REGIONE
PIEMONTE

PROVINCIA
DI CUNEO

COMUNE DI BRA
Frazione di Bandito

Dismissione impianto di depurazione in frazione Bandito nel Comune di Bra
e realizzazione nuovo collegamento in strada Falchetto

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

TECNOEDIL S.p.A. Via Vivaro, 2 – 12051 ALBA (CN)
tel. +39 0173.441155 – fax + 39 0173.441104
www.egea.it – mail: tecnoedil@egea.it

PROGETTISTA

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 – fax + 39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it

Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

CERTIFICATORE

AUTORITÀ D'AMBITO
n° 4 CUNEESE

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ALLEGATO
02	03/08/2021	Relazione idraulica	2.1
Protocollo		Commessa 2021_003	

INDICE

PREMESSA 3

STATO DI PROGETTO 4

Elenco lavorazioni previste in progetto 5

Modalità di alimentazione e logica di suddivisione dei reflui afferenti la fognatura nelle due camere di sollevamento 5

Modalità di funzionamento previste per l'avvio delle pompe di rilancio e di sfioro delle portate eccedenti 6

Caratteristiche sfioro > 5Qm sull'Impianto di Bandito 6

VERIFICHE IDRAULICHE DELLE OPERE IN PROGETTO 8

Parametri di progetto 8

Verifiche dei tratti fognari con funzionamento in pressione (Sez. 1 a 535) e delle apparecchiature previste 9

Verifiche idrauliche in base a quanto rilevato in situ nell'anno 2020 12

Verifica della capacità del sistema fognario esistente in Loc. Strada Falchetto al numero 57 a convogliare le portate in arrivo da Loc. Bandito 21

VERIFICHE IDRAULICHE DEL MANUFATTO DI SFIORO ESISTENTE (LA BASSA 2-VIA DEI MOLINI) NEI PRESSI DI VIA MOLINO (BRA) 25

Verifica della capacità dello sfioratore a salto 27

Sollevamento del depuratore di Bra La Bassa 30

VERIFICHE STATICHE 33

Calcolo dei carichi 34

Verifiche per tubazioni flessibili 36

Esito delle verifiche 40

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

PREMESSA

Successivamente alla redazione del Progetto Definitivo "Potenziamento e ristrutturazione impianto di depurazione acque reflue di Località Bandito nel comune di Bra" in cui si prevedeva una ristrutturazione sostanziale del processo depurativo, principalmente attraverso la demolizione dell'attuale vasca Imhoff e la costruzione di una nuova vasca di trattamento biologico e ultrafiltrazione a membrane (MBR), gli Enti competenti al rilascio delle dovute autorizzazioni hanno espresso intenzione di rielaborare una nuova soluzione progettuale per la dismissione dell'impianto (come previsto nel Piano d'Ambito). Per cui, si è proceduto alla redazione di un nuovo progetto di Fattibilità tecnica ed economica (datata 12/10/2020) contenente l'elaborazione di due soluzioni di intervento, che, mediante un sollevamento, recapitavano entrambe nella condotta Comunale che adduce al depuratore di La Bassa sul sollevamento del Molino, una che attraversava dei terreni agricoli, ed un'altra che correva principalmente su strada, nell'abitato della Frazione Bandito. A seguito di parere favorevole dell'Ente di Governo d'Ambito n. 4 Cuneese, si è proceduto alla redazione del presente Progetto Definitivo (datato 16/02/2021) optando per la soluzione che attraversava dei terreni agricoli ed evita le interferenze con la linea ferroviaria e con tutti i sottoservizi presenti nel centro della Frazione Bandito.

In data 11 giugno 2021, si è tenuta la 1° Conferenza dei Servizi finalizzata all'approvazione del Progetto Definitivo.

E' stata quindi redatta la revisione (rev.01) del Progetto Definitivo che recepisce quanto prescritto dai vari Enti.

In data 22 luglio 2021, si è tenuta la 2° Conferenza dei Servizi finalizzata all'approvazione del Progetto Definitivo.

E' stata quindi redatta la revisione (rev.02) del Progetto Definitivo che recepisce quanto prescritto dai vari Enti.

Il presente elaborato contiene le verifiche idrauliche aggiornate a quanto richiesto in Conferenza dei Servizi.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

STATO DI PROGETTO

La soluzione per la dismissione dell'impianto di depurazione di Bandito, prevede il riutilizzo dell'attuale sollevamento dell'impianto dove le pompe di sollevamento all'impianto di Bandito vengono sostituite da nuove pompe che, attraverso due condotte in pressione in PE100 RC DE250 PN 16 (una per ogni vasca di sollevamento), adducono i reflui nella fognatura Comunale esistente in un pozzetto sito in Strada Falchetto al numero 57 che recapita al depuratore di La Bassa sul sollevamento del Molino.

Il nuovo sollevamento, prevede quattro pompe (1+1R per ogni sollevamento) tipo FLYGT NP 3202.185 SH 272 o equivalenti che sollevano ciascuna la $5Q_m$ corrispondente a 3750 mc/d.

Gli abitanti residenti gravanti su Bandito sono pari a 1894 ab/eq. e 100 ab/eq fluttuanti. Inoltre, sulla rete gravano alcune aziende per un carico relativo a 100 ab/eq assimilabili e 129 ab/eq produttivi. I produttivi gravanti su Bandito sono Baratti & Milano e COMAI (la prima è un'industria dolciaria, la seconda fa vendita e manutenzione macchine movimento terra ed ha un lavaggio interno). Baratti nel 2019 ha scaricato circa 7000 mc e COMAI 780 mc. Gli abitanti equivalenti totali risulta quindi 2.223.

L'impianto è stato dimensionato per una potenzialità di 3133 ab/eq.

Parametri di progetto		
Parametro	U.M.	Valore
Sollevamento Località Bandito		
Abitanti equivalenti civili	Aeq	3133
Portata media di tempo secco (Q_m)	mc/d	750
	mc/h	31,25
	l/s	8,68
Portata massima al sollevamento ($5Q_m$)	mc/d	3750
	mc/h	156,25
	l/s	43,40

La **singola** pompa deve avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche singola pompa		
Potenza	**Portata**	**Prevalenza**
47 kW	43,40 l/s	47,30 m

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

La prevalenza totale richiesta alle pompe è di 47,30 metri, corrispondente a perdite di carico distribuite e concentrate di metri 35,68 e una prevalenza geodetica totale di metri 11,60.

La scelta di adottare due tubazioni invece che una sola di diametro maggiore è stata dettata dal fatto che le pompe in condizioni normali (Q_m) non avrebbero lavorato bene a causa delle ridotte velocità instaurate nella condotta unica. Inoltre, a livello gestionale, nel caso vi fossero dei problemi su una condotta, il servizio non verrebbe interrotto.

La stazione di sollevamento sarà dotata di sistema di telecontrollo.[1]

Tutti i collegamenti esistenti che rimarranno inutilizzati con l'attivazione del nuovo pompaggio, verranno adeguatamente sigillati.

Elenco lavorazioni previste in progetto

Le lavorazioni previste possono, quindi, essere così sinteticamente riassunte:

- installazione di n. 1+1+2R pompe nelle attuali due vasche di sollevamento dell'impianto di Località Bandito e dismissione dell'impianto di depurazione;
- posa di due nuove condotte in pressione in PE100 RC DE250 PN 16.

Modalità di alimentazione e logica di suddivisione dei reflui afferenti la fognatura nelle due camere di sollevamento

Il refluo in arrivo si distribuisce naturalmente nei due canali di grigliatura per poi alimentare le due sezioni di sollevamento. Non ci sono specifici dispositivi di smistamento degli afflussi nelle due camere di sollevamento. Il sistema rimane invariato rispetto allo stato attuale.

[1] Specifiche nell'elaborato "5_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli organi tecnici".

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Modalità di funzionamento previste per l'avvio delle pompe di rilancio e di sfioro delle portate eccedenti

La pompe di rilancio alla fognatura si attiveranno in base ai livelli rilevati nelle singole vasche. La portata complessiva sollevata sarà al massimo pari alla $5Q_m$ di progetto; le due pompe saranno dotate sulla mandata di misuratori di portata elettromagnetici che trasmetteranno in continuo i dati ad un PLC. Quando la somma delle due portate raggiunge la soglia delle 5Qm si attiveranno le pompe attualmente presenti per il rilancio delle portate eccedenti verso il Canale Naviglio di Bra. Nel paragrafo successivo sono indicate le caratteristiche tecniche delle pompe di sfioro presenti attualmente. Poiché non vi è la possibilità di sfiorare in emergenza a pelo libero, saranno installati inoltre dei misuratori di livello nelle due vasche che, nel caso i livelli salissero ad una quota ritenuta critica, attiveranno tramite PLC le pompe di sfioro. I misuratori di livello saranno posizionati ad un livello superiore a quello di ingresso in vasca della rete fognaria, in modo da consentire la comunicazione tra le due vasche di sollevamento. L'attivazione delle pompe di sfioro avverrà con opportuno tempo di ritardo rispetto al superamento della $5Q_m$ ed alla sua diminuzione $Q<5Q_m$ seguirà il blocco delle pompe di sfioro.

