


CAMPO BARBARA OFFSHORE PIATTAFORMA BARBARA T E BARBARA T2

MONITORAGGIO TEMPERATURA ACQUA DI MARE

RELAZIONE TECNICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO 24-CN000358		COMMITTENTE	
DATA RILIEVI:	14/11/23	ENI spa Direzione Natural Resources Distretto Centro-Settentrionale Via del Marchesato 13, 48122 Marina di Ravenna (RA)	
DATA DOCUMENTO:	Febbraio 24		
REDATTO		VERIFICATO	APPROVATO
DOTT. FEDERICO ANDREOZZI		P.I. MICHELE MATTOLINI	DOTT.SSA SARA MANCINI
			

1	PREMESSA	2
2	AMBITO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	2
3	SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO BARBARA T1 – BARBARA T2	2
4	STRUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
5	DESCRIZIONE DELL’ATTIVITÀ	3
5.1	DETERMINAZIONE SCARTI TIPO TEMPERATURA MASSIMA E PUNTO DI RIFERIMENTO.....	4
6	ELABORAZIONE DATI.....	7
7	CONCLUSIONI	15
	ALLEGATI	16

1 Premessa

La presente relazione descrive le modalità di esecuzione ed i risultati delle prove effettuate il giorno 14 Novembre dal tecnico Andreozzi Federico presso le piattaforme offshore Barbara T – Barbara T2 della società ENI S.p.A, al fine di verificare l'incremento della temperatura del corpo recipiente in seguito allo scarico in esso di acque di raffreddamento SF1 – BART e SF1 – BART2, nell'ambito della prescrizione dell'AIA vigente delle stesse.

Le piattaforme in questione sono ubicate nel Mar Adriatico centro Settentrionale, a circa 60 Km al largo della costa di Ancona – Falconara Marittima, ovvero oltre il limite delle acque territoriali (12 miglia nautiche – 22,224 Km), in una zona in cui la profondità media del mare è di circa 70 m.

Le due piattaforme in questione sono fisse nei seguenti punti di coordinate:

Barbara T

Latitudine: 44° 04' 35,867'' N

Longitudine: 13° 46' 53,386'' E

Barbara T2

Latitudine 44° 04' 37,456'' N

Longitudine 13° 46' 55,853'' E

2 Ambito normativo di riferimento

Il Decreto Legislativo n°152 del 3 aprile 2006 e S.M.I. indica le attività di verifica e controllo da svolgersi presso gli impianti soggetti al monitoraggio di temperatura del corpo idrico ricevente in relazione all'immissione di scarichi in corpi idrici superficiali. In particolare, secondo quanto indicato in nota 1 alla tab. 3 dell'all. 5 alla Parte III dello medesimo decreto, il gestore dell'impianto è tenuto ad eseguire semestralmente verifiche della temperatura incrementale del corpo idrico recipiente, ed in continuo della temperatura delle acque di scarico con limite 35°C.

3 Sistema di raffreddamento Barbara T1 – Barbara T2

Le acque di raffreddamento non entrano mai direttamente a contatto con il fluido del quale abbassano la temperatura poiché, segregati in circuiti separati, il processo del sistema di raffreddamento consiste esclusivamente in una filtrazione meccanica dell'acqua di mare e in uno scambio termico, pertanto non è possibile alcun apporto chimico alle acque prelevate.

Su Barbara T le acque di raffreddamento:

- Sono prelevate, mediante n. 3 pompe sommerse su Barbara C alloggiate ciascuna in un *casing* dedicato di 20'', alla profondità di 32 m. Dalle pompe le acque transitano in n.2 filtri a cestello autopulenti
- Dopo la filtrazione vengono inviate a scambiatori di calore a fascio tubiero dove assorbono il calore del gas compresso nei turbocompressori (n.2 scambiatori in parallelo per ogni turbocompressore) portandole ad una temperatura di circa 45 – 50 °C senza entrarne in contatto
- Una quota parte delle acque è utilizzata in controcorrente per raffreddare l'olio lubrificante della turbina in uno scambiatore a piastre, senza entrare mai in contatto con l'olio
- In uscita dagli scambiatori sono scaricate a mare dal casing dello scarico SF1 – Bar T

Su Barbara T2 le acque di raffreddamento:

- Sono prelevate mediante n.4 pompe sommerse alloggiate ciascuna in un *casing* dedicato di 20", alla profondità di 32 m;
- Dalle pompe le acque sono inviate a n. 3 filtri a cestello autopulenti. Dopo la filtrazione vengono inviate a scambiatori di calore a fascio tubiero dove assorbono il calore del gas compresso in ciascuno dei due stadi (n.1 scambiatore per ogni stadio del treno di compressione) portandole ad una temperatura di circa 30°C senza entrarne in contatto;
- Una quota parte delle acque è utilizzata in controcorrente per raffreddare l'olio lubrificante della turbina in uno scambiatore a piastre, senza entrare mai in contatto con l'olio;
- In uscita dagli scambiatori sono scaricate a mare nel SF1 – Bar T2

4 Strumentazione di riferimento

Per l'esecuzione dell'attività in oggetto è stato utilizzato un termometro data-logger Elitech modello RC – 4 con numero di serie EF5232102753, con sonda termometrica di lunghezza 1 m.

5 Descrizione dell'attività

Per la verifica in questione, il protocollo sperimentale si è attenuto alla metodica APAT – IRSA 2100, con maggior precisione all'appendice: *Metodologia per il calcolo dell'incremento termico in acqua di mare (D.L. n. 408 del 9 ottobre 1993).*

La metodica in questione prevede la determinazione dell'incremento termico come differenza fra i valori superficiali di temperatura misurati a 1000 m dallo scarico e quello di un punto o di una porzione di corpo idrico non influenzato dallo scarico stesso.

A tal proposito si è quindi operato nel modo seguente:

Posizionandosi prospicientemente a circa 1000 m dagli scarichi SF1 – BART1, SF1 – BART2, è stata impostata una rotta di navigazione circolare attorno alle piattaforme Barbara T1 e T2, per un raggio di 1000 m ad una velocità media di circa 4,5 nodi. Mediante un'asta di circa 2,5 m la sonda termometrica veniva mantenuta costantemente in acqua ad una profondità di circa – 0,1 m lontano dalle perturbazioni apportate dalla barca in movimento ed impostando il data logger in modo tale che effettuasse una lettura ogni 10 secondi. In questo modo sono stati acquisiti circa 183 punti di lettura lungo la circonferenza ottenendo quindi un valore ogni 1,96°. In generale è stato dimostrato, come riporta il metodo prima menzionato, che determinazioni effettuate ad intervalli angolari di 5° (corrispondente ad un arco di lunghezza pari a circa 90 metri), consentono di evidenziare il valore massimo di temperatura raggiunto dal corpo idrico ricevente a 1000 metri dallo scarico termico. Avendo applicato un protocollo sperimentale maggiormente restrittivo di 1,96°, l'effettiva rappresentatività dei dati ottenuti e quindi delle valutazioni da esse scaturite viene garantita.

Come richiesto dal metodo, è stato determinato un punto esterno all'arco e rappresentativo delle condizioni medie non perturbate del corpo ricettore, individuato ad una distanza pari a 1500 m, prospicientemente agli scarichi SF1 -BART1 e SF1 – BART2, avente coordinate: 44° 04' 387 N 013° 45' 904 E

In tal punto, mediante l'utilizzo del data-logger Elitech RC-04, è stata valutata la temperatura del punto non perturbato mediante l'effettuazione di circa 20 misurazioni ripetute alla distanza di circa 10 secondi, da cui poi è stato ricavato un valore medio.

Sono state misurate anche le temperature agli scarichi SF1 -BART1 e SF1 – BART2, utilizzando sempre il data-logger Elitech RC – 04 effettuando circa 20 misurazioni ripetute alla distanza di circa 10 secondi, da cui si è poi ottenuto i valori medi per i due scarichi.

5.1 Determinazione scarti tipo Temperatura massima e Punto di riferimento

La norma APAT – IRSA 2100 prevede di individuare il punto a temperatura massima lungo la traiettoria circolare e di prendere in considerazione l'arco di circonferenza attiguo a tale punto, o in essa compreso, in modo da individuare n misure di temperatura prossime a tale punto. Si è scelto di effettuare la valutazione prendendo come riferimento un arco di circonferenza di circa 649 m, comprendente il punto di temperatura massima di 18,7 C, individuando quindi 20 misurazioni contigue in esso.

