre l'effettivo *thermopeaking* freddo che si registra a valle dello scarico e poi della confluenza del T. Vermigliana, rappresentato indicativamente dallo scostamento negativo della linea rossa rispetto a quella nera nel grafico in Fig. 125, dipende dai rapporti tra le quantità di portata in transito e le rispettive temperature all'atto della miscelazione dei flussi.

In conclusione, la fase termica tipicamente estiva a *thermopeaking* freddo, come già anticipato nel precedente paragrafo, termina definitivamente dopo il breve periodo di equilibrio termico registrato a metà novembre, quindi con due mesi di ritardo rispetto al precedente anno 2017. I primi evidenti segni di *thermopeaking* caldo, rappresentato indicativamente dallo scostamento positivo della linea rossa rispetto a quella nera nel grafico in Fig. 125, risultano infatti in data 21.11.2018, due giorni dopo il termine delle operazioni di sistemazione della galleria dal Lago di Pian Palù.

8.4.3 Fase termica primaverile di transizione al regime produttivo continuo

Come anticipato nel precedente capitolo dedicato all'idrometria (cfr. § 7.2), il regime produttivo continuo degli impianti idroelettrici in serie durante la primavera dell'anno 4.PO è iniziato in ritardo di circa 6 settimane rispetto alla primavera 2018 e di circa due settimane rispetto al 2017, a causa delle abbondanti precipitazioni nevose tardo primaverili del 2019.

Dal punto di vista termico tale transizione tardo primaverile estende, come sempre, all'intera giornata l'abbassamento delle temperature dell'acqua rilevate nella stazione S5 - Ossana, a impianti stabilmente attivi, rispetto a quelle misurate nella stazione S4 - Cusiano a monte della restituzione (di fatto rappresentative anche di S5 a impianti spenti), avendo di fatto già superato completamente la fase di equilibrio termico tra le acque accumulate nei bacini (veicolate in condotta) e quelle fluenti in alveo.

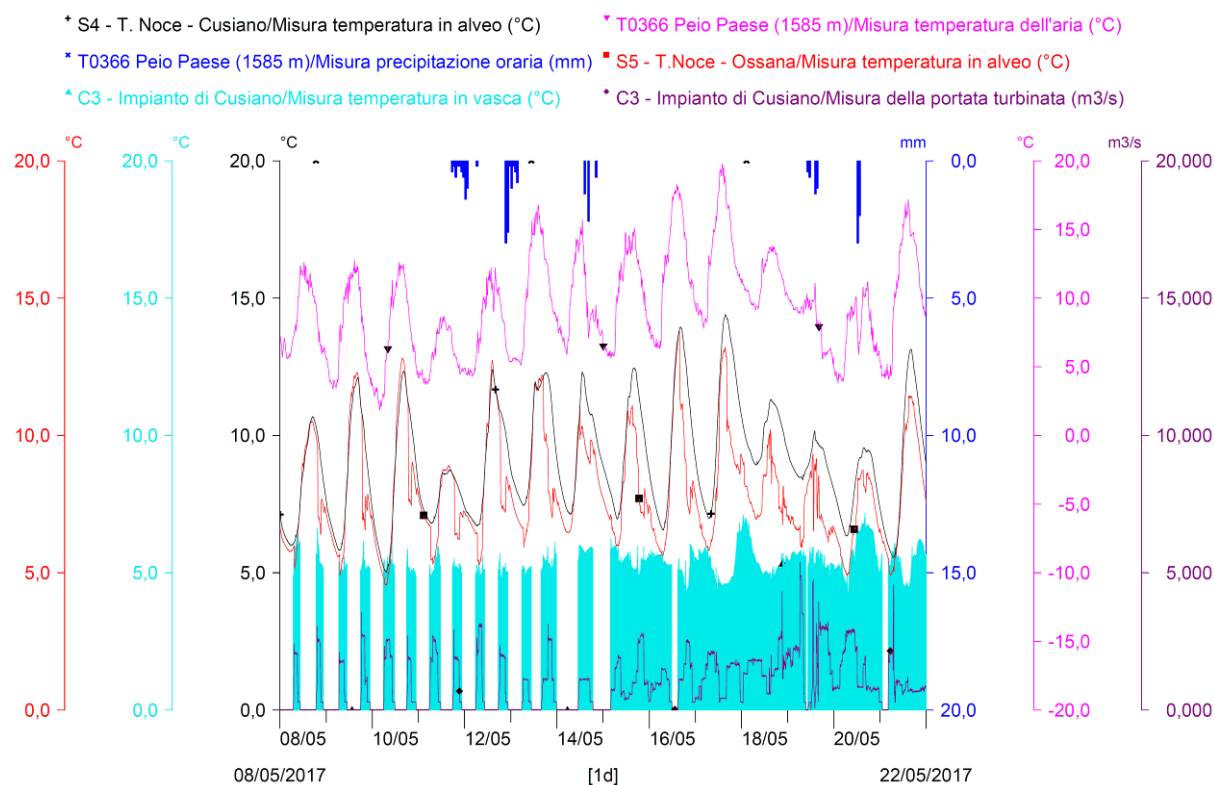
Dall'analisi dei grafici mensili (cfr. 8.1) e di quelli annuali allegati alla relazione, infatti, risulta che il completamento della fase di inversione dei regimi termici, con il definitivo superamento delle temperature dell'acqua in alveo rispetto a quella in condotta, si conclude entro la fine del mese di marzo 2019, sebbene con circa due settimane di ritardo rispetto agli anni 2017 e 2018.

In Fig. 126 vengono riportati i termogrammi registrati nei mesi di maggio 2017, di aprile 2018 e di maggio-giugno 2019, rappresentativi delle fasi di avvio del regime produttivo continuo nelle tre annate consecutive. Va notato come rispetto al mese di maggio 2017, le portate tur-

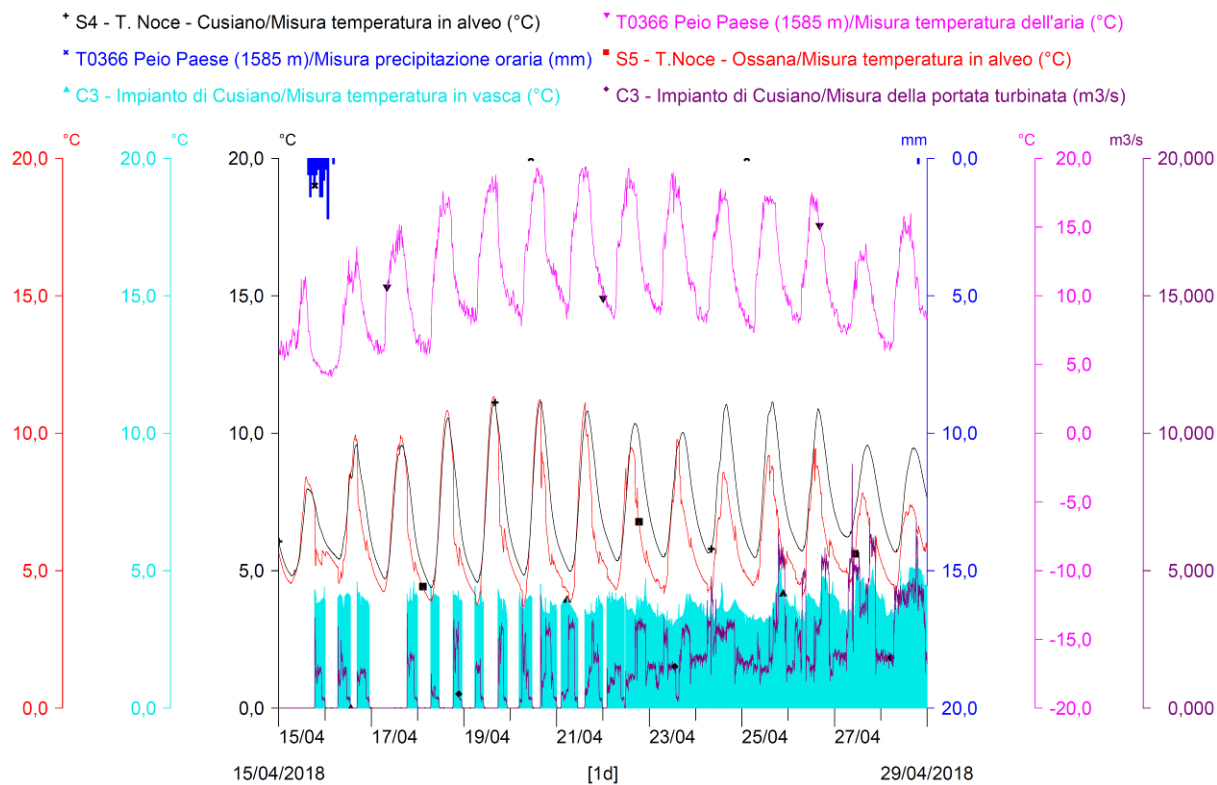
binare sono lievemente superiori e con temperature medie più basse nell'aprile 2018 e decisamente più alte ma con temperature medie circa uguali a giugno 2019.

Nonostante queste differenze, gli effetti sulla riduzione effettiva delle temperature in alveo misurate nella stazione S5 - Ossana, rispetto a quelle in S4 - Cusiano, rappresentati dallo scostamento negativo della linea rossa rispetto a quella nera (*thermopeaking* freddo), appaiono sostanzialmente simili nelle prime due fasi di passaggio al regime continuo e in deciso aumento nel 2019, in considerazione delle maggiori portate scaricate.

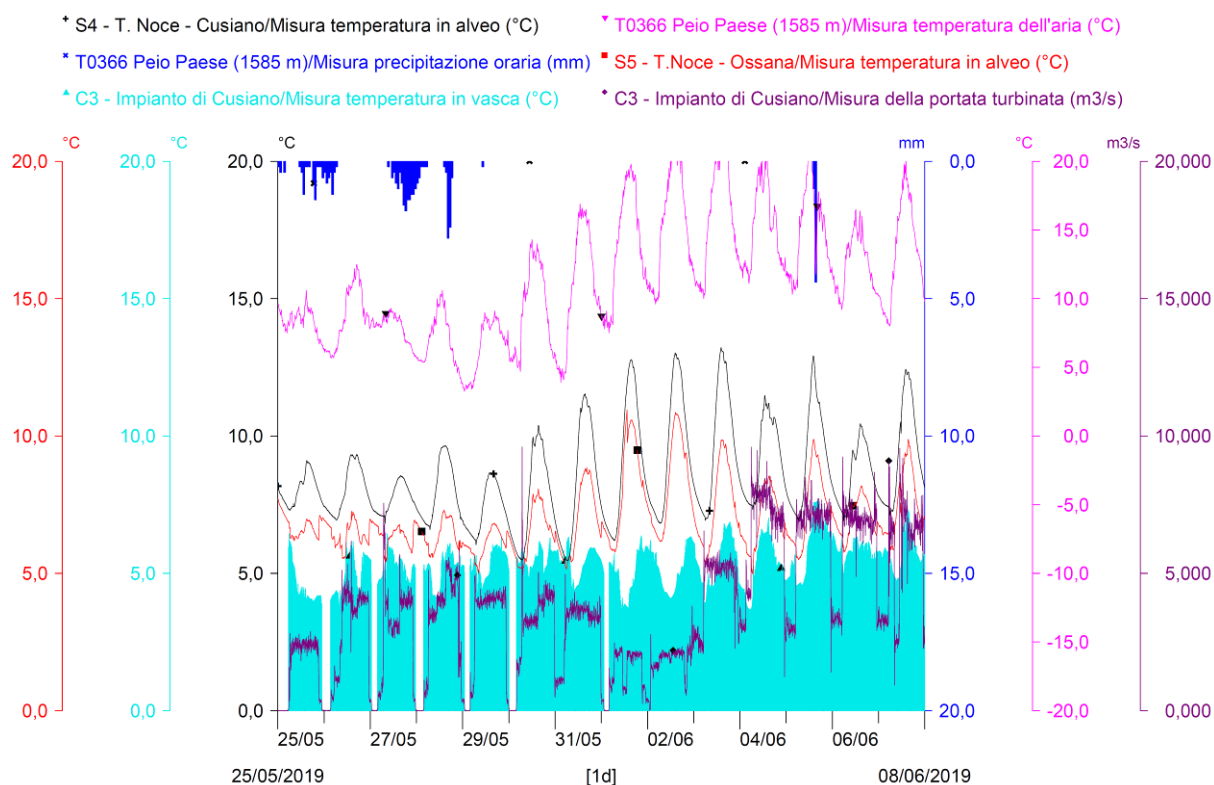
La misura dell'abbassamento della temperatura dell'acqua a valle della confluenza del T. Vermigliana (misurata in S5 - Ossana), infatti, dipende sempre dalle temperature delle acque turbinate (misurate in C3 - Cusiano), delle acque fluenti nel T. Noce (misurate in S4 - Cusiano), di quelle equiparabili del T. Vermigliana e dalle relative portate in ingresso, che pesano i rispettivi valori assoluti di temperatura.



A



B



C

Fig. 126 - Confronto tra temperature dell'acqua scaricata dall'impianto C3 - Cusiano (istogramma ciano), temperature rilevate in alveo nella stazione S4 - Cusiano (linea nera) e S5 - Ossana (linea rossa) rispetto agli andamenti delle portate turbinate (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante le fasi primaverili di passaggio al REGIME PRODUTTIVO CONTINUO: A) dell'anno 2017; B) dell'anno 2018; C) dell'anno 2019.

In conclusione, mentre nelle prime due annate, nonostante la differenza di un mese nell'avvio del regime produttivo continuo, l'abbassamento medio effettivo delle temperature in alveo a Ossana è circa uguale e in entrambi i casi compreso tra -1,5 e -2°C, tra il cambio di regime 2017 e quello 2019, con una posticipazione di sole due settimane nell'avvio 2019, il *thermopeaking* freddo varia di circa 1 °C, risultando compreso in media tra -2 e -3°C, con una riduzione anche più che proporzionale dei valori di picco delle oscillazioni circadiane,

8.5 CONCLUSIONI ANNUALI SULLA TERMOMETRIA

Come nelle precedenti Relazioni di monitoraggio, le analisi sui dati termometrici partono dal calcolo delle differenze tra le temperature dell'acqua misurate in alveo presso le stazioni S1 - Pont e S4 - Cusiano e le temperature dell'acqua misurate all'interno degli impianti, rispettivamente nella vasca di presa C0 - Pont e nello scarico della centrale C3 - Cusiano. Tali confronti sono limitati alle sole fasi di funzionamento degli impianti idroelettrici, al fine di evitare di considerare anche fenomeni di riscaldamento o raffreddamento delle acque ferme nelle vasche, e in questo modo si individuano le differenze, in termini di valori assoluti, di temperatura (ΔT) tra le acque fluenti in alveo e quelle turbinate dagli impianti in serie.

Anche per l'anno di monitoraggio 4.PO i dati di temperatura delle acque sono disponibili per tutti i giorni dell'anno, e dall'analisi del termogramma annuale C0 vs S1 risulta evidente che la temperatura media annuale dell'acqua derivata e turbinata dalla serie dei nuovi impianti è stata inferiore (-1,0°C) rispetto a quella dell'acqua fluente (come previsto dal PMA), misurata in alveo sempre in località Pont, dove in precedenza veniva scaricata.

Dall'analisi dei dati, con particolare riferimento al confronto dei termogrammi C0 vs S1, in sintesi, emerge quanto segue:

- nei mesi estivi (luglio-agosto 2018) le temperature dell'acqua turbinata si mantengono mediamente più basse di quelle fluenti in alveo (-3°C), in quanto il funzionamento degli impianti avviene prevalentemente con acque correnti di scioglimento glaciale che in condotta mantengono le basse temperature di origine, con differenze estreme fino a -7,0°C (agosto);
- nella prima metà di settembre 2017 si avvia, in maniera discontinua, la fase di equilibrio termico tra acque in alveo e acque turbinate (in condotta), fase che peraltro si interrompe per la messa fuori servizio della galleria di adduzione e di gronda dal Lago di

Pian Palù e per il passaggio della Tempesta Vaia a ottobre e si completa definitivamente solo nella seconda metà di novembre;

- al termine delle operazioni di svaso del bacino di Malga Mare, nei giorni 10-11 ottobre 2018, infatti è visibile l'effetto della chiusura della derivazione dal ramo di Pian Palù, con l'evidente abbassamento delle temperature in condotta dovuto alla lavorazione delle sole acque superficiali provenienti dal Bacino del T. Noce Bianco; abbassamento di circa 2°C che si mantiene fino al termine dei lavori;
- da dicembre 2018 a marzo 2019 le temperature dell'acqua turbinata si sono mantenute mediamente più alte di quelle fluenti in alveo (+1,2°C), poiché il funzionamento degli impianti è avvenuto prevalentemente utilizzando acqua accumulata nei bacini artificiali e termostata al minimo a +4°C nelle zone ipo- e meta-limniche degli invasi, comunque con differenze estreme fino a +5,3°C (ottobre);
- a metà del mese di marzo, con circa due settimane di ritardo nel 2019 rispetto al 2018, si avvia la fase di equilibrio termico tra le acque in alveo e le acque turbinate (in condotta), mentre con la fine del mese inizia la fase di inversione termica, con acque in condotta più fredde rispetto a quelle presenti in alveo;
- nei mesi primaverili (aprile-giugno 2019) le temperature dell'acqua turbinata si sono mantenute mediamente più basse di quelle fluenti in alveo (-2,8°C); in questa fase il funzionamento degli impianti avviene sia con acque profonde dei bacini, termostatate a +4°C, sia con acque correnti da scioglimento nivale, che comunque in condotta mantengono le basse temperature di origine, con differenze estreme fino a -7,9°C (giugno).

Nell'anno di monitoraggio 4.PO rispetto al precedente 3.PO cambiano lievemente i periodi in cui si avvia l'equilibrio termico tra le acque in condotta e quelle in alveo, con particolare riferimento al ritardo di due settimane nell'inversione termica di marzo, mentre è la transizione verso l'inversione termica autunnale nel 2018 che si allunga decisamente, comprimendo di fatto la fase a *thermopeaking* caldo (invernale) di quasi due mesi, come dimostrano invece le situazioni ancora tipicamente estive, a *thermopeaking* freddo, che interessano tutto il mese di ottobre e parte di novembre (cfr. Fig. 87 e Fig. 88).

Analoghe considerazioni si possono trarre anche in riferimento al confronto dei termogrammi C3 vs S4, fatto salvo il lieve incremento di tutti i valori, sia medi sia estremi, riconducibile a un progressivo riscaldamento delle acque in condotta, più che proporzionale rispetto a quello che si manifesta in alveo.

In linea con le considerazioni conclusive della precedente Relazione 2017-2018, si possono di seguito ribadire gli effetti di maggiore rilievo ecologico e idrobiologico conseguenti alla nuova gestione delle acque, in termini di impatto termico sia nel tratto sotteso del T. Noce in Val di Peio sia a valle della restituzione delle acque turbinate.

Con particolare riferimento all'analisi dei dati delle stazioni termometriche inferiori (S4 - Cusiano e S5 - Ossana), si può affermare in conclusione che:

- con l'entrata in esercizio delle centrali in serie, il T. Noce dell'intera Val di Peio, fino alla stazione S4 - Cusiano, ha acquisito un nuovo regime termico più stabile e più naturale, in quanto caratterizzato da escursioni giornaliere, stagionali e da valori assoluti che - per quanto possibile evidenziare anche dai dati a centrali spente del quarto anno - presenta un andamento molto simile a quello indisturbato del T. Vermigliana;
- i nuovi trend termici, peraltro, non coincidono esattamente con quelli caratteristici del regime "naturale e originario" del T. Noce, che dalla primavera all'autunno sarebbe molto più condizionato dalle acque fredde di origine glaciale;
- di fatto, il nuovo regime termico annuale delle acque residue del tratto terminale del T. Noce Bianco e del T. Noce in Val di Peio è frutto dell'estensione verso valle del regime indotto dalle preesistenti derivazioni in quota (Val de la Mare e Val del Monte), quali si osservavano già precedentemente nei tratti sottesi dall'impianto idroelettrico di Pont;
- questo, peraltro, come già osservato nei precedenti anni di esercizio della serie dei tre nuovi impianti, non comporta variazioni di temperatura particolarmente importanti e il riscaldamento estivo lungo il nuovo tratto derivato, anche durante le più calde giornate estive, non è tale da provocare effetti di surriscaldamento o di escursione notte-dì nocivi per i processi ecologici e biologici del torrente (sebbene i valori massimi registrati nell'anno 4.PO in S4 - Cusiano si attestano a 18,1°C a fine luglio 2018, circa 1°C in più rispetto alla massima dell'anno precedente);
- grazie agli afflussi idrici dal bacino residuo e al rilascio della portata di rispetto ambientale alla presa dell'impianto di Contra, infatti, l'acqua fluente in alveo tra Cogolo e Cusiano nel periodo estivo si riscalda solo lievemente;
- i valori delle temperature invernali dell'acqua del Noce nella bassa Val di Peio e le relative escursioni termiche giornaliere, invece, si mantengono sostanzialmente uguali e talora sono anche inferiori rispetto a quelli del Noce Bianco a Pont per effetto di inversione termica nel fondo valle, in particolare quando gli impianti sono fermi e non vi è il rilascio integrativo delle portate di rispetto, sempre più calde di quelle fluenti in alveo;

- le alterazioni delle temperature medie dell'acqua indotte - solo a impianti attivi - a valle della nuova restituzione della centrale terminale di Cusiano (rispetto alle acque residue fluenti nell'alveo derivato a monte, nella media e bassa Val di Peio) consistono - come nei precedenti anni *post operam* - in un moderato incremento medio da dicembre a marzo (fase calda del *thermopeaking*, $\Delta T = +0,8^{\circ}\text{C}$), sebbene per un periodo più breve, e in una discreta riduzione nei rimanenti mesi (primavera-estate e in più autunno) (fase fredda del *thermopeaking*, $\Delta T = -1,1^{\circ}\text{C}$);
- le alterazioni termiche medie dell'anno 3.PO risultano simili ($+0,7^{\circ}\text{C}$ nella fase calda e $-1,8^{\circ}\text{C}$ nella fase fredda del *thermopeaking*) a quelle calcolate per l'anno 4.PO, sebbene sia da segnalare una riduzione di oltre mezzo grado del *thermopeaking* nella fase fredda (estiva);
- le variazioni di temperatura indotte nel T. Noce a valle della confluenza dello scarico idroelettrico e del T. Vermigliana sono ovviamente influenzate istantaneamente dalle portate turbinate (restituite allo scarico di Cusiano), dal deflusso residuo proveniente dal tratto sotteso dagli impianti del T. Noce, dalle portate fornite dal T. Vermigliana e dalle rispettive temperature: le variazioni indotte che nella fase *ante operam* interessavano l'intera asta del T. Noce in Val di Peio, ora impattano solo a valle della restituzione di Cusiano e risultano mitigate proprio dalla confluenza del T. Vermigliana;
- pur nell'impossibilità di una precisa valutazione comparata degli effetti biologici ed ecologici del nuovo regime termico delle acque, si conferma comunque l'evidenza - già descritta nelle precedenti relazioni di monitoraggio *post operam* - di un discreto miglioramento complessivo per effetto del ripristino di una maggiore e più naturale regolarità delle oscillazioni termiche stagionali e circadiane nel tratto derivato, a fronte di fenomeni comunque moderati di riscaldamento estivo nel tratto derivato (rispetto alle condizioni originarie) e di una trascurabile variazione del regime termico a valle della restituzione (rispetto al regime termico precedente).

9. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA TURBIDIMETRIA

Come già evidenziato dalla Relazione 2015-2016, relativa al primo anno *post operam*, il Piano di monitoraggio ambientale (PMA) prevede il controllo in continuo della torbidità e del trasporto solido fine in alveo, principalmente al fine di verificare gli eventuali impatti della nuova serie di impianti di Contra, Castra e Cusiano. Nello specifico, il piano monitora gli effetti della saltuaria pulizia del sifone della condotta, realizzato a Cogolo, in corrispondenza dell'attraversamento in subalveo del Torrente Noce di Val del Monte. Peraltro, l'analisi turbidimetrica ha dimostrato la sua importanza ed efficacia soprattutto nella comprensione degli andamenti del parametro torbidità nell'intero reticolo idrografico principale, permettendo di caratterizzare e distinguere l'influenza relativa delle attività di gestione degli impianti in serie, rispetto alla presenza di altre, varie e diversificate fonti di torbidità, sia naturali che artificiali.

Come previsto dal PMA al capitolo 9.8, anche nel corso del quarto anno di monitoraggio *post operam* (anno 4.PO), sono stati acquisiti ogni 5 minuti i valori di torbidità ottica (misurati in NTU) presso le stazioni S1 - Pont e S3 - Contra. Le verifiche periodiche e la procedura di calibrazione eseguita a metà marzo 2019, utilizzando un liquido a torbidità nota, come descritto nel § 2.4.1, hanno permesso di mantenere in condizioni di regolare efficienza la strumentazione turbidimetrica installata anche nel quarto anno di esercizio degli impianti idroelettrici. Tuttavia, gli eventi di piena durante il picco di morbida a giugno 2019 hanno completato il processo di inghiottimento della sezione S3 - Contra, già avviato in precedenza, comportando il blocco della sonda e la temporanea interruzione delle misure, dal 12 giugno al 29 ottobre 2019, fino ai lavori di pulizia meccanica eseguiti in alveo al termine della morbida glaciale estiva.

Per gli eventuali approfondimenti in merito all'approccio metodologico, all'analisi turbidimetrica e alla costruzione dei diagrammi di taratura delle sonde si rimanda alle precedenti relazioni e, in particolare, alla Relazione 2015-2016, relativa all'anno di monitoraggio 1.PO.

In questa sede si ricorda, semplicemente, che la relazione tra la concentrazione dei Solidi Sospesi Totali (SST), determinata in laboratorio, e la torbidità ottica, misurata in alveo o in laboratorio in NTU, costituisce un'utile approssimazione media, ma non rappresenta una misura esatta del trasporto solido durante i singoli eventi di torbidità. Le cause dei fenomeni e i materiali in movimento possono essere differenti, peraltro le torbidità ottiche possono risultare simili anche quando associate a eventi di trasporto solido volumetricamente differenti.

Premesso quanto sopra, di seguito si riportano in sintesi i risultati delle attività di analisi svolte, in particolare, in merito a:

- 1) analisi dell'andamento della torbidità nell'anno 4.PO del PMA;
- 2) analisi delle condizioni turbidimetriche particolari;
- 3) quantificazione indicativa del trasporto solido in sospensione;
- 4) conclusioni generali sull'andamento del trasporto solido in sospensione.

9.1 ANDAMENTI MENSILI DELLA TORBIDITÀ S1 VS S3

Per una visione d'insieme dei dati di torbidità ottica rilevati nel corso dell'anno 4.PO, in un confronto tra le due stazioni S1 e S3, si veda l'allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL TURBIDIGRAMMI annuali.pdf*. Opportune scale laterali nei turbidigrammi annuali consentono la rapida associazione tra valori di torbidità in alveo (TA) e valori dei parametri correlati (SST e SED). La visione d'insieme a scala annuale, inoltre, permette di apprezzare il campo di variazione per ogni stazione, tenendo presente che comunque i diagrammi di taratura applicati sono gli stessi e corrispondono a quanto riportato nella Relazione di monitoraggio 2015-2016.

