

9. RISULTATI DELL'ANALISI IDROMETRICA

Il sesto anno di monitoraggio, corrispondente al quinto anno *post operam* (5.PO), di fatto costituisce solo il quarto anno di completo funzionamento delle stazioni fisse di monitoraggio infrastrutturate in alveo a causa delle prime fasi di installazione e di taratura delle sonde che si sono prolungate durante il primo anno di esercizio, ai fini dell'analisi idrometrica.

L'anno 5.PO, peraltro, conclude formalmente la prima fase del PMA approvato nel 2014, composta a 1 anno *ante operam* (AO) e da 5 anni *post operam* (PO). Il Comune di Peio, tuttavia, con la consegna della precedente relazione di monitoraggio ha già espresso la volontà di proseguire il monitoraggio per ulteriori 3 anni, proseguendo quindi le attività oltre la scadenza del 10.07.2020 con le stesse modalità con cui sono state svolte in passato.

Di fatto, alla data di chiusura della presente Relazione il rilievo in continuo dei livelli idrometrici e il conseguente calcolo delle portate prosegue regolarmente, come da PMA originario.

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 2019-20, 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, agli atti come allegato alla precedente Relazione. 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 - Val del Monte, con applicazione a partire da luglio 2018, mentre per la stazione S3 - Contra è stata verificata l'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. Tale processo di alterazione della stazione è proseguito anche per tutto l'anno 5.PO portando prima al completo interrimento estivo della canaletta di magra, e al conseguente

blocco delle sonde, e poi ad anomalie nei sistemi di trasmissione dei dati, a causa invece di un evento invernale di piena dovuto al blocco degli impianti (C2 - Castra e C3 - Cusiano) a valle della centrale C1 - Contra.

La stazione S3 - Contra, quindi, nell'anno di monitoraggio 5.PO ha ripreso a funzionare solo dopo la pulizia straordinaria e la manutenzione di fine ottobre 2019, per un breve periodo, fino all'evento di *hydropeaking* di metà dicembre (cfr. 9.3.3) (che ha generato la suddetta anomalia nella trasmissione dei dati). Successivamente è stata ripristinata a fine giugno 2020, al termine della prima fase pandemica del Covid-19, con l'attività di manutenzione straordinaria.

Pertanto, anche nell'anno 5.PO, la stima delle portate nella stazione S3 - Contra è stata "simulata" a partire dalla sommatoria delle portate misurate nelle stazioni superiori (S1 e S2, opportunamente traslate dei rispettivi tempi di corrivazione), corretta mediante un coefficiente proporzionale alla maggiore area contribuente e mediante l'inserimento di una portata virtuale aggiuntiva, corrispondente al rilascio della portata di rispetto prevista dalla concessione dell'impianto di Contra, per le sole fasi di funzionamento degli impianti in serie. La serie delle portate simulate così ottenuta, infine, è stata verificata rispetto agli andamenti delle portate stimate in S4 - Cusiano e, laddove emergevano chiaramente delle fasi prolungate di sfioro dalla vasca di presa a Pont, i relativi scalini di portata (tutti stimati correttamente in S4 grazie alle verifiche svolte sugli eventi di *hydropeaking*) sono stati riportati nell'idrogramma delle portate simulate in S3. La portata "simulata" (così denominata nei grafici) restituisce, quindi, un andamento verosimile delle portate anche nella media Val di Peio e consente di svolgere correttamente 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 5.PO è demandata agli allegati PDF in formato A3 (cfr. *PMA Contra Castra Cusiano - 2019-20 - ALL Idrogrammi annuali.pdf*).

Si è mantenuta anche l'aggiunta della stazione S4 al fine di rappresentare gli andamenti alla chiusura della Val di Peio, sebbene per quest'ultima stazione la scala delle portate sia rimasta quella originaria, che peraltro appare corretta e coerente sulla base delle verifiche effettuate nelle situazioni di blocco degli impianti che generano *hydropeaking*. Su scala annuale gli andamenti delle <portate misurate in alveo> presso le stazioni previste dal PMA sono confrontati con gli idrogrammi ottenuti dalla somma <portate fluenti in alveo + portate turbinate> comunicate dai concessionari degli impianti di Contra (S1+C1), Castra (S3+C2) e Cusiano (S4+C3) (cfr. § 9.1). 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.

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). 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).

Un idrogramma apposito, infine, confronta gli andamenti annuali delle portate misurate in S1, S2 e S3 rispetto agli andamenti meteoroclimatici, al fine di evidenziare tra l'altro - nel contesto delle derivazioni attive a 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 stabilizzato del T. Noce Bianco) sulle portate complessive misurate nella stazione S3 a valle di Cogolo.

Nel successivo § 9.2, 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 proprio dall'impianto di Castra.

Nel § 9.3, inoltre, sono descritte a scala settimanale o giornaliera alcune specifiche e caratteristiche situazioni idrometriche rilevate durante l'anno 5.PO.

Le conclusioni riportate nel § 9.4, infine, descrivono in sintesi con riferimento all'anno 5.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.

Nell'ultimo § 9.5 si riportano, infine, delle prime considerazioni di medio periodo sugli aspetti idrologici emersi nel corso del primo sessennio di monitoraggio.

9.1 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 (nominalmente pari a 400 l/s).

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, anche nell'anno 5.PO le perdite ordinarie 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 proveniente da monte (cioè dall'impianto HDE di Pont).

Con specifico riferimento all'anno 5.PO, considerate le buone precipitazioni dell'anno e il relativo picco massimo registrato dall'avvio del PMA nell'anno 4.PO, considerato inoltre che i sistemi di accumulo in quota tendono a trasferire nel tempo l'impiego idroelettrico delle acque derivate, considerato anche che il volume turbinabile dell'anno è il più alto finora registrato, risultano giustificabili e comprensibili i diversi blocchi, sia brevi sia pluri-giornalieri, accaduti durante il funzionamento delle centrali in serie, con restituzione delle acque e formazione di eventi residuali di *hydropeaking* in corrispondenza delle varie opere di presa.

In merito all'anno 5.PO, inoltre, si precisa che durante la pulizia del bacino di Malga Mare a ottobre 2019 il contestuale blocco delle derivazioni sulla gronda proveniente dal Lago di Pian Palù (per lavori di manutenzione iniziati poco prima dello svaso) ha messo in condizioni di

inattività forzata tutti gli impianti in serie. In altre parole, anche se nell'autunno 2019 sarebbe stato concesso di turbinare regolarmente le acque scaricate dalla centrale HDE di Pont durante lo svasso (per la revoca della sospensione vigente negli anni 2017 e 2018), di fatto tutto il sistema idroelettrico è rimasto fermo a eccezione della centrale HDE di Malga Mare, che ha fornito l'acqua per le operazioni di svasso.

Come già precisato nelle precedenti Relazioni, infine, in merito 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 ricorda che anche nell'anno di monitoraggio 2019-20 la misura dell'impianto di Contra nei grafici e nelle elaborazioni è stata necessariamente sostituita dall'analoga e pressoché coincidente portata dell'impianto di Castra, opportunamente anticipata di 10 minuti (tempo di corrivazione) ai fini della sincronizzazione con le altre serie temporali di dati.

Per il dato di portata turbinata dall'impianto di Cusiano, invece, si continua a fare riferimento al valore originale misurato, sempre al fine di conteggiare e rappresentare anche gli sfiori che possono avvenire nella parte bassa della valle, sebbene il valore complessivo del volume annuo turbinato dall'ultimo impianto si riconfermi leggermente sovrastimato rispetto a quello degli impianti a monte, a causa di sistemi di calibrazione della misura differenti.

9.2 ANDAMENTI MENSILI DELLE PORTATE FLUENTI E TURBinate

Il complesso delle portate rilevate nel corso del quinto anno di monitoraggio *post operam* (5.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 - 2019-20 - 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 distinte in: Q basse $< 3 \text{ m}^3/\text{s}$, Q intermedie $= 3\div 6 \text{ m}^3/\text{s}$, Q elevate $> 6 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 5.PO risulta confermata 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 2019, si caratterizzano come di seguito indicato:

- Fase idrometrica estiva a regime produttivo continuo, con portate intermedie e variabili (prima metà di giugno), elevate e variabili (seconda metà di giugno) elevate e costanti (prima metà di luglio) e poi elevate e variabili (seconda metà di luglio, tutto agosto e tutto settembre);
- Fase idrometrica autunnale a regime produttivo alternato e misto (in termini di durata delle fasi produttive), prima intenso con portate basse e variabili su fasi irregolari (ottobre e novembre), poi prevalentemente ridotto, con portate intermedie e variabili su fasi irregolari (dicembre);
- Fase idrometrica invernale a regime produttivo alternato e prevalentemente intenso, prima misto con portate alte e variabili (gennaio), poi intenso con portate elevate e costanti (febbraio), con consueta suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera), infine intenso con portate prevalentemente intermedie e variabili (marzo);
- Fase idrometrica primaverile a regime produttivo alternato e intenso, con portate intermedie e costanti (aprile e prima metà di maggio), per poi passare alla fase estiva a regime continuo già nella prima metà di maggio 2020.

In relazione all'entrata nel successivo anno di monitoraggio (6.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 09.05.2020, con portate che divengono subito elevate e costanti e durano fino alla metà di luglio 2020, con un anticipo di 21 giorni rispetto all'anno precedente (nel quale la fase estiva era iniziata invece in data 30.05.2019, a causa delle abbondanti e tardive precipitazioni nevose).

A riguardo del termine della precedente fase estiva 2019, invece, si evidenzia che il regime produttivo continuo, sempre determinato dalla centrale idroelettrica di monte, si è concluso in data 05.10.2019, con un ritardo di 4 giorni rispetto all'anno di monitoraggio 4.PO (durante il quale la fase idrometrica estiva è terminata in data 01.10.2018).

In base a quanto sopra, pertanto, nell'anno 5.PO, a fronte della lieve espansione del regime produttivo estivo nella stagione autunnale 2019, ma anche dell'anticipo nell'avvio del nuovo

regime produttivo estivo 2020 (ai primi di maggio), le rimanenti fasi stagionali intermedie (autunnale, invernale e primaverile), hanno subito una restrizione complessiva di tre settimane rispetto all'anno 4.PO, sempre in adeguamento alla dinamica produttiva dell'impianto idroelettrico di monte.

Le caratteristiche dei regimi autunnale, invernale e primaverile rimangono sostanzialmente simili nell'anno 5.PO, rispetto al precedente 4.PO, fatta salva la suddetta restrizione del periodo e ulteriori differenze nelle caratteristiche dei regimi produttivi, come di seguito descritto:

1. nel regime autunnale alternato, maggiore durata delle fasi produttive giornaliere, a parità di variabilità e di portate turbinare;
2. nel regime invernale alternato, maggiore variabilità delle fasi produttive giornaliere e maggiori portate turbinare ($>6 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2020; $>3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2019) a parità di durata media;
3. nel regime primaverile alternato, maggiore variabilità, durata e portate turbinare ($>3 \text{ m}^3/\text{s}$ nel 2020; $<3 \text{ m}^3/\text{s}$ 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, nello scenario con impianto C2 - Castra regolarmente in funzione, "on") in confronto con gli andamenti delle portate turbinare dall'impianto di Castra, visibili per differenza nella simulazione con tutte le portate transitanti in alveo e impianto C2 spento (portate S3+C2 = istogramma rosso, "off"). La stazione fissa di misura S3 - Contra, tuttavia, come già precisato sopra, anche per tutto l'anno di monitoraggio 5.PO è rimasta inutilizzabile a causa di eventi di trasporto solido che hanno prima modificato la sua geometria e interrato le sonde e poi compromesso il sistema di trasmissione dei dati misurati.

Nonostante l'andamento idrologico per l'anno 5.PO sia ottenuto con una ricostruzione virtuale dai dati reali delle altre stazioni idrometriche, il regime delle portate descritto per la stazione S3 - Contra continua ad essere il più significativo nel rappresentare tutti 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 comunque 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 grafici 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. 89 a Fig. 101) e degli approfondimenti riportati nel paragrafo successivo, emerge complessivamente il seguente quadro:

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 2019 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 presa 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'inghiaiamento delle stesse durante gli eventi di trasporto solido più intensi (cfr. giorni 23. - 27.07.2019 e 07. - 13.08.2019);
4. un fenomeno particolare che si manifesta saltuariamente durante l'anno 5.PO, infine, sono gli incrementi di portata in alveo dovuti agli sfiori di acque turbinabili dallo scarico dell'impianto di Cogolo Pont, in relazione all'abbondante disponibilità di acqua turbinabile e ai limiti di potenza degli impianti in serie (cfr. mese di luglio e di settembre 2019);
5. nell'autunno 2019 la pulizia della vasca di accumulo di Malga Mare (impianto idroelettrico di monte - HDE Pont) dura dal 07. al 11.10.2019 per 5 giorni effettivi di pulizia, escluse le notti (cfr. Fig. 92), rispetto alla durata minima di 4 giorni degli anni 2015 e 2016, ai 6 giorni del 2017 e alla durata massima di 7 giorni nel precedente anno 2018;

6. lo svaso avviene per la prima volta con l'impianto HDE Pont completamente inattivo, in quanto i lavori di manutenzione post Vaia del bacino di Pian Palù e della galleria sono già stati avviati alla fine di settembre e, pertanto, anche il gruppo Cogolo 2 - Pian Palù è spento al momento della pulizia. Tale condizione, inoltre, interviene proprio nell'anno in cui è stata definitivamente superata da SGRIE, con l'applicazione della det. n. 8 del 16.01.2019, la prescrizione aggiuntiva che sospendeva le derivazioni degli impianti in serie a valle, al fine di aumentare ulteriormente la diluizione dei limi rispetto a quanto già prescritto nella precedente autorizzazione allo svaso (ex det. n. 244 del 2015), ripristinando invece la possibilità di turbinare quanto scaricato dalla centrale HDE di Pont. Di fatto, per l'impianto HDE di monte non cambiano le condizioni di svaso, mentre viene rimossa la prescrizione al Comune di Peio di non derivare durante lo svaso; quindi in alveo, durante lo svaso, tornano a transitare le sole acque scaricate dall'impianto di Malga Mare in corrispondenza della vasca di Malga Mare, come avveniva prima della sospensione, mentre nella fattispecie dell'anno 5.PO gli impianti sono fermi per il blocco delle derivazioni anche del gruppo 2 - Pian Palù;
7. dopo lo svaso la produzione autunnale si mantiene alternata, ma di durata mista (cioè con attività continuativa variabile da meno di 8 ore fino a 18 ore al giorno), quindi in aumento rispetto al passato, e con portate molto variabili (da basse a elevate), fino a tutto il mese di dicembre, senza peraltro che siano registrate piene di rilievo, quanto piuttosto ripetute precipitazioni nevose anche alle quote del fondo valle per tutto il mese di novembre;
8. durante l'inverno 2019-20 le precipitazioni si mantengono simili a quelle dell'anno precedente, tuttavia le portate turbinate sono cresciute di circa un 30% rispetto a quelle dell'inverno precedente, in linea con quelle annuali; il regime produttivo - che nei mesi invernali dipende principalmente dall'impiego delle riserve idriche accumulate nei bacini artificiali - è rimasto infatti misto e con portate turbinate variabili, a gennaio, per poi crescere e divenire intenso e con portate alte nei mesi di febbraio e marzo, a differenza che nei due anni precedenti in cui era ridotto e con portate basse;
9. la breve fase produttiva primaverile 2020, avviata a partire dai primi giorni di aprile e durata fino alla prima metà di maggio, è stata caratterizzata da un deciso incremento dei tempi di produzione rispetto ai mesi invernali precedenti, come nella fase primaverile dell'anno precedente; negli anni si è passati dalle brevi fasi produttive giornaliere, caratteristiche delle primavere 2017 e 2018 (corrispondenti alle ore di punta nel con-

- sumo di energia: la fase mattutina e la fase pomeridiana/serale), a un'unica fase produttiva giornaliera nella primavera 2019 e 2020;
10. dalla prima settimana del mese di maggio, con circa tre settimane di anticipo rispetto all'anno precedente, infine, si assiste al passaggio dal regime primaverile alternato al regime produttivo continuo, subito caratterizzato da portate elevate con distinzione tra una lunga fase diurna e una breve fase notturna a portate inferiori (cfr. Fig. 100);
 11. nel complesso, nel corso dell'anno 5.PO, le portate naturali misurate in alveo presentano dei valori medi inferiori (-23% in volume complessivo) e delle variazioni stagionali meno accentuate rispetto ai due anni precedenti (cfr. andamento annuale S1-S2-S3 in allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2019-20 - ALL IDROGRAMMI ANNUALI.pdf*), mentre cresce di circa il 28% il volume delle portate turbinate dalla serie idroelettrica;
 12. le variazioni delle portate in alveo più direttamente legate alla gestione idroelettrica dell'impianto di monte, complessivamente, divengono meno intense e meno significative rispetto a quelle dell'anno precedente, in quanto gli sfiori alle opere di presa di HDE S.r.l. diminuiscono fortemente, in ragione di eventi naturali meno intensi, mentre tuttavia intervengono ripetuti sfiori allo scarico dell'impianto di Cogolo Pont, quando le portate turbinate da questo impianto sono superiori alla massima capacità di flusso produttivo nella serie di impianti a valle, e anche agli scarichi degli impianti più a valle, a causa di blocchi improvvisi o programmati per la manutenzione alle opere;

* 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)

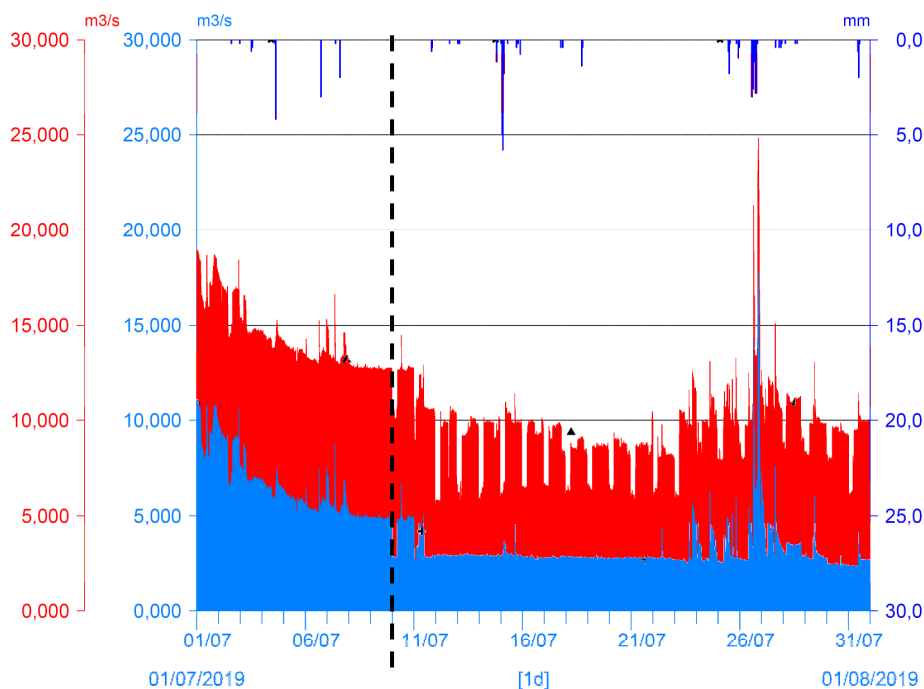


Fig. 89 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. Con linea tratteggiata nera è indicato l'avvio dell'anno di monitoraggio 5.PO che coincide anche con il termine della fase produttiva a massimo regime costante, con sfiori delle portate $>8 \text{ m}^3/\text{s}$ allo scarico dell'impianto HDE Pont (scalino istogramma azzurro).

* 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)

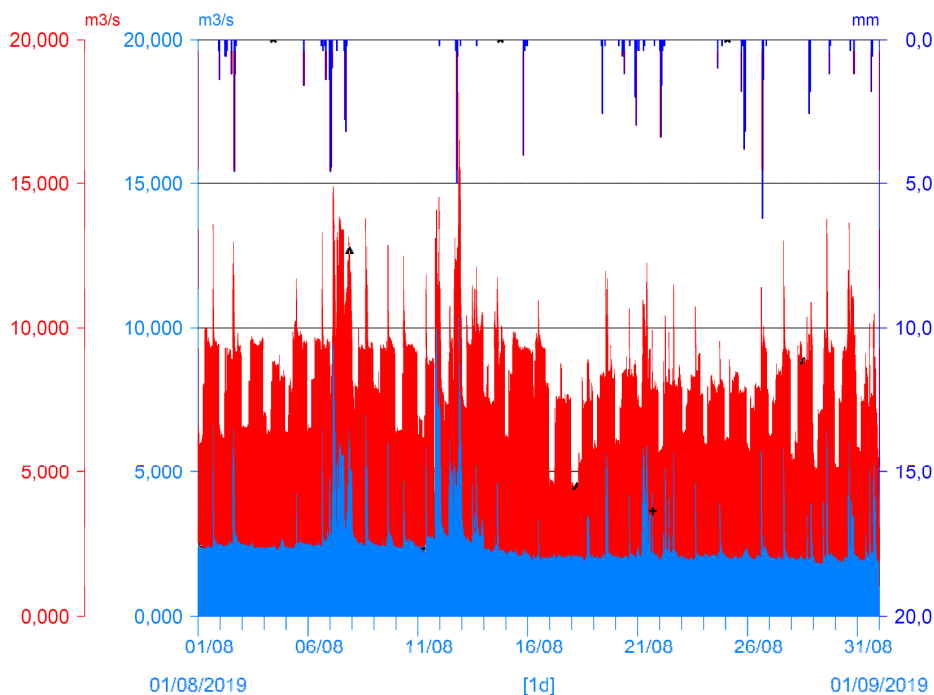


Fig. 90 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di AGOSTO 2019.

* 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)

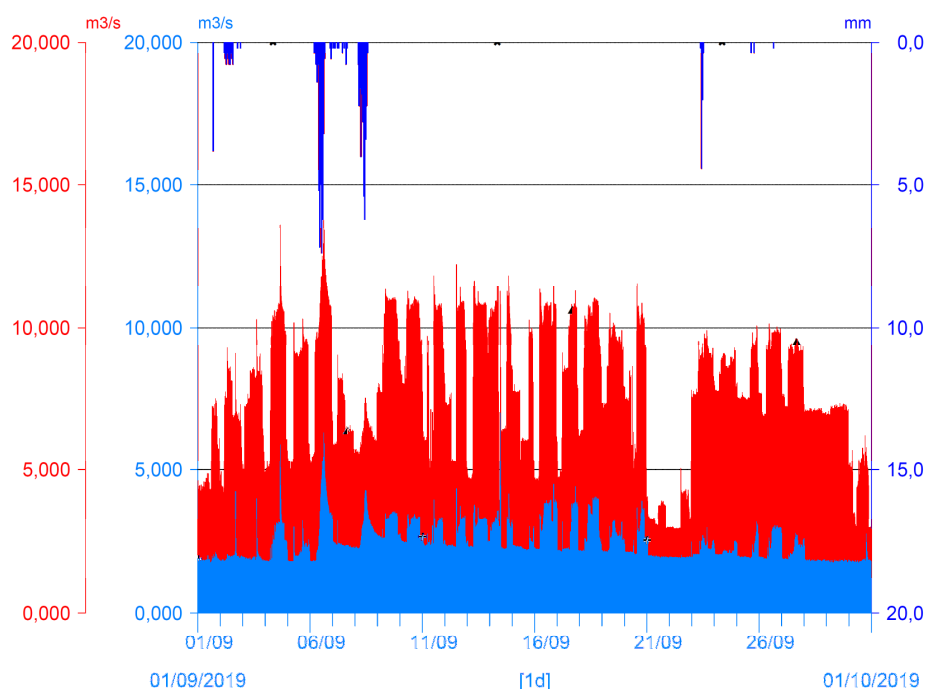


Fig. 91 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2019. Notare le ultime pulizie delle vasche Dufour (picchi sottili azzurri) fino a metà mese e per tutto il mese gli sfiori a Pont (gradini azzurri) delle portate superiori alle massime turbinabili dalla serie.

* 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)

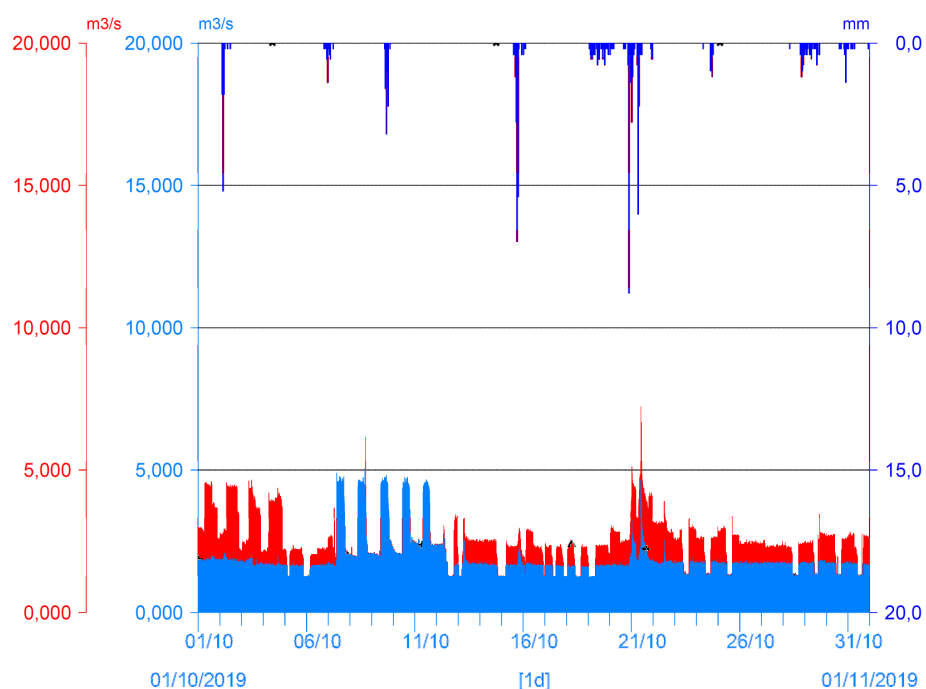


Fig. 92 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di OTTOBRE 2019. Notare come le variazioni di portate in alveo durante lo svasso (l'altezza del gradino dell'istogramma azzurro) corrispondano a circa 2,5 mc/s, pari alle sole portate turbate dall'impianto di Malga Mare e aggiunte in alveo per consentire la pulizia.

* 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)

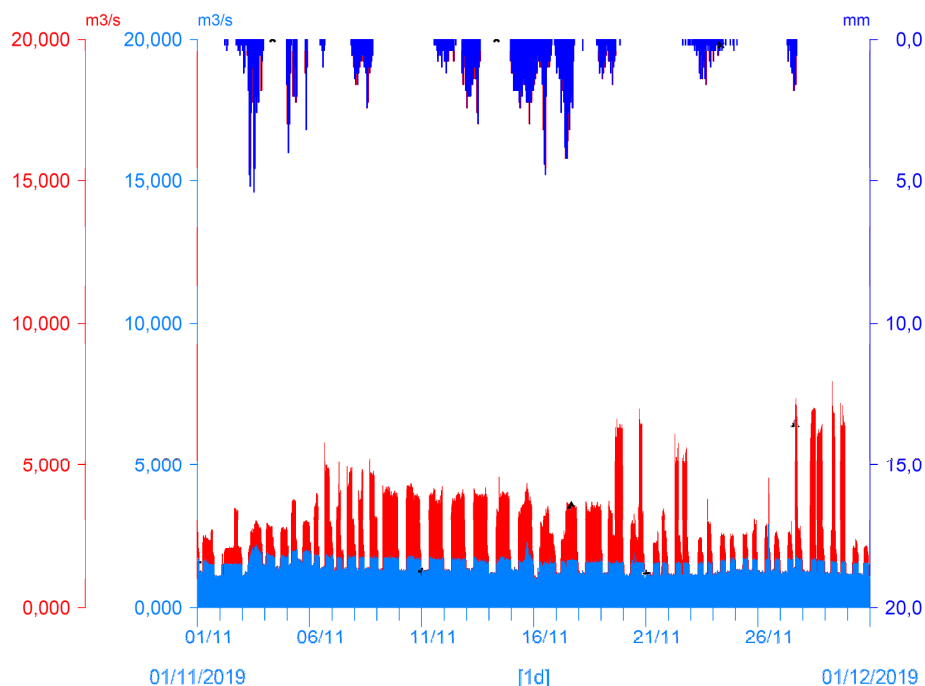


Fig. 93 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2019.

* 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)

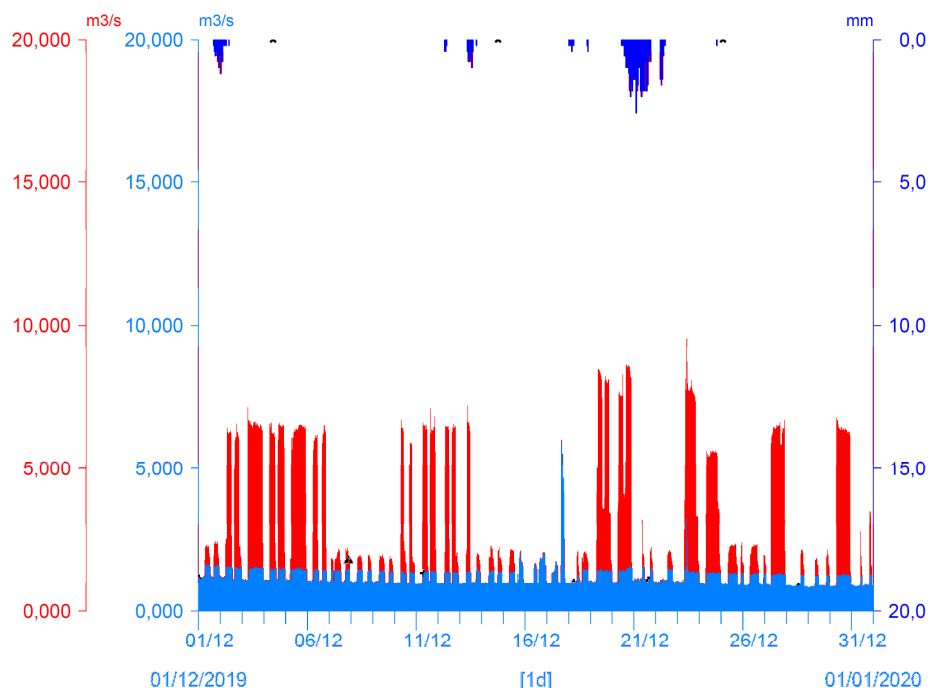


Fig. 94 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di DICEMBRE 2019. Notare come dal 15 al 17.12 un'interruzione dei soli impianti di Castra e Cusiano generi un hydropeaking di grado prevalentemente basso dallo scarico dell'impianto di Contra (rispetto a quello alto che si sarebbe generato se l'interruzione avesse interessato le successive giornate).

* 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)

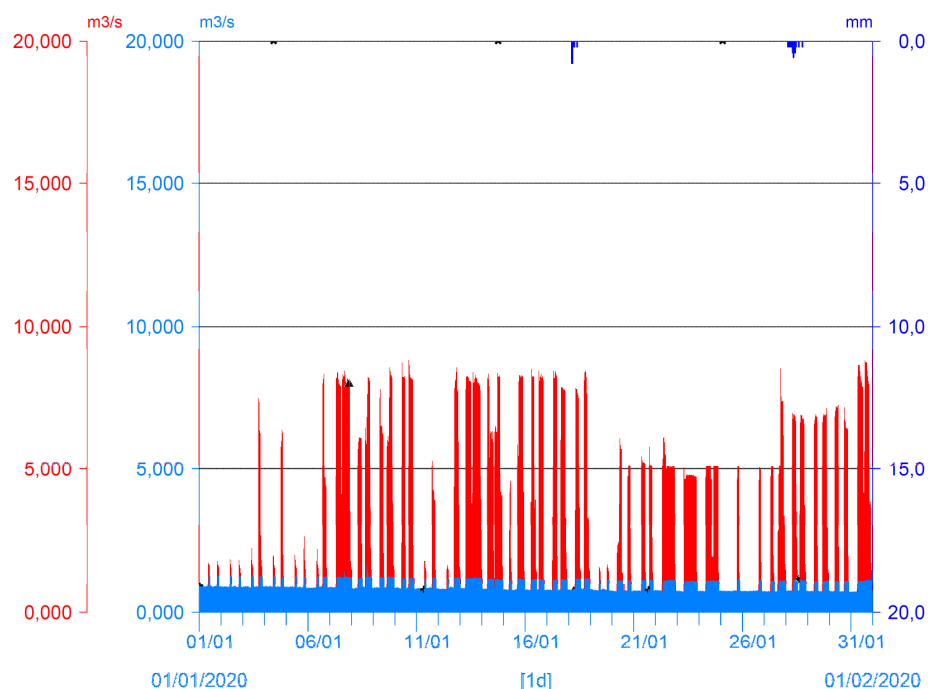


Fig. 95 - Idrogrammi comparati S3+Q2 vs S3 del mese di GENNAIO 2020.

* 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)

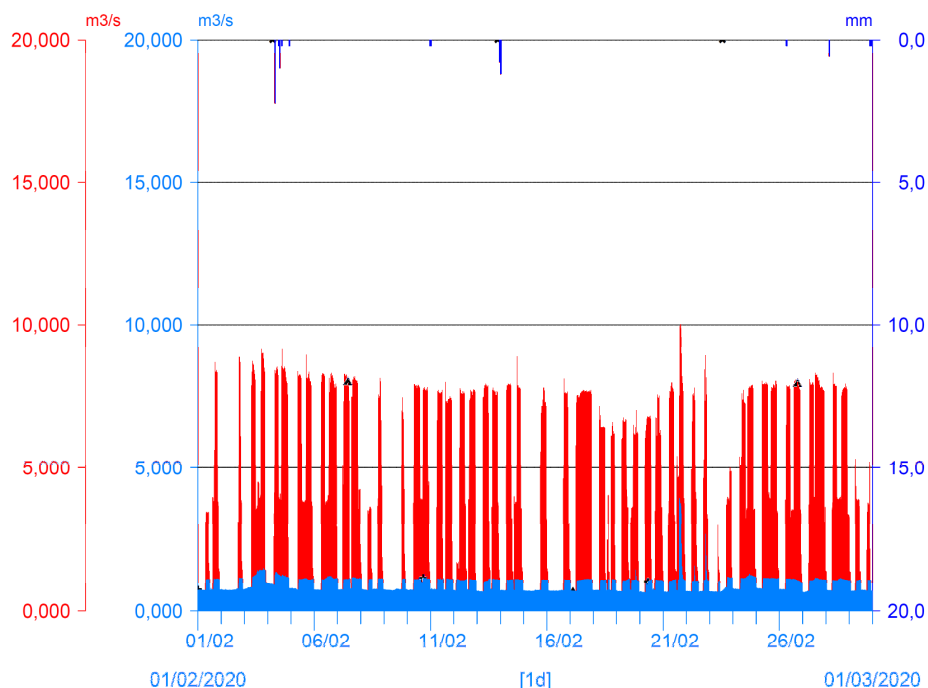


Fig. 96 - Idrogrammi comparati S3+Q2 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2020. Notare le portate elevate e costanti per tutto il mese e l'aumento della durata delle fasi produttive rispetto al febbraio 2019.

* 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)

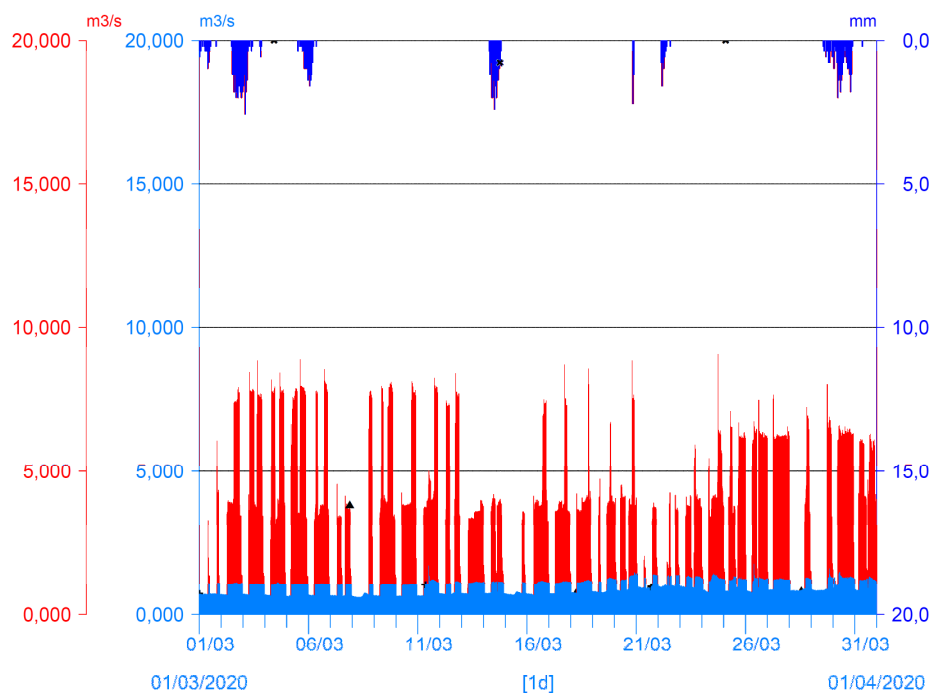


Fig. 97 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di MARZO 2020.

* 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)

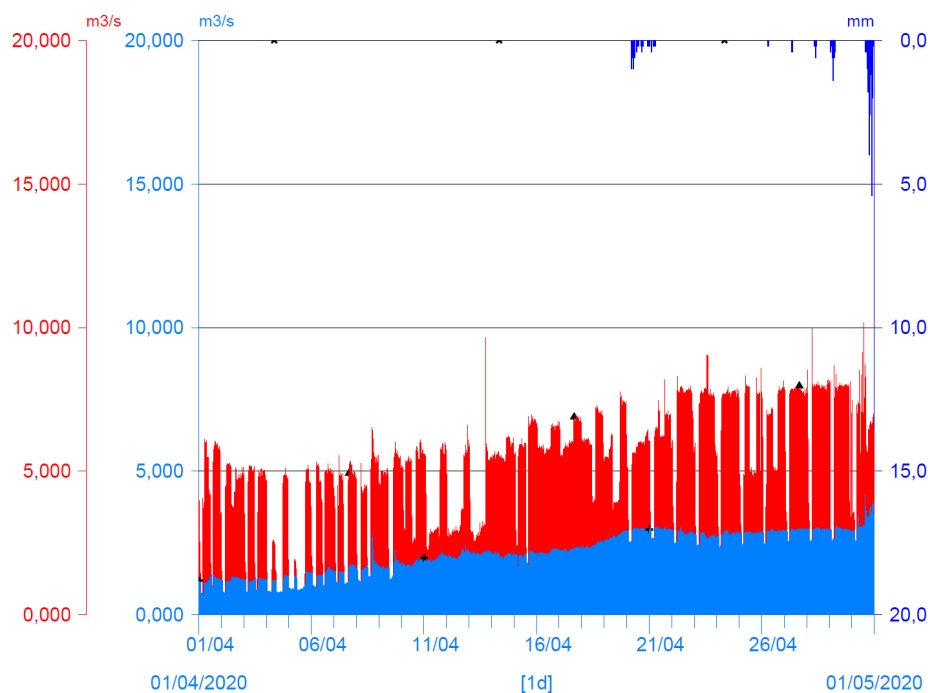


Fig. 98 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di APRILE 2020. Notare da metà mese l'avvio della morbida da scioglimento nivale, con un mese di anticipo rispetto all'anno precedente, a cui corrisponde anche una breve e isolata fase a regime continuo a metà mese.

* 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)

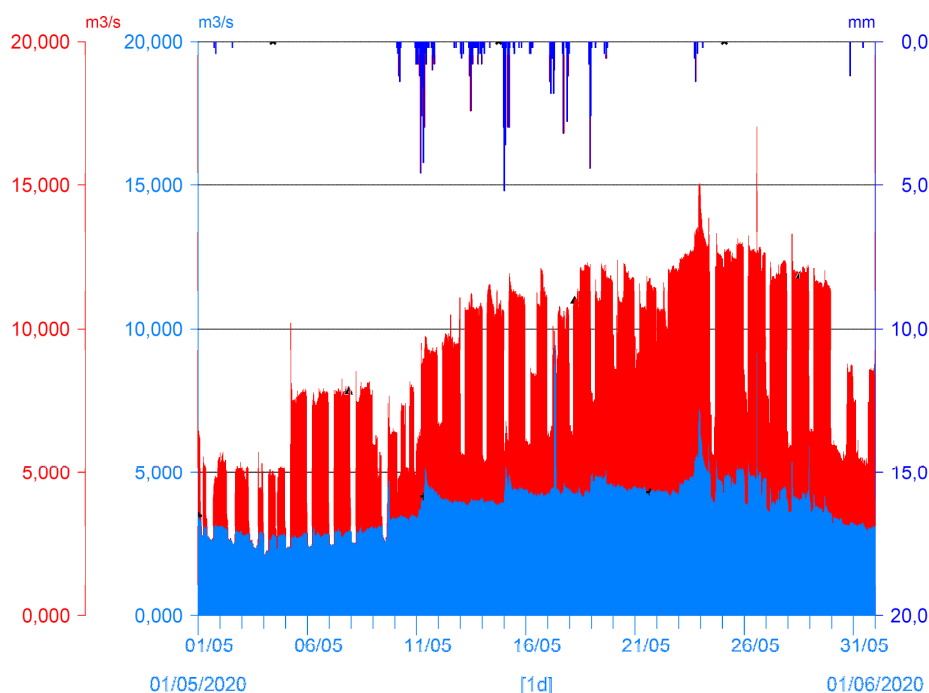


Fig. 99 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di MAGGIO 2020. Notare l'avvio del regime continuo dal 09.05 e il picco della morbida da scioglimento nivale nella seconda metà del mese.

* 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)

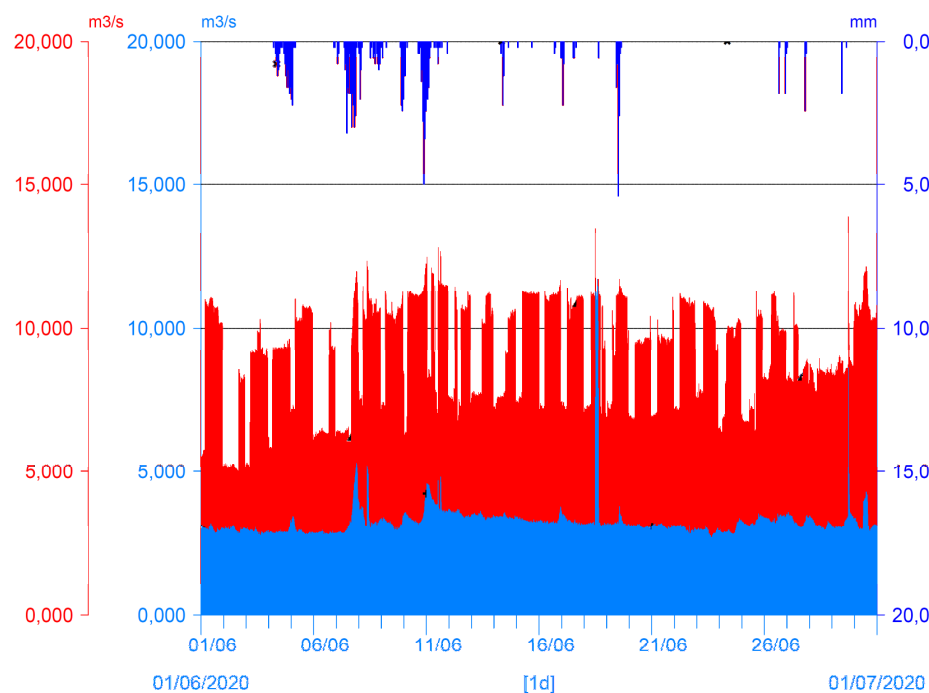


Fig. 100 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di GIUGNO 2020. Notare la regolarità delle portate fluente interrotta il 18.06 da un hydropedding di grado alto, generato dal blocco di C2 e C3.

* 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)

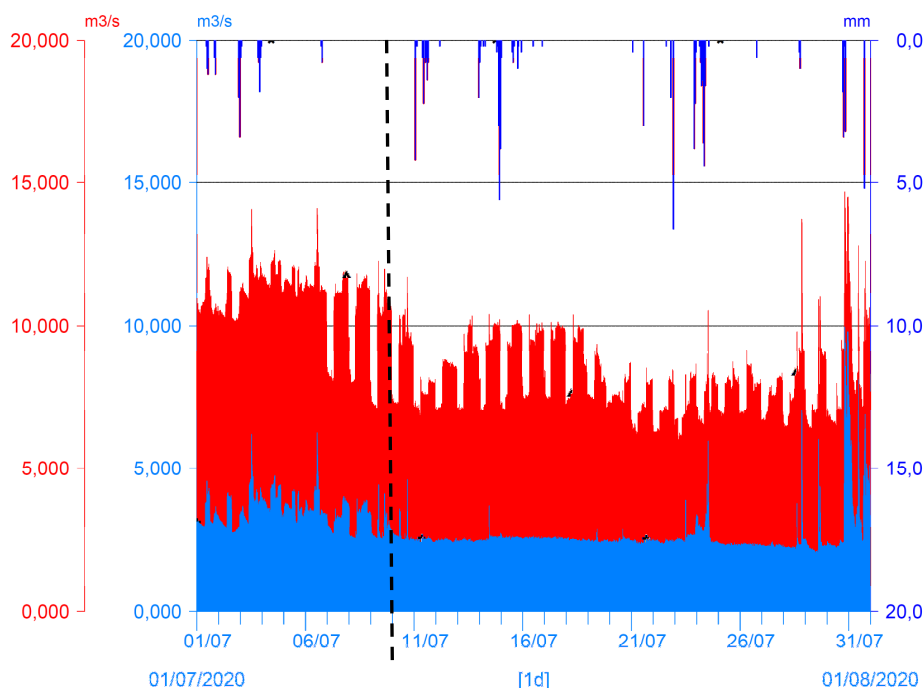


Fig. 101 - Idrogrammi comparati S3+C2 vs S3 del mese di LUGLIO 2020. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 5.PO, in corrispondenza del termine di una fase di sfiori alla vasca C0 della serie, per portate già turbinate in ingresso superiori agli 8 m³/s.

9.3 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 misto, 3. invernale a regime produttivo alternato e prevalentemente intenso, 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 § 9.2., si è ritenuto di rimandare per gli approfondimenti alle precedenti Relazioni di monitoraggio.

Anche le analisi di dettaglio di eventi idrometrici naturali, dovuti a rialzi termici o precipitazioni, o di eventi artificiali, che dipendono invece dall'ordinaria gestione dell'impianto idroelettri-

co HDE di Cogolo Pont, a cui la serie di impianti in oggetto è sottomessa (con specifico riferimento alla pulizia delle vasche Dufour), sono rimandate per ulteriori approfondimenti a quanto già esposto nelle precedenti relazioni di monitoraggio.

Questa relazione di monitoraggio, invece, analizza eventi significativamente differenti, per tipologia o magnitudo, e ne descrive i relativi effetti idraulici, con particolare riferimento in ordine cronologico per l'anno 2019-20 ai seguenti punti:

- Evento idraulico di sfioro ricorrente dallo scarico della centrale HDE di Pont;
- Evento idraulico di svaso autunnale del bacino di Malga Mare (impianto HDE - ex Enel di Pont) (senza attività del gruppo Cogolo 2 - Pian Palù per manutenzione al Lago di Pian Palù e, quindi, completa interruzione del funzionamento degli impianti a valle);
- Evento idraulico di blocco giornaliero degli impianti di Castra e di Cusiano;
- Evento idraulico di blocco breve di tutti gli impianti in serie.

Nonostante gli eventi di blocco che quest'anno hanno interessato tutti gli impianti della serie, e tenuto comunque conto dei possibili sfiori residui dalle vasche di carico nella fasi di avvio degli impianti, già considerati in passato, in coerenza con le precedenti Relazioni per le seguenti analisi di dettaglio sono considerati sempre e solo i dati registrati presso l'impianto di Castra (C2) e la vicina stazione idrometrica in alveo S3 - Contra, sebbene il dato di quest'ultima sia ricostruito mediante calcolo a partire dalle misurazioni delle due stazioni superiori e di quella inferiore.

Le analisi idrometriche, pur con gli adattamenti di cui sopra, sono quindi relative alla porzione intermedia della Valle di Peio, che di fatto è la più rappresentativa in termini idrologici e descrive 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 mantenuto lo stesso modello impiegato per gli andamenti mensili delle portate, a cui peraltro viene aggiunta la temperatura atmosferica e, qualora necessario per la comprensione dell'evento, la portata stimata in S2 - Cogolo - Val del monte o le portate misurate dagli impianti in serie.

9.3.1 Evento idraulico di sfioro ricorrente dallo scarico della centrale HDE di Pont

L'anno di monitoraggio 5.PO è stato caratterizzato dai volumi d'acqua turbinata più alti finora registrati dall'avvio del monitoraggio ambientale ($107.580.841 \text{ m}^3$), come dimostrano le analisi condotte nel paragrafo relativo ai rendimenti degli impianti idroelettrici in serie (cfr. §

13.2). Si ricorda, inoltre, che la disponibilità d'acqua in ingresso alla vasca di presa C0 - Pont dipende esclusivamente dalla programmazione negli impianti HDE a monte, e che le portate massime degli impianti in serie sono inferiori a quelle turbinabili a monte. In conseguenza delle suddette condizioni, le analisi delle portate fluenti in alveo dimostrano che a valle della presa della nuova serie, in vari momenti dell'anno, sono avvenuti sfiori, costanti o alternati anche per più giorni, per eccesso di portata in ingresso fornita dallo scarico dell'impianto HDE di Pont rispetto alla massima capacità di flusso delle centrali di valle.