Le tre tubazioni di mandata dello sfioro verranno convogliate in un'unica tubazione PE100 RC DE250 PN 16 posizionata all'interno di un canale in cemento fuori terra dove sarà installato n.1 misuratore di portata elettromagnetico ed un rubinetto per il prelievo da parte delle autorità competenti. Verrà inoltre posizionato un gruppo elettrogeno da 150 kW in grado di alimentare le n.3 pompe di sfioro/by-pass e n.2 pompe di rilancio a trattamento (una per vasca) in caso di blackout.

Caratteristiche sfioro > 5Qm sull'Impianto di Bandito

Lo sfioro attualmente presente non viene modificato. La logica del progetto è solamente quella di inviare i reflui invece che nell'impianto di depurazione di Bandito che si vuole dismettere, all'impianto di La Bassa tramite nuove condotte in pressione ed allaccio all'attuale condotta fognaria comunale. Le portate eccedenti la 5Qm verranno quindi allontanate mediante l'attivazione delle attuali elettropompe di troppo pieno esistenti nelle due vasche che scaricano nel Canale Naviglio di Bra. Le pompe presenti attualmente sono nel numero di 3 e del tipo:

- n.1 pompe Flygt 3127.161 – 438 da 4.7 kW

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

- n.2 pompe Flygt 3127.181 – 438 da 4.7 kW

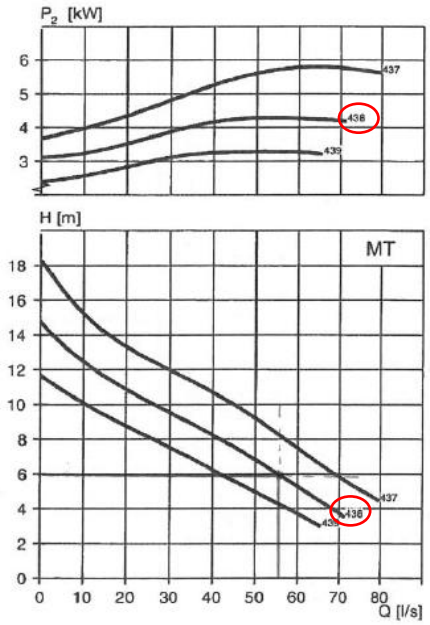
FLYGT

N 3127

Dati motore e curve caratteristiche, versione MT

Numero girante	Potenza resa nominale, kW	Assorbimento nominale, A	Corrente di avviamento, A	Fattore di potenza cos φ	Disponibilità versione antideflagrante	Installazione P	S	T	Z
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1455 g/min									
439	4,0	8,3	56	0,84	Sì			•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1445 g/min									
438	4,7	9,6	56	0,86	Sì	•	•		
439	4,7	9,6	56	0,86	Sì	•	•		
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1460 g/min									
438	4,7	10	77	0,81	Sì			•	•
439	4,7	10	77	0,81	Sì			•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1450 g/min									
437	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		
438	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		
439	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		

La corrente di avviamento Y/D è approssimativamente 1/3 di quella di avviamento D.



Si riporta in seguito il percorso attuale della condotta di sfioro verso il Canale Naviglio di Bra che non viene modificato e l'indicazione dell'attuale punto di campionamento reflui sfiorati:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

VERIFICHE IDRAULICHE DELLE OPERE IN PROGETTO

Parametri di progetto

Si riportano, in seguito, le caratteristiche della condotta fognaria in progetto e le portate al sollevamento:

Caratteristiche della condotta in progetto					
Sezioni	Distanze progressive		Funzionamento	Materiale	L
(-)	m		(-)	(-)	m
1 a 535	0,000	4737,421	Pressione	PE100 RC DE250 PN 16	4737,421

Sollevamento Località Bandito		
Abitanti equivalenti civili	Aeq	3133

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Portata media di tempo secco (Q_m)	mc/d	750
	mc/h	31,25
	l/s	8,68
Portata massima al sollevamento ($5Q_m$)	mc/d	3750
	mc/h	156,25
	l/s	43,40

Verifiche dei tratti fognari con funzionamento in pressione (Sez. 1 a 535) e delle apparecchiature previste

La perdita di carico totale lungo il tratto di condotta in pressione (ΔH_{tot}) è data dalla somma delle perdite di carico distribuite (ΔH_l) e concentrate (ΔH_c):

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_l + \Delta H_c$$

Il calcolo delle perdite di carico distribuite è stato effettuato mediante la formula di Colebrook-White di seguito riportata:

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2gDi} \cdot \log\left(\frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon / D}{3{,}71}\right)$$

dove

i: pendenza motrice;

ν: viscosità del liquido pari a 1,15 * 10^-6 m^2/s ;

ε: scabrezza assoluta della tubazione.

Le perdite di carico concentrate, invece, sono state valutate secondo la consueta relazione:

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove

ξ: coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame;

U: velocità media della corrente;

g: accelerazione di gravità (m/s^2).

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Sono stati così ricavati i seguenti risultati:

Tratti fognari con funzionamento in pressione									
Tratti		**Materiale**	**Di**	**L**	**Q**	**U**	**ε**	**ξ**	**ΔH_{tot}**
m		(-)	mm	m	mc/h	m/s	mm	(-)	m
Mandate pompe		Acciaio DN150	160,30	5,00	156,25	2,15	0,30	0,5	0,29
0,000	4737,421	PEAD DE250 PN16	204,60	4737,421	156,25	1,32	0,02	4,3	35,38

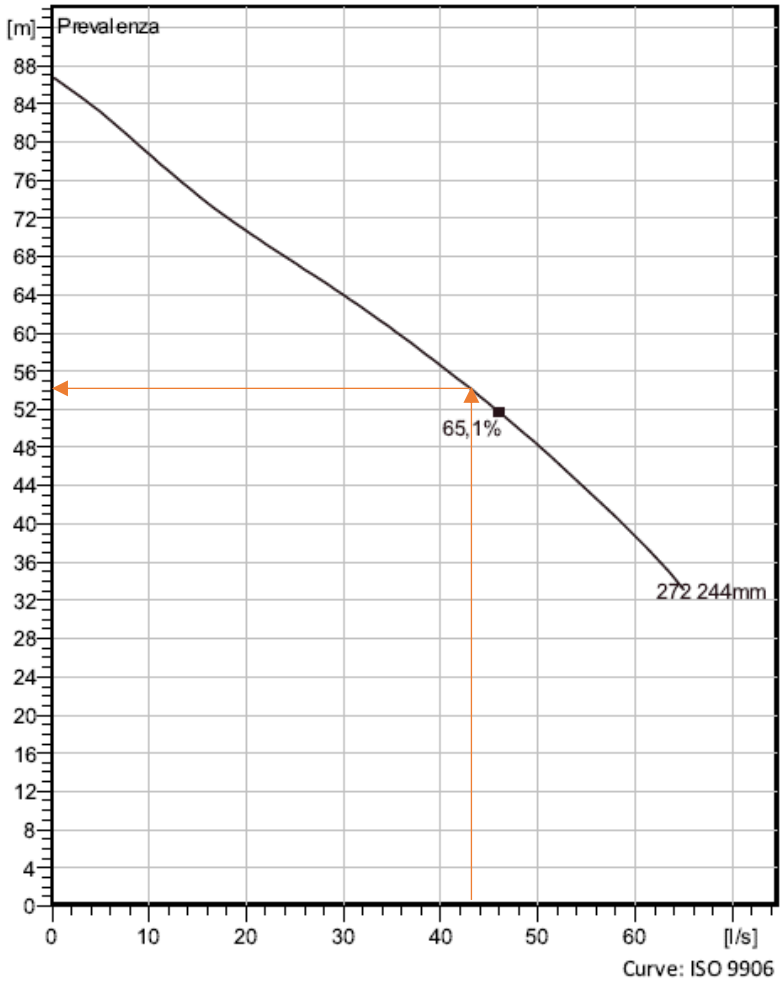
Sommando, alle perdite di carico ottenute, l'altezza geodetica è possibile ottenere la prevalenza richiesta alle pompe di sollevamento:

Prevalenza richiesta alle pompe		
ΔH_{tot}	**Altezza geodetica**	**Prevalenza richiesta alle pompe**
cm	m	m
0,29	0,00	47,27
35,38	11,60	

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Perciò, verranno installate n.1+1+2R elettropompe tipo FLYGT NP 3202.185 SH 272 o equivalenti aventi le seguenti caratteristiche:



Potenza	Portata	Prevalenza
47 kW	43,40 l/s	54,00 m

<u>La prevalenza fornita dalle macchine alla portata di progetto, risulta in accordo con quanto richiesto. Le verifiche idrauliche eseguite per le tubazioni scelte in progetto hanno quindi avuto esito positivo, le apparecchiature scelte sono correttamente dimensionate.</u>

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Verifiche idrauliche in base a quanto rilevato in situ nell'anno 2020