Di seguito, nel § 9.1, ai fini di un'analisi di maggiore dettaglio rispetto alla scala annuale, si riportano i turbidigrammi mensili (cfr. da Fig. 127 a Fig. 139), mentre nel successivo § 9.2 vengono analizzate, tramite grafici a scansione settimanale o giornaliera, anche le fasi particolari e più significative di trasporto solido intervenute durante l'anno di monitoraggio 4.PO.

In continuità con la precedente relazione, nel § 9.3 viene anche presentato un bilancio di massa del trasporto solido nelle acque fluenti della Val di Peio, come richiesto dal Servizio Bacini montani nell'ambito della conferenza dei servizi della Provincia Autonoma di Trento di data 01.08.2017.

Dall'analisi dei dati afferenti all'anno 4.PO, in termini generali e in coerenza con quanto già emerso nella precedente relazione, avendo come riferimento i dati di torbidità registrati presso la stazione S1 - Pont (che misura i valori più alti), si conferma che:

1. l'andamento generale della torbidità in alveo riflette l'andamento, fortemente stabilizzato, dei deflussi in alveo, assai differente rispetto agli incrementi repentini di portata (*hydropеaking*) e di conseguente torbidità, per la mobilitazione dei fondali, che si generavano precedentemente quando la restituzione nell'alveo del T. Noce Bianco delle portate turbinate avveniva dalla centrale di Pont (HDE);
2. durante l'estate 2018 - la terza stagione calda con intenso scioglimento glaciale monitorata grazie a stazioni infrastrutturate pienamente funzionanti - si assiste a una ulteriore crescita del trasporto solido, sia in termini di frequenza che di entità degli eventi,

- rispetto agli anni precedenti; l'origine del trasporto solido va sempre distinta in naturale (da precipitazioni intense o da fenomeni parossistici di fusione alto-nivale e glaciale) e indotta (dalla gestione degli sfiori dalle opere di presa, o dalla chiusura integrale delle stesche per evitarne l'intasamento o dalla frequente pulizia dei canali sghiaiatori Dufour all'ingresso della vasca di Malga Mare - impianto di Cogolo Pont - HDE S.r.l.);
3. le operazioni condotte dal concessionario di monte (HDE S.r.l.) nel periodo estivo sulle opere di presa sono comunque dovute all'esigenza di controllo del trasporto solido di origine naturale proveniente da monte e, come negli anni precedenti, richiedono l'utilizzo di elevate portate liquide, in transito attraverso le opere stesse, e il loro rilascio in alveo, al fine di trascinare a valle i sedimenti; l'onda di morbida che si genera, quindi, tende a mobilitare altri sedimenti fin più a valle, generando sempre un caratteristico picco di torbidità, con andamento molto ripido nella fase iniziale e ben sovrapponibile a quello di portata, con valori medi di picco giornaliero nell'agosto 2018 lievemente diminuiti rispetto a quelli dell'agosto 2017, ma con picchi più frequenti e regolari in termini di distribuzione;
 4. la torbidità estiva, in considerazione di quanto sopra, varia repentinamente da una base minima, spesso notturna, caratteristica dell'acqua all'apparenza solo velata (unità o decine di NTU), a picchi di torbidità estiva medio-alta (fino a 3000 NTU) le cui onde durano qualche ora al massimo e si ripetono su cicli giornalieri o pluri-giornalieri con origine artificiale (da gestione delle opere di presa) o mista (gestione opere in situazioni di forte trasporto solido naturale da rialzo termico), fino alla torbidità molto alta descritta nell'ultimo punto;
 5. nel mese di agosto 2018 le importanti colate detritiche verificatesi sul Rio Taviela innalzano il contributo del T. Noce di Val del Monte rispetto a quello del T. Noce Bianco al 129% a fronte di un contributo del 69% nel precedente agosto 2017, a conferma dell'importanza e della variabilità del trasporto solido nel bacino del T. Noce di Val del Monte, pur avendo i due bacini superfici complessive molto simili (dell'ordine dei 70 km²) e, al netto di diversioni e porzioni sottese alle derivazioni, quasi la stessa superficie non derivata (dell'ordine dei 26 km²);
 6. il quadro delle rimanenti stagioni (autunno, inverno e primavera) si differenzia rispetto al precedente anno 3.PO, in quanto la generale e sostanziale assenza indotta di trasporto solido in sospensione si ritrova solo nei mesi invernali e primaverili, mentre la stagione autunnale risulta più diffusamente caratterizzata da fenomeni di trasporto solido rispetto al passato, sia per la coda più lunga della fase estiva a regime continuo

- (nel 2018 estesa a tutto settembre) e per gli effetti della Tempesta Vaia a fine ottobre e novembre, sia per la pulizia da parte del concessionario di monte della vasca di Malga Mare (impianto idroelettrico di Cogolo Pont), con fluitazione forzata dei sedimenti decantati (cfr. § 9.2.1), il cui effetto rimane comunque preponderante nel periodo autunnale;
7. in relazione alle modifiche imposte da APRIE alle centrali del Comune di Peio durante le operazioni di svasso del 2018, a fronte di valori di torbidità registrati in S1 - Pont lievemente inferiori (picchi attorno ai 1800-2000 NTU) a quelli del 2017-2016 (2000-2200 NTU), da considerare la gestione dello svasso nel periodo più lungo finora registrato (7gg), nella stazione S3 - Contra nell'anno 2018 (con impianti spenti) si raggiungono gli 800-1000 NTU per effetto della diluizione a valle di Pont, mentre nel 2017 (sempre con impianti spenti e diluizione attiva) i valori caratteristici di picco erano di 1200-1300 NTU e invece nel 2016 (con impianti accesi e mancata diluizione) raggiungevano i 1600-1700 NTU. Ne emerge una variabilità annuale degli effetti della diluizione che dipende non solo dai quantitativi effettivamente scaricati a Pont per la diluizione, ma anche dalle modalità di gestione dello svasso e dalla tipologia di sedimento fluitato, tutti elementi non controllabili da parte dei concessionari di valle;
 8. nei rimanenti mesi da dicembre a marzo dell'anno 4. PO la torbidità e il trasporto solido in sospensione risultano praticamente assenti, nonostante il regime produttivo si mantenga alternato e ridotto con portate molto variabili (dicembre), intenso con portate elevate (gennaio) e ridotto con portate intermedie (febbraio e marzo), spesso con suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera), di fatto turbinando prevalentemente acque limpide prelevate dai bacini in quota;
 9. una breve fase di differenziazione tra l'andamento della torbidità in S1 - Pont e quello in S3 - Contra avviene nei primi giorni di febbraio, caratterizzata da un intenso trasporto solido rilevato solo a valle, peraltro in assenza di importanti variazioni idrometriche da monte, dovuto al disgelo e alla mobilitazione di barre di sedimenti depositati nell'alveo del T. Noce di Val del Monte dopo la colata detritica lungo il Rio Taviela nell'estate 2018;
 10. con l'intensificazione del regime produttivo alternato nella fase primaverile 2019, a differenza che nei due anni precedenti in cui rimaneva ridotto, il trasporto solido in sospensione rimane comunque sostanzialmente assente fino all'inizio della morbida da scioglimento nivo-glaciale, avviata a fine maggio (con più di un mese di ritardo rispetto alla primavera 2018), e alla conseguente ripresa dell'attività produttiva a regime conti-

nuo da parte del concessionario di monte, che comporta crescenti attività di manutenzione ordinaria sottoforma di pulizia delle vasche Dufour;

11. con la ripresa del nuovo regime produttivo estivo continuo ai primi di giugno 2019 riprende rapidamente la suddetta attività di pulizia delle vasche dissabiatrici e sghiaiatrici, come chiaramente visibile dai turbidigrammi del mese di giugno, a cui si aggiungono anche fasi parossistiche di sfioro o chiusura delle opere di presa a Malga Mare, che di fatto ripristinano le portate naturali del T. Noce Bianco (peraltro in condizioni meteorologiche particolari, come durante la piena in fase di morbida a metà giugno 2019), generando eventi idro-turbidimetrici particolarmente intensi, durante i quali è stato registrato il valore massimo di torbidità in S1 - Pont (4072 NTU);

I seguenti turbidigrammi mensili comparano tra loro gli andamenti delle torbidità misurate in NTU presso le stazioni S1 - Pont (istogramma nero centrale) e S3 - Contra (istogramma rosso inferiore) e li confrontano con gli andamenti dei parametri atmosferici maggiormente influenti sulle torbidità: le precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e le temperature dell'aria (linea fucsia).

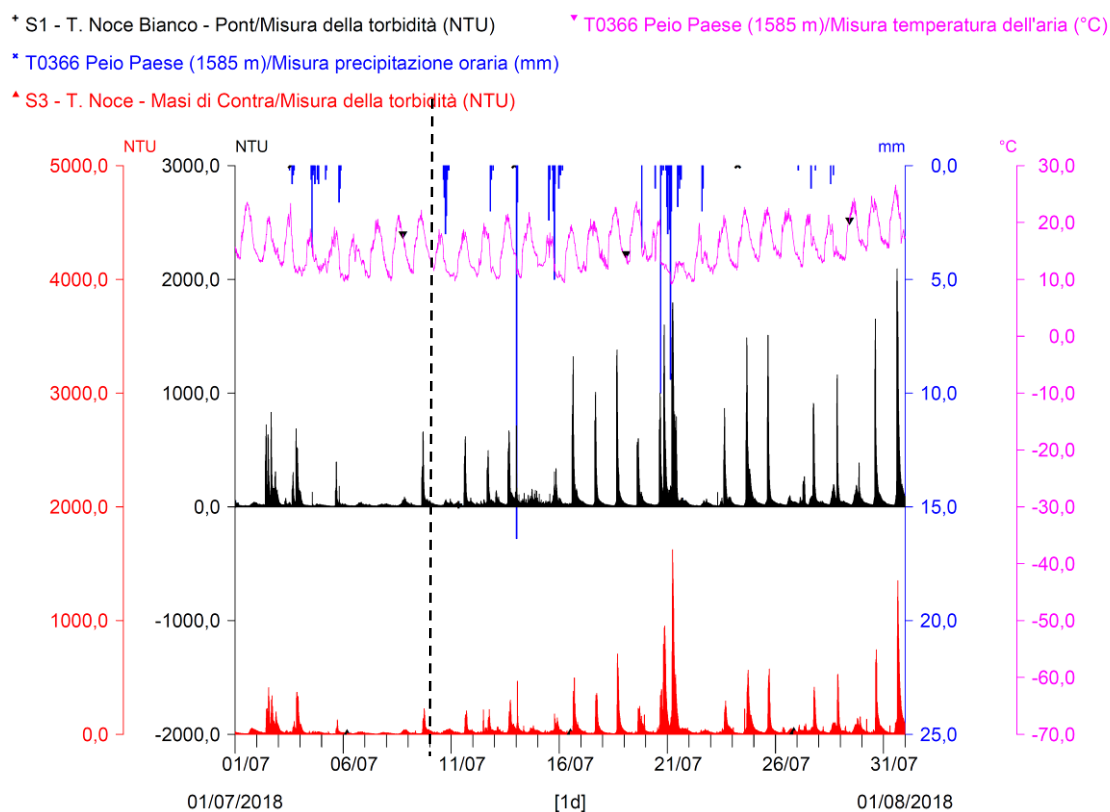


Fig. 127 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di LUGLIO 2018. L'avvio delle registrazioni (linea tratteggiata) coincide con il termine del precedente anno di monitoraggio 3.PO (10.07.2018).

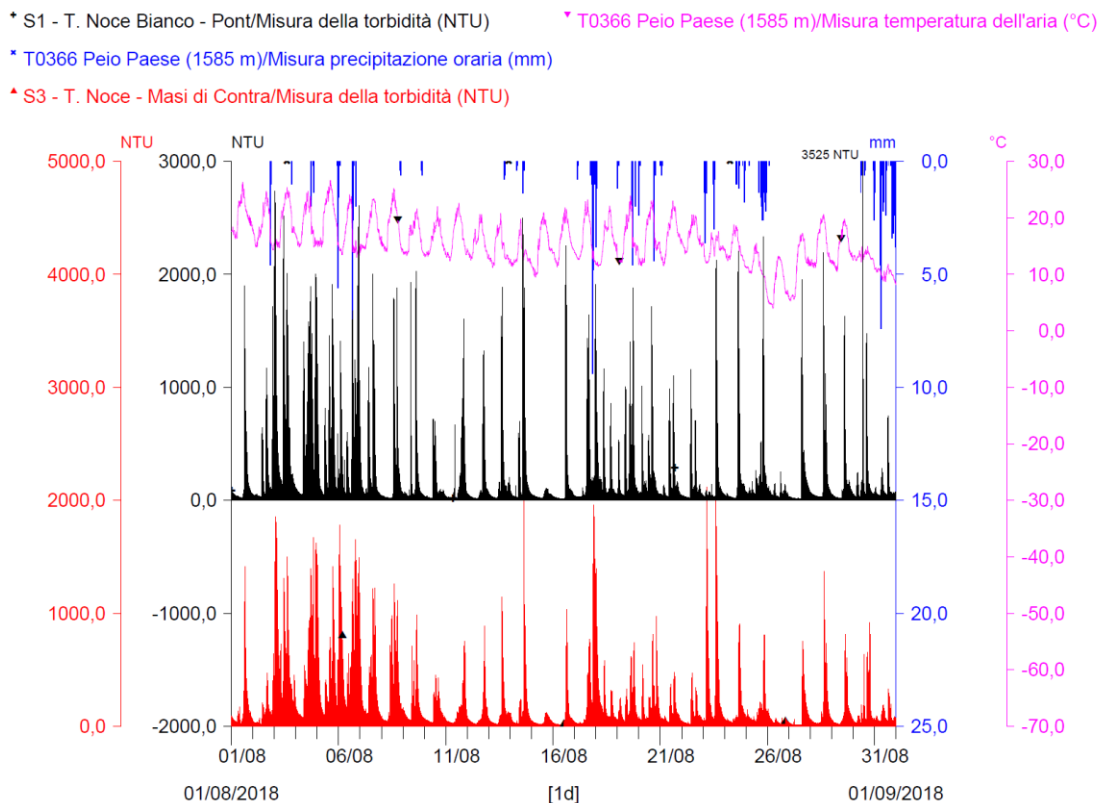


Fig. 128 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di AGOSTO 2018. Notare la frequenza giornaliera degli eventi intensi e il maggior contributo del T. Noce di Val del Monte agli inizi del mese, evidenziabile in termini di maggior intensità della torbidità in S3 - Contra.

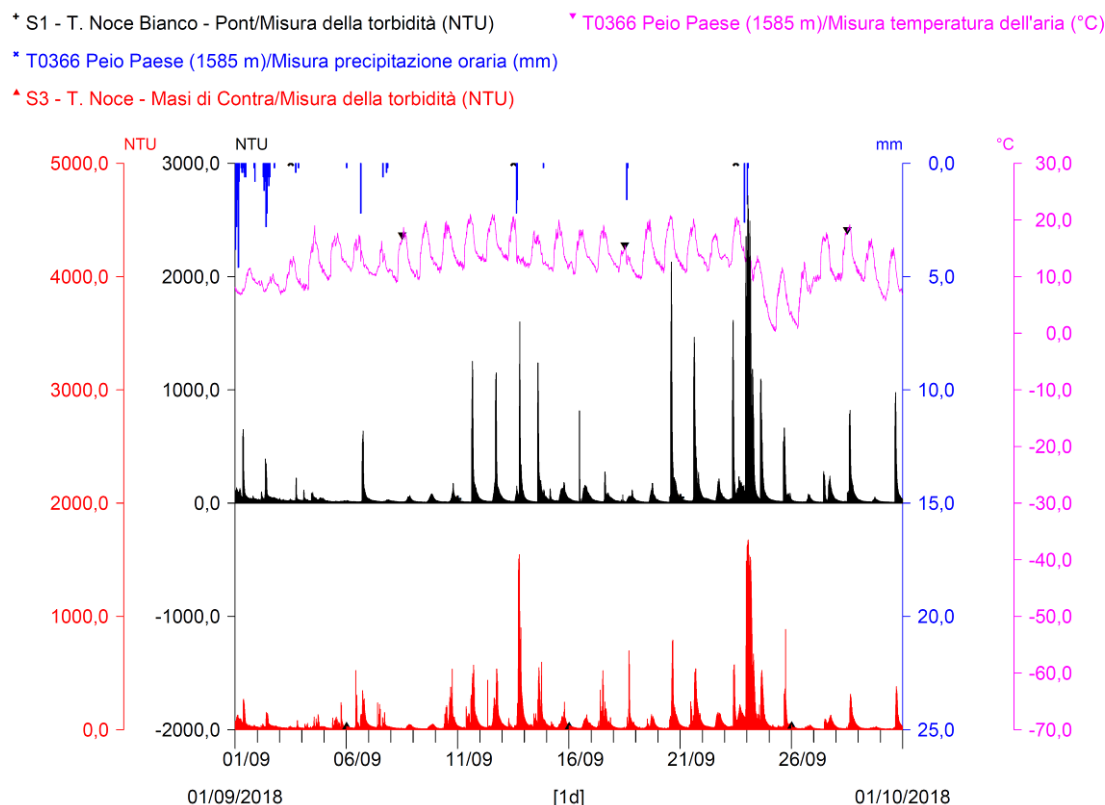


Fig. 129 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2018. Notare in alcune fasi la torbidità maggiore in S3, dovuta al maggior contributo del T. Noce di Val del Monte rispetto al T. Noce Bianco.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura della torbidità (NTU) ▼ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)
 * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)
 ▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura della torbidità (NTU)

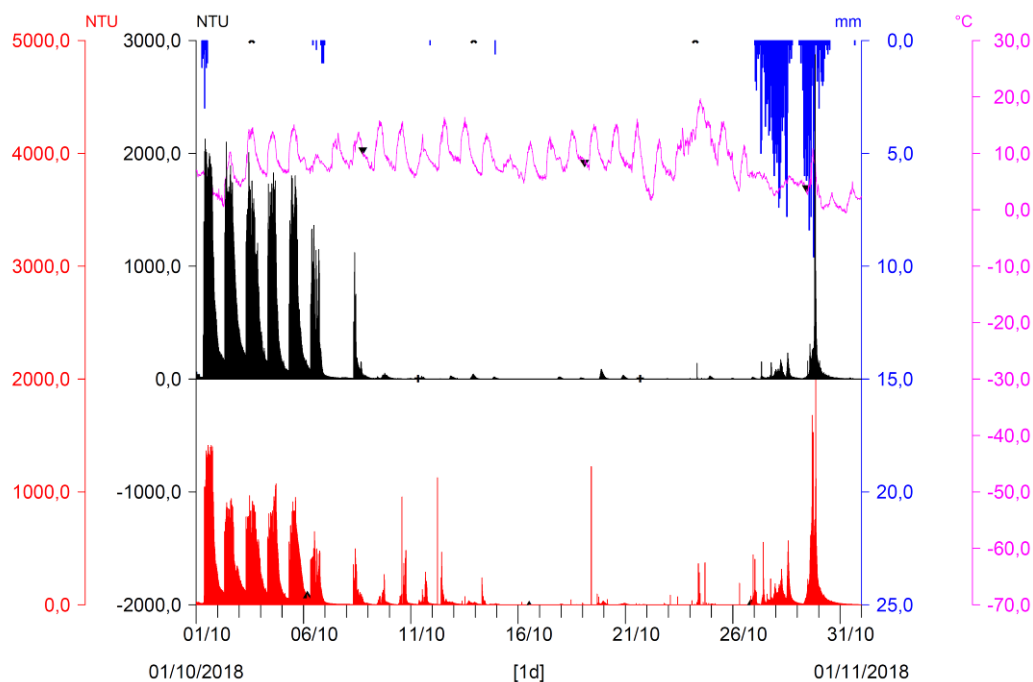


Fig. 130 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di OTTOBRE 2018. Notare la minor torbidità in S3 rispetto a S1 nei giorni dello svasso di M. Mare, dovuta all'assenza di contributo del T. Noce di Val del Monte e quindi alla maggior diluizione, a differenza della seconda parte del mese in cui quest'ultimo ramo contribuisce anche in forma maggiore del T. Noce Bianco rilevato in S1.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura della torbidità (NTU) ▼ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)
 * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)
 ▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura della torbidità (NTU)

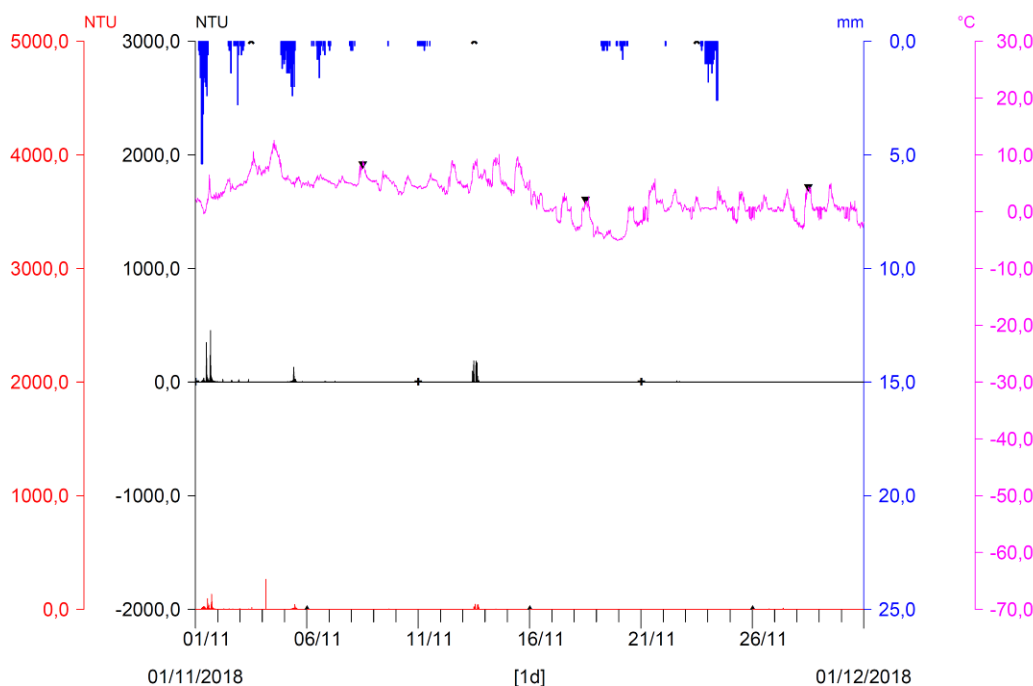


Fig. 131 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2018.

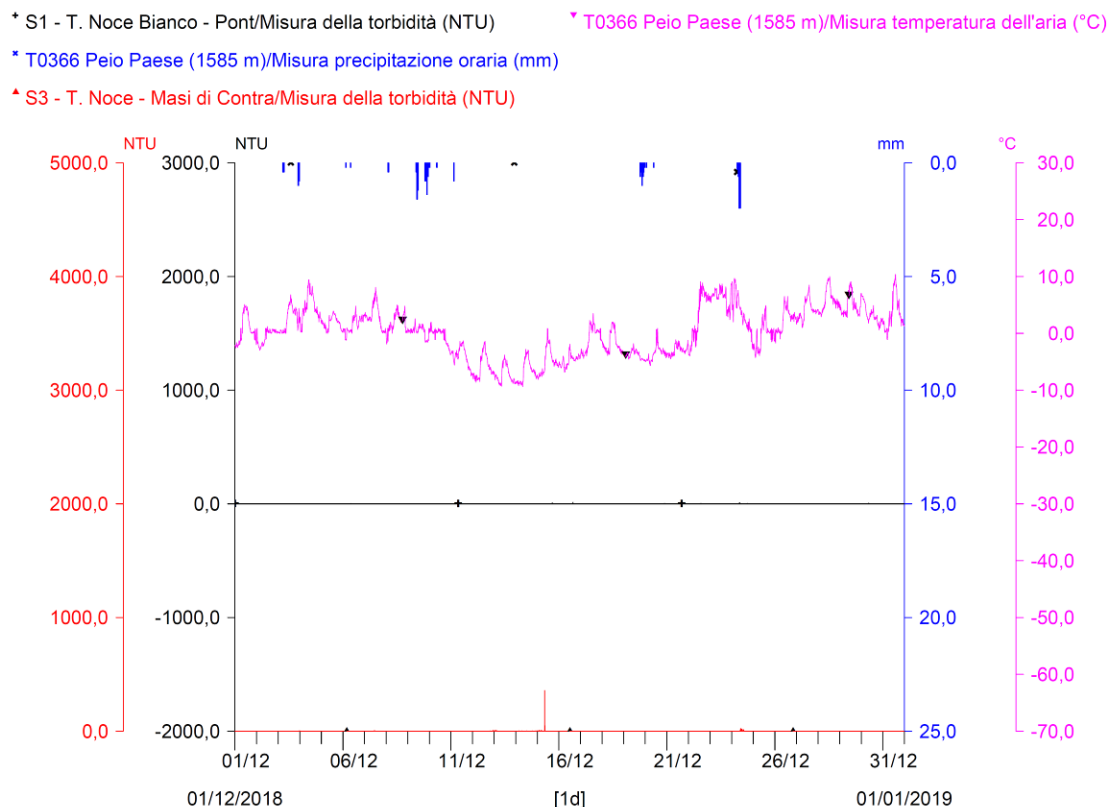


Fig. 132 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di DICEMBRE 2018. Notare la quasi totale assenza di attività di trasporto solido in sospensione nelle fasi di magra invernale.