Come richiesto dal metodo sono stati quindi calcolati i relativi scarti utilizzando le seguenti formule:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_i - T_M)^2}{n - 1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_{ri} - T_{rm})^2}{n - 1}}$$

In cui:

- s_1 = scarto tipo relativo alle repliche nel punto più caldo
- T_i = temperatura della singola replica nel punto più caldo
- T_M = valore medio di temperatura relativo alle n repliche del punto più caldo
- s_2 = scarto tipo relativo alle repliche nel punto di riferimento
- T_{ri} = temperatura della singola replica nel punto di riferimento
- T_{rm} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche del punto di riferimento

La differenza di temperatura fra ciascun punto della traiettoria circolare investigata ed il punto di riferimento è stata valutata con la formula seguente:

$$\Delta T_j = (T_j - 2 s_1) - (T_{rM} + 2 s_2)$$

In cui:

- ΔT_j = incremento termico in ciascun punto
- T_j = temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 metri
- T_{rM} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche del punto di riferimento

La correzione dell'incremento termico consente quindi di fissare un livello di probabilità sulle misure effettuate sufficientemente elevato (superiore al 90%) tale da garantire che il suddetto incremento non superi i valori standard di qualità (limite imposto dalla normativa vigente a $\Delta T < 3$ °C), a seguito di errori casuali.

Il metodo così descritto è stato ulteriormente applicato andando a verificare la differenza di temperatura fra i punti misurati lungo la traiettoria circolare con raggio 1000 m e i punti di uscita degli scarichi SF1 – BART1 e SF1-BART2.

A tal proposito sono stati determinati gli scarti tipo anche per questi due punti che abbiamo definito come:

$$S_3 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_{sc1i} - T_{scM1})^2}{n - 1}}$$

$$S_4 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_{sc2i} - T_{scM2})^2}{n - 1}}$$

In cui:

- s_3 = scarto tipo relativo alle n repliche valutate allo scarico della Barbara T1: SF1 -BART1
- T_{sc1i} = temperatura della singola replica valutata allo scarico della Barbara T1: SF1 – BART1
- T_{scM1} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche misurate allo scarico della Barbara T1: SF1 – BART1
- S_4 = scarto tipo relativo alle n repliche valutate allo scarico della Barbara T2: SF1 -BART2
- T_{sc2i} = temperatura della singola replica valutata allo scarico della Barbara T1: SF1 – BART2
- T_{scM2} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche misurate allo scarico della Barbara T1: SF1 – BART2

La differenza di temperatura fra ciascun punto della traiettoria circolare investigata ed i punti di scarico delle due relative piattaforme sono stati determinati con le formule suddette:

$$\Delta T_{JscT1} = (T_j - 2 s_1) - (T_{scM1} + 2 s_3)$$

In cui:

- ΔT_{JscT1} = incremento termico in ciascun punto valutato fra i punti misurati lungo la traiettoria circolare di raggio 1000 m e lo scarico della Barbara T1
- T_j = temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 metri
- T_{scM1} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche allo scarico della Barbara T1

$$\Delta T_{JscT2} = (T_j - 2 s_1) - (T_{scM2} + 2 s_4)$$

In cui:

- ΔT_{JscT2} = incremento termico in ciascun punto valutato fra i punti misurati lungo la traiettoria circolare di raggio 1000 m e lo scarico della Barbara T2
- T_j = temperatura misurata sulla circonferenza o sull'arco di circonferenza a 1000 metri
- T_{scM2} = valore medio di temperatura relativo alle n repliche allo scarico della Barbara T2

6 Elaborazione dati

Determinazione scarti tipo

I valori determinati durante le fasi di misurazione sono allegati alla seguente in forma tabulata visibile in Allegato 1.

Ci limiteremo qui di seguito a mostrare le estrapolazioni dei valori utilizzati per la determinazione dei relativi scarti tipo.