Tale condizione, che saltuariamente si presentava anche negli anni precedenti, ma solo durante i giorni più caldi dei mesi estivi, nell'anno 2019 si presenta diffusamente a luglio e anche durante tutto il mese di settembre, come dimostra l'idrogramma mensile (cfr. Fig. 91) e il seguente grafico di approfondimento relativo alle prime due settimane del mese, per ripresentarsi anche a luglio 2020.

Dall'analisi dei dati in S1 - Pont risulta evidente che nel T. Noce Bianco a monte della località Pont (linea nera nell'idrogramma) transitano portate basse e costanti, a eccezione degli ultimi brevi picchi dovuti alle pulizie delle vasche Dufour a Malga Mare. Tali operazioni già a metà del mese terminano, in ragione di un trasporto solido oramai in diminuzione al termine di un'estate meno significativa rispetto alla precedente, come ben evidenzia il bilancio turbidimetrico (cfr. § 11.3). Ulteriore conferma viene anche dall'andamento delle portate fluenti nel T. Noce di Val del Monte (linea arancione), che si presenta regolare e di pari entità rispetto a quello del T. Noce Bianco.

Tuttavia, lungo il T. Noce nella stazione S4 - Cusiano, e in via deduttiva anche in quella S3 - Contra, si registrano aumenti giornalieri delle portate fluenti di lunga durata e di andamento pressoché regolare che si generano allo scarico dell'impianto HDE di Pont per incompleta derivazione da parte degli impianti di valle.

In corrispondenza di tali scalini gli impianti in serie sono sempre ad alto regime di lavorazione delle portate in ingresso, ma con livelli nella vasca di presa C0 che non raggiungono la quota massima di sfioro, pertanto in considerazione del fatto che tutti gli impianti in serie turbinano le stesse portate, nella fattispecie mediamente pari a circa $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$, si può dedurre che le portate eccedenti, comprese tra 1 e $2 \text{ m}^3/\text{s}$ vengono scaricate direttamente dalla paratoia dello scarico dell'impianto di Pont o - in parte - per troppo pieno alla vicina vasca di presa di testa dell'impianto di Contra. Tale fenomeno di natura artificiale genera un *hydropeaking* saltuario e residuale di ordine basso, in considerazione del fatto che la variazione tra le portate in alveo prima e durante lo sfioro è mediamente pari al 50%, ben inferiore alla soglia del 100% scelta arbitrariamente per classificare gli eventi di intensità relativa intermedia.

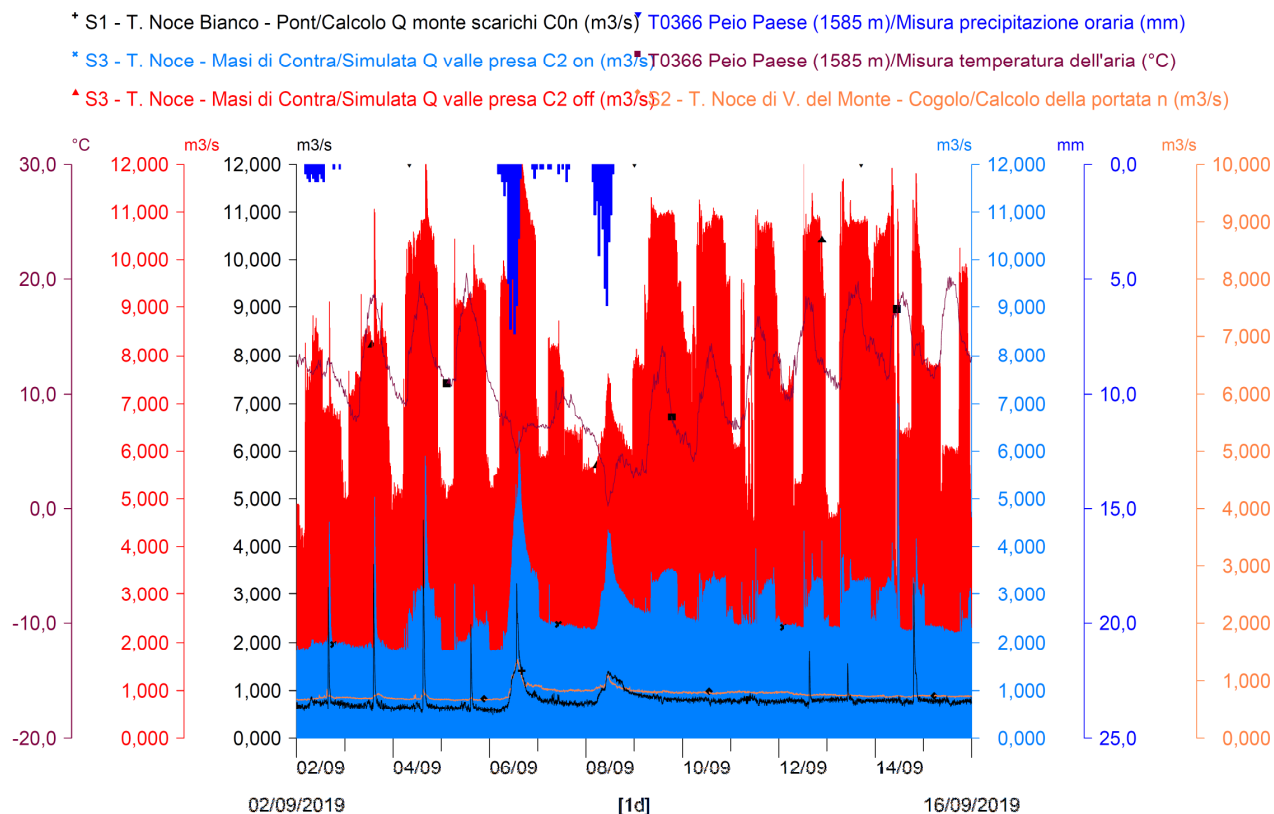


Fig. 102 - Confronto tra portate turbinate dalla serie idroelettrica (istogramma rosso = QC2 + QS3), portate misurate in alveo (linea nera = QS1, linea arancione = QS2 e istogramma azzurro = QS3) rispetto agli andamenti delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea viola) durante la prima metà del mese di settembre 2019.

9.3.2 Evento idraulico di svaso autunnale del bacino di Malga Mare

Le operazioni di pulizia dai sedimenti dell'invaso artificiale di Malga Mare, descritte dalla seguente Fig. 103 e svolte dal concessionario di monte da lunedì 07. a venerdì 11.10.2019, sono confrontate con quelle del precedente anno 4.PO, che si sono svolte da lunedì 01. a lunedì 08.10.2018, nel rispetto delle stesse prescrizioni tecniche a carico del concessionario di monte. La nuova determinazione del Dirigente del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) n. 8 del 16.01.2019, infatti, sostituisce la precedente det. n. 244 del 21.09.2015, ma autorizza lo svaso al concessionario di monte sostanzialmente alle stesse condizioni. Tali atti per garantire la diluizione dei limi autorizzano sempre 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.

La nuova determinazione, invece, chiarisce definitivamente che a valle gli impianti in serie possono regolarmente funzionare, in quanto la diluizione prescritta è già garantita a monte,

quindi viene rimossa la prescrizione che negli ultimi due anni aveva bloccato le derivazioni del Comune di Peio durante lo svasso, imponendo il rilascio di ulteriori $3 \text{ m}^3/\text{s}$ di portata turbinata a monte (centrale HDE), ma da scaricare prima della vasca di presa C0 in località Pont. Il confronto grafico tra le due annate, apparentemente, conferma proprio questa importante differenza in termini di portate in transito nella bassa Val di Peio durante gli svassi, in quanto le stime in S3 - Contra nel 2019 sono dimezzate rispetto a quelle nel 2018. Apparentemente tale differenza sembrerebbe dipendere proprio dai suddetti aspetti amministrativi, in quanto nell'anno 4.PO durante lo svasso il Comune di Peio rispettava la prescrizione temporanea imposta da SGRIE, nei fatti, invece, le minori portate in alveo sono dovute in maniera indipendente dal blocco dell'impianto HDE di Cogolo Pont, a causa di lavori di manutenzione al Lago di Pian Palù e alla relativa galleria di gronda.

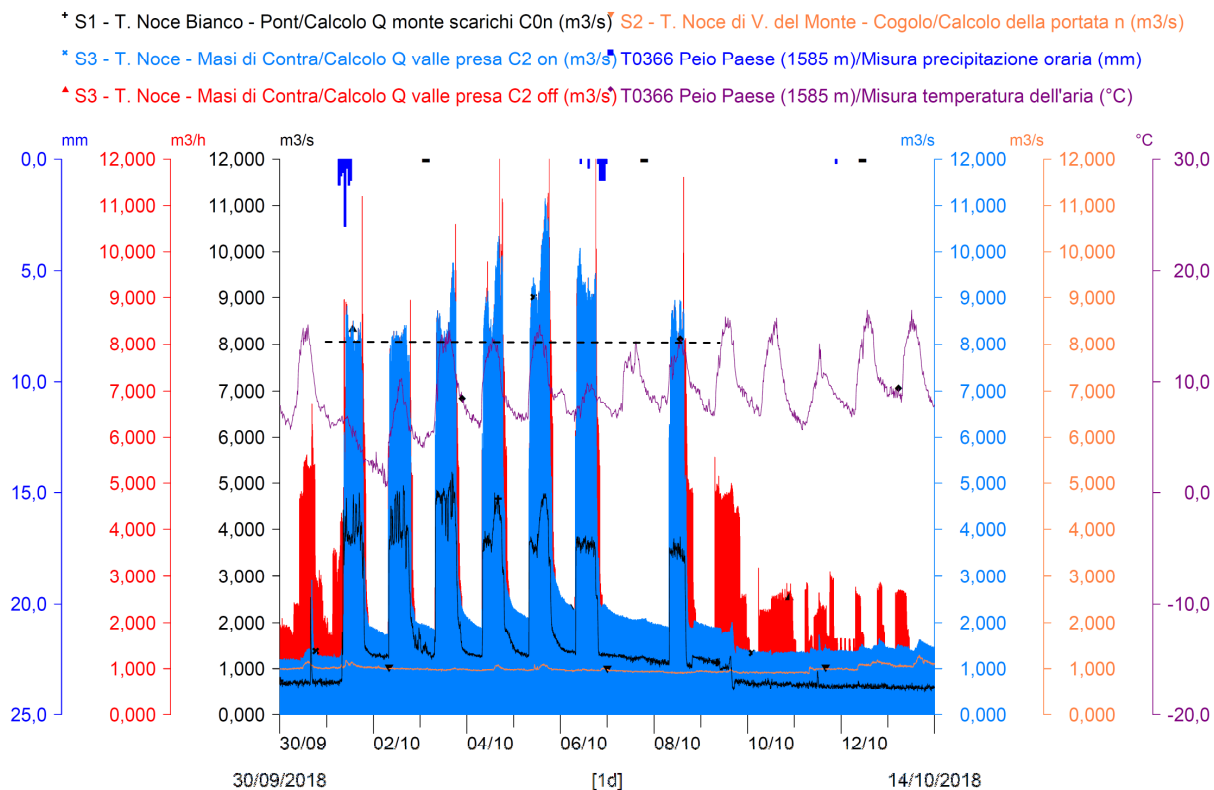
A valle, pertanto, la serie di impianti è rimasta necessariamente inattiva e la diluizione, nel caso, non sarebbe potuta avvenire nemmeno nel regime prescrittivo precedente. In questo particolare assetto derivatorio, che compare per la prima volta durante l'intero periodo di esecuzione del PMA, l'unica forma di *hydropeaking* che si genera durante la pulizia, quindi, avviene solo all'origine, immediatamente a valle della vasca di Malga Mare, e non si potenzia né in località Pont, dove interveniva negli anni passati a causa della diluizione aggiuntiva, e nemmeno a Cusiano, per la mancanza della restituzione finale di portate turbinate.

Una diluizione naturale importante interviene, comunque, poco a valle della località Pont, grazie alla confluenza del T. Noce di Val del Monte, le cui portate sono indicate negli idrogrammi con linea arancione (cfr. Fig. 103).

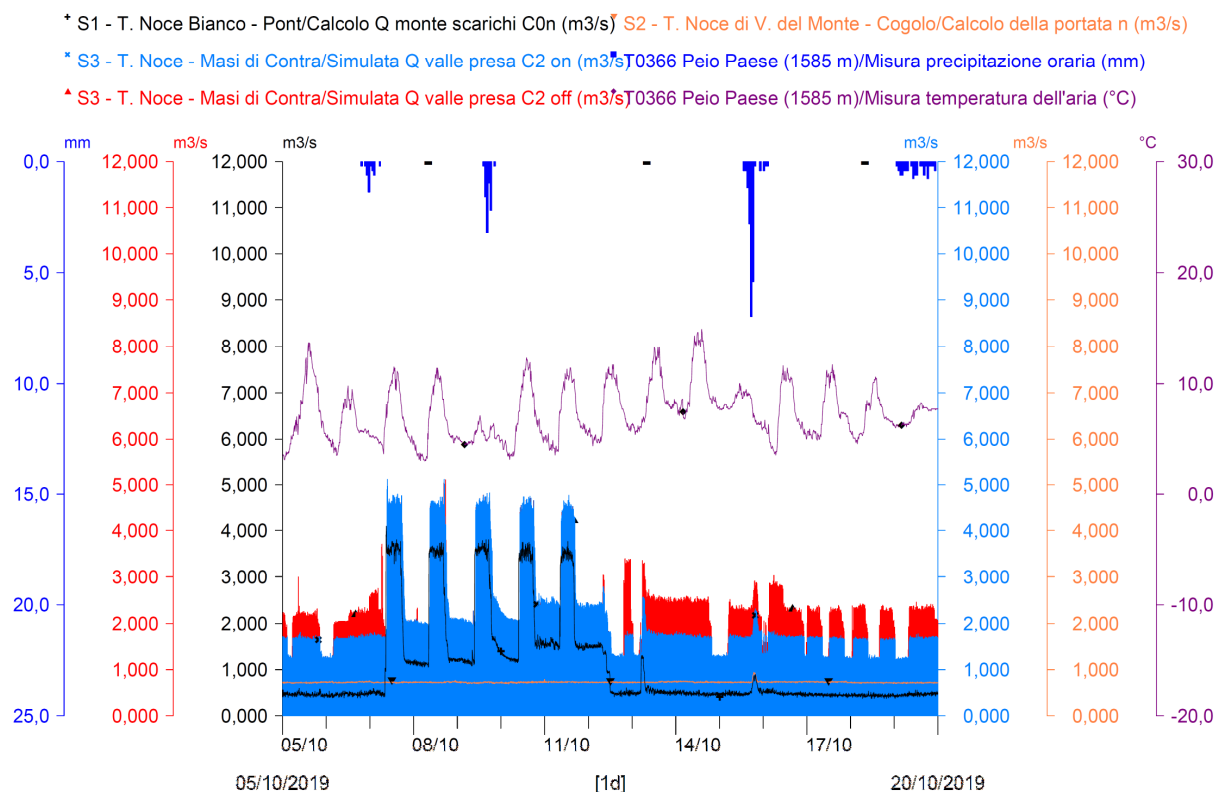
Durante lo svasso, mentre le portate misurate a Pont generano un *hydropeaking* pari a circa il 690%, dopo la confluenza del T. Noce di Val del Monte la variazione relativa è sensibilmente più bassa, pari al 164% rispetto alle portate fluenti poco prima dell'avvio delle operazioni.

Come risulta evidente dal confronto grafico, inoltre, l'operazione di svasso 2019 è durata complessivamente 3 giorni in meno rispetto a quella del 2018, in ragione dei minori depositi di limo accumulati nella vasca di Malga Mare ed evacuati durante lo svasso (cfr. § 11.2.1).

Si precisa, infine, che per il 2018 è riportata appositamente la misurazione diretta delle portate nella stazione S3 - Contra (istogramma azzurro), per quanto solo indicativa, al fine di rappresentare la progressiva deriva verso l'alto, ben visibile durante le stesse operazioni di svasso, avvenuta durante quell'anno a causa del progressivo inghiaiamento della canaletta di magra. Da luglio 2018, infatti, tale misura diretta è stata sostituita dalla simulazione della portata a partire dalle portate misurate in S1, S2 e S4.



A



B

Fig. 103 - 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 a precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e temperature atmosferiche (linea verde) durante l'EVENTO DI SVASO DEL BACINO DI MALGA MARE nel precedente anno 2018 (A) con valori QS3 affetti da deriva (oltre la linea tratteggiata), causa interrimento della stazione, e nell'anno 2019 (B) con valori simulati a partire da quelli misurati nelle stazioni circostanti.

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 svasso, 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 svasso, soprattutto a impianti fermi, il cui incremento nel 2019, misurato poco prima dell'avvio giornaliero delle operazioni di svasso è quantificabile mediamente in $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$, con un aumento medio di circa $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rispetto al precedente anno 2018, quando la variazione notturna era stata quantificata mediamente in $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$, il maggior incremento delle portate fluenti, con derivazione di Malga Mare inattiva, nel 2019 va messo in relazione alle maggiori precipitazioni delle settimane precedenti (la precipitazione cumulata di settembre 2019 è pari a 91,2 mm, rispetto ai 43,5 mm di settembre 2018), a parità di temperature, comunque più alte rispetto alla media, e di conseguente deflusso naturale da scioglimento nivo-glaciale più accentuato.

Anche nell'autunno 2019 alte temperature ed elevati deflussi naturali, oltre che scelte impiantistiche imposte dalla manutenzione del Lago di Pian Palù, determinano un lieve allungamento della fase estiva a regime continuo, che nella fattispecie termina il 05.10.2019 poco prima dell'avvio dello svasso, rispetto al 01.10.2018 dell'anno precedente.

Durante lo svasso, come già descritto nelle Relazioni precedenti, alle portate naturali del T. Noce Bianco si aggiungono 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 sia per la pulizia tramite lance idrauliche all'interno della vasca, sia, per la maggior parte, in alveo per la diluizione dei limi rimossi dal fondo della vasca. Nel ricordare infine che le operazioni di svasso 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 - le misurazioni eseguite e il calcolo delle variazioni dei parametri di portata e di torbidità rilevati a Pont nell'ambito del monitoraggio in oggetto, al netto dell'incremento di bacino dalla sezione di Malga Mare a quella di Pont, confermano di fatto il pieno rispetto dei parametri di svasso imposti con la determinazione del Dirigente del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) n. 8 del 16.01.2019.

9.3.3 Evento idraulico di blocco giornaliero degli impianti di Castra e di Cusiano

In Fig. 104 si riconoscono gli effetti generati da un'interruzione del funzionamento degli impianti C2 - Castra e C3 - Cusiano, durante una fase di regolare esercizio a fasi alternate degli impianti superiori, compresa la centrale C1 - Contra.

L'interruzione di servizio degli impianti inferiori dal 15. al 17.12.2019 ha imposto la restituzione delle acque turbinate dallo scarico della centrale di Contra, riportando a metà della Val di Peio - in modo estemporaneo e non programmato - l'*hydropeaking* che ordinariamente si presenta invece allo scarico di Cusiano, in coda agli impianti in serie e alla chiusura del bacino della Val di Peio.

Lo scarico improvviso delle portate turbinate, per quanto prevalentemente di bassa entità ($<1 \text{ m}^3/\text{s}$) e con variazioni percentuali dell'ordine del 100% delle portate fluenti in alveo a impianti spenti, avvenuto poco a monte della stazione idrometrica S3 - Contra, a causa del rapido movimento di materiali lapidei e legnosi che si è innescato sul fondale del breve tratto compreso tra lo scarico e il ponte di accesso (recentemente interessato dai lavori di sistemazione dell'alveo e dai fenomeni di trasporto solido nel 2018), ha compromesso nuovamente le sonde, danneggiando il sistema di trasmissione e di archiviazione dei dati nel *datalogger*.

Le variazioni di livello e di portata conseguenti all'evento, comunque, sono state misurate più a valle presso la stazione idrometrica S4 - Cusiano, e sono state ulteriormente confermate dall'assenza di produzione di energia negli impianti C2 - Castra e C3 - Cusiano, a fronte della produzione regolare dell'impianto C1 - Contra.

In coda l'evento ha generato un picco di deflusso in alveo anche più alto, fino a circa +492% rispetto alla portata di base; peraltro, se l'interruzione di servizio fosse intervenuta nei giorni ancora seguenti, gli effetti in termini di variazione relativa a valle di Contra sarebbero stati ancora più importanti (a causa della maggiore portata urbinata proveniente da monte), con variazioni di portata in alveo fino a oltre $7 \text{ m}^3/\text{s}$, quindi in termini percentuali fino al 700%, considerato che le portate fluenti di base si attestano attorno a $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tali eventi improvvisi sono stati la causa del nuovo malfunzionamento della stazione idrometrica S3 - Contra, proprio a partire dal 17.12.2019.

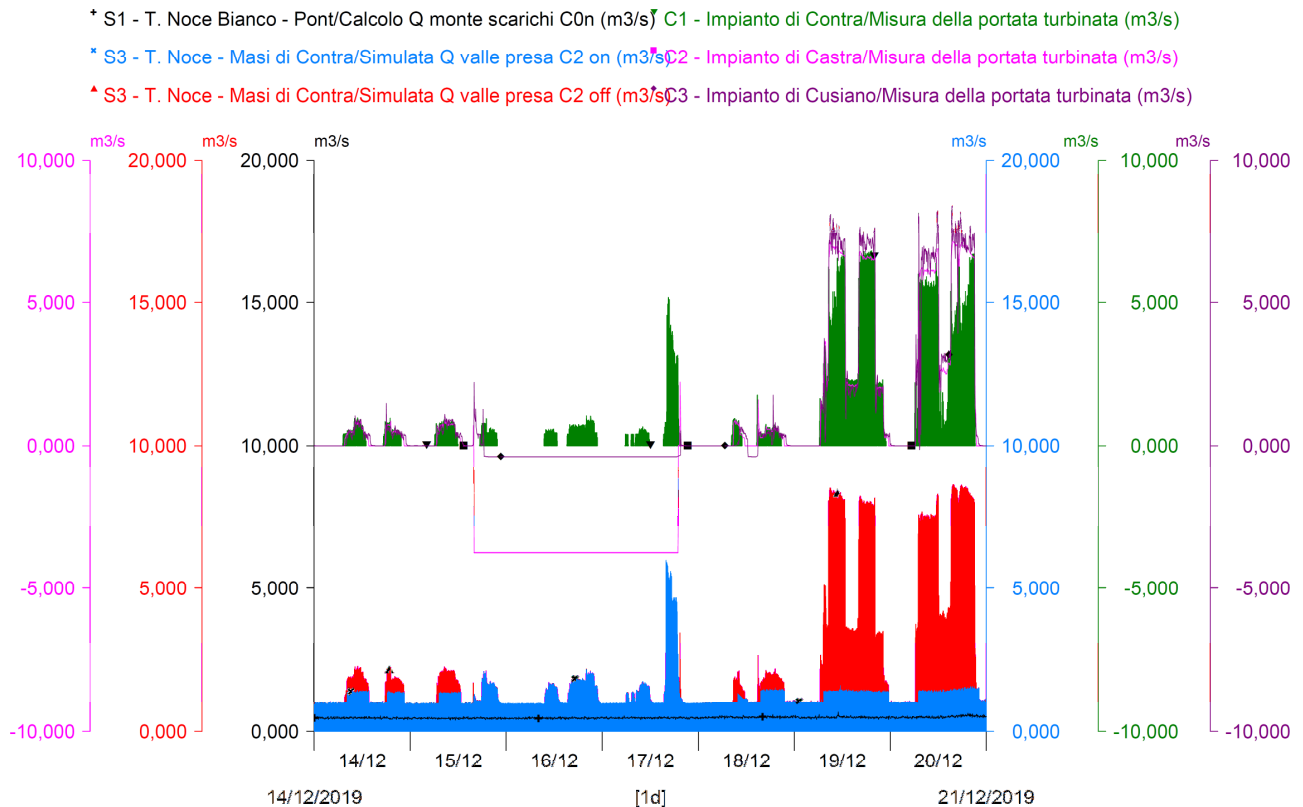


Fig. 104 - Confronto tra le portate turbinare dalla serie idroelettrica (rappresentazione classica con istogramma rosso = QC2 + QS3) e le portate misurate in alveo (linea nera = QS1 e istogramma azzurro = QS3), rispetto agli andamenti delle portate turbinare misurate dagli impianti (istogramma verde = QC1; linea fucsia = QC2; linea viola = QC3) durante i giorni centrali di dicembre 2019.

Analoga interruzione pluri-giornaliera in un regime alternato con portate basse, ma per il solo impianto di valle C3 - Cusiano, viene registrata dal 26. al 30.10.2019, a causa della manutenzione ai giunti di collegamento della condotta alla centrale (cfr. Tab. 1). In questo caso l'*hydropeaking* si genera allo scarico della centrale di Castra (C2) e comporta una variazione molto contenuta, pari solo al 30% della portata fluente.

Infine, di nuovo per i due impianti di valle, va segnalata un'interruzione di breve periodo (circa 03:20 h) ma con portate turbinare elevate (circa 7,9 m³/s) in data 18.06.2020. Per l'analisi di tale evento si rimanda ad un successivo paragrafo (cfr. § 10.4.2), relativo all'effetto termico procurato in alveo dalla restituzione di acque turbinare più fredde, peraltro si può evidenziare che l'*hydropeaking* generato è di grado solo intermedio, in quanto la variazione relativa indotta dal loro scarico a Contra rispetto alla portata di base, durante la fase di morbida da scioglimento nivale e glaciale 2020, è pari al 252%.

9.3.4 Evento idraulico di blocco breve di tutti gli impianti in serie

In Fig. 105, infine, è riportato l'idrogramma registrato dal 16.05 al 18.05.2020, rappresentativo degli effetti idrologici di una breve interruzione di funzionamento di tutti gli impianti in serie (C1 - Contra, C2 - Castra e C3 - Cusiano), intervenuta in data 09.05.2020 nei primi giorni della nuova fase produttiva a regime continuo.

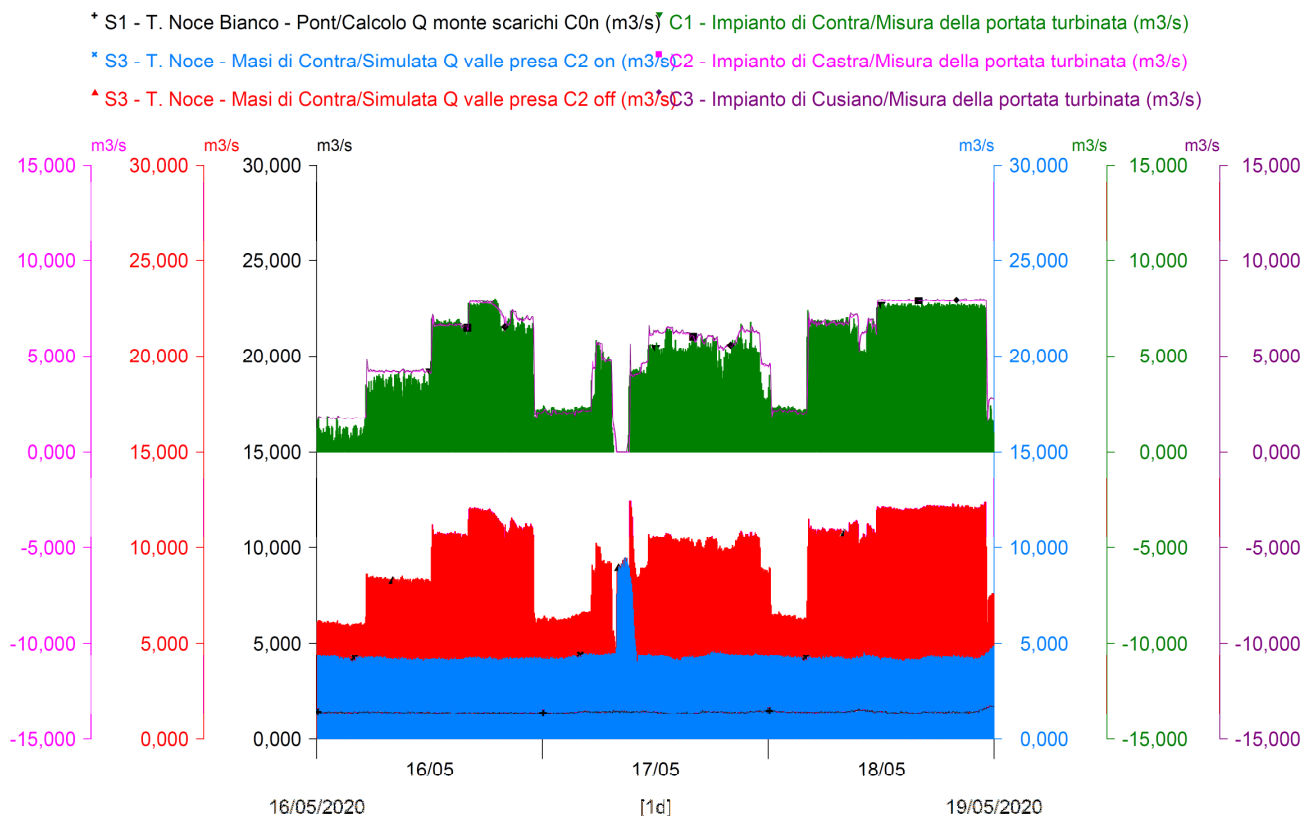


Fig. 105 - Confronto tra le portate turbinate dalla serie idroelettrica (rappresentazione classica con istogramma rosso = QC2 + QS3) e le portate misurate in alveo (linea nera = QS1 e istogramma azzurro = QS3), rispetto agli andamenti delle portate turbinate misurate dagli impianti (istogramma verde = QC1; linea fucsia = QC2; linea viola = QC3) all'avvio della fase continua 2020.

Durante l'evento le portate turbinate dall'impianto HDE di Cogolo Pont, invece che essere regolarmente derivate alla vasca di presa C0, sono state temporaneamente scaricate in alveo. Di conseguenza, i sistemi di rilievo a valle (S4 - Cusiano e S3 - Contra, simulato sulla base di S4) misurano il passaggio in alveo di una portata che altrimenti sarebbe stata turbinata (5 m³/s), tenuto conto di un opportuno tempo di corrivazione a partire dallo scarico della Centrale HDE di Pont, che per le elevate portate in gioco corrisponde a circa 30 min fino a Contra (60 min fino a Cusiano).

Nella condizione idrologica di morbida primaverile in corso, tuttavia, con portate di base mediamente presenti in alveo di 4,5 m³/s, un evento che interessa portate turbinate di 4,7 m³/s

determina di fatto a poco più di un raddoppio delle portate (incremento del 103%), peraltro di breve durata, in quanto circa due ore dopo (cfr. Tab. 1) il sistema di presa viene riattivato: si genera, dunque, solamente un *hydropeaking* di medio-bassa entità.

9.4 CONCLUSIONI ANNUALI SULL'IDROMETRIA

Dall'analisi dei livelli idrometrici rilevati in continuo presso tutte le stazioni, considerati i dati di portata ottenuti per le stazioni superiori dall'applicazione delle nuove scale delle portate e i dati di portata turbinata forniti dai concessionari - anche per l'anno di monitoraggio 5.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 descritto dall'analisi previsionale degli impatti in fase di VIA e dallo stesso PMA, dunque, si conferma che l'esercizio dei tre nuovi 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 5.PO a differenza degli anni immediatamente precedenti, oltre ad alcune brevi interruzioni dell'ordine delle decine di minuti sono state registrate anche alcune giornate di temporaneo malfunzionamento o interruzione nell'esercizio degli impianti in oggetto (cfr. Tab. 1), con differenti assetti derivatori (fermi tutti gli impianti, i due a valle ovvero solo l'ultimo della serie), che hanno quindi ripristinato momentanei fenomeni di *hydropeaking* in vari punti della valle (rispettivamente a valle di Pont, di Contra o di Castra).

Peraltro, come analizzato nei paragrafi e nelle Relazioni precedenti, si verificano anche e prevalentemente delle situazioni di interruzione straordinaria dell'alimentazione a monte (assicurata esclusivamente dallo scarico 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 2019 ha comportato l'interruzione completa degli impianti in serie per 5 giorni, oppure la frequente pulizia estiva delle opere di presa con interruzioni di 1-2 ore e i lavori di ordine settimanale di controllo e sistemazione di entrambe le gallerie di gronda. Tutte queste interruzioni, necessarie per la manutenzione delle opere di presa del

concessionario di monte, generano interruzioni parziali o totali delle derivazioni con temporanee restituzioni delle portate turbinabili a monte degli impianti in serie in oggetto.

Tra le cause del transitorio e marginale ripristino del fenomeno dell'*hydropedaling* in tratti ancora sottesi alla centrale HDE di Cogolo Pont, sia sul T. Noce Bianco sia sul T. Noce di Val del Monte, inoltre, vanno aggiunti anche gli eventi meteorologici in grado di generare mal funzionamento delle opere di presa, pur tenendo presente che nell'anno 2019-20 tali eventi sono stati molto meno presenti rispetto all'anno 2018-19 e sono riconducibili al solo periodo metà luglio - metà agosto 2019 (in particolare all'unico evento significativo del 26. e 27.07.2019). Inoltre, in considerazione delle maggiori portate turbinabili, come confermato dal volume annuale dell'anno 5.PO di 107.580.841 m³ (massimo assoluto dall'inizio del PMA), quest'anno va rilevato un aumento consistente delle giornate di sfioro alle opere di scarico dell'impianto di Cogolo Pont, a causa dell'impossibilità degli impianti in serie a valle di turbinare le portate eccedenti gli 8 m³/s, in particolare nei mesi di luglio e settembre.

Anche nell'anno 5.PO, come già rilevato nelle precedenti Relazioni, nonostante i miglioramenti raggiunti nelle regolazioni e calibrazioni impiantistiche in relazione alle fasi di avvio della produzione e nei cambi di regime produttivo, si registrano ancora brevi (dell'ordine dei minuti) e saltuarie (dipendenti dalla programmazione HDE) fasi di sfioro di porzioni delle 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, nell'anno 5.PO sono quelle di origine artificiale, 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 estive intense, 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 (nell'anno 5.PO del PMA) di 17,8 m³/s (temporali di fine luglio 2019), comunque in riduzione di 4 m³/s rispetto al valore massimo rilevato nell'anno 4.PO (peraltro sempre a inizio estate 2019), a cui corrisponde un incremento relativo di circa il 570% rispetto alla portata transitante in S3 - Contra prima dell'evento;

I suddetti eventi idrologici misti, comunque non attribuibili alla nuova serie idroelettrica, nell'anno 2019-20, seppur diminuiti in entità rispetto al precedente anno 4.PO - passano da incrementi estremi di poco superiori all'800% a valori di poco inferiori al 600% - rientrano comunque nelle variazioni di grado elevato, superando l'incremento del 500% in base alla classificazione definita nella Relazione di monitoraggio dell'anno 1.PO.

Tra le tipologie di perturbazioni idrologiche inferiori, di grado intermedio, tuttavia, quest'anno troviamo sia eventi non riconducibili alla gestione degli impianti in serie - in continuità con l'anno precedente (operazioni artificiali di svasso del bacino di Malga Mare e altre operazioni artificiali di pulizia delle opere di presa, peraltro in sensibile riduzione a causa di cambiamenti gestionali e di apporti pluviometrici in calo) - sia eventi generati da anomalie nel funzionamento dei nuovi impianti idroelettrici in serie (sfiori ai vari scarichi) che finora erano successi in modo rilevante solo durante l'anno 1.PO, in particolare:

2. 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 5 giorni di pulizia, e conseguente transito di portate fluenti a Cogolo Pont mediamente pari a $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$; per quanto nella stazione S1 - Pont l'incremento relativo sia di circa il 690% rispetto al deflusso transitante prima dell'attivazione delle operazioni stesse, a valle della centrale HDE di Cogolo Pont - in assenza del rilascio delle portate di rispetto a Pont per il blocco completo degli impianti, in assenza di ulteriori portate di diluizione imposte e tenuto conto dei buoni apporti del T. Noce di Val del Monte - le portate in alveo registrate nella stazione S3 - Contra superano di poco i $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e l'incremento relativo durante lo svasso scende a circa il 164% rispetto alle condizioni idrologiche precedenti l'avvio dello stesso, in forte calo rispetto all'anno precedente in ragione soprattutto dell'assenza della diluizione a Pont;
3. pulizia ordinaria dai canali dissabbiatori Dufour all'ingresso della vasca di Malga Mare durante la fase di morbida estiva, in assenza di altre 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 $7,66 \text{ m}^3/\text{s}$, sempre nella prima metà di agosto come l'anno precedente, ma in riduzione sia in termini di valore assoluto sia di incremento relativo (quest'ultimo scende dal 238% del 2018 al 228% del 2019);

4. interruzione totale per circa 2 ore della produzione idroelettrica a valle di Pont (blocco totale dei nuovi impianti in serie nella mattina del 17.05.2020) (cfr. Fig. 105), con restituzione integrale in alveo delle portate turbinate da HDE, pari a circa $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$, che aggiungendosi a quelle naturali portano al raddoppio del deflusso in alveo rispetto a poco prima dell'evento, con un incremento relativo del 103%;
5. interruzione parziale dei soli impianti di Castra e Cusiano, con restituzione dallo scarico dell'impianto di Contra per poche ore delle massime portate turbinabili ($8 \text{ m}^3/\text{s}$) - ma che in condizioni di piena da scioglimento nivale e glaciale a metà giugno (18.06.20) incide poco in termini relativi (263%) - ovvero anche per più giorni continuativi (dal 15. al 17.12.2019) di portate basse o intermedie ($<6 \text{ m}^3/\text{s}$), che in termini di variazioni relative salgono però fino al 492% delle portate fluenti poco prima dell'evento.

Dal confronto con il precedente anno di monitoraggio 2018-19 emerge chiaramente che nell'anno 5.PO, seppur a fronte di minori precipitazioni cumulate (1070 mm vs 1155 mm), calate del 7% rispetto all'anno 4.PO, si registrano volumi turbinati dagli impianti in serie in incremento del 28% ($107.580.841 \text{ m}^3$ vs $83.837.084 \text{ m}^3$).

Tale incremento, generato dall'impiego degli accumuli in quota delle maggiori precipitazioni dell'anno precedente, non comprende l'intera disponibilità idrica proveniente da monte (centrale HDE - Pont) in considerazione del fatto che le portate massime degli impianti in serie ($8 \text{ m}^3/\text{s}$) in diversi momenti non hanno permesso di lavorare tutta l'acqua scaricata dall'impianto di monte, generando così sfiori alle vasche di presa della nuova serie di impianti.

In tale contesto di abbondanza d'acqua turbinabile sono cresciuti parimenti anche gli eventi di blocco per inconvenienti agli impianti in serie, con un aumento degli eventi residuali di *hydropeaking*, di vario livello e durata, a carico di tutti i singoli impianti della serie, generando alcuni scarichi improvvisi dalle opere di restituzione dell'impianto superiore.

Nell'anno 5.PO gli eventi idrologici intensi e associati a trasporto solido, quelli che l'anno precedente imponevano le operazioni di manutenzione delle opere di presa dell'impianto preesistente di monte, o generavano i blocchi delle stesse, sono in netta diminuzione, come ulteriormente descritto nel successivo capitolo dedicato alla turbidimetria, mentre crescono per magnitudo e frequenza gli eventi di blocco degli impianti in serie a valle, generati dalle maggiori portate turbinate, cresciute sia in valore medio che cumulato annuale (cfr. Tab. 1).

Analogamente, anche la riduzione dell'entità dei depositi di limo nell'anno 5.PO, a fronte del normale rispetto delle prescrizioni imposte ad HDE per l'esecuzione delle operazioni di puli-

zia della vasca di Malga Mare, hanno permesso di ridurre la magnitudo dell'evento di origine artificiale rispetto a quello dell'anno 4.PO.

Considerato quanto sopra, pertanto, si può affermare che nel corso dell'anno 5.PO il fenomeno dell'*hydropeaking* è cresciuto solo in relazione a malfunzionamenti e blocchi temporanei degli impianti in serie, sia in forma integrale sia parziale e per alcune giornate consecutive, arrivando fino a interruzioni di 4 giorni consecutivi o a incrementi relativi massimi di portata del 492% (in data 17.12.2019). Tale ultimo evento, comunque, rimane intermedio in termini di effetti idrologici e non risulta associato a una variazione della torbidità indotta, in quanto legato alla restituzione in alveo di portate già turbinate, fatto salvo il disturbo localizzato nella zona dello scarico che ha portato al danneggiamento della stazione idrometrica S3 - Contra. Nel contesto idrologico dell'anno 5.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 578 l/s in data 08.03.2020 - il rilascio aggiuntivo nominale a Pont di 400 l/s avrebbe generato una perturbazione al massimo pari al 69% 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 5.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.) - sebbene in un'annata con minori precipitazioni e minori eventi di origine naturale, ma con maggiori eventi di natura impiantistica, le portate fluenti subiscono delle variazioni di grado intermedio o elevato, che nel loro complesso si mantengono in linea con le variazioni giornaliere e stagionali del precedente anno 4.PO.

Nell'ambito di tale continuità, garantita dall'esercizio idroelettrico dei tre nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano, le perturbazioni comunque possibili mostrano un effetto che in termini relativi diminuisce progressivamente all'aumentare delle portate di base fluenti in alveo.

In conclusione, dunque, si può affermare che anche nell'anno 5.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 essere ritenute più critiche, soprattutto quando caratterizzate da elevata rapidità e breve durata, in quanto meno aderenti all'andamento naturale.

Come già precisato nella precedente Relazione, nel corso del PMA, l'alveo ha dimostrato una sostanziale resilienza alle variazioni idrometriche intermedie, fino al valore relativo del 500% di incremento, che di fatto costituiscono perturbazioni quotidiane durante l'estate.

Gli eventi idrometrici intensi (>500% di incremento) nell'anno 5.PO sono significativamente diminuiti e analogamente si sono ridotti i casi di modificazioni idro-morfologiche importanti nel bacino (solamente modeste colate detritiche a carico di rii laterali al T. Noce di Val del Monte in corrispondenza del temporale con picco di portate in data 26.07.2019), in coerenza con la riduzione di eventi di trasporto, come dimostra chiaramente il bilancio del trasporto solido (cfr. §11.3). Nonostante ciò, le condizioni che localmente hanno reso inutilizzabile la stazione idrometrica S3 - Contra, già nel corso dell'anno 4.PO, si sono mantenute anche nell'anno 2019-2020. Infine, l'avvio del periodo pandemico del Covid-19 ha rallentato le operazioni di manutenzione e pulizia delle sezioni e impedito temporaneamente la definizione di nuove scale delle portate, attività che saranno trasferite al nuovo anno di monitoraggio (6.PO).

9.5 CONFRONTO TRA AGLI ANNI AO, 1.PO, 2.PO, 3.PO, 4.PO E 5. PO

Il PMA ha stabilito, come principale compito dell'attività di monitoraggio, la verifica degli impatti idrologici causati dall'esercizio idroelettrico dei nuovi impianti in serie, stimandoli preventivamente in termini positivi, soprattutto a causa del drastico abbattimento nel tratto sotteso, proprio grazie allo scolmo prodotto dalle nuove centrali, del regime altamente instabile che nella fase *ante operam* aveva interessato per decenni la medio-bassa Val di Peio.

L'analisi delle serie idrologiche, a partire dall'avvio degli impianti nel 2015, conferma ampiamente l'abbattimento dei quotidiani fenomeni di *hydropeaking* e chiarisce le caratteristiche del nuovo regime idrologico, complessivamente molto più stabile del precedente nell'intera Val di Peio, per quanto ancora quotidianamente modificato dal rilascio delle portate di rispetto previste dal disciplinare di concessione. La portata integrativa costante nominale di 400 l/s da rilasciare durante ogni fase di esercizio alla vasca di carico in loc. Pont - prescritta al fine di diluire gli scarichi zootecnici e civili che ancora gravano sul T. Noce - in termini idrologici, infatti, rappresenta ancora un impatto di modesta rilevanza, in particolare nel periodo inver-

nale, sia per la frequenza (in media 2 volte al giorno) che, secondariamente, per l'intensità (comunque sempre inferiore alle minime portate di magra invernale). Altri residui impatti negativi connessi all'esistenza degli impianti, sebbene marginali e molto meno frequenti, riguardano invece gli sfiori delle portate turbinate, sia parziali che totali, conseguenti a malfunzionamenti o blocchi degli impianti lungo la nuova serie idroelettrica.

Nel nuovo contesto idrologico - caratterizzato dal forte abbattimento dell'*hydropеaking* pregresso - ora risaltano decisamente altre componenti in grado di condizionare il regime idrologico, di fatto indipendenti dai nuovi impianti in serie, quali i fattori meteo-climatici e/o le scelte gestionali degli impianti superiori HDE (Cogolo Pont e Malga Mare).

Nell'ambito temporale del PMA si ricorda che gli anni di monitoraggio *post operam* che presentano serie idrometriche complete e confrontabili (le annate di rilievo si ripetono a partire dal 10 luglio 2015, data di attivazione della Centrale di Cusiano) sono solo gli ultimi quattro (dal 2.PO al 5.PO), in quanto all'inizio della fase di esercizio dei nuovi impianti in serie i tempi di installazione e calibrazione delle sonde avevano richiesto diversi mesi per l'avvio effettivo del monitoraggio ambientale.

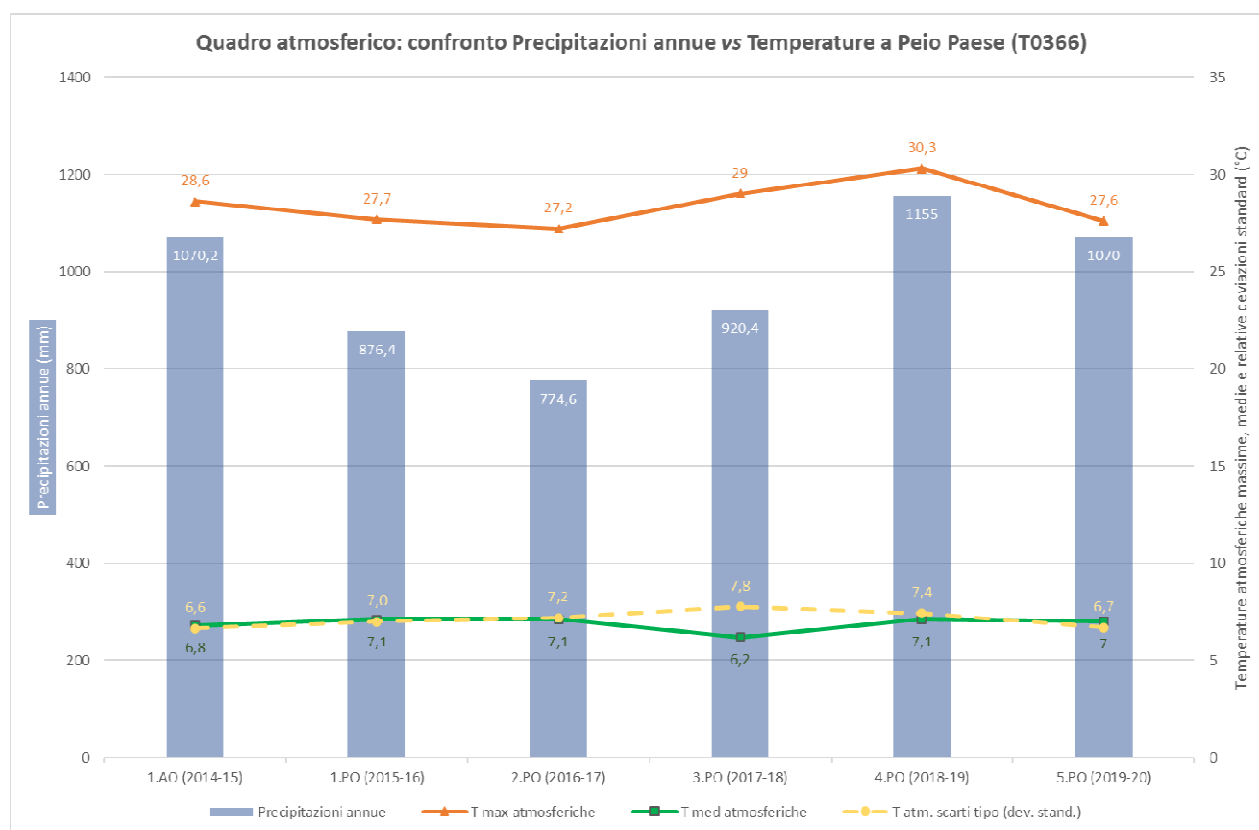


Fig. 106 - Confronto tra gli andamenti delle precipitazioni annue (istogramma blu) e delle temperature atmosferiche massime, medie e del relativo scarto tipo (deviazione standard) rilevate nella stazione Meteo Trentino a Peio Paese (T0366) nel corso del PMA.

Negli ultimi quattro anni di monitoraggio le precipitazioni cumulate annue risultano in crescita, con un picco relativo raggiunto nell'anno 4.PO, e nel campo delle temperature la variabile più correlata alle precipitazioni sembra essere la temperatura massima, rappresentativa di ondate di calore estive associate a instabilità atmosferica e quindi ad attività temporalesca (cfr. Fig. 106). La temperatura media e il relativo scarto tipo (deviazione standard), invece, presentano andamenti molto più uniformi nel breve periodo, con uno scostamento caratteristico nel precedente anno 3.PO.

I volumi annui transitati in alveo dimostrano un andamento chiaramente correlato alle precipitazioni, così come la variazione media delle portate (deviazione standard) rispetto alla propria media misurata in alveo nella porzione centrale della valle (S3 - Contra); tutti questi parametri analogamente presentano un picco relativo durante l'anno 4.PO (cfr. Fig. 107).