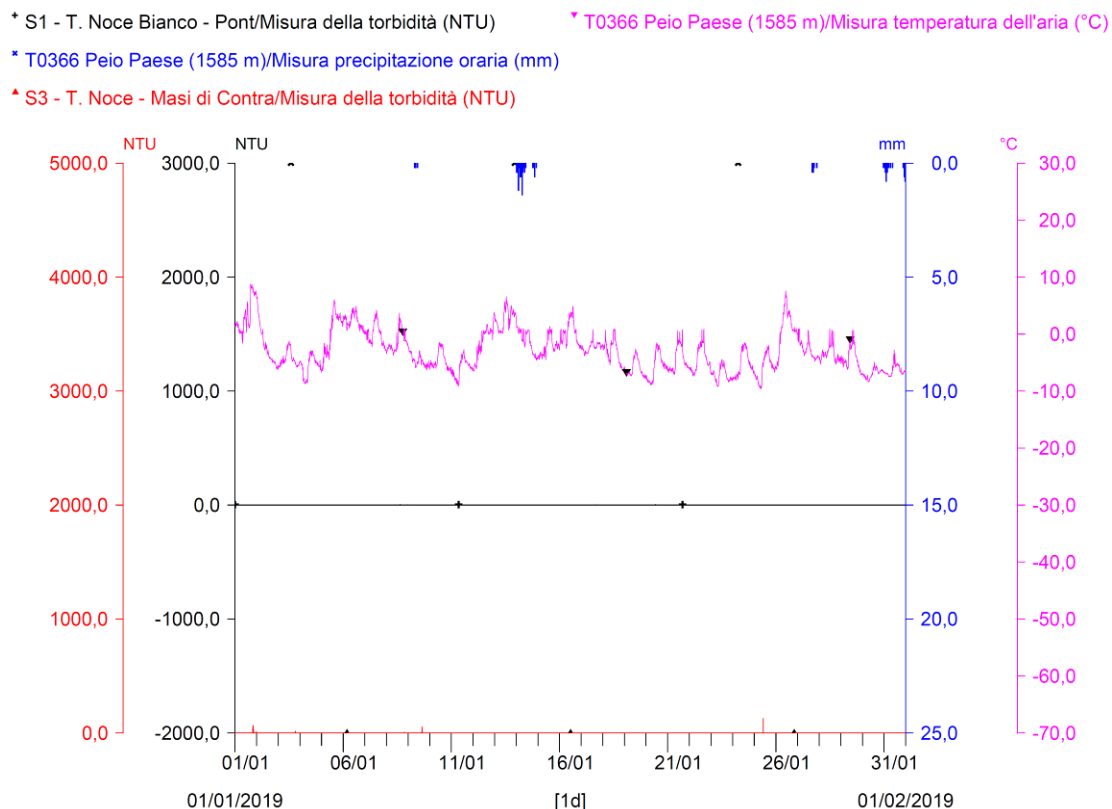


Fig. 133 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di GENNAIO 2019.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura della torbidità (NTU) ▼ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)
 * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)
 ▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura della torbidità (NTU)

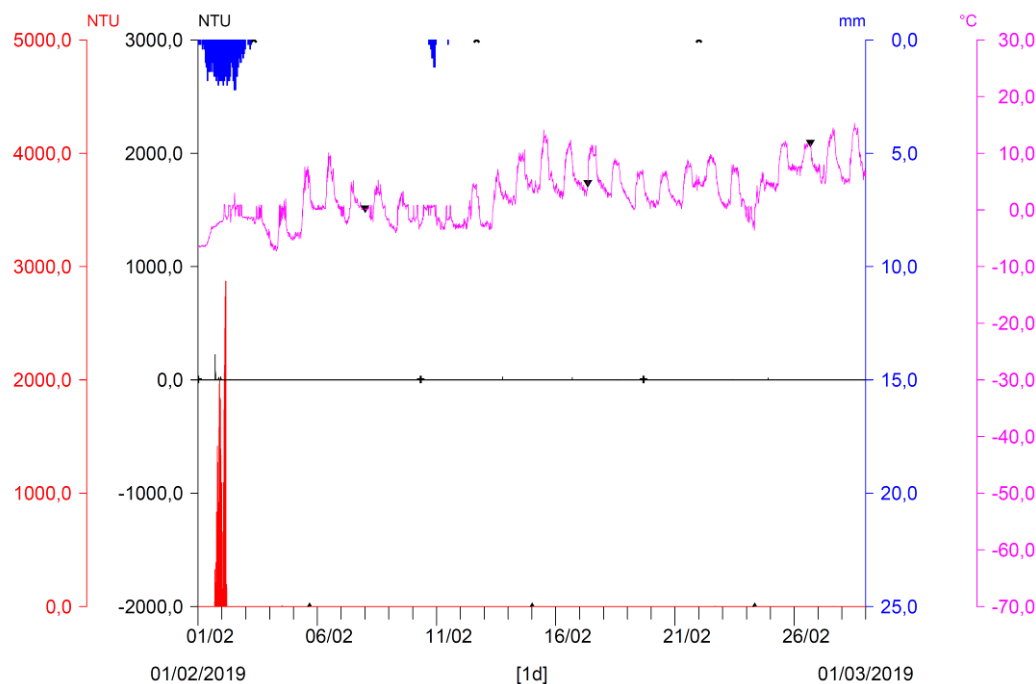


Fig. 134 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2019. Notare l'evento naturale di torbida lungo il T. Noce di Val del Monte e del T. Noce a valle di Cogolo, registrato nella sola stazione S3 - Contra durante le intense precipitazioni di inizio febbraio.

- * S1 - T. Noce Bianco - Pont/Misura della torbidità (NTU) ▼ T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura temperatura dell'aria (°C)
 * T0366 Peio Paese (1585 m)/Misura precipitazione oraria (mm)
 ▲ S3 - T. Noce - Masi di Contra/Misura della torbidità (NTU)

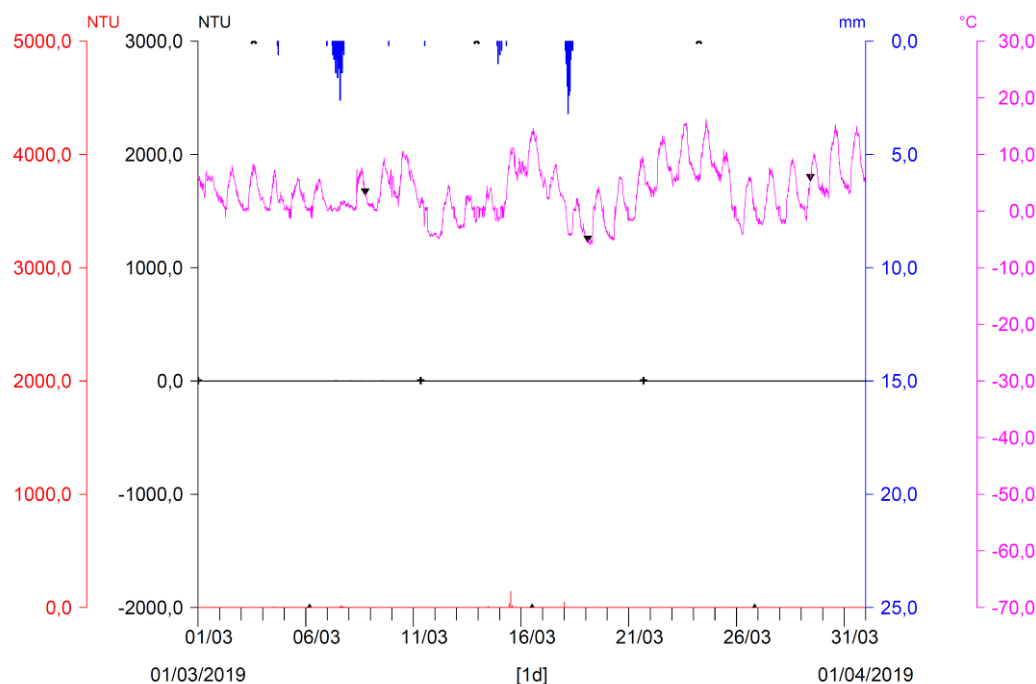


Fig. 135 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di MARZO 2019.

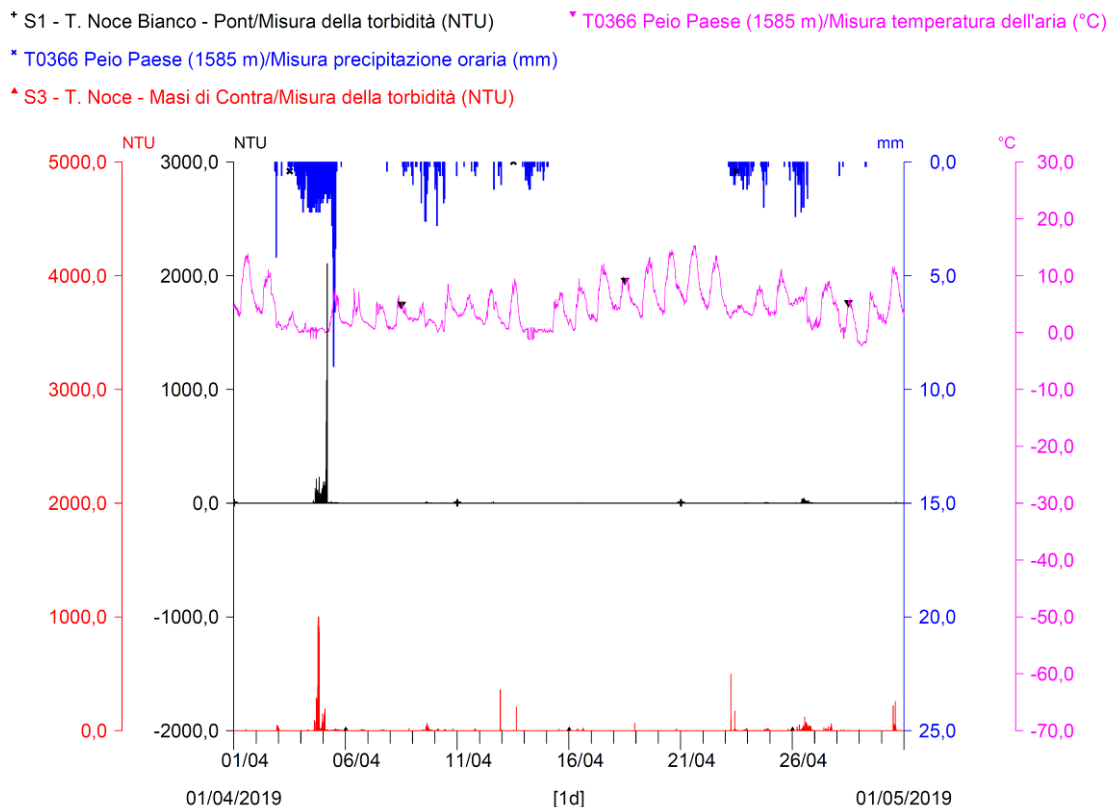


Fig. 136 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di APRILE 2019.

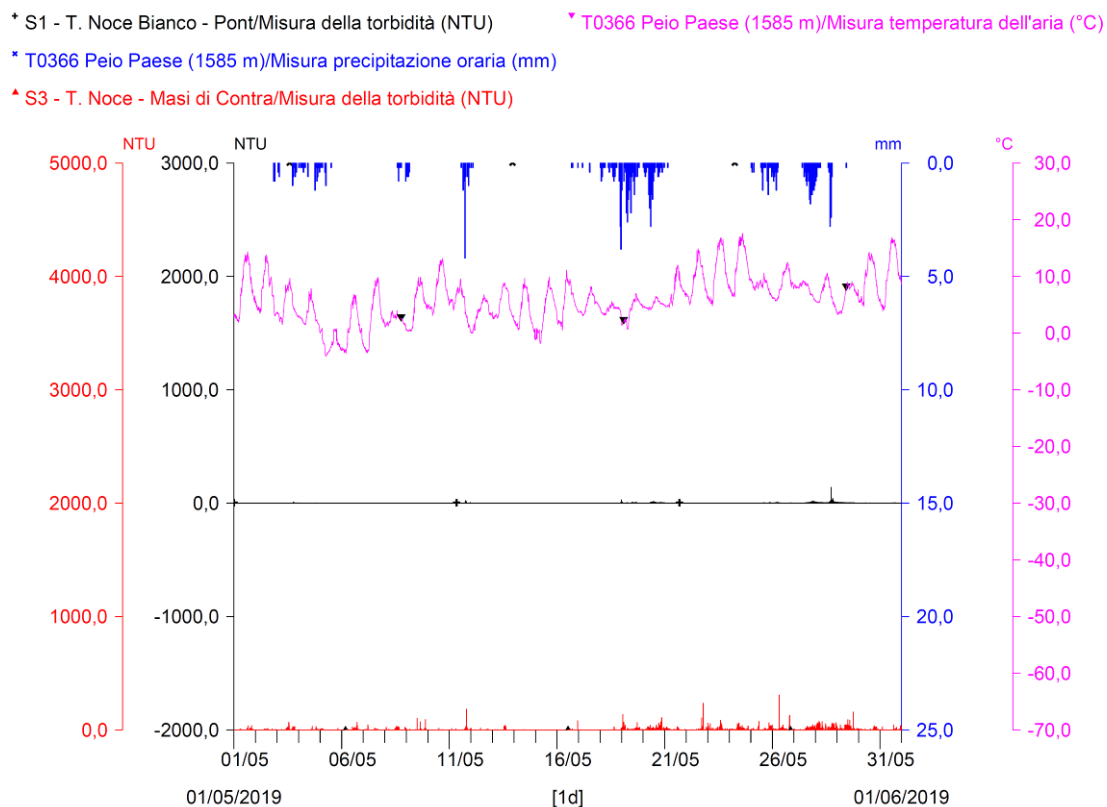


Fig. 137 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di MAGGIO 2019.

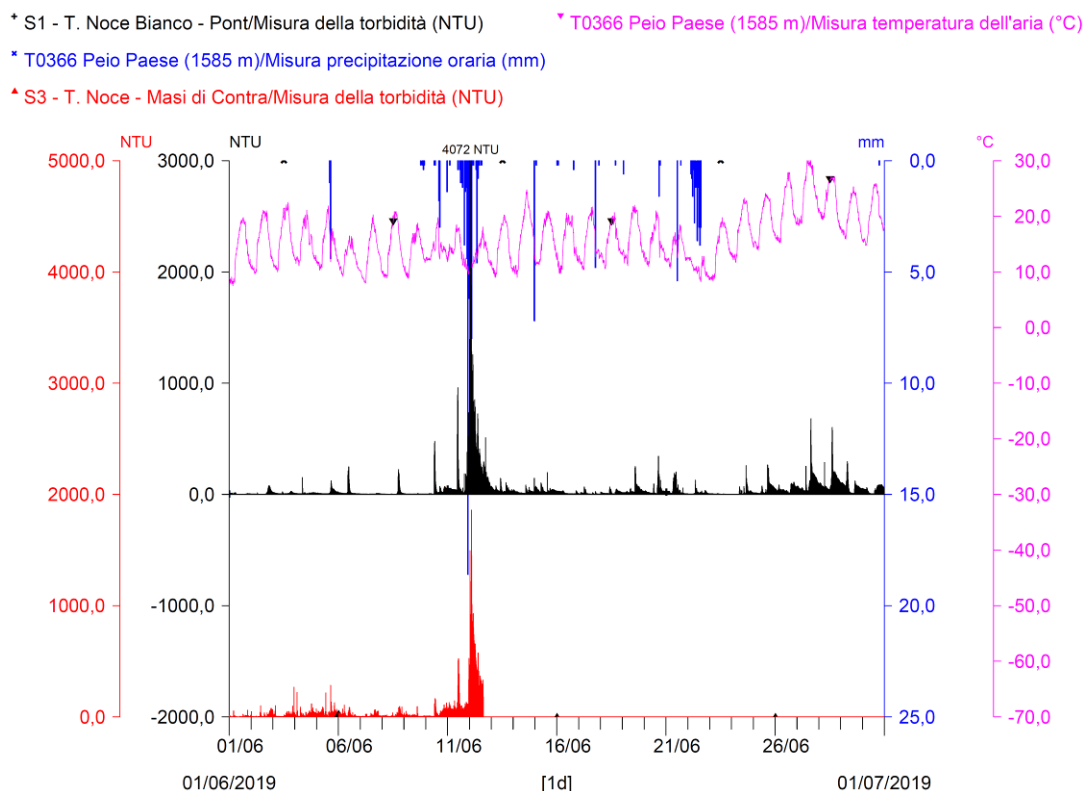


Fig. 138 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di GIUGNO 2019. Notare l'interruzione delle registrazioni in S3 a seguito dell'evento di piena e trasporto solido intenso che ha procurato l'inghiaiamento della stazione a Contra, durante il quale nella stazione S1 - Pont è stata raggiunta la misura massima (attendibile per forma dell'onda) di 4072 NTU.

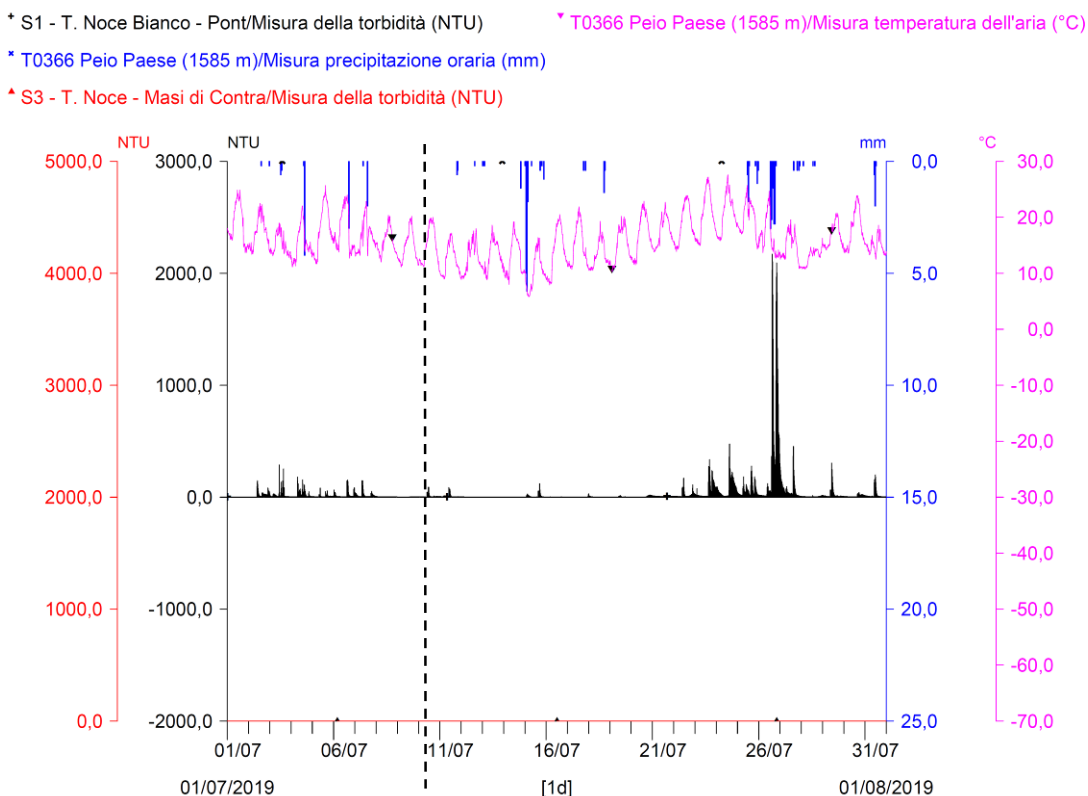


Fig. 139 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 4.P.O. Notare l'assenza del turbidigramma rosso relativo alla stazione S3 - Contra a causa del completo interrimento della stazione.

9.2 ANALISI DELLE CONDIZIONI TURBIDIMETRICHE PARTICOLARI

In coerenza con il PMA e con le precedenti Relazioni di monitoraggio 2015-2016, 2016-2017 e 2017-2018 anche gli andamenti delle torbidità rilevate nel corso del quarto anno di monitoraggio *post operam* (4.PO) sono stati analizzati con riferimento ad alcuni eventi particolari.

A differenza dell'idrometria e della termometria, dove la rilevanza delle fasi stagionali è significativa e pertanto viene diffusamente rappresentata e analizzata per periodi di medio-lunga durata, nel caso della turbidimetria, invece, gli andamenti caratteristici si presentano sempre di breve durata e vengono descritti come singoli eventi giornalieri. Per quanto gli eventi turbidimetrici avvengano nell'ambito di una fase estiva, in cui il trasporto solido è naturalmente innescato dallo scioglimento glaciale, la presenza dei sistemi di presa e di regolazione in quota del trasporto solido più grossolano, infatti, modificano e riducono decisamente anche il trasferimento a valle dei solidi sospesi.

In particolare, si rimanda alle precedenti relazioni l'analisi degli andamenti della torbidità in occasione di eventi ricorrenti e già noti, come le precipitazioni piovose intense o le attività di pulizia dei canali Dufour, mentre di seguito, tenuto conto anche di quanto analizzato nel § 7.3 dedicato alle condizioni idrometriche particolari, si analizzano gli eventi turbidimetrici prescritti o particolari per rilievo ed entità, quali in ordine cronologico:

- 1) evento di torbida di svaso autunnale del bacino di Malga Mare, da parte del concessionario idroelettrico di monte (HDE - impianto di Cogolo Pont);
- 2) evento di torbida durante la piena generata dalla Tempesta Vaia, a fine ottobre 2018;
- 3) evento di torbida connesso alla pulizia del sifone dell'Impianto di Contra e analisi del ritardo delle torbide rispetto ai picchi di piena;
- 4) evento di torbida connesso alla mobilitazione invernale di sedimenti nell'alveo del T. Noce di Val del Monte;
- 5) evento di torbida di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale a giugno 2019 con inghiaamento della stazione S3 - Contra.

9.2.1 Evento di torbida da svaso autunnale del bacino di Malga Mare

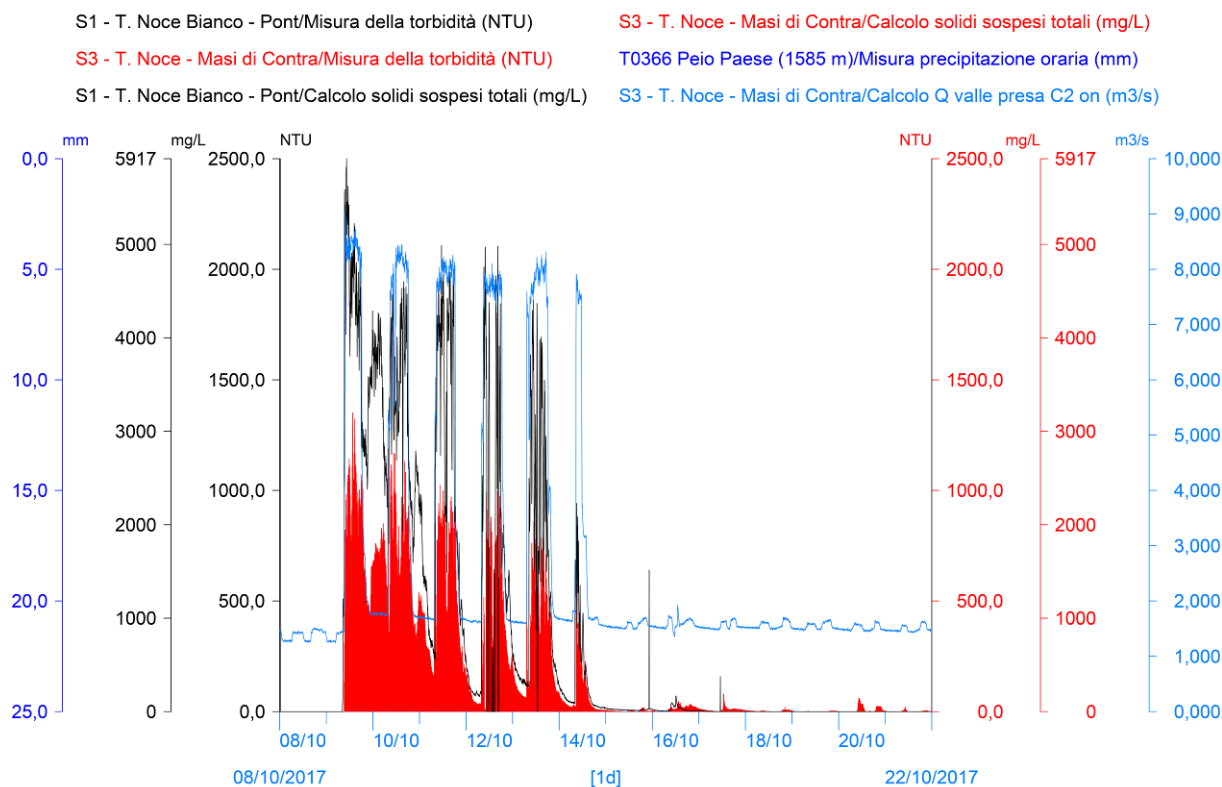
Nella seguente Fig. 140 vengono confrontati i turbidigrammi registrati durante lo svaso del bacino di Malga Mare nell'ottobre 2017, da lunedì 09. a sabato 14.10.2017, e le analoghe operazioni svoltesi nel 2018, da lunedì 01. a lunedì 08.10.2018. Entrambe le operazioni sono avvenute nel rispetto delle prescrizioni dettate al concessionario di monte (HDE S.r.l.) con

det. SGRIE n. 244 del 21.09.2015, relative alle modalità e ai parametri da applicare e verificare appena a valle del bacino artificiale di Malga Mare, oltre che nel rispetto delle condizioni temporaneamente imposte, sempre dal Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) con note, al Comune di Peio in merito all'obbligo di rilascio integrale in alveo delle portate turbinate da HDE (quelle "eventualmente" provenienti dal bacino di Pian Palù, mentre quelle della Centrale di Malga Mare sono completamente impegnate per la fluitazione) prima della vasca di presa C0 in località Pont durante le fasi giornaliere di fluitazione dei limi.

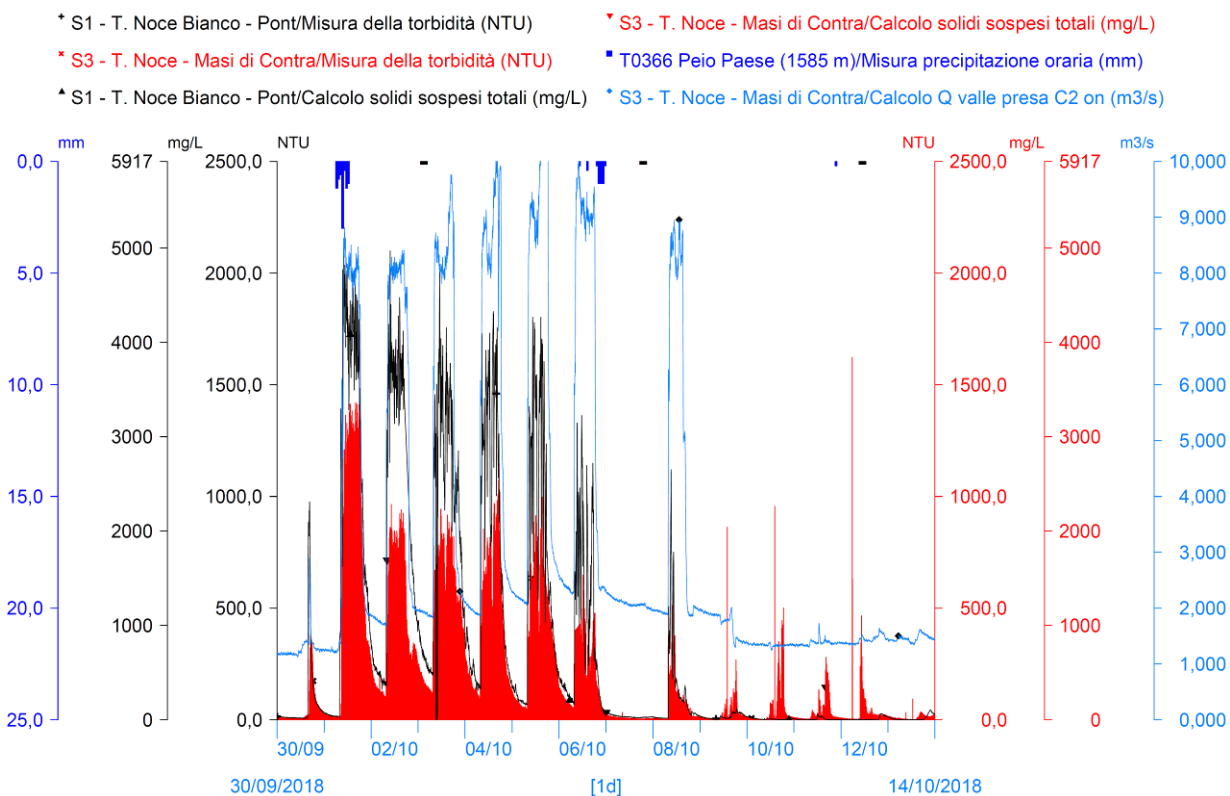
Il turbidigramma del 2018 evidenzia che, partendo dai circa 3,8 m³/s di portata del T. Noce Bianco che si misurano nella stazione S1 - Pont in fase di svaso, come risulta più precisamente dall'idrogramma di ottobre 2018 (Fig. 70 e Fig. 80), l'aggiunta delle portate turbinate e scaricate in alveo dall'impianto HDE (rilasciata integralmente in alveo e non derivate dalla vasca di presa degli impianti comunali) e delle portate del T. Noce di Val del Monte, per complessivi 4 m³/s portano a un deflusso in alveo presso la stazione S3 - Contra come minimo pari a 8 m³/s durante le operazioni di svaso, a conferma del blocco delle derivazioni in serie. In termini di confronto, si ricorda che nell'anno 2016, con impianti in serie in attività, i deflussi misurati durante le operazioni di svaso in S3 - Contra raggiungevano valori massimi di soli 4 m³/s.

