



Ricerca di Sistema elettrico

Validazione dei Modelli RELAP5 dello Scambiatore di Calore HERO-2

M. Polidori
M. Santiello, L. Iacopini, M. E. Ricotti
A. Achilli, O. De Pace, D. Balestri



VALIDAZIONE DEI MODELLI RELAP5 DELLO SCAMBIATORE DI CALORE HERO-2

M. Polidori – ENEA

M. Santiello, L. Iacopini, M. E. Ricotti – CIRTEN: CERSE POLIMI

A. Achilli, O. De Pace, D. Balestri - SIET

Settembre 2016

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2015

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV Generazione

Obiettivo: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

Responsabile del Progetto: Felice De Rosa, ENEA

Titolo
Validazione dei modelli RELAP5 dello scambiatore di calore HERO-2
Descrittori

Tipologia del documento: Rapporto Tecnico
Collocazione contrattuale: Accordo di programma ENEA-MSE su sicurezza nucleare e reattori di IV generazione
Argomenti trattati: Termoidraulica dei reattori nucleari, Reattori e sistemi innovativi, Trasmissione del calore, Sicurezza nucleare

Sommario

Nell'ambito della prima annualità dell'Accordo di Programma MiSE/ENEA Piano Triennale 2015-2017, è stata svolta un'attività di validazione del modello per il codice RELAP5 usato nella precedente annualità per l'esecuzione di analisi pre-test che hanno portato allo svolgimento della campagna sperimentale sul componente HERO-2 presso i laboratori SIET. La campagna era finalizzata alla caratterizzazione di scambiatori con tubi a baionetta.

Nel corso di precedenti annualità era stato realizzato e testato un circuito di prova per generatori di vapore a tubi elicoidali. Questo circuito è stato adattato e utilizzato per testare la sezione di prova HERO-2, costituita da due tubi a baionetta. I test termoidraulici condotti hanno consentito la creazione di un database finalizzato alla caratterizzazione dello scambio termico e alla rilevazione e quantificazione delle instabilità termoidrauliche dei tubi in specifiche condizioni operative di interesse per reattori SMR, utile per la qualifica di codici di calcolo.

Nel presente documento sono riportati i risultati dell'analisi post-test eseguita con RELAP5 mod3.3 al fine di validare il modello e determinare eventuali limiti nel codice. Per questa analisi sono stati utilizzati i dati sperimentali rivisti da SIET. Il documento riporta in allegato lo studio condotto da POLIMI relativo al confronto prestazionale di un generatore di vapore a tubi elicoidali con uno a tubi a baionetta avvalendosi, per la validazione del modello di quest'ultimo, della caratterizzazione effettuata sui dati forniti dalla SIET. Per il confronto, tali scambiatori sono stati inseriti nel design di un SMR integrato e valutati per la rimozione passiva del calore di decadimento nelle condizioni incidentali di Station-Black-Out.

Note

Il documento è stato realizzato in collaborazione tra SIET, ENEA e CIRTEN

Riferimento documentazione PAR 2015 LP1 C2.1: SIET 02566 RP 15 rev.1

In allegato documento CIRTEN in lingua Inglese. Rif.: CERSE-POLIMI RL-1505/2016



Autori: A. Achilli*, O. De Pace*, D. Balestri*, M. Polidori**,
 M. Santinello***, L. Iacopini***, M. E. Ricotti***
 (*) SIET, (**) ENEA, (***) POLIMI

Copia n.
In carico a:


2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	27/09/2016	NOME	Massimiliano Polidori	Paride Meloni	Felice De Rosa
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

INDICE

LISTA DELLE FIGURE.....	6
LISTA DELLE TABELLE	7
1. INTRODUZIONE	8
2. HERO-2	9
2.1. Descrizione del componente	9
2.2. Implementazione nell'impianto IETI.....	14
2.2.1. Controllo portate e potenza	14
2.2.2. Regolazione della pressione nel duomo di vapore	15
2.2.3. Strumentazione della facility	16
3. TEST SPERIMENTALI	17
3.1. Facility commissioning e prove di caratterizzazione	17
3.2. Correzione di misura delle TF	19
3.3. Test di scambio termico condotti con un solo tubo	20
3.4. Test di instabilità condotti con due tubi in parallelo (DWO).....	22
3.5. Test di ripetibilità a due tubi in parallelo	25
3.6. Comportamento dinamico oscillatorio dei test a singolo tubo.....	27
4. SIMULAZIONI POST-TEST CON IL CODICE RELAP5	33
4.1. Il codice RELAP5.....	33
4.2. Il modello di HERO-2 per RELAP5 e calibrazione	34
4.3. Considerazioni preliminari all'analisi post-test	37
4.4. Simulazione dei test di scambio termico.....	38
4.5. Simulazione dei test di instabilità.....	44
5. CONCLUSIONI.....	54
BIBLIOGRAFIA	56
RINGRAZIAMENTI	57
APPENDICE A – RAPPORTO POLIMI.....	58
APPENDICE B – INFORMAZIONI DI IMPIANTO	97
APPENDICE C – QUICK-LOOK REPORT – TEST DI CARATTERIZZAZIONE	100
Stazionario: 11-09-2015_1125_R.....	101
Stazionario: 11-09-2015_1159_R.....	103
Stazionario: 11-09-2015_1227_R.....	105
Stazionario: 11-09-2015_1232_R.....	107
Stazionario: 11-09-2015_1250_R.....	109

Stazionario: 11-09-2015_1255_R.....	111
Stazionario: 11-09-2015_1316_R.....	113
Stazionario: 11-09-2015_1321_R.....	115
Stazionario: 14-09-2015_1110_R.....	117
Stazionario: 14-09-2015_1125_R.....	119
Stazionario: 14-09-2015_1150_R.....	121
Stazionario: 14-09-2015_1214_R.....	123
Stazionario: 14-09-2015_1226_R.....	125
Stazionario: 14-09-2015_1301_R.....	127
APPENDICE D – QUICK-LOOK REPORT – TEST A TUBO SINGOLO	129
Stazionario: 14-09-2015_1505_R.....	130
Stazionario: 14-09-2015_1555_R.....	132
Stazionario: 14-09-2015_1640_R.....	134
Stazionario: 14-09-2015_1717_R.....	136
Stazionario: 14-09-2015_1741_R.....	138
Stazionario: 15-09-2015_1254_R.....	140
Stazionario: 15-09-2015_1323_R.....	142
Stazionario: 15-09-2015_1357_R.....	144
Stazionario: 15-09-2015_1446_R.....	146
Stazionario: 15-09-2015_1607_R.....	148
Stazionario: 15-09-2015_1636_R.....	150
Stazionario: 15-09-2015_1714_R.....	152
Stazionario: 15-09-2015_1815_R.....	154
Stazionario: 16-09-2015_1043_R.....	156
Stazionario: 16-09-2015_1114_R.....	158
Stazionario: 16-09-2015_1140_R.....	160
Stazionario: 16-09-2015_1217_R.....	162
Stazionario: 16-09-2015_1242_R.....	164
Stazionario: 16-09-2015_1332_R.....	166
Stazionario: 16-09-2015_1358_R.....	168
Stazionario: 16-09-2015_1425_R.....	170
Stazionario: 16-09-2015_1517_R.....	172
Stazionario: 16-09-2015_1555_R.....	174
Stazionario: 16-09-2015_1637_R.....	176
Stazionario: 16-09-2015_1659_R.....	178
Stazionario: 16-09-2015_1724_R.....	180


Stazionario: 17-09-2015_1156_R.....	182
Stazionario: 17-09-2015_1231_R.....	184
Stazionario: 17-09-2015_1605_R.....	186
Stazionario: 17-09-2015_1655_R.....	188
Stazionario: 17-09-2015_1732_R.....	190
Stazionario: 17-09-2015_1826_R.....	192
Stazionario: 17-09-2015_1853_R.....	194
Stazionario: 17-09-2015_1921_R.....	196
APPENDICE E – QUICK-LOOK REPORT – TEST A TUBI IN PARALLELO	198
Stazionario: 18-09-2015_1213_R.....	199
Stazionario: 18-09-2015_1248_R.....	201
Stazionario: 18-09-2015_1318_R.....	203
Stazionario: 18-09-2015_1509_R.....	205
Stazionario: 18-09-2015_1527_R.....	207
Stazionario: 18-09-2015_1543_R.....	209
Stazionario: 18-09-2015_1600_R.....	211
Stazionario: 18-09-2015_1622_R.....	213
Stazionario: 18-09-2015_1656_R.....	215
Stazionario: 18-09-2015_1718_R.....	217
Stazionario: 18-09-2015_1746_R.....	219
Stazionario: 18-09-2015_1756_R.....	222
Stazionario: 21-09-2015_1110_R.....	225
Stazionario: 21-09-2015_1134_R.....	227
Stazionario: 21-09-2015_1148_R.....	229
Stazionario: 21-09-2015_1256_R.....	231
Stazionario: 21-09-2015_1318_R.....	233
Stazionario: 21-09-2015_1339_R.....	235
Stazionario: 21-09-2015_1400_R.....	237
Stazionario: 21-09-2015_1415_R.....	239
Stazionario: 21-09-2015_1431_R.....	241
Stazionario: 21-09-2015_1443_R.....	243
Stazionario: 21-09-2015_1502_R.....	245
Stazionario: 21-09-2015_1520_R.....	247
APPENDICE F – QUICK-LOOK REPORT – TEST DI RIPETIBILITA' A DUE TUBI.....	249
Stazionario: 21-09-2015_1628_R.....	250
Stazionario: 21-09-2015_1659_R.....	252

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	5	265

Stazionario: 21-09-2015_1732_R.....	254
Stazionario: 21-09-2015_1802_R.....	256
Stazionario: 21-09-2015_1818_R.....	258
Stazionario: 21-09-2015_1836_R.....	260
Stazionario: 21-09-2015_1900_R.....	262
Stazionario: 21-09-2015_1921_R.....	264

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1 – Sezione di un tubo a baionetta.....	9
Figura 2 – Disegno della parte superiore di HERO-2 e particolare della zona di ingresso con orifizio.	10
Figura 3 – Schema di funzionamento di un tubo a baionetta.....	10
Figura 4 – Immagini di un riscaldatore elettrico.....	11
Figura 5 – Disposizione delle termocoppie di fluido.....	12
Figura 6 – Disegno di assieme della sezione di prova HERO-2.....	13
Figura 7 – Immagini della sezione di prova HERO-2 installata.....	16
Figura 8 – Pressione ingresso/uscita a 70 bar, 10 g/s, 16.5 kW, T ingresso 282.8°C (tubo singolo 28).	28
Figura 9 – Pressione ingresso/uscita a 70 bar, 10 g/s, 18.4 kW, T ingresso 252.8°C (tubo singolo 29).	29
Figura 10 – Caduta di pressione a 20 bar, 10 g/s, 20.2 kW per tubo (test di ripetibilità 7).	29
Figura 11 – Caduta di pressione a 20 bar, 10 g/s, 20.2 kW (test a tubo singolo 6).....	30
Figura 12 – Pressione ingresso/uscita a 50 bar, 12 g/s, 22 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 20)....	30
Figura 13 – Pressione ingresso/uscita a 50 bar, 12 g/s, 20.2 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 19).	31
Figura 14 – Caduta di pressione a 50 bar, 12 g/s, 22 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 20).....	31
Figura 15 – Caduta di pressione a 50 bar, 12 g/s, 20.2 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 19).....	32
Figura 16 – Schema della nodalizzazione per RELAP5 della sezione di prova HERO-2.....	34
Figura 17 – Profili di pressione e temperatura del TEST 8: 20 bar, 18.4 kW, 11 g/s.....	38
Figura 18 – Profili di pressione e temperatura TEST 32: 70 bar, 22 kW, 12 g/s.....	38
Figura 19 – Confronto tra temperature simulate e misurate alla base e a 1 m di elevazione.....	40
Figura 20 – Confronto tra temperature simulate e misurate lungo il canale anulare (TF13 sul fondo).	41
Figura 21 – Confronto tra temperature simulate e misurate nella camera di vapore.....	42
Figura 22 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate lungo il canale anulare (in senso discendente).....	43
Figura 23 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate a valle e a monte dell’orifizio.....	44
Figura 24 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF11, TF12, TF13) e a destra per il tubo 2 (TF21, TF22, TF23).....	45
Figura 25 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF14, TF15, TF16) e a destra per il tubo 2 (TF24, TF25, TF26).....	46
Figura 26 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF17) e a destra per il tubo 2 (TF27).....	47
Figura 27 – Confronto tra temperature simulate e misurate nella camera di vapore.....	47
Figura 28 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate lungo il canale anulare in senso discendente sul tubo 1 (M17, M16, M15, M14, M13) e sul tubo 2 (M23) .	48
Figura 29 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate a valle e a monte dell’orifizio, a sinistra per il tubo 1 (M12, M11) e a destra per il tubo 2 (M22, M21).....	49
Figura 30 – Confronto tra i profili di temperatura misurato e simulato nei due tubi (TEST 10).....	50
Figura 31 – Temperature acquisite sperimentalmente alla base (TFx1) e nell’ultima termocoppia di canale (TFx7) dei due tubi (TEST10).....	50
Figura 32 – Differenza di pressione sperimentale attraverso gli orifizi di ingresso (TEST 10).....	50
Figura 33 – Portate attraverso i due tubi da simulazione RELAP5 (TEST 10).....	51
Figura 34 – Differenza di pressione sperimentale attraverso gli orifizi di ingresso tubi (TEST 20, 21, 22 – pressione 50 bar, portata 10 g/s per tubo.).....	52
Figura 35 – Confronto tra i profili di temperatura misurato e simulato nei due tubi (TEST 20, 21, 22 – pressione 50 bar, portata 10 g/s per tubo.).....	52

	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	7	265

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 1 – Principali parametri di progetto.....	9
Tabella 2 – Dimensioni dei tubi.....	9
Tabella 3 – Sommario dei test di caratterizzazione svolta su HERO-2.....	18
Tabella 4 – Correzioni applicate alle termocoppie.....	20
Tabella 5 – Matrice di prova per scambio termico.....	20
Tabella 6 – Sommario dell’attività impiantistica vs matrice di prova per scambio termico.....	21
Tabella 7 – Matrice di prova per studi di instabilità.....	22
Tabella 8 – Sommario dell’attività impiantistica vs matrice di prova per instabilità.....	23
Tabella 9 – Mappa delle instabilità osservate sperimentalmente.....	24
Tabella 10 – Sommario dei test di ripetibilità a due tubi in parallelo.....	25
Tabella 11 – Mappa delle instabilità osservate nei test di ripetibilità a due tubi in parallelo.....	26
Tabella 12 – Descrizione degli elementi della nodalizzazione.....	34
Tabella 13 – Quadro sinottico delle simulazioni a singolo tubo.....	39
Tabella 14 – Potenze fornite nei test 20, 21, 22.....	51

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del PAR2014 dell'Accordo di Programma 2012-2014 tra MSE ed ENEA, ENEA col l'ausilio della Società SIET ha svolto attività di sperimentazione a supporto della caratterizzazione di scambiatori con tubi a baionetta [1]. Nel corso di precedenti annualità, presso i Laboratori SIET, era stato realizzato e testato un circuito di prova per generatori di vapore a tubi elicoidali. Questo circuito è stato adattato e utilizzato nella corrente annualità per testare un generatore di vapore con tubi a baionetta.

La sezione di prova HERO-2, costituita da due tubi a baionetta del diametro esterno di 2.54 cm e lunghezza 7.2 m, è costituito da un tubo interno che convoglia il liquido in ingresso e un tubo esterno riscaldato elettricamente. Nell'intercapedine tra i due tubi si realizza la generazione di vapore. Il riscaldamento è stato realizzato con un totale di 210 resistori elettrici che avvolgono i due tubi esterni per tutta la loro lunghezza, in grado di fornire una potenza totale netta per ogni tubo è di circa 22 kW. L'impianto IETI su cui è stato installato HERO-2 è in grado di alimentare la sezione di prova con acqua sottoraffreddata o satura e allo scarico della sezione di prova è presente un sistema di separatori e valvole in grado di attuare il controllo della pressione d'uscita. I principali limiti di sicurezza sono la pressione massima di 70 bar e la massima temperatura ammissibile per i riscaldatori esterni di 350°C.

La costruzione della sezione di prova finanziata da ENEA è stata affidata ad SRS, mentre SIET si è occupata dell'approvvigionamento dei riscaldatori, del montaggio del componente, della messa in opera della strumentazione non fornita con la sezione di prova, della realizzazione delle campagna sperimentale e infine dell'analisi dati che ha portato alla correzione di alcune letture strumentali e all'individuazione di alcune problematiche che hanno causato fenomeni di oscillazione del flusso in circolazione forzata, anche nei test a singolo tubo.

I test termoidraulici condotti erano finalizzati alla caratterizzazione dello scambio termico, e alla rilevazione e quantificazione delle instabilità termoidrauliche dei tubi in specifiche condizioni operative. Per garantire la rappresentatività dei test e la loro fattibilità, ENEA aveva condotto una serie di simulazioni preliminari con il codice di sistema RELAP5 mod3.3 al fine di determinare la matrice di prova.

La campagna sperimentale è stata articolata in tre fasi principali. La prima fase includeva i test di caratterizzazione su tubo singolo, relativi alla taratura e verifica delle termocoppie, la determinazione delle perdite di carico monofase, le dispersioni termiche, lo scambio termico tra riser e downcomer. La seconda fase era incentrata sullo studio dello scambio termico su tubo singolo svolgendo numerosi punti di matrice per la valutazione del comportamento termoidraulico per diverse portate, potenze erogate e pressioni di esercizio. La terza fase era dedicata alle prove su coppia di tubi per la verifica delle oscillazioni di canali in parallelo (Density Wave Oscillation, DWO). Infine, sono stati fatti test di ripetibilità di punti di matrice a singolo tubo ma con due tubi attivi.

Il database generato è stato utilizzato nella presente attività per la validazione del codice RELAP5 e del modello usato nella fase di pre-test, ma più in generale costituisce un'ottima banca dati per la qualifica di codici di calcolo utilizzati a supporto della progettazione e analisi incidentale dei reattori.

Questo documento viene integrato da uno studio effettuato da POLIMI nella quale è stato confrontato il comportamento di due configurazioni di generatori di vapore, una con tubi elicoidali e l'altra con tubi a baionetta, inserite nel design di un reattore SMR integrato in funzionamento passivo durante uno scenario incidentale di Station Black-Out.

2. HERO-2

2.1. Descrizione del componente

L'oggetto dei test descritti in questo documento è la sezione di prova chiamata HERO-2 (Heavy liquid mEtal pResсурized water cOoled tube #2). Il componente è stato fornito da ENEA [2] a SIET, che si è occupata del montaggio nell'impianto IETI.

La sezione di prova è costituita da due tubi a baionetta e l'insieme è caratterizzato da una lunghezza di circa 7.3 m. Tutte le parti della sezione di prova sono costituite da elementi commerciali e il materiale utilizzato è AISI304. La pressione di progetto della coppia di tubi a baionetta, in previsione di futuri utilizzi, è di 180 bar. In Tabella 1 sono riportati i principali parametri di progetto. L'impianto su cui verrà testato il componente allo stato attuale è in grado di operare a una pressione massima di 70 bar ed una portata di 0.1 kg/s per tubo. L'impianto è in grado di alimentare la sezione di prova con acqua sottoraffreddata o satura e allo scarico della sezione di prova è presente un separatore di vapore corredato da un sistema in grado di attuare il controllo della pressione d'uscita.

Tabella 1 – Principali parametri di progetto.

Fluido di processo	Acqua
Pressione	180 bar
Temperatura in ingresso	300-335 °C
Temperatura in uscita vapore	400 °C

Ogni tubo a baionetta è costituito da un totale di 3 tubi concentrici, in cui il tubo interno convoglia il liquido in ingresso e il tubo esterno è riscaldato elettricamente. Nell'intercapedine tra i due tubi si realizza la generazione di vapore. In Figura 1 è riportato in sezione un tubo a baionetta in corrispondenza di un attacco per la presa di pressione e in Tabella 2 sono riassunte le dimensioni principali dei tubi.

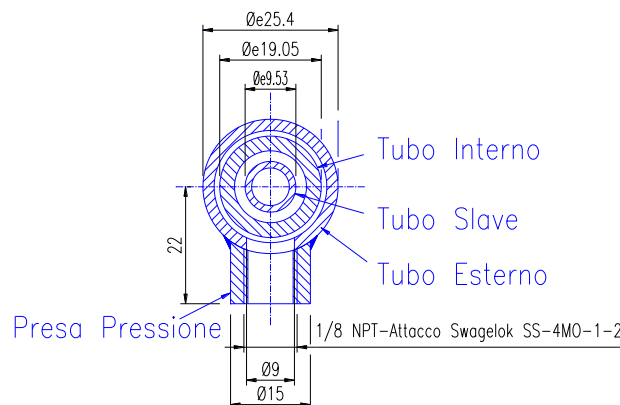


Figura 1 – Sezione di un tubo a baionetta.

Tabella 2 – Dimensioni dei tubi.

[mm]	Diametro esterno	Diametro interno	Spessore	Lunghezza
Tubo Slave	9.53	7.09	1.22	7262
Tubo Interno	19.05	15.75	2.77	7262
Tubo Esterno	25.40	21.18	2.11	7118

Il centraggio tra tubo slave e tubo interno è effettuato attraverso appositi distanziali, mentre tra tubo interno ed esterno il compito è demandato ai cavi di strumentazione delle termocoppie di fluido poste nella regione anulare che hanno anche il compito di preservare l'integrità delle termocoppie stesse.

All'ingresso di ciascun tubo è posta una struttura saldata sulla camera di vapore in grado di alloggiare gli orifizi, piccoli bulloni forati con lo scopo di stabilizzare il flusso di acqua impedendo la formazione di instabilità. La differenza di pressione misurata tra l'ingresso e l'uscita dell'orifizio permette inoltre di calcolare la portata entrante. All'uscita dalla regione anulare, l'acqua entra in una camera di vapore del diametro di 17 cm e altezza 12 cm su cui sono saldati due bocchelli, di cui flangiato per l'accoppiamento con l'impianto IETI e l'altro usato per far uscire i cavi delle termocoppie di fluido e quindi sigillato.

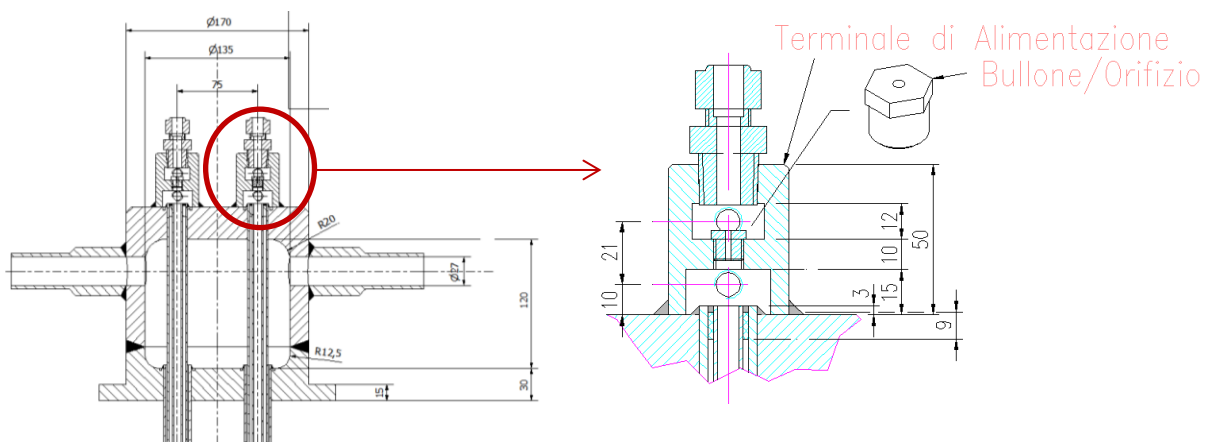


Figura 2 – Disegno della parte superiore di HERO-2 e particolare della zona di ingresso con orifizio.

Il principio di funzionamento di un generatore di vapore a tubi a baionetta è schematizzato nella seguente Figura 3. L'acqua sottoraffreddata discende dal tubo interno. Nella risalita all'interno dell'intercapedine anulare esterna, avviene la generazione di vapore, dove il calore fornito attraverso il tubo esterno viene rimosso. Per cercare di limitare lo scambio termico tra il fluido caldo in risalita nello spazio anulare e il fluido freddo discendente si deve creare un'intercapedine chiusa ermeticamente e riempita di un mezzo isolante, nel caso di HERO-2 è aria, ma per applicazioni di tipo nucleare è preferibile un gas nobile.

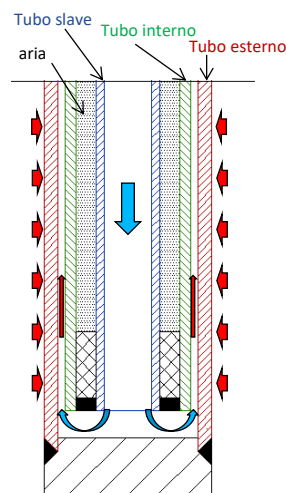


Figura 3 – Schema di funzionamento di un tubo a baionetta.

Il riscaldamento è stato realizzato con un totale di 210 resistori elettrici che avvolgono i due tubi esterni per tutta la loro lunghezza. Ciascun riscaldatore elettrico della lunghezza di 6 cm, di cui un'immagine è visibile in Figura 4, è in grado di erogare 240 W alla tensione di 100 V. Quindi, la potenza totale disponibile per ciascun tubo ammonta a 25.2 kW, che al netto delle perdite di calore verso l'esterno porta ad una potenza stimata di circa 22 kW netti per tubo. La temperatura massima ammissibile è fissata a 350 °C, limite che si è dimostrato essere il più stringente in fase di progettazione e realizzazione dei test. Va segnalato che l'installazione di questa tipologia di riscaldatori porta ad avere una certa discontinuità nel flusso di potenza fornita, che idealmente dovrebbe essere lineare. In primo luogo, perché deve essere lasciato spazio in corrispondenza delle 5 prese di pressione lungo tutto il tubo e poi perché non è chiaro se ci siano effetti di bordo sull'erogazione di potenza. Tuttavia, in prima approssimazione la distribuzione di potenza sarà considerata lineare. Le termocoppie di parete installate da SIET sono state collocate nello spazio lasciato libero tra i resistori, a quote corrispondenti alle termocoppie di fluido.

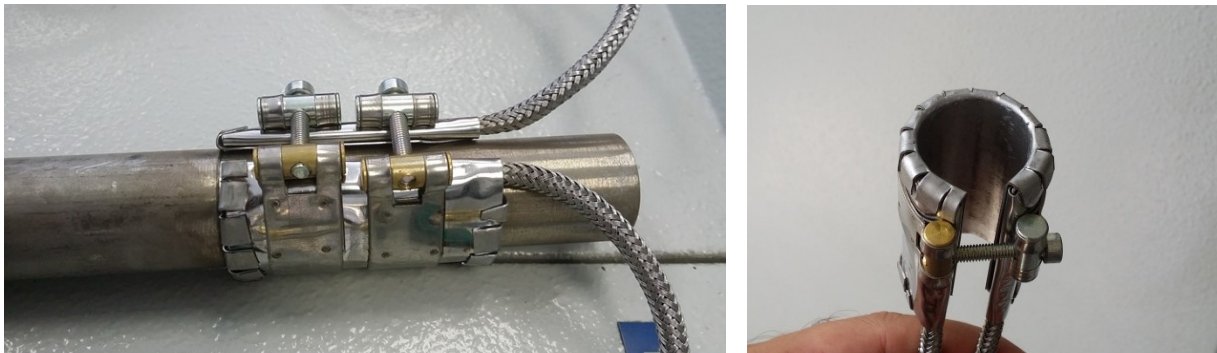


Figura 4 – Immagini di un riscaldatore elettrico.

Ogni tubo è stato suddiviso in due zone di riscaldamento controllato indipendentemente. A seguito dei calcoli di pre-test è stata scelta un'alimentazione di potenza suddivisa in 2/3 nella regione bassa e 1/3 nella regione alta, al fine di avere un maggior controllo sulle temperature di surriscaldamento all'uscita nella camera di vapore.

L'intero impianto è alimentato dai 3 gruppi che compongono il sistema TAMINI presenti in SIET, dove:

- ❖ TAMINI 3 fornisce potenza ai preriscaldatori che condizionano il fluido in ingresso,
- ❖ TAMINI 2 fornisce potenza alla regione 2/3 nella parte bassa dei tubi a baionetta,
- ❖ TAMINI 1 fornisce potenza alla regione 1/3 nella parte alta dei tubi a baionetta.

Riguardo la strumentazione, HERO-2 è stato strumentato in parte già nella fase di assemblaggio con 14 termocoppie di tipo K, 7 per ciascun tubo con passo di 1 m, in grado di fornire la temperatura del fluido nella regione anulare, come schematizzato in Figura 5. In corrispondenza delle termocoppie di fluido sono state anche installate 7 termocoppie di parete (esterna) sul tubo 1, installate da SIET.

Sono presenti anche 5 prese di misura della pressione per ciascun tubo disposte a un passo di 1.4 m e sul fondo del tubo è presente una penetrazione dove è connesso un terminale per un trasduttore di pressione differenziale. Si è scelto di strumentare maggiormente uno dei due tubi con 7 misuratori di pressione differenziale: 1 attraverso l'orifizio, 1 per il tubo discendente e 5 per la regione anulare. L'altro tubo è strumentato con 4 misuratori: 1 per l'orifizio, 1 per il tubo discendente, 1 per l'anulare, e 1 per la perdita di pressione totale ingresso/uscita.