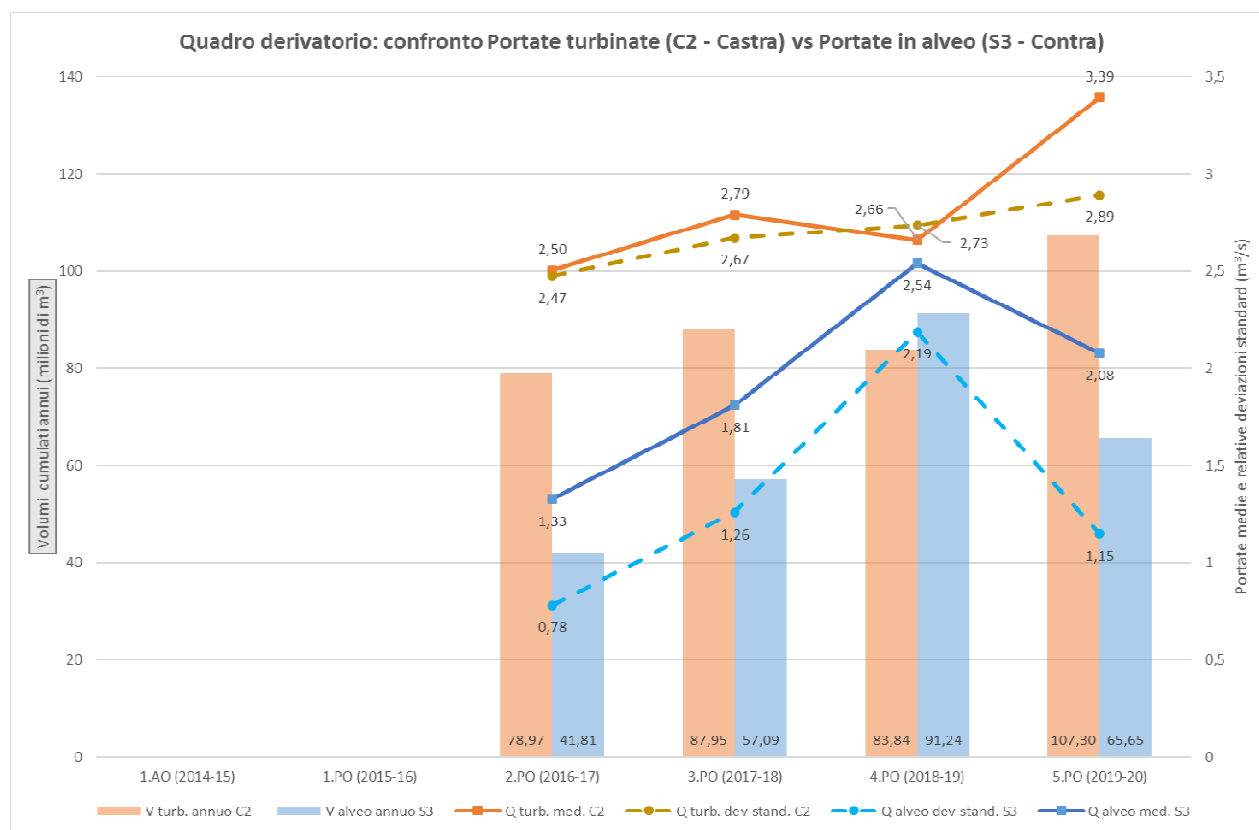


Fig. 107 - Confronto tra gli andamenti delle portate in alveo (istogramma e linee azzurre) e delle portate turbinate (istogramma e linee arancioni), distinguendo tra volume annuale e portate medie, con relativo scarto tipo dei dati (deviazione standard).

Il sistema idroelettrico preesistente, tuttavia, determina il differimento temporale dei picchi dei volumi annui turbinati, delle relative portate medie e la loro variazione tipo (deviazione standard), che raggiungono invece il massimo nell'anno 5.PO, a indicare il ruolo degli accumuli stagionali in quota delle acque derivate.

Le maggiori portate turbinabili nell'anno 5.PO, come analizzato nei precedenti paragrafi, hanno evidentemente indotto vari eventi di sfioro ai sistemi di presa degli impianti in serie, oltre che blocchi e inconvenienti alle nuove centrali, con estemporanei riversamenti improvvisi di portate turbinabili

L'effetto di tali *hydropeaking* "residui", di ordine al massimo settimanale, non ha tuttavia condizionato il quadro complessivo (non ha imposto maggiori variazioni di portata in alveo rispetto alla tendenza generale dell'anno), infatti risulta una complessiva diminuzione nell'anno 5.PO degli scarti rispetto alle portate medie transitanti in alveo.

Nel complesso, quindi, si riconferma che la restituzione delle portate turbinate a Cusiano distoglie dalla medio-bassa Val di Peio una quota molto rilevante di eventi quotidiani di *hydropeaking*, la cui presenza invece inciderebbe visibilmente qualora fossero ripristinati a Pont come un tempo. La crescita dello scarto rappresentativo dei deflussi (deviazione standard), calcolato rispetto alla portata media nello scenario senza impianti, infatti, nel grafico sottostante (cfr. Fig. 108) risulta circa 2-3 volte superiore al valore attualmente stabilizzato, al pari delle portate medie e dei volumi cumulati annui, sempre rispetto allo scenario senza impianti.

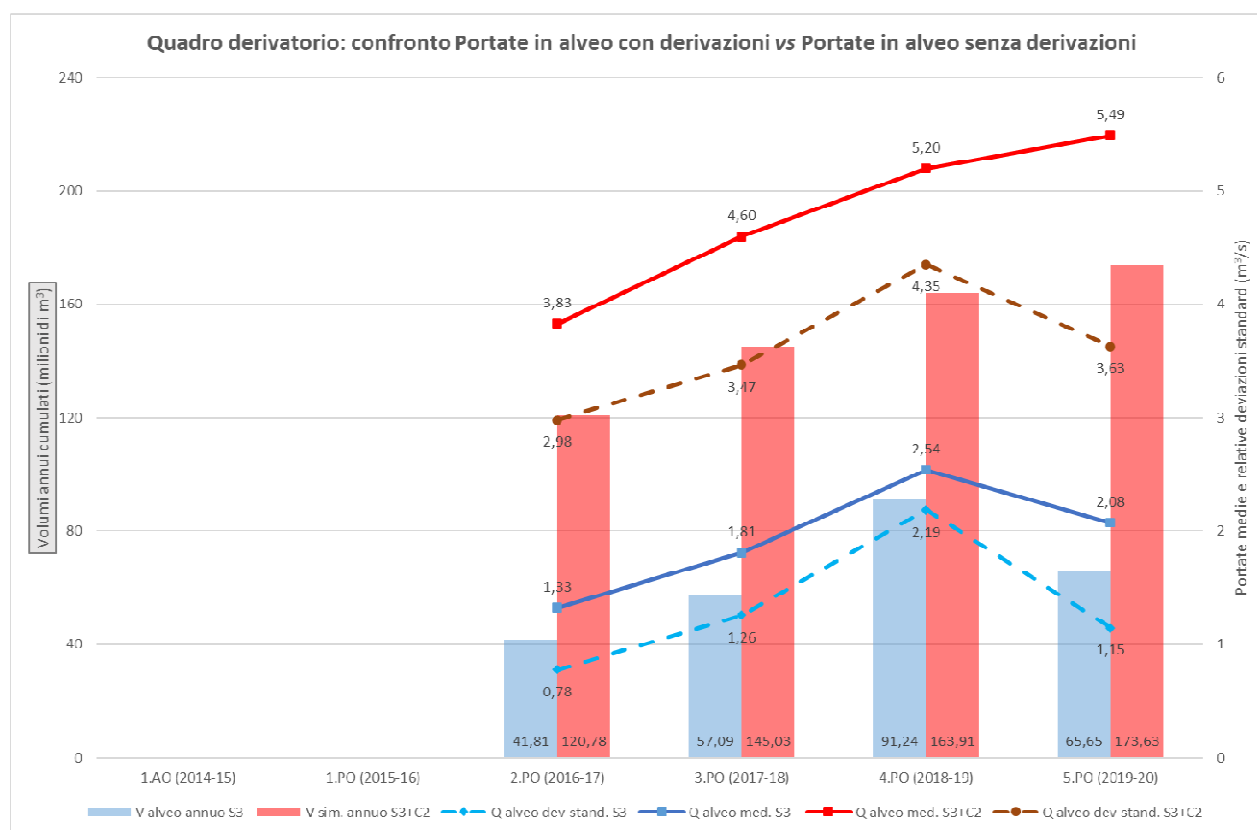


Fig. 108 - Confronto tra gli andamenti delle portate in alveo con derivazioni in serie attive (istogramma e linee azzurre) e senza (istogramma e linee rosse), distinguendo tra volume annuale e portate medie, con relativi scarti tipo (deviazioni standard) dei dati (linee tratteggiate). Notare che la deviazione standard nello scenario senza impianti è pari a 2-3 volte quella dello scenario con impianti attivi.

I nuovi impianti in serie, invece, trasferendo l'*hydropeaking* durante le fasi di esercizio in prossimità della confluenza del T. Vermigliana, di fatto ne spostano l'impatto a valle, in un tratto a partire dal quale l'ambiente torrentizio montano della Val di Peio si trasforma in un ampio fondo valle dalle caratteristiche quasi fluviali, dotato di maggior resilienza alle variazioni di portata proprio grazie al grande affluente T. Vermigliana, confluyente solo 250 m più a valle dello scarico idrico terminale della centrale di Cusiano.

A valle della confluenza, infatti, a fronte di un aumento del bacino idrografico complessivo ben inferiore al raddoppio di quello dell'intera Val di Peio (circa 61%) ma tenuto con che la parte residua non derivata della Val di Peio è poco più piccola del bacino del T. Vermigliana, le variazioni delle portate indotte a Ossana risultano, in termini sia medi che cumulati, praticamente dimezzate rispetto allo scenario in assenza di derivazioni.

10. 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 a monte nella vasca di presa dell'impianto di Contra (**C0** - Pont) e a valle nella vasca di scarico dell'ultimo impianto (**C3** - Cusiano), sono stati condotti secondo quanto previsto dal PMA, in continuità con quelli descritti nella Relazione di monitoraggio 2018-2019 e secondo la cronologia indicata nel precedente capitolo 3.

Nell'anno di monitoraggio 5.PO, come già anticipato nel § 2.4, il parametro temperatura presenta serie di dati complete e coerenti tra loro per le due stazioni superiori e le due inferiori, mentre per la stazione intermedia S3 - Contra, soprattutto dopo la piena con trasporto solido di metà giugno 2019, la serie si presenta anomala fino al primo intervento di manutenzione a ottobre 2019 e, dopo un breve periodo di regolare funzionamento, completamente interrotta fino alla primavera del 2020.

La sonda di temperatura/livello installata presso la suddetta stazione, infatti, dall'inizio dell'anno di monitoraggio 5.PO è rimasta completamente interrata fino al 29.10.2019 (data di esecuzione dei lavori di manutenzione, dopo la pulizia meccanica della sezione); successivamente, dal 17.12.2019 e fino a 24.06.2020, a causa di un evento di *hydropeaking* invernale generato dallo scarico della centrale superiore, è rimasto invece bloccato il sistema di trasmissione e registrazione dei dati.

Nel primo caso, la sonda PLS interrata ha continuato a registrare le temperature estive, sebbene non propriamente dell'acqua quanto piuttosto degli strati sommersi del terreno (come dimostrano chiaramente le variazioni circadiane molto più contenute e in equilibrio con la temperatura del terreno); nel secondo caso, invece, la sonda ha smesso di archiviare i dati per un blocco dei sistemi di trasmissione al *datalogger*, a causa probabilmente degli urti dovuti al trasporto solido al fondo, a momenti molto attivo, nel tratto fluviale risistemato nel 2018 in località Contra. La sonda, quindi, è stata ripristinata solo al termine della prima fase pandemica del Covid-19, dopo un intervento di manutenzione specialistica.

Per una visione d'insieme su scala annuale dei dati di temperatura dell'acqua, rilevati nel corso dell'intero anno 5.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 - 2019-20 - ALL Termogrammi annuali.pdf*).

Nei successivi §§ 10.1, 10.2 e 10.3, per 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 § 10.4 si descrivono alcuni grafici a scala settimanale, come approfondimento degli eventi e delle fasi termometriche peculiari dell'anno 5.PO. Il paragrafo 10.5, quindi, 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 a valle dei nuovi impianti in serie (fatti salvi i brevi periodi di blocco o interruzione dei singoli impianti). Dopo l'avvio in esercizio dei nuovi impianti, infatti, la variazione indotta sulle temperature dell'alveo dallo scarico delle acque turbinate non si manifesta più lungo il tratto terminale del T. Noce Bianco e l'intero corso del T. Noce della Val di Peio, ma risulta limitata al breve tratto a valle dello scarico dell'impianto di Cusiano, a poca distanza dalla confluenza del T. Vermigliana, per manifestarsi in prevalenza solo nel T. Noce della Val di Sole. Il paragrafo conclusivo (cfr. § 10.6), infine, riporta delle considerazioni di medio periodo sugli aspetti termometrici emersi al termine del primo sessennio di monitoraggio.

10.1 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.

Il tratto del T. Noce Bianco afferente all'impianto di Contra inizia dallo scarico della centrale HDE di Pont, in particolare dalla vasca di presa C0. La stazione S1 è posta a monte di tale scarico e caratterizza il tratto basale del T. Noce Bianco, quello che non viene influenzato (tratto di riferimento) dall'attività degli impianti della nuova serie idroelettrica (Contra, Castra e Cusiano), ma che invece è sotteso dall'impianto HDE di Cogolo Pont.

La stazione S1, peraltro, viene utilizzata anche per caratterizzare il primo tratto sotteso, quello che in caso di blocco dell'impianto di Contra risente della risalita dei fenomeni di *hydro-thermopeaking* fino allo scarico della centrale HDE. Fatta salva la gestione idroelettrica imposta dal concessionario di monte (HDE s.r.l.), in questo primo tratto i blocchi dovuti all'impianto di Contra nell'anno 5.PO hanno inciso per quattro ore (cfr. Tab. 1).

- * 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)

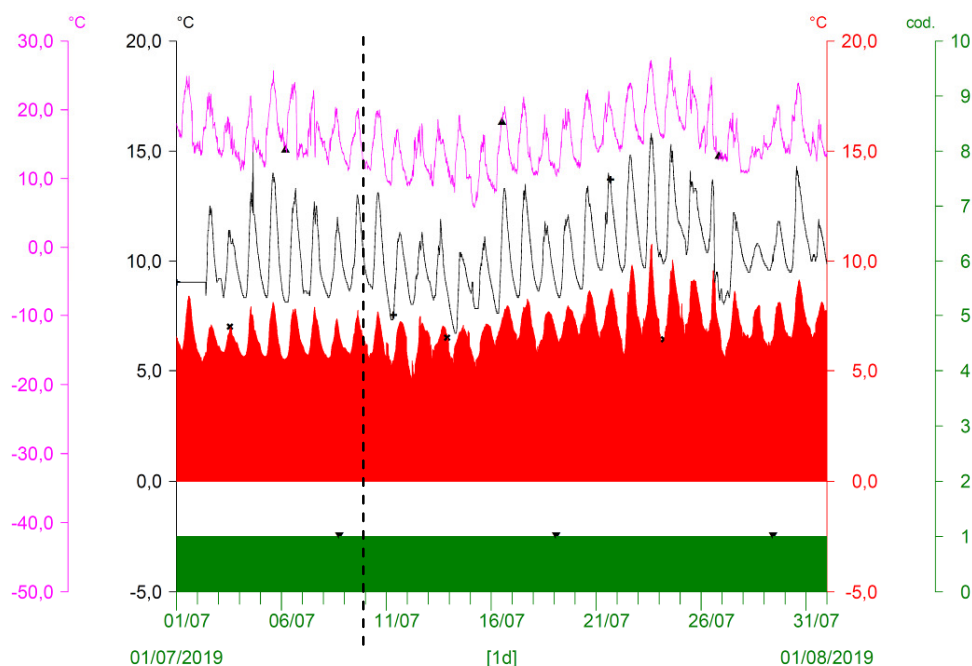


Fig. 109 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di LUGLIO 2019. Nel diagramma è indicato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2019, in continuità con il termine dell'anno di monitoraggio 4.PO.

- * 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)

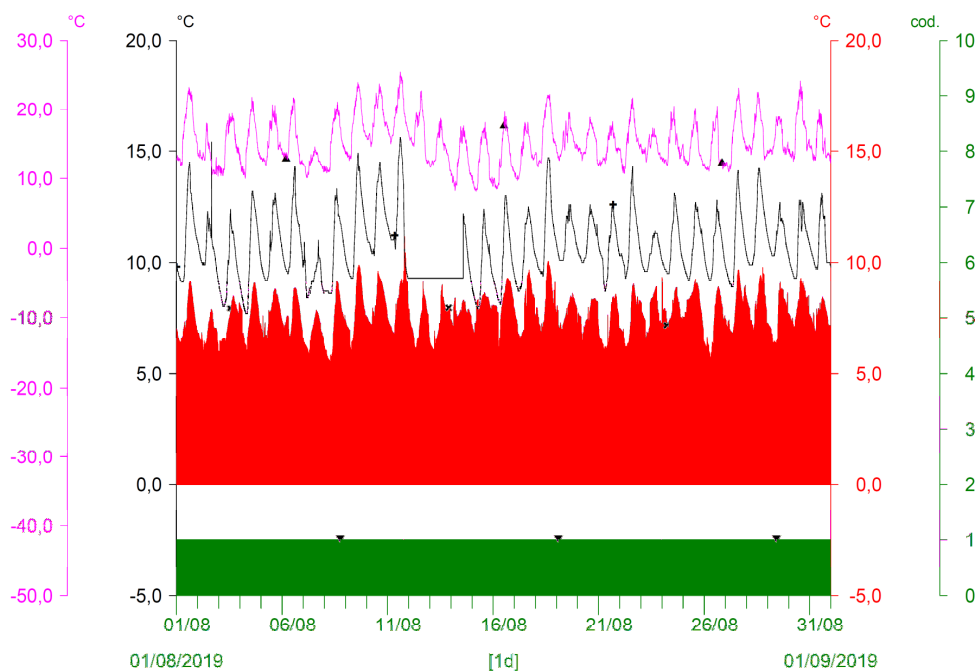


Fig. 110 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di AGOSTO 2019. La breve fase di moderato rialzo termico nella prima metà di agosto determina un incremento delle portate da scioglimento glaciale con trasporto solido e diverse manovre di regolazione delle opere di presa, con interruzione per due giorni della registrazione dati, quale effetto della piena.

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

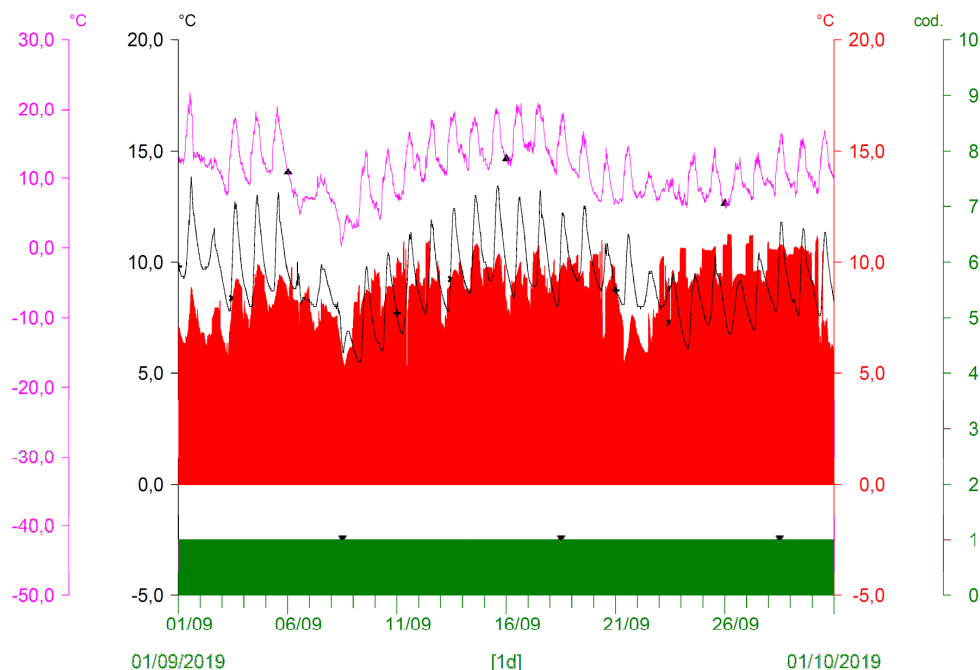


Fig. 111 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di SETTEMBRE 2019. Le temperature in alveo e in condotta si riallineano già a partire da inizio mese, mentre il breve blocco degli impianti del 14.09 interrompe il regime continuo (esteso a tutto il mese).

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

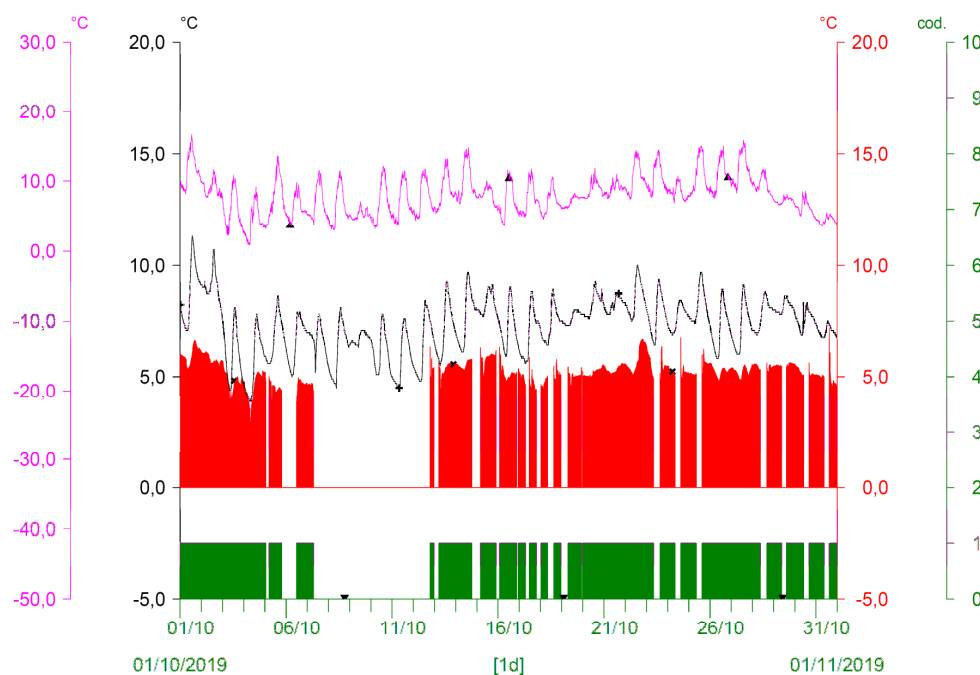


Fig. 112 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di OTTOBRE 2019. Dal 07. al 12.10.2019 il blocco dell'impianto HDE di Pont durante lo svasso di Malga Mare determina un mantenimento delle temperature in alveo (linea nera) su valori più bassi del solito. La manutenzione del L. di P. Palù estende il thermopeaking freddo estivo a tutto il mese di ottobre.

- * 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. 113 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di NOVEMBRE 2019. Dalla seconda settimana, con la fine lavori al L. di P. Palù, si completa l'inversione termica. Le acque in alveo, tra l'altro, si raffreddano velocemente durante il periodo di intense precipitazioni nevose, arrivando anche ai primi due giorni di congelamento anticipato dell'alveo (15-17.11.2019).

- * 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. 114 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di DICEMBRE 2019. Le temperature atmosferiche si mantengono attorno a pochi gradi sopra lo 0°C per tutto il mese, senza peraltro che le acque in alveo subiscano fenomeni di congelamento.

- * 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)

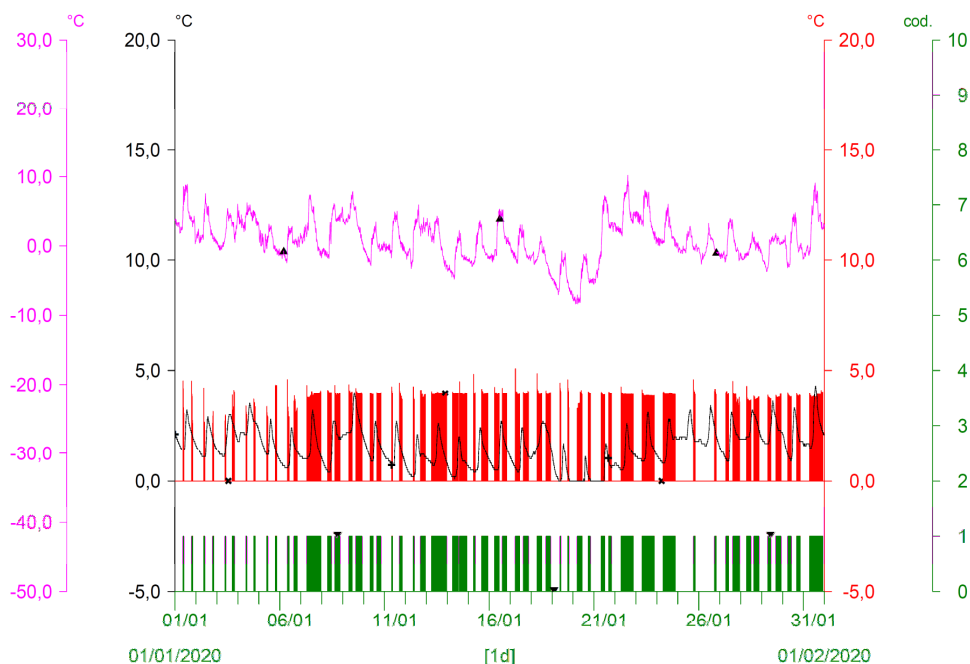


Fig. 115 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di GENNAIO 2020. Due soli giorni di congelamento delle acque dell'alveo (linea nera piatta) dal 19 al 21.01.20, mentre le acque turbinate mantengono una temperatura mediamente compresa tra 3,5 e 4°C (istogramma rosso), circa 0,5°C più alte rispetto alle temperature dello stesso mese del 2019.

- * 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)

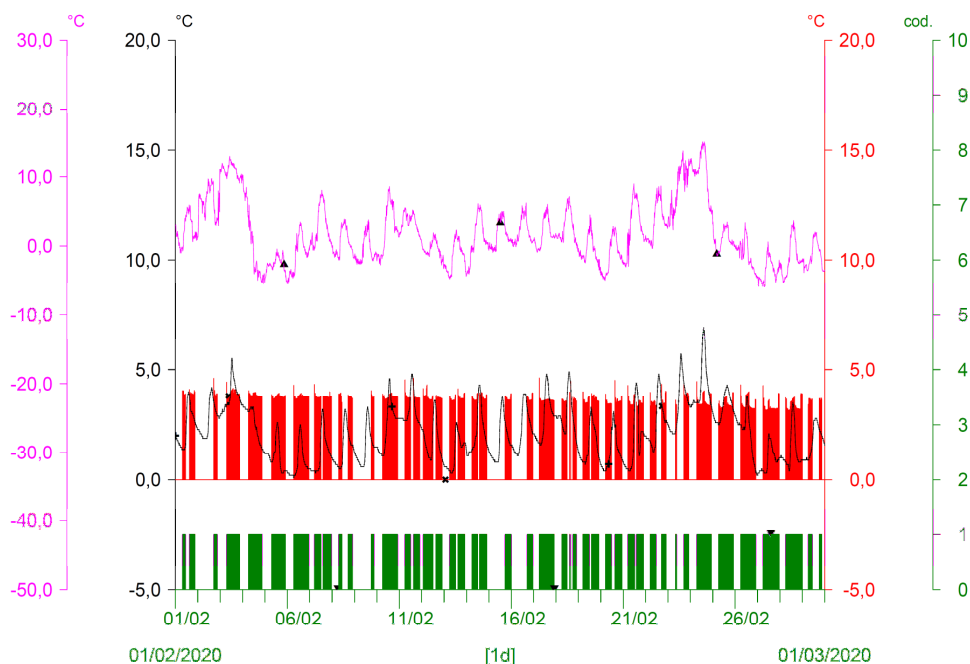


Fig. 116 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di FEBBRAIO 2020. A fine mese si nota un breve ma deciso superamento delle temperature in alveo rispetto a quelle in condotta, inoltre per le temperature in condotta, la graduale diminuzione durante il mese, dai 4°C iniziali ai 3,2°C finali.

- * 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)

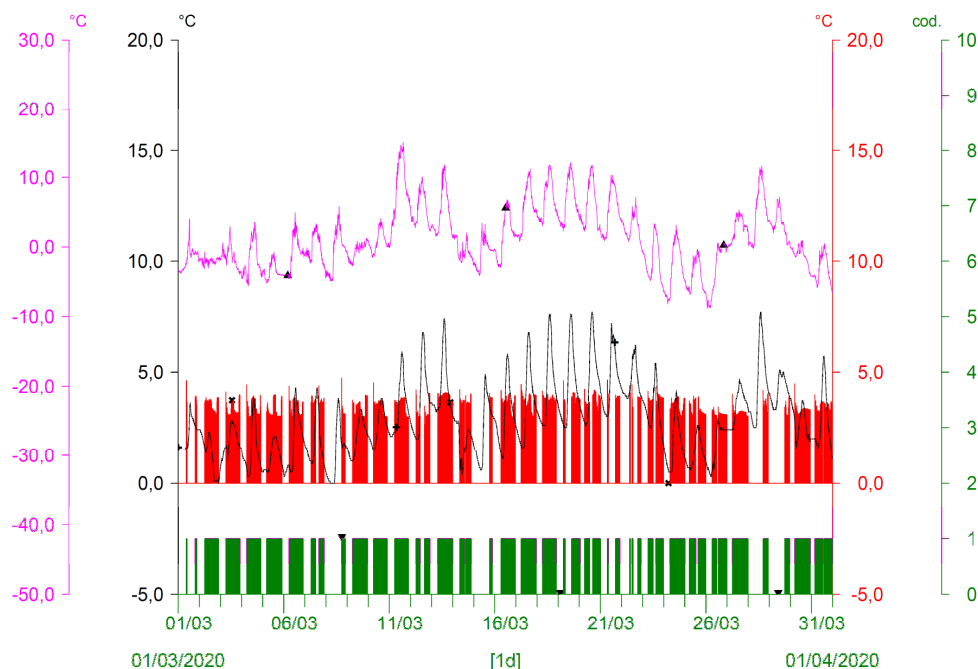


Fig. 117 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di MARZO 2020. L'andamento delle temperature in alveo dimostra l'avvio dell'inversione termica solo nella seconda metà del mese.

- * 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)

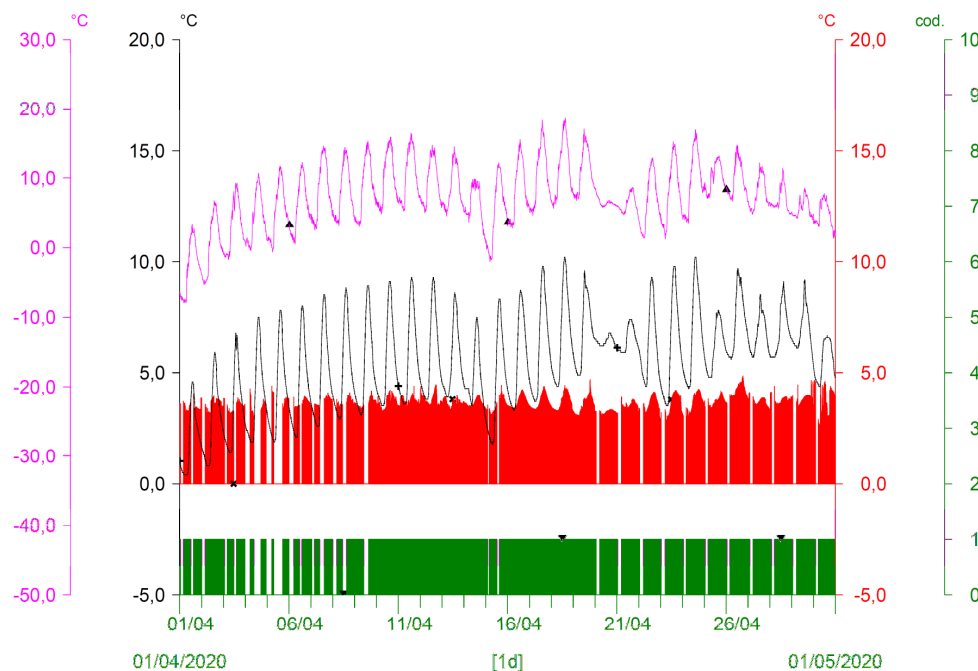


Fig. 118 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di APRILE 2020. Si osserva il completamento della fase di inversione termica a partire dalla fase isolata a produzione continua tra il 10. e il 20.04.2020.

- * 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)

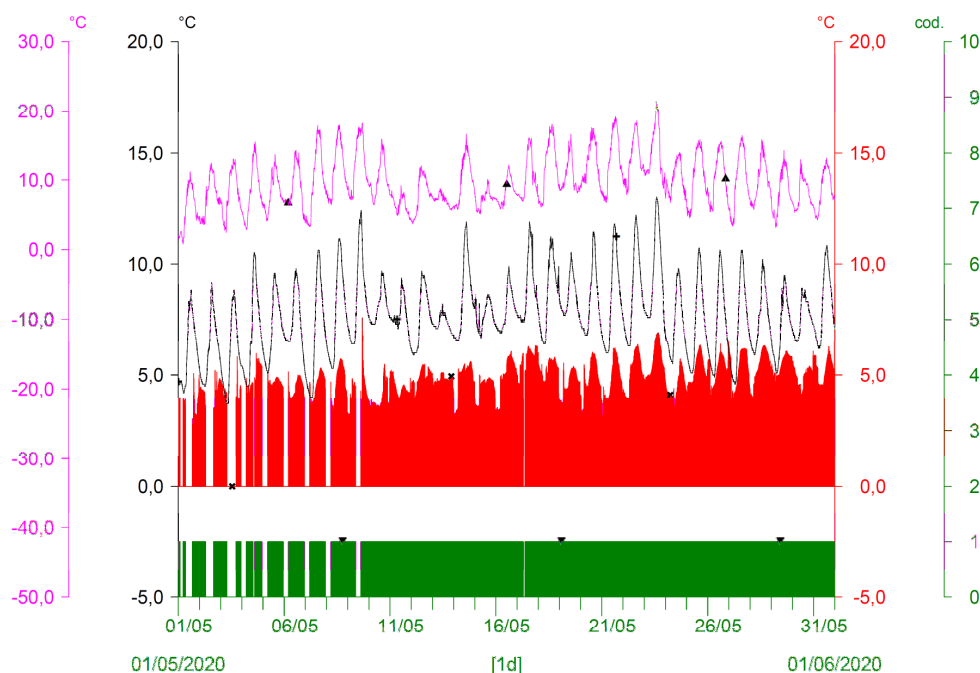


Fig. 119 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di MAGGIO 2020. Il regime produttivo continuo si avvia il 09.05.2020, con anticipo di 21 giorni rispetto al 2019, mentre il mattino del 17.05 ha luogo la breve fase di blocco che genera hydropeaking e, associato, lieve thermopeaking.

- * 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)

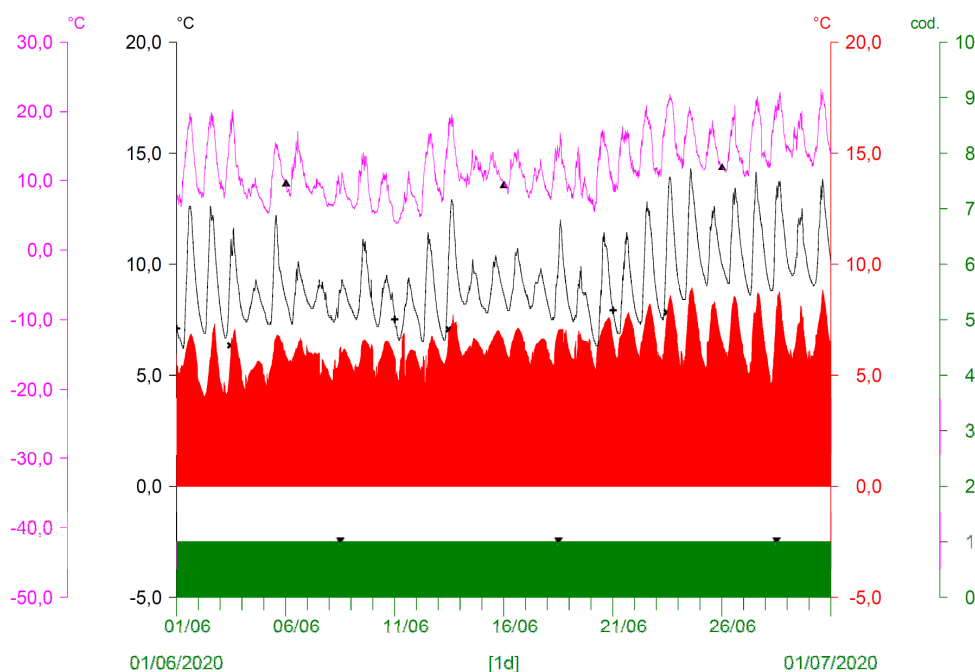


Fig. 120 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di GIUGNO 2020. Evidenti le intense oscillazioni circadiane delle temperature dell'acqua, sia turbinata che in alveo, condizionate dalle variazioni della temperatura atmosferica.

* 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)

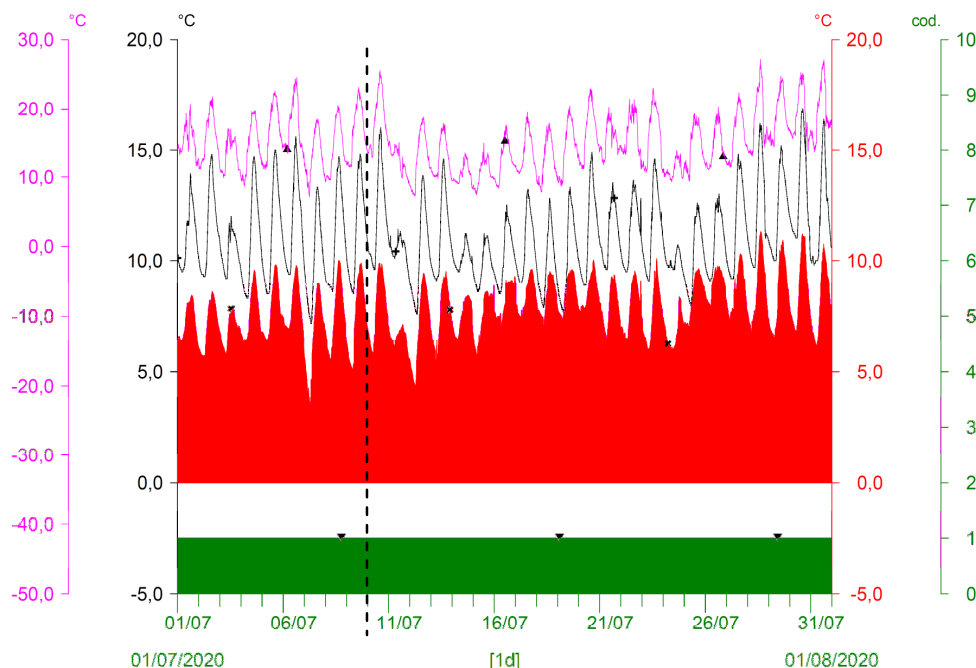


Fig. 121 - Termogrammi comparati C0 vs S1 del mese di LUGLIO 2020. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 5.PO.

10.2 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.

Il tratto del T. Noce sotteso all'impianto di Castra (C2), in cui è stata posizionata la stazione S3 al fine di caratterizzare la media Val di Peio, costituisce il secondo della nuova serie idroelettrica, quello che risente in forma intermedia degli eventuali nuovi blocchi impiantistici. Oltre alle interruzioni complete della nuova serie, imposte dall'impianto di Contra, in questo tratto si aggiungono anche quelle dovute al solo impianto di Castra, che generano la risalita dei fenomeni di *hydro-thermopeaking* fino allo scarico della centrale di Contra. Fatta salva la gestione idroelettrica imposta dal concessionario di monte (HDE s.r.l.), quindi, i blocchi in questo tratto aumentano e incidono per un totale di quasi due giornate e mezza (cfr. Tab. 1).

- * 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)

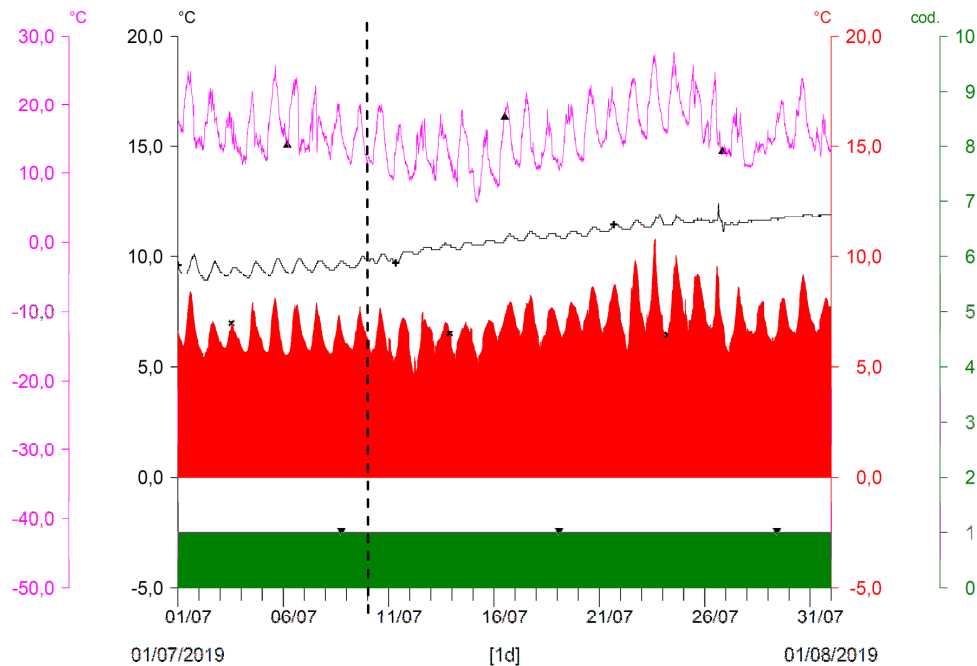


Fig. 122 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. È evidenziato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2019, in continuità con il termine del precedente anno di monitoraggio 4.PO, e subito dopo l'effetto sempre crescente dell'interrimento delle sonde (riduzione delle oscillazioni) con la conseguente registrazione della temperatura del fondale invece che dell'acqua.

- * 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)

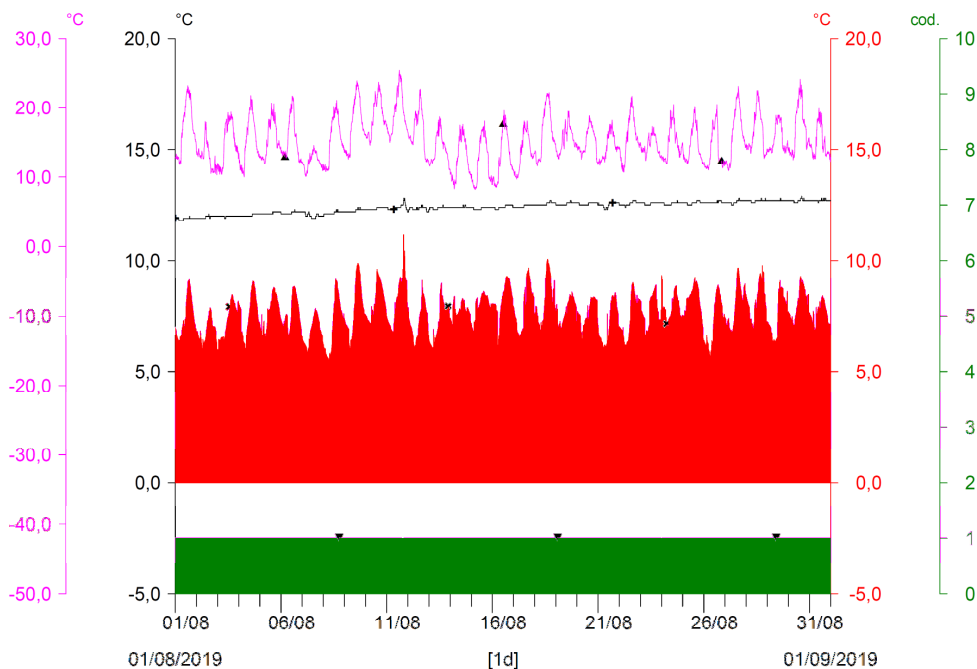


Fig. 123 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di AGOSTO 2019. Le temperature del fondale dell'alveo (linea nera con minime oscillazioni) raggiungono i massimi valori a fine agosto.

- * 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)

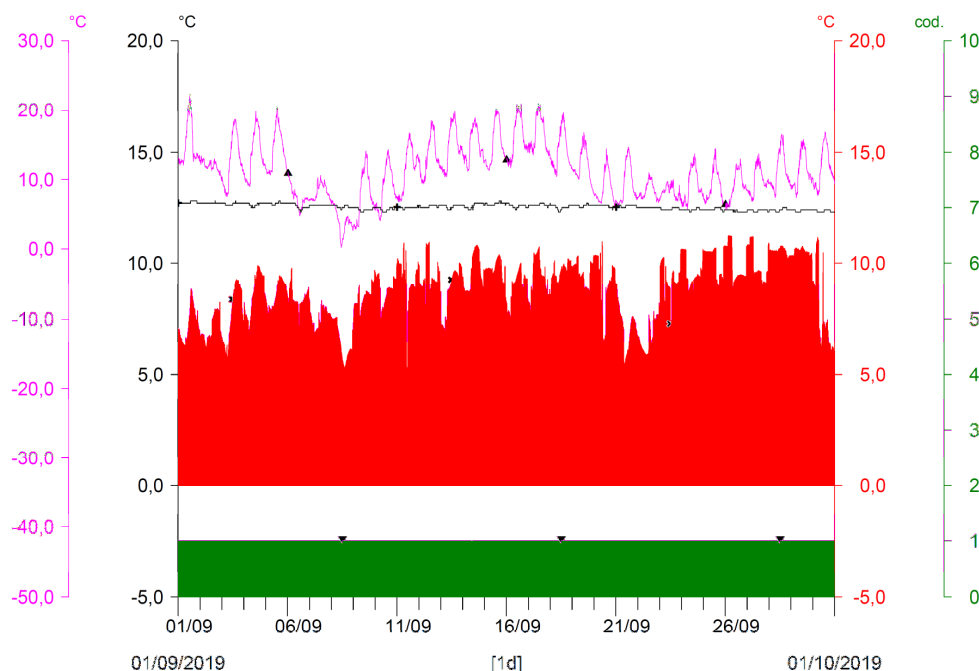


Fig. 124 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2019. Si nota il graduale abbassamento delle temperature del fondale dell'alveo (linea nera con minime oscillazioni circadiane).

- * 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)

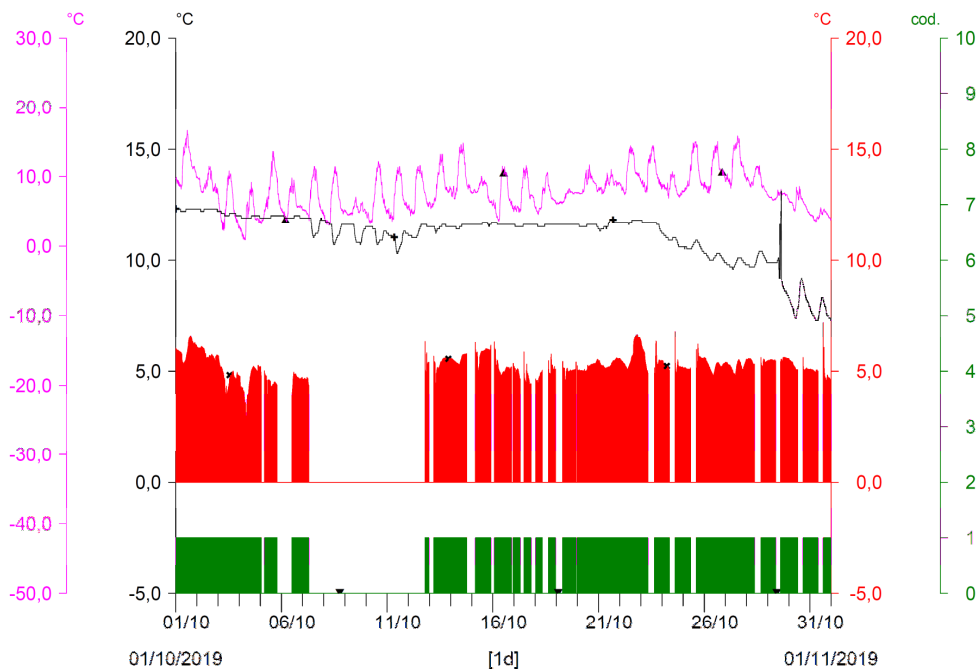


Fig. 125 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di OTTOBRE 2019. Durante i giorni di svasso del bacino di Malga Mare (dal 07. al 12.10.2019) e temperature del fondale d'alveo si abbassano durante il dì a causa delle maggiori portate fredde scaricate, mentre alla fine del mese ricompaiono i massimi diurni a seguito dello sghiaimento e del ripristino della stazione di misura.