Durante le notti di svaso, inoltre, in entrambi gli anni 2017 e 2018, in applicazione dell'apposita prescrizione, si può evidenziare che alla presa di Malga Mare il concessionario di monte rilascia regolarmente in alveo tutte le acque provenienti dal Torrente Noce Bianco (altrimenti derivate), generando una maggior portata rispetto a quella base (notturna prima dello svaso), che nel 2018 varia tra 0,5÷0,6 m³/s a fronte di un analogo incremento di 0,3 m³/s nel 2017, in linea con i differenti andamenti idrologici nelle due annate già descritti nel precedente § 7.3.

Con riferimento all'andamento idrologico di settembre-ottobre 2018, pertanto, la torbidità e il trasporto solido confermano con ripidi incrementi di valore, come l'anno precedente, l'avvio mattutino delle operazioni di pulizia del bacino, fino a livelli rappresentativi di picco di circa 2.000 NTU presso la stazione S1 - Pont. Presso la stazione S3 - Masi di Contra, invece, anche in ragione delle maggiori portate fluenti rilasciate a seguito delle nuove prescrizioni SGRIE (mancata derivazione da parte degli impianti in serie), oltre che grazie alla naturale diluizione scendendo a valle, i valori rappresentativi di picco si attestano a circa 1000 NTU, fatta eccezione per la prima giornata, in cui raggiungono anche i 1500 NTU.



A



B

Fig. 140 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera) e quella rilevata in S3 (istogramma rosso) rispetto all'andamento delle portate calcolate in S3 (linea azzurra) e all'andamento delle precipitazioni atmosferiche (istogramma blu dall'alto) durante gli eventi di svasso del bacino idroelettrico artificiale di Malga Mare: A) anno 2017, B) anno 2018.

Durante le ore serali e notturne, invece, al repentino calo delle portate corrisponde una graduale e progressiva discesa dei valori di torbidità, che al mattino, poco prima della ripresa delle attività, raggiungono valori minimi attorno al centinaio di NTU.

In Tab. 33 è riportato il confronto tra le seconde giornate di svaso nei vari anni di monitoraggio, considerando sempre l'intervallo orario tra le 08:00 e le 20:00 e indicando i valori medi e massimi della torbidità raggiunte. Mentre nei primi due anni gli impianti in serie sono rimasti regolarmente in funzione durante lo svaso (e il secondo anno presenta torbidità medie e massime maggiori che il primo in ragione di un maggiore interrimento del bacino artificiale), nell'anno 2017 con la serie di impianti completamente ferma (in applicazione precauzionale delle nuove prescrizioni), a fronte di una torbidità media in S1 ancora più alta che nel 2016, la diluizione che si innesca a Pont garantisce una riduzione di quasi il 47% della torbidità registrata in S3, così come nel 2018 quando il calo della torbidità raggiunge il 51%.

Anno	Stazione	Torbidità media (NTU)	Torbidità max (NTU)
	S1	1.132	1.803
	S3	523	850
2015	ΔS1-S3	-53,80%	-52,86%
	S1	1.388	2.125
	S3	1.087	1.653
2016	ΔS1-S3	-21,69%	-22,21%
	S1	1.452	1.976
	S3	774	1.308
2017	ΔS1-S3	-46,69%	-33,81%
	S1	1.439	2.100
	S3	703	989
2018	ΔS1-S3	-51,15%	-52,90%

Tab. 33 - Valori medi e massimi di torbidità in NTU rilevati presso le due stazioni dotate di turbidimetro (S1 - Pont e S3 - Contra) e relative variazioni percentuali da monte verso valle nelle quattro annate di rilievo turbidimetrico, nelle prime due con impianti in serie regolarmente in funzione mentre nelle ultime due con impianti in serie fermi in base alle prescrizioni SGRIE.

Come già precisato nel § 7.3.1, mentre nel 2017 la misurazione delle portate in S3 - Contra (linea azzurra nei grafici) si può considerare coerente, nel 2018 tale misurazione diretta è solo indicativa, in quanto la stazione subisce un progressivo interrimento della canaletta e il dato di livello / portata presenta una deriva verso l'alto (ben visibile proprio durante le operazioni di svaso, quando invece i valori massimi dovrebbero rimanere costanti, come l'anno precedente). Tale dato diretto, tuttavia, si ritiene utile rappresentarlo per continuità grafica con

l'anno precedente e per evidenziare gli effetti del trasporto solido al fondo, che aumenta proprio durante lo svasso e sposta verso l'alto i livelli misurati in S3 - Contra.

Dall'analisi dei dati di torbidità, indipendenti dalle suddette variazioni di livello e portata, comunque si evidenzia rispetto al 2016 un maggiore calo percentuale tra le stazioni, sia nel 2017 che ancor più nel 2018. Tale tendenza è dovuta verosimilmente alla maggior diluizione in alveo a valle di Pont a seguito dei rilasci aggiuntivi, peraltro rimane sempre all'interno del campo di variazione degli stessi parametri misurati negli anni iniziali, durante i quali invece non avveniva lo scarico delle portate turbinate a Pont.

9.2.2 Evento di torbida durante la piena generata dalla Tempesta Vaia

In Fig. 141 viene riportato il turbidigramma registrato da venerdì 26.10 a venerdì 02.11.2018, rappresentativo della piena eccezionale conseguente alla Tempesta Vaia, evento piovoso che ha apportato complessivamente 226 mm di pioggia nei tre giorni di precipitazioni e forti venti, come già descritto per gli aspetti idrometrici nel § 7.3.3.

A valori di picco di portata stimati in S3 - Contra, pari a circa $11 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondono i valori di picco della torbidità ottica, fino a circa 2200 NTU. L'onda di torbidità è alimentata da entrambi i rami del T. Noce, ma in particolare dal T. Noce di Val del Monte. I valori di torbidità in S3 - Contra, infatti, risultano diffusamente più alti che in S1 - Pont, a indicare che durante l'intero evento il contributo del T. Noce di Val del Monte è maggiore sull'incremento della torbidità nella media Val di Peio rispetto a quello del T. Noce Bianco. Peraltro, in alcune fasi dell'evento e in particolare in corrispondenza del picco assoluto di portata nella sera del 29.10, la torbidità in S1 - Pont risulta invece essere la più alta, in ragione di un singolo impulso di portata e trasporto solido più intenso sul ramo del T. Noce Bianco rispetto al T. Noce di Val del Monte. In questo caso l'impulso di torbidità viene diluito a valle della confluenza.

In termini di andamenti generali è da rilevare che all'avvio dell'evento idrometrico la torbidità inizia subito a salire, per raggiungere il picco di torbidità nella notte del terzo giorno di intense precipitazioni, circa in contemporanea a quello delle portate. A differenza della piena, però, la torbidità si esaurisce molto rapidamente, infatti dopo poco più di 24h dal picco è già scesa attorno a 10 NTU, quando l'acqua torna a essere praticamente limpida alla vista. Il suddetto esaurimento della torbidità viene quindi raggiunto in soli 4 giorni dall'inizio dell'evento ma con portate in alveo ancora elevate, pari a circa $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondenti a un incremento dei deflussi rispetto alle portate di base misurate prima dell'evento pari a circa il 220%. In termini di paragone, si ricorda come descritto nel § 7.3.3 che la coda di piena si esaurirà completamente solo il 10.12.2018, dopo complessivi 45 gg.

In termini turbidimetrici, il picco di 2199 NTU raggiunto il 29.10.2018 non costituisce il valore di torbidità più alto in assoluto misurato nella stazione S3 - Contra dall'avvio del monitoraggio, tuttavia si attesta nel gruppo dei valori molto elevati, quelli raggiunti in corrispondenza di alcune fasi di pulizia delle vasche Dufour, in giorni estivi particolarmente caldi, ovvero in occasione dei lavori di sistemazione dell'alveo eseguiti poco a monte della stazione nella primavera 2018.

Analogamente, il valore di picco di torbidità in S1 - Pont, pari a 2875 NTU, pur non costituendo il massimo di torbidità misurato nella stazione, sicuramente rappresenta un valore molto alto e rappresentativo di un fenomeno di base di innesco del trasporto solido lungo tutto l'alveo a cui si aggiunge probabilmente un impulso dovuto a manovre di salvaguardia delle opere di presa a Malga Mare.

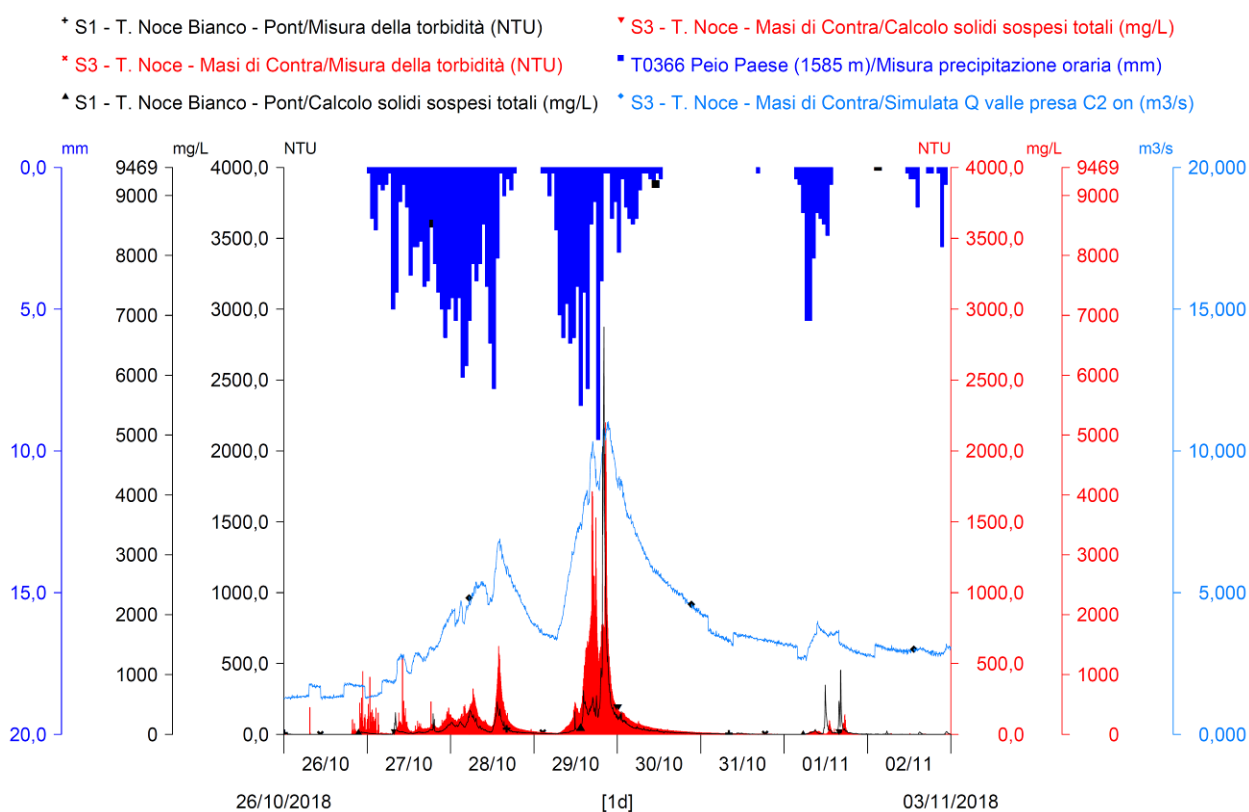


Fig. 141 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera) e quella rilevata in S3 (istogramma rosso) rispetto all'andamento delle portate in S3 (linea azzurra) e all'andamento delle precipitazioni atmosferiche (istogramma blu dall'alto) durante la Tempesta Vaia a fine ottobre 2018.

9.2.3 Evento di torbida connesso alla pulizia del sifone dell'Impianto di Contra e analisi del ritardo delle torbide rispetto ai picchi di piena

In Fig. 143 viene riportato il turbidigramma registrato il giorno venerdì 07.12.2018 durante l'evento di pulizia e controllo del sifone dell'impianto di Contra organizzato dal Comune di Peio. Tale operazione di spurgo del sifone corrisponde al secondo intervento in ordine di tempo, che segue a distanza di due anni il primo, eseguito in data 21.07.2016 (a circa un anno dall'entrata in esercizio degli impianti in serie), già descritto nella Relazione 2015-2016.

Anche il secondo intervento è stato preceduto dall'apertura del pozzetto di ispezione del sifone, in corrispondenza del ponte alla segheria di Cogolo, e dal pompaggio dell'acqua che ne riempiva parzialmente il volume. Il pompaggio di acqua limpida, scaricata sul prato circostante l'ingresso del pozzetto, è proseguito fino all'abbassamento del livello della stessa al di sotto delle griglie di camminamento.

Contestualmente sono state settate le sonde di torbidità nelle stazioni S1 - Pont e S3 - Contra, aumentando la frequenza dei rilievi (1 rilievo al minuto), al fine di avere un grafico dell'andamento della torbidità ottica più dettagliato rispetto a quello ordinario con frequenza 5 minuti, e per le riprese è stata installata una videocamera di fronte al tubo di uscita del sifone, posto alla confluenza del T. Noce di Val del Monte nel T. Noce Bianco. L'esecuzione dello spurgo del sifone può essere efficacemente descritta dalle immagini riportate in Fig. 142.

La sequenza degli eventi, comunque, è sintetizzata dai punti del seguente elenco, tenendo conto che le operazioni sono iniziate all'incirca alle ore 9:58 e terminate alle ore 10:03:

1. apertura della valvola e uscita dal tubo di aria per i primi 5 secondi;
2. uscita di poca acqua di colore ocra intenso, verosimilmente dovuto alla ruggine di ferro della tubatura per i successivi 2 secondi;
3. per i successivi 20 secondi il tubo scarica a pieno regime un getto di colore grigio plumbeo che scava anche il terriccio depositato dal torrente davanti allo scarico, aumentando ulteriormente la torbidità con flussi laterali di colore marron chiaro;
4. per i successivi 12 secondi il colore grigio del getto in uscita dal tubo diventa progressivamente più chiaro;
5. dopo circa 50 secondi dall'inizio dell'evento, l'acqua in uscita dal tubo è visivamente trasparente e priva di limo, peraltro in alveo rimane una torbidità di colore marron chiaro che deriva dal terriccio della sponda sinistra dell'alveo, che tuttavia rimane completamente inerbita anche dopo l'evento di pulizia;

6. il sifone viene lasciato aperto complessivamente per circa 5 minuti, dei quali il primo minuto caratterizzato da acqua in uscita dal tubo con elevata torbidità e i restanti quattro con torbidità residua generatasi solo in alveo, ma in progressiva riduzione.

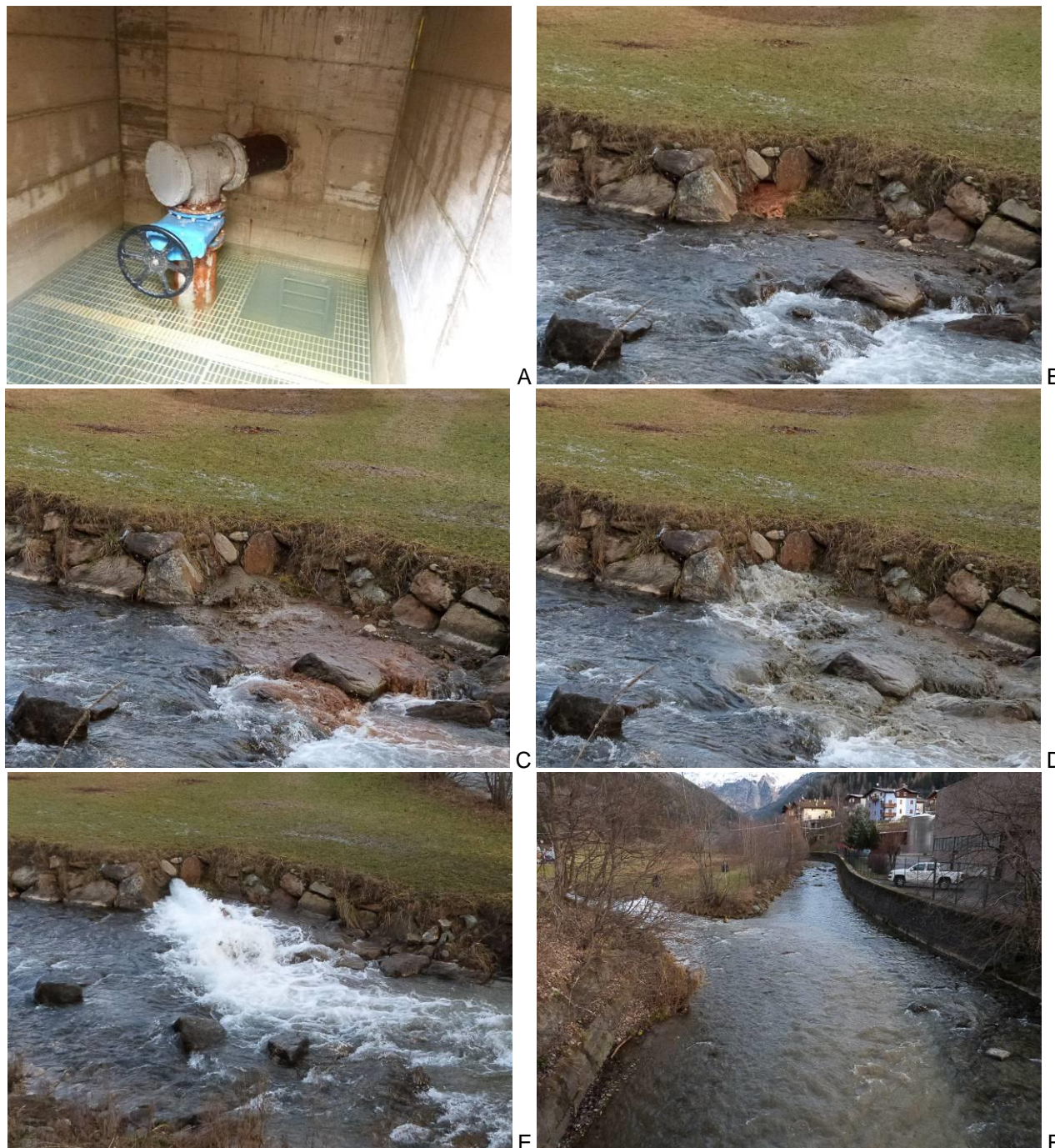


Fig. 142 - Fasi principali dell'evento di pulizia del sifone dell'impianto di Contra: A) apertura del pozzetto e pompaggio dell'acqua di falda, B) uscita di poca portata color ruggine, C) incremento di portata con limo color grigio intenso, D) progressiva diminuzione della torbidità e incremento del terriccio in sospensione, E) dopo un minuto uscita di acqua limpida ma con torbidità residua da terriccio smosso in alveo, F) mantenimento nei primi minuti di torbidità da terriccio di sponda smosso dal getto.

Di fatto la torbidità generata dall'evento di spurgo del sifone - immessa in forma puntuale per circa 5 minuti in un flusso regolare di acque altrimenti limpide provenienti da monte (come dimostrano le misurazioni di portata e di torbidità ottica nelle fasi precedenti) - viene rilevata presso la stazione S3 - Contra, circa 2350 m più a valle, dopo circa 53 min, come breve e debole onda di torbidità, avente durata complessiva di 15 minuti e valore massimo al picco di soli 11 NTU (cfr. Fig. 143).

La portata effettivamente defluita dal sifone non può essere stimata con precisione, in quanto da un lato all'interno della condotta di scarico non è installato un flussometro e dall'altro tale portata non può essere dedotta in forma univoca dalle variazioni di portata turbinata dall'impianto di Contra, durante la stessa fase produttiva, in quanto le suddette dipendono anche da altri fattori imposti dall'impianto di monte (in grado di determinare repentine variazioni di centinaia di l/s). Anche il valore teorico della portata scaricata dal sifone, determinabile in base a funzioni idrauliche complesse e dell'ordine massimo dei 1000 l/s, dipende da numerosi fattori, peraltro non tutti noti al momento dell'apertura, quali effettiva scabrezza delle condotte e grado di apertura delle valvole, quindi complessive perdite di carico, rispetto agli effettivi livelli di carico.

Una portata indicativa per caratterizzare questo evento di torbida, tuttavia, si può stimare a vista attorno a valori di picco, durante la breve fase di pulizia, variabili tra 600 e 900 l/s. Indirettamente, infine, una stima della portata scaricata durante la pulizia del sifone viene restituita dalla variazione di portata misurata nella stazione S3 - Contra, per quanto il tempo di corrivazione rispetto al breve tempo dello scarico magnifichi progressivamente l'effetto laminazione, ossia l'abbassamento del picco dell'onda di portata al crescere dello spostamento dell'impulso verso valle.

Per eventi che generano medi incrementi di portata, inferiori a 1 m³/s, come risulta anche dalle precedenti Relazioni di monitoraggio, è già stato misurato un tempo di corrivazione tra la stazione S2 - Cogolo e la stazione S3 - Contra di circa 30 minuti. Coerentemente, anche in questo caso, a fronte di un andamento costante delle portate nella mattinata dell'evento, in S3 - Contra dopo circa 35 minuti dall'apertura del sifone si registra una piccola onda di piena della durata complessiva di 15 minuti, con una variazione di portata al picco di 314 l/s rispetto alle portate fluenti al momento dell'avvio dell'operazione. Notare che la stazione S3 - Contra dopo l'estate 2018 presenta una graduale deriva delle misurazioni, causata dall'interrimento, tuttavia nel breve intervallo delle operazioni la variazione relativa delle portate si può ritenere attendibile e rappresentativa dell'evento.

Si precisa, infine, che nel grafico riportato in Fig. 143, dopo circa un'ora dal primo picco di portata, è presente un secondo breve incremento di portata, peraltro non compatibile con i

tempi di corrivazione e non rilevato né in S1 - Pont né in S2 - Cogolo, quindi da mettere in relazione ai possibili sfiori dalle opere di scarico dell'impianto HDE a Pont durante le fasi di variazione del regime produttivo, nella fattispecie alla chiusura della fase produttiva del mattino. Peraltro, proprio le ridotte dimensioni dell'evento di torbida generato dallo spurgo del sifone, in fase di analisi dei dati, hanno permesso di evidenziare e approfondire un fenomeno interessante che si può misurare con precisione solo nei piccoli eventi impulsivi. Nella fattispecie risulta evidente, infatti, che a fronte di un tempo di corrivazione del picco di portata pari a 35 minuti, quello dell'onda di torbida e del suo picco è maggiore, pari a circa 50 minuti. Questo scollamento temporale significa che l'onda di torbidità arriva nella stazione quando l'onda di piena è già defluita, a causa delle velocità differenti.

La conferma di tale differimento è venuta dall'analisi di altri eventi impulsivi di medio bassa torbidità, quindi piccole torbide di breve durata dovute a un rapido incremento delle portate.

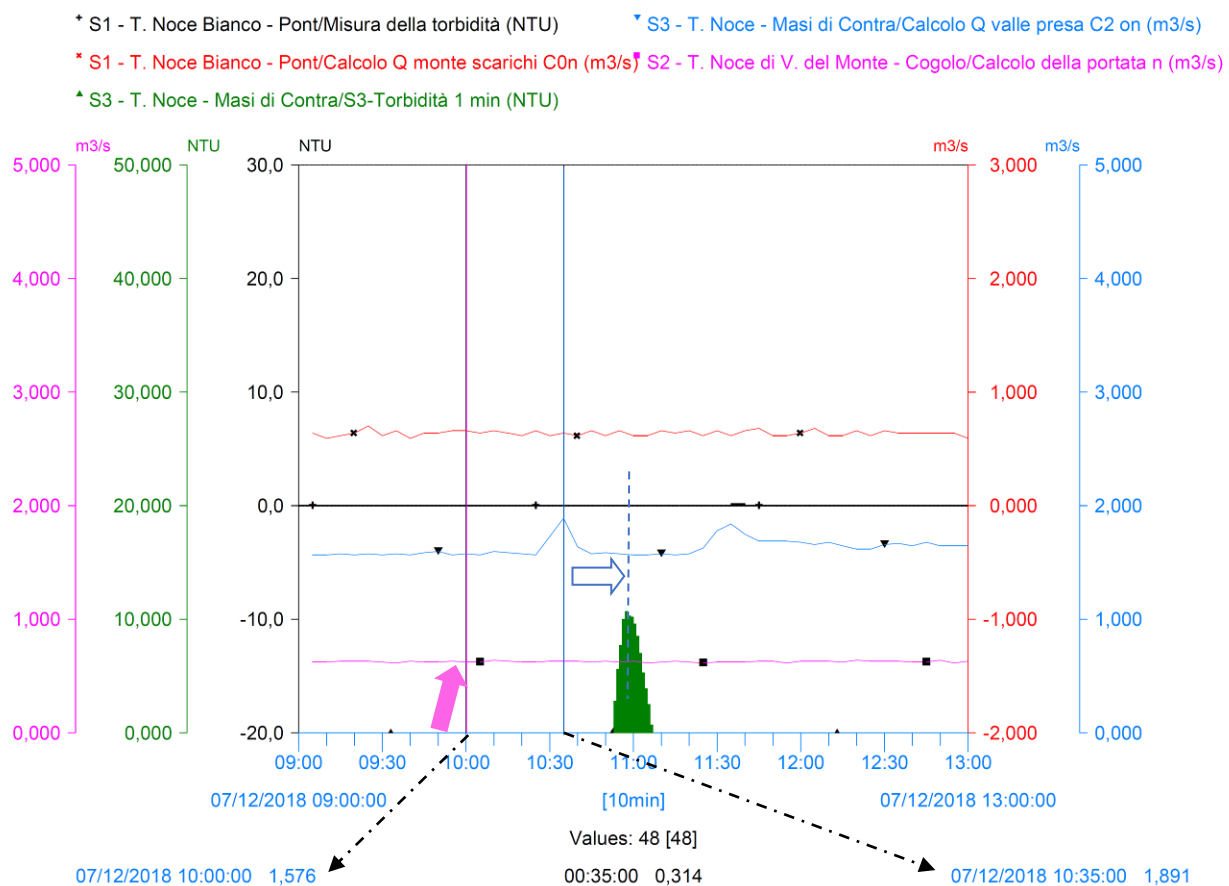


Fig. 143 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera orizzontale) e quella rilevata con frequenza 1 min in S3 (istogramma verde) rispetto all'andamento delle portate calcolate in S1 (linea rossa), in S2 (linea fucsia) e in S3 (linea azzurra), durante la pulizia del sifone in data 07.12.2018, eseguita circa alle ore 10:00, in corrispondenza della freccia fucsia. Con linea tratteggiata blu viene indicato il ritardo tra il picco dell'onda di torbidità rispetto a quello di portata.

Dal grafico riportato in Fig. 144, infatti, risulta evidente che un modesto intervento pomeridiano di pulizia delle vasche Dufour a Malga Mare (evento impulsivo) viene rilevato in S1 - Pont come incremento di portata di circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$ e solo dopo un intervallo di circa un'ora e mezza arriva il picco di torbidità legato ai solidi in sospensione.