I dati idraulici di portata a base del presente progetto derivano da progetti precedenti che avevano analizzato i dati forniti dal Gestore per le portate in tempo secco da luglio 2015 fino a giugno 2016. Si è proceduto a fare una verifica con i dati aggiornati delle misurazioni giornaliere dell'anno 2020, sempre forniti dal Gestore, ed è stato effettuato il calcolo della media giornaliera e della media giornaliera in periodo asciutto (e cioè depurata dagli apporti dei giorni piovosi):

Data	**Meteo**	**Lettura misuratore di portata**	**Differenza**	**Media giornaliera**	**Media giornaliera portate periodo asciutto**
gg/mm/aa	(p = giorno piovoso)	mc	mc	mc/d	mc/d
07/01/20	/	1818333	/	/	/
08/01/20	/	1818761	428	428	428
09/01/20	/	1819224	463	463	463
10/01/20	/	1819712	488	488	488
11/01/20	/	/	/	/	/
12/01/20	/	/	/	/	/
13/01/20	/	1821139	1427	476	476
14/01/20	/	1821625	486	486	486
15/01/20	/	1822217	592	592	592
16/01/20	/	1822617	400	400	400
17/01/20	/	1823063	446	446	446
18/01/20	/	/	/	/	/
19/01/20	/	/	/	/	/
20/01/20	p	1824941	1878	626	
21/01/20	/	1825412	471	471	471
22/01/20	/	1825846	434	434	434
23/01/20	/	1826309	463	463	463
24/01/20	/	1826756	447	447	447
25/01/20	/	/	/	/	/
26/01/20	/	/	/	/	/
27/01/20	/	1828192	1436	479	479
28/01/20	/	1828678	486	486	486
29/01/20	/	1829103	425	425	425
30/01/20	/	1829560	457	457	457
31/01/20	/	1830008	448	448	448
01/02/20	/	1830468	460	460	460
02/02/20	/	/	/	/	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

03/02/20	/	1831507	1039	519.5	520
04/02/20	/	1831984	477	477	477
05/02/20	/	1832440	456	456	456
06/02/20	/	1832888	448	448	448
07/02/20	/	1833301	413	413	413
08/02/20	/	1833882	581	581	581
09/02/20	/	1834160	278	278	278
10/02/20	/	1834670	510	510	510
11/02/20	/	1835275	605	605	605
12/02/20	/	1835642	367	367	367
13/02/20	/	1836097	455	455	455
14/02/20	/	1836623	526	526	526
15/02/20	/	/	/	/	/
16/02/20	/	/	/	/	/
17/02/20	/	1838012	1389	463	463
18/02/20	/	1838479	467	467	467
19/02/20	/	1838820	341	341	341
20/02/20	/	1839277	457	457	457
21/02/20	/	1839817	540	540	540
22/02/20	/	/	/	/	/
23/02/20	/	/	/	/	/
24/02/20	/	1841155	1338	446	446
25/02/20	/	1841544	389	389	389
26/02/20	/	1842002	458	458	458
27/02/20	/	1842481	479	479	479
28/02/20	/	1842848	367	367	367
29/02/20	/	1843355	507	507	507
01/03/20	/	/	/	/	/
02/03/20	p	1844345	990	495	495
03/03/20	/	1844975	630	630	/
04/03/20	/	1845405	430	430	430
05/03/20	p	1845842	437	437	437
06/03/20	/	1846461	619	619	/
07/03/20	/	/	/	/	/
08/03/20	/	/	/	/	/
09/03/20	/	1848001	1540	513	513
10/03/20	/	1848339	338	338	338
11/03/20	/	1848807	468	468	468
12/03/20	/	1849315	508	508	508
13/03/20	/	1849743	428	428	428
14/03/20	p	/	/	/	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

15/03/20	/	/	/	/	/
16/03/20	/	1851245	1502	501	
17/03/20	/	1851729	484	484	484
18/03/20	/	1852173	444	444	444
19/03/20	/	1852699	526	526	526
20/03/20	/	1853185	486	486	486
21/03/20	/	/	/	/	/
22/03/20	/	1854144	959	480	480
23/03/20	/	1854640	496	496	496
24/03/20	/	1855160	520	520	520
25/03/20	p	1855617	457	457	457
26/03/20	p	1856144	527	527	/
27/03/20	p	1856639	495	495	/
28/03/20	/	/	/	/	/
29/03/20	/	/	/	/	/
30/03/20	p	1858287	1648	549	/
31/03/20	p	1858751	464	464	/
01/04/20	/	1859234	483	483	483
02/04/20	/	1859703	469	469	469
03/04/20	/	1860218	515	515	515
04/04/20	/	/	/	/	/
05/04/20	/	/	/	/	/
06/04/20	/	1861702	1484	495	495
07/04/20	/	1862290	588	588	588
08/04/20	/	1862692	402	402	402
09/04/20	/	1863142	450	450	450
10/04/20	/	1863659	517	517	517
11/04/20	/	1864169	510	510	510
12/04/20	/	/	/	/	/
13/04/20	/	/	/	/	/
14/04/20	/	1865990	1821	607	607
15/04/20	/	1866249	259	259	259
16/04/20	/	1866810	561	561	561
17/04/20	/	1867186	376	376	376
18/04/20	/	/	/	/	/
19/04/20	p	/	/	/	/
20/04/20	p	1868911	1725	575	/
21/04/20	p	1869599	688	688	/
22/04/20	/	1870410	811	811	811
23/04/20	/	1871160	750	750	750
24/04/20	/	1871651	491	491	491

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

25/04/20	/	/	/	/	/
26/04/20	p	/	/	/	/
27/04/20	p	1873349	1698	566	/
28/04/20	p	1873845	496	496	/
29/04/20	/	1874499	654	654	/
30/04/20	/	1875026	527	527	527
01/05/20	/	/	/	/	/
02/05/20	/	/	/	/	/
03/05/20	/	1876573	1547	516	516
04/05/20	/	1877102	529	529	529
05/05/20	/	1877584	482	482	482
06/05/20	/	1878072	488	488	488
07/05/20	/	1878713	641	641	641
08/05/20	/	1879062	349	349	349
09/05/20	/	/	/	/	/
10/05/20	p	/	/	/	/
11/05/20	p	1881318	2256	752	/
12/05/20	/	1881777	459	459	/
13/05/20	p	1882720	943	943	/
14/05/20	/	1883330	610	610	/
15/05/20	p	1884299	969	969	/
16/05/20	p	/	/	/	/
17/05/20	p	/	/	/	/
18/05/20	/	1887840	3541	1180	/
19/05/20	p	1888353	513	513	513
20/05/20	/	1889098	745	745	
21/05/20	/	1889685	587	587	587
22/05/20	/	1890237	552	552	552
23/05/20	p	1890785	548	548	548
24/05/20	/	/	/	/	/
25/05/20	/	1891910	1125	563	
26/05/20	/	1892396	486	486	486
27/05/20	/	1892926	530	530	530
28/05/20	/	1893425	499	499	499
29/05/20	/	1893910	485	485	485
30/05/20	/	/	/	/	/
31/05/20	/	/	/	/	/
01/06/20	/	1895370	1460	487	487
02/06/20	/	/	/	/	/
03/06/20	p	1896087	717	359	359
04/06/20	p	1896673	586	586	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

05/06/20	/	1897152	479	479	/
06/06/20	/	1897571	419	419	419
07/06/20	p	/	/	/	/
08/06/20	p	1898427	856	428	/
09/06/20	p	1899204	777	777	/
10/06/20	/	1900188	984	984	/
11/06/20	p	1900760	572	572	572
12/06/20	/	1901449	689	689	/
13/06/20	p	/	/	/	/
14/06/20	/	1903098	1649	825	/
15/06/20	p	1903810	712	712	/
16/06/20	p	1904363	553	553	/
17/06/20	p	1905286	923	923	/
18/06/20	/	1905713	427	427	/
19/06/20	/	1906280	567	567	567
20/06/20	/	/	/	/	/
21/06/20	/	/	/	/	/
22/06/20	/	1907801	1521	507	507
23/06/20	/	1907856	55	55	55
24/06/20	/	1907906	50	50	50
25/06/20	/	1908398	492	492	492
26/06/20	p	1908883	485	485	485
27/06/20	p	/	/	/	/
28/06/20	/	1910445	1562	781	
29/06/20	/	/	/	/	/
30/06/20	/	1910780	335	168	168
01/07/20	p	1911265	485	485	485
02/07/20	p	1911945	680	680	/
03/07/20	p	1912347	402	402	/
04/07/20	/	1913087	740	740	/
05/07/20	/	/	/	/	/
06/07/20	/	1914050	963	482	482
07/07/20	/	1914516	466	466	466
08/07/20	/	1914939	423	423	423
09/07/20	/	1915384	445	445	445
10/07/20	p	1915871	487	487	487
11/07/20	/	/	/	/	/
12/07/20	/	/	/	/	/
13/07/20	/	1917288	1417	472	472
14/07/20	p	1917625	337	337	337
15/07/20	/	1918155	530	530	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