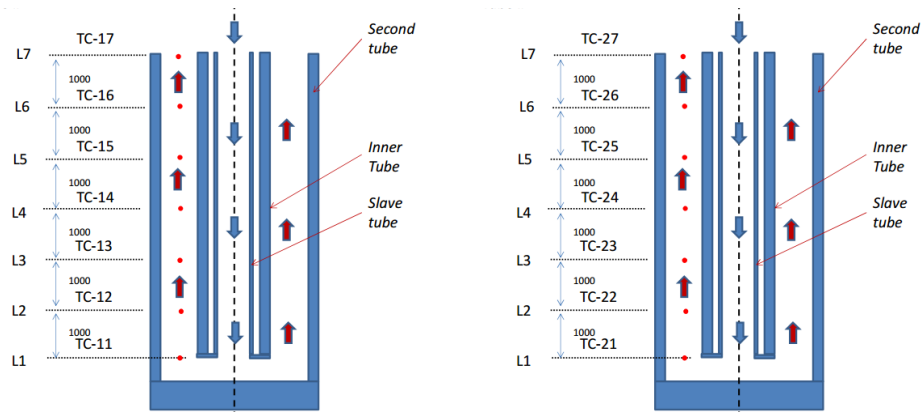


Figura 5 – Disposizione delle termocoppie di fluido.

SIET stessa ha poi provveduto alla restante strumentazione di impianto al fine di monitorare le condizioni di pressione e perdita di pressione, la portata, la temperatura di ingresso e uscita e la potenza. La strumentazione può essere quindi riassunta in:

- ❖ 14 termocoppie di fluido, 7 per ciascuno dei due tubi
- ❖ 7 termocoppie di parete sul tubo 1
- ❖ 2 misuratori di portata
- ❖ 2 misuratori di pressione assoluta (ingresso e uscita)
- ❖ 11 misuratori di pressione differenziale (DP), di cui 7 sul tubo 1 più strumentato e 4 sul tubo 2
- ❖ Misure di voltaggio e amperaggio per la valutazione della potenza fornita.

In Figura 6 è riportato il disegno di insieme della sezione di prova HERO-2 in cui sono state evidenziate le posizioni delle termocoppie di fluido e le prese di pressione

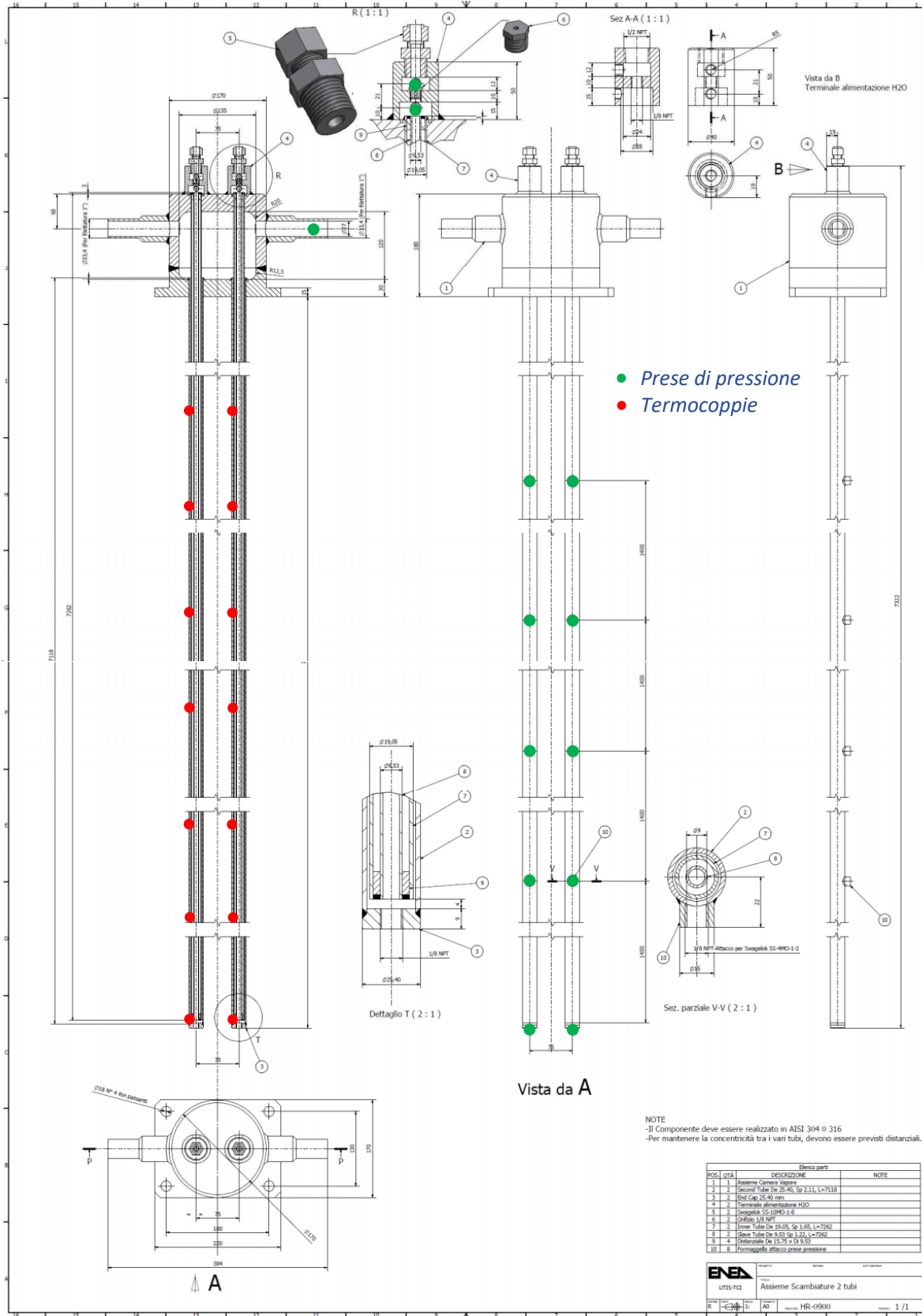


Figura 6 – Disegno di assieme della sezione di prova HERO-2.

2.2. Implementazione nell'impianto IETI

La sezione di prova (costruita secondo la specifica [2]) è costituita da due tubi a baionetta, i quali sono alimentati da una pompa volumetrica a cilindrata variabile (pompa IMAMI): variando la cilindrata della pompa si varia la portata di alimentazione della sezione di prova. La portata massica così generata viene misurata da due misuratori di portata ad effetto Coriolis (F0001 ed F02 nel P&I).

La linea di alimentazione dei tubi a baionetta è costituita da un tubo in acciaio inossidabile in AISI 316L da 8 mm di diametro esterno e spessore 1 mm innestato tramite un raccordo a T e valvola di intercettazione da 1/4" (V162) su un tubo da 8 mm preesistente, a valle di un preriscaldatore elicoidale (l'acqua in ingresso ai tubi a baionetta viene riscaldata per effetto Joule) presso l'area sperimentale IETI; per portare acqua dalla pompa IMAMI alla sezione scaldante vengono utilizzate le linee preesistenti.

La nuova linea di alimento giunge in un collettore da 1/2" in AISI 316L (dotato di termocoppia e presa di pressione) dal quale partono due linee in AISI 316L con diametro esterno 10 mm e spessore 2.0 mm; per effettuare le prove con un solo tubo a baionetta è sufficiente isolare uno di questi due tubi e chiudere il tubo a baionetta isolato. La perdita di carico per la portata massima allo stato liquido nel tubo da 8 mm è stata stimata essere dell'ordine dei 3.5 bar: dato il valore esiguo della perdita di carico, un diametro idraulico di 6 mm per una lunghezza di circa 15m è stato giudicato idoneo a garantire alte velocità del fluido in ingresso. Tutto ciò è finalizzato a dare un ritardo più basso possibile agli effetti legati al maggiore o minore preriscaldamento del fluido in ingresso alla sezione di prova.

I tubi a baionetta sono vincolati, mediante la loro piastra 170mmx220mmx15mm alla colonna di una torre costituita da un profilato a caldo UNI 5397-64 HEA 120 mediante l'impiego di profilati a caldo HEA e angolari.

La linea di scarico del vapore, dotata di valvola di sicurezza, è realizzata con tubo in acciaio al carbonio A 106 Gr.B da 1" sch.80. Su di essa è installata una valvola pneumatica da 1/2" (Kv da 0.04) con valvola manuale di bypass da 3/4": a valle di queste due valvole la linea del vapore va ad innestarsi ad una linea pre-esistente che termina in un separatore presso l'area IETI.


Il vapore prodotto nella facility è convogliato in un separatore di vapore con pressione di bollo pari a 70 bar e dotato di valvola di sicurezza. La pressione nella facility viene regolata mediante valvole pneumatiche. Anche il livello nel separatore di vapore è regolato da due valvole pneumatiche.

Il P&I della facility riportata in APPENDICE A conferisce maggiore dettaglio alla descrizione precedente.

2.2.1. Controllo portate e potenza

Il controllo della portata viene realizzato mediante regolazione della cilindrata della pompa volumetrica IMAMI.

I tubi a baionetta lavorano a potenza imposta per mezzo di resistenze scaldanti installate sulla parete esterna dei tubi della sezione di prova in modo che la generazione di potenza sia regolabile in maniera indipendente in due tratti. Il primo, che si trova nella parte inferiore del tubo ed esteso sui 2/3 inferiori della sua lunghezza, in cui si vogliono simulare i flussi termici propri del tratto sottoraffreddato e bifase, il secondo, si trova nella parte superiore del tubo, ed esteso sul restante 1/3 della sua lunghezza, in cui si vogliono simulare i flussi termici propri del tratto surriscaldato. Questi accorgimenti sono stati introdotti per rendere il trasferimento di potenza al fluido circolante più simile possibile a quello che avverrebbe in uno scambiatore immerso in un fluido primario.

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	15	265

2.2.2. Regolazione della pressione nel duomo di vapore

La pressione del collettore di vapore è regolabile tramite le valvole pneumatiche preesistenti a valle del separatore di vapore V125, V127 e V128 assieme a quelle di controllo del livello V131 e V133.

Dal momento che le portate erogate dalla pompa IMAMI sono esigue si prevede che il separatore di vapore abbia difficoltà a raggiungere la pressione dei test, pertanto è stata aggiunta la valvola pneumatica da 1/2" V163, assieme al relativo bypass da 3/4" intercettato dalla valvola manuale V164, per avere un grado di libertà aggiuntivo sul controllo della pressione nel duomo di vapore in caso di piccole portate.

Il coefficiente di efflusso K_v è pari a 0.04 a piena apertura, pertanto è stato calcolato che, per non avere un salto di pressione tale da non superare i 70 bar a monte, vi sia una portata di al massimo 35 kg/h per una pressione di uscita di 2 bar, ottenibile facilmente aprendo tutte le valvole pneumatiche di scarico a valle (questi limiti sulle condizioni operative sono stati ottenuti tramite le correlazioni riportate in [3]).

In ogni caso è comunque possibile controllare la pressione nel duomo di vapore aprendo parzialmente la valvola manuale V164, cosicché, agendo sulla pneumatica V163 si possa regolare pressione dalla sala controllo, ottenendo quella prevista dal punto di matrice sperimentale. Questa strategia è preferita per i test a singolo tubo, in quanto le portate massiche alla sezione di prova sono esigue e sarebbero richiesti tempi lunghi per la pressurizzazione attraverso il separatore di vapore.

Per i casi a doppio tubo, con conseguente raddoppio delle portate, è preferibile utilizzare per il controllo della pressione le valvole di contropressione del separatore, grazie alle quali si avrebbe un maggior effetto filtrante sui disturbi a bassa frequenza.

2.2.3. Strumentazione della facility

Per le misure delle grandezze fisiche è stata predisposta la strumentazione riportata nella tabella riportata in APPENDICE A. Occorre specificare che le termocoppie di fluido e di parete della sezione di prova erano comprese nella fornitura della stessa, pertanto non ne sono forniti i certificati.

In Figura 7 sono riportate due immagini della sezione di prova installata.



Figura 7 – Immagini della sezione di prova HERO-2 installata.

3. TEST SPERIMENTALI

3.1. Facility commissioning e prove di caratterizzazione

L'attività di commissioning prevede vari test di caratterizzazione di seguito elencati e brevemente spiegati:

- ❖ Caratterizzazione delle perdite di carico monofase: eseguita tramite acquisizione delle misure di pressione differenziale a fluido freddo o caldo (per ottenere le perdite di carico a vari numeri di Reynolds) sempre allo stato liquido per varie portate circolanti all'interno della sezione di prova..
- ❖ Caratterizzazione delle perdite di carico degli orifizi di ingresso: fanno parte delle acquisizioni di cui al punto precedente. L'analisi può essere svolta analizzando i segnali degli strumenti DP11 e DP21 dopo aver detratto il battente idrostatico tra le prese di pressione M11 e M12 per lo strumento DP11 e M21 e M22 per lo strumento DP21. La densità relativa a tale battente (la differenza di quota tra le prese M11 ed M12 e M21 e M22 è pari a 21 mm come si deduce dai disegni costruttivi della sezione di prova "Elaborato SRS S1219EN01003") deve essere valutata considerando le proprietà standard dell'acqua alle condizioni di pressione e temperatura indicate rispettivamente dallo strumento P02 e dalla termocoppia TF01 (P&I in APPENDICE A). La correzione descritta consente di valutare la sola perdita di carico localizzata nell'orifizio senza includere il termine gravitazionale che è indipendente dalla portata.
- ❖ Caratterizzazione delle termocoppie di fluido: nei test svolti per eseguire tale caratterizzazione la sezione di prova è stata flussata con una miscela bifase di acqua e vapore; la temperatura fornita dalle termocoppie va confrontata con la temperatura di saturazione dell'acqua valutata alla pressione in prossimità delle termocoppie (la prima termocoppia, a partire dal basso verso l'alto, è installata a 13mm dal fondo del tubo esterno e le successive hanno un passo di 1000 mm. Complessivamente le termocoppie di fluido sono 7 per ciascun tubo come si evince dal P&I APPENDICE A). Il campo di pressione nei vari punti della sezione di prova è calcolato mediante le misure di pressione assoluta e differenziale fornite dalla strumentazione a partire dallo strumento P03 che fornisce la pressione sulla linea di uscita e sommando algebricamente i segnali forniti dagli strumenti DP17 , DP16 , DP15 , DP14 e DP13.
- ❖ Caratterizzazione delle dispersioni esterne: può essere eseguita facendo circolare nella sezione di prova una portata monofase sottoraffreddata nella sezione scaldante di prova. Conoscendo la portata e le temperature di ingresso e di uscita dalla sezione di prova vengono stimate le dispersioni termiche.
- ❖ Caratterizzazione della risposta delle termocoppie di parete: la sezione di prova viene flussata da alte portate massiche in maniera da rendere la resistenza termica dello scambio convettivo lato fluido trascurabile. Si genera un flusso termico areico noto e uniforme lungo la sezione scaldante, non sufficiente da portare a transizione di fase il fluido. Vengono acquisiti i salti termici delle varie termocoppie di parete e confrontati tra di loro in maniera da evidenziare se e quali termocoppie sono posizionate in punti caldi o punti freddi della sezione di prova. Il salto termico misurato viene confrontato per ciascuna termocoppia con quello teorico considerando una resistenza termica tra bulk del fluido e parete esterna costante su tutta la sezione di prova.

In Tabella 3 sono riportati i test di caratterizzazione svolti nella fase preliminare della campagna sperimentale. I test sono stati condotti con un solo tubo attivo (tubo 1), quello maggiormente strumentato, per evitare possibili problemi di instabilità di flusso. Le potenze calcolate sono affette da un'incertezza più elevata rispetto a quelle dei punti di matrice a causa di una misura più inaccurata della corrente da parte del Sistema di Acquisizione Dati. Nei test successivi relativi ai punti

di matrice si è deciso, infatti, di utilizzare una pinza amperometrica (matricola: CPE023) per determinare le correnti in ogni stazionario, poiché affetta da un'incertezza trascurabile.

Tabella 3 – Sommario dei test di caratterizzazione svolta su HERO-2.

Tubi attivi	P02 [bar]	Portata [kg/s]	Pot. (parte bassa) [kW]	Pot. (parte alta) [kW]	Preriscaldatore [kW]	File acquisito	Tipo di caratterizzazione	Note
1	24.48	0.0107	0	0	23.1	11-09-2015_1125_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	37.17	0.0147	0	0	23.2	11-09-2015_1159_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	44.71	0.0134	0	0	24.2	11-09_2015_1227_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	44.82	0.0133	0	0	24.2	11-09_2015_1232_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	54.01	0.0112	0	0	25.0	11-09_2015_1250_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	54.28	0.0111	0	0	25.0	11-09-2015_1255_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	66.90	0.0093	0	0	28.4	11-09_2015_1316_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	66.23	0.0093	0	0	28.5	11-09_2015_1321_R	Taratura termocoppie	Stazionario
1	25.12	0.1247	16	0	0	14-09-2015_1110_R	Caratterizzazione termocoppie di parete	Stazionario
1	25.25	0.1250	0	6	0	14-09-2015_1125_R	Caratterizzazione termocoppie di parete	Stazionario
1	24.27	0.1251	17.2	6.2	0	14-09-2015_1150_R	Caratterizzazione termocoppie di parete	Stazionario
1	24.94	0.0499	17.1	6.2	0	14-09-2015_1214_R	Caratterizzazione termocoppie di parete	Stazionario
1	22.03	0.0506	0	0	9.1	14-09-2015_1226_R	Caratterizzazione perdite di carico monofase liquido	Stazionario
1	34.31	0.0487	0	0	40.3	14-09-2015_1301_R	Caratterizzazione dispersioni esterne; caratterizzazioni perdite di carico monofase liquido	Stazionario

3.2. Correzione di misura delle TF

Nella fase di analisi dati condotta da SIET a valle dei test di caratterizzazione, è stata riscontrata una differenza tra la temperatura misurata dalle termocoppie di fluido (TF) installate nel riser e la temperatura di saturazione corrispondente alla pressione assoluta valutata in corrispondenza delle termocoppie, variabile da un minimo di ~4°C ad un massimo di ~11°C. Infatti, è stata riscontrata un'incompatibilità del SAD con le termocoppie di piccolo diametro installate in HERO-2, caratterizzate da un'elevata resistenza elettrica.

L'incompatibilità è stata verificata sperimentalmente mandando nei vari canali del SAD un segnale calibrato in Volt a cui sono state messe in serie resistenze crescenti. Si è verificato che la risposta del SAD variava in eccesso all'aumentare del valore della resistenza. A questo punto, le resistenze intrinseche alle termocoppie di fluido e di parete sono state misurate e si è verificato, con i test di caratterizzazione, che gli errori maggiori sulle TF si hanno su quelle poste più in basso nella sezione di prova, sulle quali la resistenza elettrica è maggiore.

Sulla base dei test di taratura delle TF i valori misurati sono stati corretti con una funzione lineare del tipo:

$$T_{\text{corretta}} = T_{\text{SAD}} * m + n$$

dato che l'analisi dei dati ha dimostrato che l'errore delle termocoppie è ben rappresentabile con un polinomio di 1° grado. I valori dei parametri m ed n sono stati ottenuti ricostruendo il profilo di pressione lungo il riser ed associando mediante interpolazione lineare una pressione di saturazione alle varie quote delle termocoppie, con le quali si sono ottenute le rispettive temperature di saturazione per la taratura. Fa eccezione la temperatura TF12, guasta nei giorni dei test di taratura, per la quale sono stati usati altri test effettuati nei giorni seguenti, in cui, verificate le condizioni di saturazione, sono stati estrapolati valori sui quali effettuare la taratura.

Le correzioni sulle temperature di fluido del primo tubo, sul quale si è effettuata la caratterizzazione, sono state estrapolate per il secondo.

Si è inoltre resa necessaria la correzione della temperatura di ingresso alla sezione di prova TF01, che, rispetto alla temperatura di saturazione corrispondente alla pressione misurata (P02), registrava un errore che si aggirava intorno ai 4°C. Le misure della suddetta termocoppia associata al SAD sono state confrontate con quelle ottenute da un'altra termocoppia (S19311) più precisa (errore di misura contenuto entro 0.5°C in valore assoluto per il campo di temperature esplorato nella sezione di prova), associata al calibratore. Da questa prova si è verificato che la termocoppia TF02 collegata al SAD fornirebbe una misura in eccesso rispetto a quella visionata sul calibratore, pertanto, in accordo con quanto eseguito per le termocoppie di fluido, si è applicata la correzione del valore della TF02 sulla base del confronto tra la temperatura misurata e quella corrispondente alla saturazione alla pressione misurata dallo strumento P02.

Sempre con l'ausilio dei test di caratterizzazione si è potuto procedere a un'analisi delle incertezze di misura delle TF, da cui si è appurata un'incertezza di 0.6°C in TF01 e di circa 0.9°C nelle termocoppie del riser.

Le termocoppie di parete sono state tarate sulla base dei test di caratterizzazione delle stesse applicando loro una traslazione corrispondente alla differenza tra la loro misura e quella della termocoppia di fluido alla stessa quota, nei casi i cui non era generata potenza nella sezione di prova.

Dal momento che nei giorni dei test la TF12 e la TW15 erano guaste, sulla TW12 (corrispondente a TF12) e la stessa TW15 non sono state applicate correzioni.

In Tabella 4 sono riportati i coefficienti correttivi applicati alle termocoppie.

Tabella 4 – Correzioni applicate alle termocoppie.

	TF01 (°C)	TF02 (°C)	TF21 (°C)	TF22 (°C)	TF23 (°C)	TF24 (°C)	TF25 (°C)	TF26 (°C)	TF27 (°C)
m	0.996209	1.019314	1.001584	1.005993	1.001305	1.003718	0.987553	1.004399	1.014368
n	-2.99622	-5.17974	-11.5975	-13.267	-9.36464	-9.36986	-4.44665	-7.68484	-8.76984
	TF11 (°C)	TF12 (°C)	TF13 (°C)	TF14 (°C)	TF15 (°C)	TF16 (°C)	TF17 (°C)	TF18 (°C)	TF19 (°C)
m	1.001584	1.005993	1.001305	1.003718	0.987553	1.004399	1.014368		
n	-11.5975	-13.267	-9.36464	-9.36986	-4.44665	-7.68484	-8.76984		
	TW11 (°C)	TW12 (°C)	TW13 (°C)	TW14 (°C)	TW15 (°C)	TW16 (°C)	TW17 (°C)	TW18 (°C)	TW19 (°C)
m	1	1	1	1	1	1	1		
n	-5.49182	0	-5.31678	-7.46467	0	-10.281	-11.355		
Correzioni applicate non sfruttando i test di taratura, ma sulla base di estrapolazioni									
Correzioni non applicabili									

Va comunque sottolineato che, nonostante le correzioni apportate alle temperature di parete (TW), è sconsigliato il loro uso per avere informazioni di tipo quantitativo negli stazionari sperimentali, e.g. determinazione del coefficiente di scambio termico, etc. Questo fatto è principalmente dovuto alla posizione in cui sono state installate le termocoppie, ossia nello spazio che si viene a creare tra due riscaldatori elettrici adiacenti. In queste posizioni, la temperatura rilevata può essere soggetta sia al riscaldamento degli heaters (hot-spot) sia a scambio termico con l'ambiente (cold-spot) che, sommato alla già discussa incertezza di misura, rende le rilevazioni delle TW utili solo a fini qualitativi.

3.3. Test di scambio termico condotti con un solo tubo

Nella seguente Tabella 5 è riportata la matrice di prova impiegata per i test di scambio termico con un solo tubo attivo. I valori di potenza sono da intendersi rispettivamente come: potenza 2/3 inferiore, potenza 1/3 superiore e potenza totale. I valori di temperatura riportati in matrice sono le temperature dell'acqua in ingresso richieste.

Tabella 5 – Matrice di prova per scambio termico.

20 bar		Potenza [kW]				
		Primo tratto [kW]	14.766	14.766	14.766	5.2
		Secondo tratto [kW]	7.234	5.425	3.671	1.808
		Potenza complessiva [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	20.2	18.4	16.6	12.5
46.8	0.013					192.4°C
43.2	0.012	197.4°C	197.4°C	197.4°C		
39.6	0.011	197.4°C	197.4°C	197.4°C		
36	0.01	197.4°C	197.4°C	197.4°C	197.4°C	
30	0.008333			197.4°C	197.4°C	
Temperatura di ingresso specificata per ciascun punto di matrice						
50 bar		Potenza [kW]				
		Primo tratto [kW]	14.766	14.766	14.766	14.766
		Secondo tratto [kW]	7.234	5.425	3.671	1.734
		Potenza complessiva [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	20.2	18.4	16.5	
50.4	0.014	261°C	261°C	261°C		
43.2	0.012	261°C	261°C	261°C		
36	0.01			261°C	261°C	
Temperatura di ingresso specificata per ciascun punto di matrice						
70 bar		Potenza [kW]				
		Primo tratto [kW]	14.766	14.766	14.766	14.766
		Secondo tratto [kW]	7.234	3.671	1.734	0
		Potenza complessiva [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.5	14.7	
54	0.015	282.8°C	282.8°C	282.8°C		
50.4	0.014	282.8°C	282.8°C	282.8°C		
46.8	0.013	262.8°C				
43.2	0.012	252.8°C	282.8°C	282.8°C		
36	0.01		252.8°C	282.8°C	282.8°C	
Temperatura di ingresso specificata per ciascun punto di matrice						

Nella Tabella 6 sottostante viene riportato il sommario di tutte le condizioni di processo riprodotte nell'attività impiantistica per ogni punto di matrice richiesto a valle dei pre-test condotti con RELAP5.

Tabella 6 – Sommario dell'attività impiantistica vs matrice di prova per scambio termico.

#	Condizioni di processo richieste per test di matrice						Condizioni di processo riprodotte in sezione di prova						Acquisizioni	
	Temperatura di ingresso	Pressione di uscita	Portata massica	Potenza Tammini 1	Potenza Tammini 2		Temperatura di ingresso	Pressione di uscita	Portata massica	Potenza Tammini 1	Potenza Tammini 2	Prestazionario	Stazionario	Data
	[°C]	[bar]	[kg/s]	[kW]	[kW]		TF01 [°C]	P03 [bar]	F0001, F02 [kg/s]	[kW]	[kW]			
1	197.4	20	0.012	3.617	14.766		196.93	20.43	0.0121	3.525	14.234	14-09-2015_1454_R	14-09-2015_1505_R	14/09/2015
2	197.4	20	0.012	5.425	14.766		196.97	20.52	0.0121	5.073	14.617	14-09-2015_1544_R	14-09-2015_1555_R	14/09/2015
3	197.4	20	0.012	7.234	14.766		196.98	20.48	0.0121	7.155	14.953	14-09-2015_1628_R	14-09-2015_1640_R	14/09/2015
4	197.4	20	0.011	7.234	14.766		196.35	20.27	0.0112	7.149	14.908	14-09-2015_1707_R	14-09-2015_1717_R	14/09/2015
5	197.4	20	0.01	7.234	14.766		198.13	20.17	0.0104	7.142	14.875	14-09-2015_1730_R	14-09-2015_1741_R	14/09/2015
6	197.4	20	0.01	5.425	14.766		196.46	20.30	0.0104	5.486	15.615	15-09-2015_1242_R	15-09-2015_1254_R	15/09/2015
7	197.4	20	0.011	5.425	14.766		197.17	20.44	0.0112	5.480	15.664	15-09-2015_1312_R	15-09-2015_1323_R	15/09/2015
8	197.4	20	0.011	3.617	14.766		198.50	20.34	0.0112	3.987	15.335	15-09-2015_1346_R	15-09-2015_1357_R	15/09/2015
9	197.4	20	0.01	3.617	14.766		196.87	20.36	0.0104	3.806	15.633	15-09-2015_1435_R	15-09-2015_1446_R	15/09/2015
10	197.4	20	0.0833	3.617	14.766		196.95	19.94	0.0085	3.865	15.071	15-09-2015_1556_R	15-09-2015_1607_R	15/09/2015
11	197.4	20	0.0833	1.808	14.766		196.38	20.60	0.0084	2.010	15.205	15-09-2015_1625_R	15-09-2015_1636_R	15/09/2015
12	197.4	20	0.01	1.808	14.766		196.69	20.35	0.0104	2.033	15.176	15-09-2015_1702_R	15-09-2015_1714_R	15/09/2015
13	192.4	20	0.013	7.3	5.2		192.28	20.52	0.0132	7.630	5.885	15-09-2015_1804_R	15-09-2015_1815_R	15/09/2015
14	261	50	0.01	1.734	14.766		262.84	50.30	0.0106	1.885	15.464	16-09-2015_1023_R	16-09-2015_1043_R	16/09/2015
15	261	50	0.01	3.617	14.766		262.30	50.29	0.0106	3.697	15.451	16-09-2015_1103_R	16-09-2015_1114_R	16/09/2015
16	261	50	0.012	3.617	14.766		262.74	50.69	0.0124	3.703	15.444	16-09-2015_1129_R	16-09-2015_1140_R	16/09/2015
17	261	50	0.014	3.617	14.766		262.01	50.41	0.0139	3.683	15.401	16-09-2015_1206_R	16-09-2015_1217_R	16/09/2015
18	261	50	0.014	5.425	14.766		261.94	50.32	0.0139	5.646	15.397	16-09-2015_1231_R	16-09-2015_1242_R	16/09/2015
19	261	50	0.012	5.425	14.766		263.72	50.09	0.0122	5.621	15.410	16-09-2015_1321_R	16-09-2015_1332_R	16/09/2015
20	261	50	0.012	7.234	14.766		264.96	50.59	0.0121	7.444	15.443	16-09-2015_1347_R	16-09-2015_1358_R	16/09/2015
21	261	50	0.014	7.234	14.766		260.84	50.25	0.0143	7.461	15.454	16-09-2015_1414_R	16-09-2015_1425_R	16/09/2015
22	282.8	70	0.015	7.234	14.766		282.39	70.18	0.0156	7.432	15.536	16-09-2015_1506_R	16-09-2015_1517_R	16/09/2015
23	282.8	70	0.014	7.234	14.766		282.06	70.22	0.0140	7.497	15.623	16-09-2015_1544_R	16-09-2015_1555_R	16/09/2015
24	282.8	70	0.014	3.617	14.766		282.95	70.20	0.0146	4.291	15.648	16-09-2015_1627_R	16-09-2015_1637_R	16/09/2015
25	282.8	70	0.015	3.617	14.766		283.59	70.65	0.0152	4.265	15.572	16-09-2015_1648_R	16-09-2015_1659_R	16/09/2015
26	282.8	70	0.015	1.734	14.766		282.31	70.32	0.0153	2.148	15.670	16-09-2015_1713_R	16-09-2015_1724_R	16/09/2015
27	282.8	70	0.01	0	14.766		287.43	70.69	0.0103	0.000	15.210	17-09-2015_1144_R	17-09-2015_1156_R	17/09/2015
28	282.8	70	0.01	1.734	14.766		282.70	71.46	0.0102	1.947	15.239	17-09-2015_1220_R	17-09-2015_1231_R	17/09/2015
29	252.8	70	0.01	3.617	14.766		253.50	70.08	0.0106	3.981	15.276	17-09-2015_1554_R	17-09-2015_1605_R	17/09/2015
30	282.8	70	0.012	1.734	14.766		282.74	70.31	0.0126	1.973	15.250	17-09-2015_1644_R	17-09-2015_1655_R	17/09/2015
31	282.8	70	0.012	3.617	14.766		280.95	69.85	0.0122	4.009	15.218	17-09-2015_1711_R	17-09-2015_1732_R	17/09/2015
32	252.8	70	0.012	7.234	14.766		255.45	70.03	0.0123	7.388	15.419	17-09-2015_1815_R	17-09-2015_1826_R	17/09/2015
33	262.8	70	0.013	7.234	14.766		264.00	70.26	0.0131	7.388	15.421	17-09-2015_1842_R	17-09-2015_1853_R	17/09/2015
34	282.8	70	0.014	1.734	14.766		281.83	70.15	0.0138	2.068	15.339	17-09-2015_1910_R	17-09-2015_1921_R	17/09/2015

3.4. Test di instabilità condotti con due tubi in parallelo (DWO)

Nella seguente Tabella 7 è riportata la matrice di prova impiegata per i test di instabilità con due tubi funzionanti in parallelo. I valori di potenza sono da intendersi rispettivamente come: potenza 2/3 inferiore, potenza 1/3 superiore e potenza totale. I valori di temperatura riportati in matrice sono le temperature dell'acqua in ingresso richieste.