L'ulteriore conferma viene dal fatto che a fronte di un tempo di corrivazione tra S1 - Pont e S3 - Contra di 50 min per le portate liquide (distanza tra righe verticali continue rossa e azzurra), il tempo di corrivazione del picco delle portate solide in sospensione è pari a 1 ora e 25 min (distanza tra righe a trattini rossa e azzurra). In altre parole, nel tratto di circa 3800 m tra le due stazioni, rispetto alla stessa onda di piena che ha generato il trasporto solido, l'onda di torbidità dovuta ai solidi in sospensione rallenta di 35 min.

Nella Tab. 34 sono riportati i dati estrapolati dal soprastante grafico (Fig. 144) al fine di descrivere la differente velocità di transito dell'onda di torbida rispetto a quella di piena.

A una prima analisi speditiva dei dati risulta che nel tratto S1-S3 la corrente scende alla velocità di $1,26 \text{ m/s}$, mentre l'onda di torbida (solidi in sospensione) al picco scorre a una velocità di soli $0,75 \text{ m/s}$, pari a poco più del 58% della velocità dell'acqua.

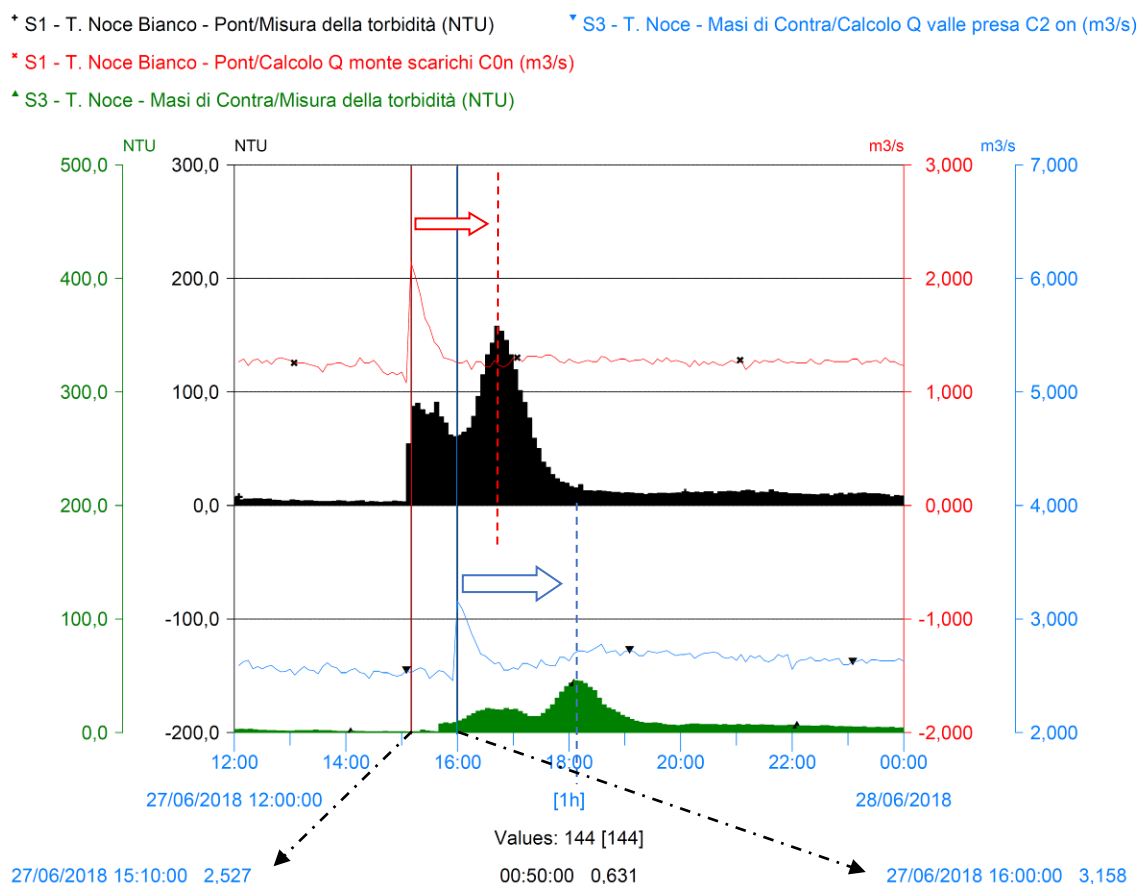


Fig. 144 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera orizzontale) e quella rilevata con frequenza 1 min in S3 (istogramma verde) rispetto all'andamento delle portate calcolate in S1 (linea rossa) e in S3 (linea azzurra), durante la pulizia dei canali Dufour in data 27.06.2018.

Stazioni PMA T.Noce (Peio)	Distanza planim. (m)	T percorrenza picco Q (hh:mm:ss)	Δ Portata Q (picco-ante) (m ³ /s)	T percorrenza picco2 torb. (hh:mm:ss)	Torbidità max picco2 (NTU)	Δ T (differimento) picco2 torb vs picco Q (hh:mm:ss)
S1 - Pont	0	00:00:00	889	00:00:00	158,0	01:35:00
S3 - Contra	3800	00:50:00	631	01:25:00	45,7	02:10:00
Variazione Δ (S3-S1)	3800	00:50:00	-258	01:25:00	-112,3	00:35:00

Tab. 34 - Confronto tra i valori di portata e di torbidità e relativi tempi di transito presso le due stazioni S1 e S3 al passaggio della breve onda di piena generata dalla pulizia dei canali Dufour.

Considerando allora i dati della sola stazione S1 - Pont, il differimento temporale pari a circa 1:35:00, tra il picco di portata liquida e il secondo picco di torbidità, quello più stretto e ben pronunciato, dimostra che l'origine di questo trasporto solido è puntuale e sufficientemente lontana per essere riconducibile alle opere di presa di Malga Mare, probabile fonte dell'innesco a circa 6,5 km di percorso fluviale.

Essendo noti i tempi di percorrenza delle piene da Malga Mare a Pont, pari a circa ore 01:30 (desunti dalle operazioni di svaso), e ipotizzando che il materiale depositato nei canali Dufour impieghi una decina di minuti prima di essere completamente fuoriuscito, infatti, il suddetto rapporto tra velocità della corrente e velocità del trasporto solido in sospensione viene pienamente riconfermato, giustificando il ritardo di circa un'ora e mezza nell'arrivo da Malga Mare del picco di torbida rispetto a quello delle portate liquide.

Alla luce di queste analisi appare chiaro, quindi, che la prima onda di torbidità (la più bassa e dalla forma irregolare) ha un'origine molto più prossima alla stazione S1- Pont. Tale torbidità la potremmo definire di tipo secondario, in quanto dovuta alla mobilitazione di varie e diffuse sorgenti di sedimento fino presenti lungo l'alveo del T. Noce Bianco, anche nei tratti appena a monte della stazione.

In conclusione, in base al quadro idro-turbidimetrico sopra delineato, come già descritto nella Relazione 2015-2016 in merito alla prima pulizia del sifone, anche in questo secondo caso, sebbene due anni dopo l'ultimo intervento, la pulizia del sifone rimane un evento di torbida del tutto trascurabile rispetto a molti altri, di origine sia naturale che artificiale. Eventuali approfondimenti in merito al deposito di limi che si stratificano sulle pareti della condotta, comunque, potranno essere svolti durante l'ispezione all'interno della condotta che il concessionario intende programmare in futuro. Tale attività, peraltro, richiederà un'adeguata preparazione, in ragione sia della necessaria inattività degli impianti in serie, al fine di assicurare il

completo svuotamento della condotta nel punto di flesso, sia dell'accesso del personale in sicurezza all'interno della condotta.

9.2.4 Evento di torbida connesso alla mobilitazione invernale di sedimenti nell'alveo del T. Noce di Val del Monte

In Fig. 145 viene riportato il turbidigramma registrato tra venerdì 01. e sabato 02.02.2019 durante l'evento piovoso invernale che sul T. Noce di Val del Monte ha mobilitato importanti barre di sedimenti precedentemente depositate nel periodo estivo.

Mentre sul ramo del T. Noce Bianco l'abbondante precipitazione invernale, sebbene in assenza di significativi incrementi di portata, ha attivato solo un debole trasporto solido, con un picco iniziale registrato nella stazione S1 - Pont di soli 223 NTU, nella stazione S3 - Contra (in S2 - Cogolo manca il turbidimetro) la torbidità ha raggiunto un picco molto elevato, pari a 2871 NTU.

La mobilitazione di barre di sedimento depositatesi durante il precedente periodo estivo sembra essere la causa più probabile di tale evento di torbida invernale, come confermato anche dalla visibile riduzione di quella che era presente appena a monte della stazione S2 - Cogolo tra il sopralluogo di metà gennaio e quello di metà febbraio 2019.

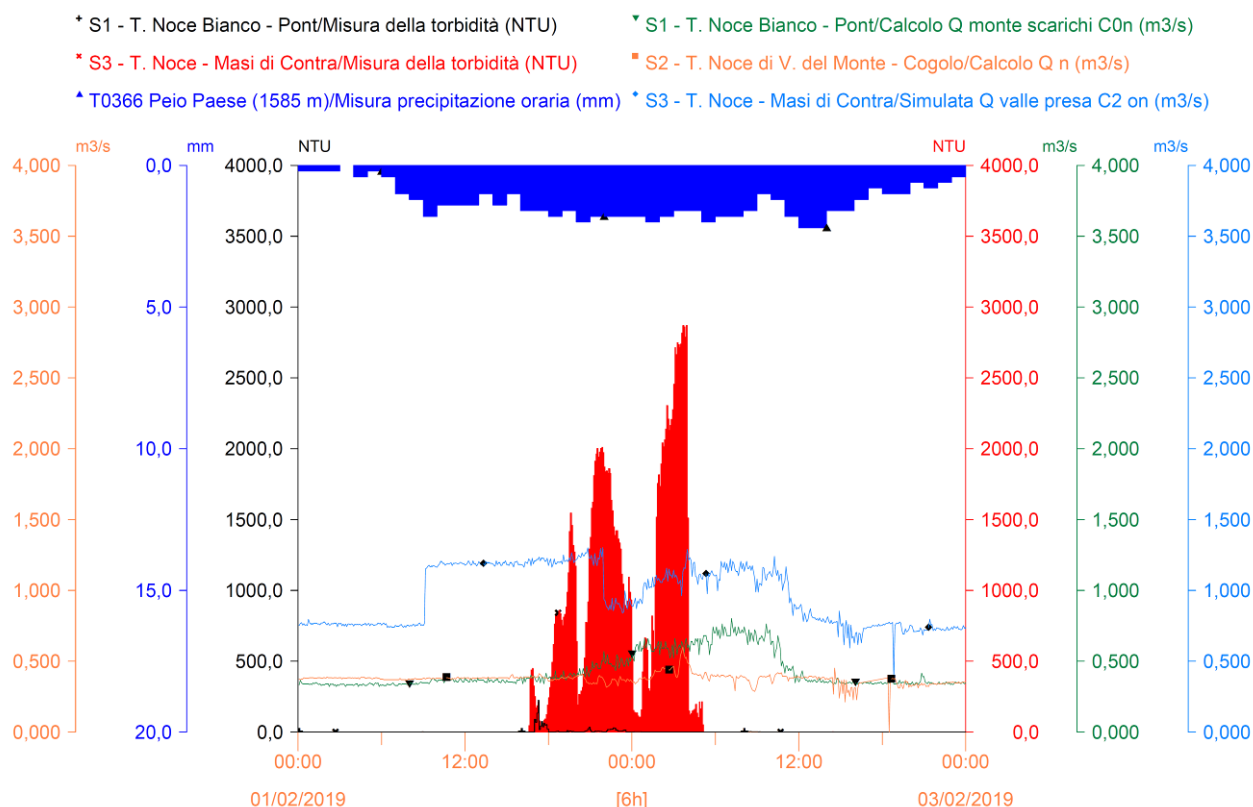


Fig. 145 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera) e quella rilevata in S3 (istogramma rosso) rispetto all'andamento delle portate calcolate in S1 (linea verde), in S2 (linea arancione) e in
210

S3 (linea azzurra) e all'andamento delle precipitazioni atmosferiche (istogramma blu dall'alto) durante un evento invernale di precipitazione con trasporto solido solo nel T. Noce di Val del Monte nella notte tra 01. e 02.02.2019.

I principali depositi nell'alveo del T. Noce di Val del monte verosimilmente sono avvenuti tra il 02. e il 07.08.18, durante l'interruzione del funzionamento dell'opera di presa HDE sul Rio Taviela, come al tempo comunicato dal Comune di Peio, a causa delle intense precipitazioni estive con abbondante trasporto solido che avevano temporaneamente bloccato e compromesso le opere.

Sebbene nella stazione S2 - Cogolo manchi un turbidimetro, la generazione di un'onda di torbida invernale dovuta al disgelo, quantomeno della barra presente poco a monte del ponte alla segheria, sembra essere l'ipotesi più verosimile, in quanto oltre ai suddetti sopralluoghi, si trova conferma anche nell'andamento in rialzo delle temperature (dopo giorni di temperature stabili sotto lo 0°C) e nelle brusche variazioni di livello misurate dal sensore radar riposizionato sotto il ponte (che dopo l'evento Vaia aveva iniziato a rilevare la quota stabile della barra asciutta).

9.2.5 Evento di torbida di piena all'avvio della morbida nivo-glaciale a giugno 2019 con inghiaimento della stazione S3 - Contra

In Fig. 146 viene riportato il turbidigramma registrato da lunedì 10. a venerdì 21.06.2018, caratterizzato dall'evento piovoso intenso della notte tra l'11. e il 12.06.2019 che ha notevolmente incrementato la morbida da scioglimento nivale tardivo (dopo le precipitazioni nevose della primavera 2019) e dato avvio a quella da scioglimento glaciale, in ragione di temperature che si stabilizzano su valori medio alti.

Il rapido incremento delle portate su entrambi i rami del T. Noce, a monte di Cogolo, ha attivato importanti fenomeni di trasporto solido, in particolare sul T. Noce Bianco, come dimostra il valore di torbidità di 4072 NTU registrato presso la stazione S1 - Pont (massimo assoluto ritenuto attendibile per forma e distribuzione dell'onda di trasporto solido). Procedendo verso valle le torbidità mediamente tendono a mantenersi sugli stessi valori, fatti salvi i picchi che risultano più attenuati, a indicare che il trasporto solido non viene diluito ma si mantiene elevato a causa di analoghi contributi anche da parte del T. Noce di Val del Monte. Si evidenzia che a causa del completamento dell'interrimento della stazione S3 - Contra, nel pomeriggio del 12.06.2019, la sonda di torbidità viene bloccata dai sedimenti grossolani depositati al fondo e, pertanto, l'istogramma rosso della torbidità si interrompe.

Proseguendo ad analizzare i soli dati di torbidità forniti dalla stazione S1 - Pont, si può evidenziare che l'onda di trasporto solido si esaurisce nei primi 4 giorni dell'evento, in una fase

idrologica in cui l'incremento delle portate fluenti è ancora almeno pari al 80% di quelle iniziali (dai 4,5 m³/s del 10.06.2019 ai 7,5 m³/s del 14.06.2019 in S3 - Contra), a differenza della coda di piena, che si esaurisce invece 14 giorni dopo l'inizio dell'evento.

Per tutto il periodo di piena, comunque, rimane un'attività di trasporto solido di base (mediamente attorno ai 100 NTU), verosimilmente legato alle importanti variazioni di portata fluente provenienti giornalmente da Malga Mare (ampi scalini delle portate misurate sia in S1 - Pont che in S3 - Contra) a cui si sovrappongono le rapide pulizie dei canali Dufour (stretti picchi giornalieri), segnali inequivocabili di un eccesso di portate fluenti rispetto alle potenzialità di derivazione delle acque e di frequenti necessità di pulizia delle vasche di presa.

In pratica, da quando il regime degli impianti a metà giugno diviene continuo, con portate quasi costanti sui valori massimi e poi stabili, il sistema idroelettrico ordinariamente funzionante ad accumulo (nei bacini) diviene un sistema a portata fluente, che inevitabilmente lascia passare le portate che superano le massime portate derivabili o che altrimenti ostacolano il regolare funzionamento delle opere di presa.

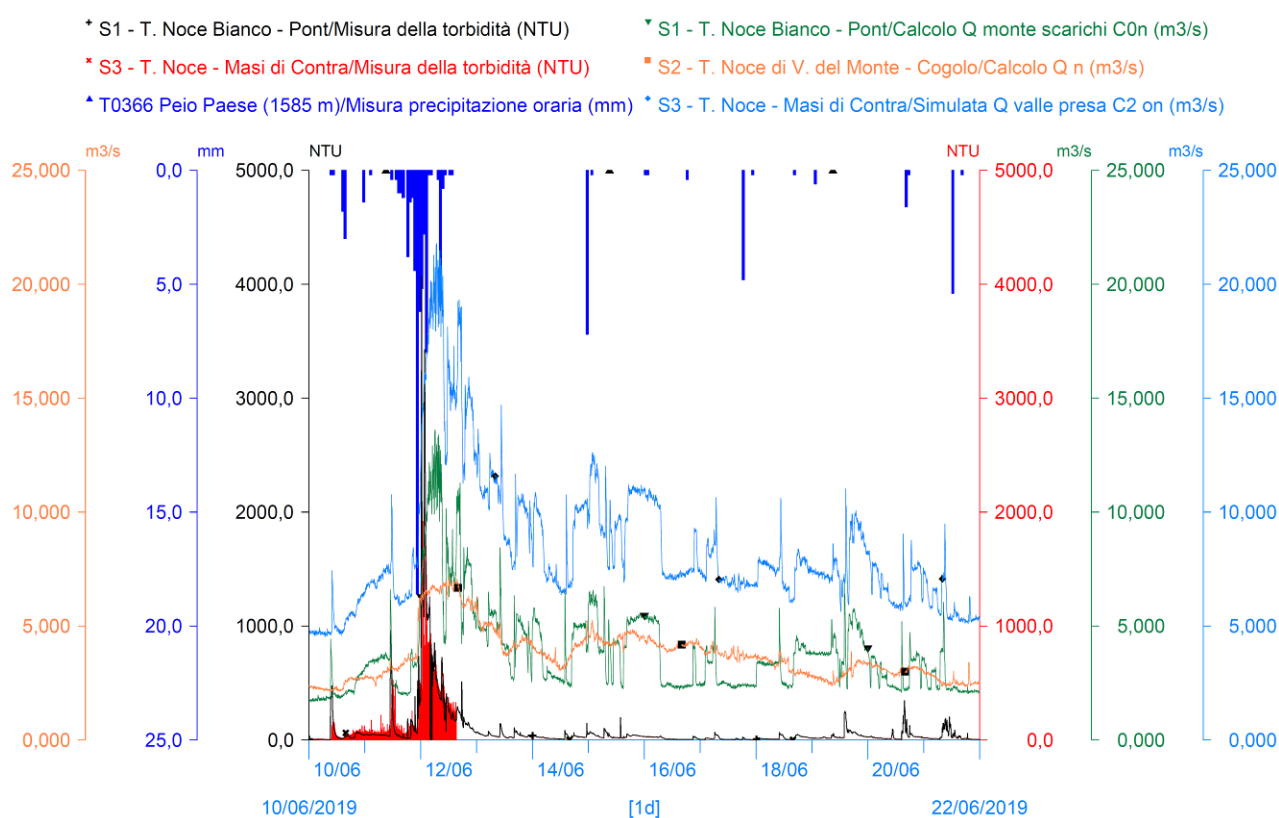


Fig. 146 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera) e quella rilevata in S3 (istogramma rosso) rispetto all'andamento delle portate calcolate in S1 (linea verde), in S2 (linea arancione) e in S3 (linea azzurra) e all'andamento delle precipitazioni atmosferiche (istogramma blu dall'alto) durante la piena con trasporto solido del 12.06.2019 che ha avviato un'intensa fase di scioglimento nivale e glaciale con il passaggio alla fase produttiva a regime continuo con portate stabili sui valori massimi.

In conclusione si evidenzia che il fenomeno di inghiaimento della stazione S3 - Contra ha preso avvio con i lavori di sistemazione dell'alveo a monte del ponte di accesso alla centrale di Contra, nella primavera 2018, si è poi aggravato con lo svaso di Malga Mare 2018 e con la successiva Tempesta Vaia, a causa della progressiva risalita di sedimenti depositati al fondo da valle della canaletta di magra verso monte, per culminare infine con il deposito di ulteriori strati di sedimenti durante la morbida di giugno 2019, raggiungendo uno spessore complessivo di circa 45 cm dal fondo della canaletta.

L'inghiaimento della stazione S3 - Contra, per quanto non possa restituire precisi valori di trasporto solido al fondo, evidenzia comunque in termini qualitativi l'importanza della movimentazione di materiale grossolano al fondo. Tali fenomeni di deposizione nell'intorno delle stazioni, tra l'altro, sono stati posti alla base delle richieste al Comune di Peio di ridefinire le scale delle portate nelle tre stazioni infrastrutturate superiori e di provvedere alla pulizia delle stazioni. Relativamente alla stazione S3 - Contra, in particolare, solo la pulizia meccanica con escavatori, eseguita nell'autunno 2019 al termine della fase di morbida estiva, ha permesso di ripristinare la piena funzionalità delle sonde e del carrello estrattore che precedentemente risultava bloccato.

Il tratto d'alveo a valle della stazione S3 - Contra, considerato quanto sopra, richiederebbe quindi una sistemazione funzionale sia all'attendibilità dei dati rilevati (livelli, temperature e torbidità) sia alla tutela della strumentazione (tutte le sonde), imponendo una maggiore pendenza o un salto nel tratto a valle del ponte (platea), al fine di garantire l'autopulizia della sezione e della canaletta di magra in particolare.

9.3 BILANCIO DEL TRASPORTO SOLIDO IN SOSPENSIONE

In continuità con la precedente Relazione di monitoraggio 2017-2018, di seguito si presenta una stima quantitativa del trasporto solido in sospensione, in risposta alla richiesta del Servizio bacini montani della Provincia di Trento del 28.08.17, sotto forma di bilancio del trasporto solido cumulato mensile per l'intero anno 4.PO.

La stazione di riferimento rimane S1 - Pont, in quanto caratterizzata da una sagoma molto regolare, autopulente e in grado di ridurre al minimo i depositi finì anche in prossimità della nicchia di alloggiamento del turbidimetro, pertanto dalla semplice moltiplicazione dei *solidi sospesi totali* SST (mg/L) rilevati in continuo (a partire dalla torbidità mediante i diagrammi di taratura presentati nella Relazione 2015-2016) per la portata stimata in m³/s, si ottiene direttamente, in ragione della semplificazione delle unità di misura, l'andamento in continuo della

portata di massa dei solidi in sospensione all'interno dell'alveo, quantificato in g/s. L'integrale su base mensile di tali "portate solide" istantanee restituisce il valore cumulato mensile dei *solidi sospesi totali* (SST) transitati, in altri termini il trasporto solido in sospensione rappresentato con l'istogramma blu e espresso, per convenzione, in kg/mese nella Fig. 147. Con linea arancione si rappresenta, invece, la massima portata di massa istantanea, espressa in kg/s, raggiunta durante l'evento di maggior intensità nel mese di riferimento.

L'andamento e il valore cumulato mensile della portata di massa, riferita ai soli *solidi sospesi totali* SST presso la stazione S1 - Pont, permettono di descrivere puntualmente gli effetti delle operazioni di pulizia e di gestione delle opere di presa e della vasca di accumulo di Malga Mare.

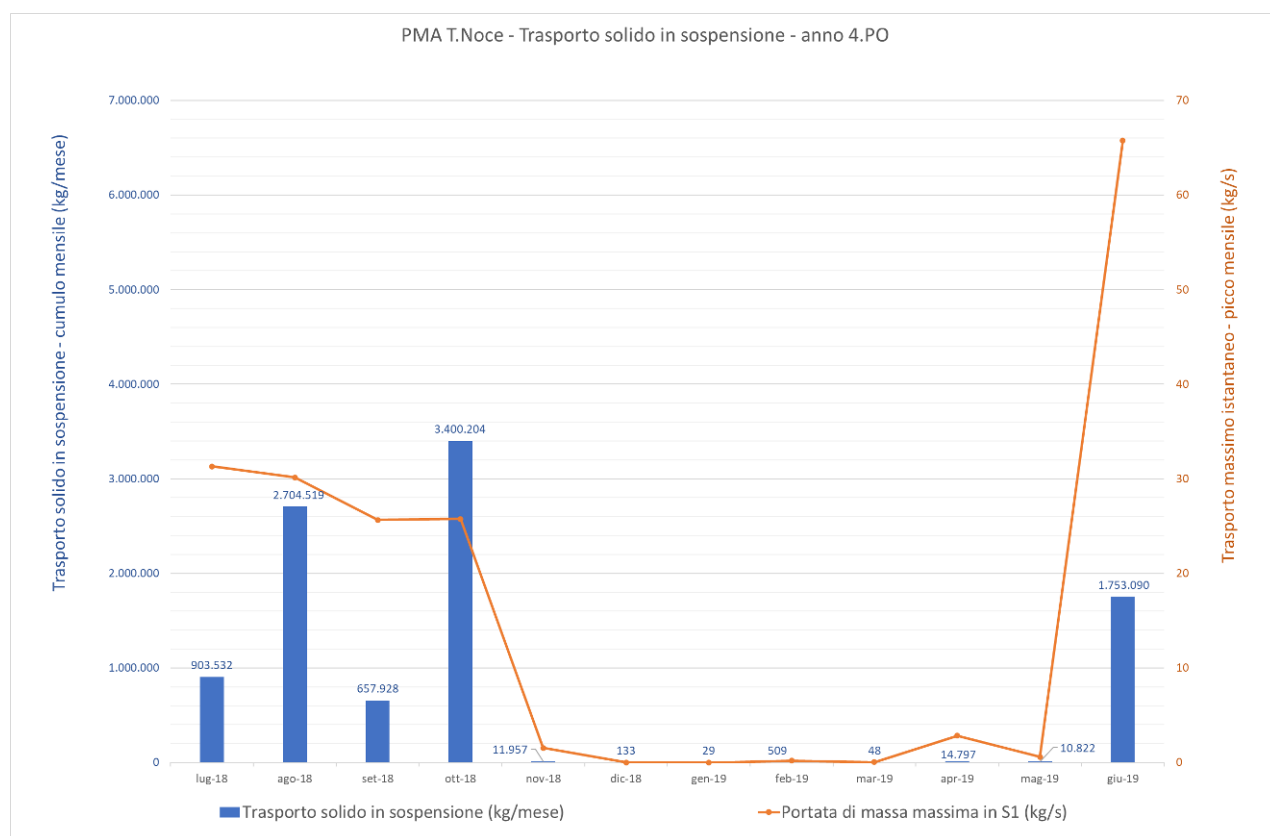


Fig. 147 - Andamento mensile del trasporto solido in sospensione durante l'anno di monitoraggio 4.PO, con indicazione del cumulo mensile di SST (istogramma blu) e del picco istantaneo raggiunto negli eventi di maggior intensità (linea arancione) nella stazione di monitoraggio S1 - Pont.

Dal grafico in Fig. 147 e dai rispettivi dati riportati in Tab. 35, infatti, risulta chiaramente che nell'arco dei 4 mesi a regime produttivo continuo (estivo) dell'anno 4.PO (luglio, agosto, settembre 2018 e giugno 2019), con un mese in meno nella morbida 2019 rispetto al 2018, peraltro con 81 giornate caratterizzate da eventi di trasporto solido in sospensione (65 gg nell'anno 3.PO) si concentra poco meno del 64% del trasporto solido in sospensione totale

dell'anno di monitoraggio 4.PO (70% nell'anno 3.PO), con picchi di "portata di massa" istantanea di quasi 66 kg/s (31 kg/s nell'anno 3.PO). Si ricorda che, ai fini delle analisi degli eventi di trasporto solido in sospensione, le giornate con picco sono filtrate in base a una portata massica istantanea di SST >1 kg/s, soglia scelta arbitrariamente per evidenziare fasi di significativo trasporto solido.