- * 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)

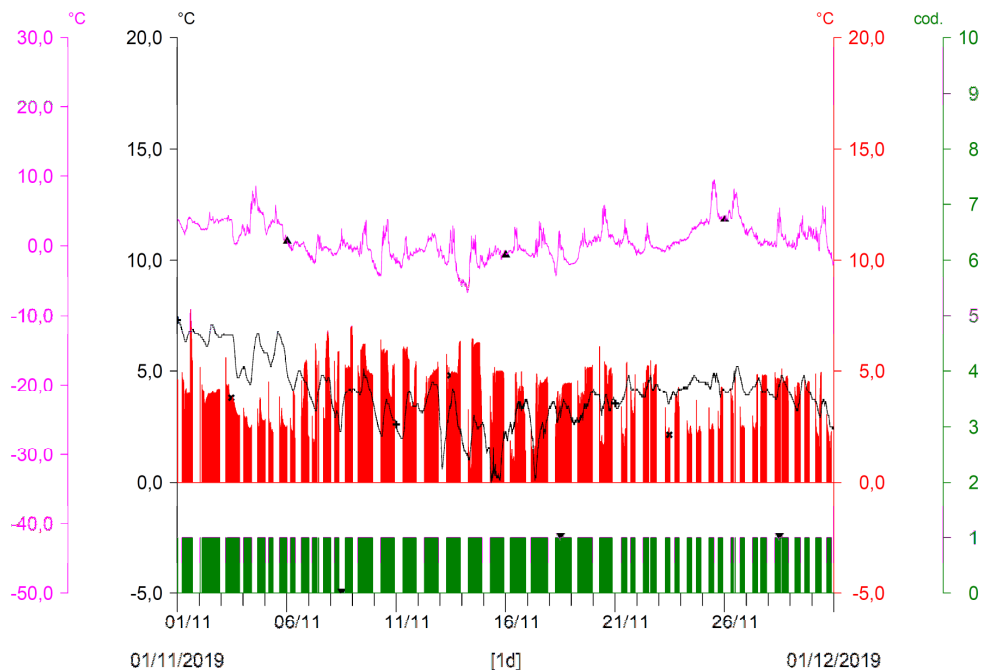


Fig. 126 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2019. Dalla seconda settimana, con la fine lavori al L. di P. Palù, si completa l'inversione termica. Le acque in alveo, tra l'altro, si raffreddano velocemente durante il periodo di intense precipitazioni nevose, arrivando anche ai primi due giorni di congelamento anticipato dell'alveo (15-17.11.2019).

- * 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)

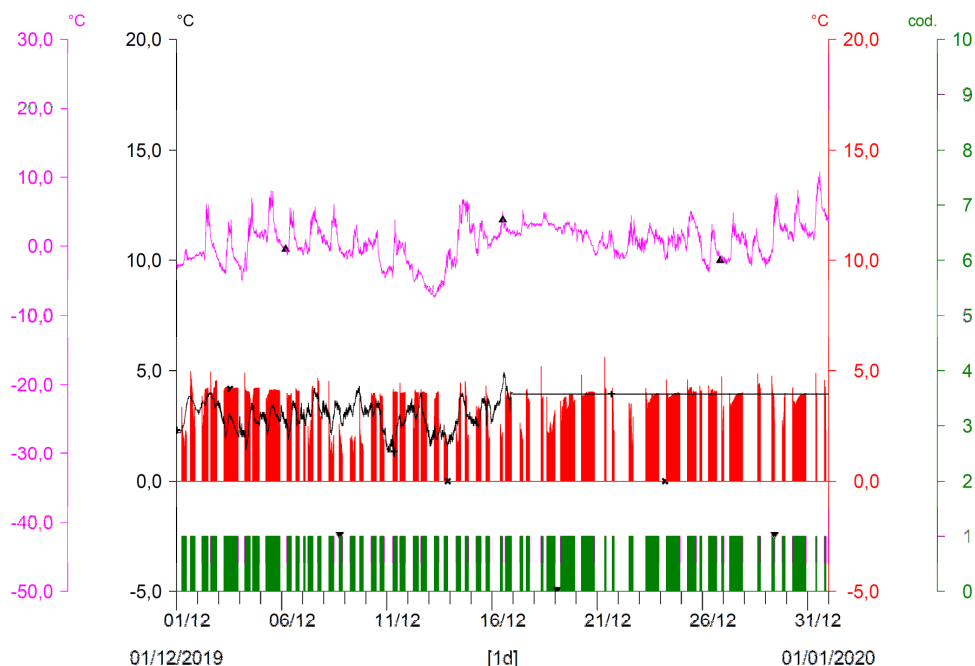


Fig. 127 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di DICEMBRE 2019. Dal 15. al 17.12 la centrale di Castra (C2) si blocca e le acque turbinate escono dallo scarico di Contra (C1), provocando l'interruzione delle registrazioni delle temperature in S3 - Contra il 17.12.19.

* 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)

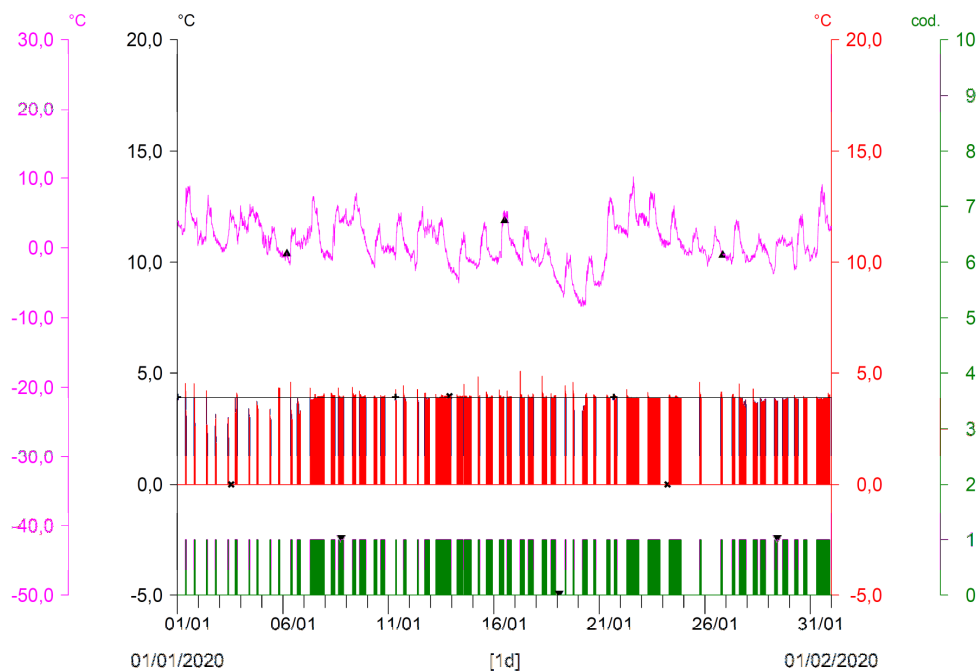


Fig. 128 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di GENNAIO 2020. Le temperature dell'acqua turbinata si mantengono prevalentemente comprese tra 3,5 e 4°C (istogramma rosso), circa 0,5°C più alte rispetto alle temperature dello stesso mese del 2019.

* 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)

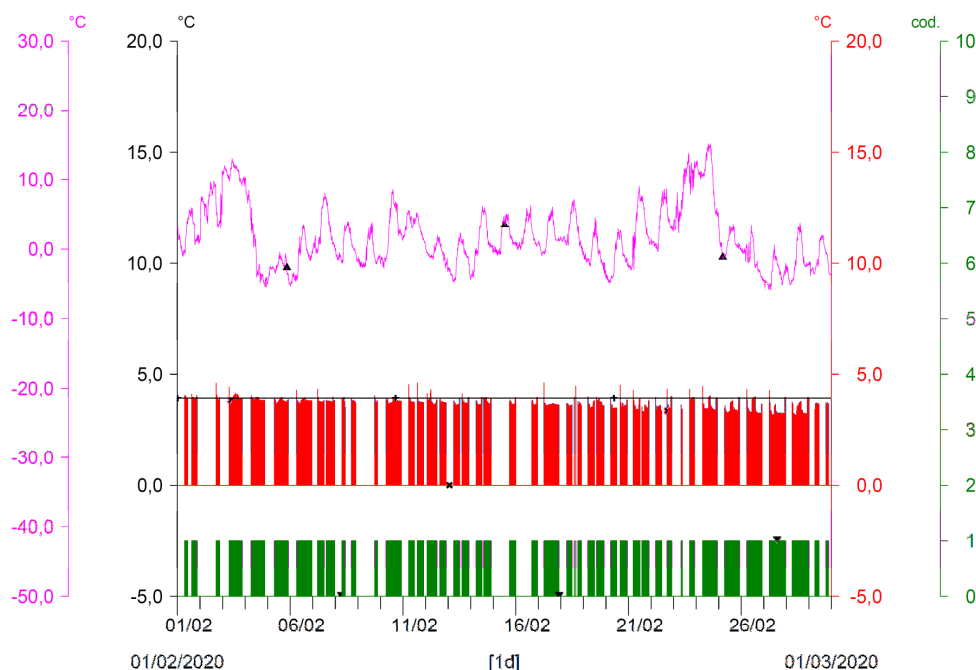


Fig. 129 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2020. Notare come le temperature in condotta in fase di esercizio presentino una graduale diminuzione durante l'intero mese, passando dai circa 4°C iniziali ai 3,2°C finali.

- * 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)

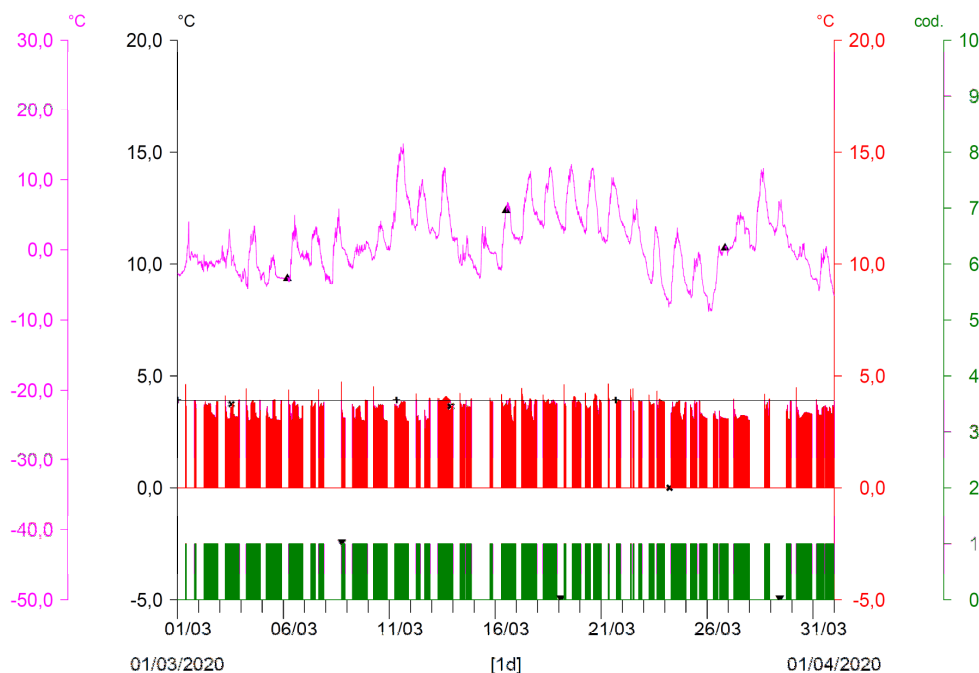


Fig. 130 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di MARZO 2020. Le temperature delle acque turbinate in fase di esercizio raggiungono il minimo di circa 3°C alla fine del mese.

- * 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)

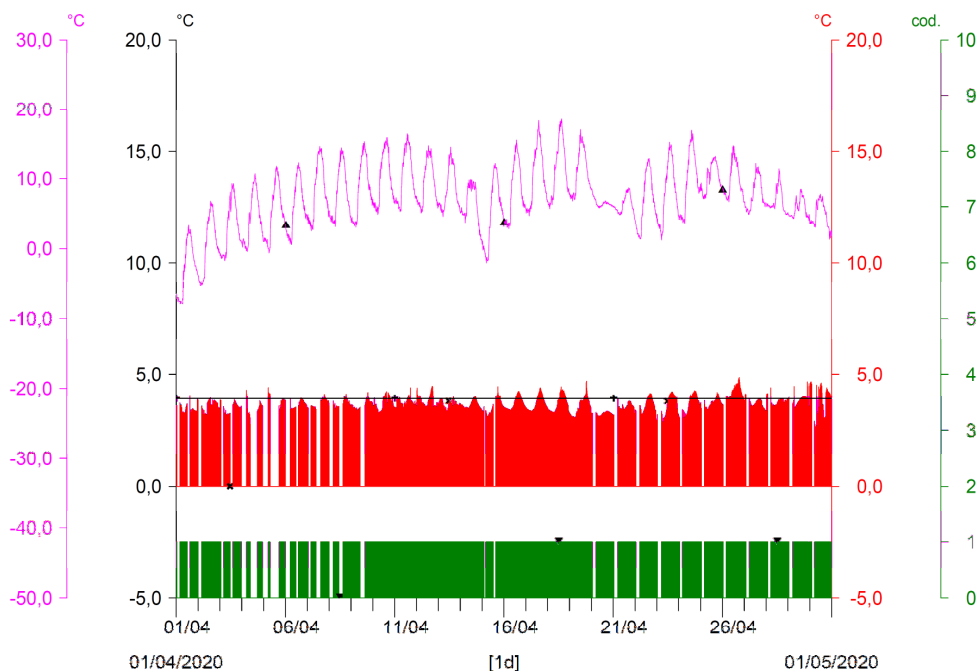


Fig. 131 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di APRILE 2020. Notare la fase produttiva a regime continuo a metà aprile e la crescita delle oscillazioni circadiane delle acque turbinate (in cui cresce la componente delle derivazioni superficiali) a partire dall'inizio della morbida nivale.

- * 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)

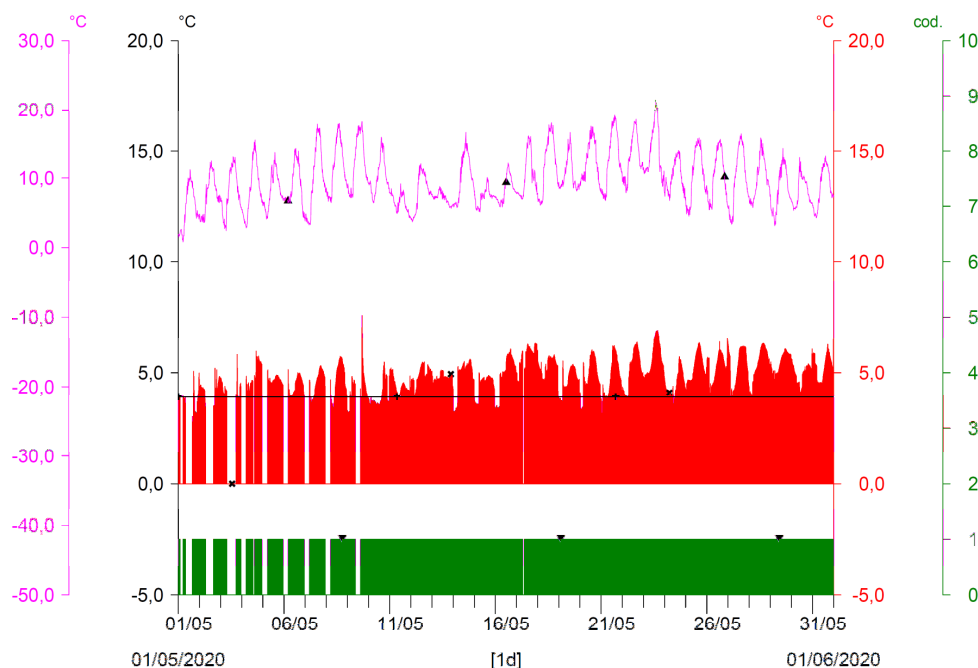


Fig. 132 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di MAGGIO 2020. Il regime produttivo continuo si avvia il 09.05.2020, con anticipo di 21 giorni rispetto al 2019; il mattino del 17.05 ha luogo la breve fase di blocco che genera hydropeaking e, associato, lieve thermopeaking.

- * 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)

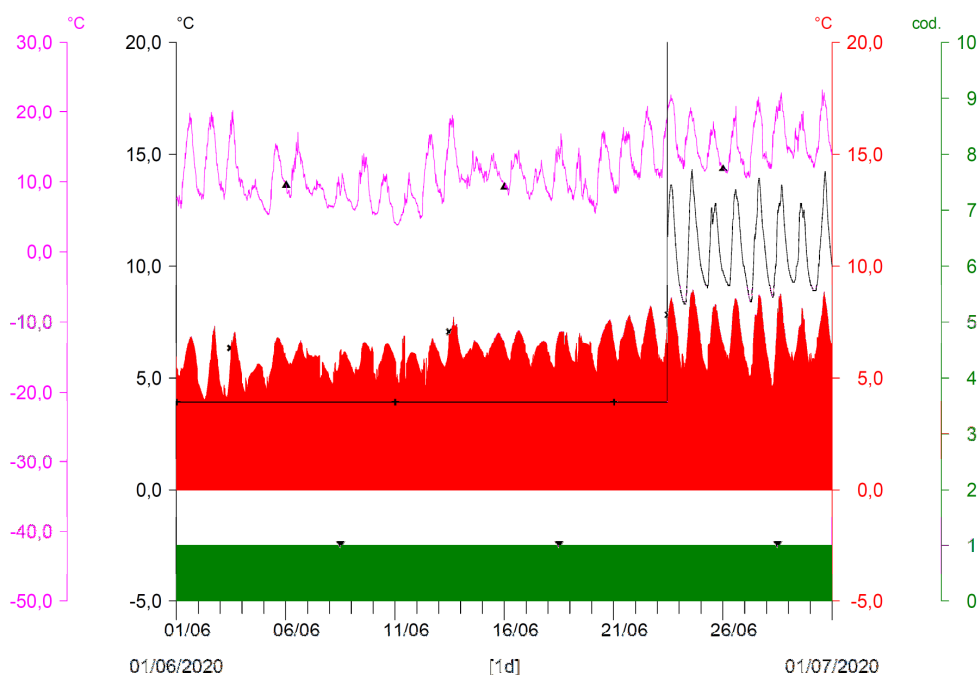


Fig. 133 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di GIUGNO 2020. Si noti la riattivazione del sistema di registrazione e trasmissione dei dati di temperatura nella seconda metà del mese, peraltro dopo l'evento di thermopeaking del 18.06 generato dal blocco della centrale di Castra (C2) e dalla restituzione delle acque turbinate dallo scarico della centrale di Contra (C1).

* 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)

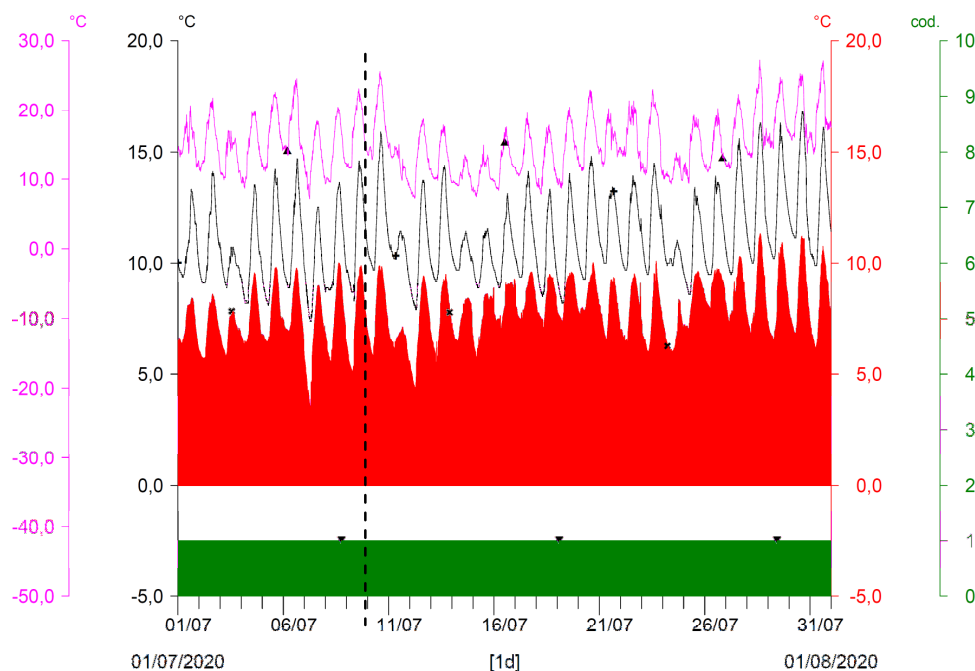


Fig. 134 - Termogrammi comparati C0 vs S3 del mese di LUGLIO 2020. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 5.PO.

10.3 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). I dati sono 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 considerate solo nelle fasi di attività della stessa (scarico C3 attivo = vasca piena, indicato dall'istogramma verde), pertanto quando gli impianti sono fermi la temperatura in vasca viene convenzionalmente riportata a 0°C, evitando la naturale deriva verso la temperatura del terreno. Il tratto del T. Noce sotteso all'impianto di Cusiano, in cui ricade la stazione omonima S4 della bassa Val di Peio, costituisce l'ultimo della nuova serie idroelettrica e quello che risente, più degli altri a monte, dei blocchi temporanei dei nuovi impianti. Oltre alle interruzioni imposte dagli impianti di Contra e Castra, infatti, in questo tratto si aggiungono anche quelle, indipendenti, dovute al solo impianto di Cusiano, che comportano la risalita dei fenomeni di *hydro-thermopeaking* fino allo scarico della centrale di Castra. Fatta salva la gestione idroelettrica imposta dal concessionario di monte (HDE s.r.l.), infatti, i blocchi nell'ultimo tratto aumentano e incidono per poco più di sei giorni e mezzo (cfr. Tab. 1).

- * 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)

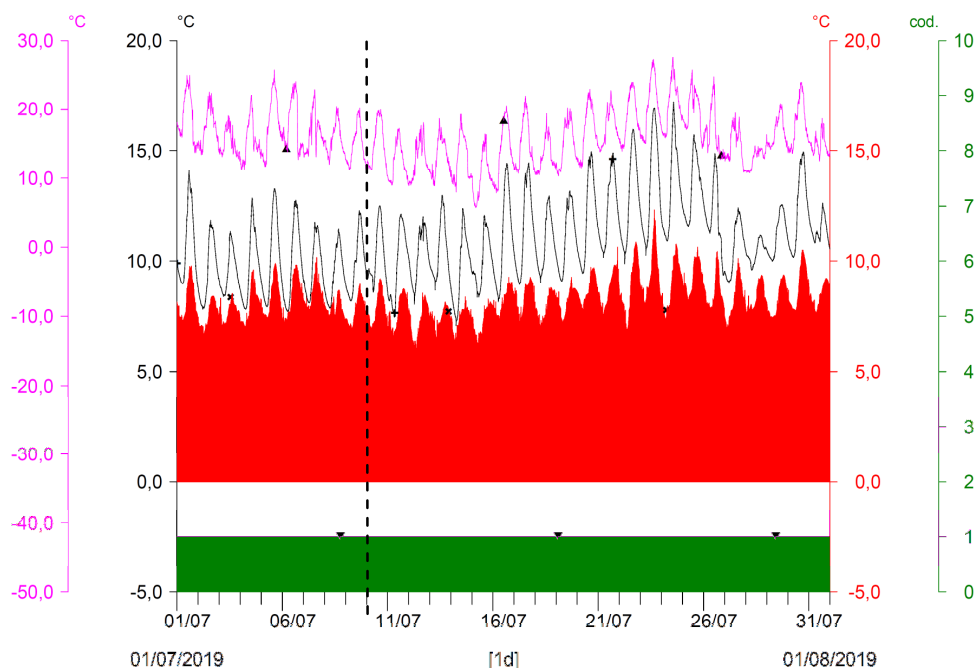


Fig. 135 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di LUGLIO 2019. È indicato l'avvio delle registrazioni il 10.07.2019, in continuità con il termine del precedente anno di monitoraggio 4.PO.

- * 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)

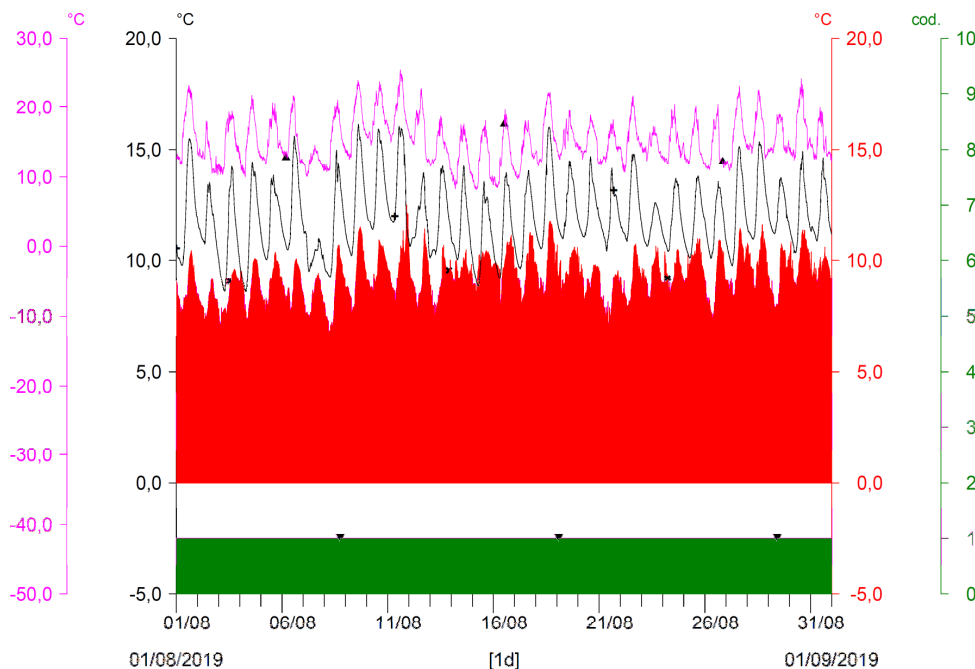


Fig. 136 - Fig. 1 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di AGOSTO 2019. Una breve fase di moderato rialzo termico ha luogo nella prima metà di agosto, con conseguente incremento delle portate da scioglimento glaciale e abbondante trasporto solido, e la contestuale crescita delle temperature, sia in alveo che 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)

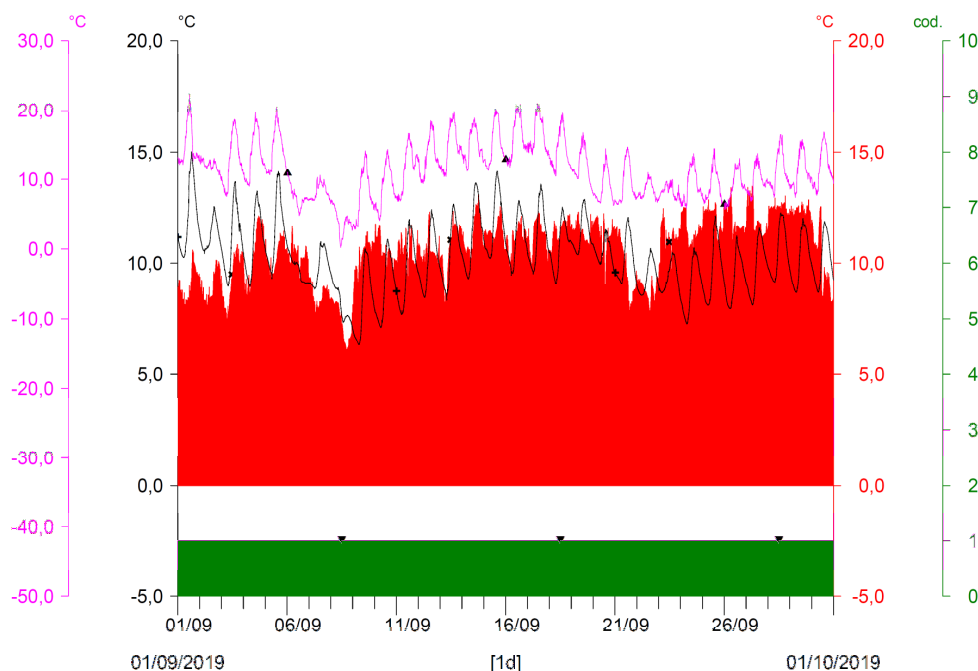


Fig. 137 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di SETTEMBRE 2019. Le temperature in alveo e in condotta si riallineano già a partire da inizio mese, mentre il breve blocco degli impianti del 14.09 interrompe il regime continuo (esteso a tutto il mese).

- * 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)

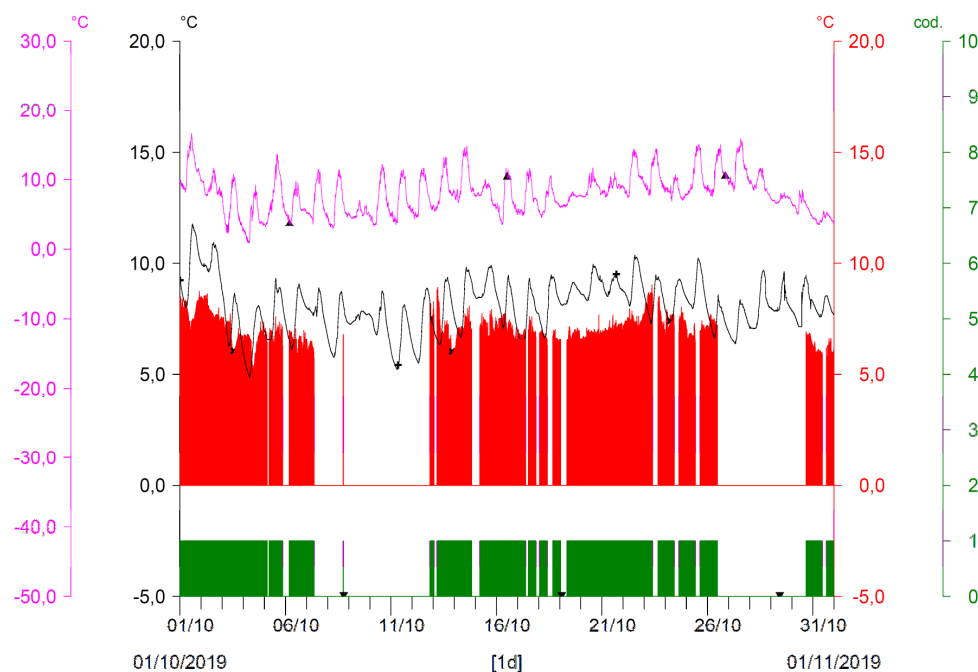


Fig. 138 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di OTTOBRE 2019. La manutenzione del L. di P. Palù estende il thermopeaking freddo estivo a tutto il mese. Dal 07. al 12.10.2019 l'impianto HDE di Pont è bloccato durante lo svasso di Malga Mare e dal 26. al 30.10.2019 è in blocco il solo impianto C3 - Cusiano, che impone lo scarico alla centrale di Castra.

- * 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)

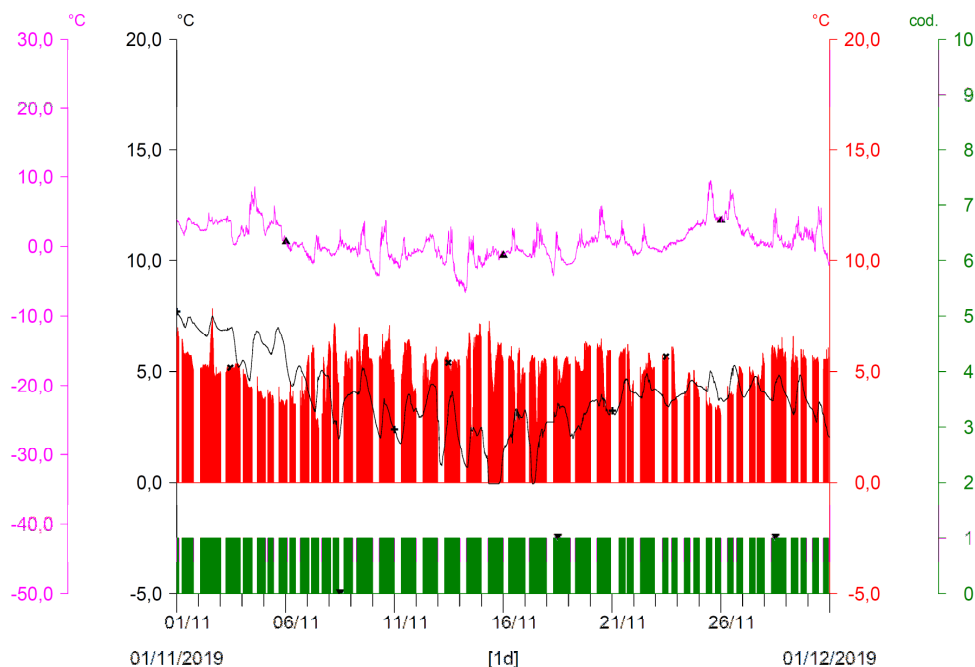


Fig. 139 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di NOVEMBRE 2019. Dalla seconda settimana, con la fine lavori al L. di P. Palù, si completa l'inversione termica. Le acque in alveo, tra l'altro, si raffreddano velocemente durante il periodo di intense precipitazioni nevose, arrivando anche ai primi due giorni di congelamento anticipato dell'alveo (15-17.11.2019).

- * 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)

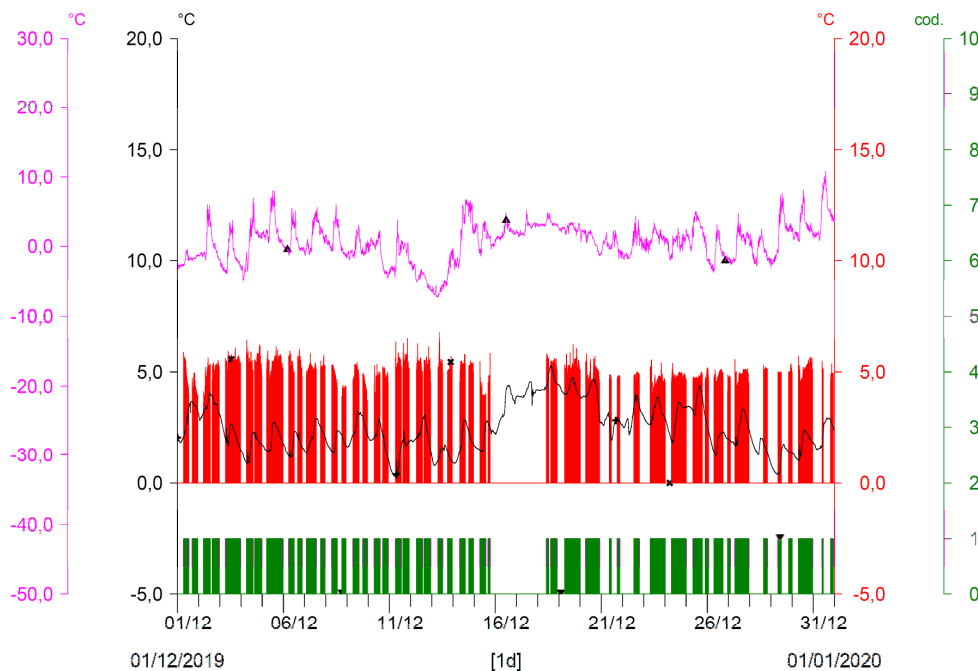


Fig. 140 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di DICEMBRE 2019. Sono assenti fenomeni di congelamento dell'alveo per tutto il mese e la produzione si blocca per poco più di 2 giorni (blocco C2 e C3), con restituzione delle acque turbinate alla centrale di Contra (C1).

- * 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)

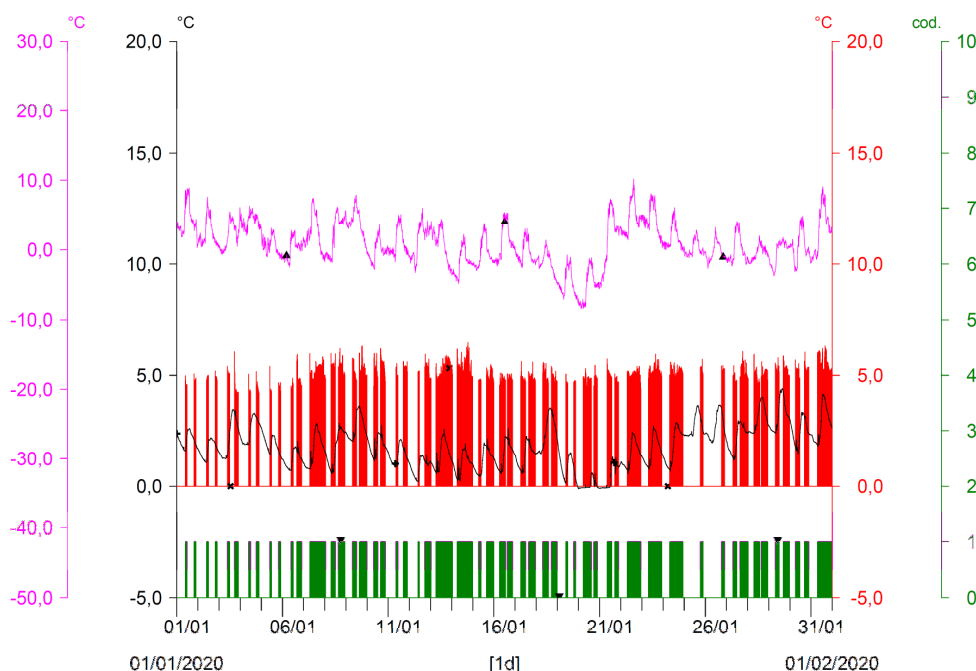


Fig. 141 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di GENNAIO 2020. Due soli giorni di congelamento delle acque dell'alveo (linea nera piatta) dal 19 al 21.01.20, mentre le acque turbinate mantengono una temperatura mediamente compresa tra 5 e 5,5°C (istogramma rosso), circa 0,5°C più alte rispetto alle temperature dello stesso mese del 2019.

- * 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)

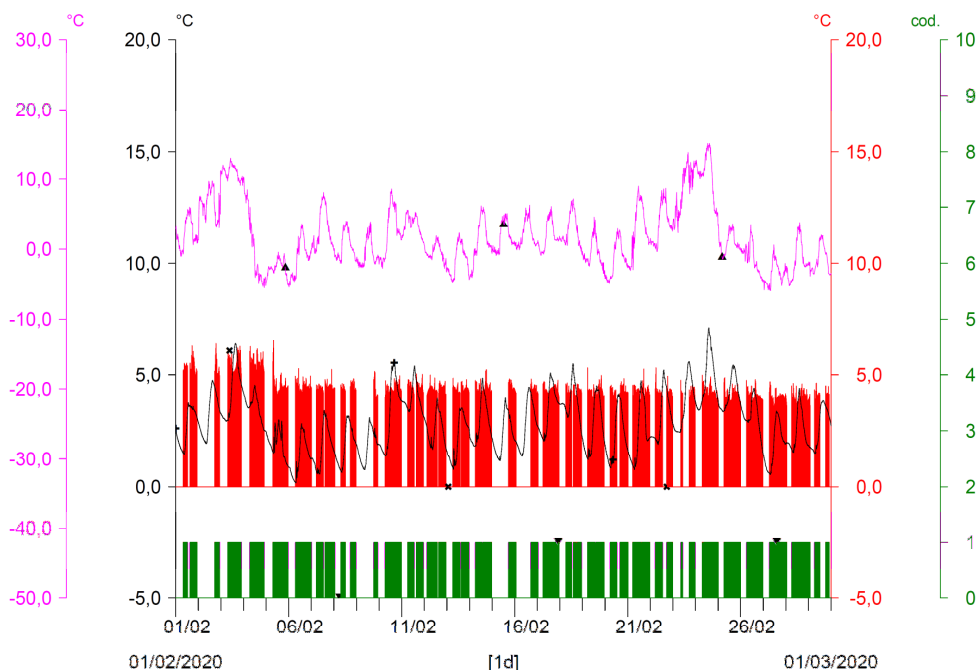


Fig. 142 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di FEBBRAIO 2020. A fine mese le temperature in alveo superano per poco tempo quelle in condotta; inoltre le temperature in condotta diminuiscono gradualmente durante il mese, dai circa 5°C iniziali ai 4°C finali.

- * 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)

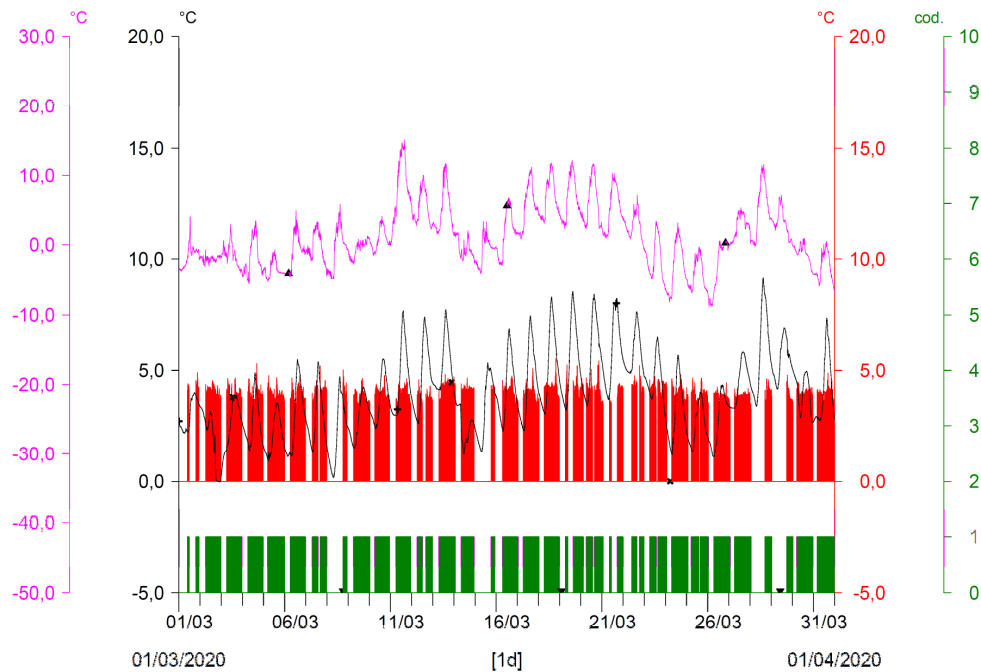


Fig. 143 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di MARZO 2020. L'andamento delle temperature in alveo dimostra l'avvio dell'inversione termica solo nella seconda metà del mese.

- * 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)

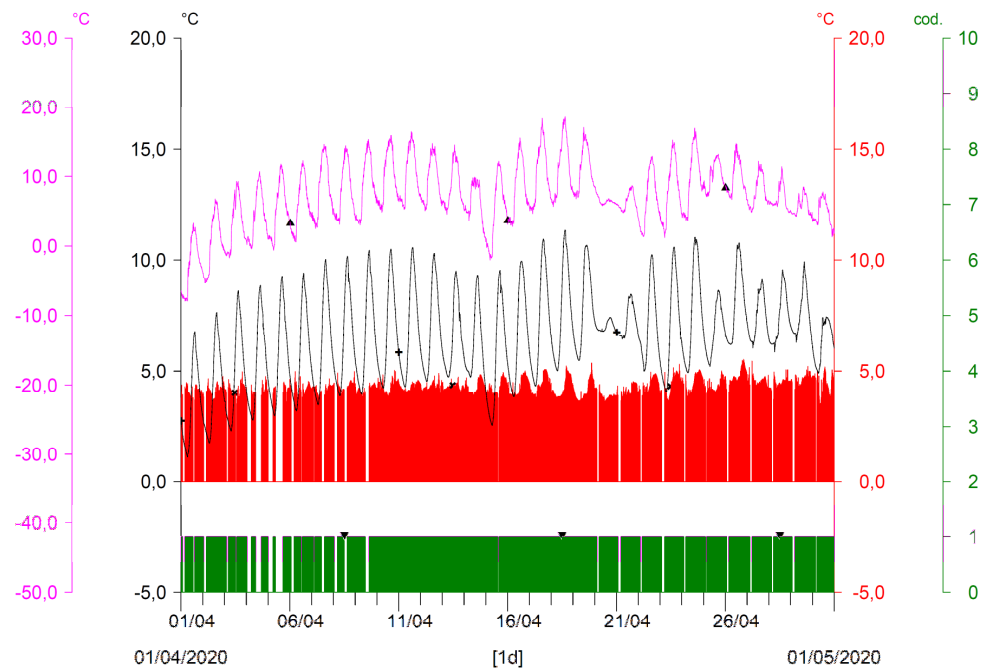


Fig. 144 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di APRILE 2020. Si completa la fase di inversione termica a partire dalla breve fase a produzione continua tra il 10. e il 20.04.20.

- * 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)

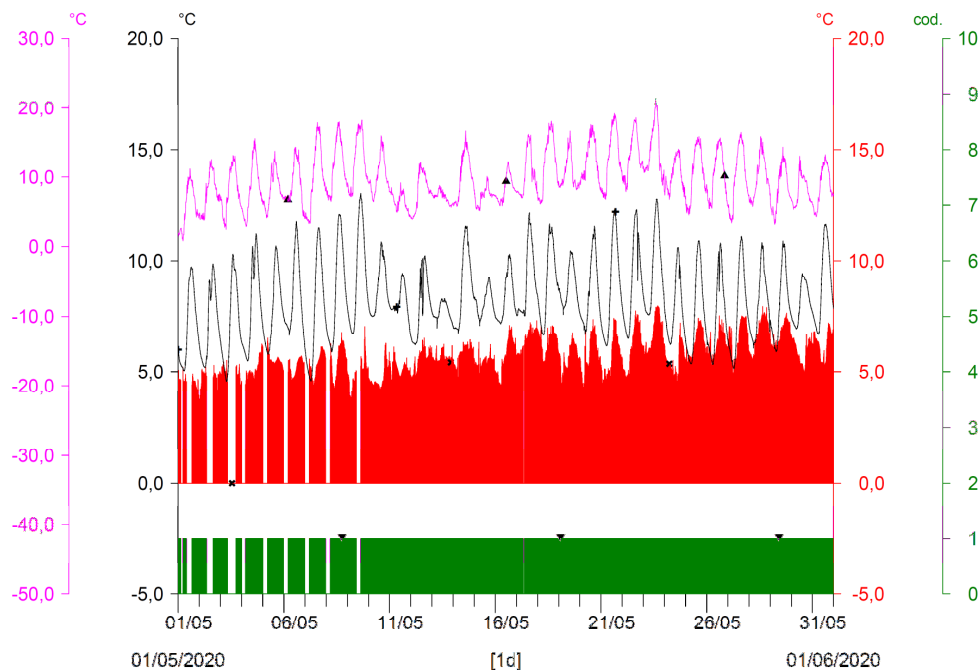


Fig. 145 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di MAGGIO 2020. Il regime produttivo continuo parte dal 09.05.2020, con anticipo di 21 giorni rispetto al 2019, mentre il mattino del 17.05 ha luogo la breve fase di blocco che genera hydropreaking e, associato, lieve thermopeaking.

- * 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)

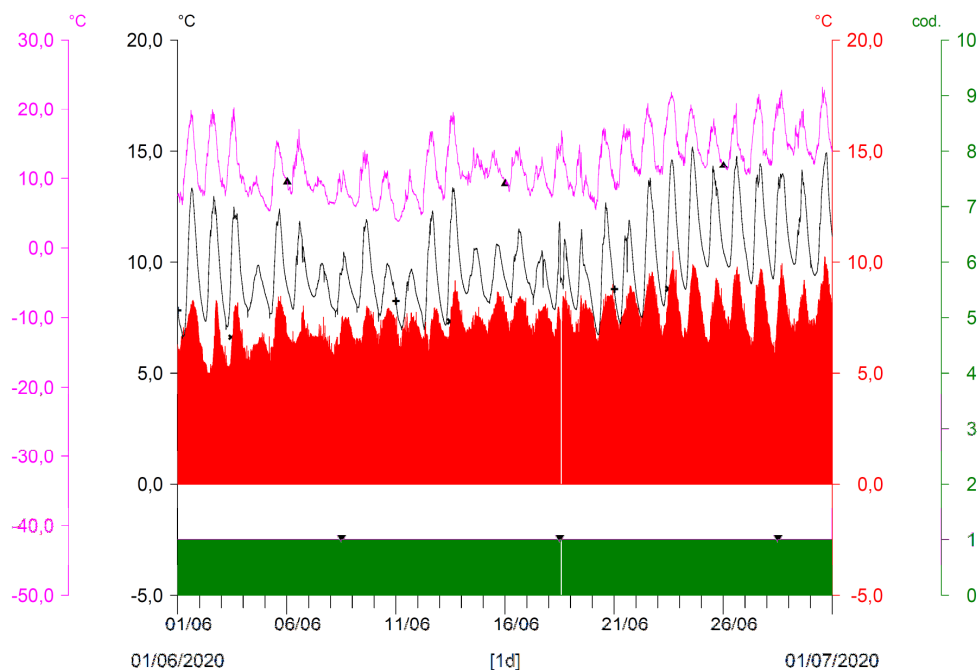


Fig. 146 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di GIUGNO 2020. Evidenti le intense oscillazioni circadiane delle temperature dell'acqua, sia turbinata che in alveo, condizionate dalle variazioni della temperatura atmosferica e l'abbassamento di circa 3°C delle acque dell'alveo in data 18.06.2020 a seguito dello scarico da C1 - Contra di circa 7,9 m³/s di portata turbinata.

- * 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)

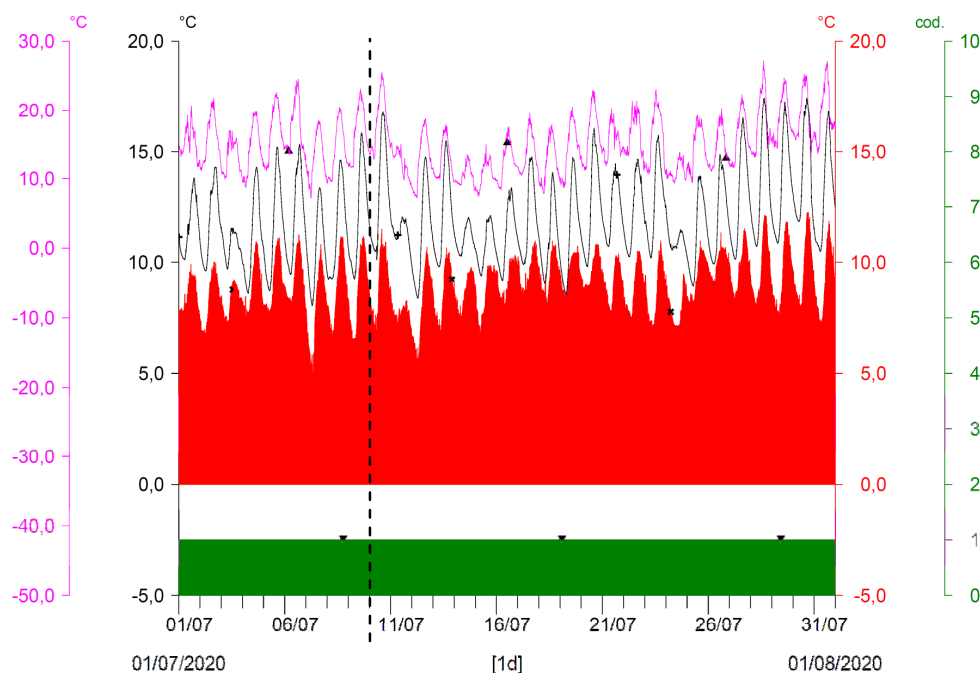


Fig. 147 - Termogrammi comparati C3 vs S4 del mese di LUGLIO 2020. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 5.PO.