Tabella 7 – Matrice di prova per studi di instabilità.

70 bar, $T_{in}=T_{sat}-3^{\circ}C$		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007					
36	0.01					
54	0.015					
180	0.05					
<p>Si esplora il campo partendo dalla portata più bassa e scalando la potenza dalla più bassa alla più alta fino ad identificare il punto d'instabilità. Si ripete la prova per le portate più alte fino a che non è stata ben delimitata la zona di matrice caratterizzata dai DWO.</p>						
50 bar, $T_{in}=T_{sat}-3^{\circ}C$		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007					
36	0.01					
54	0.015					
180	0.05					
<p>Si esplora il campo partendo dalla portata più bassa e scalando la potenza dalla più bassa alla più alta fino ad identificare il punto d'instabilità. Si ripete la prova per le portate più alte fino a che non è stata ben delimitata la zona di matrice caratterizzata dai DWO.</p>						
20 bar, $T_{in}=T_{sat}-15^{\circ}C$		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007					
36	0.01					
54	0.015					
180	0.05					
<p>Si esplora il campo partendo dalla portata più bassa e scalando la potenza dalla più bassa alla più alta fino ad identificare il punto d'instabilità. Si ripete la prova per le portate più alte fino a che non è stata ben delimitata la zona di matrice caratterizzata dai DWO.</p>						

Nella Tabella 8 sottostante viene riportato il sommario di tutte le condizioni di processo riprodotte nell'attività impiantistica per ogni punto di matrice richiesto.

Tabella 8 – Sommario dell'attività impiantistica vs matrice di prova per instabilità.

#	Condizioni di processo richieste per test di matrice				Condizioni di processo riprodotte in sezione di prova				Acquisizioni			
	Temperatura di ingresso [°C]	Pressione di uscita [bar]	Portata massica a tubo [kg/s]	Potenza a tubo [kW]	Temperatura di ingresso [°C]	Pressione di uscita [bar]	Portata massica complessiva F0001, F02 [kg/s]	Potenza elettrica tubo 1 [kW]	Potenza elettrica tubo 2 [kW]	Prestazionario	Stazionario	Data
1	282.8	70	0.015	10.0	281.45	67.81	0.0294	10.25	10.16	18-09-2015_1202_R	18-09-2015_1213_R	18/09/2015
2	282.8	70	0.015	15.5	282.75	67.04	0.0292	15.73	15.75	18-09-2015_1235_R	18-09-2015_1248_R	18/09/2015
3	282.8	70	0.015	16.6	284.17	67.51	0.0290	17.63	17.56	18-09-2015_1307_R	18-09-2015_1318_R	18/09/2015
4	197.4	20	0.015	10.0	197.61	20.25	0.0309	10.88	10.81	18-09-2015_1503_R	18-09-2015_1509_R	18/09/2015
5	197.4	20	0.015	15.5	198.41	20.13	0.0309	15.72	15.74	18-09-2015_1521_R	18-09-2015_1527_R	18/09/2015
6	197.4	20	0.015	16.6	199.05	20.18	0.0309	17.66	17.62	18-09-2015_1537_R	18-09-2015_1543_R	18/09/2015
7	197.4	20	0.015	18.4	198.40	20.77	0.0306	19.31	19.22	18-09-2015_1554_R	18-09-2015_1600_R	18/09/2015
8	197.4	20	0.015	22.0	198.00	20.71	0.0306	24.73	24.71	18-09-2015_1616_R	18-09-2015_1622_R	18/09/2015
9	197.4	20	0.007	10.0	197.86	20.28	0.0142	10.85	10.79	18-09-2015_1650_R	18-09-2015_1656_R	18/09/2015
10	197.4	20	0.007	15.5	199.00	19.92	0.0143	15.07	14.82	18-09-2015_1712_R	18-09-2015_1718_R	18/09/2015
11	197.4	20	0.007	FUORI MATRICE	197.80	20.36	0.0142	12.30	12.18	18-09-2015_1746_R	18-09-2015_1746_R	18/09/2015
12	197.4	20	0.007	FUORI MATRICE	199.91	20.28	0.0142	12.76	12.72	18-09-2015_1756_R	18-09-2015_1756_R	18/09/2015
13	197.4	20	0.010	10.0	198.00	20.32	0.0200	10.46	10.4	21-09-2015_1104_R	21-09-2015_1110_R	21/09/2015
14	197.4	20	0.010	15.5	197.98	20.37	0.0199	16.27	16.12	21-09-2015_1128_R	21-09-2015_1134_R	21/09/2015
15	197.4	20	0.010	16.6	197.97	20.13	0.0200	17.66	17.53	21-09-2015_1148_R	21-09-2015_1148_R	21/09/2015
16	261.0	50	0.007	10.0	262.08	49.64	0.0142	10.57	10.55	21-09-2015_1249_R	21-09-2015_1256_R	21/09/2015
17	261.0	50	0.007	15.5	260.86	50.56	0.0141	13.4	13.41	21-09-2015_1310_R	21-09-2015_1318_R	21/09/2015
18	261.0	50	0.010	10.0	265.14	50.36	0.0198	10.5	10.44	21-09-2015_1332_R	21-09-2015_1339_R	21/09/2015
19	261.0	50	0.010	15.5	262.79	50.59	0.0197	16.14	16.11	21-09-2015_1353_R	21-09-2015_1400_R	21/09/2015
20	261.0	50	0.010	16.6	261.43	50.23	0.0198	17.86	17.98	21-09-2015_1409_R	21-09-2015_1415_R	21/09/2015
21	261.0	50	0.010	18.4	261.39	50.49	0.0198	19.93	20.06	21-09-2015_1425_R	21-09-2015_1431_R	21/09/2015
22	261.0	50	0.010	20.0	261.78	50.64	0.0196	20.73	20.63	21-09-2015_1456_R	21-09-2015_1443_R	21/09/2015
23	261.0	50	0.015	20.0	260.95	50.27	0.0309	20.72	20.61	21-09-2015_1456_R	21-09-2015_1502_R	21/09/2015
24	261.0	50	0.015	22.0	260.73	50.08	0.0308	24.82	24.69	21-09-2015_1514_R	21-09-2015_1520_R	21/09/2015

In Tabella 9 è rappresentata una mappatura del fenomeno delle oscillazioni nei canali in parallelo evidenziate nella campagna sperimentale.

Tabella 9 – Mappa delle instabilità osservate sperimentalmente.

70 bar		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007					
36	0.01					
54	0.015					
180	0.05					

50 bar		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007					
36	0.01	DWO	DWO	DWO		
54	0.015					
180	0.05					

20 bar		Potenza [kW]				
Portata [kg/h]	Portata [kg/s]	22	18.4	16.6	15.5	10
25.2	0.007	DWO	DWO	DWO	DWO	
36	0.01	DWO	DWO	DWO		
54	0.015					
180	0.05					

Legenda:

	Campo non esplorato
	Campo in cui non sono rilevate instabilità di canali in parallelo
DWO	Campo in cui sono rilevate instabilità di canali in parallelo

E' evidente che salendo di pressione il campo di instabilità si restringe alla parte superiore di sinistra della matrice, ovvero verso titoli di uscita più alti.

Alcuni punti non sono stati esplorati a causa dell'approssimarsi delle temperature di parete a quelle limite di funzionamento delle resistenze scaldanti, e per lo stesso motivo le portate più basse a 70 bar non sono state considerate per l'impossibilità di trovare l'innesco delle oscillazioni prima del raggiungimento del suddetto limite.

3.5. Test di ripetibilità a due tubi in parallelo

A valle dei test di instabilità, sono stati condotti alcuni test di ripetibilità, riassunti in Tabella 10, di alcuni stazionari presi in considerazione in precedenza per la caratterizzazione dello scambio termico a due tubi. Questa volta i test sono stati effettuati con i tubi in parallelo.

Tabella 10 – Sommario dei test di ripetibilità a due tubi in parallelo.

#	Condizioni di processo richieste per test di matrice				Condizioni di processo riprodotte in sezione di prova				Acquisizioni			
	Temperatura di ingresso	Pressione di uscita	Portata massica a tubo	Potenza a tubo	Temperatura di ingresso	Pressione di uscita	Portata massica complessiva	Potenza elettrica tubo 1	Potenza elettrica tubo 2	Prestazionario	Stazionario	Data
	[°C]	[bar]	[kg/s]	[kW]	TF01 [°C]	P03 [bar]	F0001, F02 [kg/s]	[kW]	[kW]			
1	282.8	70	0.010	16.5	282.70	70.29	0.0200	16.93	16.67	21-09-2015_1617_R	21-09-2015_1628_R	21/09/2015
2	255.8	70	0.010	18.4	255.97	70.03	0.0202	19.17	18.94	21-09-2015_1648_R	21-09-2015_1659_R	21/09/2015
3	282.8	70	0.012	18.4	282.25	70.40	0.0240	19.16	18.89	21-09-2015_1721_R	21-09-2015_1732_R	21/09/2015
4	261.0	50	0.014	22.0	261.67	50.23	0.0282	22.39	22.24	21-09-2015_1751_R	21-09-2015_1802_R	21/09/2015
5			0.011		201.17	20.77	0.0220	22.4	22.25		21-09-2015_1818_R	21/09/2015
6	197.4	20	0.011	22.0	197.26	20.45	0.0220	22.4	22.25	21-09-2015_1825_R	21-09-2015_1836_R	21/09/2015
7	197.4	20	0.010	20.2	197.35	20.35	0.0201	20.35	19.50	21-09-2015_1849_R	21-09-2015_1900_R	21/09/2015
8	197.4	20	0.010	20.2	197.09	20.19	0.0201	21.46	21.21	21-09-2015_1910_R	21-09-2015_1921_R	21/09/2015

In particolare, sono state osservate alcune instabilità nei test a 20 bar, come evidenziato nella seguente Tabella 11.

Tabella 11 – Mappa delle instabilità osservate nei test di ripetibilità a due tubi in parallelo.

20 bar, Tinlet=Ts_{sat}-15°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.6 kW	12.5 kW
13 g/s					
12 g/s					
11 g/s	DWO				
10 g/s		DWO	DWO		
8.33 g/s					
50 bar, Tinlet=Ts_{sat}-3°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.5 kW	
14 g/s					
12 g/s					
10 g/s					
70 bar, Tinlet=Ts_{sat}-3°C	22 kW	18.4 kW	16.5 kW	14.7 kW	
15 g/s					
14 g/s					
13 g/s					
12 g/s					
10 g/s					

DWO	Punti con oscillazioni di canali in parallelo
	Punti senza oscillazioni di canali in parallelo

Legenda:

Da notarsi che tutti i punti della matrice a 20 bar mostrano oscillazioni di canali in parallelo, concordando con le aspettative, in quanto si troverebbero all'interno della finestra precedentemente caratterizzata.

Tutti i dati sperimentali ottenuti nella presente campagna, comprese le correzioni effettuate alle misurazioni delle termocoppie, sono disponibili nel documento ADPFISS-LP1-060 rev1 [4].

3.6. Comportamento dinamico oscillatorio dei test a singolo tubo

Durante le prove è stato evidenziato il comportamento oscillatorio delle misure di alcuni strumenti, in particolare della pressione di ingresso P02, di uscita P03 e della misura della differenza di pressione a cavallo dell'orifizio (DP11). In particolare quest'ultima misura presenta una deviazione standard che raggiunge l'entità stessa del valor medio.

Viene realizzata qui di seguito una mappatura delle varianze per tutti i punti di matrice a singolo tubo.

Legenda:

	Il comportamento oscillatorio è ben distinguibile
	Non si distingue un comportamento oscillatorio
	Punti a maggiore sottoraffreddamento

Varianza di DP11 per punto di matrice					
20 bar, Tinlet=Ts _{sat} -15°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.6 kW	12.5 kW
13 g/s					0.28
12 g/s	0.26	0.24	0.24		
11 g/s	0.18	0.31	0.28		
10 g/s	0.35	0.31	0.32	0.29	
8.33 g/s			9.79	6.73	

Varianza di P03 per punto di matrice					
20 bar, Tinlet=Ts _{sat} -15°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.6 kW	12.5 kW
13 g/s					0.04
12 g/s	0.03	0.03	0.03		
11 g/s	0.03	0.05	0.02		
10 g/s	0.23	0.1	0.03	0.03	
8.33 g/s			0.34	0.24	

Varianza di P02 per punto di matrice					
20 bar, Tinlet=Ts _{sat} -15°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.6 kW	12.5 kW
13 g/s					0.03
12 g/s	0.02	0.02	0.02		
11 g/s	0.02	0.06	0.02		
10 g/s	0.22	0.1	0.04	0.03	
8.33 g/s			0.2	0.15	

Varianza di DP11 per punto di matrice				
50 bar, Tinlet=Ts _{sat} -3°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.5 kW
14 g/s	0.49	0.82	1.55	
12 g/s	21.57	17.85	0.93	
10 g/s			17.03	10.81

Varianza di P03 per punto di matrice				
50 bar, Tinlet=Ts _{sat} -3°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.5 kW
14 g/s	0.11	0.04	0.25	
12 g/s	0.92	0.62	0.11	
10 g/s			0.8	0.61

Varianza di P02 per punto di matrice				
50 bar, Tinlet=Ts _{sat} -3°C	22 kW	20.2 kW	18.4 kW	16.5 kW
14 g/s	0.11	0.04	0.26	
12 g/s	0.75	0.41	0.12	
10 g/s			0.71	0.59

Varianza di DP11 per punto di matrice				
70 bar, Tinlet=Tsat-3°C	22 kW	18.4 kW	16.5 kW	14.7 kW
15 g/s	9.59	0.81	1.26	
14 g/s	8.93	0.67	0.97	
13 g/s	0.5			
12 g/s	0.74	7.03	0.96	
10 g/s		1.37	12.48	5.38

Varianza di P03 per punto di matrice				
70 bar, Tinlet=Tsat-3°C	22 kW	18.4 kW	16.5 kW	14.7 kW
15 g/s	0.29	0.08	0.17	
14 g/s	0.51	0.23	0.31	
13 g/s	0.06			
12 g/s	0.17	0.28	0.05	
10 g/s		0.28	0.54	0.78

Varianza di P02 per punto di matrice				
70 bar, Tinlet=Tsat-3°C	22 kW	18.4 kW	16.5 kW	14.7 kW
15 g/s	0.18	0.07	0.17	
14 g/s	0.42	0.22	0.33	
13 g/s	0.05			
12 g/s	0.17	0.17	0.05	
10 g/s		0.27	0.39	0.78

Da questa mappatura si può notare come le oscillazioni avvengano nei punti a più bassa portata e a più alta potenza (si prenda come riferimento la matrice a 50 bar) esattamente lì dove ci si aspetterebbe, a due tubi, un'oscillazione di canali in parallelo: tuttavia è altresì evidente come un maggiore sottoraffreddamento del fluido in ingresso tenda a sopprimere questo comportamento oscillatorio. Sono riportati di seguito gli andamenti delle pressioni di ingresso e di uscita per i punti a 70 bar, 10 g/s, potenze rispettivamente di 16.5 kW e 18.4 kW e sottoraffreddamenti rispettivamente di 3°C e di 30°C.

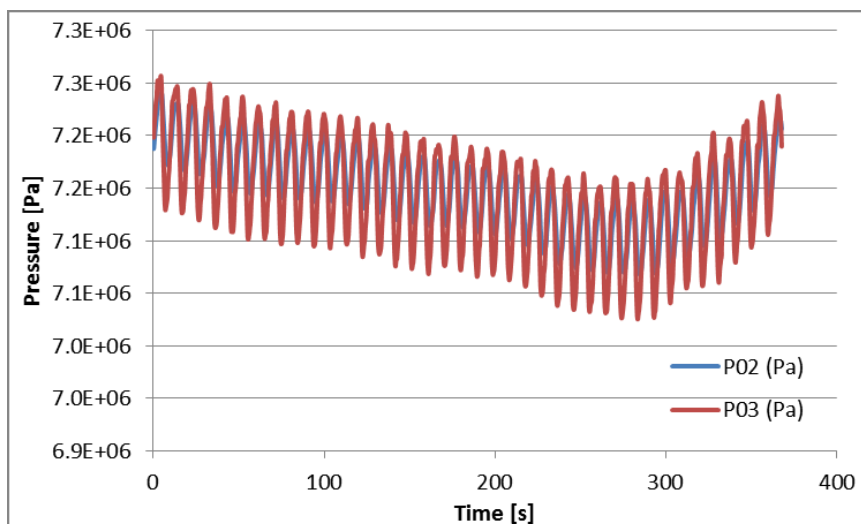


Figura 8 – Pressione ingresso/uscita a 70 bar, 10 g/s, 16.5 kW, T ingresso 282.8°C (tubo singolo 28).

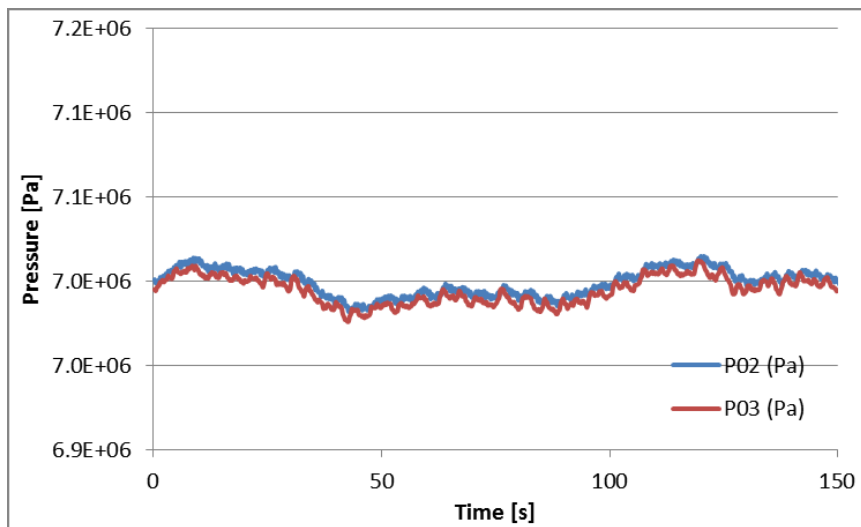


Figura 9 – Pressione ingresso/uscita a 70 bar, 10 g/s, 18.4 kW, T ingresso 252.8°C (tubo singolo 29).

Si può osservare che, spostandosi a potenze superiori mantenendo fissa la portata, ma aumentando il sottoraffreddamento, il fenomeno oscillatorio tende a spegnersi.

E' allo stesso modo da evidenziare il comportamento sui punti di matrice a 10 g/s e potenza 20.2 kW, che a due tubi in parallelo, Figura 10, presentano un comportamento fortemente oscillatorio, mentre a singolo tubo, Figura 11, presentano un andamento abbastanza stabile, prova del fatto che le oscillazioni osservate a singolo tubo sono innescate da una ragione differente rispetto a quelle a due tubi in parallelo.

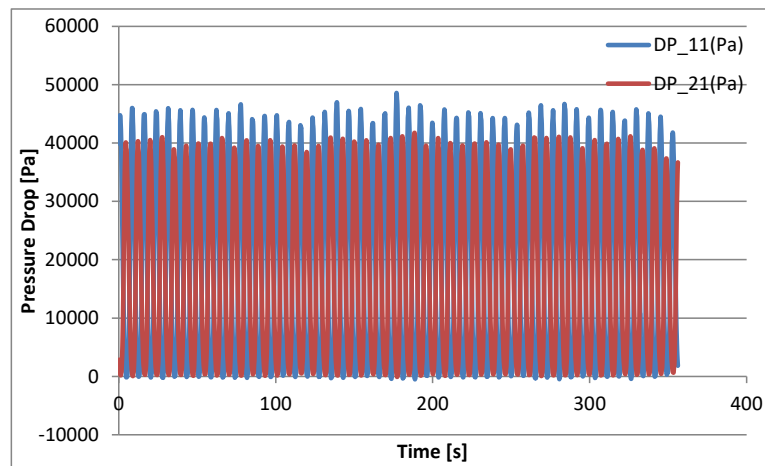


Figura 10 – Caduta di pressione a 20 bar, 10 g/s, 20.2 kW per tubo (test di ripetibilità 7).

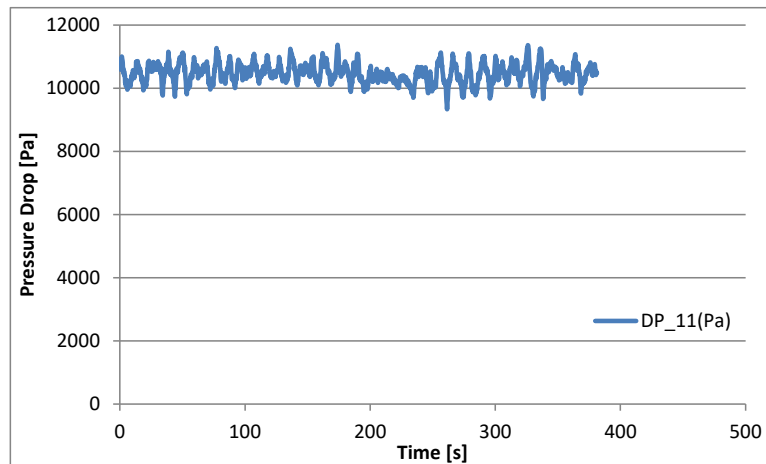


Figura 11 – Caduta di pressione a 20 bar, 10 g/s, 20.2 kW (test a tubo singolo 6).

Si cerca di determinare ora dai dati sperimentali, in particolare, se l'origine del disturbo sia a monte o a valle degli orifizi di ingresso alla sezione di prova.

Per questo scopo si prendono come test di riferimento per uno studio più accurato della fenomenologia del comportamento oscillatorio i punti di matrice a 50 bar, 12 g/s, temperatura di ingresso di 261°C, e potenze erogate rispettivamente di 22 kW (Figura 12) e di 20.2 kW (Figura 13).

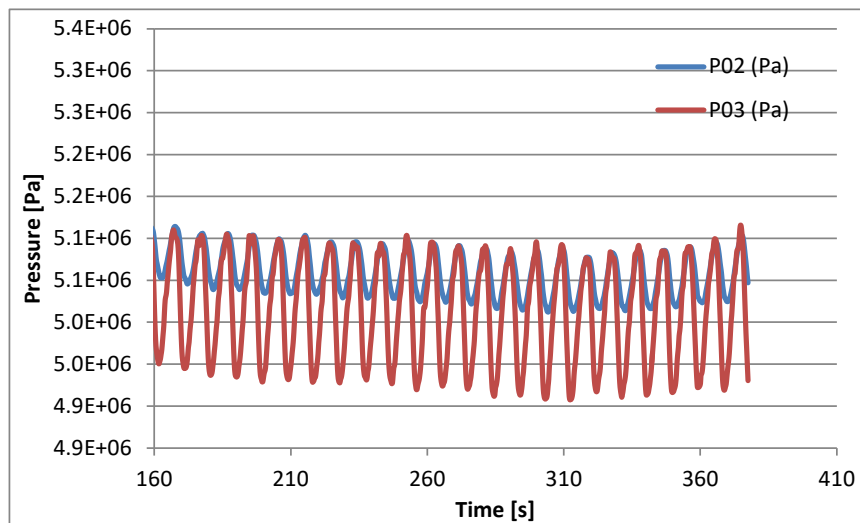


Figura 12 – Pressione ingresso/uscita a 50 bar, 12 g/s, 22 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 20).

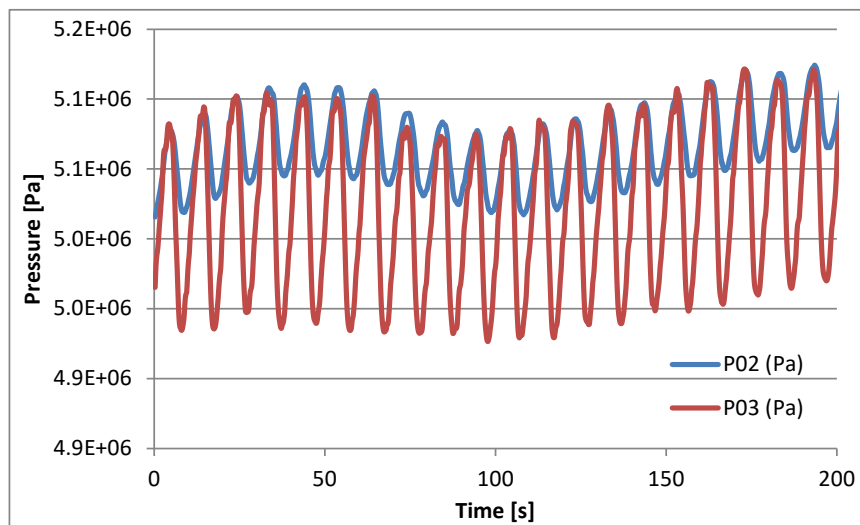


Figura 13 – Pressione ingresso/uscita a 50 bar, 12 g/s, 20.2 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 19).

In questi punti di matrice dove si raggiungono le massime ampiezze dell'oscillazione riscontrate, si può vedere come variano le due pressioni di ingresso e di uscita. Come suggerito dalle stesse varianze per i punti di matrice con comportamento oscillatorio, l'ampiezza dell'oscillazione sulla pressione di uscita è molto più consistente di quella di ingresso, cosa che suggerisce come l'origine del disturbo possa avvenire a valle dell'orifizio. Inoltre si può vedere come il massimo toccato dalla pressione di uscita coincida con quello della pressione di ingresso facendo sì, che in corrispondenza di questo punto preciso si abbia un arresto della portata che si è in grado di riscontrare dalla misura della caduta di pressione all'orifizio d'ingresso (DP11): va da sé che il passaggio di portata si ha quando la forbice tra pressione di ingresso e di uscita diventa più ampia.

Nelle seguenti Figura 14 e Figura 15 vengono riportati i grafici degli andamenti temporali delle suddette misure di caduta pressione a cavallo dell'orifizio.

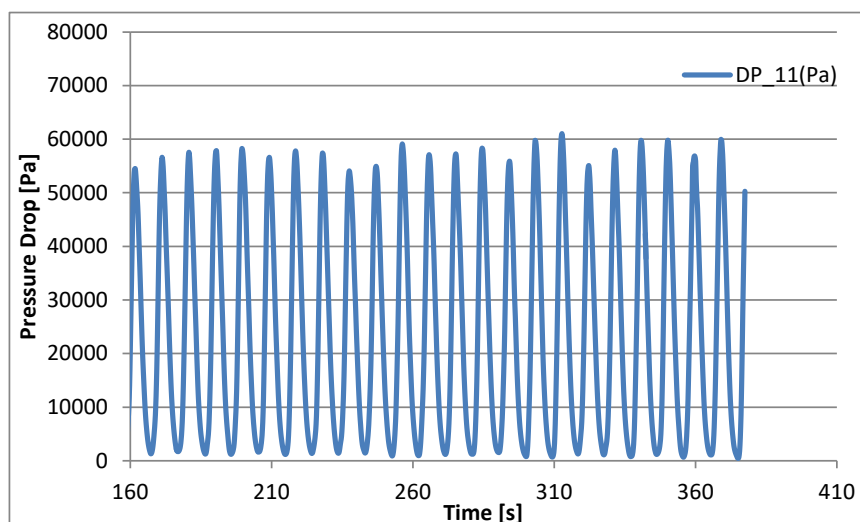


Figura 14 – Caduta di pressione a 50 bar, 12 g/s, 22 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 20).