16/07/20	/	1918480	325	325	325
17/07/20	/	1918942	462	462	462
18/07/20	p	/	/	/	/
19/07/20	/	/	/	/	/
20/07/20	/	1920505	1563	521	/
21/07/20	p	1920862	357	357	357
22/07/20	p	1921655	793	793	/
23/07/20	/	1922273	618	618	/
24/07/20	p	1922781	508	508	508
25/07/20	/	/	/	/	/
26/07/20	/	/	/	/	/
27/07/20	/	1924281	1500	500	/
28/07/20	/	1924827	546	546	546
29/07/20	/	1925353	526	526	526
30/07/20	/	1925663	310	310	310
31/07/20	/	1926067	404	404	404
01/08/20	/	/	/	/	/
02/08/20	p	/	/	/	/
03/08/20	p	1927716	1649	550	/
04/08/20		1928114	398	398	/
05/08/20	p	1928578	464	464	/
06/08/20	p	1928680	102	102	/
07/08/20	/	1929389	709	709	/
08/08/20	/	1929851	462	462	462
09/08/20	/	/	/	/	/
10/08/20	p	1930653	802	401	401
11/08/20	/	1931219	566	566	/
12/08/20	p	1931650	431	431	431
13/08/20	p	1932245	595	595	/
14/08/20	p	1932695	450	450	/
15/08/20	/	/	/	/	/
16/08/20	p	/	/	/	/
17/08/20	/	1934442	1747	582	/
18/08/20	p	1935078	636	636	/
19/08/20	/	1935584	506	506	/
20/08/20	/	1936107	523	523	523
21/08/20	/	1936580	473	473	473
22/08/20	/	/	/	/	/
23/08/20	/	/	/	/	/
24/08/20	p	1938039	1459	486	486
25/08/20	/	1938538	499	499	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

26/08/20	/	1939040	502	502	502
27/08/20	/	1939487	447	447	447
28/08/20	p	1939905	418	418	418
29/08/20	p	/	/	/	/
30/08/20	p	/	/	/	/
31/08/20	p	1941366	1461	487	/
01/09/20	/	1941866	500	500	/
02/09/20	p	/	/	/	/
03/09/20	p	1942767	901	451	/
04/09/20	/	/	/	/	/
05/09/20	/	/	/	/	/
06/09/20	/	1944276	1509	755	/
07/09/20	p	/	/	/	/
08/09/20	/	/	/	/	/
09/09/20	/	1945062	786	262	/
10/09/20	/	1945607	545	545	545
11/09/20	p	1946256	649	649	649
12/09/20	/	/	/	/	/
13/09/20	/	/	/	/	/
14/09/20	/	/	/	/	/
15/09/20	/	1949599	3343	836	/
16/09/20	/	1949931	332	332	332
17/09/20	/	1950500	569	569	569
18/09/20	/	1951010	510	510	510
19/09/20	p	/	/	/	/
20/09/20	p	/	/	/	/
21/09/20	p	1952681	1671	557	/
22/09/20	p	1953266	585	585	/
23/09/20	/	1953936	670	670	/
24/09/20	p	1954455	519	519	519
25/09/20	/	/	/	/	/
26/09/20	/	/	/	/	/
27/09/20	/	/	/	/	/
28/09/20	/	1956509	2054	514	/
29/09/20	/	/	/	/	/
30/09/20	/	1957432	923	462	462
01/10/20	/	1957903	471	471	471
02/10/20	p	/	/	/	/
03/10/20	p	/	/	/	/
04/10/20	p	/	/	/	/
05/10/20	/	1960637	2734	684	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

06/10/20	/	/	/	/	/
07/10/20	/	1961517	880	440	440
08/10/20	/	1962029	512	512	512
09/10/20	/	/	/	/	/
10/10/20	p	/	/	/	/
11/10/20	p	/	/	/	/
12/10/20	/	/	/	/	/
13/10/20	/	1964759	2730	546	
14/10/20	p	1965229	470	470	470
15/10/20	p	1965707	478	478	/
16/10/20	p	1966415	708	708	/
17/10/20	/	/	/	/	/
18/10/20	/	/	/	/	/
19/10/20	/	1967956	1541	514	514
20/10/20	p	1968484	528	528	528
21/10/20	/	1968920	436	436	436
22/10/20	p	1969429	509	509	509
23/10/20	p	1969822	393	393	/
24/10/20	/	1970244	422	422	/
25/10/20	/	/	/	/	/
26/10/20	p	1971525	1281	641	/
27/10/20	p	1972009	484	484	/
28/10/20	/	1972465	456	456	/
29/10/20	/	1972968	503	503	503
30/10/20	/	1973409	441	441	441
31/10/20	/	/	/	/	/
01/11/20	/	/	/	/	/
02/11/20	/	1974921	1512	504	504
03/11/20	/	1975449	528	528	528
04/11/20	/	1975885	436	436	436
05/11/20	/	1976424	539	539	539
06/11/20	/	1976888	464	464	464
07/11/20	/	1977336	448	448	448
08/11/20	p	/	/	/	/
09/11/20	/	1978428	1092	546	/
10/11/20	/	1978914	486	486	486
11/11/20	/	1979412	498	498	498
12/11/20	p	1979948	536	536	536
13/11/20	/	1980355	407	407	/
14/11/20	/	/	/	/	/
15/11/20	/	/	/	/	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

16/11/20	/	1981788	1433	478	478
17/11/20	/	1982175	387	387	387
18/11/20	/	1982742	567	567	567
19/11/20	/	1983205	463	463	463
20/11/20	/	1983686	481	481	481
21/11/20	/	/	/	/	/
22/11/20	/	/	/	/	/
23/11/20	/	1985163	1477	492	492
24/11/20	/	1985640	477	477	477
25/11/20	/	1986133	493	493	493
26/11/20	/	1986281	148	148	148
27/11/20	/	1986352	71	71	71
28/11/20	p	/	/	/	/
29/11/20	/	/	/	/	/
30/11/20	/	1987306	954	318	
01/12/20	p	1987646	340	340	340
02/12/20	p	1988438	792	792	/
03/12/20	p	1989308	870	870	/
04/12/20	p	/	/	/	/
05/12/20	p	/	/	/	/
06/12/20	p	/	/	/	/
07/12/20	p	1992316	3008	752	/
08/12/20	p	1993118	802	802	/
09/12/20	p	1994343	1225	1225	/
10/12/20	/	1995007	664	664	/
11/12/20	p	1995462	455	455	455
12/12/20	p	/	/	/	/
13/12/20	/	/	/	/	/
14/12/20	/	1996894	1432	477	/
15/12/20	p	1997294	400	400	400
16/12/20	p	1997898	604	604	/
17/12/20	/	1998321	423	423	/
18/12/20	/	1998752	431	431	431
19/12/20	/	/	/	/	/
20/12/20	p	/	/	/	/
21/12/20	/	2000278	1526	509	/
22/12/20	/	2000725	447	447	447
23/12/20	/	2001252	527	527	527
24/12/20	p	2001797	545	545	545
25/12/20	p	/	/	/	/
26/12/20	/	/	/	/	/

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

27/12/20	/	/	/	/	/
28/12/20	p	2004208	2411	603	/
29/12/20	/	/	/	/	/
30/12/20	/	2005470	1262	631	/
31/12/20	/	2006104	634	634	634
Media				514	467

I valori medi ottenuti risultano inferiori alla portata media di progetto (Q_m = 750 mc/d).

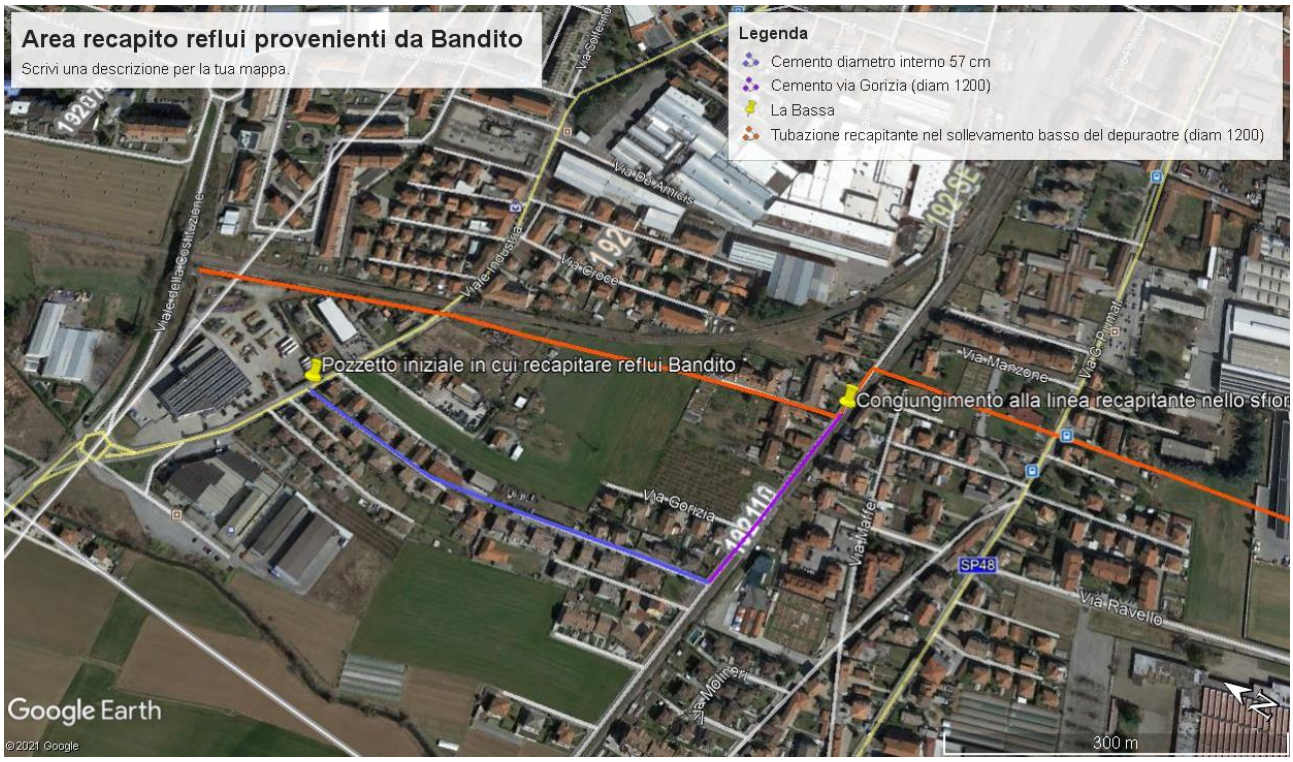
Si ritiene quindi la portata utilizzata nei calcoli sia sicuramente adeguata in quanto cautelativa.