Determinazione s_1 scarto tipo riferito alle n repliche del punto più caldo

Time	Ti	Ti - T _M	(T _i - T _M) ²
14-11-2023 11:34:41	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:34:51	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:01	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:11	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:21	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:31	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:41	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:35:51	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:36:01	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:36:11	18,7	0,10000000	0,010000
14-11-2023 11:36:21	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:36:31	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:36:41	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:36:51	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:37:01	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:37:11	18,5	-0,10000000	0,010000
14-11-2023 11:37:21	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:37:31	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:37:41	18,6	0,00000000	0,000000
14-11-2023 11:37:51	18,6	0,00000000	0,000000

Da questa serie di dati, scelti in quanto contigui al punto di massimo individuato alle 11:36:11, pari a 18,7°C, si sono scelti i 20 punti di misurazione appartenenti all'arco di circonferenza e da essi si è valutato il valore medio:

$$T_M = 18,6 \text{ °C}$$

E dalla formula descritta nel paragrafo precedente si è valutato lo scarto tipo relativo ai valori sopra mostrati:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_i - T_M)^2}{n-1}} = 0,03244 \text{ °C}$$

Determinazione s_2 scarto tipo riferito alle n repliche del punto di riferimento non perturbato

Time	T_{ri}	$T_{ri} - T_{rM}$	$(T_{ri} - T_{rM})^2$
14-11-2023 11:56:45	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:56:55	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:05	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:15	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:25	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:35	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:45	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:57:55	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:05	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:15	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:25	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:35	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:45	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:58:55	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:05	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:15	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:25	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:35	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:45	18,6	0,00000	0,0000
14-11-2023 11:59:55	18,6	0,00000	0,0000

Dalla serie di dati mostrata nella tabella sovrastante è stata valutata la temperatura media, e scarto tipo prendendo in considerazioni 20 misurazioni continue, di cui si riporta a seguire il valore:

$$T_{rMedia} = 18,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

In seguito, applicando la relazione descritta nel paragrafo precedente:

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_{ri} - T_{rm})^2}{n-1}} = 0,0000 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Scarto tipo pressoché nullo dato la completa omogeneità dei valori misurati al punto di riferimento.

Determinazione s_3 scarto tipo relativo n repliche valutate allo scarico SF1 – BART1

Time	T_{sc1i}	$T_{sc1i} - T_{scM1}$	$(T_{sc1i} - T_{scM1})^2$
14-11-2023 10:40:08	18,9	0,0900	0,00810
14-11-2023 10:40:18	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:40:28	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:40:38	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:40:48	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:40:58	18,7	-0,1100	0,01210
14-11-2023 10:41:08	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:41:18	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:41:28	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:41:38	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:41:48	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:41:58	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:42:08	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:42:18	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:42:28	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:42:38	18,9	0,0900	0,00810
14-11-2023 10:42:48	18,9	0,0900	0,00810
14-11-2023 10:42:58	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:43:08	18,8	-0,0100	0,00010
14-11-2023 10:43:18	18,8	-0,0100	0,00010

Dalla serie di dati mostrata nella tabella sovrastante è stata valutata la temperatura media, e scarto tipo prendendo in considerazioni 20 misurazioni continue, di cui si riporta a seguire il valore:

$$T_{scM1} = 18,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Applicando la formula per il calcolo dello scarto tipo relativa al punto di scarico SF1 – BART1:

$$s_3 = \sqrt{\frac{\sum_1^n i(T_{sc1i} - T_{scM1})^2}{n-1}} = 0,04472 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Determinazione s_4 scarto tipo relativo n repliche valutate allo scarico SF1 – BART2

Time	T_{sc2i}	$T_{sc2i} - T_{scM2}$	$(T_{sc2i} - T_{scM2})^2$
14-11-2023 10:54:46	19,5	0,3700	0,13690
14-11-2023 10:54:56	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:55:06	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:55:16	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:55:26	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:55:36	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:55:46	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:55:56	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:56:06	19	-0,1300	0,01690
14-11-2023 10:56:16	19	-0,1300	0,01690
14-11-2023 10:56:26	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:56:36	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:56:46	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:56:56	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:57:06	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:57:16	19,2	0,0700	0,00490
14-11-2023 10:57:26	19	-0,1300	0,01690
14-11-2023 10:57:36	19,1	-0,0300	0,00090
14-11-2023 10:57:46	19	-0,1300	0,01690
14-11-2023 10:57:56	19	-0,1300	0,01690

Dalla serie di dati mostrata nella tabella sovrastante è stata valutata la temperatura media, e scarto tipo prendendo in considerazioni 20 misurazioni continue.

$$T_{scM2} = 19,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Applicando la formula per il calcolo dello scarto tipo relativa al punto di scarico SF1 – BART2:

$$s_4 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{sc2i} - T_{scM2})^2}{n-1}} = 0,11743 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Determinazione temperature incrementali

Valutati gli scarti tipo riferiti alle quattro grandezze in gioco, si è proceduto alla determinazione degli incrementi termici a 1000 m rispetto al punto di riferimento, e tra i punti misurati lungo la traiettoria circolare di raggio 1000 m e i punti di scarico delle due piattaforme T1 e T2.