10.4 ANALISI DELLE CONDIZIONI TERMOMETRICHE PARTICOLARI

In continuità con il precedente capitolo dedicato alle portate (cfr. § 9.3) e con la precedente Relazione di monitoraggio 2018-2019, vengono di seguito riportati 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, in particolari situazioni meteorologiche e/o gestionali, nel corso del quinto anno di monitoraggio *post operam* (5.PO).

Per quanto riguarda l'individuazione delle principali fasi termiche delle acque defluenti in alveo, come negli anni precedenti, si conferma e ricalca la suddivisione del regime idrologico in quattro fasi, indicativamente a cadenza stagionale, a partire dalla fine della fase primaverile 2019, come di seguito descritto:

- Fase termica estiva a regime produttivo continuo, con portate intermedie e variabili (prima metà di giugno), elevate e variabili (seconda metà di giugno) elevate e costanti (prima metà di luglio) e poi elevate e variabili (seconda metà di luglio, tutto agosto e tutto settembre);

- Fase termica autunnale a regime produttivo alternato e misto (in termini di durata delle fasi produttive), prima intenso con portate basse e variabili su fasi irregolari (ottobre e novembre), poi prevalentemente ridotto, con portate intermedie e variabili su fasi irregolari (dicembre);
- Fase termica invernale a regime produttivo alternato e prevalentemente intenso, prima misto con portate alte e variabili (gennaio), poi intenso con portate elevate e costanti (febbraio), con consueta suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera), infine intenso con portate prevalentemente intermedie e variabili (marzo);
- Fase termica primaverile a regime produttivo alternato e intenso, con portate intermedie e costanti (aprile e prima metà di maggio), per poi passare alla fase estiva a regime continuo già nella prima metà di maggio 2020.

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 gli eventi che caratterizzano le fasi stagionali 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 § 9.2., si è ritenuto di rimandare alle precedenti relazioni per gli eventuali approfondimenti.

L'obiettivo della presente relazione di monitoraggio, invece, consiste nell'analisi degli eventi significativamente differenti o rilevanti, per tipologia o magnitudo, e nella descrizione dei relativi effetti, dal punto di vista termo-idrometrico, che in ordine cronologico per l'anno 2019-2020 consistono in:

- Evento termico di svasso autunnale del bacino di Malga Mare (impianto HDE - ex Enel di Pont) (senza attività del gruppo Cogolo 2 - Pian Palù per manutenzione al Lago di Pian Palù e, quindi, completa interruzione del funzionamento degli impianti a valle);
- Evento termico estivo di blocco degli impianti C2 - Contra e C3 - Cusiano.

10.4.1 Evento termico di svasso autunnale del bacino di Malga Mare

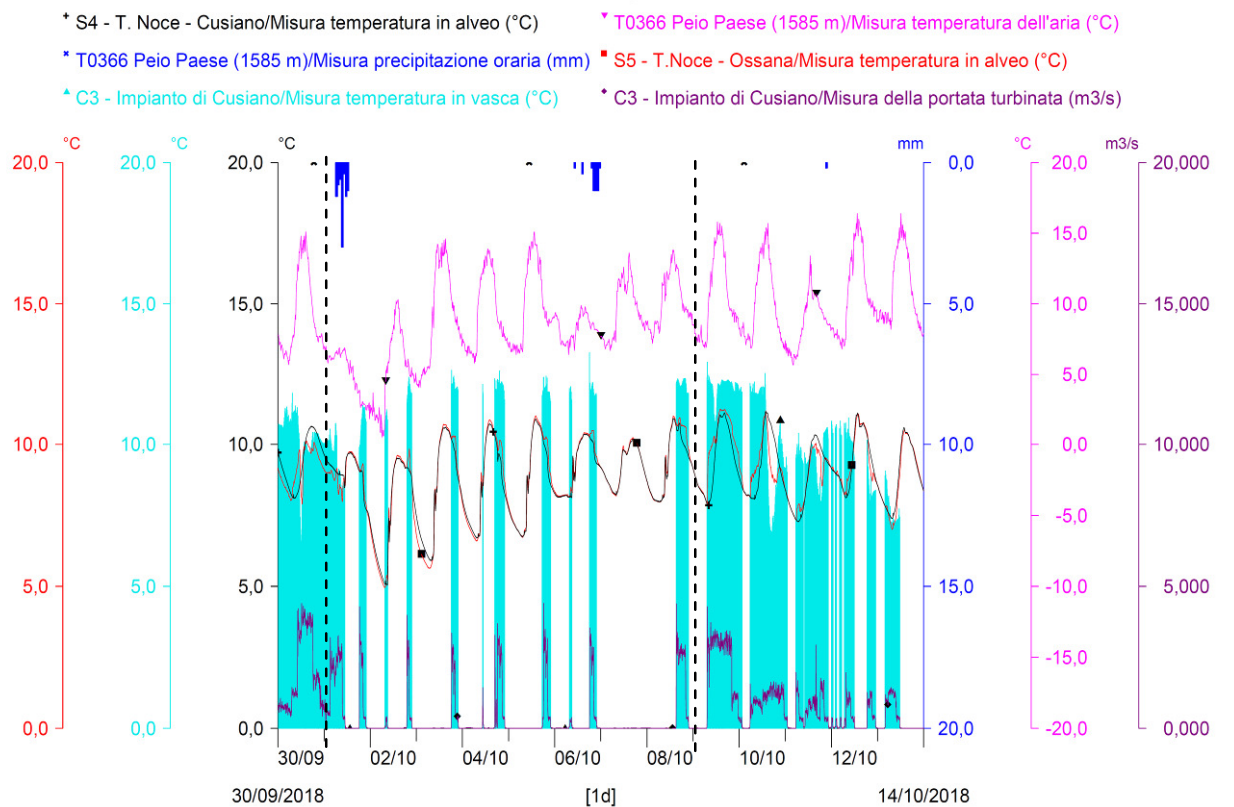
In Fig. 148 sono comparati i termogrammi registrati in corrispondenza di due settimane nei mesi di ottobre, in particolare dei giorni di svasso del bacino di Malga Mare (periodi inclusi tra le linee tratteggiate), rispettivamente negli anni 2018 (ultimo anno con gli impianti in serie bloccati da parere APRIE) e 2019 (anno in oggetto in cui viene ripristinato il permesso a turbina, ma con impianti fermi a partire da HDE Pont per manutenzione al Lago di Pian Palù).

In pratica, in entrambe le annate (ma per motivazioni differenti) durante lo svasso del bacino di Malga Mare i nuovi impianti in serie non turbinano: nel 2018 perché le acque turbinate dall'impianto di Pont venivano subito scaricate e così diluivano le acque torbide di svasso, mentre nel 2019 perché l'impianto di Pont è fermo e non sono disponibili in ingresso portate per la diluizione.

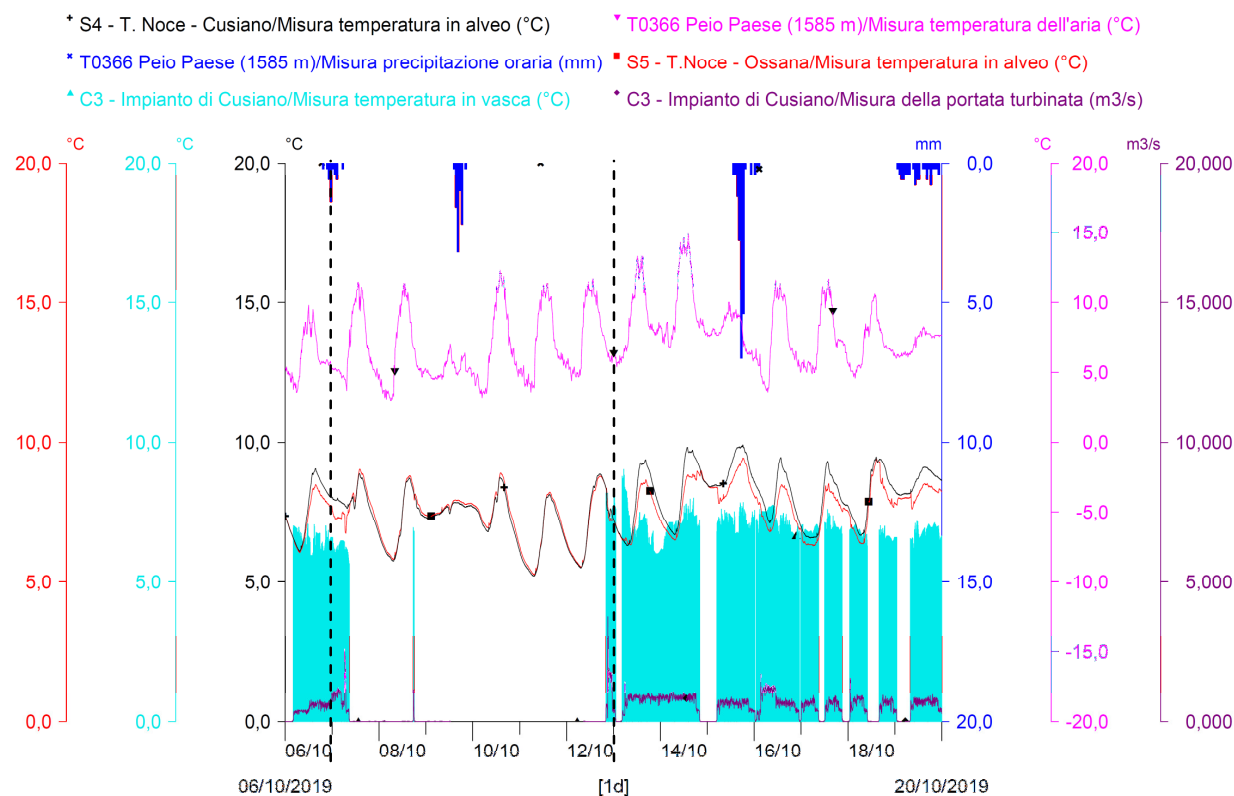
In termini di inquadramento generale, dall'analisi degli andamenti nell'anno di riferimento 2018, già dalla precedente Relazione risultava che la fase idrometrica estiva a regime continuo era durata tutto il mese di settembre, fino al 1° ottobre. Nei giorni seguenti lo svasso di M. Mare 2018, la messa fuori servizio della galleria di adduzione dal Lago di Pian Palù e delle opere di presa della gronda, causa manutenzione della galleria, aveva spostato l'inizio della cosiddetta fase calda del *thermopeaking* alla metà del mese di novembre, quando il periodo di equilibrio termico tra acque superficiali e acque derivate (che iniziava a presentarsi già a metà settembre) veniva definitivamente superato. La fase calda del *thermopeaking* è sempre ben riconoscibile a livello grafico, in quanto le acque turbinate (istogramma ciano) si presentano stabilmente più calde rispetto a quelle in alveo (linea nera sottostante).

Nell'anno 2019, in termini di confronto, va rilevato che la fase idrometrica estiva a regime continuo si allunga di 4 giorni, terminando di fatto il 5 ottobre, mentre già una settimana prima dell'inizio dello svasso la derivazione dal Lago di Pian Palù viene bloccata, per abbassamento del livello delle acque e pulizia post Vaia. La derivazione dal suddetto bacino riprende solo all'inizio della seconda settimana di novembre, determinando l'immediata inversione termica, grazie alle acque derivate provenienti prevalentemente dai bacini, oramai stabilmente più calde rispetto a quelle fluenti in alveo. L'ingresso definitivo nel regime termometrico invernale (*thermopeaking* caldo), condizionato dai lavori di manutenzione, in questo caso avviene con una settimana di anticipo rispetto all'anno precedente.

Analizzando in particolare i soli giorni di svasso (racchiusi tra le linee tratteggiate), l'assenza di brevi picchi serali di portate derivate nel 2019, rispetto al 2018, evidenzia bene il fatto che durante la pulizia in oggetto tutto il sistema derivatorio, dall'impianto HDE di Pont incluso a valle, è fermo, in ragione della suddetta manutenzione al Lago di Pian Palù. Questo particolare scenario derivatorio compare per la prima volta dall'avvio del PMA. Rispetto alle due tipologie precedenti - considerato che 1) nel 2015 e 2016 i nuovi impianti erano attivi durante lo svasso, mentre 2) nel 2017 e 2018 i nuovi impianti sono fermi, ma l'impianto HDE è attivo e scarica le portate a Pont - il nuovo scenario derivatorio è caratterizzato dal fatto che l'unico *thermopeaking* (per quanto ridotto proporzionalmente ai minori tratti derivati) si genera allo scarico dell'impianto HDE di Malga Mare.



A



B

Fig. 148 - Confronto tra temperature dell'acqua scaricata dall'impianto C3 - Cusiano (istogramma ciano), temp. rilevate in alveo nella stazione S4 - Cusiano (linea nera) e S5 - Ossana (linea rossa) rispetto agli andamenti delle portate turbinare scaricate (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temp. atmosferiche (linea fucsia) durante gli eventi autunnali di SVASO DEL BACINO DI MALGA MARE (compreso tra i tratteggi) negli anni: A) 2018 con sospensione della derivazione a valle di Pont per 8 gg complessivi, B) 2019 con 6 gg di blocco degli impianti (HDE Pont incluso) per manutenzione al Lago di Pian Palù.

Negli ultimi due anni oggetto di confronto (2018 e 2019), per quanto gli scarichi delle acque turbinate dal sistema idroelettrico avvengano in punti molto differenti in fase di svasso - a Pont nel 2018 e a Malga Mare nel 2019 - il regime termico delle acque che raggiungono la bassa Val di Peio (misurate nella stazione S4 - Cusiano, linea nera) arriva a essere in equilibrio con quello delle acque (non alterate dal punto di vista termico) del T. Vermigliana (temperature misurate nella stazione S5 - Ossana, linea rossa), come risulta dalla sovrapposizione grafica tra linea nera e linea rossa in Fig. 148.

Notare che nel 2018, al termine delle operazioni quotidiane di svasso, le brevi fasi di *thermopeaking* (coincidenti coi sottili istogrammi color ciano e corrispondenti allo scostamento tra linee nere e rosse) erano generate dalla riapertura della vasca di presa in località Pont (C0) e segnalavano la ripresa delle attività della serie idroelettrica, mentre nel 2019 queste code di produzione sono assenti, oltre che durante le ore di pulizia, anche alla fine delle operazioni, in quanto entrambi i gruppi Cogolo 1 - Malga Mare e Cogolo 2 - Pian Palù sono fermi. Durante lo svasso dell'anno 2018 - caratterizzato dalla suddetta sospensione degli impianti in serie - il principale fenomeno del *thermopeaking* (oltre a quello iniziale di Malga Mare) si era spostato a monte della centrale di Cusiano, in corrispondenza della restituzione delle acque turbinate dalla centrale HDE di Pont, ripristinando temporaneamente lo scenario precedente la realizzazione degli impianti in serie. Durante lo svasso 2019, invece, pur venendo meno la prescrizione di blocco degli impianti a valle (grazie alla nuova autorizzazione rilasciata con det. Dirigente SGRIE n. 8 dd. 16.01.2019 relativa allo svasso per HDE s.r.l.), il fenomeno del *thermopeaking* si è spostato ancora più in quota, a causa del blocco di entrambi i gruppi Cogolo 1 - Malga Mare e Cogolo 2 - Pian Palù, posizionandosi allo scarico dalla centrale HDE di Malga Mare.

10.4.2 Evento termico estivo di blocco degli impianti C2 - Contra e C3 - Cusiano

Come anticipato nel precedente capitolo dedicato all'idrometria (cfr. § 9.3.3), in data 18.06.2020 è avvenuto un breve evento di blocco (03:20 h) dei due impianti inferiori della serie, che ha interessato il nuovo regime produttivo continuo, agli inizi della fase estiva del 2020 caratterizzata da portate elevate ($7,9 \text{ m}^3/\text{s}$).

In termini idrometrici l'*hydropeaking* generato dal blocco dell'impianto C2 - Castra (e di conseguenza C3 - Cusiano) è stato solo di grado intermedio, in quanto la variazione indotta dalla restituzione delle portate turbinate allo scarico di Contra, durante la fase di morbida da scioglimento nivale e glaciale dell'inizio estate 2020 (con portate di base di $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$), è risultata pari solo al 252% della portata iniziale.

Tale evento - solo relativamente importante in termini idrologici nel contesto della Val di Peio - rispetto al *thermopeaking* freddo della fase termometrica estiva genera invece un importante effetto di raffreddamento delle acque superficiali del T. Noce della media Val di Peio (misurate in S4 - Cusiano) a seguito dell'immissione in località Contra di acque turbinate più fredde. In corrispondenza del blocco, infatti, la linea nera che rappresenta le temperature misurate in S4 - Cusiano scende indicativamente di 3°C, in ragione di acque turbinate (prevalenti in termini di portata) con differenza di temperatura di poco maggiore.

Il calo delle temperature in S4, peraltro, è preceduto da un rialzo delle temperature, quasi di pari entità, in S5 - Ossana (picco della linea rossa) dovuto alla temporanea mancanza di acque turbinate fredde di scarico. La loro discesa in alveo, infatti, durante il blocco degli impianti inferiori, inizia dallo scarico della centrale superiore della serie (C1 - Contra), dove sono state scaricate, e richiede un tempo di corrivazione di circa 45 minuti.

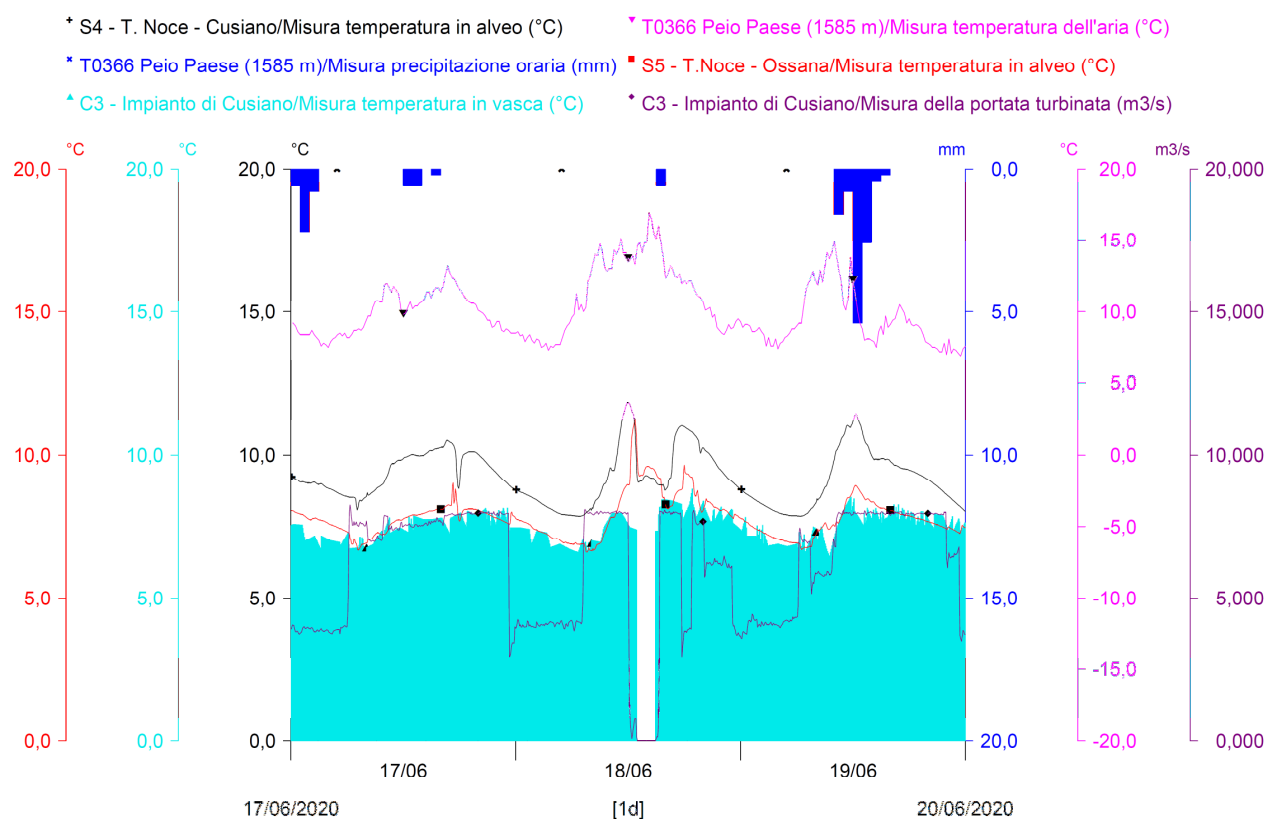


Fig. 149 - Confronto tra temperature dell'acqua scaricata dall'impianto C3 - Cusiano (istogramma ciano), temperature rilevate in alveo nella stazione S4 - Cusiano (linea nera) e S5 - Ossana (linea rossa) rispetto agli andamenti delle portate turbinate (linea viola in basso), delle precipitazioni (istogramma blu dall'alto) e delle temperature atmosferiche (linea fucsia) durante il blocco degli impianti C2 e C3 avvenuto il 18.06.2020 durante una fase a portate elevate del REGIME PRODUTTIVO CONTINUO 2020.

Anche nel giorno precedente (17.06.2020) si possono notare analoghi effetti termici di un altro sfioro, peraltro di più breve durata e minor portata, dovuto all'ingresso nella fase a mas-

simo regime produttivo degli impianti. In questo caso l'evento non è dovuto al blocco degli impianti, quanto piuttosto al superamento temporaneo delle portate massime turbinabili dagli impianti mentre avviene il cambio di regime. Durante l'evento del 18.06.2020, inoltre, si può notare anche un lieve scarto positivo della linea rossa rispetto a quella nera (di circa 0,3 °C), a indicare che a valle del blocco le acque scaricate più fredde tendono a riscaldarsi per miscelazione progressiva, prima con quelle del T. Noce e poi con quelle del T. Vermigliana. In conclusione, si può evidenziare come le acque turbinate, più fredde - e prevalenti in termini di portata rispetto a quelle dell'alveo del T. Noce - a valle della loro restituzione riescono a condizionare ampiamente le temperature dell'acqua fluente in alveo.

10.5 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 5.PO i suddetti 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. Con riferimento a tutti i valori delle serie, in continuità con le sintesi conclusive delle precedenti relazioni, la differenza media annuale risulta di -1,1 °C, mentre, con particolare riferimento alle sole fasi di esercizio, in coerenza con le considerazioni conclusive sulle tendenze di medio periodo (cfr. 10.6), la differenza di temperatura tra acqua in condotta e acqua fluente, sempre misurata in località Pont dove in precedenza le portate turbinate venivano scaricate, è anche maggiore e raggiunge i -1,5 °C.

Dall'analisi dei dati relativi ai termogrammi C0 vs S1 e alle sole fasi di esercizio, in sintesi, emerge quanto segue:

- nei mesi estivi (luglio-agosto 2019) le temperature dell'acqua turbinata si mantengono mediamente più basse di quelle fluenti in alveo (-3,2 °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 $-7,6^{\circ}\text{C}$ (luglio);

- nella prima metà di settembre 2019 si avvia, come negli anni precedenti, 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 derivazione dal Lago di Pian Palù, ancor prima dello svasso del bacino di Malga Mare, e si completa definitivamente solo nella seconda settimana di novembre con la riattivazione della galleria di gronda;
- prima delle operazioni di svasso del bacino di Malga Mare, nei giorni 29-30 settembre 2019, infatti è visibile l'effetto della chiusura delle derivazioni del gruppo 2 - Pian Palù, con l'evidente abbassamento delle temperature in condotta dovuto alla lavorazione delle sole acque provenienti dall'alto bacino del T. Noce Bianco; abbassamento medio di circa $3-4^{\circ}\text{C}$ che si mantiene costante e termina solo alla fine dei lavori;
- da novembre 2019 a marzo 2020 le temperature dell'acqua turbinata si sono mantenute mediamente più alte di quelle fluenti in alveo ($+1,2^{\circ}\text{C}$), poiché il funzionamento degli impianti è avvenuto prevalentemente utilizzando acqua accumulata nei bacini artificiali e termostata a $+4^{\circ}\text{C}$ nelle zone ipo- e meta-limniche degli invasi, comunque con differenze estreme fino a $+4,8^{\circ}\text{C}$ (gennaio);
- nella seconda metà del mese di marzo 2020 si avvia, come l'anno precedente, ma in maniera discontinua, la fase di equilibrio termico tra le acque in alveo e le acque turbinate (in condotta), e solo alla metà del mese successivo inizia la fase di vera e propria inversione termica, con acque in condotta stabilmente più fredde rispetto a quelle presenti in alveo;
- nei mesi primaverili (aprile-giugno 2020) le temperature dell'acqua turbinata si sono mantenute mediamente più basse di quelle fluenti in alveo ($-2,6^{\circ}\text{C}$); in questa fase il funzionamento degli impianti avviene sia con acque profonde dei bacini, termostatate a $+4^{\circ}\text{C}$, sia con acque correnti da scioglimento nivale, che comunque in condotta mantengono le basse temperature di origine, con differenze estreme fino a $-8,6^{\circ}\text{C}$ (maggio).

Nell'anno di monitoraggio 5.PO, come nel precedente 4.PO, si riconferma l'allungamento della fase a *thermopeaking* freddo, situazione tipicamente estiva, per tutto il mese di ottobre e la prima settimana di novembre 2019 (cfr. Fig. 112 e Fig. 113), sempre a causa dei lavori di manutenzione al Lago di Pian Palù e alla relativa galleria di gronda. Tale modifica di origi-

ne gestionale, quindi, impone una speculare riduzione della fase a *thermopeaking* caldo (invernale), in questo caso calato a cinque mesi, che poi dura fino alla conclusione dell'inversione termica a metà aprile, con l'avvio della nuova fase a *thermopeaking* freddo dell'estate 2020.

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 che 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 2018-2019, si ribadiscono di seguito 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 dell'anno 5.PO - presenta un andamento molto simile a quello indisturbato del T. Vermigliana;
- i nuovi andamenti termici, peraltro, non coincidono esattamente con quelli caratteristici del regime "naturale e originario" del T. Noce, che dalla primavera all'autunno sarebbero molto più condizionati 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 prima nei tratti sottesi dall'impianto idroelettrico di Pont;
- questo, peraltro, 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 (peraltro i valori massimi registrati nell'anno 5.PO in S4 - Cusiano si attestano a 17,2°C a fine luglio 2019, circa 1°C in meno rispetto alla massima temperatura registrata l'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, nell'ordine di decimi di grado;
- i valori delle temperature invernali dell'acqua del T. Noce nella bassa Val di Peio e le relative escursioni termiche giornaliere, invece, si mantengono uguali e, talora, sono anche inferiori rispetto a quelle del T. 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 a causa della loro origine pressoché esclusiva dai bacini di accumulo in quota (Careser e Pian Palù); la derivazione di acque ipo- e meta-limniche dei serbatoi idroelettrici, che a dispetto della loro alta quota altimetrica sono stabilizzate a temperature prossime ai 4 °C in virtù della curva caratteristica della densità dell'acqua, determina il flusso nelle condotte e la restituzione terminale a valle di Cusiano di acque sensibilmente più calde di quelle residue fluenti in alveo nei lunghi tratti sottesi dalle derivazioni;
- 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) nell'anno 5. PO consistono - come nei precedenti anni *post operam* - in un moderato incremento medio da novembre a febbraio (fase calda del *thermopeaking*, $\Delta T = +0,5^\circ\text{C}$), periodo compresso dai lavori al Lago di Pian Palù, e in una discreta riduzione nei rimanenti mesi (primavera-estate e autunno) (fase fredda del *thermopeaking*, $\Delta T = -1,3^\circ\text{C}$);
- le alterazioni termiche medie del precedente anno 4. PO (+0,8 °C nella fase calda e -1,1 °C nella fase fredda del *thermopeaking*) risultavano simili a quelle sopra descritte per l'anno 5. PO, in considerazione del fatto che in entrambi gli anni la fase di transizione e inversione termica autunnale è stata alterata e allungata dalla messa fuori servizio della gronda proveniente dal Lago di Pian Palù;
- 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, nell'anno 5. PO in ragione di un quarto di volumetria complessiva in più rispetto agli anni precedenti), 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 e risultano mitigate proprio dalla confluenza del T. Vermigliana;

- si riconferma che, pur nell'impossibilità di una precisa valutazione comparata degli effetti biologici ed ecologici del nuovo regime termico delle acque, il miglioramento complessivo è apprezzabile 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).

10.6 CONFRONTO TRA AGLI ANNI AO, 1.PO, 2.PO, 3.PO, 4.PO E 5. PO

La realizzazione e l'esercizio produttivo degli impianti in serie lungo la Val di Peio - in coerenza con il forte abbattimento del fenomeno quotidiano di *hydropeaking* nel tratto sotteso, già descritto nelle conclusioni di medio periodo sull'idrometria (cfr. 9.5) - alla prova del monitoraggio strumentale condotto nell'ambito del PMA, ha imposto un analogo abbattimento del correlato fenomeno di *thermopeaking*, dovuto allo scarico di portate turbinate prelevate in quota e aventi temperature differenti, anche di diversi gradi centigradi (in inverno in più e in estate in meno), rispetto a quelle naturali fluenti in alveo.

Nel nuovo tratto sotteso, ora molto più stabile dal punto di vista termico rispetto al periodo *ante operam*, emergono più chiaramente altre componenti in grado di condizionare il regime termometrico, di fatto indipendenti dai nuovi impianti in serie, e che consistono, prevalentemente, in fattori meteo-climatici e, secondariamente, in scelte gestionali degli impianti HDE superiori (Cogolo Pont e Malga Mare). Residuale, ma non nullo, è l'effetto termico dei malfunzionamenti degli impianti in serie, che impongono la restituzione integrale delle portate disponibili, ovvero degli sfiori parziali o degli scarichi delle portate di rispetto integrative, i cui effetti termici, peraltro, solo durante l'inverno divengono relativamente apprezzabili, in ragione di portate in alveo e di portate di rispetto scaricate aventi lo stesso ordine di grandezza.

La nuova restituzione delle portate turbinate, di fatto, trasferisce il *thermopeaking* in prossimità della confluenza del T. Vermigliana, in un tratto a partire dal quale l'ambiente torrentizio montano della Val di Peio si trasforma in un ampio contesto dalle caratteristiche di fondoalve, con maggior resilienza rispetto alle variazioni di temperatura. A un aumento ben inferiore al doppio del bacino idrografico e delle corrispondenti portate fluenti, infatti, le variazioni tipo istantanee delle temperature indotte dal funzionamento degli impianti risultano praticamente più che dimezzate rispetto allo scenario in assenza di derivazioni.

Nell'ambito temporale del PMA, rispetto all'andamento delle temperature atmosferiche misurate presso la stazione meteorologica T0366 di Peio Paese (cfr. Fig. 106) - che durante il

monitoraggio rimangono stabili in termini di media annuale attorno ai 6,9°C - le temperature medie annue dell'alveo misurate nel fondo valle in località Pont (S1) si attestano a circa 5,9°C, mentre in località Cusiano (S4), per effetto del progressivo riscaldamento lungo l'intera Val di Peio, raggiungono i 6,7°C (cfr. Fig. 150).

In tale contesto di relativa uniformità, solo l'anno 3.PO (2017-2018) presenta una flessione apprezzabile di circa 1 °C delle temperature medie atmosferiche, che si riflette, coerentemente, in un calo di circa 0,5°C delle temperature medie delle acque fluenti nel fondo valle.

Dal punto di vista termico generale, inoltre, si può evidenziare che il suddetto anno anomalo, in quanto significativamente più freddo (3.PO) rispetto al resto della serie, di fatto ha preceduto l'anno caratterizzato dagli eventi idrologici e turbidimetrici più intensi (4.PO), tra i quali va ricordata anche la tempesta Vaia a fine ottobre 2018. L'intero anno 2018-19, infatti, è stato anche caratterizzato da temperature massime elevate, da picchi di precipitazioni e, di conseguenza, da portate fluenti in alveo molto elevate e da forte instabilità idrogeologica.

Nell'anno 3.PO le variazioni delle temperature medie in condotta, rispetto alle corrispondenti temperature dell'alveo, sono sostanzialmente allineate alla media degli anni del PMA, mentre è solo nel successivo anno 4.PO che tali variazioni si abbassano in maniera significativa, di qualche decimo di grado.

A tale riguardo, quindi, va precisato che nei grafici seguenti (cfr. Fig. 150 e Fig. 151) gli istogrammi pieni (dal basso) rappresentano le temperature medie ottenute da tutti i valori misurati in alveo nelle due stazioni estreme della Val di Peio, mentre gli istogrammi a righe (dall'alto) rappresentano le suddette differenze, sempre in termini medi, tra le temperature dell'acqua turbinata in condotta e quelle dell'acqua fluente in alveo, relative alle sole fasi di esercizio degli impianti.

Di fatto, quindi, nell'anno caratterizzato dalle maggiori precipitazioni e dai massimi deflussi in alveo (4.PO) sono state misurate anche le massime differenze di temperatura tra acque in condotta e acque in alveo. Tale fenomeno è spiegabile per gli effetti congiunti del maggior scioglimento glaciale, da un lato, e dell'inerzia termica dei bacini di accumulo, dall'altro, che hanno trattenuto in quota le acque più fredde raccolte durante l'anno precedente.

Analizzando, infine, la distribuzione delle temperature in alveo e delle differenze tra condotta e alveo, si può notare una lieve tendenza alla riduzione delle relative deviazioni standard (scarti tipo), ossia del valore medio dello scostamento quadratico al crescere delle rispettive medie tra tutti i dati delle serie.

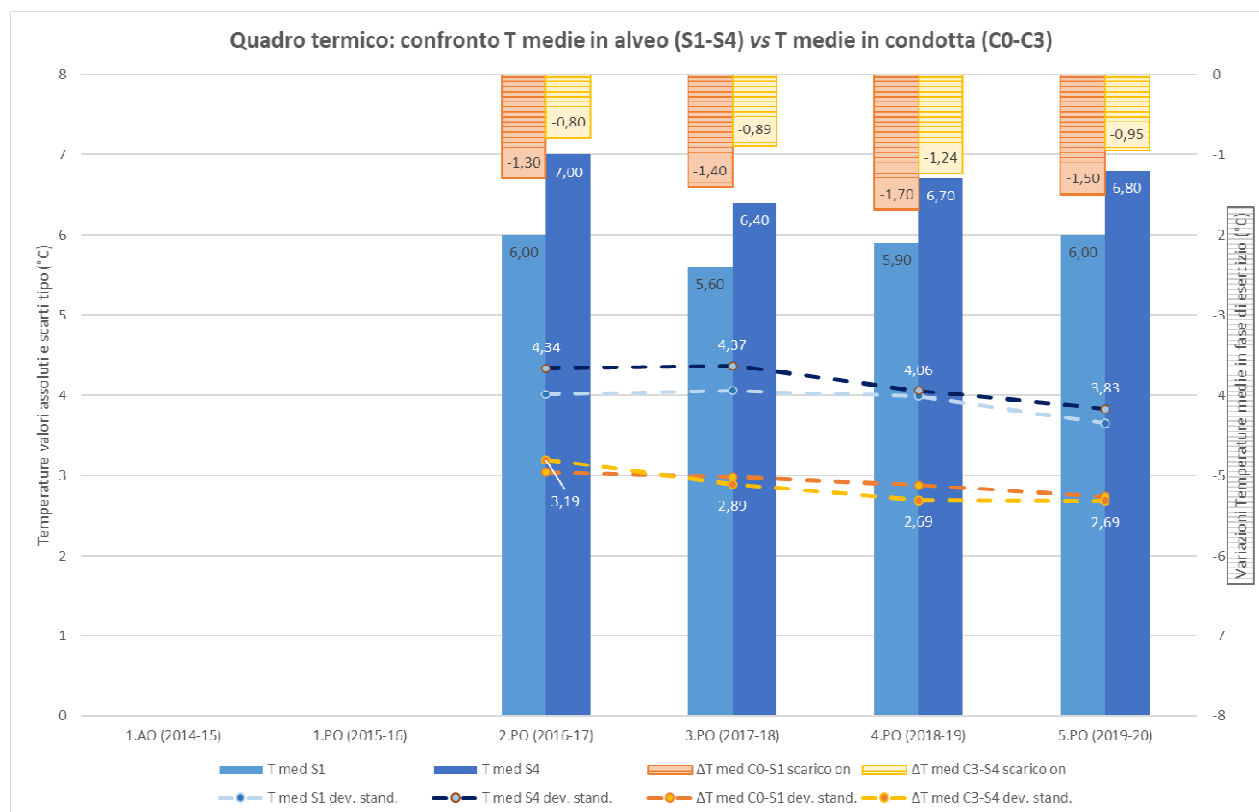


Fig. 150 - Confronto tra gli andamenti delle temperature medie annue in alveo nelle stazioni S1 - Pont (istogramma azzurro) e S4 - Cusiano (istogramma blu) e delle variazioni medie, rispetto all'alveo e quando gli impianti sono in funzione, delle temperature misurate in condotta nelle stazioni C0 - Pont (istogramma arancione) e C3 - Cusiano (istogramma giallo), con rispettivi scarti tipo o deviazioni standard (linee tratteggiate).

I confronti nel tratto derivato tra le temperature assolute delle acque in condotta e in alveo, e le conseguenti valutazioni in termini ecologici degli effetti dei loro rimescolamenti - ipotizzando un'interruzione nel funzionamento delle centrali con ripristino delle condizioni preesistenti nel nuovo tratto sotteso - trovano di fatto una sintesi concreta a valle della restituzione della centrale di Cusiano (cfr. Fig. 151). La misurazione della temperatura dell'acqua nella stazione finale S5 - Ossana, e il calcolo delle variazioni che subisce rispetto alla stazione S4 - Cusiano immediatamente a monte, infatti, sintetizza direttamente l'intero processo di miscelazione tra le acque turbinare e scaricate dall'impianto e quelle fluenti nel T. Noce e nel T. Vermigliana, nel quale le rispettive temperature vengono pesate dalle portate disponibili. Dal grafico in Fig. 151, risulta che il valore medio annuo delle temperature dell'alveo in S5 si abbassa, assestandosi su valori di poco superiori a quelli della stazione di partenza (S1). Come dimostrato dal monitoraggio, nella condizione con impianti esistenti ma fermi esiste un sostanziale equilibrio termico tra T. Vermigliana e T. Noce della bassa Val di Peio. La differenza tra istogrammi blu e verdi, pari a circa $-0,7^{\circ}\text{C}$ nel medio periodo del PMA, corrisponde, pertanto, alla variazione di temperatura imposta in S5, in termini di media annuale su tutti i valori, dall'esercizio idroelettrico degli impianti in serie con scarico a Cusiano.

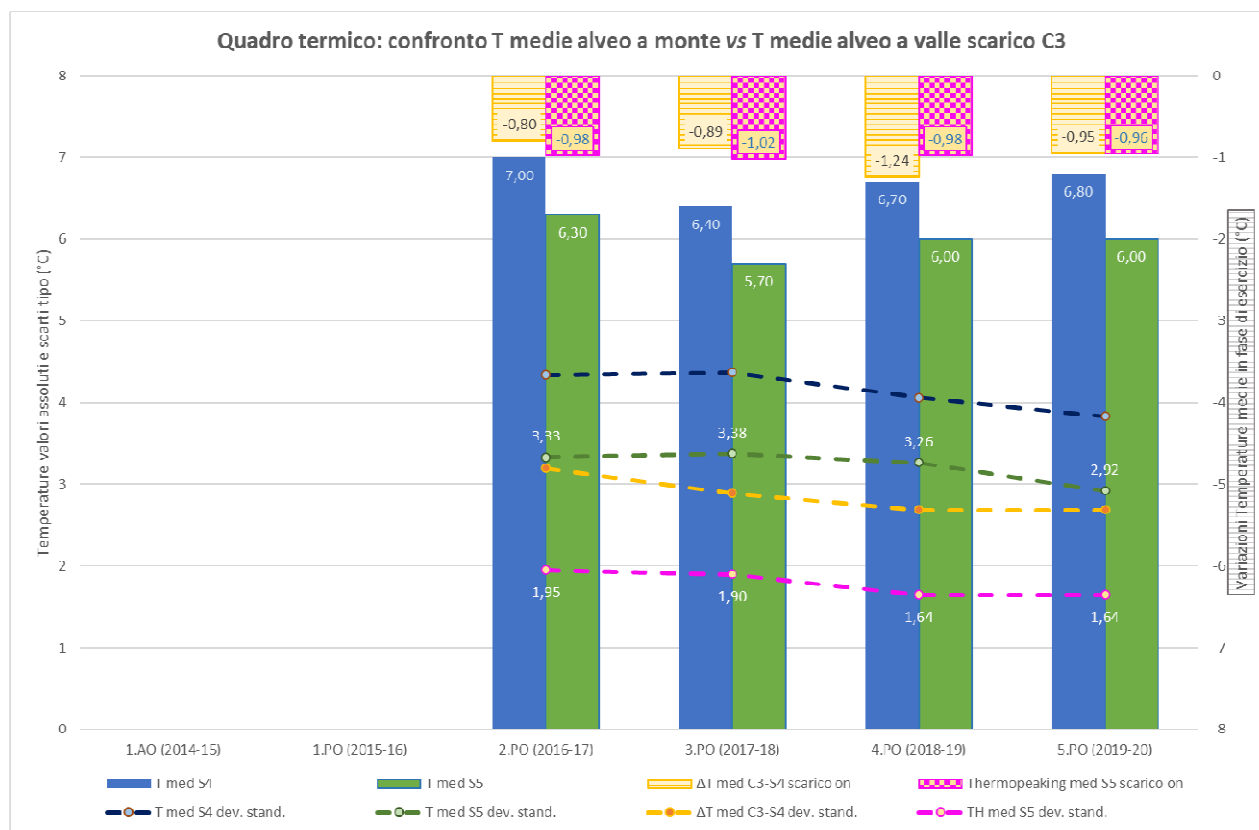


Fig. 151 - Confronto tra gli andamenti delle temperature medie annue in alveo nelle stazioni S4 - Cusiano (istogramma blu) e S5 - Ossana (istogramma verde) e delle variazioni medie, solo a impianti in funzione, di quelle in condotta nelle stazioni C3 - Cusiano (istogramma giallo) e delle effettive variazioni in alveo in S5 - Ossana (istogr. fucsia), con relativi scarti tipo (linee tratteggiate).

Secondariamente, focalizzando l'analisi a scala annuale solo sulle fasi di attività degli impianti, risulta un valore medio dell'effettivo *thermopeaking* generato durante l'esercizio (istogramma fucsia) relativamente più accentuato, pari a circa -1 °C.

Entrambi questi valori rimangono sostanzialmente stabili nel tempo, anche se variazioni relative riferite ad annate con differenti portate medie, in quanto caratterizzano su scala annuale il sistema idroelettrico con bacini di accumulo.

A valle della restituzione e della confluenza anche gli indici di dispersione dei valori di temperatura e di *thermopeaking* in S5 (deviazioni standard) si abbassano di circa 1 °C rispetto sia a S1 che S4, a indicare la maggior resilienza termica dell'ambiente fluviale (di maggiori dimensioni grazie alla confluenza del T. Vermigliana) in cui ora le acque vengono scaricate.

Lo scenario termico a scala annuale, che i suddetti valori descrivono in termini medi, ovviamente nasconde variazioni anche ben più accentuate, che si evidenziano solo a un'analisi a scala mensile o giornaliera.

Al fine di chiarire almeno le variazioni stagionali più rappresentative, di seguito si rappresenta la distribuzione delle temperature dell'alveo in S5 - Ossana per aggregazioni mensili in due annate differenti del PMA (cfr. Fig. 152).

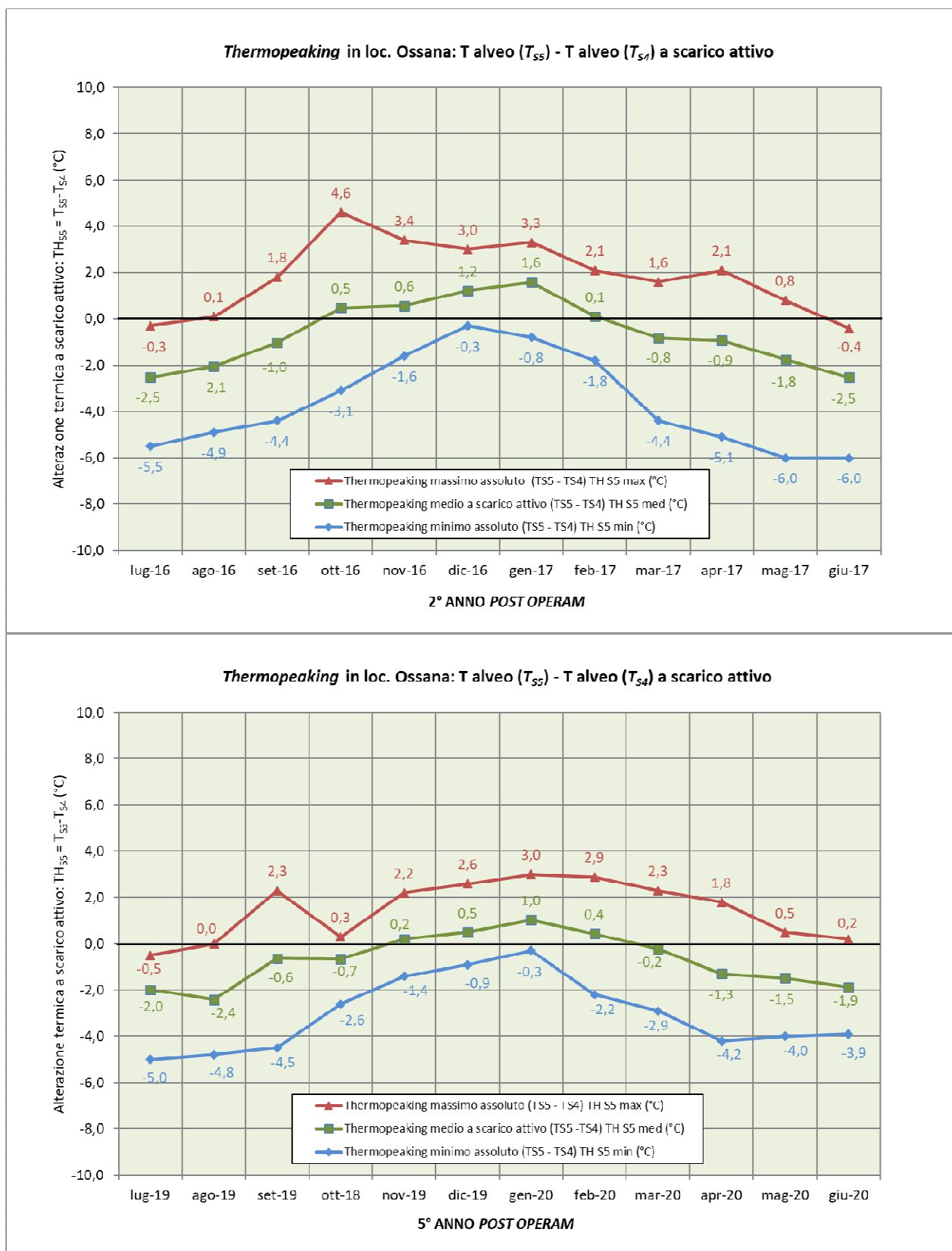


Fig. 152 - Confronto tra gli andamenti del thermopeaking medio mensile e dei rispettivi estremi assoluti, ottenuti per differenza tra le temperature dell'alveo a monte e a valle dello scarico di Cusiano, nelle sole fasi di attività idroelettrica. Confronto tra due anni, distinti dal funzionamento delle derivazioni dal Lago di P. Palù e dalla relativa gronda (attive nel 2° PO e bloccate nel 5° PO) per manutenzione. Notare la variabilità nel segno delle variazioni "medie mensili" durante le transizioni termiche (ottobre/novembre e marzo/aprile), che segnano il passaggio dalla fase calda (invernale) alla fase fredda (estiva) del thermopeaking.

Tutte le annate, di fatto, sono caratterizzate dall'alternanza tra due lunghe fasi: quella a *thermopeaking* caldo (invernale) e quella a *thermopeaking* freddo (estivo), separate da due brevi periodi di transizione termica.

Dal confronto tra i due grafici in Fig. 152, inoltre, risulta che - al netto della variabilità annuale del quadro termico indotta dalle temperature atmosferiche - è chiaramente apprezzabile l'effetto della gestione delle acque del Lago di Pian Palù sulla transizione termica autunnale. Quando le acque del bacino, ancora calde a seguito del periodo estivo, sono turbinate con portate prevalenti rispetto a quelle più fredde che fluiscono in alveo (cfr. ottobre anno 2.PO in Fig. 152), la suddetta fase a *thermopeaking* caldo (invernale) si avvia anticipatamente già nel mese di ottobre.

Quando, invece, le derivazioni dal lago sono ridotte, ovvero bloccate per manutenzione (come nel 2019), la transizione termica si completa in ritardo di un mese o più.

Analoghe considerazioni, infine, si possono proporre anche per i mesi di marzo/aprile, rispetto all'avvio della fase a *thermopeaking* freddo (estivo), in considerazione, invece, del progressivo esaurimento invernale del volume turbinabile disponibile nei bacini, scelta gestionale necessaria prima dell'avvio della morbida primaverile-estiva, al fine di liberare i volumi d'invaso sufficienti per accumulare tutte le nuove acque di scioglimento nivale e glaciale.