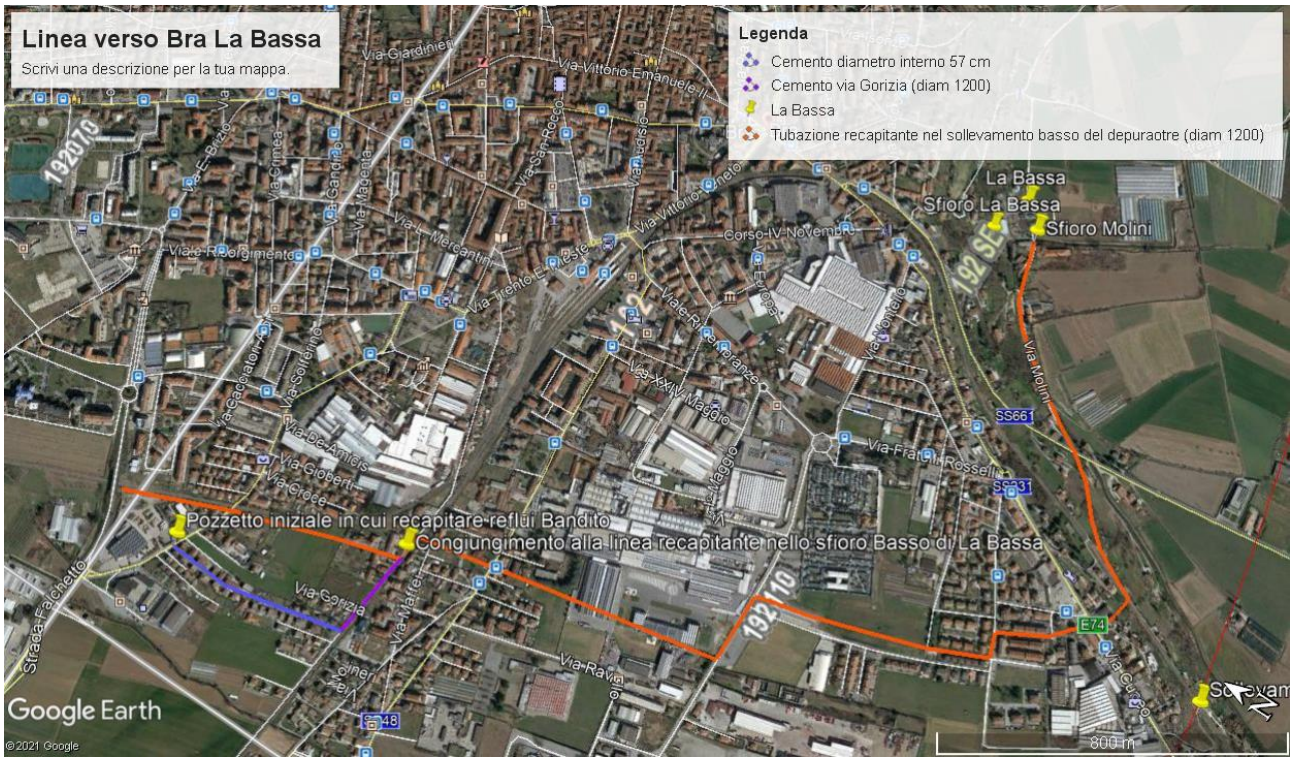
VERIFICA DELLA CAPACITÀ DEL SISTEMA FOGNARIO ESISTENTE IN LOC. STRADA FALCHETTO AL NUMERO 57 A CONVOGLIARE LE PORTATE IN ARRIVO DA LOC. BANDITO

La tubazione in cui andrà ad innestarsi quella proveniente da Bandito in Strada Falchetto 57, è in cemento del diametro interno di circa 60 cm in strada Falchetto (lunga circa 432 m ed indicata con colore blu) questa procede poi verso via Gorizia (lunga circa 204 m ed indicata con colore viola) e si innesta nella tubazione in cemento del diametro di 120 cm (lunga circa 3390 m ed indicata con colore arancione) recapitante nel sollevamento basso di La Bassa. E' stato effettuato un rilievo puntuale della condotta da 1200 che nella CTU risultava diametro 1000.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK





<u>I dati sopra riportati sono stati verificati dal Gestore tramite sopralluogo in situ.</u>

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Secondo le verifiche idrauliche condotte e riportate in seguito, i collettori risultano adatti a convogliare anche la portata aggiuntiva in arrivo da Loc. Bandito:

È stata allo scopo utilizzata la formula di Chèzy per correnti in moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q= portata defluente [m^3/s];

A= area della sezione liquida [m^2];

$\chi = cR^{1/6}$;

i = pendenza del fondo [m/m];

con

c = coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}s^{-1}$];

R= raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato) [m].

Per questi tratti, il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a 70 $m^{1/3}s^{-1}$.

Sulla base dei suddetti dati e a mezzo della relazione sopra riportata, sono stati ricavati i valori dell'altezza d'acqua, del grado di riempimento e della velocità.

Inoltre, è stata condotta una verifica sulla base dei numeri di Froude e Vedernikov.

Il numero di *Froude* (F_r) è dato da:

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_m}}$$

dove V e h_m rappresentano velocità media ed altezza media della corrente.

Per le canalizzazioni fognarie si può assumere che il limite di stabilità corrisponda ad un numero di Froude pari a tre.

Quando si è in presenza di canali a pendenza molto forte può capitare che la corrente non riesca a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo. In questi casi, definiti correnti rapide, il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti, le "roll waves". Queste dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. La condizione limite di stabilità del moto uniforme può essere espressa mediante il numero di *Vedernikov* (V_e), che deve risultare minore dell'unità:

$$V_e = n \cdot g_v \cdot F_r$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

dove

n=2/3 esponente del raggio idraulico nella formula del moto uniforme;

g_v=0,5 parametro di forma per sezioni semicircolari;

F_r= numero di Froude.

Tratti fognari esistenti da Strada Falchetto n.57 Portata massima									
Tratto	Materiale	$5Q_m$ *	Di	i media	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	Ve
(-)	(-)	l/s	mm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
Blu	Cemento	136	570	3,7	14,79	74,05	2,59	2,15	0,72
Viola	Cemento	136	1200	2,4	12,96	89,20	2,06	1,83	0,61
Arancione	Cemento	136	1200	1,9	13,72	88,57	1,90	1,64	0,55
*: Il dettaglio del calcolo della portata totale convogliata è stato riportato nel paragrafo successivo									

Si osserva che, nel dimensionamento di condotte circolari chiuse di diametro

- compreso tra 40 cm e 1 m, è buona pratica costruttiva che il **franco** (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia almeno di 20 cm dell'altezza dello speco per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Nel tratto in cui è presente la tubazione in cemento con diametro interno 57 cm, detta condizione viene soddisfatta (57 cm – 14,79 cm = 42,21 cm ≥ 20 cm);
- superiore a 1m, è buona pratica costruttiva che il **franco** (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia maggiore o uguale al 20% dell'altezza dello speco per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Nei tratti in cui sono presenti le tubazioni in cemento di diametro 120 cm, detta condizione viene soddisfatta;
- la **velocità** della corrente nelle canalizzazioni fognarie non deve essere maggiore di 5 m/s, rispetto alle portate massime, per evitare problemi di abrasione delle superfici interne. Detta condizione viene soddisfatta;
- per quanto riguarda i **numeri di Froude e di Vedernikov**, risultano in linea con i parametri di verifica.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

VERIFICHE IDRAULICHE DEL MANUFATTO DI SFIORO ESISTENTE (LA BASSA 2-VIA DEI MOLINI) NEI PRESSI DI VIA MOLINO (BRA)

Le portate sollevate nell'impianto di sollevamento di Località Bandito, andranno a confluire nella condotta fognaria che da Strada Falchetto 57 recapita nel sollevamento basso del depuratore La Bassa. Lungo il percorso, è presente un unico pozzetto di sfioro delle portate di piena sito nei pressi di Via Molino (Bra). Occorrerà quindi provvedere al suo adeguamento considerando le nuove portate in arrivo.