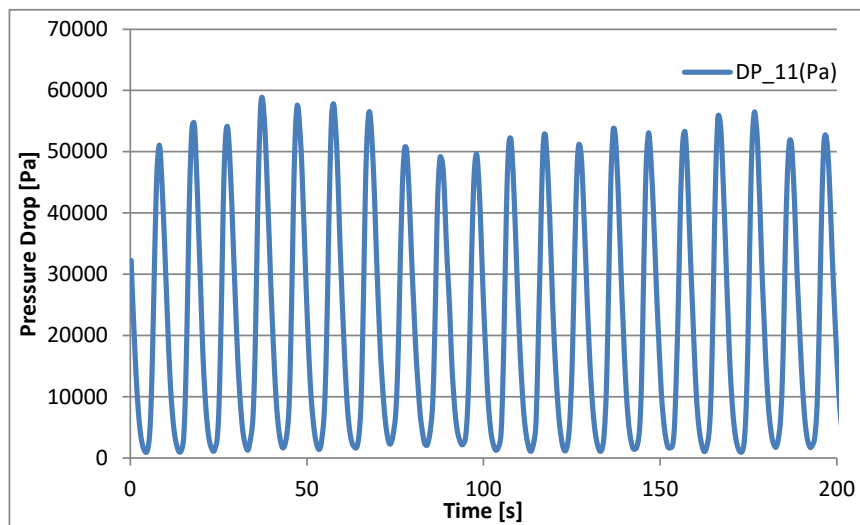


Figura 15 – Caduta di pressione a 50 bar, 12 g/s, 20.2 kW, T ingresso 261°C (tubo singolo 19).

E' evidente da questi ultimi grafici che l'oscillazione è tanto più ampia quanto più ampia è la potenza erogata.

Se fosse una variazione della pressione a monte dell'orifizio di ingresso a pilotare le instabilità ci si aspetterebbe un comportamento completamente opposto a quello finora descritto, ovvero, una corrispondenza dei valori tra pressione di ingresso e di uscita sul ventre dell'oscillazione ed un passaggio di portata in corrispondenza della cresta. In questo caso, invece, l'incremento della pressione di uscita determina l'arresto della portata, mentre il suo collasso ne determina il reinnesco.

Si è indotti a pensare che ci si trovi di fronte ad un fenomeno di DWO generato dal fatto che nelle fasi di aumento della pressione si ha una quantità di vapore che affluisce al volume comprimibile della sezione di prova superiore a quella che viene scaricata attraverso la valvola: la pressione tenderebbe quindi ad incrementare fino a compiere lavoro meccanico all'interfaccia liquido-vapore, bloccando, così, la portata massica fino al raggiungimento di un valore tale per cui alcune sacche di vapore nel riser tenderebbero a collassare, abbassando la pressione del duomo di vapore, e reinnescando il passaggio di portata massica. La sezione scaldante, così ribagnata e attraversata da nuovo liquido verrebbe ad incrementare la generazione di vapore: da qui il ciclo ripartirebbe.

Rimane da determinare cosa generi un comportamento così rigido della pressione di uscita.

Confrontando i test a 12 g/s e 50 bar, si può osservare, come si abbia il passaggio da un andamento stabile ad uno oscillatorio con uno step di potenza da 18.4 kW, con uscita in zona di transizione di fase, a 20.2 kW, con uscita di vapore surriscaldato. In prima analisi si può postulare come il passaggio da bifase a surriscaldato abbia un'influenza considerevole sulla rigidità del sistema: una prima spiegazione, quindi, del comportamento oscillatorio potrebbe essere che la valvola si comporterebbe come un orifiziatura in uscita che, in accordo alla letteratura [5] [6], avrebbe un effetto destabilizzante proprio per l'irrigidimento che indurrebbe sulla pressione del volume di comprimibile sulla sezione di prova. A maggior ragione l'incipit di una condizione di efflusso critico sulla valvola di contropressione V163 e sulla manuale parzializzata V164 indebolisce la dipendenza della caduta di pressione dalla portata massica, rendendo tutto ciò che si trova a valle invisibile a monte, e creando un considerevole aumento a gradino della rigidità del sistema il quale è reso incapace di filtrare i disturbi a bassa frequenza.

In conclusione per la simulazione dei test dove si ha evidenza di un comportamento oscillatorio, sarebbe il caso di ricreare in uscita alla sezione di prova una condizione di efflusso critico e ricreare un adeguato volume di ingresso per inseguire le variazioni di pressione della sezione di prova.

4. SIMULAZIONI POST-TEST CON IL CODICE RELAP5

Per garantire la rappresentatività e la fattibilità dei test, nella precedente annualità sono state condotte una serie di simulazioni preliminari con il codice di sistema RELAP5 al fine di determinare la matrice di prova [1]. Nella presente annualità, i risultati dei test sperimentali saranno utilizzati per la validazione post-test, sia del modello sia del codice, al fine di determinare la capacità di riprodurre le fenomenologie sperimentali.

Nella tesi di laurea riportata al riferimento [7], i dati sperimentali sono già stati oggetto di una prima analisi post-test eseguita subito dopo la conclusione della campagna sperimentale, ma prima della revisione definitiva fatta da SIET nel documento [4]. La tesi è stata focalizzata principalmente all'analisi di due specifiche condizioni di riferimento per il funzionamento di un generatore di vapore in reattori di tipo SMR:

- ❖ in condizioni nominali; pressione 70 bar, portata 13 g/s, potenza 22 kW della matrice di prova.
- ❖ in condizioni incidentali di rimozione del calore di decadimento in circolazione naturale; pressione 20 bar, portata 13 g/s, potenza 12.5 kW della matrice di prova.

Il modello usato da POLIMI si era già dimostrato sufficientemente capace di riprodurre i due punti di matrice sperimentale, sia in termini di perdite di pressione che di temperature. Alcune discrepanze erano da imputare principalmente al fatto che il modello di simulazione usato nei pre-test non era stato calibrato avvalendosi dei dati sperimentali preliminari. Per una trattazione più estesa si rimanda a [7].

Nel presente documento si è effettuata un'analisi dei dati provenienti dalla campagna sperimentale nel loro insieme. Il modello descritto nel successivo §4.2, già usato nei pre-test per la generazione della matrice di prova, non ha subito modifiche sostanziali ma è stato calibrato avvalendosi dei test di caratterizzazione e dei primi test effettuati su tubo singolo. I parametri oggetto di calibrazione sono stati: le perdite di carico attraverso l'orifizio e sul canale anulare, le perdite di calore verso l'esterno e la conducibilità termica dell'aria presente nell'intercapedine tra i tubi slave e inner. Con tale modello sono stati simulati tutti gli stazionari di matrice a singolo tubo per la caratterizzazione dello scambio termico (§4.4) e a doppio tubo, questi ultimi per verificare se RELAP5 è in grado di riprodurre le condizioni di instabilità ottenute sperimentalmente (§4.5).

4.1. Il codice RELAP5

RELAP5 mod3.3 (Reactor Excursion and Leak Analysis Program) [8] è un codice di calcolo termoidraulico sviluppato da US-NRC (United States – Nuclear Regulatory Commission) in collaborazione con i paesi che hanno preso parte all'accordo CAMP (Code Applications and Maintenance Program) che rappresenta a tutt'oggi un codice di riferimento per simulazioni termoidrauliche, sebbene la Commissione stia spingendo per l'adozione del nuovo codice TRACE.

RELAP5 è sviluppato e utilizzato per studi che variano dal design al licensing di reattori ad acqua leggera, e per analisi di transitori operativi e incidentali. Inoltre, date le potenzialità del codice, esso è largamente usato per simulazioni termoidrauliche di una grande varietà di sistemi nucleari e non, sia ad acqua leggera sia con altri fluidi di processo.

Il codice RELAP5 usa un modello idrodinamico di tipo monodimensionale bifase monocomponente con la possibilità di tenere conto dell'eventuale presenza di gas incondensabili nella fase vapore o di un soluto non volatile nella fase liquida. L'ipotesi base del RELAP5 è di disequilibrio meccanico e termodinamico tra le fasi, ma permette anche di utilizzare modelli più semplici come quello omogeneo, dell'equilibrio termico e del moto senza attrito.

4.2. Il modello di HERO-2 per RELAP5 e calibrazione

La descrizione del modello HERO-2 fatta per il codice RELAP5 si limita alla descrizione monodimensionale del componente stesso, tralasciando le sezioni di alimentazione e scarico proprie della facility IETI. Lo schema della nodalizzazione adottata è riportato in Figura 16 e una breve descrizione degli elementi che la compongono in Tabella 12.

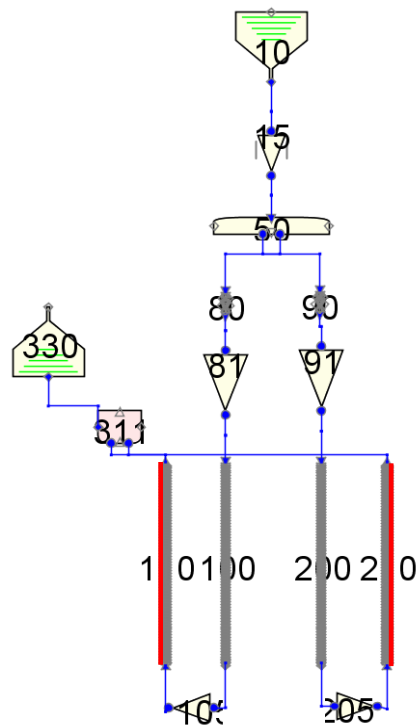


Figura 16 – Schema della nodalizzazione per RELAP5 della sezione di prova HERO-2.

Tabella 12 – Descrizione degli elementi della nodalizzazione.

Numero	Tipo	Caratteristiche
10	tmdpvol	Condizione al contorno per l'imposizione della temperatura in ingresso
15	tmdpjun	Giunzione tempo-dipendente per imposizione della portata totale
50	branch	Volume per la separazione della portata sui due tubi
80 - 90	pipe	Regione di ingresso ai tubi con orifizio
81 - 91	sngljun	Giunzioni semplici
100 - 200	pipe	Tubo centrale discendente
105 - 205	sngljun	Giunzioni semplici
110 - 210	annulus	Regione anulare ascendente di generazione del vapore
311	branch	Volume della camera di vapore
330	tmdpvol	Condizione al contorno per l'imposizione della pressione
Strutture termiche simulate		
100-1 200-1		Parete a strati tra tubo discendente e ascendente (AISI304-Aria-AISI304)
110-1 210-1		Parete esterna con riscaldatore nella zona 2/3 inferiore
110-2 210-2		Parete esterna con riscaldatore nella zona 1/3 superiore

I due tubi paralleli di HERO-2 sono stati integralmente simulati. La filosofia di modellazione che si è seguita è stata quella di far coincidere le posizioni della principale strumentazione (termocoppie e prese di pressione) con i centri di una mesh, mantenendo le lunghezze delle mesh pressoché costanti. Ne è risultata una meshatura piuttosto fine composta da 306 mesh totali con una lunghezza media di 10 cm.

La regione interessata dall'orifiziatura, visibile in Figura 2, è stata simulata con i pipe 80 (tubo 1) e 90 (tubo 2) e descrive la sezione di ingresso dei tubi a baionetta che va dagli attacchi alla facility IETI fino al superficie interna della camera di vapore. I canali discendenti sono simulati con semplici pipe 100 (tubo 1) e 200 (tubo 2), mentre i canali di generazione del vapore sono simulati con elementi anulari. Le pareti delle tubazioni sono state simulate con strutture termiche. Le pareti tra il tubo discendente e l'anulare ascendente è stato modellato con una struttura multistrato composta da AISI 304 e uno strato intermedio di aria. La parete esterna di ciascun tubo è stata modellata con due strutture termiche separate con lo schema 2/3 – 1/3, ciascuna in AISI304 più un ulteriore strato dello stesso materiale in cui viene fatto generare calore, in modo da simulare i riscaldatori esterni.

Una versione semplificata della nodalizzazione qui presentata, con un unico tubo attivo, è stata impiegata per i test di scambio termico a singolo tubo, principalmente per ragioni di economia computazionale ma anche perché nella realtà il tubo 2 viene escluso attraverso la chiusura della valvola in ingresso, concentrando lo studio sul tubo 1 maggiormente strumentato.

Nonostante nella modellazione di HERO-2 si sia cercato di rispettare le geometrie e le caratteristiche strutturali del componente, nella fase di pre-test permanevano alcune incertezze che riguardavano sia il modello sia lo stesso componente HERO-2. Le incertezze sono di seguito riassunte:

- ❖ l'effetto della distribuzione di potenza a «spot» in corrispondenza del cerchiaggio di ogni singolo riscaldatore e quelli adiacenti (Figura 4) crea una sequenza di punti caldi e freddi lungo il tubo che potrebbe avere effetto sulla distribuzione di potenza, che nei pre-test è stata considerata lineare,
- ❖ la reale entità delle perdite di pressione nelle regioni anulari dovute a presenza dei cavi delle termocoppie e la calibrazione della perdita attraverso gli orifizi; in particolare, quest'ultima era stata stimata in base a indicazioni provenienti dai progettisti. Alla pressione di 160 bar, temperatura in ingresso 335°C, portata 180 kg/h per tubo e potenza 57 kW, si hanno circa 3 bar di caduta sull'orifizio e 1.5 bar su tutto il tubo. In queste condizioni è risultato un $k_{\text{orifizio}}=1.7$,
- ❖ la rugosità dei tubi commerciali di 3.2 um sembra potersi riferire alla superficie esterna piuttosto che quella interna che risulta mediamente più scabra,
- ❖ le caratteristiche termodinamiche dell'aria nell'intercapedine tra tubo slave e tubo interno; le caratteristiche termiche considerate nei pre-test erano, conducibilità $k=0.05$ W/m/K, e calore specifico $c_p=1050$ J/kg/K
- ❖ l'effetto delle perdite di calore; nei pre-test il sistema era stato considerato adiabatico, ma certamente l'ipotesi non era realistica,
- ❖ l'effetto della nodalizzazione RELAP5.

Alcune di queste incertezze sono state superate grazie al processo di calibrazione che si è avvalso dei test di caratterizzazione e di alcuni test a tubo singolo di HERO-2 effettuati nella prima fase di campagna sperimentale.

Di seguito vengono elencate le calibrazioni effettuate assieme ad alcune considerazioni.

- ❖ Perdita di carico attraverso gli orifizi.

La perdita di calore concentrata dovuta al brusco restringimento/allargamento dell'area di passaggio nella sezione a monte del tubo a baionetta, è stato calibrato con il test di caratterizzazione numero 14 della Tabella 3. Il nuovo coefficiente di perdita diventa $k_{\text{orifizio}} = 1.96$, quindi non molto dissimile dal 1.7 stimato inizialmente.

❖ Perdita di carico attraverso il canale anulare

Questa è stata la calibrazione più marcata effettuata sul modello di pre-test. E' già stato detto come l'effetto della presenza dei cavi delle termocoppie rendesse difficile una stima delle perdite di carico nella regione anulare. I test di caratterizzazione condotti con liquido sottoraffreddato hanno permesso di individuare un fattore di perdita di carico $k_{riser} = 0.5$ ripetuto su tutte le 72 giunzioni interne dell'elemento 110.

La realtà potrebbe essere più complessa in quanto la presenza di cablatura non è costante lungo tutto l'anulare. Nella regione più bassa passa unicamente il filo della termocoppia TF11, mentre nella parte più alta passano i cavi di 7 termocoppie. Ciò significa che l'area di passaggio per il fluido si riduce, seppur di poco, con effetto sui fattori k . Inoltre, le perdite di carico sono calibrate su test monofase il che non esclude le problematiche dovute alla presenza di flusso bifase e di vapore surriscaldato, non facilmente valutabili. Allo stato attuale non si è ritenuto necessario un tale tipo di sofisticazione, ciò non toglie che si potrebbe considerare in futuri approfondimenti.

❖ Perdite di carico distribuite

Il calcolo delle perdite distribuite è lasciato al codice RELAP5 che in condizioni di flusso turbolento usa la correlazione di Zigrang-Sylvester, un approssimazione della più generale Colebrook-White. La rugosità di 3.2 μm è stata imposta a tutte le superfici idrauliche.

❖ Distribuzione di potenza

Questa è stata considerata in prima approssimazione lineare. Esattamente come nei pre-test, si è ritenuto impraticabile tenere in considerazione la natura "spot" della generazione di calore.

❖ Conducibilità dell'aria nell'intercapedine

Con i test di caratterizzazione 11 e 12 della Tabella 3 in cui viene fornita potenza al tubo a baionetta si è potuta stimare la conducibilità del gap di aria tra il tubo discendente e la regione anulare. Questa ha effetto sul leggero riscaldamento che l'acqua subisce nella discesa del tubo interno a causa dell'accoppiamento termico con la regione dove avviene la generazione di vapore. La conducibilità considerata costante è fissata a 0.038 W/m/K. La capacità termica non è cambiata dato che non ha effetti su simulazioni stazionarie.

❖ Perdite di calore

Attraverso un processo iterativo di ottimizzazione delle perdite di calore verso l'esterno grazie all'uso dei test di caratterizzazione ma soprattutto di alcuni test a tubo singolo, è stato considerato un coefficiente di scambio termico alle pareti delle strutture 110-1 110-2 di 2 W/m/K con una temperatura ambientale di 27 °C. Un coefficiente così basso è giustificato dal fatto che nel modello per RELAP5 non è stato simulato lo strato di lana di roccia che avvolge il sistema in modo piuttosto uniforme.

Dato che i test di caratterizzazione sono stati anch'essi condotti con un unico tubo attivo, le calibrazioni effettuate sul solo tubo 1 sono state trasportate integralmente anche al tubo 2, trascurando in questa circostanza eventuali asimmetrie sia di carattere fluidodinamico sia termico, come ad esempio il leggero accoppiamento termico che si potrebbe instaurare tra i due tubi riscaldati posti a una distanza di 7.5 cm uno dall'altro.

Il modello calibrato di HERO-2 per RELAP5 è stato usato per la simulazione di tutti gli stazionari della campagna sperimentale e i risultati saranno discussi nei prossimi paragrafi.

4.3. Considerazioni preliminari all'analisi post-test

Prima di passare all'analisi dei risultati ottenuti è importante fare alcune premesse.

- ❖ Per ogni test, le condizioni al contorno di ciascuno stazionario eseguito sull'impianto sono state introdotte nel modello RELAP5. Queste differiscono leggermente dai punti di matrice di Tabella 5 e Tabella 7 per l'oggettiva difficoltà di raggiungere precise condizioni di pressione e temperatura in ingresso richieste. I valori considerati sono mediati su tutto l'intervallo di acquisizione.
- ❖ Le condizioni al contorno che vengono introdotte sono prese direttamente dai quick look report corretti forniti da SIET, e sono:
 - pressione nel duomo o camera di vapore misurata dallo strumento P03 e introdotta nell'elemento 330 della nodalizzazione,
 - temperatura di ingresso alla sezione di prova misurata da TF01 e introdotta nell'elemento 10 della nodalizzazione,
 - portata nella sezione di prova misurata dagli strumenti F0001 e F02 e introdotta nell'elemento 15 della nodalizzazione,
 - potenze fornite attraverso i riscaldatori nelle due zone, derivate dal voltaggio di ciascuna zona (VTAM1 e VTAM2, provenienti dal SAD) e la corrente misurata con pinza amperometrica in ciascuna linea di alimentazione per ogni test, e introdotte come potenza distribuita linearmente nelle strutture termiche 110-1 110-2 del tubo 1 e 210-1 210-2 del tubo 2.
- ❖ Per ogni altro aspetto il modello non è stato modificato tra un test e l'altro.
- ❖ Nel commentare l'analisi post-test si è concentrata l'attenzione sulle grandezze direttamente confrontabili con i dati sperimentali. Queste sono il campo di pressione assoluta e l'andamento delle temperature di fluido, lungo tutto il percorso del flusso d'acqua.
 - Il campo di pressione assoluta è stato ottenuto per ciascuno stazionario a partire dalla pressione della camera vapore P03 con un procedimento a ritroso in cui si sommano via via le letture degli strumenti di pressione differenziale, nell'ordine DP17, DP16, DP15, DP14, DP13 in senso discendente lungo il canale anulare, poi DP12 in senso ascendente sul tubo centrale e infine DP11 attraverso l'orifizio. Infatti, le misurazioni degli strumenti DP non tengono conto dei battenti idraulici, per cui forniscono una differenza di pressione assoluta tra i due punti di presa. Con il procedimento descritto si ottengono le pressioni assolute nei punti di presa di pressione M11 (a monte dell'orifizio), M12, M13, M14, M15, M16, M17 e M18 (camera vapore), che sono poi confrontate direttamente con le simulazioni RELAP5 nei punti di presa di pressione corrispondenti, in altre parole non viene presentato l'andamento delle pressioni assolute in ogni mesh della nodalizzazione, ma solo nei punti di presa di pressione.
 - La pressione assoluta misurata in ingresso da P02 in realtà è misurata in un punto distante dalla sezione di prova per cui non viene presa in considerazione se non per verifiche di consistenza sulle misurazioni (non può fornire un dato molto diverso da quello ottenuto con il procedimento a ritroso summenzionato). In realtà neanche la pressione assoluta P03 è misurata direttamente nella camera vapore ma sul tubo in uscita. In questo caso si è supposto che l'effetto sulle simulazioni sia trascurabile.
 - L'andamento delle temperature di fluido è confrontato con RELAP5 direttamente nei punti di misurazione, in altre parole non viene presentato l'andamento delle temperature in ogni mesh della nodalizzazione, solo nei punti dove sono localizzate le termocoppie TF.
 - Il confronto tra le temperature di parete non è preso in considerazione, in accordo con quanto affermato al §3.2.
- ❖ I test a tubo singolo dove si è dimostrato di avere elevate deviazioni standard delle misurazioni, di cui si è discusso in §3.6, sebbene simulati non dovrebbero essere tenuti in forte considerazione.

4.4. Simulazione dei test di scambio termico

I test di scambio termico hanno lo scopo di caratterizzare la generazione di vapore nel canale anulare alle diverse condizioni in cui si potrebbe trovare a lavorare un ipotetico scambiatore a tubi a baionetta di un reattore SMR: in condizioni nominali, a pressioni di 60-70 bar e temperature di 330°C e in condizioni incidentali di rimozione del calore di decadimento, a pressioni di 20 bar. Recentemente, i tubi a baionetta hanno trovato un certo interesse nell'impiego in reattori di IV generazione raffreddati a metallo liquido [9] [10], ma gli attuali limiti imposti dall'impianto IETI e il limite di temperatura dei riscaldatori, fanno sì che l'attuale campagna sperimentale sia di maggior interesse per applicazioni in reattori LWR.

Nella seguente Tabella 13 è riportato un quadro sinottico delle prove condotte a singolo tubo che sintetizza la cronologia seguita durante la sperimentazione e che è stata utile per avere una visione di insieme durante la fase di simulazione. Qui viene riportato all'interno della matrice di prova, per ogni test, il numero identificativo, il riferimento al file di acquisizione SIET, lo stato dell'acqua in uscita dai tubi a baionetta (satura o surriscaldata). In rosso sono evidenziati i test soggetti ad elevate devianze standard sulle misurazioni, come discusso in §3.6.

A titolo di esempio, nelle Figura 17 e Figura 18 sono riportati i profili di pressione assoluta e temperatura di un test caratterizzato da un flusso di vapore saturo (test 8) e uno da vapore surriscaldata (test 32) all'uscita nella camera di vapore. In entrambe i casi, le pressioni sono sovrastimate lungo il canale anulare in maniera trascurabile, mentre la differenza di pressione attraverso l'orifizio è ben riprodotta. Le temperature sono in entrambe i casi molto ben simulate dal modello sviluppato per RELAP5. Si ricorda che la pressione nella camera vapore e la temperatura in ingresso (TF01) sono valori imposti come condizioni al contorno.

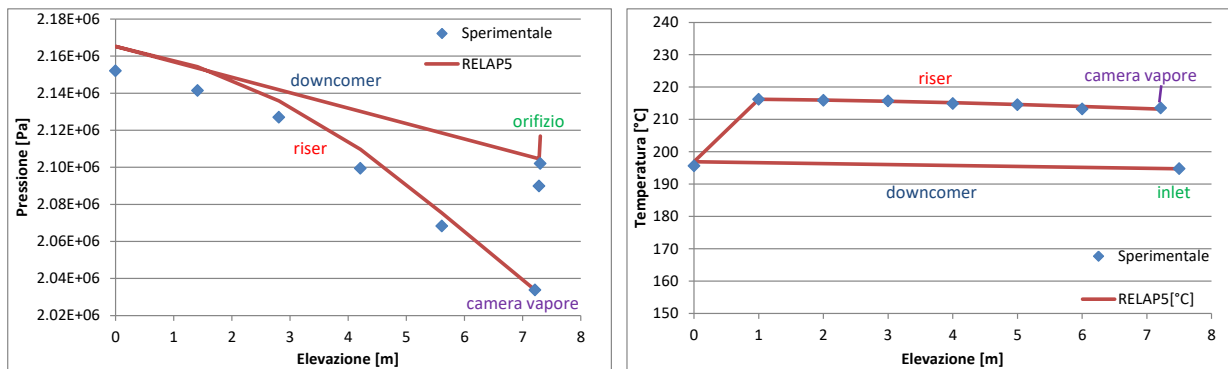


Figura 17 – Profili di pressione e temperatura del TEST 8: 20 bar, 18.4 kW, 11 g/s.

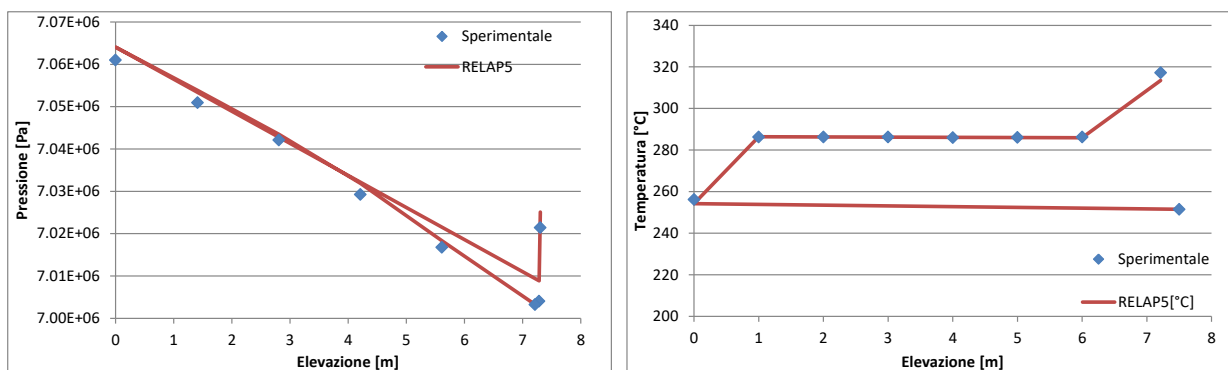






Figura 18 – Profili di pressione e temperatura TEST 32: 70 bar, 22 kW, 12 g/s.

Tabella 13 – Quadro sinottico delle simulazioni a singolo tubo.

LEGENDA

Numerazione da Tabella 6  Test con elevate deviazioni standard nelle misure
Riferimento SIET    Sequenza cronologica
Condizioni dell'acqua in uscita

20 bar	POTENZA TOTALE [kW]									
PORTATA [g/s]	22		20.2		18.4		16.6		12.5	
0.013										TEST 13 15-09-2015_1815 SATURO
0.012	TEST 3 14-09-2015_1640 SATURO		TEST 2 14-09-2015_1555 SATURO		TEST 1 14-09-2015_1505 SATURO					
0.011	TEST 4 14-09-2015_1717 SURRESCALDATO		TEST 7 15-09-2015_1323 SURRESCALDATO		TEST 8 15-09-2015_1357 SATURO					
0.01	TEST 5 14-09-2015_1741 SURRESCALDATO		TEST 6 15-09-2015_1254 SURRESCALDATO		TEST 9 15-09-2015_1446 SATURO				TEST 12 15-09-2015_1714 SATURO	
0.008333333					TEST 10 15-09-2015_1607 SURRESCALDATO			TEST 11 15-09-2015_1636 SURRESCALDATO		

50 bar	POTENZA TOTALE [kW]									
PORTATA [g/s]	22		20.2		18.4		16.5			
14	TEST 21 16-09-2015_1425 SURRESCALDATO		TEST 18 16-09-2015_1242 SURRESCALDATO		TEST 17 16-09-2015_1217 SATURO					
12	TEST 20 16-09-2015_1358 SURRESCALDATO		TEST 19 16-09-2015_1332 SURRESCALDATO		TEST 16 16-09-2015_1140 SATURO					
10					TEST 15 16-09-2015_1114 SURRESCALDATO			TEST 14 16-09-2015_1043 SURRESCALDATO		

70 bar	POTENZA TOTALE [kW]									
PORTATA [g/s]	22		18.4		16.5		14.7			
15	TEST 22 16-09-2015_1517 SURRESCALDATO		TEST 25 16-09-2015_1659 SURRESCALDATO		TEST 26 16-09-2015_1724 SURRESCALDATO					
14	TEST 23 16-09-2015_1555 SURRESCALDATO		TEST 24 16-09-2015_1637 SURRESCALDATO		TEST 34 17-09-2015_1921 SURRESCALDATO					
13	TEST 33 17-09-2015_1853 SURRESCALDATO									
12	TEST 32 17-09-2015_1826 SURRESCALDATO		TEST 31 17-09-2015_1732 SURRESCALDATO		TEST 30 17-09-2015_1655 SURRESCALDATO					
10			TEST 29 17-09-2015_1605 SURRESCALDATO		TEST 28 17-09-2015_1231 SURRESCALDATO			TEST 27 17-09-2015_1156 SURRESCALDATO		

Nella serie di grafici che seguono, tutta la serie di 34 test sperimentali condotti a tubo singolo sono messi a confronto con i risultati delle simulazioni RELAP5. Un grafico per ogni termocoppia (TFxx) e per ogni pressione assoluta in corrispondenza dei bocchelli di presa (Mxx). Si riporta anche una banda di errore di +/-5% da considerarsi più come un riferimento grafico che come un vero criterio di accettabilità.