Analizzando la fase turbidimetrica estiva, corrispondente alla fase produttiva a ciclo continuo, pertanto, in linea con la maggiore intensità dei fenomeni idrologici, nell'anno 4.PO si evidenzia un aumento in valore assoluto del trasporto solido in sospensione e un aumento di intensità e di numero degli eventi turbidimetrici più estremi.

Nel mese di ottobre, caratterizzato dalla consueta pulizia del bacino di Malga Mare e in più dalla Tempesta Vaia, in 10 giorni di eventi turbidimetrici (6 nell'anno 3.PO) si concentra il 36% dell'intero trasporto solido fine annuale (29% nell'anno 3.PO), con picchi delle portate massiche durante lo svasso che presentano i valori più bassi tra quelli della fase estiva 2018, pari poi a circa un terzo di quelle misurate durante la morbida di giugno 2019. I bassi valori durante lo svasso, infatti, sono la risultante delle manovre di regolazione e controllo delle operazioni prescritte al concessionario HDE, proprio ai fini della gestione in sicurezza dell'operazione di fluitazione dei limi accumulati nel bacino durante il periodo estivo. Nei rimanenti 7 mesi (autunnali, invernali e primaverili) - da novembre a maggio compresi - si realizza infine meno dell'1% del trasporto solido in sospensione annuale, con soli 2 giorni in cui il valore di picco di "portata solida" supera 1 kg/s.

A differenza degli anni precedenti, la massa di SST transitata in ottobre, pari a complessivi 3.400.204 kg, non può essere imputata esclusivamente alla sola quantità di limo rimossa dal bacino di Malga Mare con le operazioni di svasso, in quanto include anche l'evento di torbida dovuto alla Tempesta Vaia. Peraltro, focalizzando l'analisi dei dati alle sole operazioni di svasso (i primi 9 gg del mese), si può calcolare che la massa di SST mobilizzata durante la pulizia del bacino è pari a 3.224.391 kg, corrispondente al 95% dell'intera massa mensile.

Un bilancio che considera solo i solidi che transitano perfettamente in sospensione, escludendo invece quelli che rotolano sul fondo o si depositano rapidamente (sabbie fini), come già chiarito nelle precedenti relazioni, è chiaramente parziale.

Tuttavia, considerato che l'operazione di svasso del bacino di Malga Mare riguarda prevalentemente il limo e le particelle fini che si depositano sul fondo della vasca e preso atto che la densità media del limo è pari a circa 1.600 kg/m³, la massa di limo transitata dalla sezione di misura S1 - Pont può essere tradotta in volume di origine, quello rimosso durante la pulizia della vasca di Malga Mare, corrispondente a circa 2015 m³.

Mese	Trasporto solido in sospensione (kg/mese)		Giornate con eventi in S1 (n.)	Portata di massa massima in S1 (kg/s)		Portata di massa media in S1 (kg/s)	
lug-18		903.532	20		31,308		0,337
ago-18		2.704.519	29		30,143		1,010
set-18		657.928	15		25,651		0,254
ott-18		3.400.204	10		25,759		1,269
nov-18		11.957	1		1,547		0,002
dic-18		133	0		0,023		0,000
gen-19		29	0		0,005		0,000
feb-19		509	0		0,207		0,000
mar-19		48	0		0,032		0,000
apr-19		14.797	1		2,843		0,006
mag-19		10.822	0		0,593		0,004
giu-19		1.753.090	17		65,736		0,676
S1 - ANNO 4.PO (mese max)	TOT	9.457.568 (ottobre)	TOT 93 (agosto)	MAX	65,736 (giugno)	MED	0,297 (ottobre)

Tab. 35 - Tabella di sintesi del trasporto solido in sospensione cumulato mensile presso la stazione S1 - Pont, con indicazione del numero delle giornate in cui avvengono eventi di trasporto significativi (con superamento al picco di portate solide di 1 kg/s), dei valori massimi di trasporto istantaneo raggiunti durante l'evento mensile più intenso e della portata massica media mensile.

Tale valore, in base alle stime, incrementa del 60% rispetto a quello dell'anno 3.PO, pari a circa 1260 m³, coerentemente con i maggiori valori dei mesi estivi precedenti e con la durata maggiore delle operazioni di pulizia.

La stazione S2 - Cogolo posta alla chiusura del bacino del T. Noce di Val del Monte non è dotata di turbidimetro, pertanto il confronto richiesto dal Servizio Bacini montani nell'ambito del bacino del T. Noce della Val di Peio può essere svolto solo con la stazione S3 - Contra, i cui dati sono sintetizzati nella Tab. 36. Peraltro, l'importante attività di trasporto solido evidenziata anche sul T. Noce di Val del Monte, giustificherebbe in fase di proroga del PMA il completamento della stazione S2 - Cogolo con idonea sonda di torbidità.

Passando alla stazione S3 - Contra, a un incremento del 131% del bacino di riferimento (passando da S1 = 65,80 km² a S3 = 152,17 km²), nell'anno 4.PO corrisponde indicativamente un incremento del 78% nella massa di sedimento fine in transito (dai 9,5 milioni di kg in S1 - Pont ai 16,8 milioni di kg in S3 - Contra). Tali valori indicano che la movimentazione dei solidi in sospensione nel ramo del T. Noce di Val del Monte, soprattutto in un'annata particolarmente attiva in termini turbidimetrici, è complessivamente inferiore a quella lungo il T. Noce Bianco, per quanto i valori assoluti siano in decisa crescita rispetto agli anni precedenti. Peraltro, dall'analisi di singoli eventi si può evidenziare che i rapporti possono anche invertir-

si, a indicare quindi che il contributo del T. Noce di Val del Monte non è trascurabile e andrebbe opportunamente monitorato.

I valori del mese di ottobre rilevati in S3 - Contra, tuttavia, come nella relazione precedente, rimangono molto più vicini alla stima del trasporto solido effettuata per la stazione S1 - Pont, confermando che questo mese autunnale, in termini di trasporto solido, nonostante l'evento Vaia, rimane caratterizzato principalmente dallo svaso del bacino di Malga Mare.

Mese	Trasporto solido in sospensione in S3 (kg/mese)	Giornate con eventi in S3 (n.)	Portata di massa massima in S3 (kg/s)	Portata di massa media in S3 (kg/s)
lug-18	1.427.278	21	50,533	0,533
ago-18	6.195.390	29	43,82	2,313
set-18	1.483.984	20	27,522	0,572
ott-18	4.875.086	20	54,027	1,820
nov-18	13.230	1	1,744	0,005
dic-18	1.569	0	0,979	0,001
gen-19	1.493	0	0,761	0,001
feb-19	126.600	2	8,767	0,052
mar-19	632	0	0,398	0,000
apr-19	64.975	3	6,057	0,025
mag-19	96.780	4	2,138	0,036
giu-19	2.520.670	22	72,527	1,102
S3 - ANNO 4.PO (mese max)	TOT 16.807.687 (agosto)	TOT 122 (agosto)	MAX 72,527 (giugno)	MED 0,538 (agosto)

Tab. 36 - Tabella di sintesi del trasporto solido in sospensione cumulato mensile presso la stazione S3 - Masi di Contra, con indicazione del numero delle giornate in cui avvengono eventi di trasporto significativi (con superamento al picco di portate solide di 1 kg/s), dei valori massimi di trasporto istantaneo raggiunti durante l'evento mensile più intenso e della portata massica media mensile.

9.4 CONCLUSIONI ANNUALI SULLA TURBIDIMETRIA

L'anno 4.PO di fatto costituisce il terzo anno completo di monitoraggio, durante il quale la regolarità dei rilievi turbidimetrici, fatta eccezione per l'inghiaamento finale della stazione S3 - Contra a giugno 2019, e la continuità di funzionamento degli impianti idroelettrici in serie hanno permesso di caratterizzare efficacemente l'andamento turbidimetrico, soprattutto quello delle fasi estive e autunnali. In queste due stagioni, infatti, si concentra la maggior parte del trasporto solido in sospensione sia di origine naturale, dovuto alla concomitanza di precipitazioni temporalesche intense e di forte scioglimento glaciale, sia di origine mista, a causa della contemporanea chiusura dei sistemi di presa per danneggiamenti alle opere o per evi-

tarli, sia infine di origine esclusivamente artificiale, come avviene durante lo svasso programmato del bacino di Malga Mare.

In coerenza con il quadro presentato nelle precedenti relazioni di monitoraggio, gli eventi complessivamente più significativi in termini di torbidità ottica e di massa cumulata di trasporto solido in sospensione, anche nell'anno di monitoraggio 2018-2019 (4.PO), sono rappresentati dalla pulizia del bacino artificiale di Malga Mare, eseguita ogni autunno dal concessionario di monte nel rispetto dei limiti massimi prescritti di portata e di torbidità, e dagli interventi estivi, a frequenza oramai giornaliera, di pulizia dei canali Dufour posti all'ingresso del suddetto bacino. Peraltro, nell'anno 4.PO si verificano anche eventi naturali particolarmente intensi, come i temporali che hanno innescato la colata detritica sul Rio Taviela nell'agosto 2018, la Tempesta Vaia nell'ottobre 2018 e gli eventi di piena a giugno 2019, che interessano il bacino della Val di Peio con un trasporto solido differenziato in tutte le classi granulometriche, come ben evidente nel fenomeno dell'inghiaimento della stazione S3 - Contra.

La temporanea disattivazione delle opere di presa, a volte precauzionale e a volte forzata, durante questi eventi naturali intensi comporta il rapido ripristino del deflusso naturale nel reticolo idrografico a valle, innescando degli eventi di trasporto solido misti e particolarmente intensi. Durante la piena di giugno 2019, ad esempio, sono stati raggiunti i massimi valori di torbidità (4072 NTU) e di portata massica istantanea di SST (65 Kg/s) registrati, durante l'intero piano di monitoraggio, presso la stazione S1 - Pont.

Complessivamente quindi, in base agli esiti dell'anno di monitoraggio 4.PO e in coerenza con la crescita di circa 1°C delle temperature annue, sia medie che massime assolute rispetto all'anno 3.PO, il fenomeno del trasporto solido si conferma in diffuso e ulteriore aumento rispetto ai precedenti anni di misurazione.

In termini qualitativi generali, le situazioni turbidimetriche più critiche riscontrate in S1 - Pont e S3 - Contra rimangono sempre quelle indotte da elevati incrementi di portata, superiori a 1 m³/s e fino ai quasi 16 m³/s di variazione registrati a giugno 2019, con un'ulteriore crescita in valore assoluto di quasi 3 m³/s rispetto all'agosto 2017. A tali variazioni idrometriche corrispondono picchi di trasporto dei solidi sospesi totali (SST) che si estendono tra 1.200÷7.100 mg/L, corrispondenti a picchi di torbidità ottica rilevata in alveo mediamente compresi tra 500÷3000 NTU. In media l'aumento nei valori massimi è pari a circa 300 NTU rispetto all'anno precedente, peraltro proprio durante la piena, sovrapposta alla fase di morbida, di giugno 2019 viene registrato il valore massimo assoluto di torbidità di 4072 NTU.

Le perturbazioni turbidimetriche di un ordine di grandezza inferiori, ossia quelle caratterizzate da picchi di torbidità ottica compresi tra 100÷500 NTU, a cui corrispondono picchi di SST compresi tra 200÷1.200 mg/L, rimangono sempre attribuibili agli eventi naturali di precipita-

zione ordinarie e ai residui eventi di sfioro delle portate turbinabili in occasione dei cambi di regime produttivo. Questi fenomeni turbidimetrici sono attivati e associati prevalentemente a modesti incrementi delle portate, compresi tra 0,5 e 1 m³/s.

Alla categoria delle variazioni turbidimetriche minori, caratterizzata da picchi di torbidità compresi tra 10 e 100 NTU e di SST tra 20 e 200 mg/L, infine, rimangono attribuibili tutte le altre situazioni che incidono sull'andamento delle portate in alveo con incrementi dell'ordine massimo di 0,5 m³/s, quali le precipitazioni di medio-bassa intensità e gli sfiori residui più deboli. A quest'ultima categoria di eventi turbidimetrici minori appartiene anche il secondo intervento di pulizia del sifone dell'impianto di Contra, svoltosi a dicembre 2018, come descritto nel § 9.2.3. L'analisi di tale evento minore ha permesso, comunque, di verificare in via sperimentale le minori velocità di trasferimento delle singole onde di torbidità rispetto agli impulsi di portata liquida che le hanno generate (in forma puntuale a partire da una singola sorgente di sedimenti), misurate pari al 50÷ 60% delle velocità delle onde di piena di medio-piccola entità (< 1m³/s) a cui sono associate.

A una prima analisi quantitativa condotta in occasione della stesura del terzo bilancio di massa dei solidi sospesi, in transito attraverso la sezione S1 - Pont, come argomentato nel precedente § 9.3, risulta evidente che l'evento di torbida più significativo dell'anno 4.PO rimane sempre costituito dallo svasso del bacino artificiale di Malga Mare, incrementato di poco meno del 10% rispetto al precedente anno 2017. Solamente gli eventi connessi al rialzo termico dei primi di agosto 2018 e alla piena in fase di morbida nel giugno 2019 raggiungono, ciascuno preso singolarmente, meno della metà della quantità cumulata di solidi sospesi mobilitati dallo svasso, a parità di tempo considerato per ciascun evento (nella fattispecie 8 gg).

Nel mese di ottobre 2018 la pulizia della vasca di Malga Mare richiede di fatto 7 giorni di operazioni di lavaggio, un giorno in più rispetto al 2017, per complessivi 9 giorni tra l'inizio e la fine dello svasso. Inoltre, a fine ottobre avviene la Tempesta Vaia, i cui effetti sono stati molto visibili anche sul trasporto solido. Nelle 10 giornate del mese di ottobre 2018 in cui si registrano portate solide superiori a 1 kg/s (per convenzione gli eventi turbidimetrici rilevanti) si concentra poco più di un terzo (36,0%) dell'intero trasporto solido in sospensione cumulato annuale in transito per la sezione S1 - Pont, in lieve aumento rispetto al 2017.

Poco meno dei due terzi dei SST annuali (63,6%), invece, si mobilitano nei quattro mesi a regime produttivo continuo "estivo" (un mese in meno rispetto all'anno precedente), distribuiti in 81 giornate con eventi turbidimetrici rilevanti (16 giornate in più dell'anno precedente). Quindi, sebbene in una fase estiva più breve, in S1 - Pont si verificano con maggior frequenza eventi di trasporto solido rilevanti, aventi picchi di portata massica compresi tra 1 e 66 kg/s di SST. Tali eventi coincidono in prevalenza con fasi di pulizia delle opere di presa e più ra-

ramente con eventi temporaleschi sovrapposti a elevati deflussi da scioglimento glaciale, come in particolare il picco di torbidità registrato a metà giugno 2019.

Nei rimanenti 7 mesi (autunnali, invernali e primaverili) - da novembre a maggio compresi - si realizza, infine, solo lo 0,4% del trasporto solido in sospensione annuale, con soli 2 giorni in cui in S1 - Pont il valore di picco di "portata solida" supera 1 kg/s, peraltro sottoforma di eventi isolati di minima rilevanza turbidimetrica.

Quanto sopra riconferma che, anche nell'anno 4.PO, l'esecuzione delle operazioni di svaso nel rispetto delle prescrizioni impartite ad HDE, in termini di portate e torbidità massime consentite alla fonte, assicura un andamento dell'evento artificiale del tutto paragonabile (e in un caso anche inferiore alla metà) rispetto agli eventi naturali o misti più intensi, con riferimento ai valori istantanei di torbidità ottica e di portata massica registrati in S1 - Pont.

Le verifiche del trasporto solido in sospensione presso la stazione S3 - Contra, inoltre, evidenziano da un lato l'influsso del raddoppio del bacino di riferimento, che nell'anno 4.PO porta a un incremento del 78% della massa complessiva dei SST, oltre che a un analogo incremento della portata di massa media. Il massimo valore assoluto della portata massica, invece, in occasione degli eventi di giugno 2019, in S3 - Contra incrementa solo del 10% rispetto a S1 - Pont, a indicare in quel periodo il prevalente contributo del T. Noce Bianco durante quegli specifici eventi turbidimetrici.

Anche l'analisi dei dati raccolti durante la pulizia del bacino di Malga Mare dimostra che nel 2018 il trasporto solido in sospensione in S3 - Contra è di poco superiore (+21%) a quello misurato in S1 - Pont, a dimostrazione che i solidi in transito nella media Val di Peio durante l'evento sono Un fenomeno opposto di sedimentazione selettiva di solidi di dimensioni medio-fini è stato invece individuato dopo le colate detritiche del Rio Taviela nel 2018, quando la successiva mobilitazione invernale di barre di sedimenti depositatesi lungo l'alveo ha riattivato anche il trasporto solido in sospensione.

Riguardo all'influenza dei tre impianti in serie sulla torbida generata dallo svaso di sedimenti dalla vasca di accumulo di Malga Mare, si evidenzia che durante la pulizia 2018 la presa dell'impianto di Contra è stata messa integralmente fuori servizio, pertanto le acque turbinate dalla centrale di monte (Cogolo Pont) provenienti dal ramo di Val del Monte (bacino di Pian Palù) sono state scaricate direttamente, e come da prassi del passato *ante operam*, in località Pont.

La restituzione aggiuntiva ha certamente contribuito a diluire i limi in transito nella media Val di Peio, come rilevato dalla stazione S3 - Contra, abbassando la torbidità media del 51% rispetto a quella rilevata nel basso corso del Torrente Noce Bianco, come rilevato dalla stazione S1 - Pont. I valori di diluizione raggiunti nel 2018, comunque, rimangono compresi tra

quelli dei primi due anni di monitoraggio, quanto invece gli impianti erano regolarmente in funzione (- 54% nel 2015 e - 22% nel 2016).

In conclusione, pertanto, si può riconfermare la considerazione riportata nella precedente relazione secondo la quale, tra i fattori determinanti ai fini dell'ulteriore diluizione delle portate solide a valle di Pont, non incidono solo le ulteriori portate liquide in ingresso, ma anche le caratteristiche quali-quantitative dei limi e dei solidi fini provenienti da Malga Mare e in transito nella media Val di Peio.

10. RISULTATI DELLE ANALISI SULL'INCLINOMETRIA

In applicazione del capitolo 9.9 del PMA, anche nel corso del quarto anno di monitoraggio *post operam* (4.PO) sono state eseguite le due serie di letture inclinometriche previste presso le stazioni P1, P2 e P3. Come descritto nella precedente Relazione 2017-2018 e ribadito nel § 2.4.3 del presente documento, in merito alla stazione P4 si ricorda che il tubo posto appena a valle dell'edificio di Castra è stato definitivamente abbandonato, con prescrizione del S. Geologico di sostituirlo con un tubo di circa 30 m di profondità posto in posizione intermedia tra l'edificio e la strada provinciale.

I rilievi funzionali all'analisi della verticalità dei tubi inclinometrici sono stati eseguiti dal geologo dott. Dario Gaspari, in data 31.10.2018 e 30.05.2019. Ai fini di un'analisi dettagliata dei risultati delle indagini, anche mediante confronto grafico e numerico con le serie di riferimento, si rimanda direttamente alla Relazione inclinometrica allegata (cfr. *PMA Contra Castra Cusiano - 2018-19 - ALL Inclinometria.pdf*).

In estrema sintesi, i rilievi geologici confermano che:

- nelle stazioni di monte, P1 e P2, non è stato rilevato alcun movimento significativo;
- nella stazione di valle P3 non è stato rilevato alcun movimento significativo, peraltro il geologo dall'analisi delle irregolarità del grafico, considerata la profondità del tubo (60 m), evidenzia un assestamento del tubo e possibili differenze causate dall'utilizzo di diverse sonde inclinometriche da parte di differenti operatori.

In conclusione, anche dopo il quarto anno di rilievi inclinometrici, dalla lettura dei risultati conseguiti non si rilevano criticità riconducibili a fenomeni gravitativi in entrambe le zone sottoposte a monitoraggio.

11. RISULTATI DELL'ANALISI DEL RENDIMENTO ENERGETICO

Il Piano di monitoraggio ambientale (PMA), al capitolo 9.10., precisa le motivazioni, le modalità di calcolo e di rappresentazione dell'indice di rendimento energetico, richiesto come parametro di valutazione dell'efficienza di trasformazione energetica di ciascun impianto della serie idroelettrica.

Anche nel corso del quarto anno *post operam* del PMA (anno 4.PO), pertanto, in maniera autonoma per ogni impianto, sono state eseguite le misurazioni necessarie al calcolo dell'energia potenziale teorica e dell'energia netta prodotta, rispettivamente numeratore e denominatore del rapporto che rappresenta l'indice di rendimento energetico:

$$IRE = E_n / E_{pt}$$

dove:

IRE = Indice rendimento energetico (%);

E_n = Energia netta prodotta (kWh);

E_{pt} = Energia potenziale teorica (kWh);

e in particolare:

$$E_n = E_i - E_c$$

dove:

E_i = Energia prodotta (immessa nella rete) (kWh);

E_c = Energia consumata (prelevata dalla rete) (kWh);

$$E_{pt} = V_{tot\ 3.PO} * S_i / (102 * 3,6)$$

dove:

$V_{tot\ 3.PO}$ = Volume derivato nel periodo di riferimento 10.07.18-09.07.19 (m³);

S_i = Salto ai fini dell'indice IRE (m).

Di seguito si riportano in sintesi i risultati delle principali attività inerenti all'analisi del rendimento energetico, e in particolare in merito a:

1. rilievo in continuo dei parametri;
2. analisi dei dati necessari per la verifica del rendimento energetico;
3. calcolo dell'Indice di Rendimento Energetico (IRE).

11.1 RILIEVO IN CONTINUO DEI PARAMETRI

Il rilievo in continuo dei parametri necessari per il calcolo dell'indice IRE viene eseguito, direttamente da ogni concessionario, tramite specifica strumentazione, come previsto dal disciplinare di concessione di ogni impianto. Ai fini del PMA, successivamente, i parametri necessari vengono inviati automaticamente (impianti di Contra e Castra) o inviati su richiesta (impianto di Cusiano) dai concessionari al responsabile esecutivo del PMA, inseriti nel data base del PMA e successivamente elaborati mediante software Hydras3, per giungere alla definizione degli indici IRE.

Nell'anno di monitoraggio 4.PO i dati della portata turbinata, della potenza istantanea immessa e di quella prelevata sono stati registrati con regolarità da tutti gli impianti idroelettrici, pertanto le elaborazioni afferenti al calcolo del rendimento energetico sono rappresentative dell'intero anno solare.

11.2 ANALISI DEI DATI

Come già evidenziato per gli altri parametri oggetto di monitoraggio, l'anno 4.PO costituisce un anno completo di registrazioni anche ai fini del rendimento energetico, pertanto il periodo di riferimento nel calcolo dell'indice corrisponde correttamente all'intervallo 10.07.2018 ÷ 09.07.2019.

Nell'anno 4.PO non sono intervenute modifiche strutturali e impiantistiche ai sistemi di misurazione delle portate turbinata dai tre impianti in serie. L'analisi dei dati, pertanto, riconferma le incongruenze già evidenziate nelle precedenti Relazioni 2015-2016, 2016-2017 e 2017-2018, in particolare l'apparente crescita dei valori di portata turbinata passando dall'impianto di Contra a quello di Cusiano.

Considerato quanto sopra, ai fini del calcolo degli indici di rendimento energetico, in coerenza con le precedenti relazioni, si considera quanto segue:

- il valore di portata turbinata, univoco per i tre impianti, corrisponde a quello misurato presso la centrale C2 - Castra (83.837.084 m³ dal 10.07.18 al 09.07.18), in quanto derivato da rilievi della portata istantanea continui, privi di interruzioni e coerenti con quelli della potenza istantanea erogata (cfr. Tab. 37);
- il salto per il calcolo dell'energia potenziale teorica di ogni impianto - definito quale differenza tra la quota del punto di prelievo e del punto di restituzione in alveo - in attesa del collaudo fa riferimento ai dati riportati nei disciplinari di concessione e nei progetti

esecutivi più aggiornati. Il valore del salto è uguale o lievemente maggiore di quello nominale calcolato ai fini concessori, come di seguito specificato:

❖ C1 - Contra	Salto IRE = quota presa PR - quota PL valle	87,67 m
❖ C2 - Castra	Salto IRE = quota presa PR - quota PL valle	83,56 m
❖ C3 - Cusiano	Salto IRE = quota presa PR - quota PL scarico	78,62 m

Si ricorda che di fatto tutte tre le nuove centrali hanno opere di presa costruite sotto le opere di scarico dell'impianto di monte, quindi sempre all'interno del versante e a quote diverse da quelle dell'alveo naturale che scorre lungo il fondovalle.

11.3 CALCOLO DEGLI INDICI DI RENDIMENTO ENERGETICO IRE

Con le premesse di cui sopra, la Tab. 37 raduna i dati, distinti per i tre impianti, dei principali dati concessori e progettuali, come riportati nei rispettivi disciplinari e nelle relazioni tecniche *as built* elaborate dai concessionari per la richiesta di accesso agli incentivi, nonché i valori di sintesi dei parametri energetici, calcolati su una base dati annuale completa, impiegati per il calcolo dell'indice IRE nel quarto anno di monitoraggio *post operam*. Seguono in forma grafica (Fig. 148) i risultati del calcolo dell'indice di rendimento energetico IRE per l'anno 4.PO, confrontati con quelli degli anni 3.PO, 2.PO e 1.PO, quest'ultimo riferito ai soli mesi autunnali, invernali e primaverili.

La lieve diminuzione dei valori dell'indice per ogni impianto, rispetto all'anno precedente, è imputabile principalmente al differente regime idroelettrico, caratterizzato da minori portate turbinabili, sebbene in un'annata con maggior piovosità, come dimostra il volume derivato di riferimento relativo all'impianto di Castra, diminuito del 5% rispetto all'anno precedente ($V_{tot-4.PO} = 83.837.084 \text{ m}^3 > V_{tot-3.PO} = 87.947.562 \text{ m}^3$).

Come evidenziato nel PMA, nella fattispecie di impianti idroelettrici con turbine aventi potenze meccaniche rese maggiori di 1000 kW nominali, quali sono quelli della serie della Val di Peio, il valore limite dell'Indice di rendimento energetico (IRE) definito dal PEAP per il soddisfacimento del criterio dell'alto rendimento energetico è fissato pari a 77,5%.