11. RISULTATI DELLE ANALISI SULLA TURBIDIMETRIA

Come già evidenziato a partire 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 prevede di monitorare gli effetti della saltuaria pulizia del sifone della condotta, presente a Cogolo, in corrispondenza dell'attraversamento in subalveo del Torrente Noce di Val del Monte.

Peraltro, negli anni passati 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 quinto anno di monitoraggio *post operam* (anno 5.PO), sono stati acquisiti ogni 5 minuti i valori di torbidità ottica (misurati in NTU) presso la stazione S1 - Pont, mentre gli eventi di piena dell'anno precedente, culminati con l'inghiaiamento completo della stazione S3 - Contra a giugno 2019, hanno messo fuori uso le sonde e i sistemi di archiviazione dei dati di quest'ultima stazione, con conseguente perdita dei dati per la maggior parte dell'anno in oggetto. La manutenzione specialistica con procedura di calibrazione di fine ottobre 2019, infatti, eseguita al termine del recupero delle sonde (completamente inghiaiata durante l'estate), ha consentito al turbidimetro della stazione S3 - Contra due mesi autunnali di regolare funzionamento, tuttavia nel periodo invernale è intervenuto un nuovo blocco al sistema di trasmissione e archiviazione dei dati, che è stato definitivamente risolto a giugno 2020, al termine della prima fase pandemica del Covid-19.

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 misurati in mg/l) determinata in laboratorio, e la torbidità ottica rilevata in alveo (TA o TL in laboratorio, sempre misurate 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 analitiche svolte, in particolare, in merito a:

- 1) analisi dell'andamento della torbidità nell'anno 5.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;
- 5) conclusioni di medio periodo sulla turbidimetria.

11.1 ANDAMENTI MENSILI DELLA TORBIDITÀ S1 vs S3

Per una visione d'insieme dei dati di torbidità ottica rilevati nel corso dell'anno 5.PO, in un confronto tra le due stazioni S1 e S3, si veda l'allegato *PMA Contra Castra Cusiano - 2019-20 - 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.

Nel presente paragrafo, ai fini di un'analisi di maggiore dettaglio rispetto alla scala annuale, si riportano i turbidigrammi mensili (cfr. da Fig. 153 a Fig. 165), mentre nel successivo § 11.2 vengono analizzate, tramite grafici a scansione settimanale o giornaliera, anche alcune fasi significative del trasporto solido intervenute durante l'anno di monitoraggio 5.PO.

In continuità con la precedente relazione, inoltre, nel § 11.3 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 5.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 (*hydropeaking*) e di conseguente torbidità, per la mobilitazione dei fondali, che si

- generavano precedentemente nel tratto oggi derivato, quando la restituzione nell'alveo del T. Noce Bianco delle portate turbinate avveniva dalla centrale di Pont (HDE);
2. durante l'estate 2019 - la quarta stagione calda con intenso scioglimento glaciale monitorata con stazioni infrastrutturate parzialmente funzionanti - si assiste a una sensibile diminuzione 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 stesse 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; i valori medi di picco giornaliero nell'agosto 2019 sono decisamente diminuiti rispetto a quelli dell'agosto 2018, al pari della loro frequenza in termini di distribuzione;
 4. la torbidità estiva, in considerazione di quanto sopra, varia comunque da una base minima, spesso notturna, caratteristica dell'acqua all'apparenza solo velata (unità o decine di NTU), a picchi di torbidità estiva intermedia (fino a 2000 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 delle opere in situazioni di forte trasporto solido naturale da rialzo termico);
 5. nei mesi di luglio e agosto 2019, a differenza dell'anno precedente, non si verificano importanti colate detritiche, fatta eccezione per alcuni fenomeni di trasporto solido a carico di rivi laterali in destra idrografica del T. Noce di Val del Monte, segnalati ma purtroppo non registrati presso la stazione S3 - Contra, causa inattività del turbidimetro bloccato dai sedimenti di fondo;
 6. nell'arco dell'intero anno, l'aumento sensibile delle portate turbinate favorisce nuove situazioni di blocco degli impianti in serie (totale o parziale) che impongono restituzioni

- forzate, anche pluri-giornaliere, delle portate turbinate dagli scarichi delle centrali superiori; durante uno di questi eventi a metà dicembre si blocca nuovamente la stazione S3 - Contra, che era stata appena ripristinata, per effetto del locale trasporto solido al fondo innescato nel fondale dell'alveo da poco risistemato a monte del ponte;
7. nell'anno 5.PO il valore massimo di torbidità misurato in S1 - Pont corrisponde a soli 2295 NTU (contro i 4072 NTU dell'anno 4.PO), raggiunto durante l'evento temporale-sco che ha concluso una fase di forte rialzo termico a fine luglio 2019; tale valore massimo di torbidità annuale è comunque il più basso dall'inizio del monitoraggio, a conferma della ridotta attività di trasporto solido nell'anno 5.PO;
 8. il quadro delle rimanenti stagioni (autunno, inverno e primavera) si presenta caratterizzato da un trasporto solido molto ridotto o assente, già a partire dal mese di settembre per quanto il regime produttivo sia rimasto continuo (estivo) per tutto il mese, fatta eccezione per la pulizia a ottobre da parte del concessionario di monte della vasca di Malga Mare (impianto idroelettrico di Cogolo Pont), con fluitazione forzata dei sedimenti decantati (cfr. § 11.2.1 e § 11.2.2);
 9. in relazione alle operazioni di svaso del 2019, va evidenziato che SGRIE ha ritirato le prescrizioni di blocco delle centrali in serie imposte nei due anni precedenti, ma tutto il sistema idroelettrico quest'anno risulta fermo durante la pulizia, a causa di lavori già avviati di manutenzione al Lago di Pian Palù e alla relativa galleria di gronda; comunque a fronte di valori di torbidità registrati in S1 - Pont decisamente inferiori (picchi indicativamente di 1000-1500 NTU) a quelli del 2018-2019 (1800-2000 NTU), si può stimare che nella stazione turbidimetrica S3 - Contra nell'anno 2019 si sarebbero registrati valori inferiori a 1000 NTU con la sola diluizione garantita dal T. Noce di Val del Monte, raggiungendo un risultato analogo al 2018, quando invece la diluizione era attiva; si riconferma quindi una forte variabilità annuale degli effetti dello svaso, che dipende non solo dalle portate effettivamente scaricate a Pont per la diluizione, ma anche dalle modalità di gestione dello svaso e dalla tipologia di sedimento fluitato, tutti elementi non controllabili da parte dei concessionari di valle;
 10. nei rimanenti mesi da novembre a maggio dell'anno 5. PO la torbidità e il trasporto solido in sospensione risultano praticamente assenti, a eccezione di isolati brevi eventi a bassa torbidità, nonostante il regime produttivo si mantenga alternato e intenso con portate basse e variabili (novembre), poi prevalentemente ridotto con portate intermedie e variabili (dicembre), misto con portate alte e variabili (gennaio), intenso con portate elevate e costanti (febbraio), intenso con portate intermedie e variabili (marzo) e

- intenso con portate intermedie e costanti (aprile), spesso con suddivisione in due fasi produttive giornaliere (mattina e sera) ma turbinando sempre in prevalenza acque limpide prelevate dai bacini in quota;
11. l'intero periodo dal tardo autunno 2019 alla primavera 2020 è caratterizzato da un trasporto solido molto basso o assente, nonostante la morbidità da scioglimento nivoglaciale 2020 sia iniziata già a fine aprile (con un mese di anticipo rispetto all'anomala primavera 2019), e la conseguente attività produttiva a regime continuo da parte del concessionario di monte (che comporta crescenti attività di manutenzione ordinaria sottoforma di pulizia delle vasche Dufour) sia ripresa dalla prima metà di maggio;
 12. sebbene il turbidimetro nella stazione S3 - Contra da metà dicembre a metà giugno sia rimasto parzialmente compromesso dal periodo di inghiaimento precedente e non abbia registrato i dati di torbidità, dall'andamento della pluviometria e della torbidità in S1 - Pont si può ragionevolmente escludere che a valle della confluenza tra il T. Noce Bianco e il T. Noce di Val del Monte siano avvenuti eventi di torbidità non registrati dalla stazione turbidimetrica S1 - Pont;
 13. a giugno 2020 l'attività di pulizia delle vasche dissabiatrici e sghiaiatrici riprende, ma rispetto all'anno precedente risulta caratterizzata da eventi a bassa frequenza e bassa intensità, come chiaramente visibile nei turbidigrammi del mese di giugno e luglio; l'assenza di piene da forte scioglimento glaciale e da precipitazioni intense, nel 2020 fa venir meno quelle fasi parossistiche di sfioro e chiusura preventiva delle opere di presa a Malga Mare che, invece, l'anno precedente avevano caratterizzato la morbidità glaciale, imponendo eventi idro-turbidimetrici particolarmente intensi, e ripristinato temporaneamente le portate naturali del T. Noce Bianco in condizioni di piena.

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), queste ultime spesso assenti per blocco della stazione, 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).

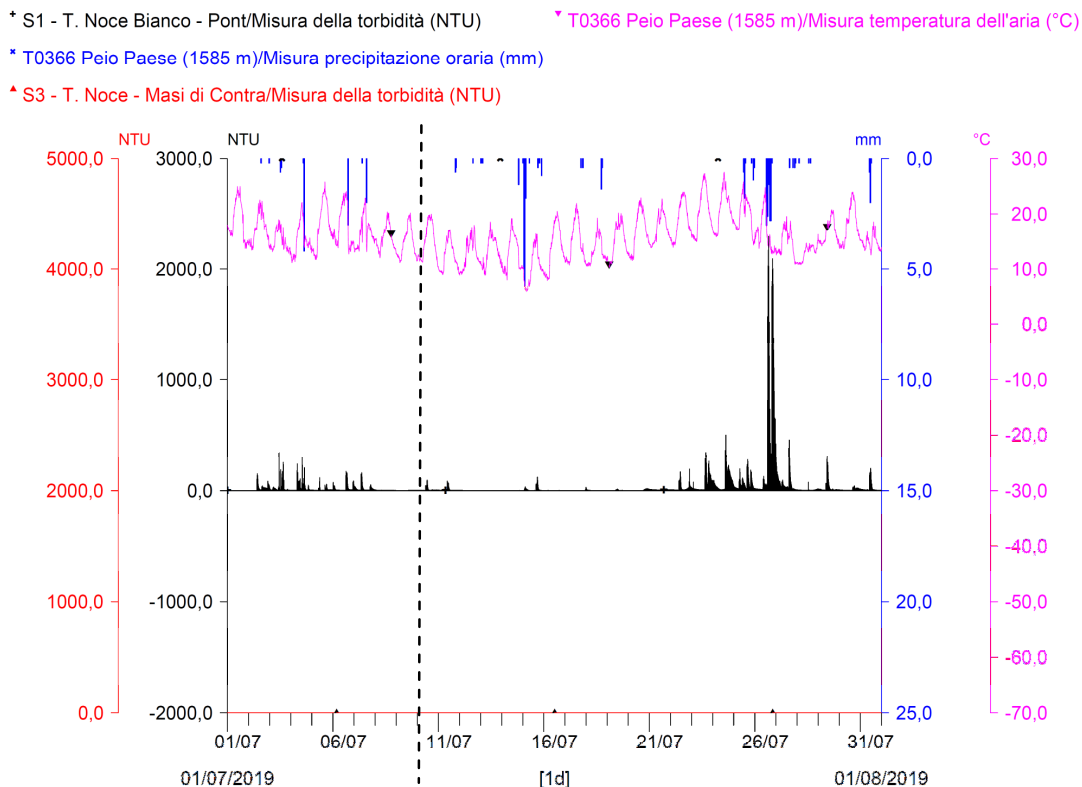


Fig. 153 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di LUGLIO 2019. L'avvio delle registrazioni (linea tratteggiata) coincide con il termine del precedente anno di monitoraggio 4.PO (10.07.2019). Le registrazioni dei dati nella stazione S3 sono assenti a causa dell'inghiainamento delle sonde.

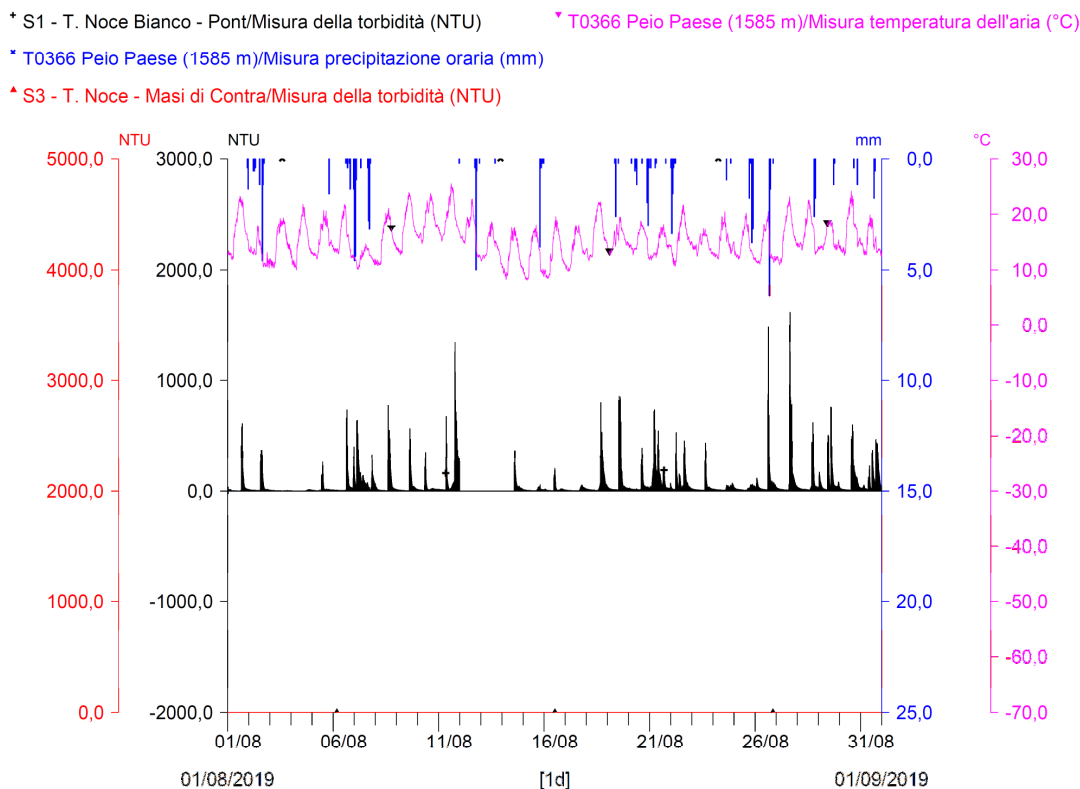


Fig. 154 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di AGOSTO 2019. Si noti la frequenza giornaliera degli eventi di media intensità misurati nel T. Noce bianco e l'interruzione delle misure nei giorni 12. e 13.08.19, causa blocco temporaneo di sedimenti nel tubo della stazione S1 - Pont.

- * 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)

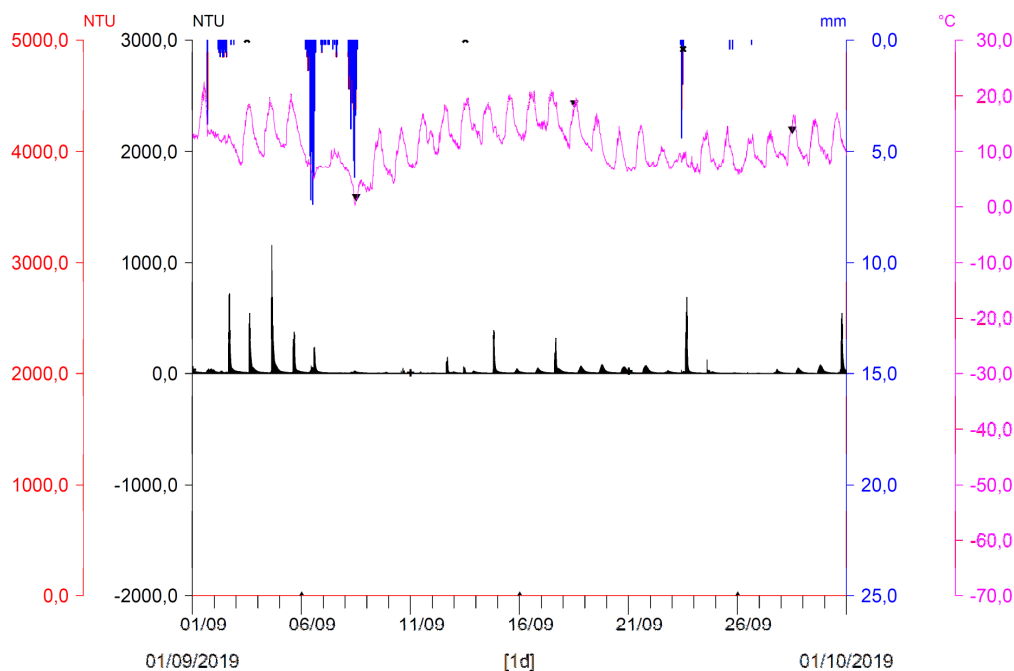


Fig. 155 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di SETTEMBRE 2019. Emergono le basse intensità e frequenza degli eventi di pulizia delle vasche Dufour rilevati in S1 - Pont, mentre in S3 - Contra permane il blocco del turbidimetro causa inghiaamento.

- * 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)

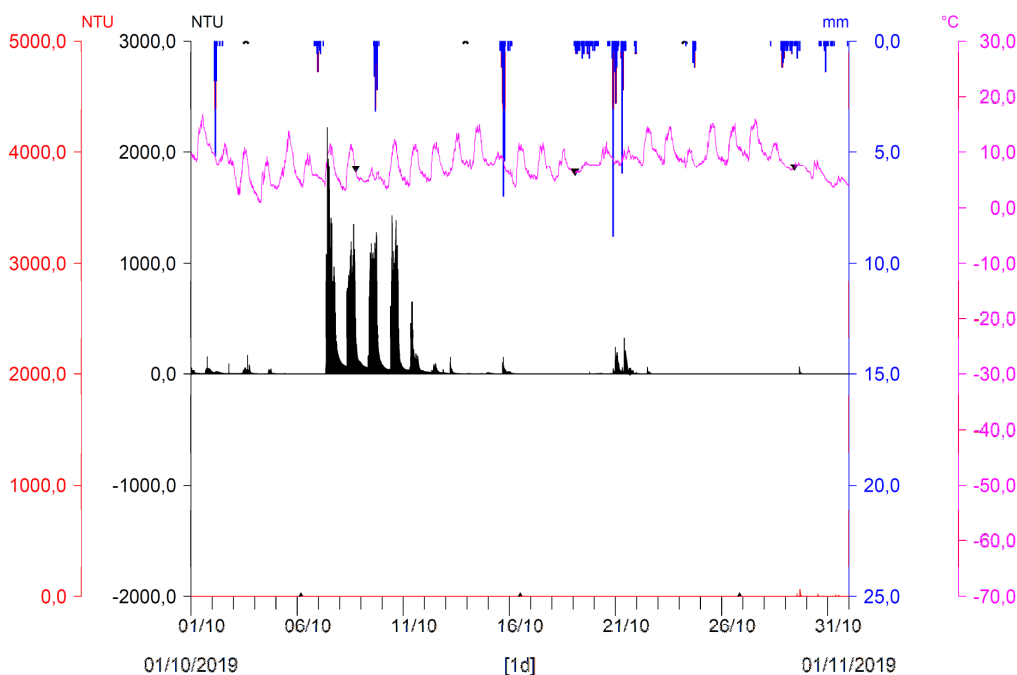


Fig. 156 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di OTTOBRE 2019. Si notino i bassi valori di torbidità registrati dalla sola stazione S1 - Pont per 5 gg consecutivi e il 29.10 la riattivazione delle misure di torbidità in S3 - Contra.

- * 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)

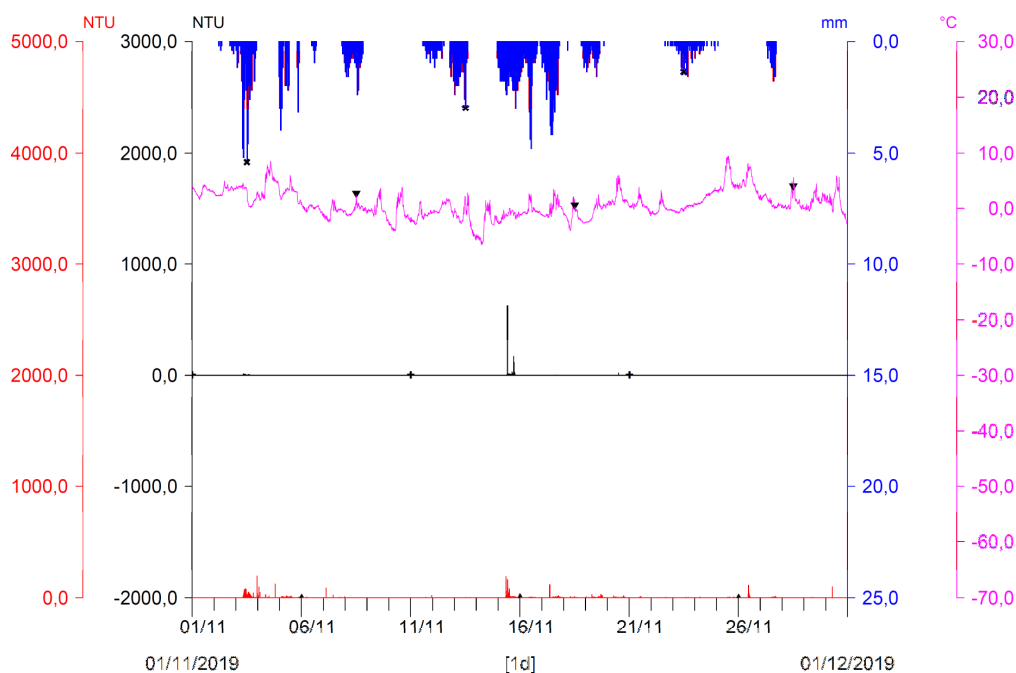


Fig. 157 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di NOVEMBRE 2019. Alle abbondanti precipitazioni del mese di novembre, in prevalenza nevose anche nel fondovalle, non corrispondano eventi turbidimetrici di rilievo in entrambe le stazioni S1 - Pont e S3 - Contra.

- * 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)

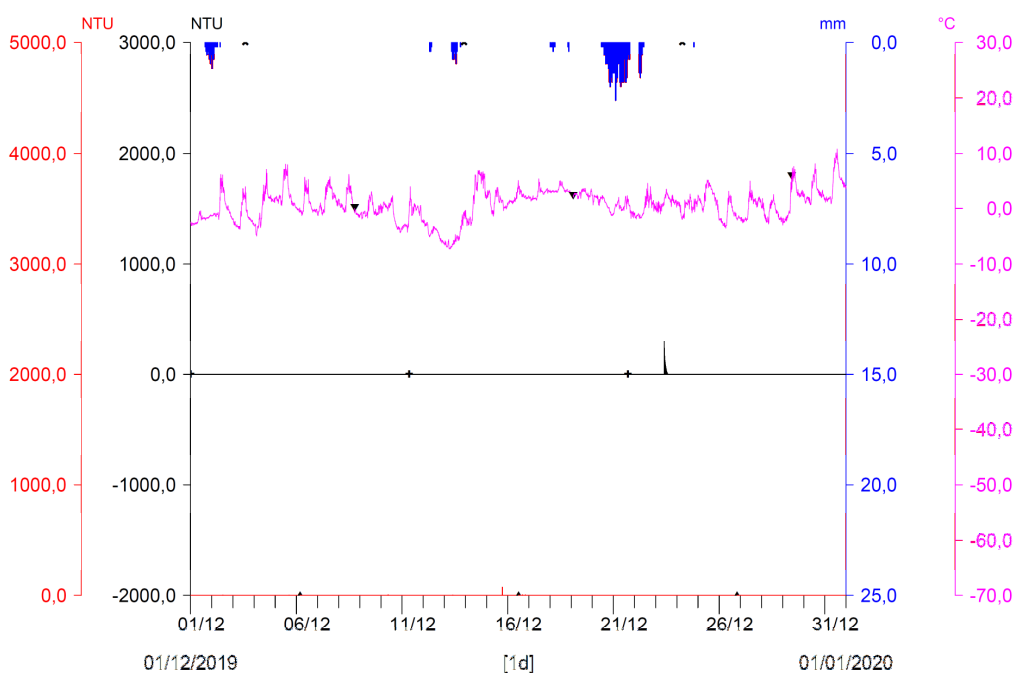


Fig. 158 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di DICEMBRE 2019. Sono pressoché assenti eventi di trasporto solido in sospensione nella fase di magra invernale, mentre a partire dal 17.12 il turbidimetro in S3 - Contra interrompe la registrazione dei dati di misura.

- * 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)

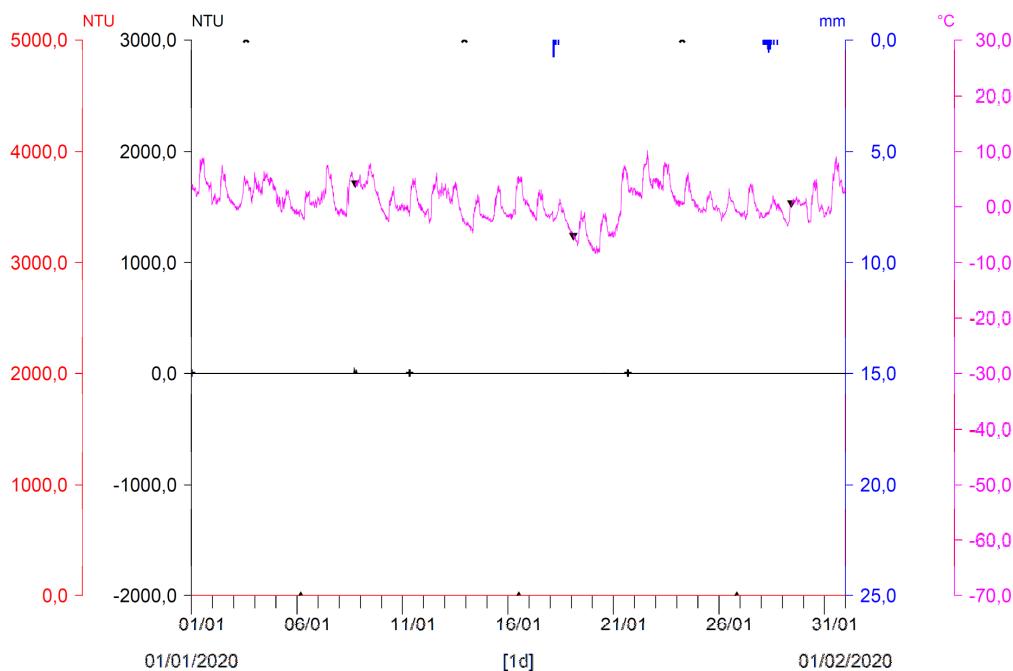


Fig. 159 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di GENNAIO 2020. Come negli anni precedenti la fase invernale è praticamente priva di trasporto solido in sospensione.

- * 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)

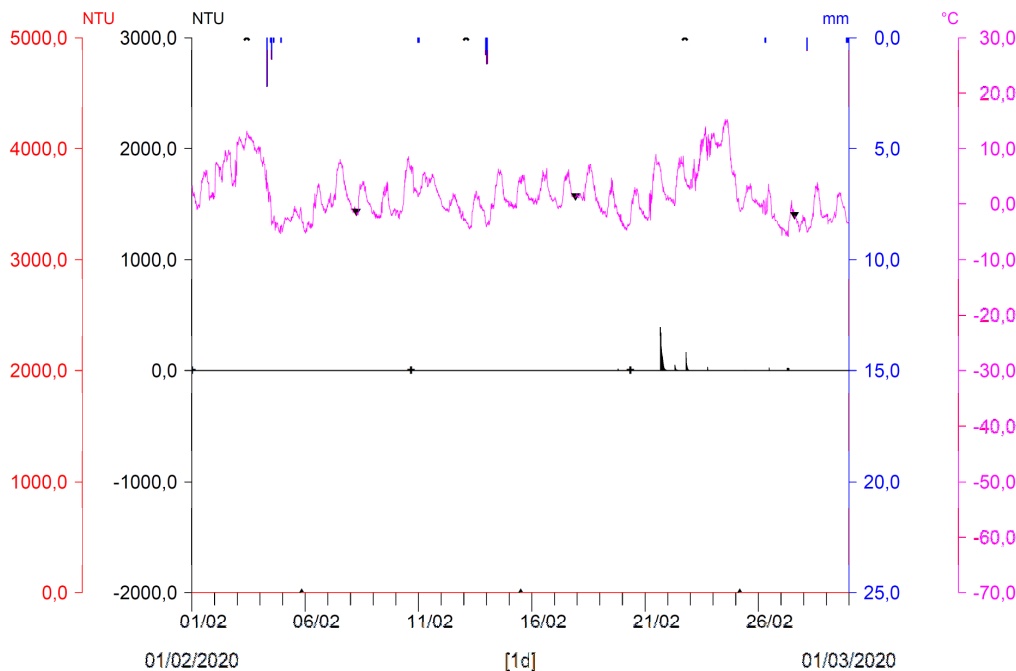


Fig. 160 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di FEBBRAIO 2020. Permane l'inattività della sonda in S3 - Contra, come evidenza l'assenza di segnali al passaggio delle leggere torbide di fine febbraio, rilevate invece in S1 - Pont.

- * 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)

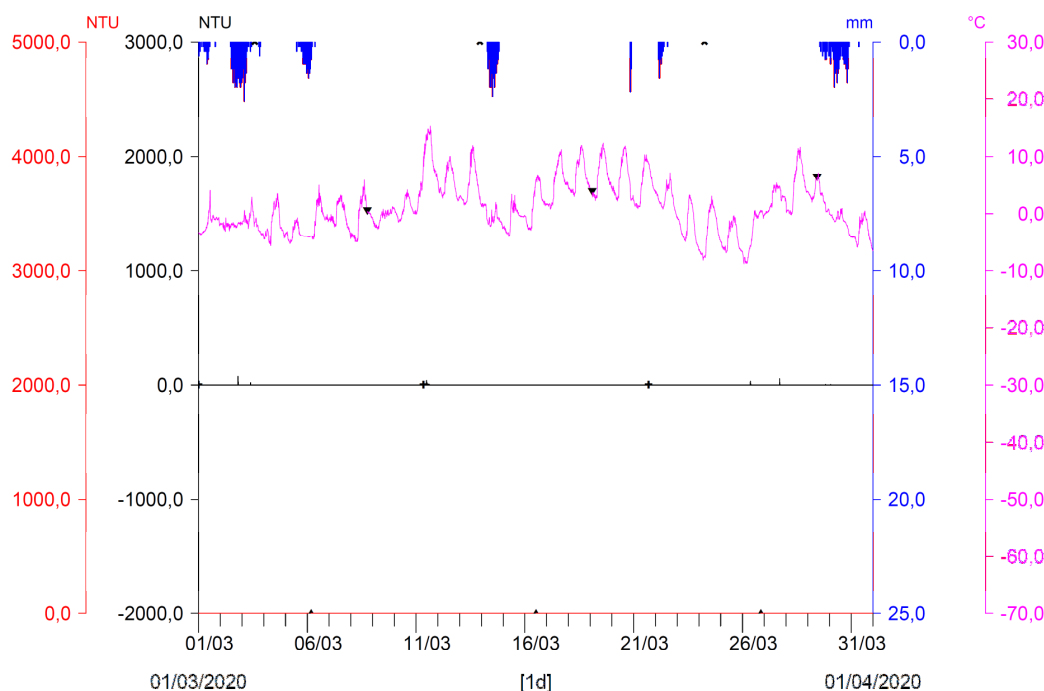


Fig. 161 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di MARZO 2020. Il trasporto solido in S1 - Pont e, verosimilmente, anche in S3 - Contra è del tutto assente.

- * 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)

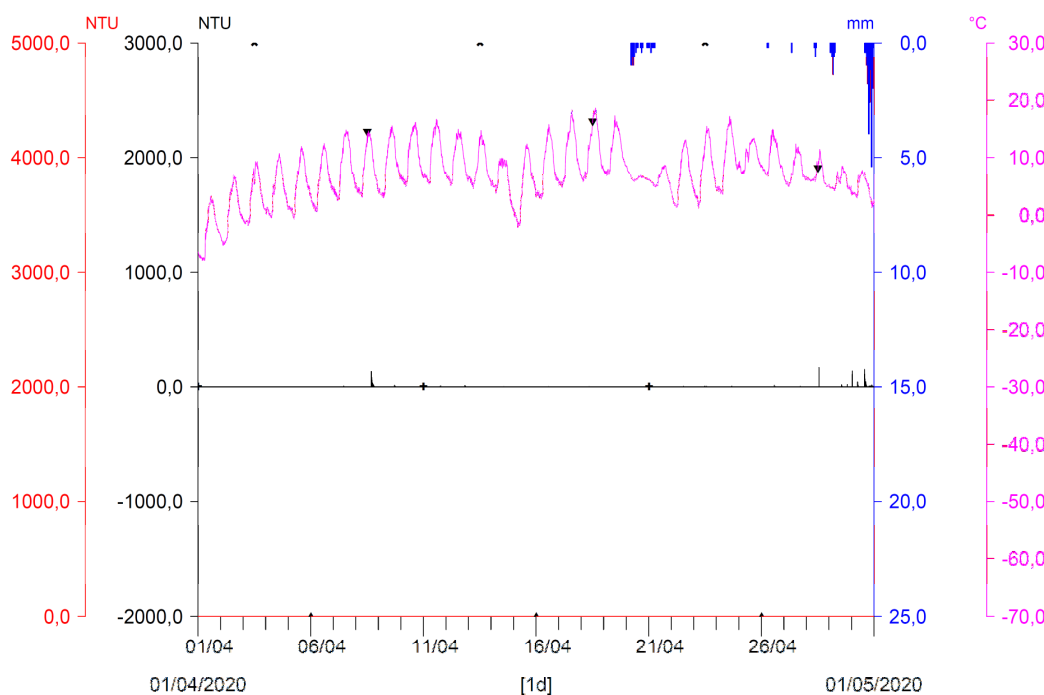


Fig. 162 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di APRILE 2020. Il trasporto solido è assente in S1 - Pont, e verosimilmente anche in S3 - Contra, anche per tutto il mese di aprile, a differenza dell'anno precedente che presentava una ripresa del trasporto già all'inizio del mese.

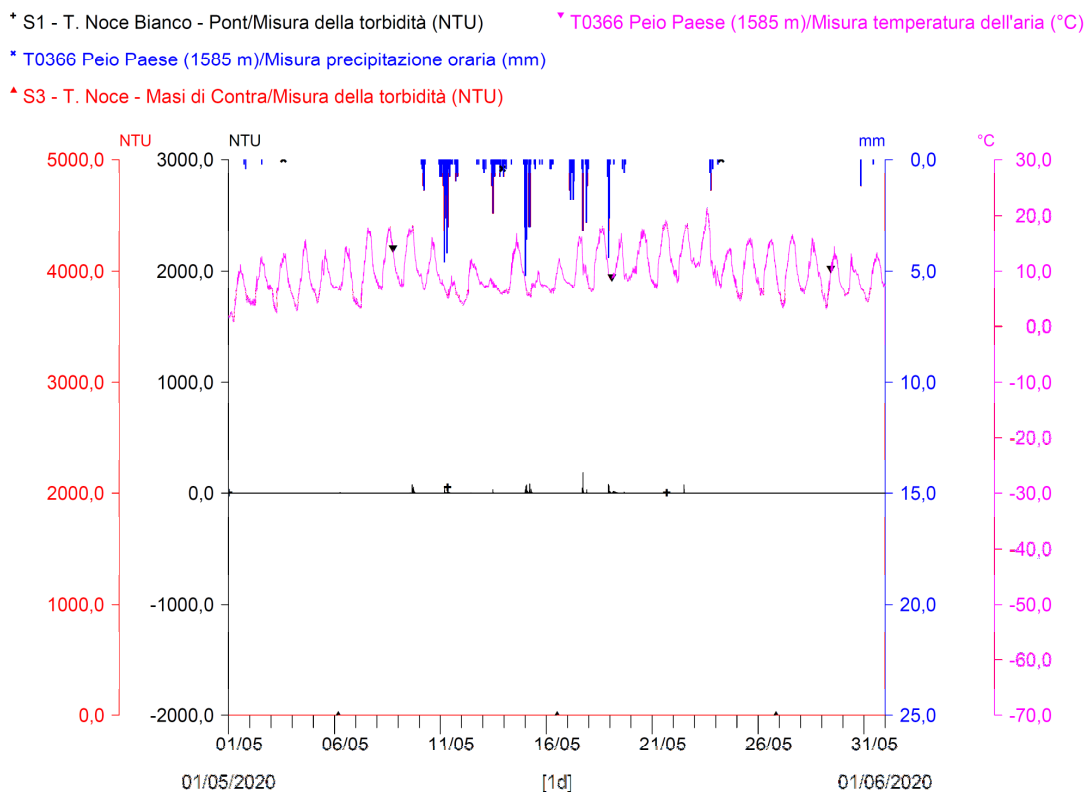


Fig. 163 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di MAGGIO 2020. L'avvio della fase produttiva continua ai primi di maggio non è accompagnata da fenomeni di trasporto solido, mentre solo gli intensi eventi pluviometrici di metà mese elevano (di poco) la torbidità in alveo.

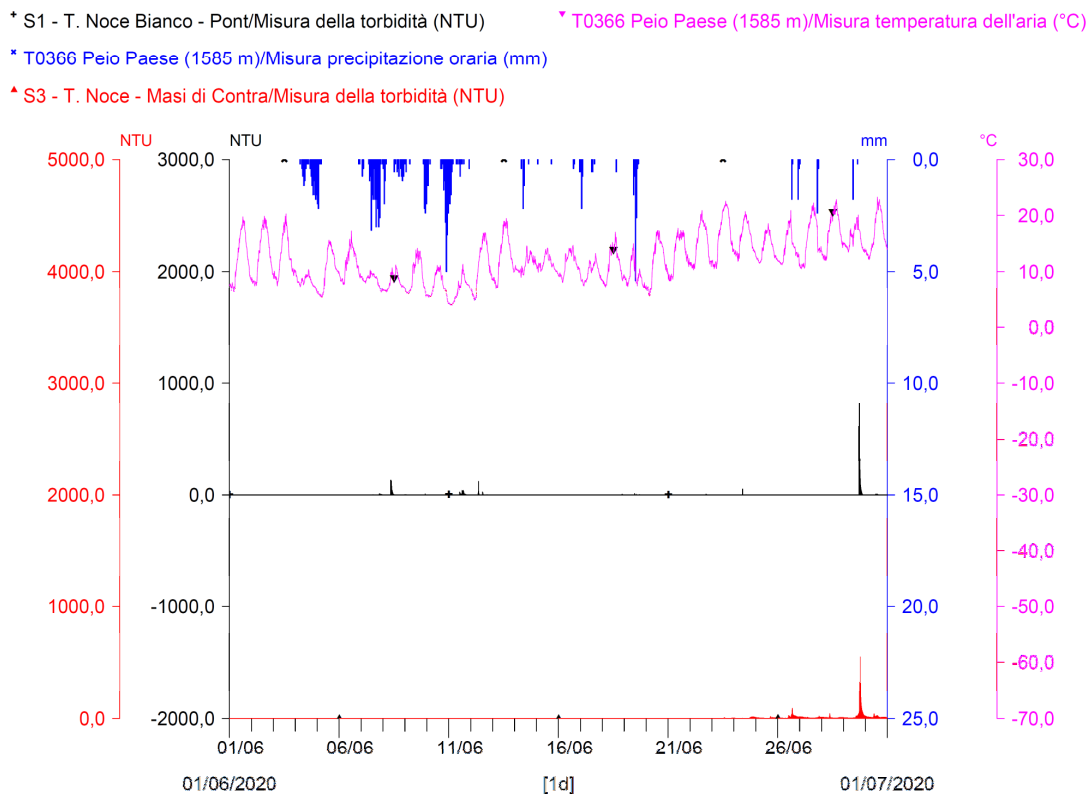


Fig. 164 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di GIUGNO 2020. Si riattivano le registrazioni in S3 - Contra il 23.06 e, comunque, rimangono basse l'intensità e la frequenza degli eventi.

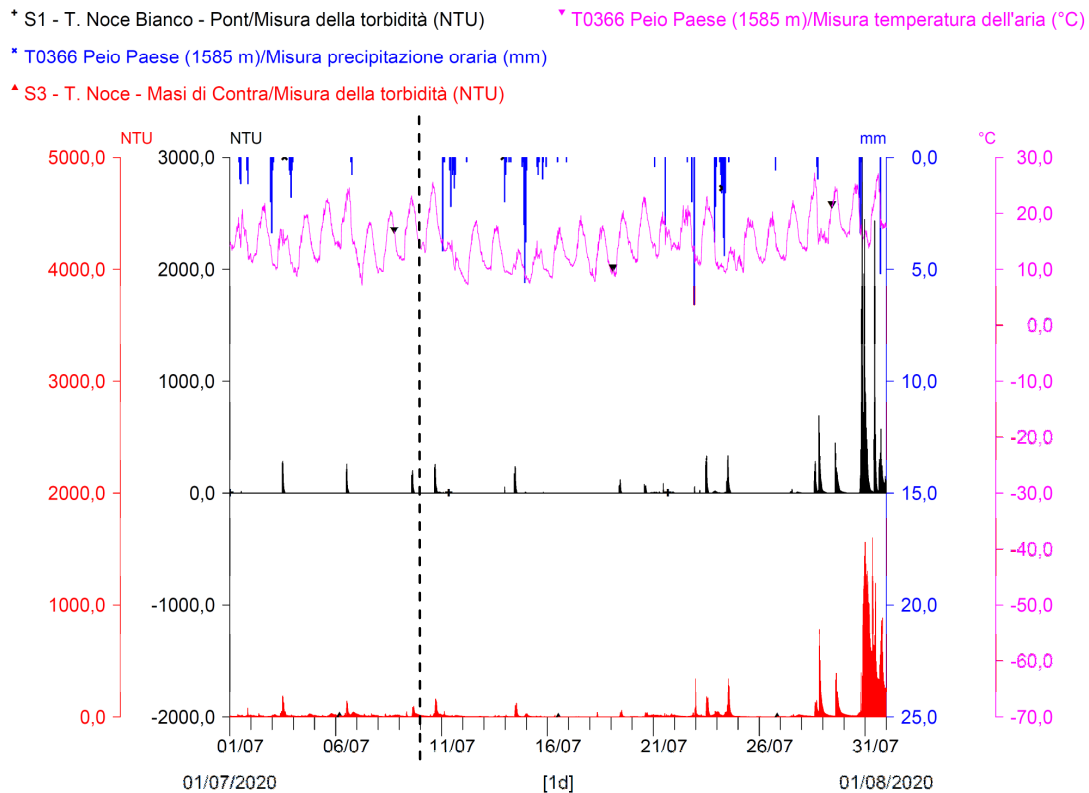


Fig. 165 - Turbidigrammi comparati S1 vs S3 del mese di LUGLIO 2020. Con linea tratteggiata nera è indicato il termine dell'anno di monitoraggio 5.PO. Si noti la piena ripresa delle misurazioni nella stazione S3 - Contra, con deboli picchi dovuti alla pulizia delle vasche Dufour i cui valori diminuiscono per diluizione da S3 a S1, ma con valori di fondo più alti in S3 rispetto a S1 a causa del contributo del T. Noce di Val del Monte in termini di trasporto solido rilevato in loc. Contra.

11.2 ANALISI DELLE CONDIZIONI TURBIDIMETRICHE PARTICOLARI

In coerenza con il PMA e con le precedenti Relazioni di monitoraggio, anche gli andamenti delle torbidità rilevate nel corso del quinto anno di monitoraggio *post operam* (5.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 a scansione giornaliera.

Per quanto gli eventi turbidimetrici avvengano tipicamente nell'ambito della fase estiva, in cui il trasporto solido è naturalmente innescato dal progredire della fusione nivo-glaciale, la presenza dei sistemi di presa e di regolazione in quota del trasporto solido più grossolano, modifica e regola anche il trasferimento a valle delle porzioni più fini, i solidi sospesi, estendendo il periodo caratterizzato da trasporto solido anche al mese di ottobre.

Considerato che l'analisi degli andamenti della torbidità in occasione degli eventi più ricorrenti e noti, come le precipitazioni piovose intense, le attività di pulizia dei canali Dufour, gli sfiori alle opere di presa a Malga Mare o la pulizia del sifone a Cogolo è già stata svolta nelle precedenti relazioni, e considerato che nell'anno 5.PO quest'ultimo evento non è avvenuto, di seguito si considerano solo gli eventi turbidimetrici significativi o nuovi, quali in ordine cronologico:

- 1) eventi quotidiani di torbida lieve durante il mese di settembre 2019;
- 2) evento di torbida da svaso autunnale del bacino di Malga Mare, da parte del concessionario idroelettrico di monte (HDE - impianto di Cogolo Pont);

11.2.1 Eventi quotidiani di torbida lieve durante il mese di settembre 2019

Il mese di settembre 2019 in termini turbidimetrici è stato caratterizzato da pochi eventi di pulizia dei canali Dufour, e tutti di bassa intensità rispetto agli anni precedenti. Analizzando il turbidigramma mensile (cfr. Fig. 155), tuttavia, si possono notare eventi naturali giornalieri a bassa torbidità (inferiori ai 100 NTU), i cui picchi non sono però preceduti da picchi relativi delle portate in transito presso la stazione S1 - Pont (si rimanda all'approfondimento sui differenti tempi di corrvazione delle portate liquide e solide riportato nella precedente Relazione di monitoraggio 2018-2019).

Queste deboli torbide, come evidenzia il seguente turbidigramma di dettaglio (cfr. Fig. 166), vengono registrate regolarmente in S1 - Pont durante le ore più calde delle giornate (istogramma nero) in assenza di variazioni di portata, come invece avviene durante la pulizia delle vasche Dufour (picchi della linea verde), e risultano piuttosto correlate agli sfiori che, in maniera altrettanto quotidiana, avvengono immediatamente a valle, allo scarico della centrale di Cogolo Pont, e che vengono poi misurati alla chiusura del bacino nella stazione S4 - Cusiano (la stazione intermedia S3 - Contra risultava ancora inghiaziata e viene restituita come dato simulato).

Tale situazione risulta compatibile con eventi idro-turbidimetrici che si originano alle quote maggiori, a seguito dell'intenso scioglimento nivo-glaciale, e con l'apertura di opere di presa a Malga Mare che riescono a derivare integralmente le relative portate di piena in ingresso, fatto salvo il rilascio del DMV, che durante le ore più calde è costituito da acque torbide, e che nel transito si diluisce fino a essere registrato in S1 - Pont con un basso picco di torbidità.

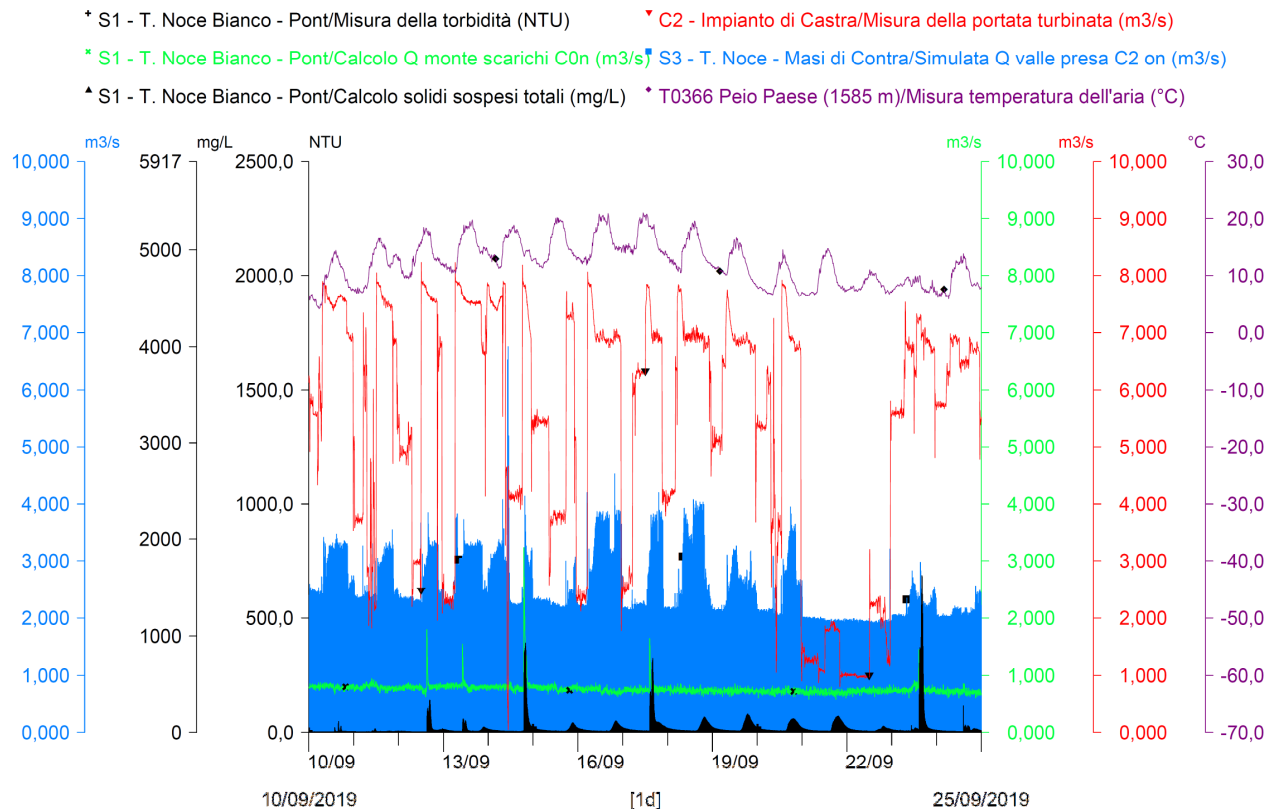


Fig. 166 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 e relativi SST (linea nera) rispetto all'andamento delle portate in S1 (linea verde), in S3 (linea azzurra), alle portate turbinate (linea rossa) e all'andamento delle temperature atmosferiche (istogramma blu dall'alto) durante le deboli torbide con sfiori dallo scarico HDE durante il mese di settembre 2019.