Prendendo ad esempio i grafici di Figura 19, qui sono riportati i confronti riguardanti le temperature sulla base (TF11) e a 1 m di elevazione (TF12) lungo il canale anulare. Per ogni grafico sono riportati i risultati di tutti i test suddivisi in test in condizione di saturazione (in blu) e surriscaldamento (in verde) nella camera di vapore e infine test in cui si sono presentati comportamenti oscillatori (in rosso) che hanno determinato un'elevata deviazione standard sulle misurazioni. Questi ultimi, sebbene simulati e riportati nei grafici, non saranno presi in considerazione per determinare la validità del modello impiegato. In generale, in questo tipo di grafici più i punti si avvicinano alla diagonale più la simulazione si avvicina al valore sperimentale, mentre i punti al di sopra e al di sotto indicano rispettivamente una sovrastima e una sottostima del valore sperimentale.

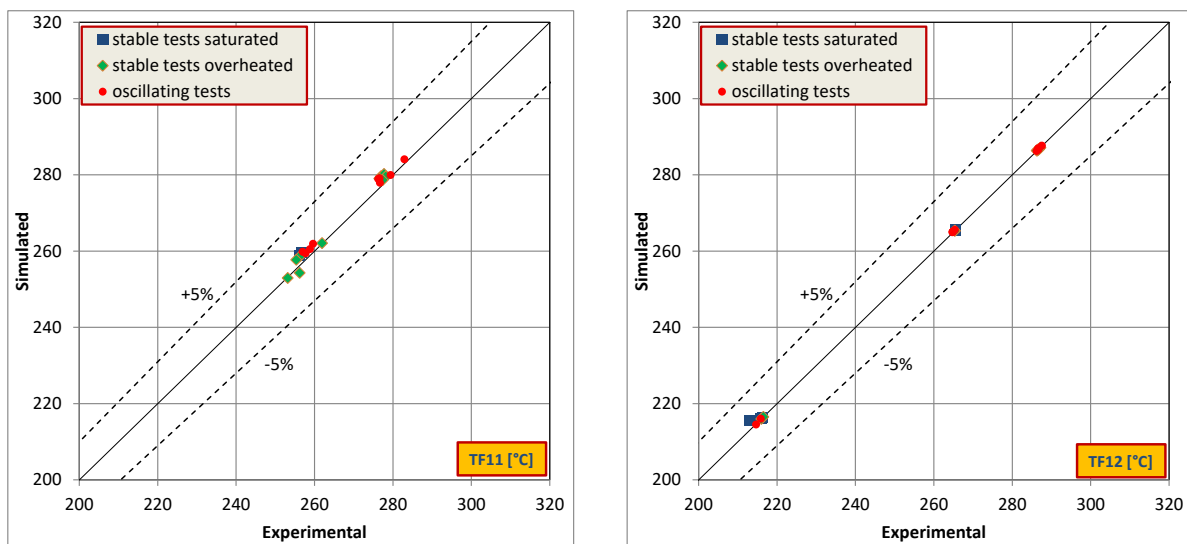


Figura 19 – Confronto tra temperature simulate e misurate alla base e a 1 m di elevazione.

Nel caso di TF11 e TF12, le temperature simulate sono molto prossime alla diagonale. Le piccole deviazioni di TF11 sono da considerarsi effetto dello scambio termico tra il canale ascendente caldo e il tubo discendente più freddo, quindi della conducibilità del gap di aria che rappresenta la maggiore resistenza termica. Le differenze rimangono al di sotto di 1°C, valore compatibile con l'incertezza di misura determinata da SIET. Queste piccole differenze cominciano a venire meno già a 1 m dall'ingresso nell'anulare, quando la temperatura dell'acqua raggiunge livelli di saturazione.

Lo stesso discorso può essere fatto per i grafici riportati in Figura 20 con il confronto per le misure TF13, TF14, TF15, TF16 e TF17. In quest'ultimo alcuni test oscillatori iniziano a essere sottostimati, in alcuni casi come nel Test 10 a 20 bar e Test 28 a 70 bar, molto sottostimati, ma tutti i test da considerarsi validi sono perfettamente simulati.

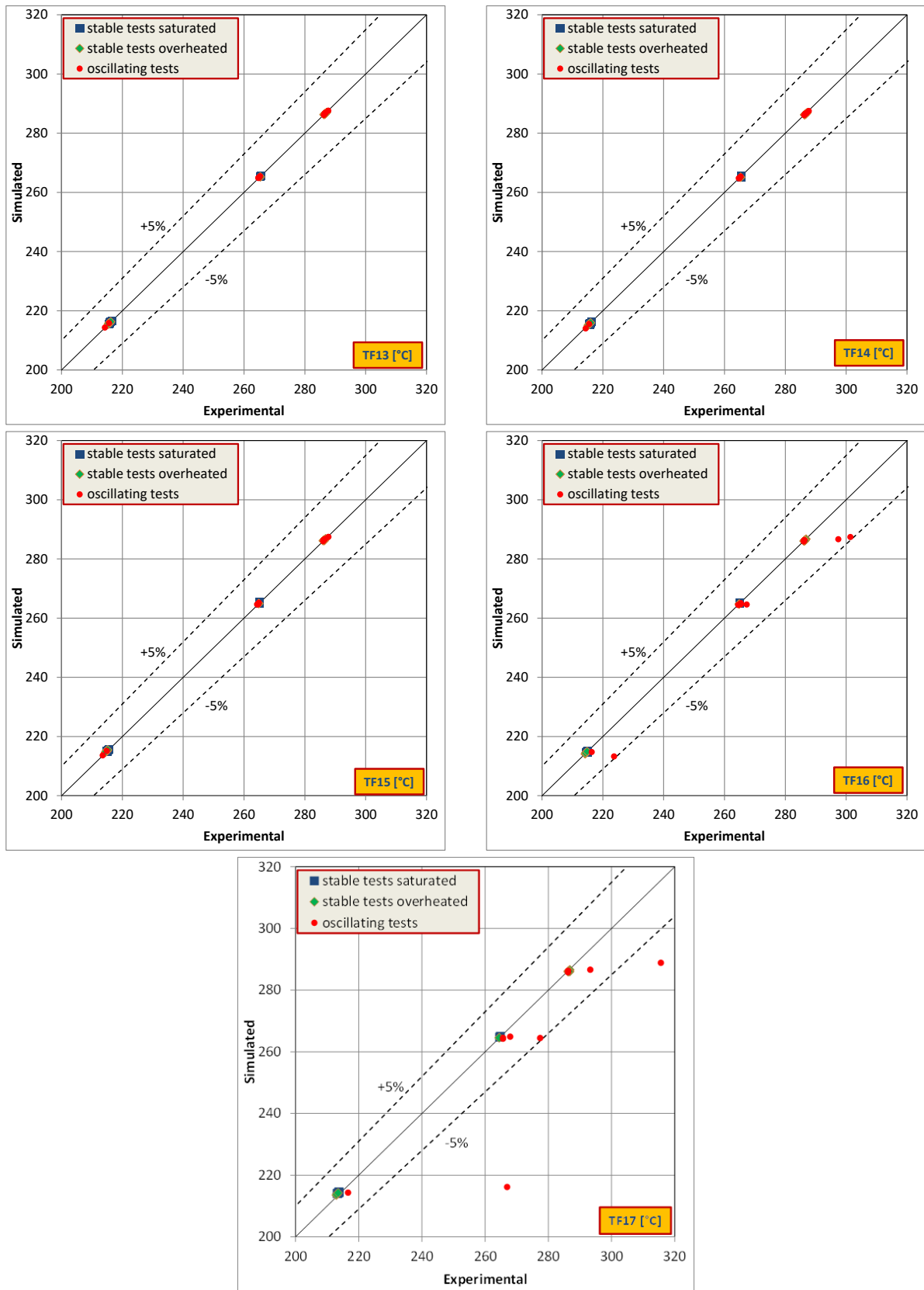


Figura 20 – Confronto tra temperature simulate e misurate lungo il canale anulare (TF13 sul fondo).

Il confronto di temperature nella camera di vapore è mostrato in Figura 21. Le temperature simulate nei vari test sono da considerarsi buone ma, in questo caso, un certo numero di test in condizioni surriscaldate si staccano dalla diagonale. In particolare, nel Test 6 a 20 bar e 10 g/s di portata si nota la maggiore discrepanza dove i 25 °C di sottostima sono dovuti al fatto che l'acqua rimane in condizioni di saturazione nelle simulazioni RELAP5. Negli altri casi di test in surriscaldamento, la sovrastima o sottostima rimane nell'ordine dei 10 °C o meno, che è un valore da considerarsi comunque accettabile dato che, soprattutto in condizioni di surriscaldamento, piccole variazioni di potenza o portata hanno un grande effetto sulle temperature del vapore surriscaldato. Un eventuale errore in tal senso può essere dovuto alle incertezze di misura oltre che dalla calibrazione del modello di simulazione.

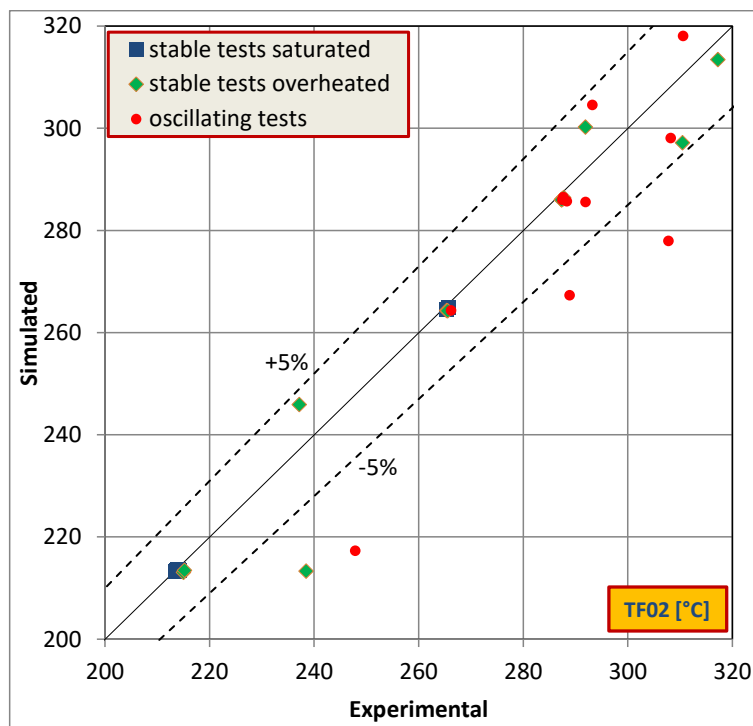


Figura 21 – Confronto tra temperature simulate e misurate nella camera di vapore.

Nelle Figura 22 e Figura 23 sono mostrati i confronti tra pressioni assolute simulate con RELAP5 e misurate durante la campagna sperimentale, rispettivamente lungo il canale di generazione di vapore, in senso discendente, e le pressioni a valle e a monte dell'orifizio.

In tutti i casi si può vedere come le pressioni assolute, e quindi i profili lungo il tubo sia ben riprodotti dal modello di simulazione, confermando la validità della calibrazione effettuata sulle perdite di carico lungo il canale anulare e attraverso l'orifizio.

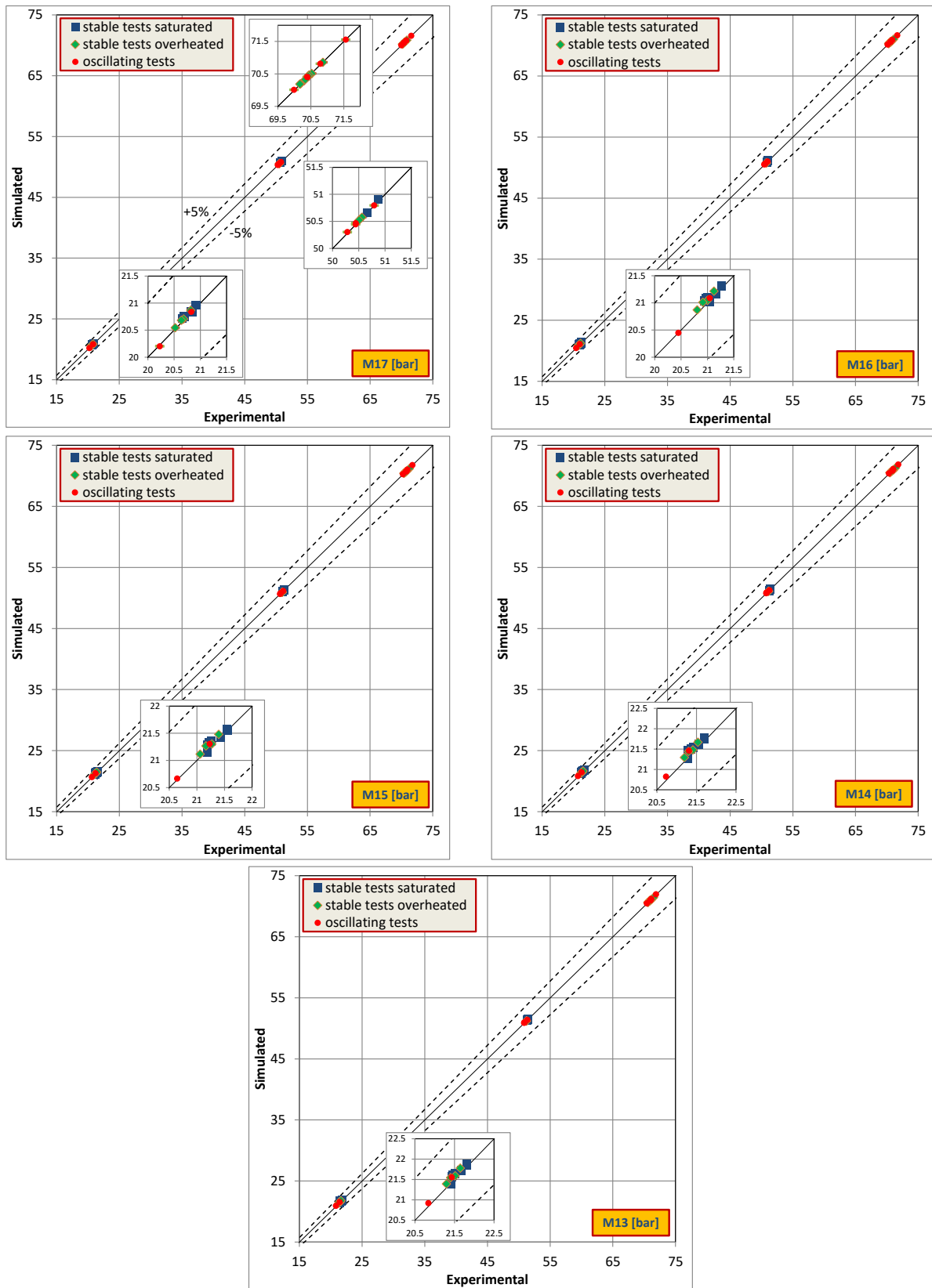


Figura 22 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate lungo il canale anulare (in senso discendente).

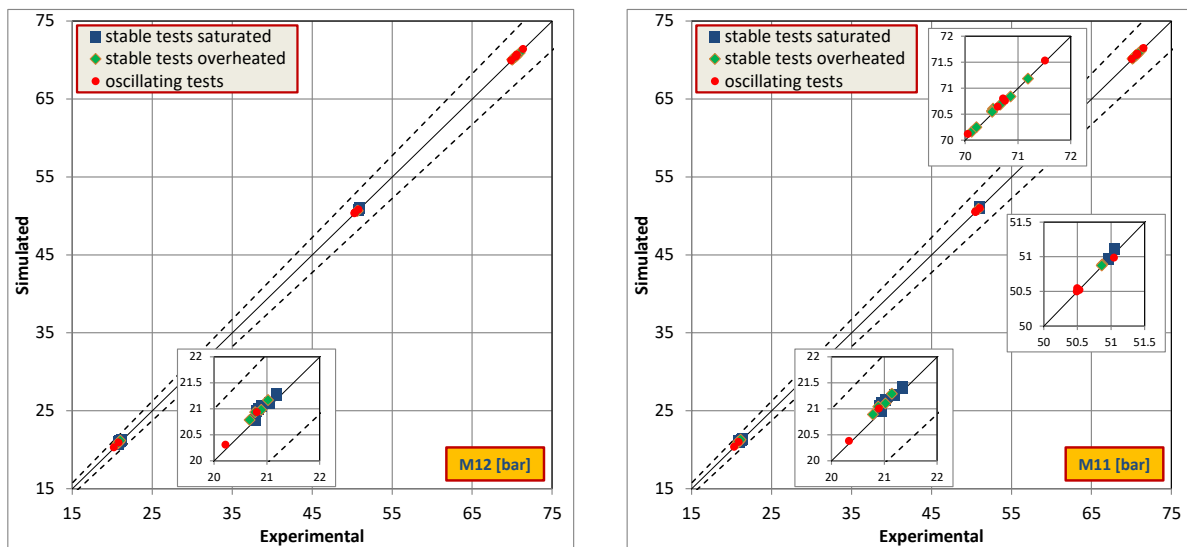


Figura 23 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate a valle e a monte dell’orifizio.

Le simulazioni dei 34 test a tubo singolo hanno dimostrato che la calibrazione fatta sul modello per il codice RELAP5 sono state efficaci, soprattutto per quanto riguarda le perdite di carico. Qualche incertezza rimane per la calibrazione delle perdite di calore soprattutto nella parte alta dei tubi a baionetta dettata da alcune difficoltà nel riprodurre una corretta temperatura di uscita in camera vapore in alcuni test con surriscaldamento, ma mediamente l’errore può considerarsi entro limiti accettabili. Un supplemento di indagine è richiesto per determinare la grande discrepanza sulla temperatura in uscita nel Test 6, anche a livello di base dati, dove la simulazione con RELAP5 determinerebbe un test in condizioni di vapore saturo mentre sperimentalmente si è trattato di un test con surriscaldamento.

4.5. Simulazione dei test di instabilità

Il modello a due tubi descritto al §4.2 è stato utilizzato per lo studio post-test sui dati sperimentali condotti per verificare possibili instabilità nei tubi in parallelo, principalmente oscillazioni di flusso tra i due tubi (Density Wave Oscillation, DWO). Questo tipo di instabilità dinamica è il risultato di una retroazione multipla tra la portata, la velocità di generazione del vapore e le perdite di carico in canali in ebollizione e costituisce una questione di particolare interesse per la progettazione di generatori di vapore.

Le calibrazioni al modello RELAP5 fatte per i test a tubo singolo sono state trasportate integralmente anche al tubo 2, così come le correzioni dei dati sperimentali delle TF del tubo 2 sono state mutate dalle correzioni sul tubo 1 con l’uso dei test di caratterizzazione sul tubo singolo.

Come per i test a tubo singolo, nei seguenti grafici di Figura 24, Figura 25 e Figura 26 sono riportati i risultati ottenuti con il codice RELAP5 confrontati con i dati sperimentali per tutti i test e per tutte le termocoppie di fluido. In questo caso, i risultati sono stati suddivisi in test stabili dove non si sono manifestati regimi oscillatori di flusso (in blu), test dove si sono presentate oscillazioni di portata (in rosso) e due test registrati da SIET ma fuori matrice (in verde).

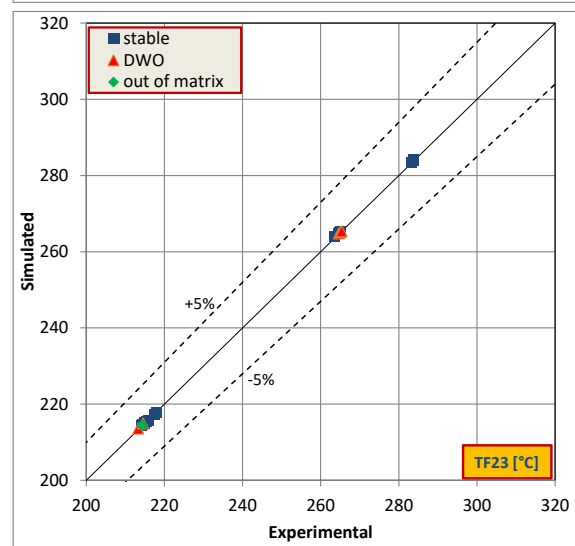
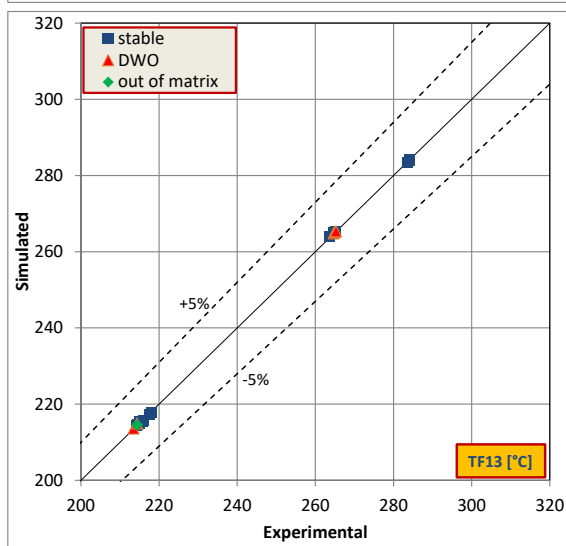
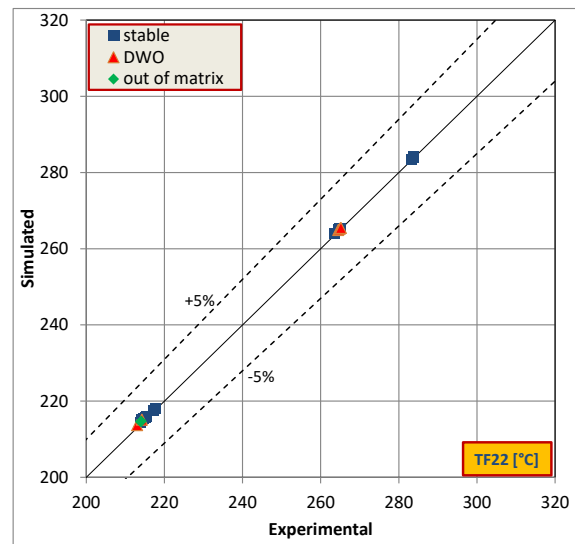
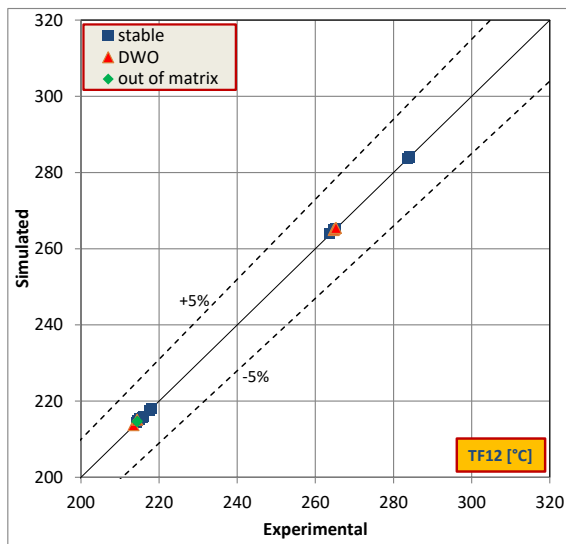
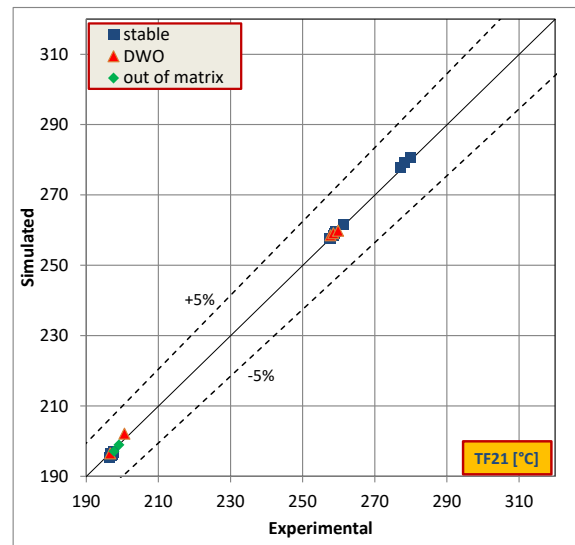
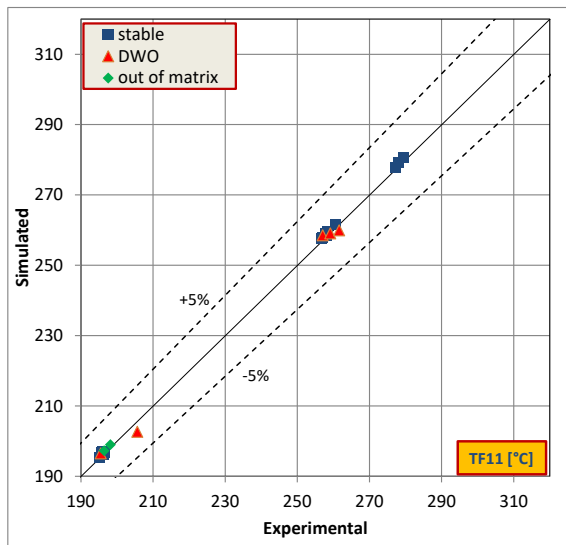


Figura 24 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF11, TF12, TF13) e a destra per il tubo 2 (TF21, TF22, TF23).

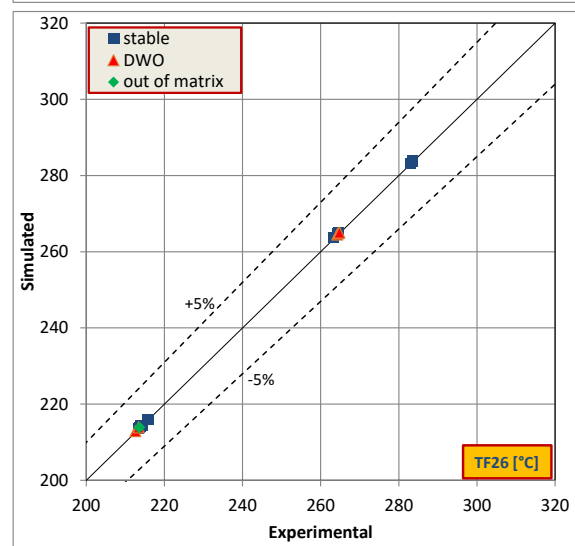
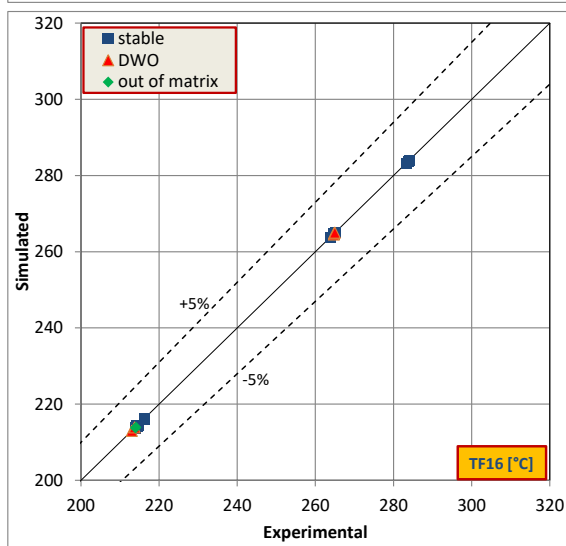
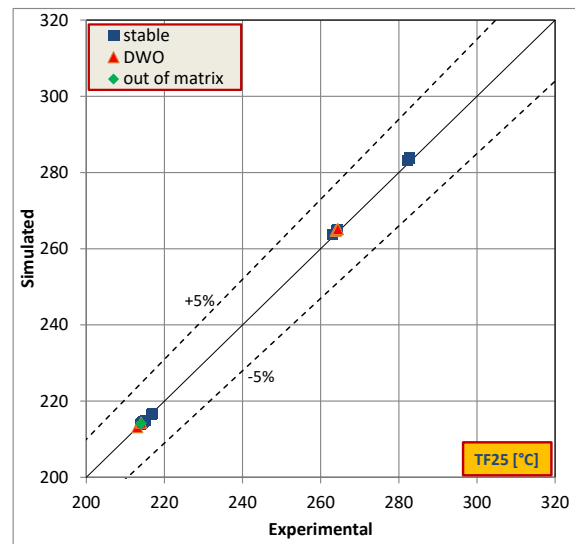
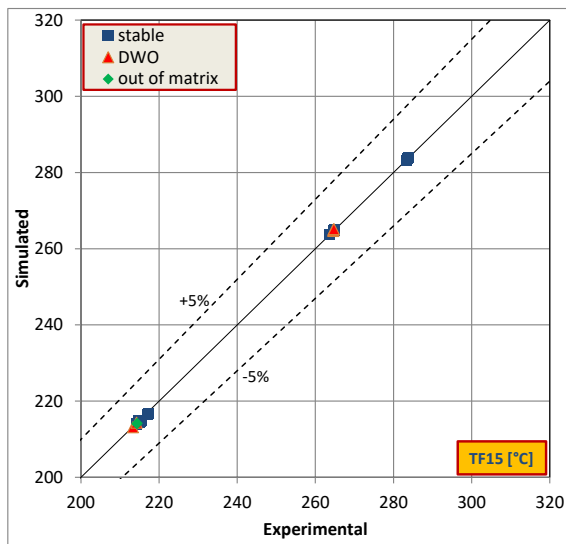
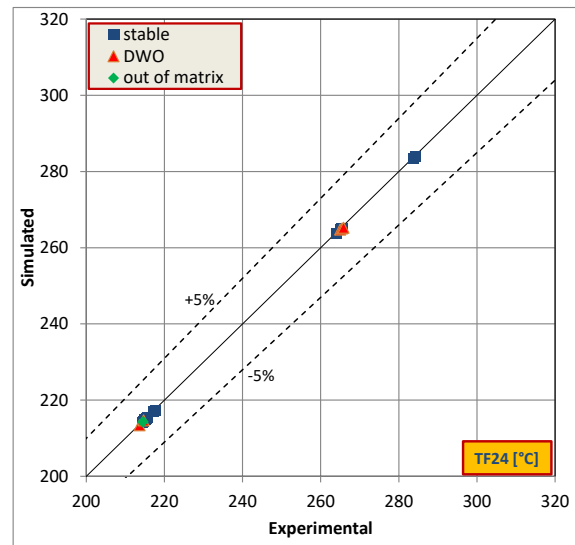
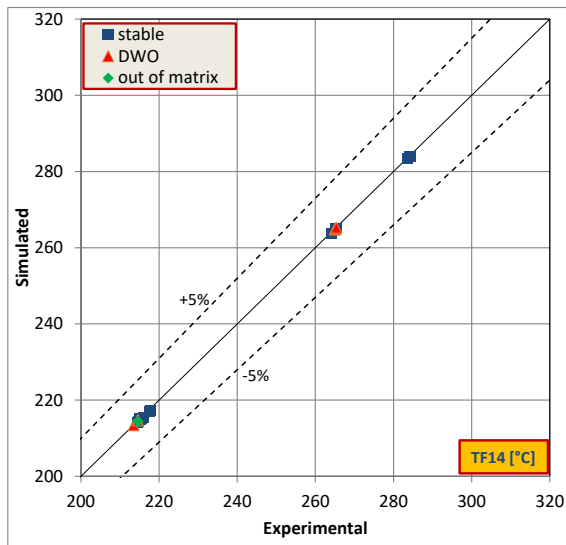


Figura 25 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF14, TF15, TF16) e a destra per il tubo 2 (TF24, TF25, TF26).