Stazione PMA	C1	C2	C3
Nome impianto	Contra	Castra	Cusiano
Pratica APRIE	C/13691	C/12740	C/14076

Stazione PMA	C1	C2	C3
Nome impianto	Contra	Castra	Cusiano
Atto di concessione aggiornato (det. n.)	47/2014	82/2016	157/2015
Portata media annua di concessione (m^3/s)	3,473	3,733	3,733
Portata massima Q_{max} (m^3)	9,000	9,000	9,000
Potenza nominale media annua da concessione (kW)	2.985,08	2.967,00	2.821,34
Volume derivato 4.PO 18-19 (10/07/18-09/07/19) $V_{tot-4.PO}$ (m^3)	79.994.571	83.837.084	85.309.032
Volume uniformato 4.PO 18-19 (10/07/17-9/07/18) $V_{uni-3.PO}$ (m^3)	83.837.084		
Quota presa (PL vasca di presa) PR (m s.l.m.)	1.198,39	1.109,33	1.025,77
Quota pelo libero monte PL_{monte} (m s.l.m.)	1.194,85	1.106,84	1.025,70
Quota pelo libero valle PL_{valle} (m s.l.m.)	1.110,72	1.025,77	948,61
Salto nominale concessione S_{nc} (m)	87,67	81,07	77,09
Quota scarico in alveo da conc. $PL_{scarico}$ (m s.l.m.)	1.110,30	1.010,17	947,15
Formula salto ai fini del rendimento	PR-PLvalle	PR-PLvalle	PR-PLscarico
Salto IRE S_i (m)	87,67	83,56	78,62
Energia potenziale teorica E_{pt} (kWh)	20.016.332,12	19.077.959,53	17.950.085,90
Energia prodotta (immessa) E_i (kWh)	16.976.936,00	16.136.861,00	15.250.097,00
Energia consumata (prelevata) E_c (kWh)	6.997,95	4.061,36	37.390,00
Energia netta prodotta $E_n = E_i - E_c$ (kWh)	16.969.938,05	16.132.799,64	15.212.707,00
Indice rendimento energetico $IRE = E_n/E_{pt}$	84,8%	84,6%	84,8%

Tab. 37 - Dati concessori e progettuali, parametri rilevati o calcolati riferiti all'anno 4.PO per la determinazione degli indici di rendimento energetico (IRE) di ogni impianto.

Per i nuovi impianti della Val di Peio, la verifica dell'indice di rendimento energetico non ha un valore cogente. D'altra parte, il limite indicato può essere considerato come un termine di paragone utile per le valutazioni circa gli andamenti nel tempo delle prestazioni ambientali degli impianti e, in particolare, dell'efficienza di trasformazione energetica.

In conclusione, nell'anno di monitoraggio 4.PO, con le precisazioni sopra descritte e le limitazioni conseguenti all'impiego della portata e del volume di riferimento relativi all'impianto di Castra, il valore dell'indice di rendimento energetico (IRE) per i tre impianti della nuova serie idroelettrica si attesta in media nell'intorno dell'84,7% e, pertanto, rispetta ampiamente il limite di riferimento indicato dal PEAP.

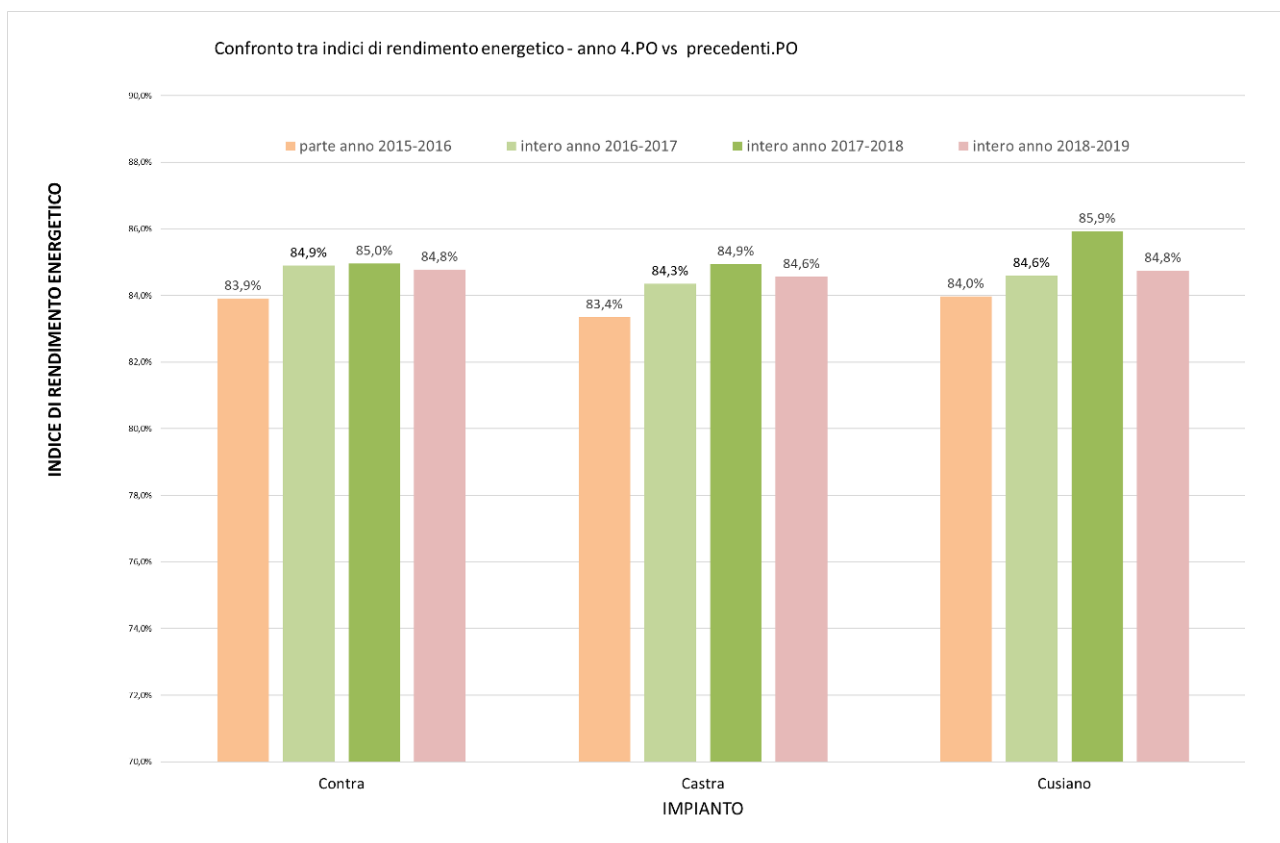


Fig. 148 - Grafico comparativo degli indici di rendimento energetico dell'intero anno 4.PO rispetto a quelli degli anni precedenti, di cui l'anno 1.PO fa riferimento solo a una parte dell'anno di monitoraggio (primo periodo di riferimento 06.09.15-10.07.16).

12. PORTATE DI RISPETTO AMBIENTALE: SPERIMENTAZIONE

Il PMA, al cap. 10, definisce i criteri generali, nonché i modi e i tempi della sperimentazione delle portate di rispetto ambientale nell'ambito del nuovo sistema dei tre impianti in serie di Contra, Castra, Cusiano, la cui necessità deriva dal complesso delle prescrizioni e dei vincoli contenuti nelle autorizzazioni ambientali e negli atti delle concessioni a derivare dei tre nuovi impianti. La sperimentazione delle portate da rilasciare in alveo è volta a ottimizzare la *performance* ambientale dei tre nuovi impianti, anche in funzione delle risultanze del monitoraggio ambientale.

Relativamente al rilascio delle portate di rispetto ambientale richieste dai disciplinari di concessione degli impianti idroelettrici in esame, il PMA fa riferimento agli obblighi di rilascio:

- solo in fase di esercizio della derivazione, dall'opera di presa dell'impianto di Contra (affidente di conseguenza anche agli impianti di Castra e di Cusiano), presso la vasca di presa situata immediatamente a valle dello scarico della centrale HDE di Cogolo Pont, nella misura di 400 l/s, da rideterminare quantitativamente in sede di sperimentazione in funzione delle risultanze del monitoraggio sulla qualità delle acque; tale portata riversata in alveo, di fatto, costituisce un rilascio supplementare rispetto al Deflusso Minimo Vitale (DMV), che è già garantito alle opere di presa del concessionario di monte, HDE S.r.l.; si qualifica, infatti, come un apporto idrico all'alveo (solo in fase di esercizio), imposto in via prudenziale in fase di perfezionamento della concessione dell'impianto di Contra, al fine di contrastare gli eventuali rischi di concentrazione degli inquinanti nel tratto derivato dai tre impianti in serie;
- solo in fase di attivazione della presa accessoria in alveo dell'impianto di Castra (affidente di conseguenza anche all'impianto di Cusiano), nella misura di 1.500 l/s invernali e 1.800 l/s estivi, qualora presenti in alveo;

Rispetto al quadro di riferimento del PMA - come già sottolineato a partire dalla Relazione di monitoraggio 2015-16 - è, peraltro, subentrata una variante assai rilevante, e direttamente incidente sulla sperimentazione dei rilasci di rispetto ambientale. La rinuncia al - pur già concesso - incremento della portata massima di concessione da 9.000 l/s a 9.600 l/s e il successivo stralcio dell'opera di presa accessoria in alveo dell'impianto di Castra (afferente secondariamente anche all'impianto di Cusiano), già descritto nel § 2.2 della Relazione 2015-16, comporta necessariamente una revisione del quadro di riferimento.

In concreto, la mancata realizzazione dell'opera di presa di progetto dell'impianto di Castra e il suo stralcio tramite variante progettuale, ha comportato (e comporterà anche in futuro) ovviamente che nessun deflusso minimo garantito sia rilasciato in corrispondenza della presa idrica di Castra, che dunque rimane alimentata unicamente dal flusso proveniente da monte, fornito per via diretta dallo scarico della centrale di Contra.

Permane, invece, l'obbligo di rilascio di 400 l/s dall'opera di presa dell'impianto di Contra, che si attiva "a cascata" sullo scarico della soprastante Centrale HDE di Pont, ovviamente solo quando questa entra in funzione.

A tal proposito è utile ricordare che il PMA specifica che:

"In occasione delle relazioni annuali di monitoraggio previste dal PMA, pertanto, a partire dai risultati del primo periodo d'indagine e dalla verifica delle variazioni nella qualità dell'acqua tra la fase precedente all'avvio degli impianti e il primo anno di esercizio, sarà valutata la risposta idrologica del sistema e, unitamente, l'andamento della qualità dell'ambiente acquatico.

In tal modo sarà possibile proporre le fasi successive di sperimentazione. Queste - in linea di principio - potranno prevedere la riduzione degli iniziali rilasci discontinui in alveo (e dunque degli indesiderati picchi residui e irregolari di portata) solo qualora non siano verificate significative condizioni peggiorative a carico della qualità delle acque.

La durata e le modalità tecniche di svolgimento delle singole fasi sperimentali, a oggi non sono completamente prevedibili, considerando la complessità impiantistica della serie idroelettrica, l'incertezza sui volumi effettivamente turbinabili, le variabili dovute agli andamenti meteo climatici e idrologici naturali e, soprattutto, la reale risposta ecologica dell'ecosistema al nuovo regime idrologico anche in relazione con le potenziali fonti locali di inquinamento.

Solo a seguito dell'applicazione di almeno un anno di esercizio con il quadro iniziale di riferimento (applicazione tout court delle soluzioni progettuali autorizzate) sarà possibile prevedere le eventuali tappe successive della sperimentazione."

Nel quarto anno di esercizio (4. PO), oggetto della presente relazione, l'applicazione del rilascio in alveo di 400 l/s nominali presso la vasca di presa dell'impianto di Contra, prioritaria e prevalente rispetto all'attivazione del flusso di alimentazione della condotta di adduzione alla centrale di Contra stessa, secondo quanto comunicato dal concessionario è stata ottenuta - diversamente dagli anni precedenti - attraverso un nuovo sistema di rilascio della portata di rispetto ambientale, tramite misuratore di portata posto nella condotta di scarico e apparato di risposta con regolazione automatica dell'apertura della paratoia in funzione della portata

misurata a valle (cfr. § 7.1),. L'apparato, che sostituisce il foro tarato di rilascio originario (che aveva mostrato limiti di efficienza a causa della variabilità del livello idrometrico di esercizio della vasca) e la successiva regolazione manuale sostitutiva degli organi di scarico della vasca di presa, è stato messo in opera nell'ottobre 2018 e in prospettiva permetterà anche l'eventuale modulazione connessa con la sperimentazione di portate di rispetto diverse dai 400 l/s originaria.

Va ulteriormente ribadito e rammentato, in ogni caso, come la portata di rispetto ambientale defluisca in alveo unicamente quando si attiva la produzione presso l'impianto preesistente di monte (Cogolo Pont - HDE S.r.l.), mentre quando questo è in fase di fermo, talora anche per periodi prolungati, i rilasci in alveo sono necessariamente nulli e le portate fluenti in alveo sono fornite quasi esclusivamente dai deflussi minimi vitali garantiti alle opere di presa di monte ai sensi del PGUAP, in modo del tutto indipendente dalla presenza e dall'attività dei tre nuovi impianti idroelettrici della Val di Peio.

La persistenza - sebbene meno grave dell'annata precedente - di alcuni fenomeni di concentrazione degli inquinanti derivanti da diverse fonti di polluzione delle acque presenti sul territorio (si veda in particolare al cap. 4), che - unitamente ad alcuni altri fattori di degrado - mostrano di incidere negativamente anche sulla qualità biologica in tutte le stazioni, suggerisce anche per il 5. anno di esercizio il mantenimento dei 400 l/s minimi di rilascio all'opera di presa dell'impianto di Contra, in attesa che l'ulteriore progresso degli interventi plurimi di risanamento delle acque che il Comune di Peio ha in programma produca una mitigazione stabile dei fenomeni di inquinamento. La riduzione sperimentale del rilascio, particolarmente nei mesi invernali, risulterebbe più coerente con il comportamento idrologico naturale del corso d'acqua, che in fase di magra, nella stagione fredda, mostrerebbe spontaneamente un'alta e continua stabilità delle portate su valori bassi. Prevale ancora, tuttavia, nella valutazione ambientale complessiva, l'esigenza di diluizione degli inquinanti potenzialmente affluenti al corso d'acqua, sia pure nel regime discontinuo dovuto all'alternata attività di produzione della centrale HDE di Pont (e, di conseguenza, del discontinuo regime di attivazione della derivazione che alimenta i tre impianti di Contra, Castra e Cusiano, oltreché del rilascio in alveo stesso della portata aggiuntiva di rispetto all'opera di presa dell'impianto di Contra).

13. PROPOSTA DI PROROGA TRIENNALE DEL PMA

Le condizioni generali degli ambienti fluviali interessati dagli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano al termine del 4. anno di esercizio e la loro evoluzione tra fase *ante operam* e fase *post operam* sono definite in modo sufficientemente approfondito dall'applicazione del monitoraggio secondo quanto previsto dal PMA. Ne emerge un quadro - meglio riassunto nel successivo capitolo conclusivo - in attuale evoluzione in relazione sia con l'esercizio delle derivazioni idroelettriche in esame, sia con le variazioni dei fattori di pressione antropica sui corsi d'acqua e sul loro bacino imbrifero, sia con la progressione delle misure compensative (non obbligatorie) predisposte e gradualmente attuate dal Comune di Peio (capofila del monitoraggio e sede territoriale di gran parte dell'estensione degli impianti) ai fini del risanamento della qualità delle acque superficiali e segnatamente del basso corso del Torrente Noce Bianco e del corso superiore del Torrente Noce.

Il persistere di fenomeni, seppure gradualmente attenuati, di inquinamento organico delle acque da fonti di origine fognaria civile e zootecnica, nonché i tempi necessari per la programmazione e l'attuazione delle suddette misure compensative di risanamento ambientale hanno suggerito al Comune di Peio di proporre una proroga triennale di applicazione del PMA al fine di poter giungere a un'adeguata valutazione della situazione generale di qualità ambientale del Noce Bianco/Noce a seguito non solo del primo quinquennio di esercizio (come previsto dal PMA), ma anche dell'applicazione delle misure di risanamento della qualità delle acque già in stadio avanzato di attuazione, ma non ancora ultimate (si veda al cap. 2).

Il tema è già stato proposto dal Comune di Peio con una specifica richiesta avanzata in sede di conferenza informativa dei Servizi provinciali convocata dal SAVA in data 22.10.2019 riguardo alla valutazione degli esiti del 4. anno di monitoraggio (2017-18), nella quale sono stati esposti in via anticipata e preliminare anche i dati sulla qualità delle acque relativi al successivo 5. e penultimo anno di monitoraggio (2018-19, analizzato più compiutamente nella presente relazione). In quella sede, la proposta è stata oggetto di una preliminare valutazione dei servizi provinciali, che ha incontrato una generale approvazione di massima.

Posto che l'anno 2019-20 è l'ultimo anno di monitoraggio indicato dal PMA, e che il Piano stesso ne contempla la possibile prosecuzione, la proposta consiste nell'estensione temporale di tre ulteriori annate (2020-21, 2021-22 e 2022-23) del programma di monitoraggio, così come è già oggi pianificato, ovvero con le medesime metodologie e con analoghe cadenze di rilievo secondo quanto indicato nelle seguenti Tab. 38 e Tab. 39. In sede di valutazione degli esiti del 4. anno di monitoraggio potranno essere suggerite o prescritte eventuali varianti.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ CHIMICA, MICROBIOLOGICA, BIOLOGICA ED ECOLOGICA		FASE DEL PMA		fase di esercizio degli impianti - ANNO												
				6. P.O.				7. P.O.				8. P.O				
		FASE STAGIONALE		tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera	tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera	tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera	
ANALISI	PARAMETRI			UNITÀ DI MISURA	mese indicativo	agosto 2020	novembre 2020	febbraio 2021	giugno 2021	agosto 2021	novembre 2021	febbraio 2022	giugno 2022	agosto 2022	novembre 2022	febbraio 2023
			STAZIONI													
QUALITÀ CHIMICA FISICA (LIM - SECA)	Temperatura (in situ) Ossigeno disc. (in situ) Conducibilità el. (in situ) pH (in situ) BOD ₅ COD Azoto ammoniacale Azoto nitrico Fosforo totale	°C mg/l µS/Sm assoluto mg/l di O ₂ mg/l di O ₂ mg/l N (NH ₄ ⁺) mg/l di N (NO ₃) mg/l di P	N1 N2 N3 N4 N5													
QUALITÀ MICRO-BIOLOGICA (LIM - SECA)	Escherichia coli	ufS/100ml	N1 N2 N3 N4 N5													
QUALITÀ BIOLOGICA (IBE - SECA)	I.B.E. - Indice Biotico Esteso (sensu APAT 2003)		N1 N2 N3 N4 N5													

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ CHIMICA, MICROBIOLOGICA, BIOLOGICA ED ECOLOGICA		FASE DEL PMA		fase di esercizio degli impianti - ANNO											
				6. P.O.				7. P.O.				8. P.O.			
				tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera	tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera	tarda estate	tardo autunno	tardo inverno	tarda primavera
ANALISI	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	mese indicativo	agosto 2020	novembre 2020	febbraio 2021	giugno 2021	agosto 2021	novembre 2021	febbraio 2022	giugno 2022	agosto 2022	novembre 2022	febbraio 2023	giugno 2023
			STAZIONI												
DIATOMEIE	ICMi = (RQE_IPS RQE_TI)/2 <i>sensu</i> DM 260/2010 NSS (Battezzatore, 2003)		N1 N2 N4	O O O		O O O						O O O		O O O	
ITTIOFAUNA	determinazione delle specie analisi composizione qualitativa analisi composizione semiquantitativa densità di popolazione e biomassa med. struttura di popolazione tipo accrescimento (allo-, iso-metrico) dinamica di crescita in lunghezza dinamica di crescita in peso produzione ittica reale		N4			O				O				O	
FUNZIONALITÀ ECOLOGICA FLUVIALE	IFF - Indice funzionalità fluviale (<i>sensu</i> APAT 2007)		IFF												O

Tab. 38 - Proposta di proroga triennale del PMA: sintesi del quadro cronologico delle analisi e dei rilievi periodici (O) ai fini del monitoraggio ambientale per il comparto biotico ed ecologico.

MONITORAGGIO DEI PARAMETRI FISICI		FASE DEL PMA				fase di esercizio degli impianti - ANNO		
						6.	7.	8.
ANALISI	PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	STAZIONI			2020- 2021	2021- 2022	2022- 2023
			in alveo	in impianto	fuori alveo			
IDROMETRIA	Altezze idrometriche Portate (tramite curva di taratura)	cm l/s	S1	C1		Δ	Δ	Δ
			S2	C2		Δ	Δ	Δ
			S3	C3		Δ	Δ	Δ
TERMOMETRIA	Temperatura istantanea dell'acqua	°C	S1	C0C 3		Δ	Δ	Δ
			S2			Δ	Δ	Δ
			S3			Δ	Δ	Δ
			S4			Δ	Δ	Δ
			S5			Δ	Δ	Δ
TURBIDIMETRIA	Torbidità istantanea dell'acqua	NTU (Nephelometric Turbidity Units)	S1 S3			Δ Δ	Δ Δ	Δ Δ
INCLINOMETRIA	posizione relativa georeferenziata rispetto all'asse verticale in tubi inclinometrici				P1	O	O	O
					P2	O	O	O
					P3	O	O	O
					(P4)	O	O	O
RENDIMENTO ENERGETICO	Produzione teorica	kWh		C1		O	O	O
	Produzione netta	kWh		C2		O	O	O
	Indice di rendimento	%		C3		O	O	O

Tab. 39 - Proposta di proroga triennale del PMA: sintesi del quadro cronologico delle analisi e dei rilievi in continuo (Δ) o periodiche (O) o una tantum (X) ai fini del monitoraggio ambientale per il comparto fisico.

14. MONITORAGGIO POST OPERAM - 4. ANNO: CONCLUSIONI DI SINTESI

L'annata 2018-19, che decorre dalla fine del 3. anno di esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano (ovvero dal 10 luglio 2018) e si protrae fino al 10 luglio 2019, costituisce il 5. anno di applicazione del PMA, ovvero il 4. anno di monitoraggio della fase *post operam*, come definita nel PMA medesimo. In questo 5. anno di monitoraggio sono proseguiti i rilievi periodici sulla qualità chimico fisica, microbiologica e biologica (EQB macrozoobenthos ed EQB ittiofauna) del reticolo idrografico oggetto di indagine, oltreché l'acquisizione dei dati in continuo su portate fluenti, termometria e torbidità delle acque nelle stazioni infrastrutturate appositamente realizzate in alveo. Inoltre, sono stati acquisiti - come nell'anno precedente - i dati registrati "in continuo" dai concessionari relativamente all'esercizio degli impianti e finalizzati alla definizione dei flussi idrici processati, della temperatura dell'acqua nel flusso interno agli impianti e dell'efficienza energetica degli impianti stessi. In più, sono stati rilevati i dati di natura geologica riferiti al controllo dei movimenti del suolo e del sottosuolo nelle stazioni inclinometriche realizzate *ad hoc*, pur con l'eccezione dovuta alla dismissione a partire dal 3. anno di monitoraggio del quarto inclinometro (P4 - presso la centrale di Castra) a causa della sua sopravvenuta inagibilità.

Il complesso dei dati di monitoraggio rilevati secondo tempi e metodi preventivamente definiti dal PMA, oltre a caratterizzare il quadro ambientale dei corsi d'acqua interessati (basso corso del T. Noce Bianco e alto corso del T. Noce) nel 4. anno di esercizio della nuova serie di impianti idroelettrici "a cascata" di Contra, Castra e Cusiano, consente un confronto tra primo, secondo, terzo e quarto anno della fase *post operam*, nonché con la fase *ante operam*. Come in passato, tale confronto è talora diretto (tramite il raffronto dei valori parametrici riscontrati), altrimenti è mediato (tramite il raffronto dei valori degli indici di sintesi). Per alcuni importanti parametri ambientali, ai fini dell'interpretazione delle modifiche macroscopiche indotte dall'esercizio della derivazione idrica afferente alla serie dei tre nuovi impianti idroelettrici, è proseguito lo sviluppo di apposite elaborazioni modellizzate (come ad esempio, nel confronto tra il regime dei deflussi registrato in alveo nel corso dell'annata 2018-19 e quello che si sarebbe registrato in assenza della derivazione, oppure nella quantificazione del trasporto solido in sospensione fluitato attraverso le stazioni di monitoraggio turbidimetriche). In tal modo, la condizione ambientale dell'ambito territoriale oggetto d'indagine, pur con i limiti dettati dal numero e dalla dislocazione delle stazioni di rilevamento, da alcuni marginali limiti operativi delle stazioni fisse e infrastrutturate di monitoraggio e dal valore momentaneo delle analisi istantanee sulla qualità delle acque, è stata definita in modo sufficientemente appro-

fondito e confrontata con il quadro ambientale dei precedenti anni *post operam* e dell'anno *ante operam*, anche sulla scorta di numerose altre informazioni, reperite *in itinere*, sulle pressioni antropiche concorrenti gravanti sul reticolo idrografico e sul regime di funzionamento degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, nonché su misure, opere e interventi recentemente attuati dal Comune di Peio ai fini dell'abbattimento dei carichi inquinanti gravanti sul reticolo idrografico oggetto del monitoraggio.