Le portate complessive turbinate dall'impianto HDE di Cogolo Pont, tuttavia, in molte giornate sono maggiori delle portate massime degli impianti in serie, pertanto a valle della vasca di presa C0, o direttamente allo scarico della centrale, le quote eccedenti vengono scaricate in alveo, generando scalini di portata ben visibili anche nella stazione S4 - Cusiano.

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

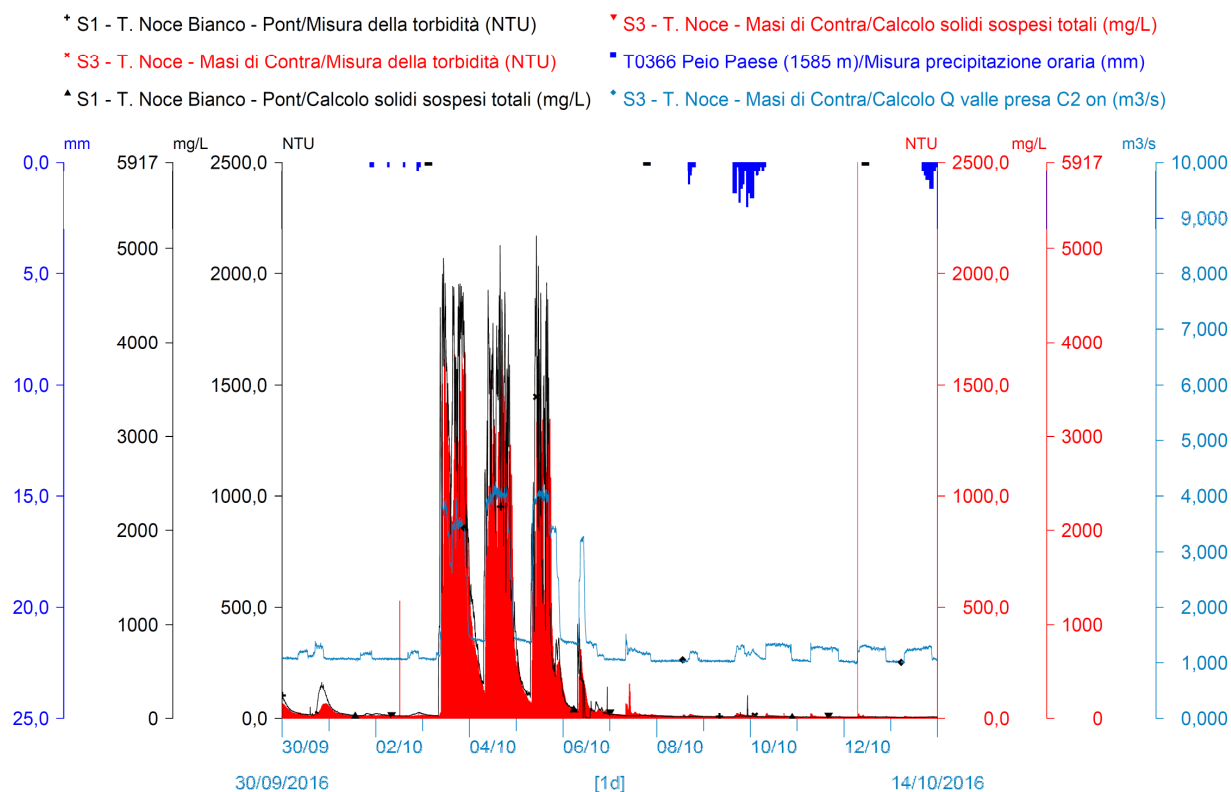
Nella seguente Fig. 167 vengono confrontati i turbidigrammi registrati durante lo svaso del bacino di Malga Mare condotto da lunedì 07. a venerdì 11.10.2019, e le analoghe operazioni svoltesi nell'ottobre 2016 e nell'ottobre 2018. Tutte le operazioni sono avvenute nel rispetto delle medesime prescrizioni dettate al concessionario di monte (HDE S.r.l.), prima con det. SGRIE n. 244 del 21.09.2015 e poi con det. SGRIE n. 8 del 16.01.2019 (sostitutiva), relativamente alle modalità e ai parametri da verificare appena a valle del bacino artificiale di Malga Mare.

Le condizioni aggiuntive, imposte invece negli anni 2017 e 2018 sempre dal Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (SGRIE) ma ai soli concessionari di valle, in merito

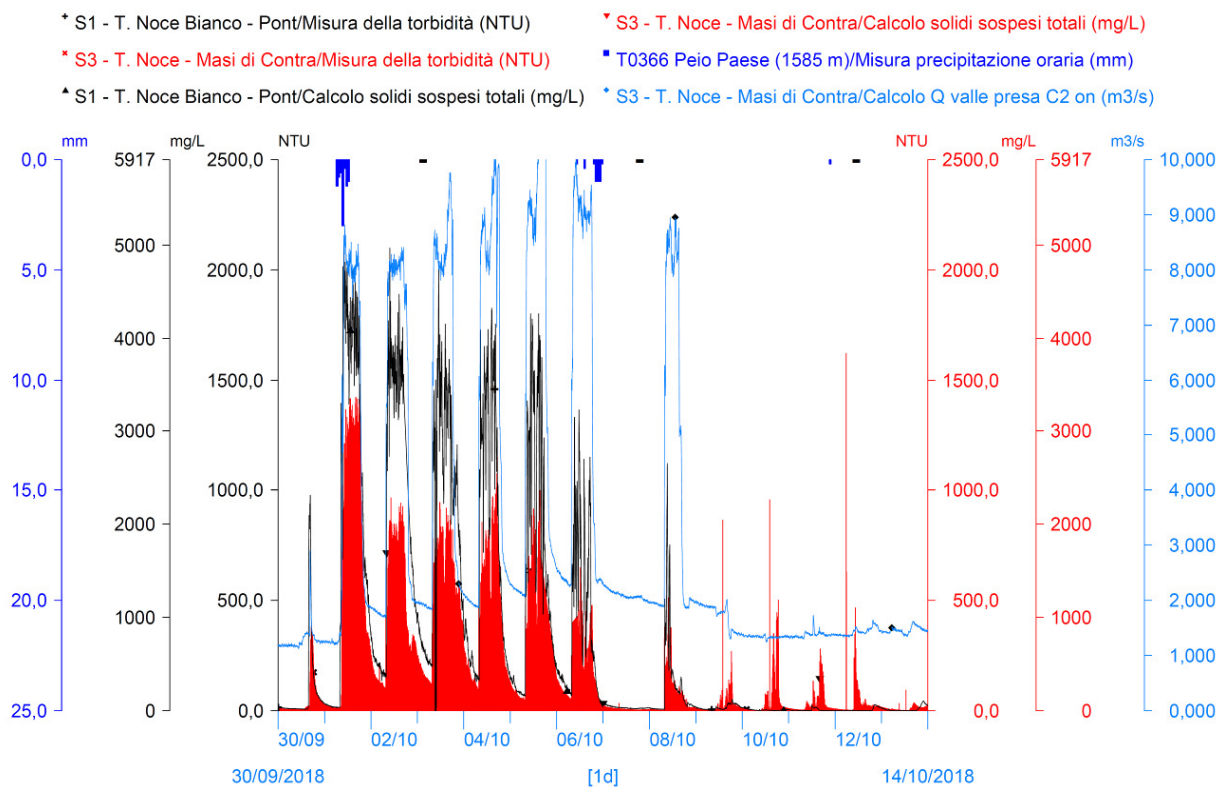
all'obbligo di rilascio in alveo delle portate turbinate da HDE, quelle "eventualmente" provenienti dal bacino di Pian Palù (mentre quelle della Centrale di Malga Mare sono completamente impegnate per la fluitazione), prima della vasca di presa C0 in località Pont durante le fasi giornaliere di fluitazione dei limi, sono state annullate e rimosse proprio con l'ultima determinazione di autorizzazione allo svaso.

Analogamente a quanto accaduto fino all'anno 2016, pertanto, nel 2019 viene ripristinata la possibilità per il Comune di Peio di prelevare quanto scaricato dall'impianto HDE di Cogolo Pont. Nel caso specifico dell'anno 2019, tuttavia, il gruppo 2 - Pian Palù del suddetto impianto non è in funzione, a causa lavori di manutenzione al Lago di Pian Palù e alla relativa galleria di gronda, e pertanto tutto il sistema idroelettrico a valle di Malga Mare risulta fermo.

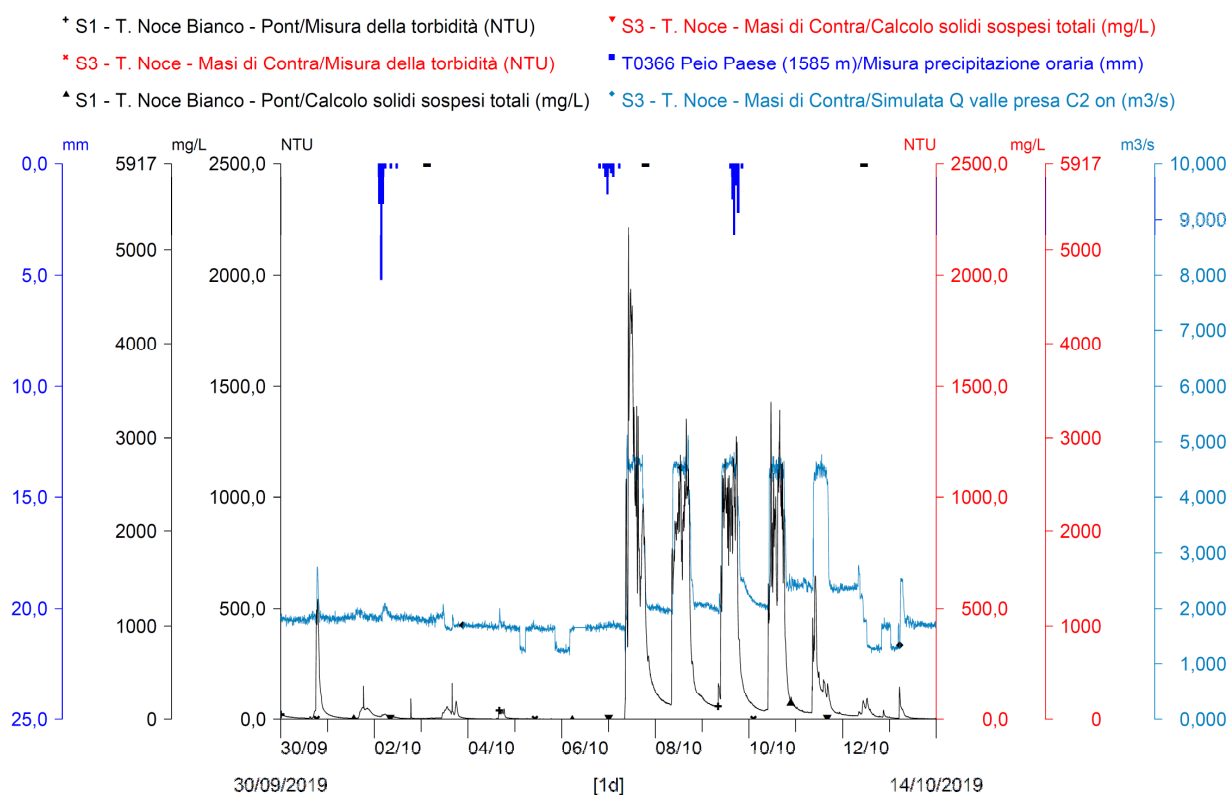
Dall'idrogramma di ottobre 2019 (Fig. 92) e da quello di dettaglio relativo alla fase di svaso (Fig. 103), risulta infatti che partendo dai circa 3,5-3,6 m³/s di portata del T. Noce Bianco, che si misurano nella stazione S1 - Pont in fase di svaso, l'integrazione delle sole portate del T. Noce di Val del Monte porta a un deflusso complessivo presso la stazione S3 - Contra stimato pari a 4,5-4,6 m³/s, analogamente a quanto si misurava fino al 2016, quando invece gli impianti in serie turbinavano e la stazione idrometrica era in funzione.



A



B



C

Fig. 167 - Confronto tra torbidità ottica rilevata in S1 (linea nera) e quella rilevata in S3 (istogramma rosso) rispetto all'andamento delle portate simulate 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 2016, B) anno 2018, C) anno 2019.

Durante le notti di svaso del bacino di Malga Mare, inoltre, il concessionario di monte, nel rispetto delle autorizzazioni impartite, rilascia regolarmente in alveo tutte le acque provenienti dal T. Noce Bianco (altrimenti derivate), generando una maggior portata rispetto a quella base (notturna, prima dello svaso) che nel 2019 è pari a $0,7 \div 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, a fronte di un analogo incremento nel 2018 di $0,5 \div 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Queste lievi variazioni sono coerenti con i differenti andamenti pluviometrici dei mesi precedenti, come già descritto nel precedente § 9.3.2.

All'avvio delle operazioni di pulizia del bacino, con l'arrivo della piena, la torbidità sale immediatamente fino a livelli massimi di picco di circa 2.000 NTU presso la stazione S1 - Pont, ma a differenza che nel passato, invece che scendere gradualmente fino a valori di 1.500 NTU a fine pulizia, si assesta già nell'arco della prima giornata su valori di circa 1.000 NTU, che poi permangono stabilmente fino alla fine delle operazioni.

La stazione turbidimetrica S3 - Contra, purtroppo, nel mese di ottobre 2019 non è in funzione, in quanto ancora sommersa dai detriti accumulatisi nella canaletta di magra durante l'estate, in attesa delle operazioni di pulizia, che saranno effettuate solo a fine mese, pertanto non sono disponibili dati di torbidità di confronto. Per gli aspetti idrologici, invece, come già precisato nel § 9.3.2, nel 2018 la misurazione diretta delle portate in S3 - Contra (linea azzurra nel grafico 2018) era oramai solo indicativa, in quanto la stazione durante l'evento stava subendo un progressivo interrimento della canaletta e il dato di livello / portata presentava una deriva verso l'alto (ben visibile proprio durante le operazioni di svaso, quando invece i valori massimi sarebbero dovuti rimanere costanti). Tale dato diretto, tuttavia, si era già ritenuto utile rappresentarlo per evidenziare gli effetti del trasporto solido al fondo, che aumentava proprio durante lo svaso e spostava verso l'alto i livelli misurati in S3 - Contra, pertanto è stato riproposto anche in questo contesto. Il dato di portata della stazione S3 - Contra nel 2019 è invece simulato a partire dalle misurazioni effettuate nelle altre stazioni del PMA.

In base a quanto sopra, pertanto, non sono disponibili altri dati turbidimetrici, oltre a quelli della stazione S1 - Pont, e lo svaso dell'anno 2019 può essere interpretato solo in via deduttiva in base ai dati pregressi. Considerando cautelativamente quelli dell'anno 2016, descritti nella precedente Relazione dell'anno 2.PO, è possibile quanto meno ipotizzare una lieve diminuzione della torbidità ottica nel tratto centrale della valle di Peio, almeno pari al 20-25% (il valore minimo di diluizione rilevato dall'avvio del PMA nell'anno 2.PO) (cfr. Tab. 44).

In base alle indicazioni della precedente Relazione, il Comune di Peio ha valutato positivamente l'installazione di un nuovo turbidimetro nella stazione S2 - Val del Monte, sia per analizzare indipendentemente le dinamiche turbidimetriche di questo importante affluente sia per poter, eventualmente, simulare anche i dati turbidimetrici in S3 - Contra.

Proseguendo nell'analisi delle ore serali e notturne, al repentino calo delle portate corrisponde, come al solito, una graduale e progressiva discesa dei valori di torbidità, che al mattino, poco prima della ripresa delle attività, raggiungono valori minimi in media attorno a 50 NTU, dimezzati rispetto a quelli dello scorso anno.

In Tab. 44, per continuità con la precedente Relazione, è riportato il confronto tra le seconde giornate di svasso 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 misurate.

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%
	S1	346	1.351
	S3	blocco sonda	blocco sonda
2019	ΔS1-S3	- non calcolabile	- non calcolabile

Tab. 44 - 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 cinque annate di rilievo turbidimetrico, nelle prime due con impianti in serie regolarmente in funzione, nelle successive due (verdi) con impianti in serie fermi in base alle prescrizioni SGRIE, nell'ultima con impianti fermi per manutenzione a entrambi i bacini, ma teoricamente in esercizio, in quanto la prescrizione SGRIE è stata ritirata (quindi stesse condizioni del 2016).

La mancanza dei dati di torbidità in S3 - Contra impedisce il calcolo delle variazioni e la visione dinamica degli eventi; tuttavia, appare immediatamente che le torbidità in ingresso misurate presso la stazione S1 - Pont sono quasi dimezzate rispetto all'anno precedente e pertanto la pulizia del bacino di Malga Mare nel 2019 si può definire meno intensa.

Nel corso dell'intero PMA, mentre nei primi due anni (2015-2016) gli impianti in serie erano rimasti regolarmente in funzione durante lo svasso (e il secondo anno presentava 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 a valle completamente ferma (in applicazione delle prescrizioni), a fronte di una torbidità media in S1 ancora più alta che nel 2016, la diluizione aggiuntiva a Pont garantiva una riduzione di quasi il 47% della torbidità registrata in S3, così come nel 2018 quando il calo della torbidità raggiungeva il 51%. Nel 2019, a differenza che negli anni precedenti, anche l'impianto HDE di Cogolo Pont è fermo e di conseguenza lo sono anche quelli più a valle.

Dall'analisi dei dati di torbidità, in conclusione, si può evidenziare che la stazione turbidimetrica S1 - Pont registra durante lo svasso di Malga Mare dei valori sensibilmente inferiori rispetto agli anni precedenti, che possono essere messi in relazione tanto allo scarso trasporto solido dell'annata, come risulta dal successivo bilancio (cfr. 11.3), quanto alla minore durata delle singole operazioni e alla loro distribuzione su 5 giornate complessive (a differenza delle 4 giornate del 2016).

11.3 BILANCIO DEL TRASPORTO SOLIDO IN SOSPENSIONE

In continuità con la precedente Relazione di monitoraggio 2018-2019, 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 28.08.2017, sotto forma di bilancio del trasporto solido cumulato mensile per l'intero anno 5.PO.

La stazione di riferimento rimane S1 - Pont, in quanto caratterizzata da una sezione 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 m^3/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, infine, restituisce il valore cumulato mensile dei *solidi sospesi totali* (SST) transitati, ossia il trasporto solido in sospensione rappresentato con l'istogramma blu in Fig. 168 ed espresso, per convenzione, in kg/mese.

La linea arancione del grafico, invece, rappresenta la massima portata di massa istantanea, espressa in kg/s, raggiunta durante l'evento di maggior intensità nel mese di riferimento.

Andamento e valore cumulato mensile della portata di massa, riferita ai soli *solidi sospesi totali* SST alla 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.

Dal grafico in Fig. 168 e dai rispettivi dati riportati in Tab. 45, infatti, risulta chiaramente che nell'arco dei 5 mesi a regime produttivo continuo (estivo) dell'anno 5.PO (luglio, agosto, settembre 2019 e maggio, giugno 2020) - con un mese in più nella morbida 2020 rispetto al 2019 (4 mesi), ma con meno giornate (48 gg vs 93 gg) caratterizzate da eventi di trasporto solido in sospensione (il numero più basso finora registrato) - si concentra comunque poco meno del 60% del trasporto solido in sospensione totale dell'anno di monitoraggio 5.PO, contro il 64% nell'anno 4.PO.

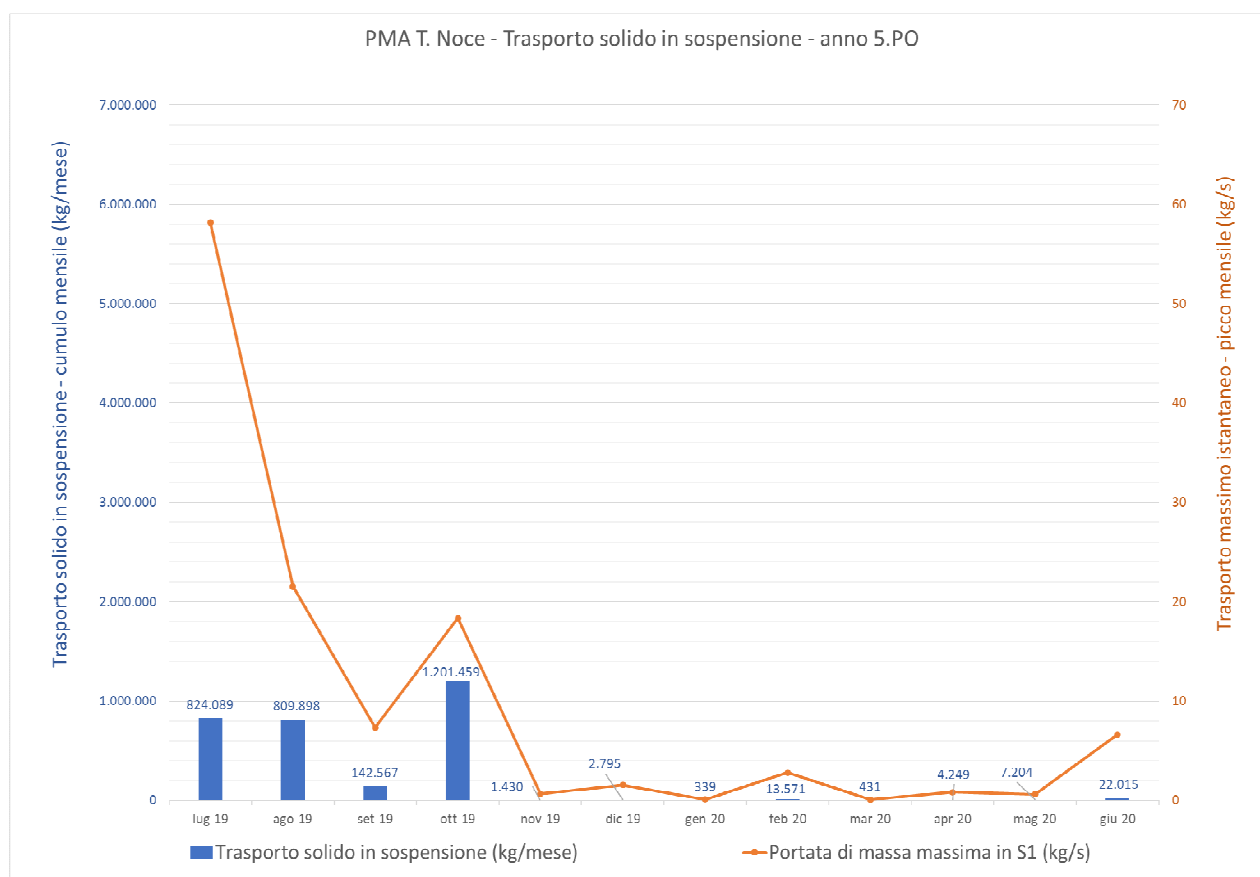


Fig. 168 - Andamento mensile del trasporto solido in sospensione durante l'anno di monitoraggio 5.PO, con indicazione del cumulo mensile di SST (istogramma blu) e del picco istantaneo raggiunto negli eventi di maggior intensità (linea arancione) nella stazione di monitoraggio S1 - Pont.

Anche i picchi di "portata di massa" istantanea sono in calo, passando dai 66 kg/s nell'anno 4.PO ai 58 kg/s dell'anno in oggetto. Ai fini delle analisi degli eventi di trasporto solido in sospensione, si ricorda che le giornate di picco sono filtrate in base a una portata massica istantanea di SST >1 kg/s, soglia arbitraria scelta per evidenziare solo le fasi di significativo trasporto solido.

Analizzando l'intera fase turbidimetrica estiva, corrispondente alla fase produttiva a ciclo continuo, pertanto, in linea con la minore intensità dei fenomeni idrologici di origine naturale o

mista, nell'anno 5.PO si evidenzia una forte riduzione in valore assoluto del trasporto solido in sospensione e una diminuzione in intensità e numero degli eventi turbidimetrici estremi.

Nel mese di ottobre, caratterizzato dalla consueta pulizia del bacino di Malga Mare, tenuto conto dell'assenza di ulteriori fasi di trasporto solido nel mese (rispetto a Vaia nel 2018), in 6 giorni di eventi turbidimetrici (10 nell'anno 4.PO) si concentra comunque quasi il 40% dell'intero trasporto solido fine annuale, in aumento in termini relativi rispetto all'anno precedente (36% nell'anno 4.PO). I picchi delle portate massiche durante lo svasso si presentano comunque in diminuzione e mediamente tra i valori più bassi, anche rispetto alla precedente fase estiva 2019, praticamente un terzo di quelli misurati a luglio 2019. I bassi valori durante lo svasso, nel caso specifico, sono la risultante di minori accumuli e di una gestione 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) ancora più cautelativa rispetto agli anni precedenti (più giorni e meno ore di svasso al giorno).

Nei rimanenti 6 mesi (autunnali, invernali e primaverili) - da novembre ad aprile compresi - anche quest'anno si realizza meno dell'1% del trasporto solido in sospensione annuale, con sole 2 giornate in cui il valore di picco di "portata solida" supera 1 kg/s.

A parte l'eccezione del precedente autunno 2018 con la tempesta Vaia, nel 2019 la massa di SST transitata in ottobre, pari a complessivi 1.201.459 kg, torna a essere imputabile esclusivamente ai limi rimossi dal bacino di Malga Mare durante le operazioni di svasso.

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-19	824.089	10	58,180	0,308
ago-19	809.898	21	21,540	0,302
set-19	142.567	8	7,313	0,055
ott-19	1.201.459	6	18,359	0,449
nov-19	1.430	0	0,639	0,001
dic-19	2.795	1	1,550	0,001
gen-20	339	0	0,098	0,000
feb-20	13.571	1	2,803	0,005
mar-20	431	0	0,075	0,000
apr-20	4.249	0	0,812	0,002
mag-20	7.204	0	0,628	0,003
giu-20	22.015	1	6,616	0,008
S1 - ANNO 5.PO	TOT 3.030.048	TOT 48	MAX 58,180	MED 0,095
(mese max)	(ottobre)	(agosto)	(luglio)	(ottobre)

Tab. 45 - 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.

In base alle stime riportate nella tabella di sintesi (cfr. Tab. 45), nell'intero anno di monitoraggio la massa complessiva dei solidi in sospensione (SST) cala a un terzo rispetto a quella dell'anno precedente (3.030.048 kg vs 9.457.568 kg), analogamente calano le giornate con eventi significativi (48 gg vs 93 gg).

Il bilancio 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, ed è chiaramente parziale. Tuttavia, con riferimento al solo svaso di ottobre del bacino di Malga Mare, che riguarda in prevalenza il limo e le particelle fini che si depositano sul fondo della vasca, il bilancio è da ritenere corretto e rappresentativo. Considerato che la densità media del limo è pari a circa 1.600 kg/m^3 , la massa di limo transitata dalla sezione di misura S1 - Pont può essere convertita in un originario volume, quello rimosso durante la pulizia della vasca di Malga Mare. Dalle stime effettuate tale valore corrisponde a circa 751 m^3 , cioè a circa un terzo del volume dell'anno precedente (2015 m^3), in maniera coerente con il calo del trasporto solido complessivo e in sospensione (SST).

Negli anni precedenti il bilancio richiesto dal Servizio Bacini montani nell'ambito del bacino del T. Noce della Val di Peio, sulla base delle installazioni previste dal PMA, era condotto anche rispetto alla stazione S3 - Contra. Non lo era rispetto alla stazione S2 - Val del Monte, alla chiusura del bacino del T. Noce di Val del Monte, in quanto il PMA non lo prevedeva e la stazione non era dotata di turbidimetro.

Nell'anno 5.PO, peraltro, a causa dei ripetuti inghiainamenti della canaletta di magra della stazione S3 - Contra, i dati di torbidità di confronto non sono stati rilevati, e quindi non sono stati elaborati confronti come avveniva nelle precedenti relazioni. Va rilevato, comunque, che nella tarda primavera 2020, alla fine della prima fase pandemica del Covid-19, tutte le sonde della stazione S3 - Contra sono state ripristinate e, inoltre, il Comune ha comunicato formalmente l'intenzione di acquistare e installare un nuovo turbidimetro per completare la dotazione della stazione S2 - Val del Monte, come proposto nella precedente Relazione.

L'anno 2019, inoltre, è stato caratterizzato dal fatto che lo svaso si è svolto per la prima volta con impianto HDE di Pont completamente fermo, pertanto nessuna diluizione ulteriore è stata apportata artificialmente in località Pont, a eccezione di quella naturale che interviene poco più a valle con la confluenza del T. Noce di Val del monte. Nonostante questa limitazione, tuttavia, la bassa attività di trasporto solido caratteristica dell'anno 5.PO trova conferma anche nei valori della torbidità ottica misurata presso la stazione S1 - Pont, praticamente dimezzati rispetto agli anni precedenti. Da quanto sopra, in conclusione, si può dedurre che, grazie alla sola diluizione naturale garantita dal T. Noce di Val del Monte, la torbidità media

in S3 - Contra durante lo svaso scende al di sotto dei 1000 NTU, valore sicuramente molto cautelativo (come risulta anche dal confronto dei valori assoluti e relativi misurati nelle annate precedenti riportati in Tab. 44 nel § 11.2.2).

11.4 CONCLUSIONI ANNUALI SULLA TURBIDIMETRIA

L'anno 5.PO di fatto costituisce il quarto anno di monitoraggio, durante il quale la regolarità dei rilievi turbidimetrici in S1 - Pont da un lato, ma l'assenza di misurazioni nella stazione S3 - Contra per inghiaamento dall'altro, hanno permesso solamente una caratterizzazione base dell'andamento turbidimetrico, impedendo approfondimenti e comparazioni tra le due stazioni, soprattutto nelle fasi estive e autunnali. In queste due stagioni, infatti, anche nell'anno 5.PO 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 evitarli), sia di origine esclusivamente artificiale, come avviene durante lo svaso 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 2019-2020 (5.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 giornaliera (ma più diradata che in precedenza), di pulizia dei canali Dufour posti all'ingresso del suddetto bacino. Nell'anno 5.PO, invece, sono praticamente assenti gli eventi turbidimetrici naturali particolarmente intensi, fatta eccezione per due temporali nella tarda estate 2019, che hanno procurato un modesto trasporto solido su alcuni rivi laterali al T. Noce di Val del Monte.

Complessivamente, quindi, a fronte della stabilità delle temperature medie annue a 7°C, come l'anno precedente, ma con valori di varianza e deviazione standard meno accentuati rispetto all'anno 4.PO, e a fronte di minori precipitazioni cumulate annue (1070 mm vs 1155 mm) (cfr. Fig. 106), il fenomeno del trasporto solido si presenta ridotto a un terzo, in termini di Solidi Sospesi Totali (SST), rispetto all'anno precedente.

In termini qualitativi generali, anche quest'anno le situazioni turbidimetriche più critiche rimangono sempre legate a elevati incrementi di portata, superiori a 1 m³/s e fino a 15 m³/s di variazione, registrati a fine luglio 2019 nella stazione S3 - Contra, con una lieve diminuzione

in valore assoluto di $1 \text{ m}^3/\text{s}$ rispetto a giugno 2019. A tali variazioni idrometriche corrispondono picchi di trasporto dei solidi sospesi totali (SST), calcolati quest'anno in riferimento solo a S1 - Pont (in lieve eccesso), che si estendono tra $1.200 \div 5.500 \text{ mg/L}$, corrispondenti a picchi di torbidità ottica rilevata in alveo mediamente compresi tra $500 \div 2000 \text{ NTU}$. Indicativamente la riduzione nei valori massimi è pari a circa 1000 NTU rispetto all'anno precedente, peraltro il valore massimo assoluto di torbidità ottica è quasi dimezzato nell'anno in oggetto, raggiungendo solo un valore di soli 2295 NTU contro i 4072 NTU dello scorso anno.

Le perturbazioni turbidimetriche di un ordine di grandezza inferiori, ossia quelle caratterizzate da picchi di torbidità ottica compresi tra $100 \div 500 \text{ NTU}$, a cui corrispondono picchi di SST compresi tra $200 \div 1.200 \text{ mg/L}$, rimangono sempre attribuibili agli eventi naturali di precipitazione 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 $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, quali le precipitazioni di medio-bassa intensità e gli sfiori residui più deboli. A quest'ultima categoria di eventi turbidimetrici minori appartengono anche il secondo intervento di pulizia del sifone dell'impianto di Contra, svoltosi a dicembre 2018 e già descritto nella Relazione di monitoraggio 2018-2019, e gli eventi quotidiani di torbidità lieve a settembre 2019 a carico del rilascio del DMV a Malga Mare, senza variazioni di portate associate.

A una prima analisi quantitativa condotta in occasione della stesura del quarto bilancio di massa dei solidi sospesi, in transito attraverso la sezione S1 - Pont, come argomentato nel precedente § 11.3, risulta evidente che l'evento di torbida più significativo dell'anno 5.PO rimane sempre costituito dallo svaso del bacino artificiale di Malga Mare, sebbene in forte calo in valore assoluto. Solamente un evento naturale, connesso al rialzo termico della seconda metà di luglio 2019, raggiunge circa la metà della quantità cumulata di solidi sospesi mobilitati dallo svaso, a parità di tempo considerato per ciascun evento (nella fattispecie 6 gg).

Nel mese di ottobre 2019, nello specifico, la pulizia della vasca di Malga Mare ha richiesto di fatto 5 giorni di operazioni di lavaggio, due giorni in meno rispetto al 2018, per complessivi 6 giorni tra l'inizio e la fine dello svaso. Nelle 6 giornate del mese di ottobre 2019 in cui si registrano portate solide superiori a 1 kg/s (per convenzione gli eventi turbidimetrici rilevanti) si concentra ben più di un terzo ($40,0\%$) dell'intero trasporto solido in sospensione cumulato annuale in transito per la sezione S1 - Pont, in ulteriore aumento in termini relativi rispetto a-

gli anni precedenti (in ragione della forte riduzione complessiva del trasporto solido annuale), sebbene in forte calo in valore assoluto, pari a un terzo del valore dell'anno precedente.

Poco meno del 60% dei SST annuali si mobilita, invece, nei cinque mesi a regime produttivo continuo "estivo" (un mese in più rispetto all'anno precedente), concentrato in 39 giornate con eventi turbidimetrici rilevanti (42 giornate in meno dell'anno precedente). Quindi, sebbene in una fase estiva più lunga, in S1 - Pont si verificano con minor frequenza eventi di trasporto solido importanti, quelli aventi picchi di portata massica superiori a 1 kg/s e nella fattispecie fino a 58 kg/s di SS a luglio 2019. Tali eventi coincidono in prevalenza con fasi di pulizia delle opere di presa e più raramente con eventi temporaleschi sovrapposti a elevati deflussi da scioglimento glaciale, come in particolare il temporale registrato a fine luglio 2019.

Nei rimanenti 6 mesi (autunnali, invernali e primaverili) - da novembre ad aprile compresi - si realizza, infine, solo lo 0,75% 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 5.PO, l'esecuzione delle operazioni di svasso nel rispetto delle prescrizioni impartite ad HDE, in termini di portate e torbidità massime consentite a monte, assicura un andamento dell'evento artificiale del tutto paragonabile agli eventi naturali o misti più intensi, con riferimento ai valori sia istantanei di torbidità ottica sia di portata massica registrati in S1 - Pont.

Il funzionamento parziale e intermittente della stazione S3 - Contra, purtroppo, nell'anno 5.PO non consente il confronto con la stazione superiore, quindi non permette di quantificare le variazioni della massa complessiva dei SST e le conseguenti variazioni della portata di massa media, a fronte del raddoppio del bacino di riferimento. Non è possibile nemmeno approfondire nel dettaglio gli eventi che riguardano solo il ramo del T. Noce della Val del Monte, ovvero quelli di pulizia del bacino di Malga Mare sul ramo del T. Noce Bianco.

Riguardo all'influenza dei tre impianti in serie sulla torbida generata dallo svasso di sedimenti dalla vasca di accumulo di Malga Mare, comunque, durante la pulizia 2019 la presa dell'impianto di Contra teoricamente era attivabile - in quanto il Servizio Gestione risorse idriche ed energetiche (SGRIE) aveva già ritirato la prescrizione che ne determinava la sospensione temporanea negli anni precedenti - ma quest'anno la centrale HDE di Cogolo Pont non era in funzione, in quanto erano già in corso le operazioni di pulizia post Vaia del Lago di Pian Palù e della relativa galleria di gronda.

Durante lo svasso del 2019, in ogni caso, grazie alla naturale diluizione apportata dal T. Noce di Val del monte, si può stimare in almeno un quinto il calo della torbidità nella media Val di Peio, simile a quello ottenuto nel 2016, quando tutte le derivazioni in serie erano attive.

In conclusione, pertanto, si riconferma la considerazione che, tra i fattori determinanti ai fini dell'ulteriore diluizione delle "portate solide" a valle di Pont e dell'abbattimento dei loro effetti in alveo, non incidono solo le ulteriori portate liquide disponibili, ma anche le caratteristiche quali-quantitative dei limi e dei solidi fini provenienti da Malga Mare e/o in transito nella media Val di Peio.

11.5 CONFRONTO TRA AGLI ANNI AO, 1.PO, 2.PO, 3.PO, 4.PO E 5. PO

Facendo riferimento alle premesse, alle considerazioni e ai grafici degli andamenti meteorologici già descritti nell'analisi di medio periodo relativa all'idrometria (cfr. 9.5), di seguito per quanto attiene agli aspetti turbidimetrici si può evidenziare che negli ultimi quattro anni, in maniera sempre correlata alla crescita delle precipitazioni annue e delle temperature massime (fino al picco dell'anno 4.PO), si osserva un'analogia crescita dei fenomeni di trasporto solido. Nel grafico seguente (cfr. Fig. 169) in particolare sono confrontati il numero di giornate interessate da eventi di trasporto solido (per convenzione aventi portate di massa di SST > 1kg/s) e i valori massimi di torbidità ottica rilevati in alveo (TA) in S1 - Pont durante gli eventi più acuti. Gli andamenti di entrambi questi parametri sono crescenti fino al picco dell'anno 4.PO, per poi scendere decisamente nell'ultimo anno.

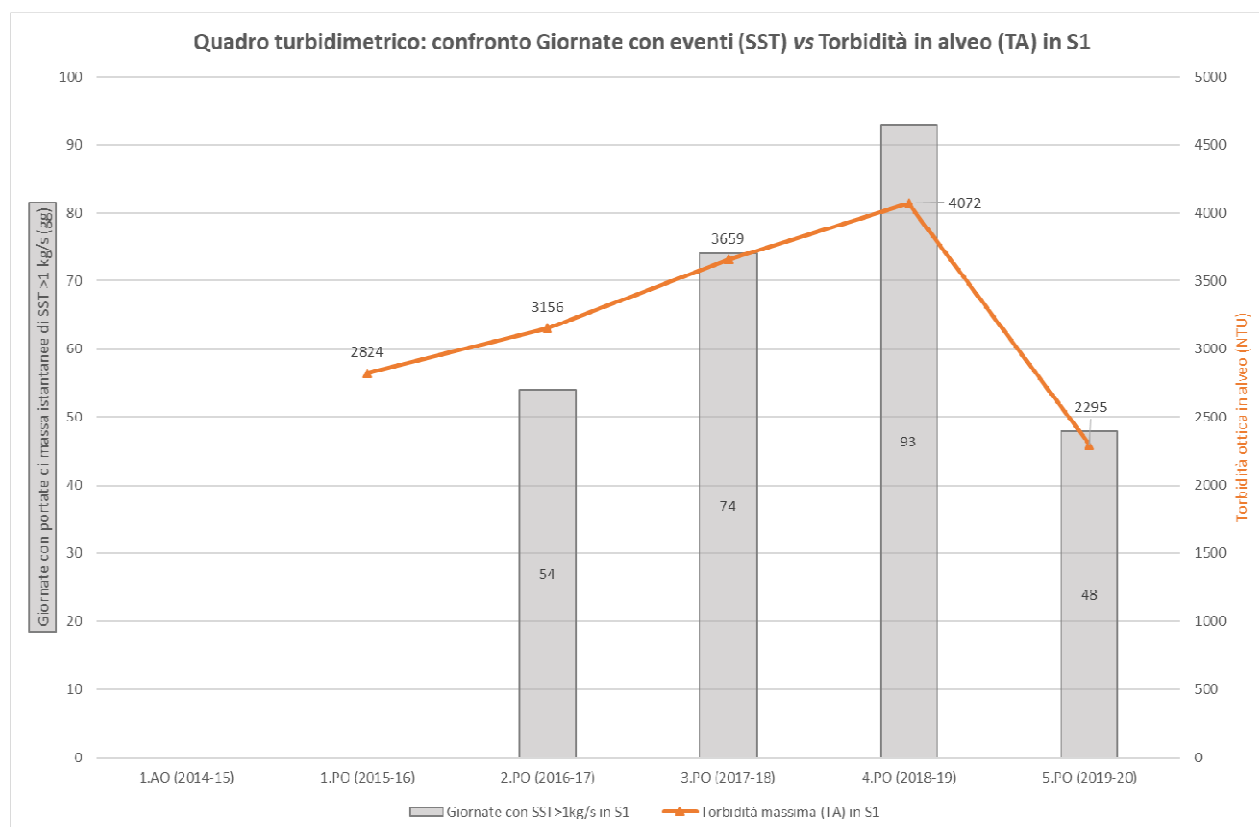


Fig. 169 - Confronto tra il numero di giornate all'anno con eventi di trasporto solido in sospensione rilevanti (istogramma grigio) e torbidità ottiche massime rilevate in alveo nella stazione S1 - Pont.

Analogamente anche i valori dei *Solidi sospesi totali* (SST) seguono tali andamenti, sia che si considerino i valori di massa annui cumulati, sia che si considerino quelli istantanei, sotto forma di portate di massa che si innescano durante gli eventi più intensi (cfr. Fig. 170). Nell'intero periodo di monitoraggio, infatti, dopo due annate di decisa crescita del trasporto solido in sospensione (3.PO e 4.PO), veicolato da portate liquide crescenti (cfr. Fig. 107), e raggiunto il culmine nell'anno 4.PO, tutti gli eventi di trasporto solido nell'ultimo anno sono decisamente calati, in ragione della riduzione di eventi meteorologici estremi e delle minori portate medie.

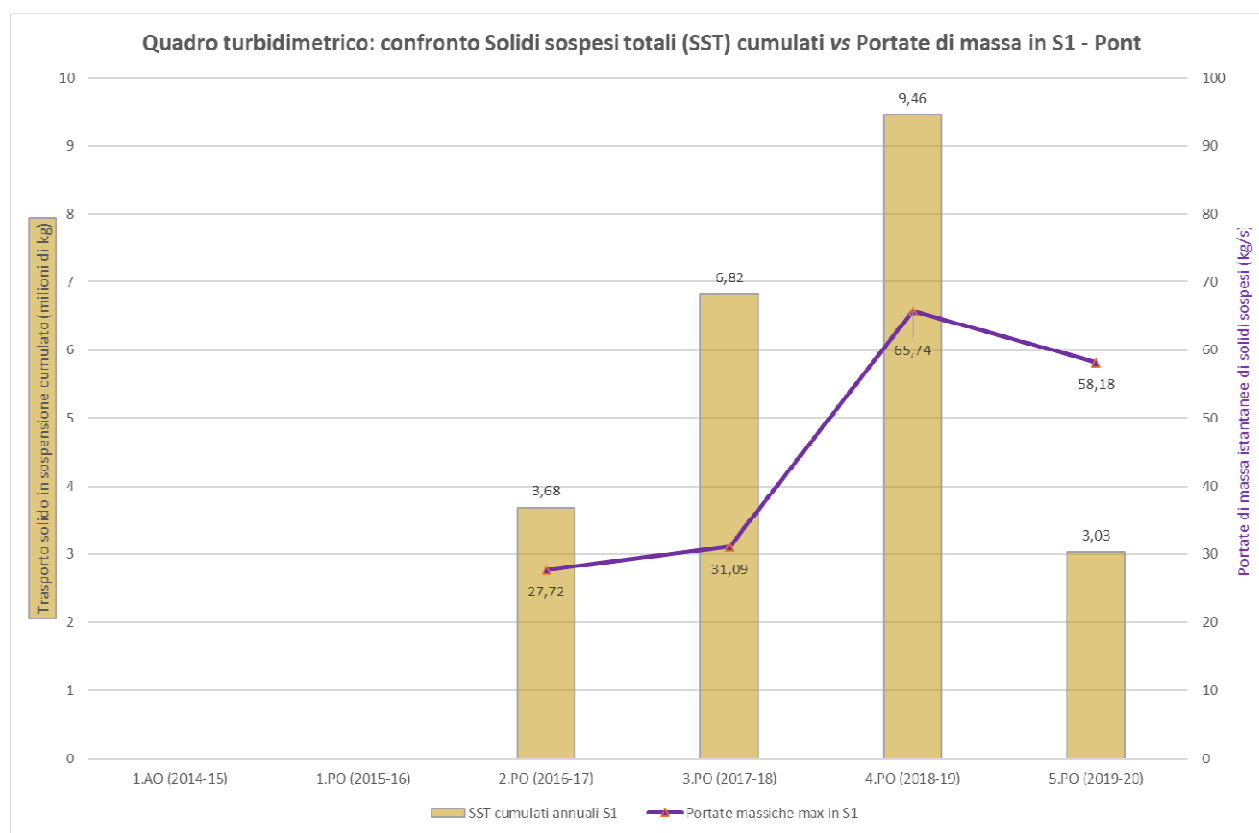


Fig. 170 - Confronto tra massa cumulata annua di solidi sospesi totali (SST) (istogramma marrone) e portate di massa istantanee massime rilevate in alveo (linea viola) nella stazione S1 - Pont durante gli eventi più intensi.

Rispetto ai dati sopra riportati e alle relative tendenze, gli effetti diretti degli impianti in serie, in termini di incremento del trasporto solido durante la pulizia del sifone della condotta a Cogolo o durante gli eventi di blocco degli impianti, con restituzioni in alveo, sono prevalentemente minimi e indipendenti, solo occasionalmente di grado elevato, come dimostrato dagli eventi di blocco dell'anno 1.PO. Minimi in quanto le analisi turbidimetriche di dettaglio quotidiano o settimanale dimostrano che le torbidità raggiunte durante gli sfiori ordinari sono basse, attorno alla soglia di attenzione di 100 NTU, e indipendenti in quanto tali eventi risultano distribuiti variamente, anche nei periodi invernali, non condizionati dalle forzanti meteoroclima-

tiche. Si può notare, peraltro, che il numero di questi eventi cresce negli anni successivi alle annate con picchi idrologici e turbidimetrici naturali, quindi piuttosto condizionato dalla gestione idroelettrica, che grazie ai bacini di accumulo differisce all'anno successivo quote anche rilevanti delle portate turbinabili (cfr. Fig. 107). Nell'anno 5.PO, infatti, con la crescita di un quarto dei volumi turbinati rispetto all'anno precedente, sono aumentati gli eventi di sfioro e blocco a carico di tutti gli impianti, soprattutto quelli straordinari con rilascio integrale delle portate turbinate dall'impianto di monte, che finora si erano verificati solo durante l'anno 1.PO. Scarichi integrali improvvisi possono attivare fenomeni locali di trasporto solido in sospensione anche importanti, indicativamente con torbidità fino a 1000 NTU, con associata mobilitazione di materiale grossolano a fondo alveo. Durante uno sfioro invernale ripresentatosi nell'anno 5.PO, con restituzione integrale allo scarico dell'impianto di Contra, ad esempio è stata provocata la seconda interruzione di funzionamento della stazione idro-turbidimetrica omonima (S3).

L'evento turbidimetrico più rilevante, originato dalla gestione idroelettrica dell'impianto di monte preesistente, è comunque costituito dalla pulizia autunnale del bacino di Malga Mare, attività che mobilita mediamente un terzo dell'intero trasporto annuale dei solidi in sospensione e le cui caratteristiche (volumetrie, giorni di attività e variazioni delle torbidità ottiche) sono direttamente correlate agli andamenti meteo-climatici dell'anno, come risulta dal seguente grafico in Fig. 171.

Le analisi biologiche e strumentali condotte nell'ambito del PMA hanno dimostrato che le attività di derivazione degli impianti in serie durante gli svasi, tenuto conto della diluizione garantita dal T. Noce di Val del Monte, sono state comunque compatibili a livello ecosistemico, a fronte del rispetto a monte delle prescrizioni imposte tramite le autorizzazioni allo svasso. Tale valutazione vale soprattutto per gli anni con trasporto solido ridotto analizzati dal presente PMA (1.PO, 2.PO e 5.PO).

Certamente l'incremento della diluizione delle portate solide a valle di Pont, tramite temporaneo rilascio di quanto eventualmente turbinato da HDE (3.PO e 4. PO), è stato apprezzato in termini di torbidità, ma la considerazione che gli effetti finali dello svasso siano condizionati da vari altri fattori porta ad affermare, come già proposto in precedenza, che tale rilascio debba essere adottato eventualmente in via tecnica e volontaria quale diluizione aggiuntiva e mitigatoria solo nelle annate ritenute più critiche, proprio per non compromettere le tendenze di recupero o mantenimento della qualità biologica fluviale, piuttosto che come azione stabilmente prescritta.