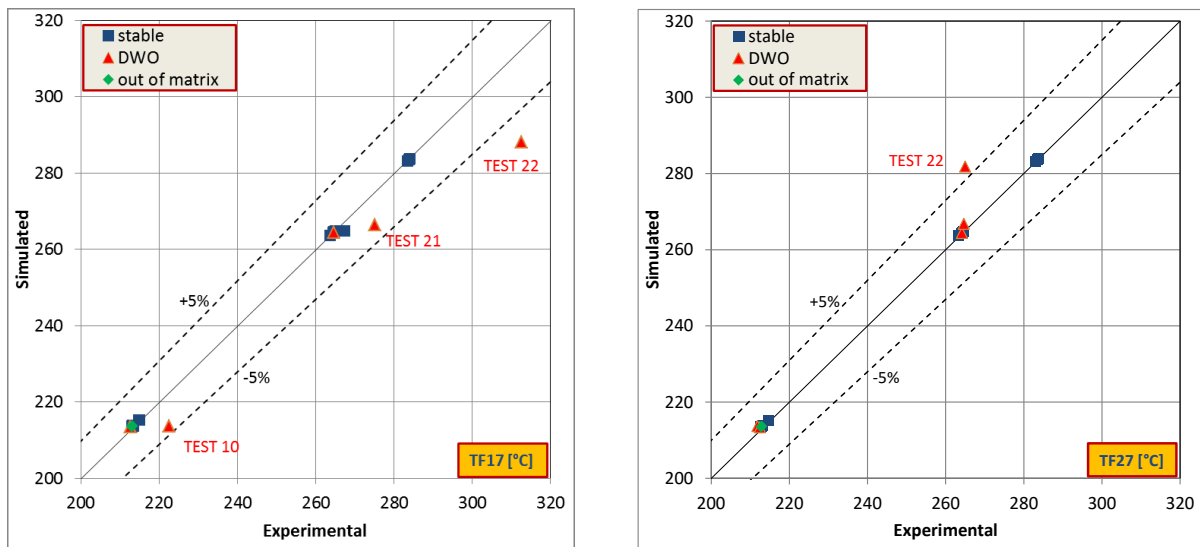


Figura 26 – Confronto tra temperature simulate e misurate nel canale anulare, a sinistra per il tubo 1 (TF17) e a destra per il tubo 2 (TF27).

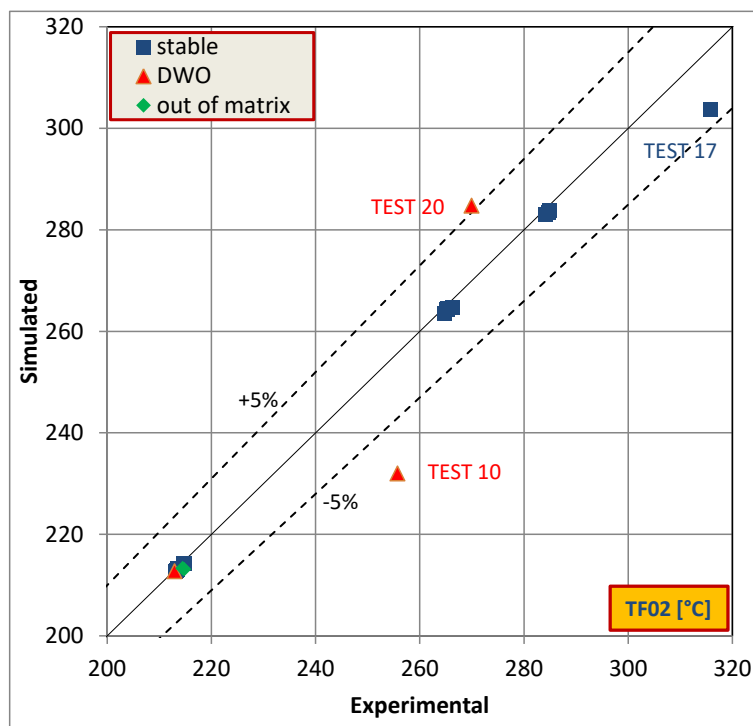


Figura 27 – Confronto tra temperature simulate e misurate nella camera di vapore.

I risultati ottenuti sono molto buoni, eccetto qualche caso in cui test con oscillazioni si discostano dalla diagonale in corrispondenza dell'ultima termocoppia immersa nel canale anulare di entrambe i tubi, vedi Figura 26. Lo stesso può essere detto per le temperature nella camera di vapore mostrate in Figura 27. I numeri dei test a cui questi punti fanno riferimento sono riportati nei grafici. Nel seguito, alcuni di questi test saranno analizzati in dettaglio, ma in generale si può affermare che tutti i test in cui non si sono presentate oscillazioni di flusso sono correttamente simulati dal modello RELAP5. Nei seguenti grafici di Figura 28 e Figura 29 sono mostrati i confronti tra le pressioni assolute sperimentati e simulate sul tubo 1 maggiormente strumentato (M17, M16, M15, M14, M13, M12, M11) e sul tubo 2 (M23, M22, M21) in direzione contraria al flusso di acqua.

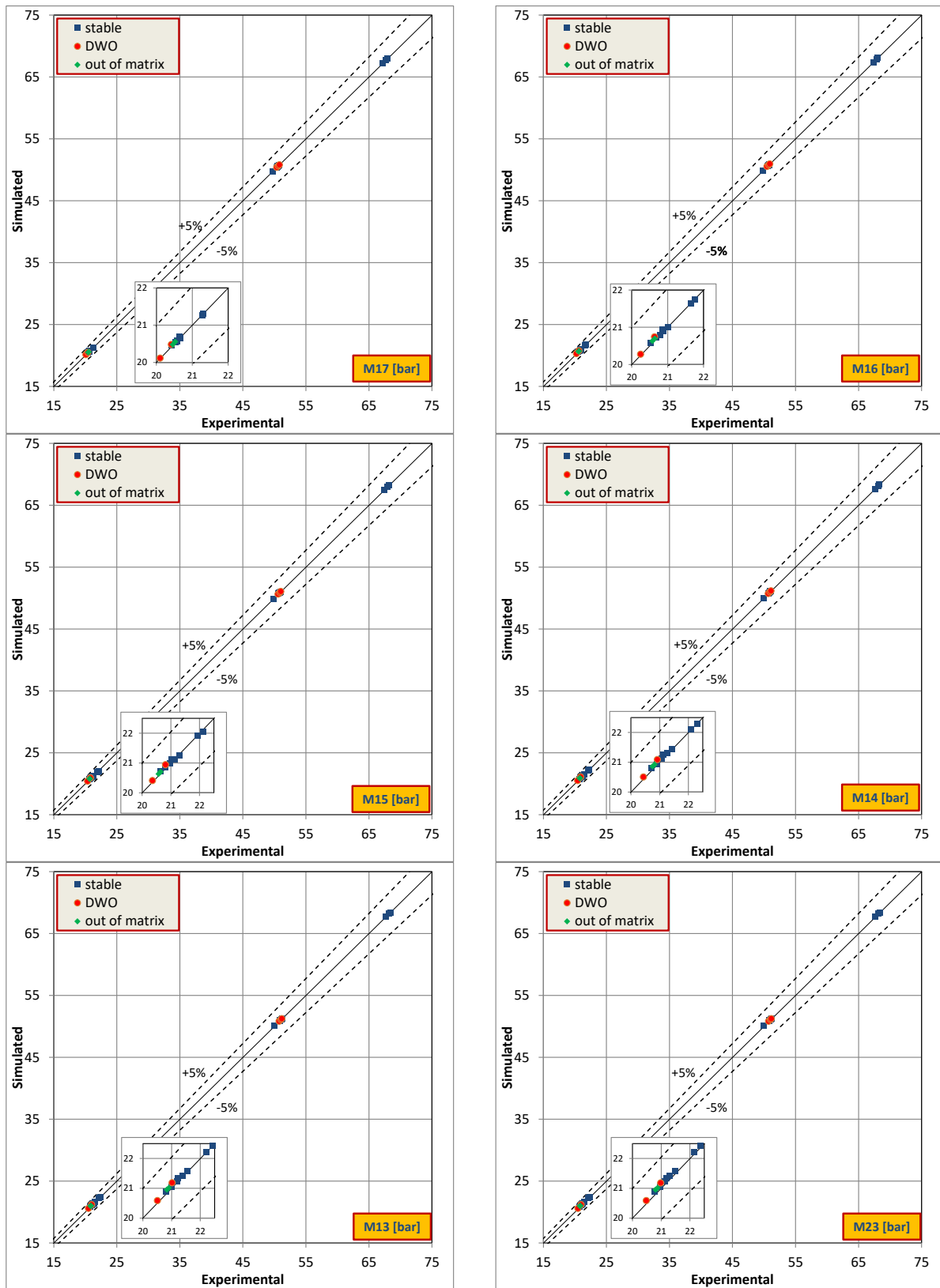


Figura 28 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate lungo il canale anulare in senso discendente sul tubo 1 (M17, M16, M15, M14, M13) e sul tubo 2 (M23) .

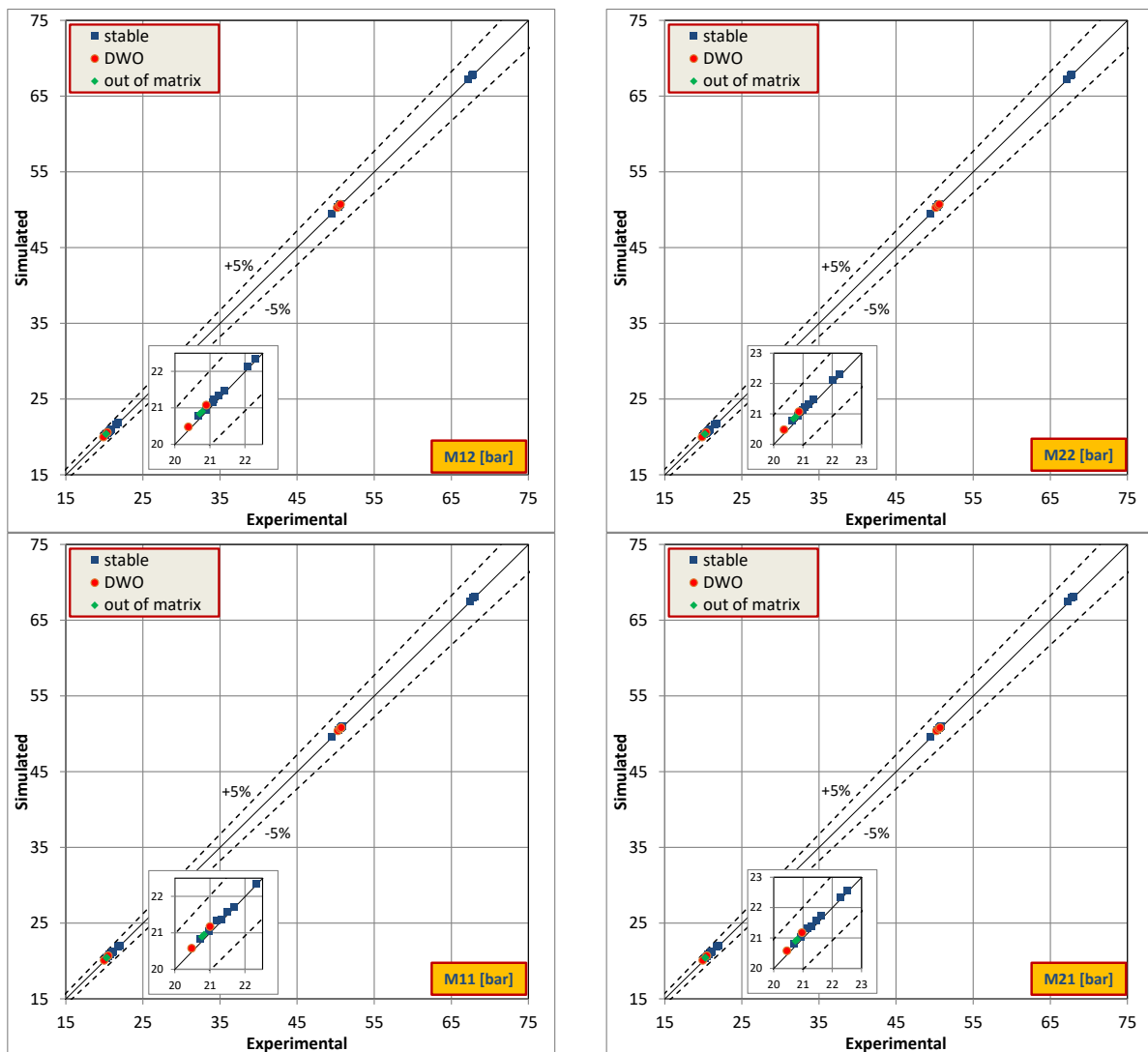


Figura 29 – Confronto tra pressioni assolute simulate e misurate a valle e a monte dell’orifizio, a sinistra per il tubo 1 (M12, M11) e a destra per il tubo 2 (M22, M21).

Tutti i profili di pressioni sono ben simulati dal modello, anche i test in cui si presentano fenomeni oscillatori.

Di seguito verranno analizzati i test che hanno manifestato instabilità nella campagna sperimentale e in cui le simulazioni RELAP5 si sono discostate maggiormente, soprattutto in termini di campo di temperature.

Test 10

Il test 10 della matrice di prova a tubi paralleli, in Tabella 8, è caratterizzato da una pressione di 20 bar una portata per tubo di 7 g/s , quindi estremamente bassa, e da una potenza totale di 29.9 kW ma fornita con una certa difformità tra i due tubi. Al tubo 1 è fornita un potenza di 15.07 kW mentre al tubo 2 14.82 kW.

Il confronto tra i profili di temperature sperimentali e simulate è mostrato in Figura 30. Ricordando che i valori delle temperature sperimentali sono mediate all’interno del periodo di acquisizione dello stazionario, circa 350 s, si può notare come temperature rilevate dalle termocoppie omologhe TF11-TF21 e TF17-TF27, rispettivamente sul fondo dei due tubi e le ultime nel canale anulare prima dell’uscita in camera di vapore, forniscano valori differenti.

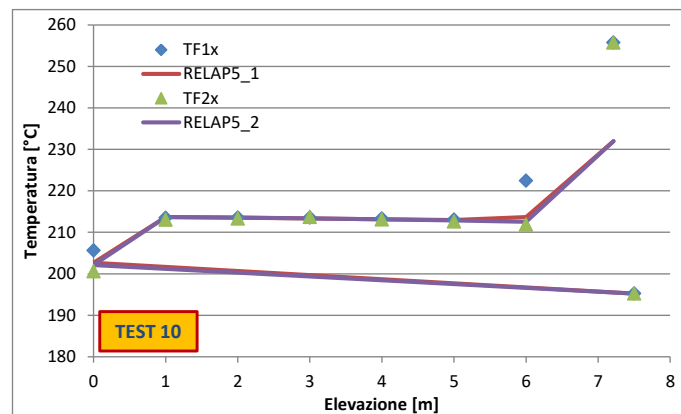


Figura 30 – Confronto tra i profili di temperatura misurato e simulato nei due tubi (TEST 10).

Nei grafici di Figura 31 sono riportate le acquisizioni sperimentali delle termocoppie TF11-TF21 e TF17-TF27, dalle quali si possono apprezzare delle asimmetrie di temperatura tra i due tubi. Il forte regime oscillatorio delle misure di temperatura è dovuto principalmente alle oscillazioni di flusso nei due tubi. Dato che non è presente un misuratore di portata per ciascun tubo, in Figura 32 è riportato l'andamento della differenza di pressione agli orifizi misurata dagli strumenti DP11 e DP21, dove a un azzeramento del valore di DP corrisponde necessariamente un'interruzione sul flusso d'acqua, questo avviene alternativamente all'interno dei due tubi.

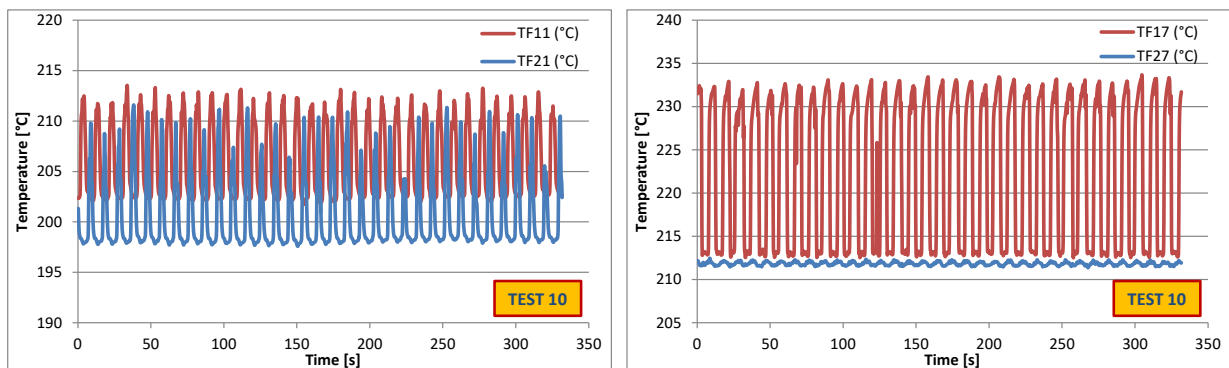


Figura 31 – Temperature acquisite sperimentalmente alla base (TFx1) e nell'ultima termocoppia di canale (TFx7) dei due tubi (TEST10).

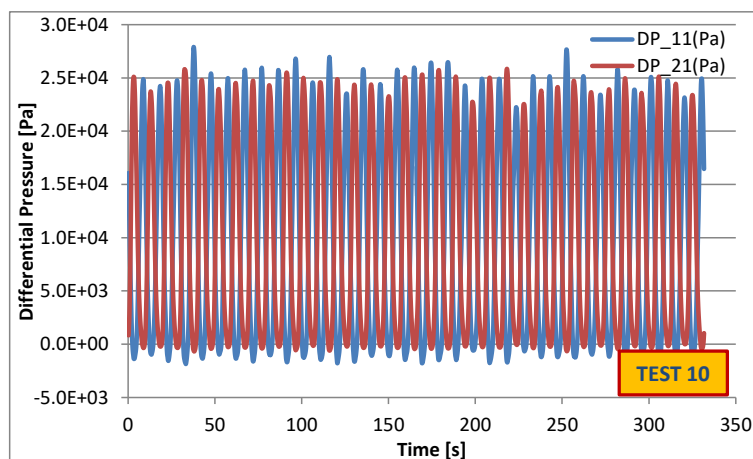


Figura 32 – Differenza di pressione sperimentale attraverso gli orifizi di ingresso (TEST 10).

La disuniformità mostrata sulle temperature medie sperimentali in TF17-TF27 (circa 10 °C) può essere dovuta all'effetto dell'asimmetria di potenza fornita ai due tubi. Infatti, il tubo 1 con maggior potenza si trova a lavorare in condizioni di continuo dryout e ribagnamento mentre il tubo 2 lavora in condizioni di saturazione. La temperatura di saturazione alla pressione di prova del test 10 è circa 212 °C. La differenza di temperatura media nelle termocoppie alla base dei tubi, TF11-TF21 (circa 5°C), può essere a sua volta causata da una maggiore potenza scambiata tra il tubo discendente e il canale anulare del tubo 1, rispetto al tubo 2. Il modello di calcolo non è in grado di replicare questa asimmetria, o comunque non in modo così evidente.

Anche il modello di simulazione, però, è in grado di replicare il comportamento sperimentale del test 10, come mostra chiaramente il grafico di Figura 33 in cui sono riportati gli andamenti di portata nei due tubi. Anche Il codice RELAP5 mostra interruzioni e anche inversioni di portata tra i due tubi.

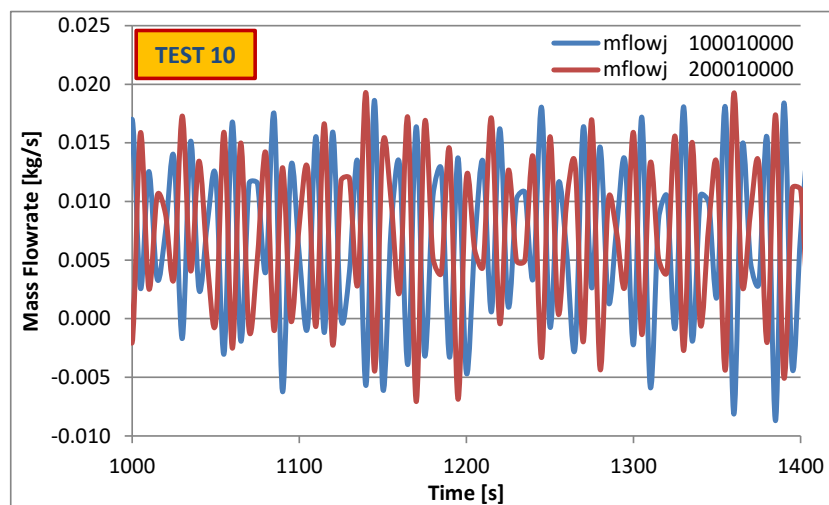


Figura 33 – Portate attraverso i due tubi da simulazione RELAP5 (TEST 10).

Test 20, 21 e 22

Questi tre test necessitano di una trattazione comune perché condotti in condizioni che differiscono solo per il livello di potenza. I tre test sono fatti a pressione di circa 50 bar, portata totale 20 g/s e valori di potenza riportati in Tabella 14.

Tabella 14 – Potenze fornite nei test 20, 21, 22.

Test [W]	Potenza tubo 1	Potenza tubo 2	Potenza Totale
20	17860	17985 (+125)	35845
21	19932	20064 (+132)	39996
22	20734 (+108)	20626	41360

I grafici riportati in Figura 34 mostrano la differenza di pressione sperimentale attraverso gli orifizi di ingresso dei tubi nei tre test. Si nota la crescente ampiezza di oscillazione, che comunque non raggiunge mai l'ampiezza del test 10, dove si aveva una vera e propria interruzione di flusso alternata nei due tubi. Le portate simulate da RELAP5 non mostrano oscillazioni rilevanti nei tre test.

Il confronto tra i profili di temperatura misurato e simulato nei due tubi per i tre test sono riportati in Figura 35, dove si può notare come all'aumentare della potenza le temperature misurate da TF17 e TF27 cominciano a differire. In particolare, la TF17 misura temperature di saturazione nel test 20 per passare a surriscaldato nei test 21 e 22, mentre TF27 rimane nell'ordine di temperature del vapore saturo.

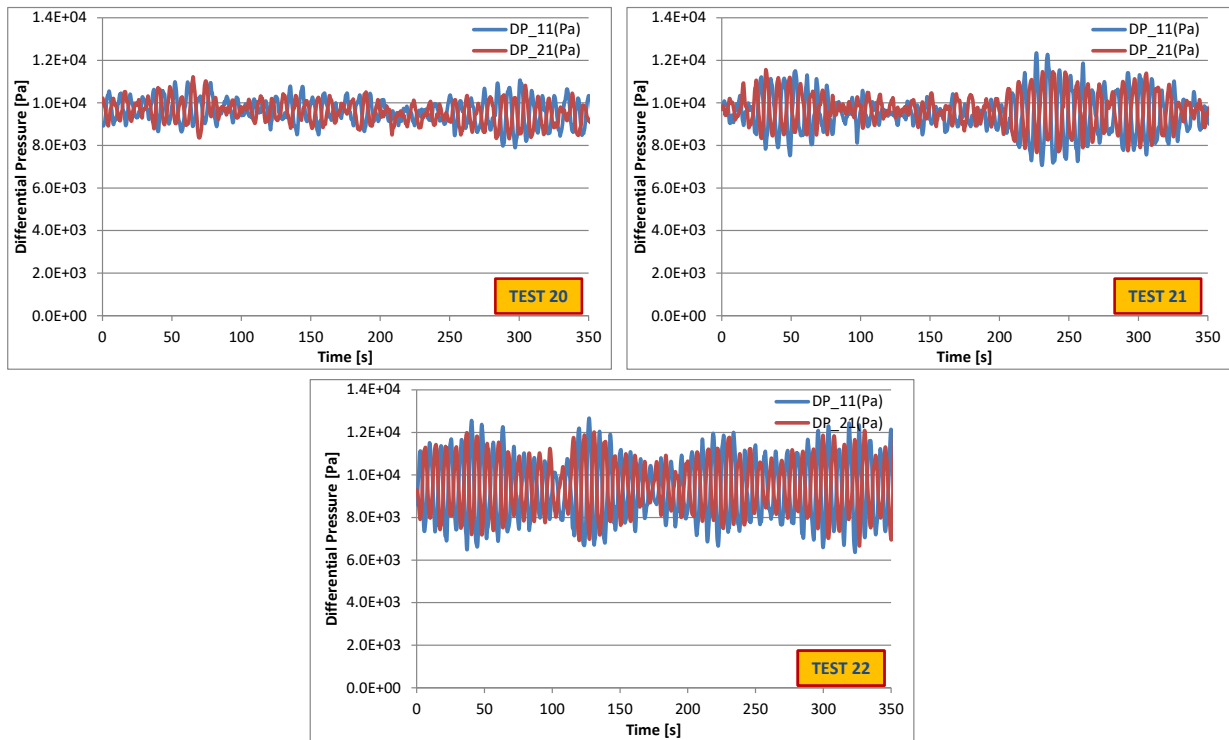


Figura 34 – Differenza di pressione sperimentale attraverso gli orifizi di ingresso tubi (TEST 20, 21, 22 – pressione 50 bar, portata 10 g/s per tubo.)

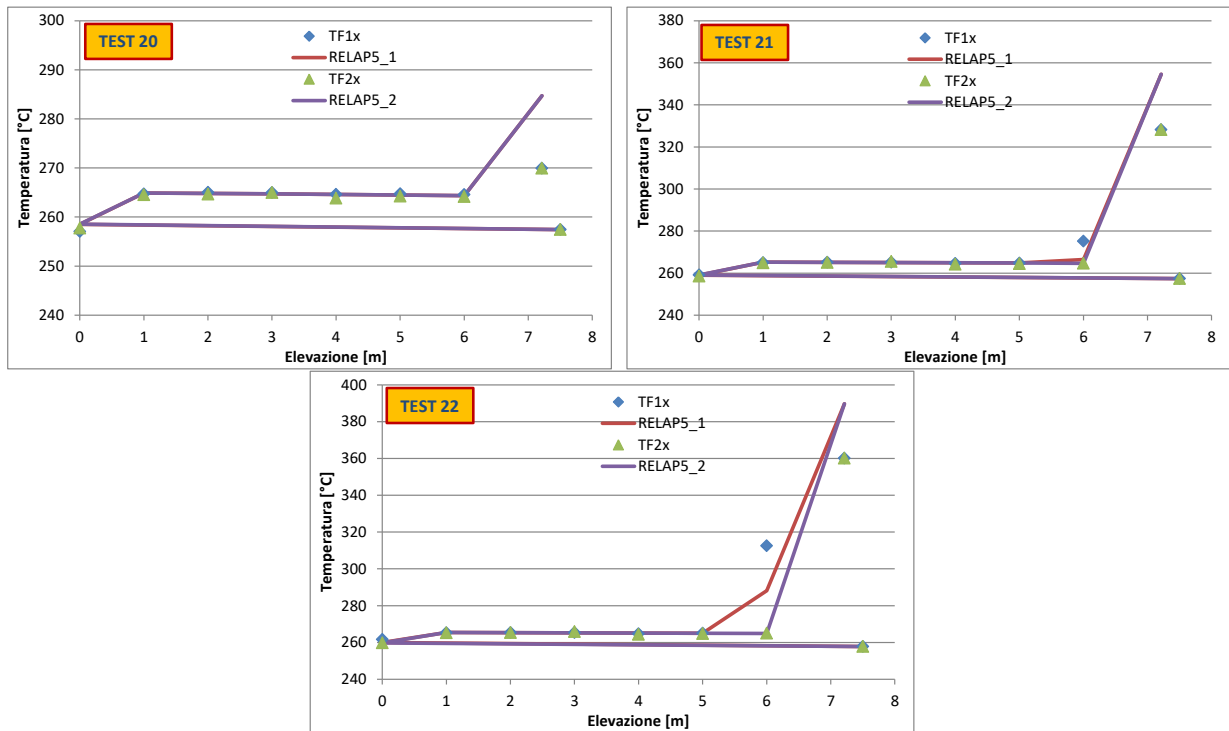



Figura 35 – Confronto tra i profili di temperatura misurato e simulato nei due tubi (TEST 20, 21, 22 – pressione 50 bar, portata 10 g/s per tubo.)