Rimandando alle conclusioni relative ai singoli gruppi di parametri di monitoraggio per maggiori dettagli, si riepilogano qui di seguito - in termini qualitativi e di sintesi - le più rilevanti e significative evidenze risultanti dall'esame dell'insieme dei dati analitici raccolti e dalla loro interpretazione in relazione con il quadro ambientale attuale e con quello emerso nei precedenti anni *ante operam* e 1., 2. e 3. *post operam*, nonché con i più rilevanti fattori di pressione antropica riconoscibili:

- si conferma, come nel 1., nel 2 e nel 3. anno *post operam* (2015-16, 2016-17 e 2017-18), che il regime dei deflussi in alveo a seguito dell'esercizio produttivo a regime degli impianti di Contra, Castra e Cusiano, ha subito - come previsto - un'intensa modificazione per effetto del trasferimento diretto della quasi totalità delle portate processate dalla centrale idroelettrica HDE di Cogolo Pont nel sistema dei tre impianti, con restituzione allo scarico della centrale di Cusiano, nei pressi della confluenza del grande affluente T. Vermigliana;
- in alveo, oltre alle portate residue provenienti da monte e generate dagli apporti naturali degli interbacini non derivati e dai DMV attuati alle opere di presa dal concessionario idroelettrico del soprastante impianto storico di Cogolo Pont (HDE S.r.l., già Enel S.p.A.), hanno continuato a defluire:
 - A) le portate di rispetto rilasciate alla vasca di presa di monte (poco a valle della centrale HDE di Pont), nominalmente corrispondenti ai previsti 400 l/s,
 - B) le residue modeste portate di sfioro dalla vasca di presa, dalle vasche di carico e/o dai by-pass delle turbine dei tre impianti, generate sporadicamente in fase di variazione del regime di produzione degli impianti e che, a seguito delle regolazioni impiantistiche, si verificano oramai quasi esclusivamente in corrispondenza dell'ultima vasca di carico, posta in località Castra,
 - C) le portate rilasciate dalle opere di presa dell'impianto HDE di Cogolo Pont in occasione dell'annuale svaso e lavaggio della vasca di Malga Mare (che nell'anno 4.PO, come nell'anno 3.PO e a differenza dei precedenti è avvenuto in concomi-

tanza con la messa fuori servizio delle centrali di Contra, Castra e Cusiano), oltreché durante le attività di pulizia, anche giornaliere, dei canali Dufour all'ingresso della suddetta vasca o in altre specifiche occasioni di esclusione dell'opera di presa di Malga Mare nella fase estiva di intenso trasporto solido (eventi idrologici di natura impulsiva che nell'estate 2018 sono stati ancora più frequenti e intensi che negli anni precedenti);

- D) la quota delle portate turbinate dall'impianto idroelettrico di monte (HDE - Cogolo Pont) eccedente la complessiva capacità di flusso degli impianti sottostanti, nominalmente corrispondente a 9.000 l/s (oltre ai 400 l/s nominali del rilascio obbligatorio all'opera di presa, già citati al punto A), sebbene poi in fase produttiva a massimo regime le portate turbinate dalla serie non superino gli 8.000 l/s;
- gli sfiori di cui al precedente punto B), che avevano assunto una significativa rilevanza nell'iniziale periodo di esercizio degli impianti di Contra, Castra e Cusiano del 2015-2016, nel 4. anno *post operam*, come nei due anni precedenti, si sono drasticamente ridotti grazie alla migliore regolazione operativa delle fasi di avvio e di spegnimento dei gruppi turbina da parte dei concessionari; peraltro rimangono ancora marginalmente presenti negli impianti inferiori (Castra e Cusiano) in occasione dei cambi di produzione più rapidi e intensi;
- a determinare una moderata discontinuità delle portate di magra ha contribuito - come negli anni precedenti - anche il prescritto rilascio (solo in fase di produzione) della portata di rispetto ambientale nominale di 400 l/s dalla vasca di presa dell'impianto di Contra (presso la centrale HDE di Pont); l'adeguamento strutturale delle opere di rilascio proposto dal concessionario è stato autorizzato dallo SGRIE nel corso dell'anno 3.PO per essere definitivamente realizzato nel corso dell'anno 4. PO (autunno 2018) in sostituzione dei sistemi provvisori con i quali il Comune e la società PAC avevano precedentemente sistemato le opere di rilascio;
- pur con le premesse di cui sopra, il regime delle portate nel tratto derivato dai tre nuovi impianti, anche nel 2018-19 è stato sostanzialmente simile a quello del primo anno di esercizio, e dunque radicalmente differente rispetto al regime *ante operam*, che era caratterizzato da intensi e quotidiani fenomeni di *hydropeaking*; peraltro il deciso incremento delle precipitazioni annue (+25%) e l'incremento delle temperature medie annue (+1°C) rispetto al precedente anno 3.PO, stanno alla base dell'aumento di intensità e di frequenza di eventi idrologici di grado intermedio ed elevato che interessano comunque anche il tratto derivato dagli impianti in serie;

- anche a valle della restituzione (Cusiano) la dinamica dei deflussi è stata analoga a quella in essere dall'anno 1. *post operam* (2015-16), caratterizzata da intenso *hydropeaking*, moderato però poco più a valle dalla confluenza del T. Vermigliana;
- la qualità chimico fisica delle acque fluenti nell'alveo del T. Noce Bianco e del T. Noce è stata indagata nelle 5 stazioni fisse di monitoraggio con cadenza semestrale secondo quanto previsto dal PMA, con l'aggiunta di due campagne intermedie di rilevamento (autunnale e primaverile) come introdotte dal 2018, in coerenza con quanto definito nell'ambito della Conferenza dei servizi di controllo sulla relazione di monitoraggio 2016-17 (cadenza trimestrale = 4 rilievi/anno); il complesso dei rilievi ha confermato i fenomeni di inquinamento organico e di contaminazione batterica già emersi sia nei precedenti anni *post operam* 2015-16, 2016-17 e 2017-18, sia in fase *ante operam* (2014-15); i locali e sporadici peggioramenti di alcuni valori dei parametri di controllo, e particolarmente della concentrazione del fosforo disciolto e delle presenze batteriche fecali, riscontrati nel 2017-18 non compaiono mai nei rilievi del 2018-19, determinano un deciso miglioramento complessivo della qualità chimica di base dell'acqua fluente;
- i fenomeni di inquinamento organico, rivelati soprattutto dalle presenze batteriche di origine fecale (*Escherichia coli*), confermano peraltro - come negli anni precedenti - la presenza di fonti di inquinamento puntuali e/o diffuse, continuative e/o saltuarie, non trattate con adeguati sistemi di depurazione, che producono rilevanti apporti di sostanza organica a carico del corso d'acqua;
- pur con i limiti delle analisi istantanee, l'esame diffuso delle potenziali e principali fonti di inquinamento organico, quantunque non definibili nel dettaglio e soprattutto negli aspetti quantitativi, conferma ulteriormente che le cause di inquinamento sono da ricondurre principalmente ai residui scarichi fognari civili parzialmente o totalmente indepurati conferiti al corso d'acqua (in particolare, gli scarichi delle fognature civili miste di una parte dell'abitato di Celledizzo e di alcuni edifici e nuclei abitati sparsi nel comune di Peio), nonché a fonti diverse, diffuse e meno definite, quali scarichi diretti (per lo più discontinui) o indiretti di origine zootecnica, legati anche a pratiche di accumulo, sversamento e spargimento - spesso sovrabbondante - di stallatico e di effluenti zootecnici (liquami) anche in aree di prato da sfalcio prossime o molto prossime al corso d'acqua;
- contrariamente a quanto riscontrato nel 2016-17, non si è avuta notizia di eventi specifici di sversamento diretto di effluenti zootecnici nel tratto fluviale sotteso dai tre impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, ma questo non permette di escluderne l'evenienza;

- l'ultimazione e l'entrata in servizio, nell'estate 2015, del primo stralcio della nuova fognatura pubblica sdoppiata della frazione di Celledizzo a opera del Comune di Peio e il completamento del 1. lotto ("A") del 2. stralcio nell'estate 2018 (con conseguente collettamento delle acque nere verso l'impianto di depurazione di Mezzana), sembra finalmente aver prodotto una riduzione sostanziale dell'impatto degli scarichi fognari misti recapitati a fiume, che potrà essere ulteriormente abbattuto con il completamento del già programmato 2. e ultimo lotto del 2. stralcio delle fognature di Celledizzo e, secondariamente, con l'adeguamento dei sistemi di smaltimento di alcuni nuclei abitati isolati o marginali che il Comune di Peio ha in programma;
- d'altra parte, come già osservato soprattutto nel 1. e nel 2. anno di attività di produzione idroelettrica, l'esercizio del nuovo sistema di impianti idroelettrici in serie di Contra, Castra e Cusiano, in conseguenza della riduzione degli effetti dovuti ai pregressi e intensi fenomeni di *hydropеaking* nel tratto derivato ha confermato il miglioramento di alcuni aspetti della complessiva qualità ecologica del T. Noce;
- pur confermandosi, in proposito, il generale miglioramento del popolamento ittico rispetto alla fase *ante operam*, favorito dalla maggiore ricettività faunistica e da un certo incremento della capacità biogenica del torrente derivante principalmente dalla riduzione drastica dei fenomeni di *hydropеaking*, il processo conferma nel 2018-19 l'inversione di tendenza già denunciata nel 2017-18; nel febbraio 2019 si mantengono valori del febbraio 2018, ben più bassi rispetto ai valori prossimi alla condizione ottimale di riferimento registrati nel febbraio 2017, riguardo sia alla densità media di popolazione, sia alla biomassa media per unità di superficie di *Salmo (trutta)*, pur a fronte di un sostanziale mantenimento dell'abbondanza relativa (ma non assoluta) della Trota marmorata, specie di particolare valore conservazionistico e alieutico;
- la "battuta d'arresto" nell'evoluzione del popolamento ittico, che nel 2017-18 (febbraio 2018) aveva riportato in modo coerente tutti i parametri quantitativi a valori prossimi a quelli di due anni prima (febbraio 2016) era stata ricondotta non a una minore ricettività ittiofaunistica dell'habitat ittico dovuta a variazioni della qualità ambientale, quanto piuttosto alle pratiche di gestione ittica condotte nell'anno 2017 dal gestore della fauna ittica in relazione con eventi di pesca agonistica; queste, testimoniate dalla persistente e dannosa presenza invernale nella stazione di monitoraggio di un numero rilevante di individui di Trota fario di provenienza piscicoltura (trote "pronta pesca" di taglia cospicua), erano state individuate come la probabile origine della forte contrazione dell'abbondanza relativa e assoluta soprattutto delle classi d'età più giovani (0+ e 1+) per effetto di fenomeni di

concorrenza spaziale e alimentare e anche di diretta predazione cannibale da parte dei pesci avventizi immessi artificialmente e rimasti in loco per tutto l'inverno, a stagione di pesca chiusa; il quadro del febbraio 2019 non muta di molto da un punto di vista strettamente quantitativo, ma mostra qualche prospettiva di miglioramento grazie alla minore presenza di pesci di provenienza artificiale ("pronta pesca") e al discreto incremento del reclutamento di novellame dovuto alla riproduzione spontanea;

- di particolare rilievo risulta, per il suo significato di sintesi, l'esame dell'andamento della qualità biologica, rilevata tramite l'applicazione del metodo IBE (anche in questo caso con estensione dalla precedente cadenza semestrale a quella trimestrale a partire dal 2018); se nel 2017-18 era emerso - per la prima volta nel corso dell'applicazione del PMA - uno scadimento a livelli medi annui riferibili alla III classe di qualità (corrispondente a un giudizio di "ambiente alterato") in due delle stazioni sottese dagli impianti in esame, nel 2018-19 si osserva, invece, un generalizzato e diffuso miglioramento rispetto all'anno precedente, con valori di IBE costantemente e ubiquitariamente compresi tra la tra le classi di qualità II alta e I bassa, del tutto simili a quelli dell'anno *ante operam* e del 1. *post operam*;
- tale evidenza, visti i fenomeni di concentrazione dell'inquinamento organico già descritti sopra e non del tutto risolti e i valori ancora troppo alti del parametro microbiologico di controllo (concentrazione delle unità formanti colonie di *Escherichia coli*), non fa venire meno la necessità di mettere ulteriormente in atto misure efficaci per il contenimento dei fattori puntiformi e diffusi di inquinamento tuttora evidentemente attivi sul territorio, indipendentemente dalla presenza e dall'esercizio produttivo dei tre nuovi impianti idroelettrici; quanto pur meritoriamente ed efficacemente attuato fino all'inizio di luglio 2019 dal Comune di Peio ai fini del risanamento delle acque superficiali non ha ancora permesso di raggiungere l'obiettivo del risanamento delle acque;
- in merito al regime termico delle acque fluenti in alveo, il regolare esercizio del sistema di impianti idroelettrici in serie, che trasferisce a valle di Cusiano la restituzione delle portate turbinate dalla preesistente centrale HDE di Pont, ha mantenuto nel T. Noce dell'intera Val di Peio la stabilizzazione e la maggiore naturalità delle escursioni termiche annuali, stagionali e giornaliere già descritta a partire dall'anno 1. *post operam*;
- sebbene i nuovi *trend* termici siano comunque differenti dal regime "originario" caratteristico del T. Noce (che sarebbe molto più condizionato, tra la primavera e l'autunno, dai freddi apporti naturali di fusione nivale e glaciale delle alte quote), il riscaldamento diurno estivo e il conseguente incremento dell'escursione termica giornaliera non risultano ac-

cresciuti, nel tratto sotteso dai tre nuovi impianti, rispetto al tratto derivato preesistente del T. Noce Bianco;

- durante le fasi alterne di inattività della produzione idroelettrica, che caratterizzano l'intero anno, fatto salvo il periodo "estivo" a regime produttivo continuo (nel 2018 inizia in anticipo già a metà aprile e termina in ritardo ai primi di ottobre rispetto al 2017) e il breve periodo autunnale ai primi di novembre 2018 (necessario per contenere gli effetti della Tempesta Vaia), si mantiene la sostanziale equivalenza dei trend termici del T. Noce residuo rispetto a quelli del T. Vermigliana, i cui valori sono paragonabili e di riferimento, come già descritto a partire dall'anno 1. *post operam*;
- le alterazioni termiche indotte dalla restituzione in alveo delle acque turbinate a valle di Cusiano, per quanto ancor più riconoscibili nell'anno 4. *post operam* in ragione del regime produttivo invernale alternato e intenso/ridotto ma con portate mediamente più alte che nell'anno 3. PO, risultano comunque di molto attenuate rispetto a quelle indotte sul Noce della Val di Peio dalla precedente restituzione in località Pont, grazie agli apporti naturali del bacino del T. Vermigliana e dell'intero interbacino residuo del T. Noce della Val di Peio;
- pur a fronte di fenomeni moderati di riscaldamento estivo e raffreddamento invernale (rispetto alle condizioni originarie) nel tratto derivato e di una trascurabile variazione del regime termico a valle della restituzione (rispetto al regime termometrico precedente), in termini ecologici si stima un discreto miglioramento complessivo per effetto del ripristino di una maggiore e più naturale regolarità delle oscillazioni termiche stagionali e circadiane nel nuovo tratto derivato;
- riguardo alla torbidità, l'esecuzione della seconda apertura con pulizia del sifone dell'impianto di Contra, localizzato a Cogolo, ha confermato la minima rilevanza di questo evento turbidimetrico, permettendo peraltro un interessante approfondimento in merito alle differenti velocità di propagazione delle modeste onde di piena e delle altrettanto contenute onde di solidi in sospensione ad esse associate, che dai dati sperimentali si muovono ad una velocità pari solo al 50-60% rispetto a quella della corrente liquida;
- rispetto agli anni precedenti, seppure nell'ambito di una crescita complessiva del trasporto solido in sospensione, a conferma delle maggiori forzanti meteoclimatiche e impiantistiche, l'attività di trasporto solido estivo nel tratto sotteso del T. Noce di Val del Monte in termini relativi equivale solo a due terzi dell'attività del T. Noce Bianco, ad indicare una risposta turbidimetrica agli stessi eventi estremi più che proporzionale nell'alto bacino di quest'ultimo ramo del T. Noce;




- le opere di derivazione idroelettrica del concessionario di monte (HDE S.r.l.) nell'alto bacino del T. Noce Bianco e i relativi sistemi di decantazione determinano, per lunghe fasi e nell'intero tratto sotteso dalle derivazioni in serie, un'innaturale riduzione della torbidità, soprattutto estiva, originata a monte dai fenomeni di scioglimento nivale e glaciale; tuttavia le opere stesse, in brevi fasi a frequenza giornaliera nel 2018, restituiscono artificialmente in alveo parte del trasporto solido ghiaioso e sabbioso (e solo in parte limoso), mediante le operazioni di pulizia degli appositi canali dissabbiatori "Dufour"; tale dinamica si è manifestata anche nell'anno di monitoraggio 2018-19 con un numero di eventi ed un intensità media crescente;
- la continuità dei rilievi turbidimetrici nell'intero anno di monitoraggio 4. *post operam*, fatta eccezione per l'ultimo mese in cui una sonda è rimasta bloccata sotto i sedimenti che hanno riempito la canaletta di magra della stazione S3 - Contra, ha permesso di caratterizzare ulteriormente anche i fenomeni di trasporto solido in sospensione, descrivendo e quantificando, oltre alle suddette attività di pulizia dei canali Dufour, anche le fasi di ripristino della torbidità naturale che accadono in occasione di precipitazioni intense, quando la chiusura preventiva o il blocco delle opere di presa avviene a causa dell'inghiaiamento, come ripetutamente accaduto nel mese di agosto 2018, oppure in occasione di eventi straordinari, come a metà giugno 2019 in fase di sovrapposizione tra una piena da precipitazioni e la morbida da scioglimento nivo-glaciale;
- in questo quadro turbidimetrico oramai consolidato le situazioni ordinarie di maggior intensità dell'anno 4.PO - peraltro con valori massimi dell'ordine di 3000 NTU in crescita rispetto al precedente anno 3.PO - si riconfermano essere solo quelle generate dai fenomeni naturali di precipitazione intensa associati a scioglimento nivo-glaciale (con conseguente blocco dei sistemi di presa e apertura per autopulizia delle vasche Dufour), che superano oramai, in termini di valore assoluto puntuale, quelle programmate di pulizia autunnale del bacino di Malga Mare (migliorate anche in ragione di una programmazione più lunga); mentre nelle nuove situazioni estreme si raggiungono valori di torbidità di 4072 NTU, come durante la morbida nivo-glaciale di metà giugno 2019;
- il bilancio annuale del trasporto solido in sospensione, elaborato sulla base di quanto richiesto dal Servizio Bacini montani evidenzia sia nel bacino del T. Noce Bianco, sia in quello del T. Noce di Val del Monte una prevalente movimentazione (poco meno dei due terzi del totale), sia naturale che artificiale, nei quattro mesi a regime produttivo continuo "estivo" (luglio, agosto, settembre 2018 e giugno 2019), seguita peraltro dall'importante fase autunnale in occasione della pulizia del bacino di Malga Mare che, assieme alla

Tempesta Vaia, muove poco più di un terzo dell'intero trasporto solido in sospensione che avviene nell'anno lungo il T. Noce Bianco;

- come negli anni precedenti si riconferma che, anche nell'anno 4.PO, i limiti prescritti al concessionario di monte in termini di portate e torbidità massime di svaso consentono di gestire le operazioni di pulizia del bacino di Malga Mare in maniera equilibrata, con portate di massa istantanee dell'ordine di quelle che avvengono naturalmente in occasione dei fenomeni naturali intensi (precipitazioni temporalesche associate a scioglimento glaciale estivo), fatto che permette di escludere, ancor più nell'anno 4.PO, che lo svaso artificiale costituisca l'evento più intenso in termini di quantità istantanee di materiali fini trasferiti a valle;
- in merito a quest'ultima importante fase di manutenzione delle opere idroelettriche di monte, non emergendo impatti rilevanti della torbida artificiale sulle componenti biotiche del corso d'acqua, non è indispensabile che al fine di mitigarne ulteriormente gli effetti sia preclusa la derivazione da parte dei nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano, pur restando opportuno che durante le fasi acute dello svaso annuale dei sedimenti dalla vasca di Malga Mare possa essere accordata temporaneamente la restituzione all'alveo delle acque "limpide" eventualmente turbinate dall'impianto di monte (Cogolo) attraverso l'esclusione della derivazione che alimenta gli impianti di Contra, Castra e Cusiano; in tal senso comunque, più che una diluizione in corso di svaso, risulterebbe efficace un'adeguata cacciata di "lavaggio" dell'alveo nell'immediato "post svaso";
- in merito agli aspetti geologico geotecnici oggetto del PMA, il 4. anno di rilievi inclinometrici profondi eseguiti in entrambe le zone potenzialmente interessate da fenomeni gravitativi, non evidenzia criticità rilevanti; si riconferma la definitiva perdita dell'inclinometro di valle (P4), a causa di concrezioni sulle guide di scorrimento e della rottura e distacco in profondità di ben due sonde testimone, e la conseguente interruzione definitiva della relativa serie di rilievi anche nell'anno 2018-19;
- la verifica dell'efficienza di trasformazione energetica dei tre nuovi impianti in serie, effettuata mediante il calcolo dell'indice di rendimento energetico IRE, ha riconfermato l'esito positivo del precedente anno di monitoraggio 3. *post operam*, ma in lieve riduzione per tutti e tre gli impianti, con valori che si assestano tra l'84,5% e l'85,0%; tali risultati dipendono, come sempre, dalle caratteristiche dei regimi di produzione, dalle loro discontinuità e dall'affinamento dei sistemi di gestione degli impianti, mirati alla riduzione delle perdite per sfiori non necessari;

- riguardo alla sperimentazione delle portate di rispetto ambientale da rilasciare nel tratto derivato, in relazione col persistere di sintomi di inquinamento organico delle acque del T. Noce, sebbene attenuati rispetto all'annata precedente, si reputa necessario il mantenimento, anche nel 5. anno di esercizio degli impianti, dell'attuale regime di rilascio in alveo della portata aggiuntiva di 400 l/s durante ogni fase di attivazione del flusso di alimentazione della serie, anche se la sua applicazione nella stagione di magra invernale risulta incoerente con il comportamento idrologico naturale del corso d'acqua a causa della sua necessaria discontinuità e in futuro andrà ridotto o soppresso in funzione degli eventuali futuri miglioramenti stabili della qualità delle acque del basso corso del Torrente Noce Bianco e dell'alto corso del Torrente Noce;
- l'ulteriore prosecuzione del processo di monitoraggio, a maggior ragione se sarà ammessa la proroga triennale del PMA fino al 2022-23 (8° anno *post operam*) - come formalmente richiesto dal Comune di Peio - permetterà, tramite il confronto con i dati ambientali rilevati nelle fasi cronologicamente precedenti, di tenere sotto controllo gli effetti dell'esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, anche in relazione con l'evoluzione delle più rilevanti variabili ambientali e con i fattori di alterazione di origine antropica già delineati nel PMA e approfonditi nei primi anni di esecuzione del PMA, nonché soprattutto in rapporto con l'auspicabile, ulteriore, progressiva applicazione delle misure e degli interventi di risanamento delle acque e di contenimento dei fattori di inquinamento che sono stati e che saranno adottati dal Comune di Peio.

15. ALLEGATI: ANALISI CHIMICA FISICA MICROBIOLOGIA - RAPPORTI DI PROVA



Rapporto di prova n°: 18LA11872 del 03/09/2018

Spett.le
HYDROBIOLOGICA Srl
Via Felice e Gregorio Fontana, 34/H
38122 TRENTO (TN)

Dati relativi al campione
Prodotto/Matrice: Acque naturali (potabili/sotterranee/superficiali)
Descrizione: Peio (TN) - Torrente Noce - Campione di acqua superficiale denominato N1
Data di consegna al Laboratorio: 28/08/2018
Data inizio analisi: 28/08/2018 Data fine analisi: 03/09/2018

Dati di campionamento
Data prelievo: 28/08/2018 ora prelievo: 09:30
Prelievo da: Tecnico Laboratorio Dolomiti Energia Holding SpA
Campionamento/Prelievo: ** Secondo procedura di campionamento del Laboratorio DEH (POLA-C001)

Parametro Metodo	U.M.	Risultato
* Temperatura acqua (al prelievo) Misura a prelievo	°C	6,8
* Temperatura aria (al prelievo) Misura a prelievo	°C	18,5
* pH in campo ARAT CNR IRSA 2000 Mar 20 2003	unità di pH	7,05
* Conduttività in campo ARAT CNR IRSA 2000 Mar 20 2003	µS/cm a 25 °C	214
* Ossigeno disciolto in campo ARAT CNR IRSA 4120 Mar 20 2003	mg/L O2	9,92
* Ossigeno disciolto in campo - % di saturazione ARAT CNR IRSA 4120 Mar 20 2003	%	96,1
* Richiesta biochimica di ossigeno (BOD5) ARAT CNR IRSA 3120 Mar 20 2003	mg/L O2	< 2
* Richiesta chimica di ossigeno (COD) APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 23rd 2017 5220 D	mg/L O2	< 5
* Carbonio organico totale Rapport ISTISAN 2007/10 pag 107 UNI ISO 8245 020	mg/L	0,47
* Azoto ammoniacale UNI EN ISO 14211 2001	mg/L N	< 0,02
* Azoto nitrico UNI EN ISO 15004-1 2000	mg/L N-NO3	0,25
* Fosforo totale UNI EN ISO 17842-2 2016	mg/L P	0,068
* Escherichia coli ARAT CNR IRSA 7030 F Mar 20 2003	UFC/100 ml	19

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA (**) Fase di prova non accreditata da ACCREDIA

Dolomiti Holding energia
Via Mazzini 124
38100, Bolzano
tel. 0461 850111
fax 0461 850224

Sede di Trento
Via Tacchini 23
38100, Trento
tel. 0461 563200
fax 0461 262226

Contatto Peio - Fondo Noce
Via Felice Gregorio Fontana 34/H
38122, Trento
tel. 0461 850111
fax 0461 262226

Pagina 1 di 2

16. ALLEGATI: ANALISI QUALITÀ BIOLOGICA (I.B.E.) - SCHEDE DI RILEVAMENTO

17. ALLEGATI: ANALISI POPOLAMENTO ITTICO - DATI DI BASEHYDROBIOLOGICA srl Amm. Unico dott. Lorenzo Betti*Comuni di Peio e Ossana*Impianti idroelettrici di Contra, Castra e
Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 (4. PO)ALLEGATO: dati di base ITTIOFAUNA

Trento, gennaio 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel./fax 0461.8207/97 cell. 347.3625029 C.F./P. IVA 02376660223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.v.

18. ALLEGATI: ANALISI IDROLOGIA - IDROGRAMMI ANNUALI

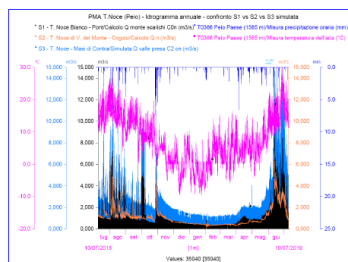
HYDROBIOLOGICA srl

Amm. Unico dott. Lorenzo Betti

Comuni di Peio e Ossana

Impianti idroelettrici di Contra, Castra e
Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 (4. PO)**ALLEGATO: IDROGRAMMI ANNUALI**

Trento, maggio 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel/fax 0461.829797 cell. 347.3825838 C.F.P. IVA 02376840223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € I.v.

19. ALLEGATI: ANALISI IDROLOGIA - RICALIBRAZIONE SCALE DELLE PORTATE

Committente:
COMUNE
DI PEIO

MISURE DI PORTATA SUL T. NOCE - PERIODO 2018–2019



30/10/2019

Applicazioni del metodo correntometrico e del metodo della diluizione salina per la costruzione delle scale delle portate delle stazioni fisse del "PMA Impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano sul T. Noce in Val di Peio"



Dott. For. Gilberto Segalina
studio.4GIS@gmail.com

20. ALLEGATI: ANALISI TERMOMETRIA - TERMOGRAMMI ANNUALI



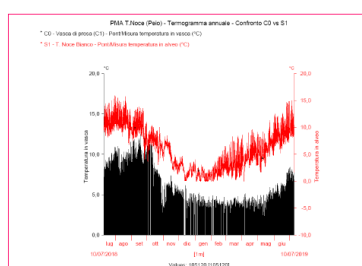
HYDROBIOLOGICA srl

Amm. Unico dott. Lorenzo Betti

Comuni di Peio e Ossana

Impianti idroelettrici di Contra, Castra e
Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 (4. PO)ALLEGATO: TERMOGRAMMI ANNUALI

Trento, maggio 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

Via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel/fax 0461.829797 cell. 347.3825836 C.F./P. IVA 02376840223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € I.v.

21. ALLEGATI: ANALISI TURBIDIMETRIA - TURBIDIGRAMMI ANNUALI

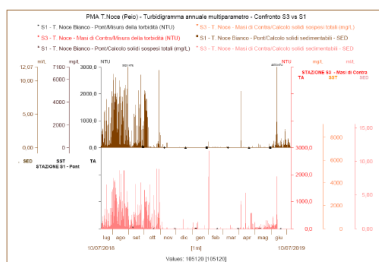
HYDROBIOLOGICA srl

Amm. Unico dott. Lorenzo Betti

Comuni di Peio e Ossana

Impianti idroelettrici di Contra, Castra e
Cusiano sul Torrente Noce in Val di Peio

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-2019 (4. PO)**ALLEGATO: TURBIDIGRAMMI ANNUALI**

Trento, maggio 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel/fax 0461.829797 cell. 347.3825836 C.F.P. IVA 02376840223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € I.v.

22. ALLEGATI: ANALISI INCLINOMETRIA - RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. geol. DARIO GASPARI
Via D. Alighieri, 3 - 37026 - Roverè Veronese (VR) Tel. 347/2227454

COMMESSA
**MONITORAGGIO AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI
DI CONTRA, CASTRA E CUSIANO, SUL TORRENTE NOCE
MISURE INCLINOMETRICHE**

COMMITTENTE
HYDROBIOLOGICA S.r.l.



ELABORATO
QUINTO ANNO DI MONITORAGGIO
ANNO 2018 - 2019

Roverè Veronese II: 06 luglio 2019

Il responsabile dei rilevamenti:
Dott. geol. Dario Gaspari