In allegato la tabella riassuntiva con i valori in questione:

Time	T _j	ΔT _j	ΔT _{jscT1}	ΔT _{jscT2}
14-11-2023 11:12:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:12:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:12:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:12:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:12:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:13:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:13:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:13:21	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:13:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:13:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:13:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:14:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:14:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:14:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:14:31	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:14:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:14:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:15:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:16:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:17:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:18:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:18:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:18:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:18:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:18:41	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:18:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:19:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:19:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:19:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:19:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:19:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974

14-11-2023 11:19:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:20:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:21:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:22:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:22:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:22:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:22:31	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:22:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:22:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:23:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:24:01	18,2	-0,5	-0,75432	-1,19974
14-11-2023 11:24:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:24:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:24:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:24:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:24:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:25:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:26:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:27:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:28:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:29:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974

14-11-2023 11:29:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:29:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:29:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:29:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:29:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:30:01	18,4	-0,3	-0,55432	-0,99974
14-11-2023 11:30:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:30:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:30:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:30:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:30:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:31:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:31:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:31:21	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:31:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:31:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:31:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:32:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:33:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:34:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:35:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:36:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:36:11	18,7	0,0	-0,25432	-0,69974
14-11-2023 11:36:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:36:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:36:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:36:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:37:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:37:11	18,5	-0,2	-0,45432	-0,89974
14-11-2023 11:37:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:37:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:37:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:37:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:38:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:38:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:38:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974

14-11-2023 11:38:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:38:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:38:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:39:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:40:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:41:51	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:42:01	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:42:11	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:42:21	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:42:31	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974
14-11-2023 11:42:41	18,6	-0,1	-0,35432	-0,79974

In evidenza colorati in **arancione**, si mostrano i valori T_j appartenenti alla traiettoria circolare, che costituiscono l'arco di circonferenza comprendente il punto più caldo (evidenziato in **rosso**).

Per quanto riguarda la determinazione delle temperature incrementali sono state utilizzate le formule descritte nel paragrafo 5.1 e qui di seguito riportate:

$$\Delta T_j = (T_j - 2 s_1) - (T_{rM} + 2 s_2)$$

[Incremento termico valutato fra i punti distanti 1000 m metri e il punto di riferimento non perturbato]

$$\Delta T_{jst1} = (T_j - 2 s_1) - (T_{scM1} + 2 s_3)$$

[Incremento termico in ciascun punto valutato fra i punti misurati lungo la traiettoria circolare di raggio 1000 m e lo scarico della Barbara T1]

$$\Delta T_{jst2} = (T_j - 2 s_1) - (T_{scM2} + 2 s_4)$$

[Incremento termico in ciascun punto valutato fra i punti misurati lungo la traiettoria circolare di raggio 1000 m e lo scarico della Barbara T2]

Come si evince dai dati tabulati, in verde per quanto riguarda gli incrementi termici riferiti al punto di riferimento non perturbato, in celeste per quanto riguarda gli incrementi termici valutati rispetto allo scarico SF1 -BART ed in viola per quanto riguarda quelli valutati rispetto allo scarico SF1 – BART2, l'incremento termico mostra valori negativi, dimostrando quindi temperature al punto di scarico maggiori rispetto ai punti di campionamento misurati lungo la circonferenza in esame, denotando quindi uno scarso interessamento del corpo idrico allo scarico delle acque di raffreddamento provenienti dalle piattaforme Barbara T e Barbara T2.