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	53	265

Considerando che le temperature misurate dalle termocoppie TF17 e TF27 sono localizzate a circa 1.2 m al di sotto della camera di vapore, non è dato sapere sperimentalmente cosa avviene tra la quota di queste termocoppie e lo sbocco nel collettore. Per esempio, è possibile che la fase di surriscaldamento nel tubo 2 abbia luogo pochi centimetri a valle della posizione della termocoppia TF27, ma è certo che i due tubi mostrano comportamenti asimmetrici.

D'altra parte, anche le simulazioni RELAP5 mostrano un'asimmetria tra i due tubi, visibile in particolare modo nel test 22 (curva rossa riferita al tubo 1) al livello delle termocoppie TF17-27, ma rilevabile anche nel test 21. Nel caso del modello di simulazione, i due tubi sono perfettamente analoghi in geometria e calibrazione, l'unica differenza è nella potenza fornita come da Tabella 14. Nel test 21 si alimenta maggiormente il tubo 2, mentre nel test 22 il tubo 1, ma in entrambe i casi è sempre il tubo 1 che tende a surriscaldare maggiormente, così come accade sperimentalmente. L'analogia qualitativa tra dati sperimentali e simulazioni è molto confortante ma non semplice da motivare, a fronte della completa identità tra i tubi simulati. Le ragioni dovranno essere indagate in future attività.

Le possibili spiegazioni per ciò che accade sperimentalmente coprono un largo spettro di possibilità:

- ❖ perdite di carico non omogenee sui due tubi possono causare leggere differenze di portata,
- ❖ piccole differenze di geometria degli orifizi di ingresso,
- ❖ asimmetrica evacuazione del vapore proveniente dal collettore (su un lato, vedi Figura 6) che può causare fenomeni di condensazione a contatto con il tubo discendente sul tubo più vicino all'uscita,
- ❖ perdite di calore differenti sui due tubi.

Un supplemento di indagine sarà richiesto nelle future attività per la comprensione delle cause di comportamenti asimmetrici in alcune misure sperimentali. Inoltre, un'analisi di sensibilità alla variazione delle condizioni al contorno nei test a tubi paralleli, potrebbe aiutare a determinare il campo di instabilità del modello di simulazione.

5. CONCLUSIONI

Nell'ambito del PAR2014 dell'Accordo di Programma MiSE-ENEA, una collaborazione tra ENEA, SIET e POLIMI ha svolto attività di sperimentazione a supporto della caratterizzazione di scambiatori con tubi a baionetta. Nel corso di precedenti annualità, presso i Laboratori SIET, era stato realizzato e testato un circuito di prova per generatori di vapore a tubi elicoidali. Questo circuito è stato adattato e utilizzato per testare una sezione di prova a due tubi a baionetta chiamata HERO-2. SIET si è occupata del montaggio, della realizzazione delle prove termoidrauliche, della collezione dei dati scaturiti dalla campagna sperimentale.


Nella presente annualità, i dati sperimentali scaturiti dall'attività 2015 sono stati rivisti da SIET fornendo le dovute spiegazioni tecniche ad anomalie riscontrate sul comportamento dell'impianto durante le prove sperimentali, individuate alla conclusione delle attività oggetto del PAR2014. Le oscillazioni sulle misure di alcuni test condotti a singolo tubo erano dovute all'effetto destabilizzante causato da una valvola di contropressione posta all'uscita dalla sezione di prova che, comportandosi come un orifiziatura, non permetteva un corretto deflusso del vapore, specialmente nei test con surriscaldamento. Inoltre, l'incompatibilità scoperta a posteriori tra il SAD e le termocoppie di piccolo diametro installate in HERO-2 ha richiesto la correzione dei dati acquisiti con valori determinati dalle prove di caratterizzazione svolte durante il commissioning.

Con le correzioni apportate al set di dati sperimentali, nel presente documento si è tentata una prima analisi post-test della campagna sperimentale nel suo insieme, con l'uso del codice di sistema RELAP5 mod3.3. Il modello, già usato nei pre-test per la generazione della matrice di prova, non ha subito modifiche sostanziali ma è stato calibrato avvalendosi dei test di caratterizzazione e di test preliminari a tubo singolo. I parametri oggetto di calibrazione sono stati: le perdite di carico attraverso l'orifizio e sul canale anulare, le perdite di calore verso l'esterno e la conducibilità termica dell'aria presente nell'intercapedine tra i tubi slave e inner. Quindi sono stati simulati tutti gli stazionari di matrice a singolo tubo, per la caratterizzazione dello scambio termico, e a doppio tubo, per verificare se RELAP5 è in grado di riprodurre le condizioni di instabilità ottenute sperimentalmente.

In generale, le simulazioni dei 34 test a tubo singolo e dei 24 test a tubi paralleli hanno dimostrato che la calibrazione fatta sul modello per il codice RELAP5 sono state efficaci, soprattutto per quanto riguarda le perdite di carico. Qualche incertezza rimane per la calibrazione delle perdite di calore che creano alcune difficoltà nel riprodurre una corretta temperatura di uscita in camera vapore in pochi test che presentano condizioni di surriscaldamento. Mediamente l'errore può considerarsi entro limiti accettabili.

Il modello per RELAP5 è stato inoltre in grado di riprodurre la condizione di instabilità a tubi paralleli proveniente dal test 10 condotto a 20 bar, potenza 15 kW per tubo e portata estremamente bassa di 7 g/s per tubo. In questo caso, le condizioni sperimentali di interruzione del flusso d'acqua alternativo tra i due tubi è stato rilevato anche dalle simulazioni. In altri casi, dove le instabilità erano di minor entità, le simulazioni hanno presentato andamenti piuttosto stabili. Un supplemento di indagine sarà richiesto nelle future attività per la comprensione di comportamenti asimmetrici di alcune misure sperimentali fatte sui due tubi, nonché per la determinazione del campo di instabilità del modello di simulazione, fatto attraverso un'analisi di sensibilità alla variazione delle condizioni al contorno nei test a tubi paralleli.


Il confronto tra le performance di due configurazioni di generatori di vapore, una con tubi elicoidali e l'altra con tubi a baionetta, inserite nel design di un reattore SMR in uno scenario incidentale di Station Black-Out fatto da POLIMI mostra come entrambe le configurazioni di GV abbiano ottime potenzialità di scambio termico, riuscendo a mantenere le barre di combustibile sempre coperte dal livello di liquido e la temperatura nel nocciolo del reattore ben al di sotto dei limiti di sicurezza. La

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	55	265

configurazione di GV con tubi a baionetta ha performance migliori sul lato secondario rispetto a quella con tubi elicoidali: dopo poche ore dallo spegnimento del reattore, essa riesce a scambiare tutto il calore di decadimento con fluido quasi interamente monofase. Questo fenomeno è dovuto prevalentemente al fatto che tale configurazione comporta minori lunghezze dei tubi e maggiori sezioni di passaggio nel GV, riducendo così le perdite di carico e favorendo la circolazione naturale del fluido secondario. Analisi dettagliate riguardanti gli aspetti meccanici e costruttivi dei generatori di vapore per questo tipo di reattore sono rimandate a studi futuri.

BIBLIOGRAFIA


- [1] M. Polidori, A. Achilli, O. De Pace, and D. Balestri, "Progettazione, realizzazione ed interpretazione di prove termoidrauliche di base su generatori di vapore con tubi a baionetta," ENEA, Rapporto Tecnico ADPFISS – LP1 – 049, 2015.
- [2] D. Rozzia, A. Del Nevo, and M. Tarantino, "Fornitura scambiatore di calore a tubi a baionetta (HERO-2)," ADP PAR-2014 LP1 Task C2, Rapporto Tecnico ENEA HR-I-S-138, 2015.
- [3] Nuovo Pignone, Divisione valvole e strumenti, "Manuale delle valvole di regolazione,".
- [4] O. De Pace and D. Balestri, "Realizzazione di una facility ed effettuazione di prove termoidrauliche per generatori di vapore a tubi a baionetta," Ref SIET 02566 RP 15 rev.1, Ref ENEA ADPFISS-LP1-060 rev1, 2016.
- [5] S. Kakac and B. Bon, "A Review of two-phase flow dynamic instabilities in tube boiling systems," *International Journal of Heat transfer* 51 (2008), pp. 401-424.
- [6] J. A. Bouré, A. E. Bergles, and L. S. Tong, "Review of two phase flow instabilities," *Nuclear Engineering and Design* (25) 1973, pp. 165-191.
- [7] S. Cozzi, "Thermal Hydraulics Analysis of an Innovative Bayonet Tube Heat Exchanger," *Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Milano*, Anno Accademico 2014-2015.
- [8] C. D. Fletcher and R.R. Schultz, "RELAP5/MOD3.3 Code manual," *NUREG/CR-5535, INEL-95/174, Idaho National Engineering Laboratory*, Gennaio 2002.
- [9] D. Rozzia et al., "Activities in Support to the Assessment of Steam Generator Bayonet Tubes, for GEN-IV Applications," Accordo di programma ENEA-MSE su Nuovo nucleare da fissione, Rapporto Tecnico ENEA NNFISS - LP3 - 054, 2012.
- [10] D. Rozzia et al., "Double-wall bayonet tube steam generator for LFR application. Preliminary characterization," Rapporto Tecnico ENEA RdS/2011/50, 2011.
- [11] G. Ponti et al., "The role of medium size facilities in the HPC ecosystem: the case of the new CRESCO4 cluster integrated in the ENEAGRID infrastructure," *Proceedings of the 2014 International Conference on High Performance Computing and Simulation*, no. HPCS 2014, art. no. 6903807, 1030-1033.
- [12] "NUGenia Small Modular Reactor (NUSMoR) with passive safety features," 2014.
- [13] M. D. Carelli et al., "The design and safety features of the IRIS reactor," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 230, pp. 151-167, 2004.
- [14] G. Haratyk, C. Lecomte, and F. X. Briffod, "Flexblue®: a subsea and transportable small modular power plant," in *Proceedings of ICAPP 2014*, Charlotte - USA, April 2014.
- [15] G. Baldocchi, M.E. Ricotti, and M. Santinello, "Small Modular Reactors for the Flexblue concept," 2015.
- [16] M.E. Ricotti et al., "Preliminary safety analysis of the IRIS reactor," in *Proceedings of ICON10 10th International Conference on Nuclear Engineering*, Arlington, VA, April 14-18, 2002, 2002.
- [17] N.E. Todreas and M.S. Kazimi, *Nuclear systems: thermal hydraulic fundamentals. Vol 1.*: CRC Press, 2012.
- [18] Frank P. Incropera, David P. De Witt, Theodore L. Bergman, and Adrienne S. Lavine, *Fundamental of Heat and Mass Transfer.*: John Wiley & Sons, 6th edition, 1996.
- [19] D.G. Prabhanjan, G.S.V. Raghavan, and T.J. Rennie, "Comparison of heat transfer rates between a straight tube heat exchanger and a helically coiled heat exchanger," *International Communications in Heat and Mass Transfer*, vol. 29, no. 2, pp. 185-191, 2002.
- [20] "RELAP5/MOD3.3 CODE MANUAL," March 2003.
- [21] K.J. Bell and A.C. Mueller, *Wolverine Engineering Data Book II, Wolverine Tube.*: Inc. Research and Development Team, 2001.

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 068	0	L	57	265

- [22] G. Haratyk et al., "CFD investigation of Flexblue hull," in *Proc. of NUTHOS-10*, Okinawa - Japan, 2014.
- [23] F. De Rosa et al., "Analysis of a Station Black-Out transient in SMR by using the TRACE and RELAP5 code," in *32nd UIT (Italian Union of Thermo-fluid-dynamics) Heat Transfer Conference*, vol. 547, Pisa, 2014.
- [24] M. Caramello et al., "Analisi e confronto di soluzioni tecnologiche diverse per la rimozione del calore in reattori SMR," 2015.
- [25] A. Cioncolini et al., "Thermal hydraulic analysis of IRIS reactor coiled tube steam generator," in *Nuclear Mathematical and Computational Sciences: A Century in Review, A Century Anew*, Gatlinburg, Tennessee, April 6-11, 2003.
- [26] T. Bajs, D. Grgic, V. Šegon, L. Oriani, and L.E. Conway, "Development of relap5 nodalization for IRIS non-loca transient analysis," in *Nuclear Mathematical and Computational Sciences: A Century in Review, A Century Anew*, Gatlinburg, Tennessee, 6-11 April, 2003.

RINGRAZIAMENTI

Le risorse computazionali e il relativo supporto tecnico utilizzato in questo report sono stati forniti dall'infrastruttura CRESCO/ENEAGRID High Performance Computing e dal suo staff [11]. L'infrastruttura è finanziata da ENEA e da programmi di ricerca Europei, vedi <http://www.cresco.enea.it/>.

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS – LP1 – 068	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 58	di 265
--	--	------------------	----------------------	-------------------	------------------

APPENDICE A – RAPPORTO POLIMI

Viene riportato di seguito il documento redatto da POLIMI in lingua inglese finalizzato al confronto prestazionale di due generatori di vapore, uno a tubi elicoidali e l'altro a tubi a baionetta, inserite nel design di un SMR integrato in funzionamento passivo nelle condizioni incidentali di Station-Black-Out.



C I R T E E N
C  **I**  **R**  **T**  **E**  **N**
Consorzio Interuniversitario per la Ricerca **T**ecnologica **N**ucleare
INTER-UNIVERSITY CONSORTIUM FOR NUCLEAR TECHNOLOGICAL RESEARCH

POLITECNICO DI MILANO

Dipartimento di Energia - Nuclear Reactors Group

SMR and Passive Safety System with Bayonet-type Heat Exchanger: Station Black-Out scenario and comparison with an Helical Coil Heat Exchanger

Autori

Ing. Marco SANTINELLO

Ing. Luigi IACOPINI

Prof. Marco RICOTTI

CERSE-POLIMI RL 1505/2016

Lavoro svolto in esecuzione dell'Attività LP1. C2.2
AdP MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico - Piano Annuale di Realizzazione 2015
Progetto B.3.1 "Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione"



Indice

SOMMARIO	4
1. Introduction	5
2. Model	7
2.1 Core	7
2.2 Pressurizer	8
2.3 Upper plenum	8
2.4 Other primary loop components	9
2.5 Steam Generator	9
2.5.1 Helical coil steam generator	9
2.5.2 Bayonet tube steam generator	10
2.6 External seawater condenser	12
2.7 Secondary loop piping	13
2.8 Auxiliary water tank	14
3. Solving strategy	15
3.1 Transient	15
3.2 Heat transfer correlations in SG	15
3.3 Boundary conditions	16
3.3.1 External seawater emergency heat exchanger	16
3.3.2 Power source	17
3.4 Initial conditions	18
3.5 Numerical solving	18
3.6 Validation of modeling and nodalization	19
4. Results	20
4.1 Helical coil steam generator	20
4.1.1 Overview	20
4.1.2 Primary system	20
4.1.3 Secondary system	24
4.2 Bayonet tube steam generator	27



4.2.1 Overview	27
4.2.2 Primary system	28
4.2.3 Secondary system	30
4.3 Main remarks	33
4.3.1 Note about the pressure decrease	33
4.3.2 Effect of geometry on pressure losses	34
5. Summary, final remarks and follow-up	36
REFERENCES	37



SOMMARIO

Questo report illustra un'attività modellistica nella quale si vuole confrontare il comportamento di due configurazioni di Generatori di Vapore (GV), una con tubi elicoidali e l'altra con tubi a baionetta, inserite nel design di un SMR integrato in funzionamento passivo durante uno scenario incidentale di Station Black-Out (SBO). Il lavoro è stato realizzato dal Gruppo Impianti Nucleari del Politecnico di Milano utilizzando il codice di sistema RELAP5 versione Mod.3.3. Il design sottomarino Flexblue©, un impianto nucleare modulare di piccola taglia (500MW_t) progettato dall'azienda francese DCNS, è stato preso come riferimento per la definizione del layout dei vari componenti. In particolare, è stato considerato il dimensionamento preliminare IRIS4Flexblue, ossia una versione del reattore IRIS ideata all'interno del Gruppo Impianti Nucleari del Politecnico di Milano, scalata in potenza e altezza recentemente allo scopo di risultare adatto per Flexblue©. Le simulazioni modellizzano il circuito primario, il circuito secondario e uno scambiatore d'emergenza posizionato sopra lo scafo di Flexblue©, collegato direttamente al generatore di vapore e immerso direttamente nell'acqua di mare, la quale funge da pozzo freddo infinito. È stato simulato un transitorio di 5 ore a partire dall'istante in cui è attivato lo spegnimento rapido del reattore. Sia per la configurazione con tubi elicoidali che per quella con tubi a baionetta sono stati utilizzati modelli e nodalizzazioni validati in precedenti lavori con dati sperimentali. I risultati mostrano come, nel periodo di tempo simulato, entrambe le configurazioni di GV abbiano ottime potenzialità di scambio termico, riuscendo a mantenere le barre di combustibile sempre coperte dal livello di liquido e la temperatura nel nocciolo del reattore ben al di sotto dei limiti di sicurezza. La configurazione di GV con tubi a baionetta ha performance migliori sul lato secondario rispetto a quella con tubi elicoidali: dopo poche ore dallo spegnimento del reattore, essa riesce a scambiare tutto il calore di decadimento con fluido quasi interamente monofase. Questo fenomeno è dovuto prevalentemente al fatto che tale configurazione comporta minori lunghezze dei tubi e maggiori sezioni di passaggio nel GV, riducendo così le perdite di carico e favorendo la circolazione naturale del fluido secondario. Tuttavia, sebbene l'attività sia limitata alla sola valutazione delle performance di tali configurazioni da un punto di vista termo-idraulico ed il report non affronti la questione di come realizzare il design del GV di IRIS4Flexblue, è importante rimarcare che la configurazione di GV a tubi a baionetta è difficilmente adattabile ad un layout anulare e la progettazione dei collettori presenterà non poche difficoltà. Al contrario, per la configurazione elicoidale esiste già un design preliminare. Analisi dettagliate riguardanti gli aspetti meccanici e costruttivi dei generatori di vapore per questo tipo di reattore sono rimandate a studi futuri.



1. Introduction

The work here presented concerns a modeling activity of a Station Black-Out (SBO) scenario in a submerged Small Modular Reactor (SMR). The reference design is Flexblue, a 160 MWe, transportable and subsea-based nuclear power unit operating up to 100 meter depth several kilometers away from the shore, proposed by the French company DCNS [1]. In a post-Fukushima world, its safety features are particularly relevant. The immersion provides inherent protection against most external aggressions including tsunamis, extreme weather conditions and malevolent actions. The vicinity and the availability of an infinite, permanent heat sink – the ocean – enhances the performance of the safety systems which, when designed to operate passively, considerably extend the grace period given to operators in case of accident. Several companies and research institutes are working on the development of such design [2]. The reactor design to be placed inside the Flexblue hull has not been decided yet. POLIMI proposed a scaled version of IRIS [3], called IRIS4Flexblue: it is a re-adjustment of IRIS integral layout, in order to fulfil the output power requirement of 160 MW and fit the 14 m diameter of the reactor containment [4].

This report illustrates the results of a modeling activity aimed at simulating the behavior of the primary and secondary natural circulation flows in the case of complete failure of both off-site and on-site AC power sources. The purpose is to observe if, under the given layout and circumstances, it is possible to ensure sufficient core cooling only by natural convection. In case of a SBO event, core scram occurs and the Emergency Heat Removal System (ERHS) starts operating, establishing a natural circulation flow aimed at keeping the temperature of the fuel rods below safety limits. This circuit has an external condenser that allows the rejection of the decay heat directly to the ocean. Seawater acts as an infinite cold sink and its capability to absorb large amount of heat, without local heating phenomena has been demonstrated in [5]. The scenario here analyzed supposes that both primary and secondary systems remains intact during all the transient. Hence, the design of the steam generator assumes a paramount importance to determine the stability and the effectiveness of the natural convection. The activity here presented activity focuses the attention on the comparison between the performance of helically coiled tubes and bayonet tubes steam generators. A SBO scenario is simulated for both these type of SG alternatively, in order to understand if such solutions are adequate to be used in IRIS4Flexblue and to evaluate differences between the evolutions of the accident. The purpose of the work concerns only the safety analysis of an accidental scenario, therefore no consideration about manufacturing issues are made.

Simulations are performed using RELAP5 mod 3.3, a simulation tool developed at Idaho National Laboratory (INL) for the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC). It is well known and widely adopted in the nuclear sector to simulate single phase and two-phase flow fluid dynamics, especially in tube-type geometries. The code employs a control volume approach: components are subdivided into volumes connected by junctions. Each volume is characterized with a series of parameters that represent its geometry, e.g. cross section, length in the direction of the flow, hydraulic diameter, roughness. Junctions are characterized by the flow area and the form losses coefficients. The hydrodynamic model of the code is a one-dimensional, transient, two-fluid model for flow of single-phase and two-phase steam-water mixture that can contain non-condensable components in the steam phase and/or a soluble component in the water phase. Thus, simulations solve 1D-balance equations for liquid and vapor phases, which are formulated in terms of volume and time-averaged parameters



of the flow. Phenomena that depend upon transverse gradients, such as friction and heat transfer, are formulated in terms of the bulk properties using empirical transfer coefficient formulations. The code contains specific constitutive relations for defining flow regimes and flow-regime-related models for interphase drag and shear, the coefficient of virtual mass, wall friction, wall heat transfer, interphase heat and mass transfer, and direct (sensible) heat transfer.

2. Model

IRIS4Flexblue primary and secondary circuits are nodalized and modeled with a 1D approach, in order to be suitable for RELAP5 system code. The model is based on a work by Ricotti et al. [6], which simulates a SBO scenario for IRIS reactor, adapted to the current case using data of IRIS4Flexblue from Baldocchi et al. [4]. The model consists of:

- ⇒ the primary circuit, which includes the core, the pressurizer, the primary side of the SG and other minor components;
- ⇒ the secondary circuit, which includes the secondary side of the SG, the condenser exchanging with external seawater and the piping.

A brief description through the modeling of all these components is here given, while Figure 1 shows the schematic of the modeling for the helical SG case.

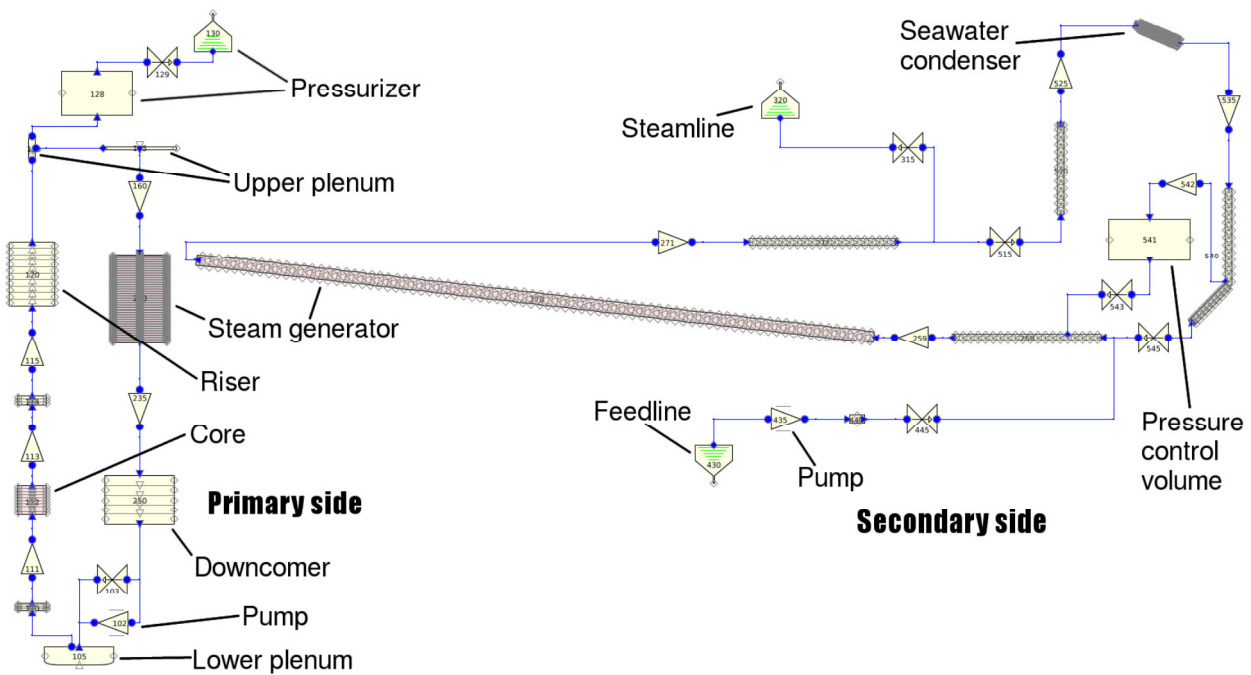


Figure 1. Schematic of nodalization of primary and secondary circuits

2.1 Core

The core component has been modeled as a single pipe subdivided into 12 elementary volumes, with hydraulic equivalent diameter of a single channel and flow area equivalent to the total core flow area. A heat structure, which act as a power source, is linked to the pipe and is able to simulate the thermal resistance of the UO₂ pellet and the Zircaloy cladding. A list of geometric and modeling parameters of the core is shown in Table 1.

Table 1 Core geometry and modeling data

Total length	3.1 m
Active length	2 m
Hyd. diameter	16.1e-03 m

Flow area	2.462 m ²
Nodalization	One pipe with 10 elementary volumes for the active zone Two pipes with respect. 4 and 3 elementary volumes for core inferior and superior zones

2.2 Pressurizer

The pressurizer is located in the upper part of the vessel, in the dome. The component is modeled as a single volume, initially filled with water with a certain quality value. A time dependent volume with fixed pressure is connected to the top to simulate the control on pressure when the system is working in operating conditions (Figure 1). Main geometrical and modeling data of the pressurizer are summarized in Table 2.

Table 2 Pressurizer geometry and modeling data

Total height	3 m
Total volume	42 m ³
Nodalization	One single volume jointed to a time dependent volume for pressure control
Nominal quality	0.255

2.3 Upper plenum

A separator simulates the space under the plate of the pressurizer, connecting together the riser, the SG and the pressurizer. The steam outlet is connected to the pressurizer and the saturated water outlet to a bypass volume, which models the annular space around the upper plenum under the pumps and flows into the SG (Figure 2). However, this configuration does not represent correctly the IRIS design, because in IRIS the top of the riser and the inlet of the SG are not directly connected. This operation has been necessary to better simulate the pressurizer behavior, avoiding the occurring of unphysical conditions like the presence of liquid in the pressurizer and steam in the SG.

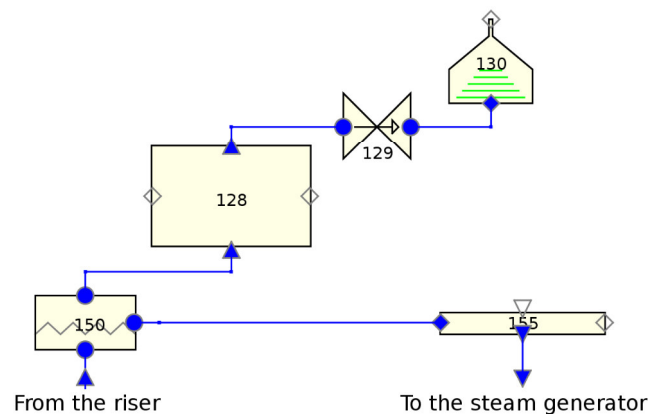


Figure 2. Detail of schematic of upper plenum and pressurizer



2.4 Other primary loop components

- ⇒ *Downcomer*: it is placed under the steam generator and it has the same annular shape. It is modeled as a pipe.
- ⇒ *Pump*: it is placed under the downcomer and it has been modeled as an ideal junction that imposes a fixed mass flow rate. After the scram, it is isolated from the rest of the system.
- ⇒ *Lower plenum*: it is a volume situated in the lower part of the RPV.
- ⇒ *Riser*: modeled as a pipe, it occupies the internal space of the barrel and it connects the upper part of the core to the upper plenum.

Table 3 Geometrical and nodalization data of components listed above

Downcomer height	3.3 m
Downcomer hyd. diameter	2.194 m
Lower plenum volume	16 m ³
Riser height	4.2m
Riser diameter	2.7m
Upper plenum volume	3 m ³
Nodalization	One pipe with 10 elementary volumes for riser A separator connected to a single volume for upper plenum One single volume for the lower plenum One pipe with 5 elementary volumes for downcomer

2.5 Steam Generator

The key point of this study is the comparison of the performance of two alternative designs for the Steam Generator (SG). In IRIS4Flexblue, the SG is placed inside the Reactor Pressure Vessel (RPV) above the core, in the annulus between the barrel and the vessel containment. In this paragraph, the modeling of helical coil and bayonet tubes SGs is presented.

2.5.1 Helical coil steam generator

Helical coiled tubes are widely used in many industrial applications of heating and refrigerating plants and offer several advantages, with respect to straight tubes, in terms of compactness, improvement of heat transfer performance, reduction of vibration and thermal stresses. In the nuclear field, some proven designs of helical coil SG already exist, e.g., the French Liquid Metal Fast Breeder Reactor Super-Phenix, the Japanese Monju nuclear power plant and the PWR powered German Nuclear Ship Otto Hahn. In addition, some projects for innovative SMR, such as IRIS and NuScale, adopt this type of component.

In IRIS4Flexblue preliminary design made by Baldocchi et al. [4], the SG has a configuration similar to that adopted for NuScale, i.e., a single large helical module coaxial to the core. This solution allows the minimization of the vessel diameter, which in principle can be lower than 5 meters. Pipes



are distributed non uniformly in several rows, wrapped alternately clockwise and anti-clockwise. Main geometrical parameters are given in Table 4.