Lo sfioratore che attualmente convoglia verso l'impianto di depurazione "La Bassa" le attuali portate pari a 18,52 x 5 = 92,60 l/s (corrispondente alla Q_m = 18,52 l/s [2] certificata dal *CTU nella causa civile R.G. 3681/2011 presso il Tribunale di Alba-Sezione distaccata di Bra* e moltiplicata per 5 come indicato sull'*AUA inerente il complesso fognario/depurativo sito in Comune di Bra, loc. LA BASSA*[3], e cioè, che "deve essere sempre assicurato il trasferimento all'impianto e, quindi, ai pre-trattamenti di una portata almeno pari al quintuplo della portata di ogni singola rete afferente") dovrà essere adeguato con le nuove portate provenienti da Località Bandito ($5Q_m$ = 43,40 l/s). Le restanti portate by-passeranno lo sfioratore e saranno scaricate nel canale di scarico (come avviene già attualmente). Lo sfioratore a salto risiede all'interno di un manufatto di sfioro di larghezza 220 cm ed è di forma rettangolare con dimensioni pari a 35 cm x 100 cm.

[2] Calcolata ipotizzando una popolazione cautelativa totale complessiva afferente di 10000 abitanti, una dotazione pari a 200 l/AE d e un coefficiente di dispersione pari a 0.8

[3] Rilasciata con provvedimento del SUAP di BRA n.34/2017 del 13/09/2017, contenente come parte integrante, l'atto di assenso Provinciale n.3594 del 18/08/2017. In tale sede si era determinato il dimensionamento del manufatto di piena, denominato LA BASSA 2-VIA DEI MOLINI, di pertinenza della rete fognaria proveniente dal concentrico "Parte Bassa".

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

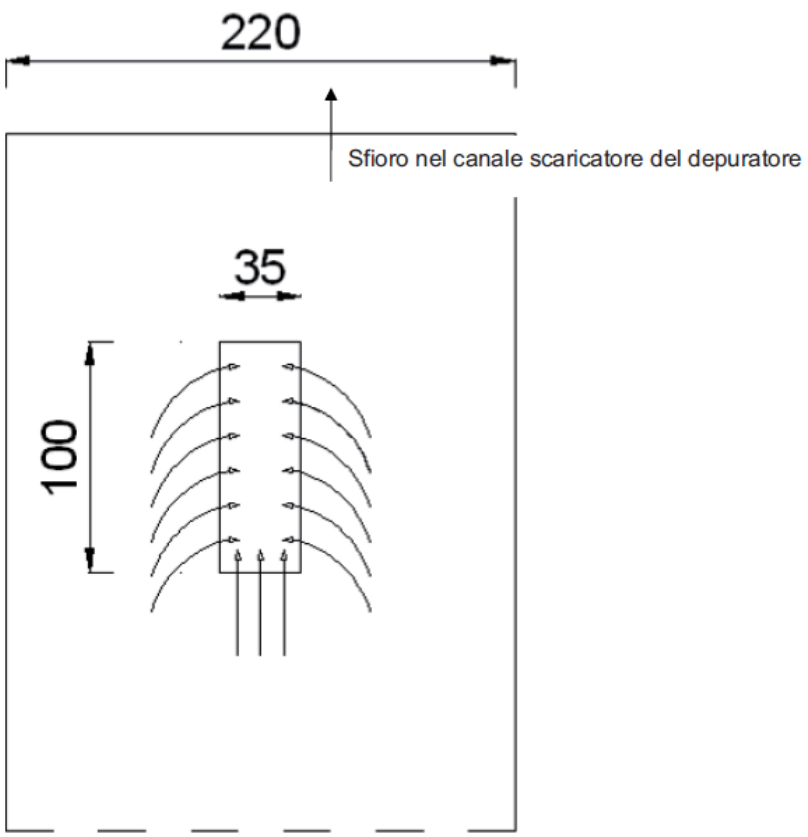


Figura 1 – Manufatto di sfioro esistente con sfioratore a salto

Figura 2 - Manufatto di sfioro esistente con sfioratore a salto

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Figura 3 – Sfioratore di piena

Le acque raggiungono il manufatto di sfioro attraverso una condotta in calcestruzzo DN 1200 (oggetto di verifica nel prossimo paragrafo). Una prima quota della portata in arrivo sfiora direttamente sul lato di lunghezza 35 cm, un'altra quota sfiora lungo le soglie di lunghezza 100 cm e la restante quota supera lo sfioratore a salto e si immette nel canale scaricatore (verso il Fiume Tanaro) attraverso una luce rettangolare 220 x 57 cm.

Le acque sfiorate all'interno della luce 35 x 100 cm vengono immesse all'interno di una tubazione di 60 cm di diametro e avviate verso l'impianto di sollevamento che si trova oltre il canale di scarico all'interno del depuratore di "La Bassa".

Si riportano, in seguito, le verifiche del condotto fognario esistente, della capacità dello sfioratore a salto e le misure da adottare per il suo adeguamento alle nuove portate.

Verifica della capacità dello sfioratore a salto

Inizialmente, è stata calcolata l'altezza d'acqua all'interno del manufatto di sfioro a monte dello sfioratore a salto considerando una portata pari a 92,60 + 43,40 = 136,00 l/s ($Q_{verifica}$). La camera di

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

sfioro presenta una sezione rettangolare di larghezza pari a 220 cm. Ipotizzando un moto di tipo uniforme ed una pendenza del fondo pari a 0,1 %, è stata ottenuta un'altezza idrica pari a 15,1 cm:

b (larghezza)		2,20	m			
h		1,00	m			
i		0,001	m/m			
ks		50	$m^{1/3}/s^{-1}$			
Scala di deflusso						
h		**V**	**Q**			**Note**
m	**cm**	**m/s**	**mc/s**	**mc/h**	**l/s**	**(-)**
0	0	*0,00*	0,000	0,00	0,00	
0,100	10	0,32	0,07	254,6	70,7	
0,151	***15,05***	***0,41***	***0,14***	***489,5***	***136,0***	***$Q_{verifica}$***
0,200	20	0,48	0,21	766,3	212,9	
0,300	30	0,60	0,40	1433,5	395,2	
0,400	40	0,70	0,61	2211,4	614,3	
0,500	50	0,78	0,85	3072,5	853,5	
0,600	60	0,84	1,11	3998,6	1110,7	
0,700	70	0,90	1,38	4976,7	1382,4	
0,800	80	0,95	1,67	5997,1	1665,8	
0,900	90	0,99	1,96	7052,5	1959,0	
1,000	100	0,78	1,71	6145,0	1707,0	

La verifica della capacità dello sfioratore a convogliare le nuove portate è stata svolta secondo la legge che definisce l'efflusso su una bocca a stramazzo a parete sottile o Bazin ed in base a quanto riportato nella Relazione di Perizia Tecnica di Ufficio della "Causa Civile R.G. 3681/2011":

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

dove

Q: portata del getto (m^3/s);

μ: coefficiente di efflusso sulla soglia di sfioro (-);

b: larghezza della soglia (m);

h: altezza del fluido sopra la soglia (m);

g: accelerazione di gravità (m/s^2).

Il coefficiente di efflusso sulla soglia di sfioro μ è stato assunto pari a 0,54.

Inizialmente, è stata calcolata la portata che defluisce lungo il tratto di lunghezza 35 cm considerando un tirante idrico di 15,1 cm (ottenuto precedentemente). Risulta una portata pari a 48,88 L/s:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Efflusso sfioratore a salto lungo il tratto di lunghezza 35 cm		
h	cm	15,1
	m	0,151
g	m/s^2	9,81
b	m	0,35
	cm	35
μ	(-)	0,54
Q	mc/s	0,04888
	l/s	48,88

Perciò, una quota pari a 48,88 L/s della portata totale (136,00 L/s) viene intercettata dal lato minore dello sfioratore.

La restante quota (136,00 – 48,88 = 87,12 L/s) viene sfiorata lungo i due lati maggiori lunghi 100 cm. Applicando la stessa procedura di cui sopra, si ottiene che la portata di 87,12 L/s viene sfiorata con un battente idrico medio di circa 6,92 cm, inferiore a quello relativo al lato minore.