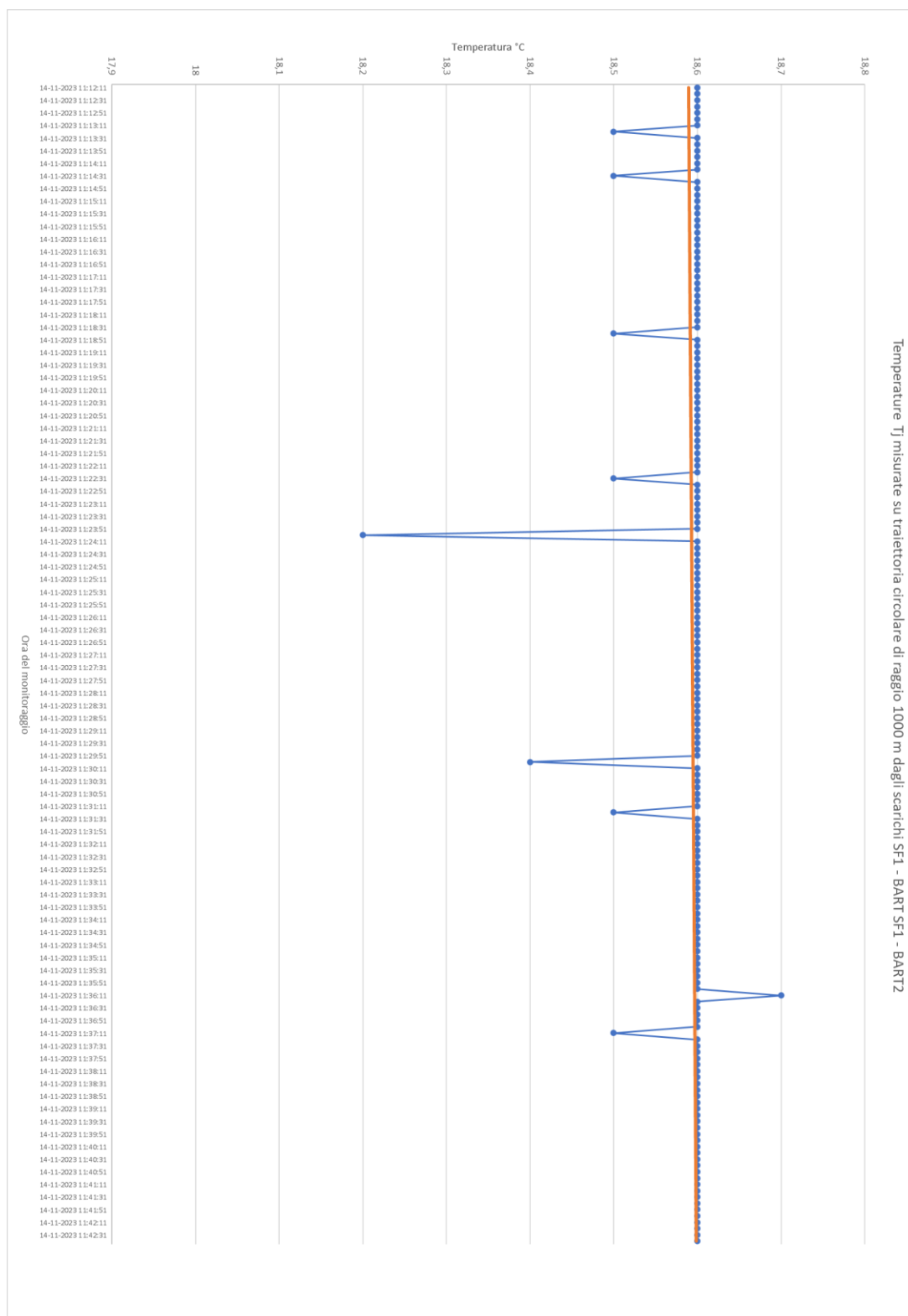
7 Conclusioni

Premesso che i limiti imposti dalla normativa vigente impongono per gli scarichi temperature all'immissione del bacino ricevente non superiori i 35 °C e che l'incremento termico a 1000 m non superi i 3°C, possiamo affermare sulla base dei risultati ottenuti, che i limiti imposti dalla normativa vigente sono stati ampiamente rispettati.