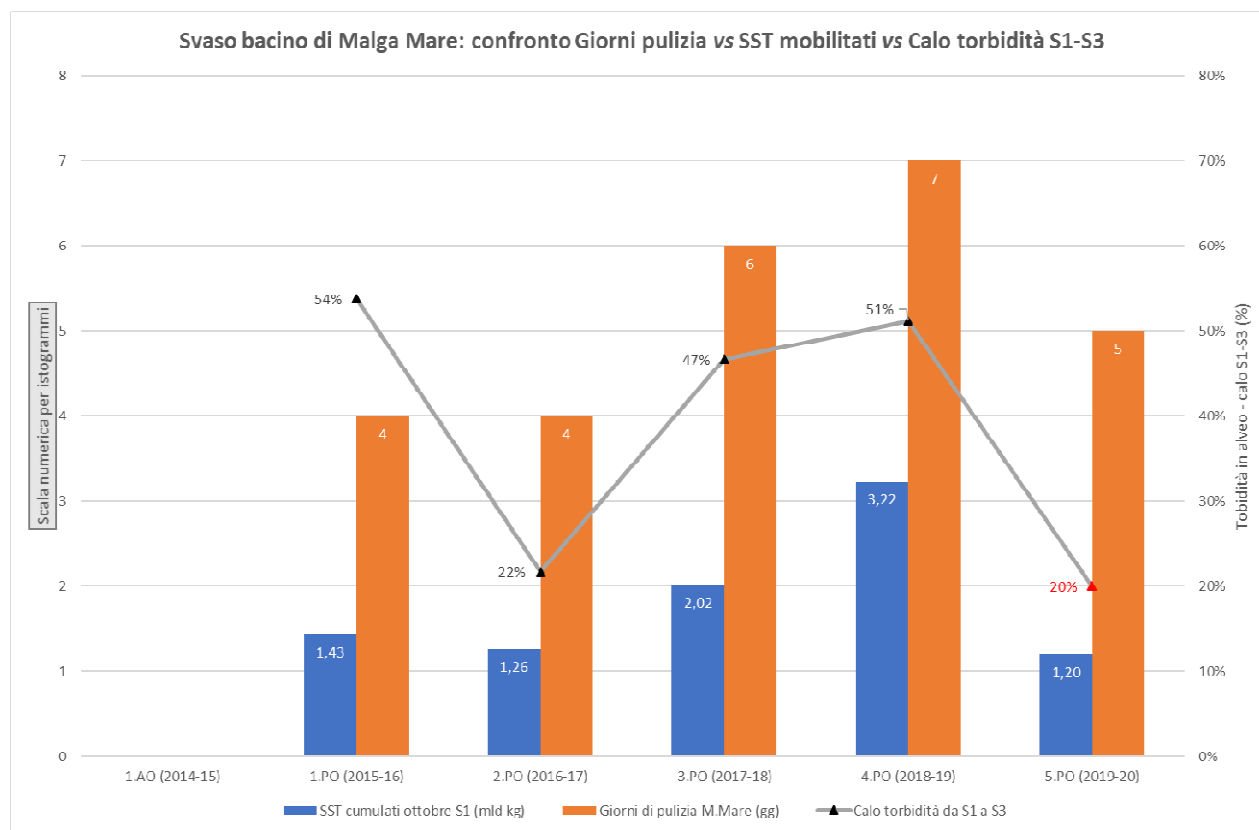


Fig. 171 - Confronto tra giorni di pulizia del bacino di M. Mare (istogramma arancione), solidi sospesi totali (SST) (istogramma blu) e calo della torbidità misurata in alveo (linea grigia) nella stazione S3 - Contra rispetto a S1 - Pont (nel 5.PO stimata per difetto in base al blocco impianti).

12. RISULTATI DELLE ANALISI SULL'INCLINOMETRIA

In applicazione del capitolo 9.9 del PMA, anche nel corso del quinto anno di monitoraggio *post operam* (5.PO) sono state eseguite le due serie di letture inclinometriche previste presso le stazioni P1, P2 e P3. Come descritto nella precedente Relazione 2018-2019 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 successiva indicazione del Servizio Geologico di una possibile sostituzione 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 11.11.2019 e 15.06.2020. 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 - 2019-20 - ALL Inclinometria.pdf*). In estrema sintesi, i rilievi 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 modeste differenze causate dall'utilizzo di diverse sonde inclinometriche da parte di differenti operatori.

Anche dopo il quinto anno di rilievi inclinometrici, dunque, la lettura dei risultati non evidenzia criticità riconducibili a fenomeni gravitativi in entrambe le zone sottoposte a monitoraggio.

Come già rilevato nelle considerazioni finali del suddetto elaborato 2019-2020 sulle misure inclinometriche, in questa sede si ribadisce anche che, pur a fronte del permanere di una condizione di stabilità dei versanti dall'avvio del PMA (condizione auspicata anche in futuro), il monitoraggio esplica la propria azione preventiva e diagnostica in relazione a minime variazioni della verticalità dei tubi solo se esercitata regolarmente nel medio-lungo periodo. In tale prospettiva le eventuali rimodulazioni della frequenza delle letture non dovranno quindi essere inferiori a 1 rilievo/anno, pena la perdita di efficacia del metodo e le possibili problematiche nella manutenzione in buona efficienza dei tubi.

Considerato quanto sopra si suggerisce la definizione di un protocollo di gestione degli inclinometri in accordo tra Comune di Peio e Servizio Geologico, ovvero la diretta presa in carico delle infrastrutture da parte di questo servizio, prima della nuova scadenza del PMA.

13. 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 quinto anno *post operam* del PMA (anno 5.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 10.07.2019 - 09.07.2020 (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).

13.1 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 *database* del PMA e successivamente elaborati mediante software Hydras3, per giungere alla definizione degli indici IRE.

Anche nell'anno di monitoraggio 5.PO, come nei precedenti, i dati della portata turbinata, della potenza istantanea immessa e di quella prelevata sono stati registrati con regolarità da tutti gli impianti idroelettrici, fatto salvo un blocco nella sola registrazione dei dati per le centrali superiori (C1 - Contra e C2 - Castra) della durata complessiva di circa 2 giorni, tra il 31.08 e il 02.09.2019. Durante il blocco, quindi, il funzionamento degli impianti è stato regolare, come testimoniano le registrazioni dei dati nella sottostante centrale (C3 - Cusiano), dalla quale è stato estrapolato il dato di portata derivata poi rappresentato nei vari idrogrammi e utilizzato nel calcolo del volume complessivo derivato (uniformato per la centrale C2 - Castra).

Le elaborazioni afferenti al calcolo del rendimento energetico rimangono quindi pienamente rappresentative dell'intero anno solare, anche se in via cautelativa va precisato che il rendimento delle due centrali superiori risulta calcolato per lieve difetto, in quanto l'energia prodotta e immessa nella rete dagli impianti C1 e C2 non è stata rilevata durante le 45 h di blocco.

13.2 ANALISI DEI DATI

Come già evidenziato anche per gli altri parametri oggetto di monitoraggio, l'anno 5.PO costituisce un anno completo di registrazioni ai fini del rendimento energetico, pertanto il periodo di riferimento nel calcolo dell'indice corrisponde correttamente all'intervallo che va dal 10.07.2019 al 09.07.2020 compreso.

Nell'anno 5.PO non sono intervenute modifiche strutturali e impiantistiche ai sistemi di misurazione delle portate turbinate dai tre impianti in serie. L'analisi dei dati, pertanto, rimane coerente con le annate precedenti, peraltro riconferma le incongruenze già evidenziate in tutte le precedenti Relazioni, a partire da quella 2015-2016, con particolare riferimento alla cresci-

ta (non giustificata, se non da differenti tarature strumentali) dei valori di portata turbinata passando dall'impianto di Contra a quello più a valle 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 ($107.580.841 \text{ m}^3$ dal 10.07.2019 al 09.07.2020 compreso), in quanto derivato da rilievi della portata istantanea continui (cfr. Tab. 46), privi di interruzioni e coerenti con quelli della potenza istantanea erogata, fatto salvo il citato blocco di 45 h nella registrazione dati, dal 31.08 al 02.09.2019 (cfr. § 13.1);
- 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 definitivo 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. Risulta, infine, che nell'arco dell'anno 5.PO siano stati avviati i collaudi tecnici degli impianti in serie che, peraltro, non sono formalmente conclusi: per uniformità, quindi, al fine dei calcoli del rendimento energetico degli impianti si prosegue nel considerare i dati riportati negli atti di concessione.

13.3 CALCOLO DEGLI INDICI DI RENDIMENTO ENERGETICO IRE

Con le premesse di cui sopra, la Tab. 46 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 quinto anno di monitoraggio *post operam*. Seguono in forma grafica (Fig. 172) i risultati del calcolo dell'indice di rendimento energetico IRE per ogni impianto

nell'anno 5.PO, confrontati con quelli dei precedenti 4 anni PO, sebbene per l'anno 1.PO siano solo parziali, in quanto riferiti ai mesi autunnali, invernali e primaverili.

Stazione PMA	C1	C2	C3
Nome impianto	Contra	Castra	Cusiano
Pratica APRIE	C/13691	C/12740	C/14076
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 5.PO 19-20 (10/07/19-09/07/20) $V_{tot-5.PO}$ (m^3)	101.287.166	107.580.841	110.320.844
Volume uniformato 5.PO 19-20 (10/07/19-09/07/20) $V_{uni-5.PO}$ (m^3)	107.580.841		
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)	25.685.218,76	24.481.086,80	23.033.784,64
Energia prodotta (immessa) E_I (kWh)	21.867.171,00	20.875.214,00	19.644.169,00

Stazione PMA	C1	C2	C3
Nome impianto	Contra	Castra	Cusiano
Energia consumata (prelevata) E_c (kWh)	4.628,70	2.769,49	37.966,00
Energia netta prodotta $E_n = E_t - E_c$ (kWh)	21.862.542,30	20.872.444,51	19.606.203,00
Indice rendimento energetico $IRE = E_n / E_{pt}$	85,1%	85,3%	85,1%

Tab. 46 - Dati concessori e progettuali, parametri rilevati o calcolati riferiti all'anno 5.PO per la determinazione degli indici di rendimento energetico (IRE) di ogni impianto.

L'incremento dei valori dell'indice per ogni impianto, rispetto all'anno precedente, è coerente con il differente regime idroelettrico, caratterizzato da maggiori portate turbinabili, sebbene in un'annata con piovosità leggermente inferiore alla precedente, come dimostra il volume derivato di riferimento relativo all'impianto di Castra, aumentato del 28% rispetto all'anno precedente ($V_{\text{tot-5.PO}} = 107.580.841 \text{ m}^3 > V_{\text{tot-4.PO}} = 83.837.084 \text{ m}^3$).

Come evidenziato nel PMA, nella fattispecie di impianti idroelettrici con turbine aventi potenze meccaniche rese maggiori di 1000 kW nominali, come 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%.

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 5.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'85,2%. Tale valore, da un lato dimostra l'ampio rispetto del limite di riferimento indicato dal PEAP ($IRE \geq 77,5\%$) e dall'altro indica come il rendimento sia anche funzione del volume derivato complessivo e della distribuzione delle portate turbinabili.

13.4 CONFRONTO TRA AGLI ANNI 1.PO, 2.PO, 3.PO, 4.PO E 5. PO

In base alle analisi dei rendimenti energetici degli impianti in serie nell'ultimo anno, risulta evidente che a fronte di un incremento del volume derivato di poco superiore a un quarto ri-

spetto all'anno precedente ($107.580.841 \text{ m}^3$ vs $83.837.084 \text{ m}^3$), tutti gli impianti hanno migliorato le proprie prestazioni energetiche di circa mezzo punto percentuale rispetto all'anno 4.PO (cfr. Fig. 172).

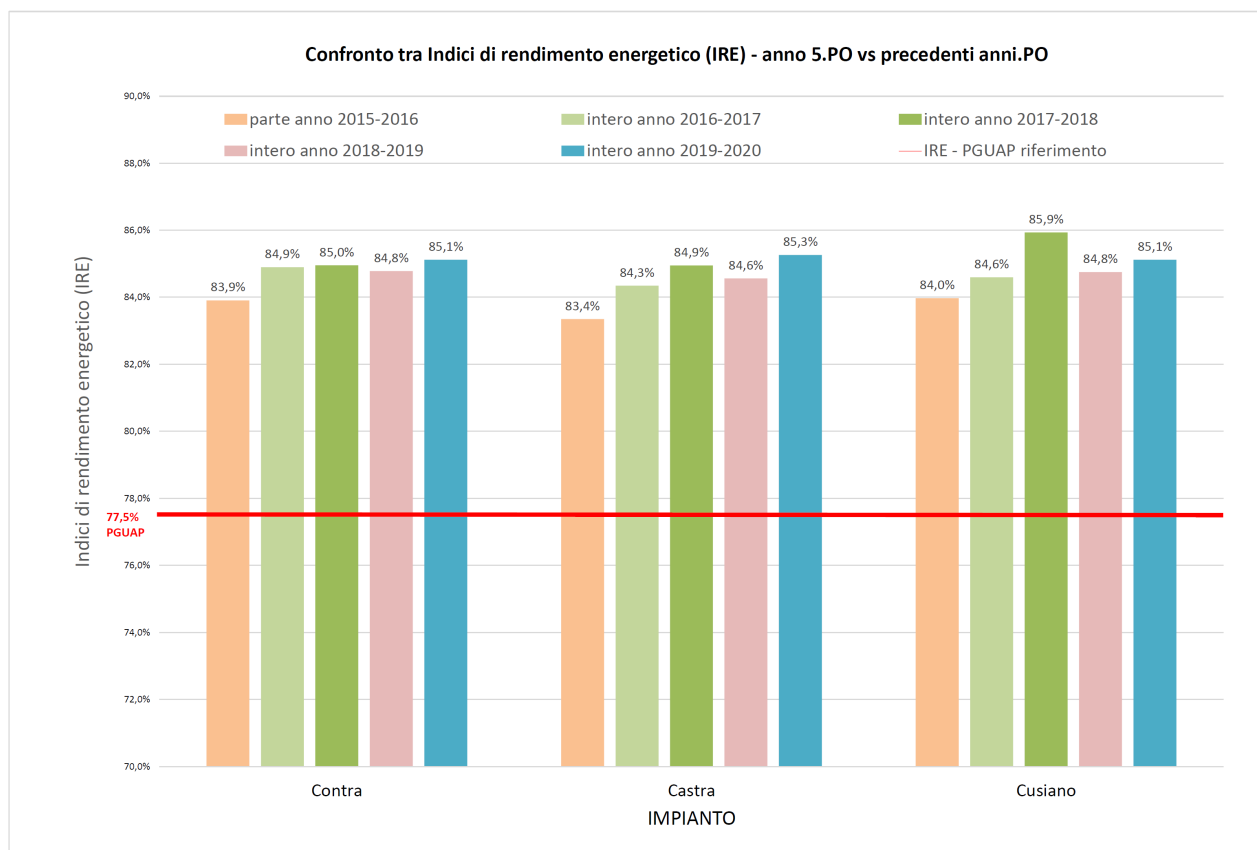


Fig. 172 - Grafico comparativo degli indici di rendimento energetico (IRE) dell'anno 5.PO rispetto ai precedenti (l'anno 1.PO è parziale in quanto riferito al periodo 06.09.15 - 10.07.16).

Estendendo l'analisi a tutte le annate del monitoraggio (cfr. Fig. 173) trova conferma la correlazione tra l'andamento dei rendimenti energetici (nel grafico rappresentati da quello dell'impianto intermedio C2 - Castra) e le portate turbinabili annue, sia che si consideri il volume turbinabile cumulato sia che si consideri la portata turbinabile media (la deviazione standard delle portate dal suddetto valore medio non appare invece correlata).

Escludendo l'anno 1.PO, i cui valori sono parziali e non confrontabili, negli anni successivi gli indici IRE presentano una tendenza alla graduale crescita, coerente con le crescenti portate turbinabili e col differimento temporale delle stesse provocato nell'anno 5.PO dagli accumuli nei bacini idroelettrici. Questa tendenza eleva le portate medie al picco dell'ultimo anno, che si avvicina per la prima volta alla "portata media annua continua" di $3,473 \text{ m}^3/\text{s}$ indicata negli atti di concessione della centrale di Contra, l'impianto di monte della nuova serie idroelettrica.

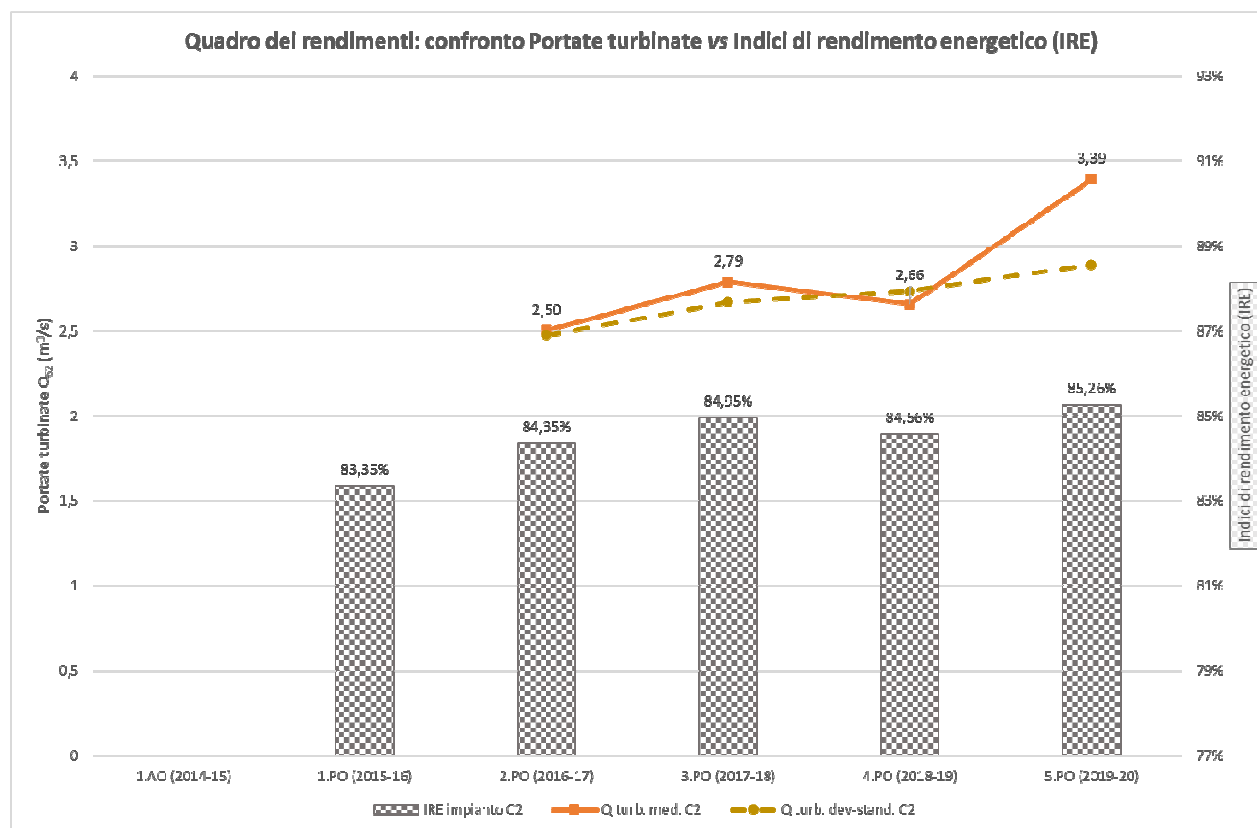


Fig. 173 - Grafico comparativo dell'indice di rendimento energetico (IRE) dell'impianto C2 - Castra (istogramma grigio) e dei valori di portata medi (linea arancione), e della relativa deviazione standard (linea tratteggiata marrone), turbinati dallo stesso impianto dall'avvio del PMA.

14. 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 (affidente 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 quinto anno di esercizio (5.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 - come nel precedente anno 2018-19 e in modo diverso rispetto ai precedenti anni di esercizio - attraverso il 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. 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 originari.

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 e dalle portate provenienti dal bacino residuo non derivato, 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 2017-18 - di alcuni fenomeni di concentrazione degli inquinanti derivanti da diverse fonti di inquinazione delle acque presenti sul territorio (si veda in particolare al cap. 4), che - unitamente ad alcuni altri fattori di degrado - mostrano di incidere ancora negativamente anche sulla qualità biologica in tutte le stazioni, suggerisce, come per la scorsa annata 2019-20, il mantenimento dei 400 l/s minimi di rilascio all'opera di presa dell'impianto di Contra. Si ritiene che tale soluzione, già applicata nominalmente nei primi cinque anni di esercizio degli impianti vada conservata fino a quando l'ulteriore progresso degli interventi plurimi di risanamento delle acque che il Comune di Peio ha in programma non produca una mitigazione stabile dei fenomeni di inquinamento attestata dagli esiti del monitoraggio ambientale. 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. Come concluso nella precedente Relazione di monitoraggio 2018-19, 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, oltretutto del rilascio in alveo stesso della portata aggiuntiva di rispetto all'opera di presa dell'impianto di Contra).

15. PROPOSTA DI PROROGA TRIENNALE DEL PMA

Come già anticipato nella *RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-19*, le condizioni generali degli ambienti fluviali interessati dagli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano al termine del 4. anno di esercizio (quindi, a maggior ragione, alla fine del 5.) 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.

Il quadro finale del sessennio di monitoraggio - meglio riassunto nel successivo capitolo conclusivo - è tuttora in 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 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 in ulteriore, graduale attenuazione, 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 ha infatti suggerito al Comune di Peio - già a seguito dell'anno di monitoraggio 2018-19 (4.PO) - 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 (in stadio avanzato di attuazione, ma non ancora ultimate - si veda al cap. 2).

Il tema era 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 erano 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 *RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-19*). In quella sede, la proposta era stata oggetto di una preliminare valutazione dei servizi provinciali e aveva 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 tempo-

rale di tre ulteriori annate (2020-21, 2021-22 e 2022-23) del programma di monitoraggio, così come era già precedentemente pianificato dal PMA, ovvero con le medesime metodologie e con analoghe cadenze di rilievo secondo quanto indicato nelle seguenti Tab. 47 e Tab. 48.

Si segnala, in proposito, che il cronoprogramma 2020-2023 - già proposto nella precedente *RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2018-19* (cap. 12) - viene qui marginalmente corretto rispetto a un mero errore materiale, in particolare riguardo ai rilievi sulle comunità delle Diatomee bentoniche, che vengono qui coerentemente e correttamente riproposti con cadenza biennale (quindi nell'anno 2021-22, anziché nel 2020-21 e nel 2022-23).

In aggiunta, al fine di completare la dotazione strumentale delle stazioni fisse di rilevamento infrastrutturate in alveo, il Comune di Peio ha già provveduto all'acquisto di un nuovo sensore di torbidità, analogo a quelli installati nelle stazioni **S1** e **S3**, da aggiungere alla stazione di monitoraggio **S2**, in modo da poter misurare in continuo, a seguito della prossima installazione, anche la torbidità e il flusso di solidi sospesi nel tratto terminale del T. Noce Bianco, a monte dello scarico in alveo del sifone della condotta dell'impianto di Contra e della confluenza con il T. Noce.

In sede di valutazione degli esiti del 6. anno di monitoraggio potranno essere suggerite o prescritte eventuali varianti al PMA, tenendo conto che, sulla base della comunicazione di richiesta pareri da parte di APPA ai servizi provinciali competenti (prot. S305/2020/17.6-2017-10/CF/VD/ep di data 20.08.2020), recapitata per conoscenza anche al Comune di Peio e a Hydrobiologica S.r.l., il Comune di Peio ha disposto per l'anno successivo (2020-21 - 6. *post operam*) la prosecuzione del monitoraggio sulla base del cronoprogramma esposto qui di seguito.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ CHIMICA, MICROBIOLOGICA, BIOLOGICA ED ECOLOGICA				fase di esercizio degli impianti - ANNO											
				FASE DEL PMA				6. P.O.				7. P.O.			
				FASE STAGIONALE				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												
QUALITÀ CHIMICA FISICA (LIM - SECA)	Temperatura (in situ)	°C	N1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	Ossigeno disc. (in situ)	mg/l	N2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	Conducibilità el. (in situ)	μS/Sm	N3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	pH (in situ)	assoluto	N4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	BOD ₅	mg/l di O ₂	N5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	COD	mg/l di O ₂													
QUALITÀ MICRO-BIOLOGICA (LIM - SECA)	Azoto ammoniacale	mg/l N (NH ₄ ⁺)													
	Azoto nitrico	mg/l di N (NO ₃ ⁻)													
	Fosforo totale	mg/l di P													
QUALITÀ BIOLOGICA (IBE - SECA)	Escherichia coli	ufS/100ml	N1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
QUALITÀ BIOLOGICA (IBE - SECA)	I.B.E. - Indice Biotico Esteso (sensu APAT 2003)		N1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			N5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

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					
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. 47 - Proposta di proroga triennale 2020-2023 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	C0 C3		Δ	Δ	Δ
			S2			Δ	Δ	Δ
			S3			Δ	Δ	Δ
			S4			Δ	Δ	Δ
			S5			Δ	Δ	Δ
TURBIDIMETRIA	Turbidità istantanea dell'acqua	NTU (Nephelometric Turbidity Units)	S1			Δ	Δ	Δ
			S2			Δ	Δ	Δ
			S3			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. 48 - Proposta di proroga triennale 2020-2023 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 (Δ = rilievi aggiunti rispetto al PMA 2014-2020).

16. MONITORAGGIO POST OPERAM - 5. ANNO: CONCLUSIONI DI SINTESI 2014-2020

L'annata 2019-20, che decorre dalla fine del 4. anno di esercizio degli impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano (ovvero dal 10 luglio 2019) e si protrae fino al 10 luglio 2020, costituisce il 6. e ultimo anno di applicazione del PMA, ovvero il 5. anno di monitoraggio della fase *post operam*, come definita nel PMA medesimo.

Fatta salva la proposta di proroga triennale già avanzata dal Comune di Peio al fine di prolungare il periodo di indagine degli impatti reali della costruzione e dell'esercizio dei tre impianti in serie di Contra, Castra e Cusiano, nonché delle misure volontarie di risanamento delle acque in corso di realizzazione da parte dello stesso Comune di Peio, la scadenza del periodo di monitoraggio sessennale del PMA pone l'opportunità di una valutazione di sintesi degli esiti del controllo ambientale dell'intero periodo sessennale alla conclusione del 5. anno di esercizio (*post operam*) anche attraverso il confronto con le condizioni dell'ultimo anno *ante operam* come descritte dal primo anno di applicazione del PMA, oppure con dati predefiniti di origine pubblica risalenti ad anni precedenti (dati ittiofaunistici, IFF etc.).

Nel 6. anno di monitoraggio, del quale la presente relazione reca le risultanze debitamente elaborate, sono proseguiti i rilievi periodici sulla qualità chimico fisica, microbiologica e biologica (EQB macrozoobenthos, EQB diatomee epilitiche 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 nei presedenti anni *post operam* - 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. Infine, come previsto dal PMA, è stata condotta durante la fase vegetativa, alla conclusione del 5. anno di esercizio, l'analisi estensiva della funzionalità ecologica fluviale tramite l'applicazione del metodo IFF lungo l'intero tratto fluviale compreso tra l'abitato di Pellizzano (a valle - T. Noce) e la località Guilnova (a monte - T. Noce Bianco).

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 5. anno di esercizio della nuova serie di

impianti idroelettrici "a cascata" di Contra, Castra e Cusiano, consente un confronto tra primo, secondo, terzo, quarto e quinto 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 2019-20 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 approfondito 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.

Con particolare riferimento all'analisi estensiva della funzionalità ecologica fluviale, quali dati relativi alla fase *ante operam*, come già previsto dal PMA, sono stati assunti quelli più recenti di natura pubblica già rilevati nell'ambito del Progetto IFF Trentino 2010-2011 (APPA Trento).

Rimandando per maggiori dettagli ai singoli capitoli di questa relazione per le conclusioni settoriali relative ai singoli gruppi di parametri di monitoraggio, 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., 3. e 4. *post operam*, nonché con i più rilevanti fattori di pressione antropica riconoscibili:

- si conferma, come nel 1., nel 2., nel 3. e nel 4. anno *post operam* (2015-16, 2016-17, 2017-18 e 2018-19), 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 - u-

n'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 all'origine 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 5. *post operam*, come nei precedenti due, sebbene non più per motivi amministrativi, è avvenuto in concomitanza con la messa fuori servizio delle centrali di Contra, Castra e Cusiano, a differenza degli anni 1. e 2. *post operam*), oltreché durante le attività di pulizia, anche giornaliere, dei canali Du-four 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 naturale (eventi idrologici di natura impulsiva, peraltro poco frequenti nell'estate 2019, rispetto alla precedente estate 2018);
 - 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; nell'anno 5. *post operam* tali portate eccedenti sono sfiorate in maniera più frequente e abbondante rispetto alle annate precedenti, come ad esempio nel mese di settembre 2019, quando giornalmente venivano scaricati fino a 2000 l/s;

- E) le intere portate turbinate dall'impianto idroelettrico di monte (HDE - Cogolo Pont) in occasione degli eventi di blocco degli impianti in serie, che nell'anno 5. *post operam*, in forma più intensa che negli anni precedenti, hanno interessato tutti tre gli impianti per interruzioni complessive crescenti da poche ore nell'impianto di Contra fino a ben 6 giorni e 15 ore nell'impianto terminale di Cusiano;
- 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, nell'anno 5. *post operam*, come nei tre 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 nei precedenti anni *post operam* - 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 - Cogolo Pont); un adeguamento strutturale delle opere di rilascio era stato proposto dal concessionario e autorizzato dal SGRIE nel corso dell'anno 3. PO per essere poi realizzato nel corso dell'anno 4. PO (autunno 2018) in sostituzione dei sistemi provvisori con i quali il concessionario aveva precedentemente sistemato le opere di rilascio al fine di garantirne una maggiore efficienza;
- pur con le premesse di cui sopra, il regime delle portate nel tratto derivato dai tre nuovi impianti, anche nel 2019-20 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*; in particolare, pur considerando che le precipitazioni annue nel 2019-20 calano rispetto all'anno precedente (-7%) e, coerentemente, sono meno frequenti anche gli eventi idrologici di grado intermedio ed elevato, per effetto degli accumuli delle acque in quota nell'anno 5. *post operam* si misura il massimo picco relativo della produzione idroelettrica, con un volume annuo turbinato in crescita del 28% rispetto all'anno precedente (107 milioni di m³/anno, prossimi al valore medio di concessione);
- parimenti tornano ad aumentare anche gli eventi residuali di *hydropeaking* nel tratto d'alveo sotteso dalla derivazione dovuti a sfiori, manutenzioni o malfunzionamenti degli impianti; a valle della restituzione della centrale di Cusiano l'*hydropeaking* viene però immediatamente moderato dalla rilevante 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 e nemmeno del 2019-20, determinando uno stabile miglioramento complessivo della qualità chimica di base dell'acqua fluente rispetto all'anno 3.PO;
- 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 intrinseci 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, negli anni successivi 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;

- inoltre, negli ultimi due anni di applicazione del PMA, pur a fronte di una evidente persistenza dei suddetti fenomeni di contaminazione batterica fecale, la concentrazione di colonie di *E. coli* non ha mai raggiunto valori elevati come quelli dell'anno 2017-18 (3.PO);
- 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 (*in primis*, la frazione Pont);
- 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 2019-20 l'inversione di tendenza già denunciata nel 2017-18 e proseguita nel 2018-19; nel febbraio 2020 si riducono ulteriormente i valori del febbraio 2018 e del febbraio 2019, 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)*, e pur a fronte di positivi segnali come l'ulteriore moderato incremento dell'abbondanza relativa (ma non assoluta) della Trota marmorata, specie di particolare valore conservazionistico e alieutico;
- la "battuta d'arresto" nel positivo ripristino del popolamento ittico, la quale nel 2017-18 (febbraio 2018) aveva ridotto 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 era mutato di molto da un punto di vista strettamente quantitativo e risente ancora degli effetti dello scadimento del 2017-18; questo, coerentemente con i tipici tempi di risposta demografica delle popolazioni fluviali di *Salmo (trutta)*, richiede indicativamente un triennio di stabile rinnovamento per ricostituire ai valori ottimali la struttura di popolazione; qualche prospettiva di miglioramento si manifesta nell'anno 2019-20 grazie alla minore presenza di pesci di provenienza artificiale ("pronta pesca") e al discreto incremento relativo 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 era osservato, invece, un generalizzato e diffuso miglioramento rispetto all'anno precedente, con valori di IBE costantemente e ubiquitariamente compresi tra le classi di qualità II alta e I bassa, del tutto simili a quelli dell'anno *ante operam* e del 1. *post operam*; nell'ultimo anno di monitoraggio 2019-20 tale tendenza risulta confermata e stabilizzata, sia in termini di qualità biologica media nelle singole stazioni e nell'intero tratto d'indagine (5 stazioni), sia in termini di singoli rilievi IBE, che non scendono mai al di sotto del valore 8;
- tale evidenza, visti i fenomeni di concentrazione dell'inquinamento organico già descritti sopra e non del tutto risolti e i valori comunque 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 2020 dal Comune di Peio ai fini del risanamento delle acque superficiali non ha ancora permesso di raggiungere un soddisfacente risanamento delle acque;

- l'analisi finale della funzionalità ecologica fluviale tramite l'applicazione del metodo dell'Indice di Funzionalità Fluviale - IFF estesa all'intero tratto compreso tra l'abitato di Pellizzano (a valle) e la località Guilnova nella bassa Val de la Mare (a monte) ha evidenziato una sostanziale conservazione delle condizioni registrate un decennio fa, con alcuni locali scadimenti connessi con la realizzazione delle opere dei tre nuovi impianti idroelettrici di Contra, Castra e Cusiano, ma anche con la permanenza (e talora l'incremento) dei gravami di fattori diffusi di degrado dovuti soprattutto all'effetto combinato delle pressioni agricole, zootecniche e insediative agenti sul contesto del fondovalle di Peio e dell'alta Val di Sole e pur a fronte di qualche fattore migliorativo come la stabilizzazione del regime idrologico nel tratto derivato dai tre nuovi impianti in serie grazie allo scolmo del pregresso *hydropeaking*;
- alcuni degli interventi di risanamento (come il completamento delle opere di collettamento fognario delle acque nere) e riqualificazione ambientale (come la ricostituzione di tratti di fascia vegetata tampone sulle rive del T. Noce e del T. Noce Bianco, oggi diffusamente e artificialmente ridotte) programmati dal Comune di Peio promette un progressivo, sebbene solo parziale, recupero della funzionalità potenziale dell'ecosistema fluviale;
- 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 Cogolo 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 descritte a partire dall'anno 1. *post operam*;
- in generale, nei cinque anni di rilievi in continuo *post operam*, è emerso che le temperature dell'acqua turbinata d'estate si mantengono mediamente più basse di quelle fluenti nell'alveo sotteso (-3,2°C nel 2019, in quanto le acque derivate a monte sono prodotte direttamente dallo scioglimento nivo-glaciale e in condotta mantengono le basse temperature di origine, con differenze estreme fino a -7,6°C a luglio 2019), da metà settembre si avvia una fase di equilibrio termico tra acque in alveo e acque in condotta che si conclude a metà novembre (con alcune variazioni interannuali), dal tardo autunno a tutto l'inverno le temperature dell'acqua turbinata si mantengono mediamente più alte di

quelle fluenti nell'alveo derivato (nel 2019-20 $+1,2^{\circ}\text{C}$, poiché l'acqua derivata a monte è in larga prevalenza quella accumulata nei bacini artificiali in quota, termostata a ca. $+4^{\circ}\text{C}$ nelle zone ipo- e meta-limniche degli invasi, con differenze estreme fino a $+4,8^{\circ}\text{C}$ in gennaio 2020), mentre in primavera, pur con brevi discontinuità legate all'utilizzazione terminale degli accumuli idrici degli invasi in quota, le acque turbinate tornano ad essere più fredde di quelle fluenti nell'alveo del tratto derivato a causa della loro origine nuovamente da prevalente fusione nivo-glaciale;

- 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 accresciuti, 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 con la sola esclusione del periodo estivo "a regime produttivo continuo" e di alcuni brevi periodi che occasionalmente interessano le altre stagioni - si mantiene la sostanziale equivalenza dei trend termici del T. Noce residuo rispetto a quelli del T. Vermigliana, i cui valori sono praticamente sovrapponibili, come 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 apprezzabili nell'anno 5. *post operam* in ragione del particolare andamento idrologico pregresso e dell'elevata disponibilità di acque turbinate - risultano comunque di molto attenuate rispetto a quelle indotte sul Noce della Val di Peio dalla originaria 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;
- seppur 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 negli anni di monitoraggio si riconferma la previsione del PMA di un miglioramento complessivo dovuto al ripristino di una maggiore e più naturale regolarità delle oscillazioni termiche stagionali e circadiane nel nuovo tratto derivato;
- riguardo alla torbidità, l'analisi turbidimetrica ha permesso 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, confermando -

pur con le ovvie differenze interannuali dettate dall'andamento meteo- e idro-logico - che l'effetto degli spurghi del sifone della condotta del nuovo impianto di Contra (principale oggetto di verifica degli impatti sul trasporto solido) sono trascurabili, mentre gran parte degli eventi rilevanti di trasporto fine in sospensione dell'anno si concentrano per circa il 60% nei mesi estivi; le stagioni autunnali, invernali e primaverili sono pressoché prive di trasporto solido in sospensione fatta salva l'unica, rilevante eccezione dovuta allo svaso programmato di manutenzione per fluitazione dei sedimenti accumulati nella vasca di Malga Mare, afferente all'impianto idroelettrico di monte di Cogolo Pont (che determina, indipendentemente dai tre nuovi impianti in serie di Contra, Castra e Cusiano, lo scarico in alveo di circa il 40% dell'intero flusso annuale di solidi sospesi nel T. Noce Bianco);

- rispetto agli anni precedenti, va evidenziata una diminuzione del trasporto solido in sospensione nell'anno 5. *post operam*, a conferma del minor numero di eventi di innesco e del minor trasporto naturale, come dimostra la riduzione dei depositi nel bacino di Malga Mare (solo un terzo rispetto all'anno precedente), originato da minori precipitazioni cumulate e, soprattutto, da minori eventi termo-pluviometrici estremi;
- 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 nel loro insieme, 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, 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 2019-20, peraltro con un numero di eventi e una loro intensità media praticamente dimezzate rispetto all'anno precedente, con minor quantità di giornate interessate da significativo trasporto in sospensione e con un valore più basso delle massime torbidità registrate nell'anno;
- l'analisi dei dati turbidimetrici ha permesso comunque di caratterizzare ulteriormente, rispetto a fenomeni già noti (quali precipitazioni piovose intense, pulizie dei canali Dufour, sfiori alle opere di presa a Malga Mare o pulizia del sifone a Cogolo, peraltro non avvenuta nell'ultimo anno del PMA), anche fenomeni naturali di trasporto solido in sospensione di origine glaciale che - ad esempio per tutto il mese di settembre 2019 - transitano dalle opere di presa di Malga Mare tramite il deflusso continuo del DMV, e

quindi non sono associati a un proprio puntuale *hydropeaking*, né si sovrappongono alla pulizia delle vasche Dufour; tali fenomeni che si originano a Malga Mare, peraltro, avvengono quotidianamente in contemporanea a sfiori che si generano per tutta la fase produttiva alle opere di presa della nuova serie in località Pont, quando le portate turbinate sono superiori a quelle massime degli impianti in serie (ca. $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$);

- in questo quadro turbidimetrico oramai consolidato, le situazioni ordinarie di maggior intensità anche nell'anno 5. *post operam* - peraltro con valori massimi dell'ordine di 2000 NTU, minori di un terzo rispetto al precedente anno 4. *post operam* - sono solo quelle generate dai fenomeni naturali di precipitazione intensa associati a scioglimento nivoglaciale (con conseguente blocco dei sistemi di presa e apertura per autopulizia delle prese di Malga Mare), che superano ormai, in termini di valore assoluto puntuale, quelle programmate di pulizia autunnale del bacino di Malga Mare;
- 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 del 60% nel 2019), sia naturale che artificiale, nei cinque mesi a regime produttivo continuo "estivo", seguita peraltro dall'importante fase autunnale in occasione della pulizia del bacino di Malga Mare;
- come negli anni precedenti si riconferma che, anche nell'anno 5. *post operam*, 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 questo che permette di escludere, soprattutto nell'anno in oggetto, 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 va evidenziato che negli anni di applicazione del PMA non sono emersi impatti rilevanti della torbida artificiale sulle componenti biotiche del corso d'acqua e, pertanto, in via definitiva non è stato valutato indispensabile precludere la derivazione ai nuovi impianti di Contra, Castra e Cusiano, al fine di mitigarne ulteriormente gli effetti, come risulta dalla determinazione SGRIE n. 8 del 16.01.2019; peraltro, in anni come il 5. *post operam* anche l'impianto HDE di Pont è rimasto fermo per manutenzione durante lo

svaso e, pertanto, nessuna ulteriore diluizione sarebbe stata comunque possibile oltre a quella a valle di Malga Mare;

- dall'analisi turbidimetrica delle differenti attività di svaso dei sedimenti dalla vasca di Malga Mare registrate negli anni, tuttavia, diviene opportuno e rilevante che durante le annate con maggior trasporto solido estivo e importanti depositi nella vasca di presa, a fronte di una programmazione delle attività HDE nota in anticipo, 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, oltre ad un'eventuale diluizione in corso di svaso, risulterebbe ancor più efficace un'adeguata cacciata di "lavaggio" dell'alveo nell'immediato "post svaso";
- in merito agli aspetti geologico geotecnici oggetto del PMA, neanche il 5. anno di rilievi inclinometrici profondi, come i precedenti dell'intera fase *post operam*, eseguiti in entrambe le zone potenzialmente interessate da fenomeni gravitativi, evidenzia criticità rilevanti;
- in merito alla verifica delle emissioni acustiche, prevista *una tantum* dal PMA, si ricorda che dalle misurazioni fonometriche svolte durante l'anno 1.PO è emersa un'unica moderata criticità nel complesso dei tre impianti in serie, corrispondente all'esposizione dei Masi di Contra rispetto al rumore proveniente dal lato Nord Ovest dell'edificio della centrale di Contra; a fronte di tale impatto, durante l'anno di monitoraggio 3.PO il Comune di Peio ha presentato il richiesto Piano di risanamento acustico per la riduzione a conformità dei livelli sonori della centrale di Contra, a cui è conseguita la prescrizione da parte del Servizio Autorizzazioni e valutazioni ambientali (SAVA), in sede di specifica approvazione del piano, che una volta attuati gli interventi sia svolta una verifica finale delle emissioni acustiche residue presso il recettore più esposto;
- la verifica dell'efficienza di trasformazione energetica dei tre nuovi impianti in serie, effettuata mediante il calcolo dell'indice di rendimento energetico (IRE), ha migliorato l'esito già positivo del precedente anno di monitoraggio 4. *post operam*, con un lieve incremento per tutti e tre gli impianti, i cui valori si assestano tra l'85,1% e l'85,3%; tali risultati positivi dipendono, in primo luogo, dall'incremento dei volumi turbinabili - che nell'anno 5. *post operam* crescono di oltre un quarto rispetto a quelli dell'anno precedente - oltre che dalle caratteristiche dei regimi di produzione, quali durata e discontinuità delle fasi produttive, 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 nell'ultimo biennio, si reputa necessario il mantenimento 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'applicazione della portata di rispetto ambientale nel suo valore originario di 400 l/s appare necessario fino a quando l'attuazione delle ulteriori misure di risanamento delle acque e miglioramento ambientale programmate del Comune di Peio non produrrà effetti stabili sulla qualità delle acque, riscontrabili e attestati attraverso la prosecuzione del monitoraggio ambientale;
- l'ulteriore prosecuzione del processo di monitoraggio, a maggior ragione se sarà definitivamente 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 nel primo sessennio di esecuzione del PMA, nonché soprattutto in rapporto con l'auspicabile, ulteriore, progressiva applicazione delle misure e degli interventi di risanamento delle acque, di contenimento dei fattori di inquinamento e di riqualificazione fluviale che sono stati e che saranno adottati dal Comune di Peio.

17. ALLEGATI: ANALISI CHIMICA FISICA MICROBIOLOGIA - RAPPORTI DI PROVA

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 **2019-2020** (5. PO)****ALLEGATO: referti analisi CHIMICHE**

Trento, dicembre 2020

dott. nat. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34H 38122 TRENTO tel/fax 0461.829797 cell. 347.3625826 C.F./P. IVA 02376880223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.v.

18. ALLEGATI: ANALISI QUALITÀ BIOLOGICA (I.B.E.) - SCHEDE DI RILEVAMENTO

HYDROBIOLOGICA srl

Amministratore 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 2019-2020 (5. PO)ALLEGATO: schede IBE

Trento, dicembre 2020

dott. nat. 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. 347.3625828 C.F./P. IVA 92376860223
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.v.

19. ALLEGATI: DIATOMEI - DATI DI BASE E SCHEDE DI RILEVAMENTO

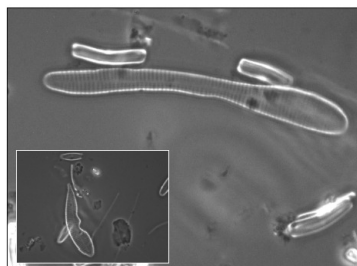
HYDROBIOLOGICA srl Amm. Unico dott. Lorenzo Betti

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 2019-2020 (5. PO)

ALLEGATO: schede DIATOMEI

Trento, dicembre 2020

dott. nat. Lorenzo Betti
firma digitale sul documento .pdfCommittente: **Alto Noce S.r.l.**

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel./fax 0461.8207/97 cell. 347.3625828 C.F./P. IVA 92376860225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.r.

20. ALLEGATI: ANALISI POPOLAMENTO ITTICO - DATI DI BASE



HYDROBIOLOGICA srl

Amministratore 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 2019-2020 (5. PO)ALLEGATO: dati di base ITTIOFAUNA

Trento, dicembre 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

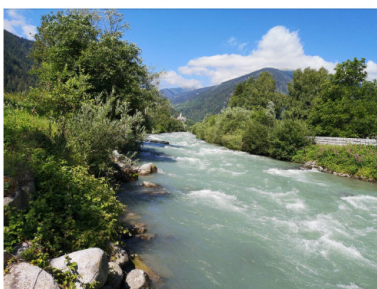
Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel/ita 0461.8207/97 cell. 347.3625828 C.F./P. IVA 92376860225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.v.

21. ALLEGATI: FUNZIONALITÀ ECOLOGICA (I.F.F.) - SCHEDE DI RILEVAMENTO

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** 2019-2020 (5. PO)ALLEGATO: **schede IFF**

Trento, dicembre 2020

dott. nat. Lorenzo Betti
firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

via F.lli Fontana, 34/H 38122 TRENTO tel./fax 0461.820057 cell. 347.3625823 C.F./P. IVA 02376860225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219844 cap. soc. 10000 € I.v.

22. ALLEGATI: ANALISI IDROLOGIA - IDROGRAMMI ANNUALI

HYDROBIOLOGICA srl

Amm. Unico dott. Lorenzo Betti

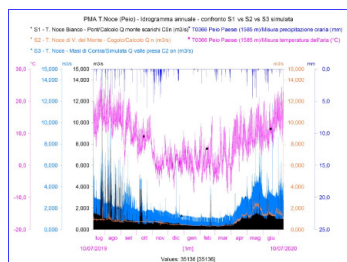
Comuni di Peio e Ossana

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

Piano di monitoraggio ambientale

RELAZIONE DI MONITORAGGIO 2019-2020 (5. PO)

ALLEGATO: IDROGRAMMI ANNUALI



Trento, dicembre 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. 347.3625828 C.F./P. IVA 92376860225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € I.v.

23. ALLEGATI: ANALISI TERMOMETRIA - TERMOGRAMMI ANNUALI

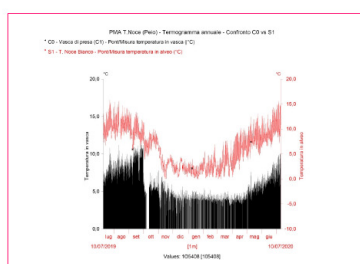
HYDROBIOLOGICA srl

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 2019-2020 (5. PO)**ALLEGATO: TERMOGRAMMI ANNUALI**

Trento, dicembre 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. 347.3625028 C.F./P. IVA 92376860225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € i.v.

24. ALLEGATI: ANALISI TURBIDIMETRIA - TURBIDIGRAMMI ANNUALI

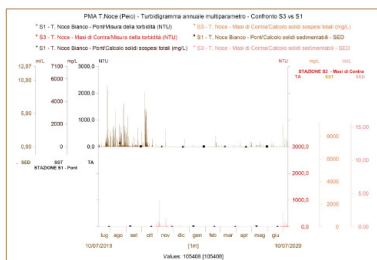
HYDROBIOLOGICA srl

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 2019-2020 (5. PO)**ALLEGATO: TURBIDIGRAMMI ANNUALI**

Trento, dicembre 2020

dott. Lorenzo Betti

firma digitale sul documento .pdf

Committente:

Alto Noce S.r.l.

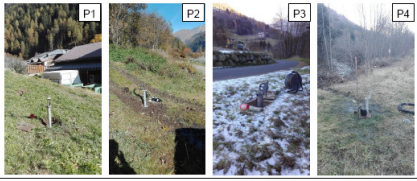
via F.lli Fontana, 34 H 38122 TRENTO tel/fax 0461.8207/97 cell. 347.3625828 C.F./P. IVA 92376660225
e-mail: am@hydrobiologica.it PEC: hydrobiologica@pec.it n. REA TN-219944 cap. soc. 10000 € I.v.

25. ALLEGATI: ANALISI INCLINOMETRIA - RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. geol. DARIO GASPARI
Pec: dario.gaspari@epap.sicurezza postale.it

COMMESSA
**MONITORAGGIO AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI
DI CONTRA, CASTRA E CUSIANO, SUL TORRENTE NOCE
MISURE INCLINOMETRICHE**

COMMITTENTE
HYDROBIOLOGICA S.r.l.



ELABORATO
SESTO ANNO DI MONITORAGGIO
ANNO 2019 - 2020

Roverè Veronese li: 30 luglio 2020

Il responsabile dei rilevamenti:
Dott. geol. Dario Gaspari

RI