Efflusso sfioratore a salto lungo i due tratti di lunghezza 100 cm		
g	m/s^2	9,81
b	m	1,00 + 1,00 = 2,00
	cm	100 +100 = 200
μ	(-)	0,54
Q	mc/s	0,08712
	l/s	87,12
h	cm	6,922
	m	0,0692

Quanto ottenuto indica che il livello diminuisce gradualmente. Si deduce pertanto che, per garantire a monte l'altezza media di 6,92 cm occorrerà posizionare un lama d'acciaio alta circa 7 cm in corrispondenza della luce rettangolare 220 x 57 cm di immissione nel canale scaricatore.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Sollevamento del depuratore di Bra La Bassa

Una volta attivato il sollevamento nel depuratore di Loc. Bandito, al sollevamento del depuratore di Bra La Bassa arriveranno quindi i reflui prima indicati e cioè 92,60 + 43,40 = 136,00 l/s. Una quota parte pari a 1050 mc/d (12,15 l/s) viene addotta, come già funziona attualmente, verso le condotte consortili dell'impianto centralizzato di Canove di Govone (convenzione tra SISI S.r.l. e Tecnoedil S.p.A. datata 28/09/2017). La portata rimanente e cioè 136,00 l/s – 12,15 l/s = 123,85 l/s verrà sollevata e trattata nell'impianto di La Bassa che ha una capacità residua idraulica e biologica sufficiente a trattare i nuovi afflussi. Non verrà modificata la quota parte delle portate che adducono a Canove di Govone.

Le elettropompe di sollevamento presenti nella stazione in oggetto sono:

- n.1 pompa Flygt mod. 3127.181 – 438 da 4.7 kW;
- n.1 pompa Flygt mod. 3152.181 – 430 da 13 kW;
- n.1 pompa Flygt mod. 3153.181 – 431 da 13.5 kW.

Le curve di funzionamento con l'indicazione del punto di lavoro vengono riportate in seguito:

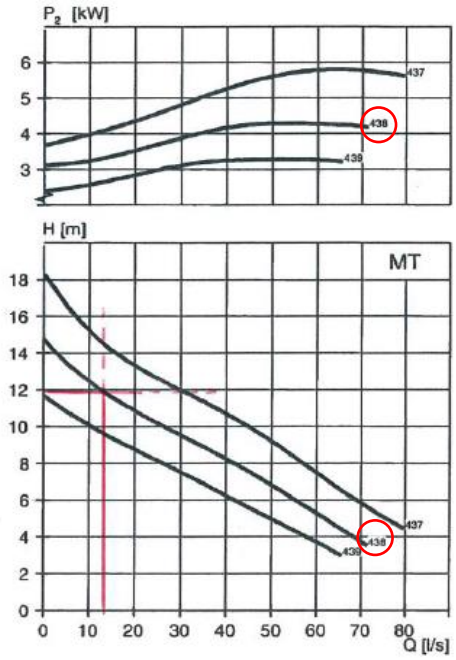
FLYGT

N 3127

Dati motore e curve caratteristiche, versione MT

Numero girante	Potenza resa nominale, kW	Assorbimento nominale, A	Corrente di avviamento, A	Fattore di potenza cos φ	Disponibilità versione antideflagrante	Installazione P	S	T	Z
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1455 g/min									
439	4,0	8,3	56	0,84	Sì			•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1445 g/min									
438	4,7	9,6	56	0,86	Sì	•	•		
439	4,7	9,6	56	0,86	Sì	•	•		
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1460 g/min									
438	4,7	10	77	0,81	Sì			•	•
439	4,7	10	77	0,81	Sì			•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1450 g/min									
437	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		
438	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		
439	5,9	12	77	0,84	Sì	•	•		

La corrente di avviamento Y/D è approssimativamente 1/3 di quella di avviamento D.



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

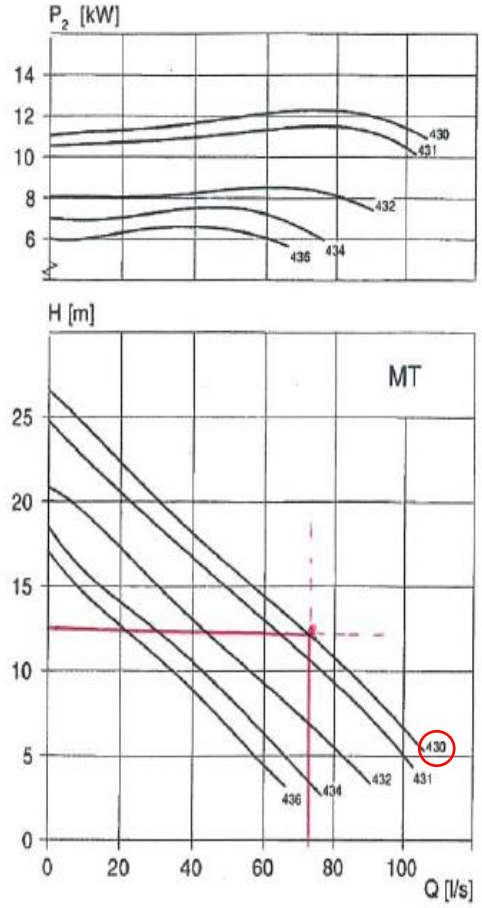
FLYGT

C 3152

Dati motore e curve caratteristiche, versione MT

Numero girante	Potenza resa nominale, kW	Assorbimento nominale, A	Corrente di avviamento, A	Fattore di potenza cos φ	Passaggio libero girante, mm	Disponibilità versione antideflagrante	Installazione			
							P	S	T	Z
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1455 g/min										
432	9,0	19	116	0,81	100	Sì	•	•	•	•
434	9,0	19	116	0,81	100	Sì	•	•	•	•
436	9,0	19	116	0,81	93	Sì	•	•	•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1450 g/min										
430	13,5	27	162	0,83	100	Sì	•	•	•	•
431	13,5	27	162	0,83	100	Sì	•	•	•	•
432	13,5	27	162	0,83	100	Sì	•	•	•	•
434	13,5	27	162	0,83	100	Sì	•	•	•	•
436	13,5	27	162	0,83	93	Sì	•	•	•	•

La corrente di avviamento Y/D è approssimativamente 1/3 di quella di avviamento D.



SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

FLYGT

3153

Potenza nominale, kW	Potenza nominale, HP	Curva/ Girante n.	Giri per minuto (rpm)	Corrente nominale, A	Corrente di avviamento, A	Fattore di potenza, cos φ	Installazione
9	12,1	414	1460	19	107	0,8	P,S,T,Z
9	12,1	415	1460	19	107	0,8	P,S,T,Z
9	12,1	620	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
9	12,1	620	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
9	12,1	622	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
9	12,1	623	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
9	12,1	624	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
9	12,1	625	955	21	90	0,72	P,S,T,Z
13,5	18,1	410	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z
13,5	18,1	411	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z
13,5	18,1	412	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z
13,5	18,1	413	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z
13,5	18,1	414	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z
13,5	18,1	415	1455	27	145	0,82	P,S,T,Z

MT

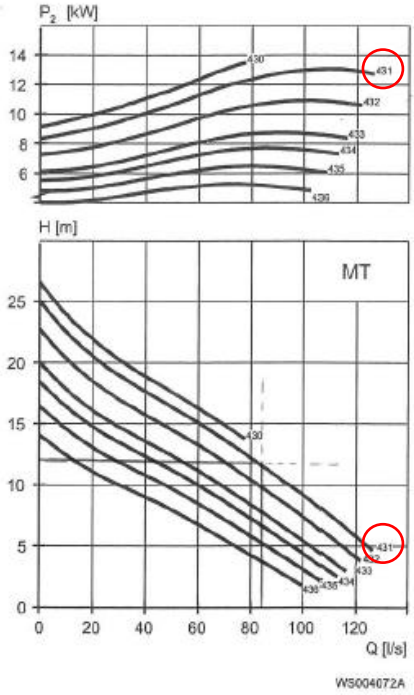


Tabella 14: 400 V, 50 Hz, trifase

Potenza nominale, kW	Potenza nominale, HP	Curva/ Girante n.	Giri per minuto (rpm)	Corrente nominale, A	Corrente di avviamento, A	Fattore di potenza, cos φ	Installazione
7,5	10,1	434	1465	16	107	0,76	P,S,T,Z
7,5	10,1	435	1465	16	107	0,76	P,S,T,Z

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Le portate relative portate sollevate sono:

- n.1 pompa Flygt mod. 3127.181 – 438 da 4.7 kW Q = 13 l/s
- n.1 pompa Flygt mod. 3152.181 – 430 da 13 kW Q = 72 l/s
- n.1 pompa Flygt mod. 3153.181 – 431 da 13.5 kW Q = 82 l/s

la cui somma risulta Q = 13 + 72 + 82 = 167 l/s 123,85 l/s e quindi verificate.

VERIFICHE STATICHE

Le condotte soggette a verifica sono in PE100 RC DE250 PN 16.

La verifica statica di una tubazione interrata consiste nell'accertare che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, cioè compatibili con il materiale costituente la tubazione e con le esigenze di progetto. Le verifiche delle tubazioni flessibili possono essere effettuate seguendo le indicazioni riportate nella norma AWWA (American Water Works Association) C950/88.