ALLEGATI

- ALLEGATO 1:** Andamento temperature misurate a 1000 m di distanza su traiettoria circolare
- ALLEGATO 2:** Tabella temperature misurate a 1000 m di distanza su traiettoria circolare

Allegato 1



Allegato 2

No. Determinazione	Data - ora	T _i
1	14-11-2023 11:12:11	18,6
2	14-11-2023 11:12:21	18,6
3	14-11-2023 11:12:31	18,6
4	14-11-2023 11:12:41	18,6
5	14-11-2023 11:12:51	18,6
6	14-11-2023 11:13:01	18,6
7	14-11-2023 11:13:11	18,6
8	14-11-2023 11:13:21	18,5
9	14-11-2023 11:13:31	18,6
10	14-11-2023 11:13:41	18,6
11	14-11-2023 11:13:51	18,6
12	14-11-2023 11:14:01	18,6
13	14-11-2023 11:14:11	18,6
14	14-11-2023 11:14:21	18,6
15	14-11-2023 11:14:31	18,5
16	14-11-2023 11:14:41	18,6
17	14-11-2023 11:14:51	18,6
18	14-11-2023 11:15:01	18,6
19	14-11-2023 11:15:11	18,6
20	14-11-2023 11:15:21	18,6
21	14-11-2023 11:15:31	18,6
22	14-11-2023 11:15:41	18,6
23	14-11-2023 11:15:51	18,6
24	14-11-2023 11:16:01	18,6
25	14-11-2023 11:16:11	18,6
26	14-11-2023 11:16:21	18,6
27	14-11-2023 11:16:31	18,6
28	14-11-2023 11:16:41	18,6
29	14-11-2023 11:16:51	18,6
30	14-11-2023 11:17:01	18,6
31	14-11-2023 11:17:11	18,6
32	14-11-2023 11:17:21	18,6
33	14-11-2023 11:17:31	18,6
34	14-11-2023 11:17:41	18,6
35	14-11-2023 11:17:51	18,6
36	14-11-2023 11:18:01	18,6
37	14-11-2023 11:18:11	18,6
38	14-11-2023 11:18:21	18,6
39	14-11-2023 11:18:31	18,6
40	14-11-2023 11:18:41	18,5
41	14-11-2023 11:18:51	18,6
42	14-11-2023 11:19:01	18,6
43	14-11-2023 11:19:11	18,6
44	14-11-2023 11:19:21	18,6
45	14-11-2023 11:19:31	18,6
46	14-11-2023 11:19:41	18,6
47	14-11-2023 11:19:51	18,6
48	14-11-2023 11:20:01	18,6
49	14-11-2023 11:20:11	18,6
50	14-11-2023 11:20:21	18,6
51	14-11-2023 11:20:31	18,6

No. Determinazione	Data - ora	T _j
52	14-11-2023 11:20:41	18,6
53	14-11-2023 11:20:51	18,6
54	14-11-2023 11:21:01	18,6
55	14-11-2023 11:21:11	18,6
56	14-11-2023 11:21:21	18,6
57	14-11-2023 11:21:31	18,6
58	14-11-2023 11:21:41	18,6
59	14-11-2023 11:21:51	18,6
60	14-11-2023 11:22:01	18,6
61	14-11-2023 11:22:11	18,6
62	14-11-2023 11:22:21	18,6
63	14-11-2023 11:22:31	18,5
64	14-11-2023 11:22:41	18,6
65	14-11-2023 11:22:51	18,6
66	14-11-2023 11:23:01	18,6
67	14-11-2023 11:23:11	18,6
68	14-11-2023 11:23:21	18,6
69	14-11-2023 11:23:31	18,6
70	14-11-2023 11:23:41	18,6
71	14-11-2023 11:23:51	18,6
72	14-11-2023 11:24:01	18,2
73	14-11-2023 11:24:11	18,6
74	14-11-2023 11:24:21	18,6
75	14-11-2023 11:24:31	18,6
76	14-11-2023 11:24:41	18,6
77	14-11-2023 11:24:51	18,6
78	14-11-2023 11:25:01	18,6
79	14-11-2023 11:25:11	18,6
80	14-11-2023 11:25:21	18,6
81	14-11-2023 11:25:31	18,6
82	14-11-2023 11:25:41	18,6
83	14-11-2023 11:25:51	18,6
84	14-11-2023 11:26:01	18,6
85	14-11-2023 11:26:11	18,6
86	14-11-2023 11:26:21	18,6
87	14-11-2023 11:26:31	18,6
88	14-11-2023 11:26:41	18,6
89	14-11-2023 11:26:51	18,6
90	14-11-2023 11:27:01	18,6
91	14-11-2023 11:27:11	18,6
92	14-11-2023 11:27:21	18,6
93	14-11-2023 11:27:31	18,6
94	14-11-2023 11:27:41	18,6
95	14-11-2023 11:27:51	18,6
96	14-11-2023 11:28:01	18,6
97	14-11-2023 11:28:11	18,6
98	14-11-2023 11:28:21	18,6
99	14-11-2023 11:28:31	18,6
100	14-11-2023 11:28:41	18,6
101	14-11-2023 11:28:51	18,6
102	14-11-2023 11:29:01	18,6
103	14-11-2023 11:29:11	18,6
104	14-11-2023 11:29:21	18,6
105	14-11-2023 11:29:31	18,6
106	14-11-2023 11:29:41	18,6