Il criterio di verifica da adottare dipende dal comportamento della tubazione nei confronti della deformabilità, cioè dall'elasticità in sito. La distinzione tra struttura rigida e flessibile viene effettuata tramite il coefficiente d'elasticità in sito (n):

$$n = \frac{E_s}{E_t} \cdot \left(\frac{r}{s}\right)^3$$

dove

E_s: modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione;

E_t: modulo di elasticità istantaneo del materiale costituente la tubazione;

r = (D-s)/2 raggio medio della tubazione;

s: spessore della tubazione.

La tubazione interrata è flessibile (o deformabile) se risulta $n \geq 1$.

Valori di progetto:

Parametro	U.d.m.	PE100 RC DE250 PN 16
Es	kN/mq	13800
Et istantaneo	kN/mq	900000
Et a lungo t	kN/mq	225000
D (diametro esterno)	m	0,2500

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Di (diametro interno)	m	0,2046
r	m	0,1137
s	m	0,0227
n	(-)	1,92
		FLESSIBILE

Calcolo dei carichi

1) *Calcolo del carico dovuto al rinterro*

Il carico dovuto al rinterro viene calcolato in maniera differente a seconda che la posa sia in trincea stretta o in trincea larga. Si dice che un tubo avente diametro esterno (D) è posato in trincea stretta quando la larghezza della trincea (B) a livello della generatrice superiore del tubo e l'altezza del rinterro (H) al di sopra di questa generatrice soddisfano una della seguenti condizioni:

$B \leq 2D$ con $H \geq 1{,}5B$

$2D < B < 3D$ con $H \geq 3{,}5B$

Si dice che un tubo è posato in trincea larga quando le relazioni fra B, D, H differiscono da quelle sopra indicate.

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{max}	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{min}
D	m	0,2500	0,2500
B	m	1,10	1,10
H	m	3,001	0,817
Tipo di trincea	(-)	LARGA	LARGA

Per la posa in trincea larga il carico dovuto al rinterro (P_{ST}) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST} = C_e \cdot \Upsilon_t \cdot D^2$$

dove

C_e: coefficiente funzione del rapporto H/D. Per rinfianco in materiale arido, sempre necessario per tubazioni flessibili:

$$C_e = \frac{H}{D}$$

Υ_t: peso specifico del rinterro (saturo).

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{max}	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{min}
Ce	(-)	12,00	3,27
ϒt	kN/mc	20,00	20,00
Pst	kN/m	15,01	4,09

2) *Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi mobili*

Il calcolo del carico sulla generatrice superiore del tubo generato da un carico mobile agente in superficie viene calcolato tramite la seguente espressione:

$$P_{din} = p_v \cdot D \cdot \varphi$$

dove

p_v: pressione verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta ai sovraccarichi mobili concentrati (N/mq). E' ricavabile da grafici forniti dalla norma DIN 1072 in funzione dell'altezza H e del carico per ruota (P) definito in base alle classi di carico HT (autocarro pesante) ed LT (autocarro leggero o ferroviario). Nel caso in oggetto si valuta il carico dovuto al transito di un convoglio HT60 a cui si attribuisce un carico per ruota di 100kN;

φ: coefficiente di incremento. Nel caso di traffico stradale e autostradale è dato da:

$\varphi = 1 + \frac{0,3}{H}$.

Risulta:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{max}	**PE100 RC DE250 PN 16** H_{min}
pv	t/mq	1,60	6,6
φ	(-)	1,100	1,367
Pdin	kN/m	4,31	22,12

3) *Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta dentro il tubo*

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta alla massa dell'acqua contenuta nel tubo (Pa) è funzione del diametro interno (Di). In questo caso, le tubazioni si considerano riempite completamente in quanto il funzionamento sarà in pressione.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Per cui si ha:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** **H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16** **H_{min}**
Di	m	0,2046	0,2046
Pa	kN/m	0,33	0,33

4) *Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna*

A titolo cautelativo, la superficie della falda viene assunta coincidente con la quota di piano campagna. Per cui la tubazione sarà soggetta ad una pressione idrostatica esterna che può essere calcolata attraverso:

$$Q_w = \Upsilon_w \cdot \left(H_w + \frac{D}{2}\right) \cdot D$$

dove

Υ_w: peso specifico dell'acqua pari a 10000 N/mc;

H_w: altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione.

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** **H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16** **H_{min}**
Hw	m	3,00	0,82
Qw	kN/m	7,815	2,36

<u>*Verifiche per tubazioni flessibili*</u>

1) *Verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine*

L'inflessione diametrale assoluta del tubo in senso verticale con il 95% della probabilità, è fornita dalla seguente formula:

$$\Delta y = \frac{(D_e \cdot P_{st} + P_{din}) \cdot K_x}{8 \cdot RG + 0{,}061 \cdot K_a \cdot E_s} + \Delta a$$

dove

D_e: fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo. Per grado di costipamento da moderato a elevato è pari a 2,0;

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

K_x: coefficiente d'inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore d'appoggio del tubo. Per fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità proctor ≥ 95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità proctor ≥ 70%) è pari a 0,083;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

I: momento d'inerzia del tubo $I = \frac{s^3}{12}$;

E_t riferito al modulo di elasticità a lungo termine del materiale costituente la tubazione);

K_a e Δ_a: parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione). Per H ≤ 4,9 m risultano $K_a = 0{,}75$ e $\Delta_a = 0$.

Risulta:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{min}**
De	(-)	2,0	2,0
Kx	(-)	0,083	0,083
RG	N/cmq	1,87	1,87
Ka	(-)	0,75	0,75
Δa	(-)	0,00	0,00
Δy	cm	0,36	0,32

Nota la deformazione assoluta (Δy), si calcola la deformazione relativa come rapporto tra Δy ed il diametro esterno (D). La verifica è soddisfatta se il parametro Δy/D non supera il 5% del diametro iniziale della condotta:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{min}**
Δy/D	%	1,46	1,29
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

2) *Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)*

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

In una tubazione interrata, la pressione che determina instabilità elastica ("pressione di buckling") dipende, non solamente dall'indice di rigidezza della tubazione (RG), ma anche dal modulo elastico del suolo che circonda la tubazione (Es) in quanto il sistema terreno-tubazione si comporta come un'unica entità. L'espressione di stima della pressione ammissibile di buckling (N/cmq) è:

$$q_a = (\frac{1}{FS}) \cdot (32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot \frac{E_t \cdot I}{D^3})^{\frac{1}{2}}$$

dove

FS: fattore di progettazione, pari a 2,5;

R_w: fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente con:

$R_w = 1 - 0{,}33\frac{H_w}{H}$ con $0 \leq H_w \leq H$;

H_w: altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

B': coefficiente empirico di supporto elastico

$B' = \frac{1}{1+4 \cdot e^{-0{,}213H}}$;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

I: momento d'inerzia del tubo $I = \frac{s^3}{12}$.

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16** $\mathbf{H_{max}}$	**PE100 RC DE250 PN 16** $\mathbf{H_{min}}$
FS	(-)	2,5	2,5
Rw	(-)	0,67	0,67
B'	(-)	0,32	0,23
qa	N/cmq	46,22	39,03

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling (q_a) con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati in presenza di sovraccarichi mobili (p_e):

$$p_e = \Upsilon_w \cdot H_w + \frac{R_w \cdot P_{st}}{D} + \frac{P_{din}}{D}$$

Deve risultare pe ≤ qa.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{min}**
pe	N/cmq	8,75	10,76
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

3) Verifica della sollecitazione massima di flessione

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo, nel caso di tubazioni funzionanti a superficie libera, non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza:

$$б = D_f \cdot E_t \cdot \frac{\Delta y}{D} \cdot \frac{s}{D} \leq \frac{б_{lim}}{\mu}$$

dove

б: tensione dovuta alla deflessione diametrale;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

Df: fattore di forma funzione dell'indice di rigidezza (RG) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (composizione granulometrica e grado di costipamento);

E_t a lungo t: modulo di elasticità a lungo t del materiale costituente la tubazione;

$б_{lim}$: tensione limite ultima;

μ: coefficiente di sicurezza, fissato di norma in 1,5.

Nel caso, invece, di tubazioni in pressione, la verifica consiste nell'accertare che la sollecitazione massima risultante dagli effetti combinati della pressione interna e dell'inflessione diametrale non ecceda la resistenza a flessione a lungo termine del manufatto ridotta di un fattore di sicurezza:

$$б = \frac{P_w \cdot D}{2 \cdot s} + D_f \cdot E_t \cdot \frac{\Delta y}{D} \cdot \frac{s}{D} \leq \frac{б_{lim}}{\mu}$$

dove

Pw: pressione massima interna.

Si ha:

Parametro	**U.d.m.**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{max}**	**PE100 RC DE250 PN 16 H_{min}**
Pw	N/mq	1600000	1600000

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Df	(-)	4,50	4,50
б	N/cmq	1015,24	999,48
бlim	N/cmq	2000	2000
μ	(-)	1,50	1,50
Бlim/μ	N/cmq	1333	1333
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

Esito delle verifiche

Si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK E IT276027/UK