No. Determinazione	Data - ora	T _j
107	14-11-2023 11:29:51	18,6
108	14-11-2023 11:30:01	18,4
109	14-11-2023 11:30:11	18,6
110	14-11-2023 11:30:21	18,6
111	14-11-2023 11:30:31	18,6
112	14-11-2023 11:30:41	18,6
113	14-11-2023 11:30:51	18,6
114	14-11-2023 11:31:01	18,6
115	14-11-2023 11:31:11	18,6
116	14-11-2023 11:31:21	18,5
117	14-11-2023 11:31:31	18,6
118	14-11-2023 11:31:41	18,6
119	14-11-2023 11:31:51	18,6
120	14-11-2023 11:32:01	18,6
121	14-11-2023 11:32:11	18,6
122	14-11-2023 11:32:21	18,6
123	14-11-2023 11:32:31	18,6
124	14-11-2023 11:32:41	18,6
125	14-11-2023 11:32:51	18,6
126	14-11-2023 11:33:01	18,6
127	14-11-2023 11:33:11	18,6
128	14-11-2023 11:33:21	18,6
129	14-11-2023 11:33:31	18,6
130	14-11-2023 11:33:41	18,6
131	14-11-2023 11:33:51	18,6
132	14-11-2023 11:34:01	18,6
133	14-11-2023 11:34:11	18,6
134	14-11-2023 11:34:21	18,6
135	14-11-2023 11:34:31	18,6
136	14-11-2023 11:34:41	18,6
137	14-11-2023 11:34:51	18,6
138	14-11-2023 11:35:01	18,6
139	14-11-2023 11:35:11	18,6
140	14-11-2023 11:35:21	18,6
141	14-11-2023 11:35:31	18,6
142	14-11-2023 11:35:41	18,6
143	14-11-2023 11:35:51	18,6
144	14-11-2023 11:36:01	18,6
145	14-11-2023 11:36:11	18,7
146	14-11-2023 11:36:21	18,6
147	14-11-2023 11:36:31	18,6
148	14-11-2023 11:36:41	18,6
149	14-11-2023 11:36:51	18,6
150	14-11-2023 11:37:01	18,6
151	14-11-2023 11:37:11	18,5
152	14-11-2023 11:37:21	18,6
153	14-11-2023 11:37:31	18,6
154	14-11-2023 11:37:41	18,6
155	14-11-2023 11:37:51	18,6
156	14-11-2023 11:38:01	18,6
157	14-11-2023 11:38:11	18,6
158	14-11-2023 11:38:21	18,6
159	14-11-2023 11:38:31	18,6
160	14-11-2023 11:38:41	18,6
161	14-11-2023 11:38:51	18,6

No. Determinazione	Data - ora	T _j
162	14-11-2023 11:39:01	18,6
163	14-11-2023 11:39:11	18,6
164	14-11-2023 11:39:21	18,6
165	14-11-2023 11:39:31	18,6
166	14-11-2023 11:39:41	18,6
167	14-11-2023 11:39:51	18,6
168	14-11-2023 11:40:01	18,6
169	14-11-2023 11:40:11	18,6
170	14-11-2023 11:40:21	18,6
171	14-11-2023 11:40:31	18,6
172	14-11-2023 11:40:41	18,6
173	14-11-2023 11:40:51	18,6
174	14-11-2023 11:41:01	18,6
175	14-11-2023 11:41:11	18,6
176	14-11-2023 11:41:21	18,6
177	14-11-2023 11:41:31	18,6
178	14-11-2023 11:41:41	18,6
179	14-11-2023 11:41:51	18,6
180	14-11-2023 11:42:01	18,6
181	14-11-2023 11:42:11	18,6
182	14-11-2023 11:42:21	18,6
183	14-11-2023 11:42:31	18,6
184	14-11-2023 11:42:41	18,6