Table 4 IRIS4Flexblue SG main parameters

Diameter	12.53 mm (internal) / 17.46 mm (external)
Pitches	23.85 mm
Primary side total flow area	8.43 m ²
Primary side hyd. diameter	22.03 mm
Secondary side total flow area	0.35 m ²
Total SG height	4 m
Tube length (average)	30.6 m
Inclination	6.5°
Number of tubes	2820
Material	Inconel 600

To model such component in a 1D simulation with RELAP5, two important assumptions are necessary.

First, since RELAP5 does not have specific models to deal with helical pipes, a rectilinear duct is used, with the total tube length equivalent to the developed helical tube and with the same inclination. Effects of centrifugal force are therefore neglected. Although this is a strong hypothesis, it should be noticed that it keeps the model on the conservative side, since it is known that centrifugal force has a positive influence on heat transfer [7].

Secondly, instead of the total 2820 tubes determined by Baldocchi et al. [4], the model uses only two separated pipes, one for the primary and one for the secondary circuit, representing the entire system. To obtain the hydraulic equivalent diameter of the primary pipe a mean primary total flow area is considered. The mean value of the flow area has been calculated as the free volume between the core barrel and the external vessel (i.e. the space around the secondary pipes), divided by the total height of 4 m. On the other hand, the secondary side is modeled using a single large pipe, whose total flow area is the total flow area of the SG and the equivalent diameter is that of a single tube. Each pipe is split into 160 elementary volumes each, connected by ideal junctions. Primary volumes are thermally coupled with the corresponding one of the secondary side by a heat structure that simulates the heat transfer.

2.5.2 Bayonet tube steam generator

The main advantages of using bayonet tubes are simplified maintenance and low rupture frequency. Being welded or rigidly coupled to the tube sheet only at one extremity, they do not suffer from thermal expansion stresses, thus reducing the formations of cracks and improving reliability with the respect of single tube boilers. Moreover, they can be easily extracted from the component and



replaced, if failed. The multiple interesting features of bayonet tubes have led to numerous application both in conventional and in nuclear field. Other important advantages for the nuclear industry are the reduced duration of construction, economies and simplicity in factory fabrication and mass production, possible design simplifications.

They are commonly used as heat exchangers and boilers in the chemical and pharmaceutical industry. In the past 40 years, many studies were proposed for the use of bayonet tube heat exchangers for nuclear applications and many patents were registered. For the most part there were proposal as heat exchanger for high temperature gas reactors because of their capability of sustain very high temperatures with reduced thermal stresses-related issues. Other proposal were made for molten salt reactors and liquid metal cooled fast reactors due to the possibility of use bayonets in pool type layouts with both forced and natural circulation, for LMFR, and as external heat exchangers for MSR. Nowadays, the most important fields of application are the ALFRED demonstrator reactor for lead coolant technology and the some innovative project of integral PWR.

Unlike the helical coil SG case, a preliminary design for a bayonet tube SG to be placed inside IRIS4Flexblue does not exist yet. Besides, the definition of its sizing and layout is a hard task, since the cylindrical shape of the reactor pressure vessel makes the design of the headers very complex. However, this work focuses only on the heat transfer performance of such a SG, therefore constructional issues are not addressed here. The purpose of the current analysis is only to provide a preliminary evaluation of the heat transfer performance of the bayonet tube design applied to the IRIS4Flexblue case. The total number of tubes is determined by maintaining a similar heat transfer surface with respect to the helical coil SG case. The case tested considers equal heat transfer surface between the two technological solutions: 16847 tubes are necessary, assuming that the header may reduce the usable surface of the SG from 4 m to 3.5 m. This a way to consider the presence of the headers at the top of the steam generator. Because of the lacking of a preliminary design of a bayonet tube SG for the IRIS4Flexblue case, inner tube and annulus diameters are taken equal to those of HERO-2 facility [8]. This choice makes easier the comparison with experimental of the results and V&V of the simulations that will be carried out in future works.

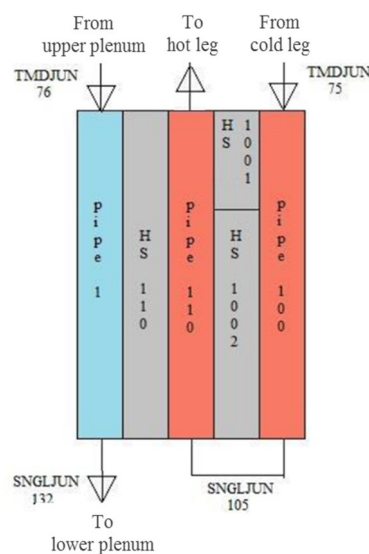


Figure 3. RELAP5 bayonet tube modeling

The model designed to simulate the real behavior of a bayonet tube SG is a two pipes approach, analogous to that of helical coil SG. This single-tube model, although being very simple, is enough to represent heat transfer phenomena, temperature and pressure trends inside the steam generator unit, even if is not sufficient to identify possible parallel channel instabilities due to asymmetrical behavior of the fluid. Hydraulic control volumes are represented, as visible in Figure 3, by a descending pipe component for the downcomer (PIPE100, in red) of the bayonet tube, an ascending annulus for the riser section (ANNULUS110, in red) and another descending pipe for the primary fluid flow channel (PIPE1, in light blue). The downcomer that carries the secondary fluid is assumed to be adiabatic, while a heat structure couples the annulus with the primary side. The two pipes and the annulus are subdivided into 80 elementary volumes each one. A list of main geometrical parameters is given in Table 5.

Table 5 Bayonet tubes SG main parameters

Downcomer diameter	7.09 mm (internal) / 9.53 mm (external)
Annulus diameter	21.18 mm (internal) / 25.40 mm (external)
Annulus hyd. diameter	2.13 mm
Number of tubes	16847
Primary side total flow area	5.07 m ²
Primary side hyd. diameter	14.80 mm
Secondary side total flow area	1.13 m ²
Total SG height	4 m (3.5 m for HT surface calculation)
Material	Inconel 600

2.6 External seawater condenser

The external seawater heat exchanger represents the ultimate character in the process of transferring the decay power from the fuel rods to the exterior. Since it is very likely that in the first phases of a SBO scenario there is steam production in the secondary side of the steam generator, seawater heat exchanger typically works also as a condenser. As far as this component is concerned, no specific design has been made yet by DCNS or other companies involved in Flexblue development. Therefore, in this section a rough preliminary design is firstly proposed.

The seawater heat exchanger has been thought to be a straight tube bundle placed horizontally on the external upper part of the hull of Flexblue, to take advantage of the direct contact with the seawater, that act as an infinite cold sink, and of the highest possible placement. Since the hull is a cylinder with 14m of diameter, to better integrate with the overall design and optimize heat exchange, the pipe should be slightly inclined. Furthermore, the condenser should have enough distance from the top of the hull to stimulate water recall from the bottom and enhance the circulation of the seawater through the bundle. In order to maintain symmetry and increase redundancy, the tube bundle should be split



into two identical modules, placed symmetrically on the two descending sides of the top of the hull. The primary aim of this sizing is finding a minimum heated surface sufficient to exchange the maximum decay power produced by the core. For a preliminary conservative sizing, one can consider that during an emergency scenario the condenser should be capable to transfer the decay heat produced by the fuel rods 1 seconds after the scram, i.e., roughly $25 \text{ MW}_{\text{th}}$.

Furthermore, there is also the need to estimate a reference value of heat transfer coefficient between the external side of the condenser and the seawater: among the various type of heat transfer regime, the most conservative one is a single-phase or a transition boiling case, during which the HTC is considerably lower than in bulk boiling conditions. The value adopted for the sizing is $1950 \text{ W/m}^2\text{K}$ and it has been calculated with Churchill and Chu correlation [9] for natural circulation single-phase heat transfer. The temperature difference between the heat exchanger external surface and undisturbed seawater can be estimated to be, in the first phases of the SBO scenario, approximately 120°C .

Thanks to these considerations and assumptions, a rough sizing for the external seawater heat exchanger is made. Main parameters are given in Table 6.

Table 6 Geometrical data of external seawater heat exchanger

Tube length	3m
Inclination	23°
Tube external diameter	25.4 mm
Tube thickness	2.5 mm
Minimum heated surface	106.84 m^2
Number of tubes	450
Tube pitch	4 mm
Number of rows	5
Number of modules	2
Size of the modules	1.8 m x 3 m
Min/max distance from the hull	1 m / 1.62 m

2.7 Secondary loop piping

Pipe modeling has to be quite accurate when studying a natural circulation system, because pressure losses play a key role in the operation of the Emergency Heat Removal System (EHRS). Although a definite pipe design has not been made yet, some considerations about the length of the secondary tubes can be made. The diameter of the hull, the length of the reactor section and the elevations of the inlet and outlet point of the steam generator are known. However, for safety and operating reasons, the heat exchanger should not be placed directly on the top of the reactor compartment, as shown in

Figure 4. In addition, since the condenser has two modules, also the piping should be doubled. Geometrical data are given in Table 7.

Table 7 Geometry and modeling data of EHRs piping

Hot legs length	16.17 m
Cold legs length	20.04 m
Pipe diameter	0.3 m
Nodalization	33 elementary volumes for hot legs 33 elementary volumes for cold legs 60 elementary volume for seawater condenser

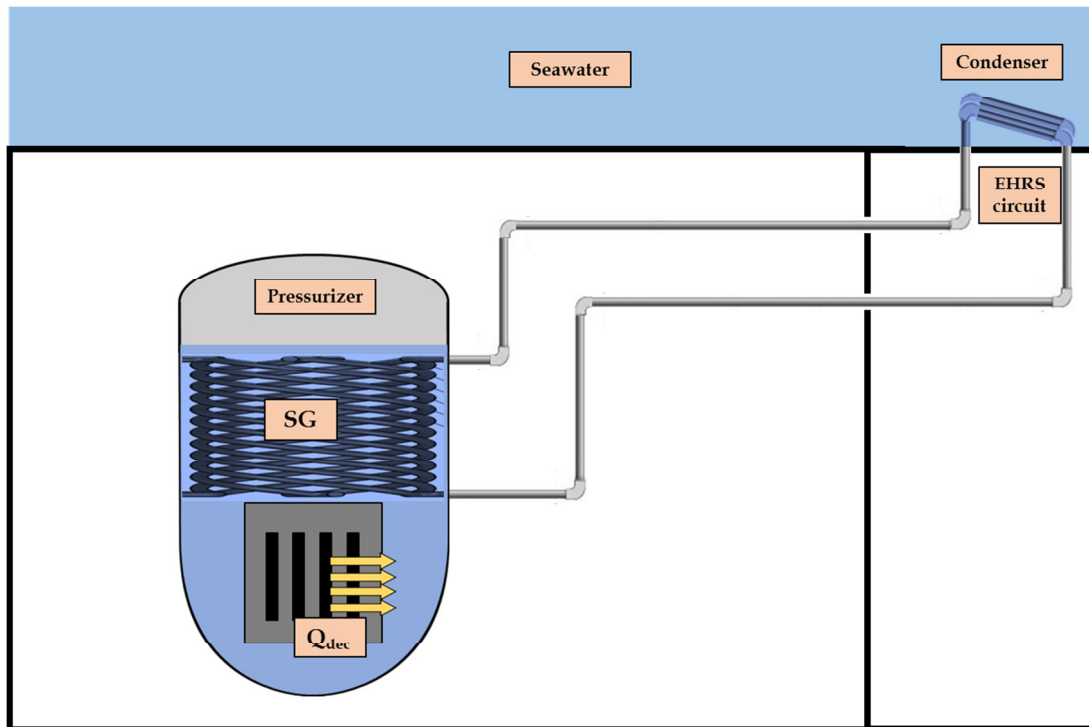


Figure 4. Sketch of the Emergency Heat Removal System

2.8 Auxiliary water tank

This component is modeled in order to increase the total inventory of mass of liquid in the secondary loop and then to increase the inertia of the system during the depressurization. The water tank is a volume of 50 m³ of subcooled water. In the model, the outlet of the tank is connected to the cold inlet leg of the SG through an auxiliary valve (that opens only during SBO event). There is also a connection between the outlet leg of the EHRS and the inlet of the tank, with the aim to avoid a collapse of the tank during depressurization.



3. Solving strategy

3.1 Transient

The transient study investigates how the system reacts and evolves to the SBO event from an operational full-power state. The simulation never reach a steady state, because the decay power has an exponential decrease. The investigation is focused on the first 5 hours (18000s) from the start of the SBO.

The transient simulation is divided into two main sections, divided by the scrambling event.

- ⇒ The first 1500 s are necessary to the system to reach a full-power steady state from the initial condition we imposed; the system works at nominal conditions until the scram.
- ⇒ When the scrambling event occurs, the system goes under SBO state and evolves naturally for 18000 s without any external control.

The scrambling event is simulated imposing a sudden power drop at $t = 0$ s from a situation of constant full power; from this moment on, the core power decreases following an exponential law. At that time, primary and secondary pumps stop with an inertia of 60 seconds and then, natural convection driven flows start. A set of auxiliary valves isolate the pumps, the pressurizer and the steam /feed line from their respective loop. In addition, other valves connect the secondary loop to the EHRS.

3.2 Heat transfer correlations in SG

Depending on the thermodynamic conditions of the fluid, RELAP5 uses different correlations for the wall heat transfer to the fluid. Those used in the current work are listed in Table 8. RELAP5/MOD3.3 uses a boiling curve like that in Figure 5 to govern the selection of heat transfer correlations.

For the primary side, the helical coil SG case makes use of correlations for horizontal tube bundles, since the slope of helical tubes is only 6.5° , thus almost horizontal. Conversely, in bayonet tubes SG external heat transfer is similar to that a counter-flow vertical heat exchanger. Therefore, Dittus-Boelter type correlations are used. For the secondary side, similar boiling models are adopted for both cases.

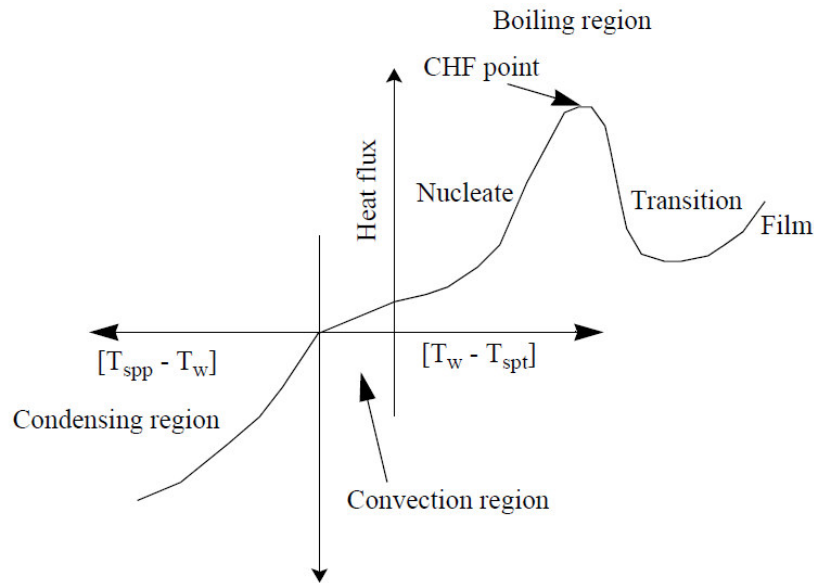


Figure 5. RELAP5 Boiling and Condensing Curves

Table 8 Wall convection heat transfer correlations used in RELAP5 [10]

Fluid state	Correlations
Single phase (liquid and superheated steam)	Kays, Dittus-Boelter, ESDU, Shah, Churchill-Chu, McAdams, Elenbaas, Petukhov-Kirillov, Swanson-Catton
Nucleate boiling	Chen
Nucleate boiling in horizontal bundles	Forster-Zuber, Polley-Ralston-Grant, ESDU
Transition boiling	Chen-Sundaram-Ozkaynak
Film boiling	Bromley, Sun-Gonzales-Ten, and single phase correlations

3.3 Boundary conditions

3.3.1 External seawater emergency heat exchanger

In order to simulate heat exchange with seawater, firstly it is necessary to suppose some environmental conditions that affect heat exchange and depend on the place where the module is operating. These conditions are listed in Table 9. Then, in order to avoid simulating the external seawater, the strategy here adopted is to calculate the external HTC as a function of the pipe surface temperature, imposing a convective condition on the external side of the heat exchanger. Undisturbed seawater temperature is assumed to be 20 °C.

Table 9 Seawater environmental boundary conditions

Depth	60 m
-------	------



Seawater temperature	20°C
Seawater pressure	6 bar
Saturation temperature	159°C
Seawater salinity	35 ppt

HTC depends on fluid thermodynamic conditions. Thus, the aforementioned HTC function has been subdivided into three zones, according to the Nukiyama curve.

- i) the single-phase zone, i.e. $T_{\text{tube}} - T_{\text{sat}} < 5$.
- ii) the nucleate-boiling zone, i.e. from $T_{\text{tube}} - T_{\text{sat}} > 5$ to thermal crisis point determined with Zuber correlation for Critical Heat Flux (CHF) [9].
- iii) the transition-boiling zone.

For zone (i), HTC is determined with equation proposed by Churchill and Chu [9] for external natural circulation from a horizontal pipe (see Table 10), which is very simple and widely employed and validated. Even though this correlation is specific for a single-tube and the current application is for a tube bundle, nevertheless its use is justified, because the heat exchange for a tube bundle is more efficient than the heat exchange for a single tube. Therefore, this assumption is conservative. For the same reason, Churchill and Chu correlation can be used also in zone (iii), assuming a gaseous single-phase. For zone (ii), an equation recommended by Palen [11] for nucleate boiling around a horizontal tube bundle is used. Table 10 reports the formulas of the correlations employed, while Figure 6 shows the profile of the HTC vs $T_{\text{tube}} - T_{\text{sat}}$ curve.

Table 10 Correlations adopted for determining external HTC

Churchill and Chu [9]	$Nu_{nc} = \left\{ 0.60 + \frac{0.387 Ra_{nc}^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr_{sea}} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad (1)$
Palen [11]	<p>with $h_{nb,tube}$ calculated with Borishanski-Mostinsky correlation</p> $h_{nb,tube} = \frac{[0.10111 p_{cr}^{0.69} (1.8 p_r^{0.17} + 4 p_r^{1.2} + 10 p_r^{10}) (T_{tube} - T_{sat})]^{10/3}}{(T_{tube} - T_{sea})} \quad (2)$
Zuber [9]	$q''_{max} = 0.149 h_{fg} \rho_v \left[\frac{\sigma g (\rho_l - \rho_v)}{\rho_v^2} \right]^{1/4} \quad (3)$

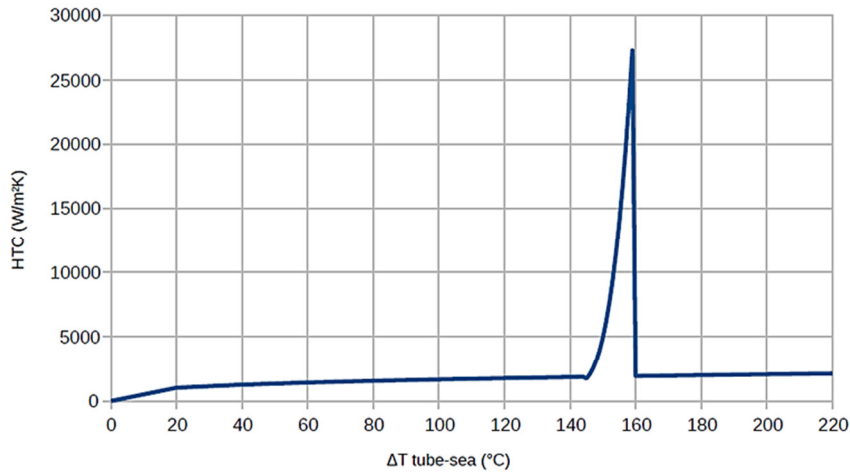


Figure 6. The calculated HTC as a function of $\Delta T_{\text{tube-sea}}$ for the seawater condenser

3.3.2 Power source

The power source in fuel rods is modeled imposing a volumetric heat source in the heat structure coupled to the flow channel. The heat structure represents the solid part of the core. The power source has a total initial value of 500MW_{th} and it has a cosine-shape axial distribution. In first approximation, no Bessel-shape radial distribution has been made, because the core component has been modeled as a single pipe. The initial value of the power is applied during the operational full-power state. Then at $t = 0$ s, when the scrambling event occurs, the power drops following the ANS decay heat fitting curve [12], reported in Equation (4). Figure 7 shows the profile of the power source in the core.

$$\begin{cases} \dot{Q}_{\text{decay}} = \dot{Q}_{\text{tot}} (-6.14575 \cdot 10^{-3} \ln(t) + 0.060157) & 0 < t < 400\text{s} \\ \dot{Q}_{\text{decay}} = \dot{Q}_{\text{tot}} (1.4068 \cdot 10^{-1} t^{-0.286}) & t \geq 400\text{s} \end{cases} \quad (4)$$

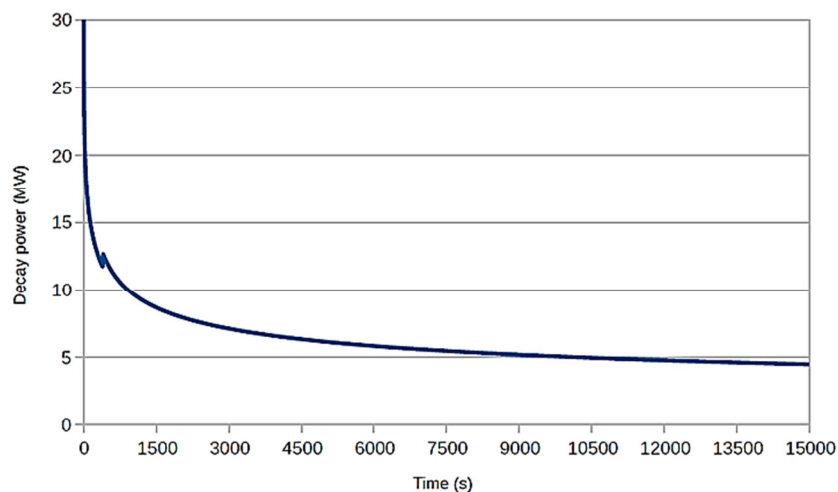


Figure 7. The ANS decay heat fitting curve for a nominal power of 500MW_{th}

3.4 Initial conditions

Since the first part of the transient is aimed at reaching the nominal operating state, so that the SBO event can start from a realistic situation, initial conditions in primary and secondary circuit are taken from nominal design working parameters. On the other hand, the EHRS does not operate until the scram, therefore at the beginning of the simulation the setting of a cold and pressurized state is used. Table 11 reports the list of all the initial conditions.

Table 11 Initial conditions

	Primary loop	Secondary loop	EHRS
Temperature	326°C	224°C hot leg 212°C cold leg	20°C
Pressure	155 bar	62 bar	62 bar
Mass flow rate	2250 kg/s	251.47 kg/s	--
Pressurizer quality	0.255	--	--

3.5 Numerical solving

In RELAP5, Averaged hydraulic properties are evaluated in the center of the cell, which is the control volume for mass and energy quantities, except for velocities, which are evaluated in junctions, namely momentum quantities control volumes (Figure 8). Heat structures permit the calculation of heat transfer across solid boundaries of hydraulic volumes. Heat flow path are modeled in a one-dimensional sense, using a finite difference mesh to calculate temperatures and heat flux vectors. To simulate the heat flow path normal to the fluid flow path these structures can be connected to hydrodynamic volumes. Coupling is made by solving heat transfer equations in a lumped parameter approach. A one-dimensional form of the transient heat conduction equation in rectangular, cylindrical or spherical coordinates represents the temperature distributions in these structures; spatial dimension of the calculation is along any of the coordinates in rectangular geometry and along the radial one in cylindrical and spherical geometry. The mesh point spacing is taken in the positive direction from left to right (Figure 9).

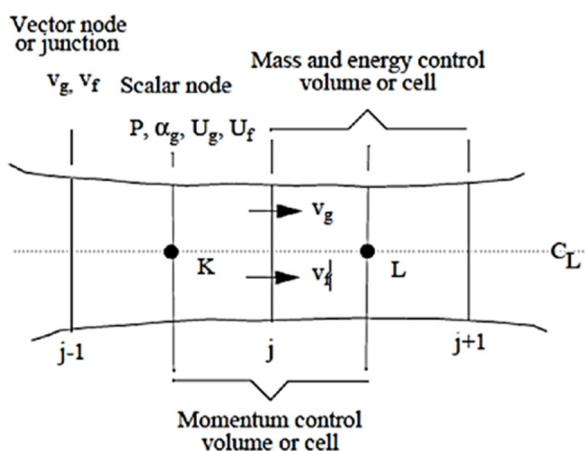


Figure 8. RELAP5 control volumes [10]

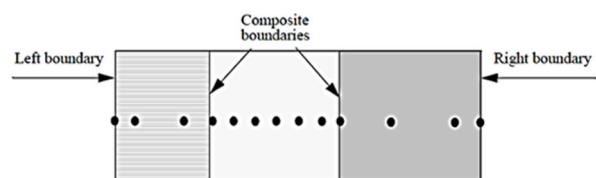


Figure 9. Mesh point spacing [10]



In RELAP5 a semi implicit algorithm is implemented for fluid equations solving strategy [10]. The spatial derivatives of the mass and energy fluxes are evaluated by using donored old-time quantities for the scalars and evaluating the velocity with which the quantities are fluxed implicitly. In addition, the only spatial derivative in the momentum equations that is evaluated implicitly is the pressure gradient. A variety of checks on solution acceptability is used to control the time step. These include material Courant limit checks, mass error checks, and material properties out of defined ranges, water property errors, or excessive extrapolation of state properties in the metastable regimes. In the present work, coupling of heat transfer and hydro-dynamics is made at the same time step.

3.6 Validation of modeling and nodalization

RELAP5 Mod 3.3 is well validated against several analytical solutions and separate effects experiments: a lot of work has been done to assess that numerical methods and physical models are consistent and convergent. A complete documentation of the validation status of the code can be found at [10].

As far as the nodalization of the current problem is concerned, for almost all the components exposed in this study there exists at least one previous work in literature that adopts the same or a very similar modeling and discuss its verification and validation. For the nodalization of the primary circuit and the helical coil SG, the activities performed in the framework of the development of the design IRIS, e.g., [13] and [14], discusses the validation and verification of such models. For the bayonet tube SG, the model adopted in this work is very similar to that of HERO-2 facility, which is validated against experimental data in [8]. For the EHRS condenser, one can rely on RELAP5 validation, since it is quite similar to typical components validated in [10]. Finally, even though at this time there is not the possibility to validate the method to calculate the external HTC shown in sub-paragraph 3.3.1, a conservative approach has been used.

4. Results

Because of the quite long computational time, the results obtained with this simulation are limited to the first 5 hours (18000s) since the scram. Hence, all the comments and conclusions that are described in this paragraph are intended to be valid only for this lapse of time. In all the following graphs, the scram event occurs at $t = 0$. Negative times include the transient that leads the system from the initial conditions to the operating full-power steady state.

4.1. Helical coil steam generator

4.1.1 Overview

Figure 10 compares the decay power, the power exchanged in the SG and the power dissipated through the external condenser. At the beginning of the transient, the EHRS has to reject not only the decay power, but also the energy stored in the coolants and in the metal to the sea. Seawater acts as an infinite cold sink. This is more evident after 6000s, where the emergency heat exchanger disperse more power than the other two, while before this moment the power exchanged by the SG is greater. This means that until 6000 s after the scram, the SG is cooling the primary circuit, but the EHRS is not capable to transfer all this power to the ocean: the result is an accumulation of energy in the secondary circuit. This effect generates some high vapor production in the SG, but it seems not to pose any critical issue. At the end of a longer transient, a substantial overlapping of the three curves is expected. In fact, while they indefinitely continue to decrease, the system will reach an equilibrium between the power generated and the one dissipated in the seawater.

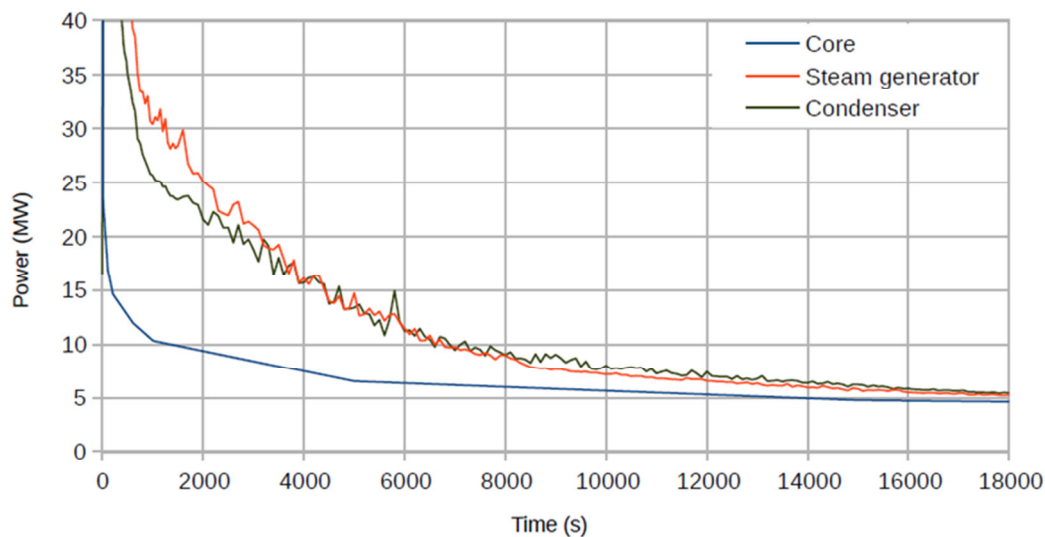


Figure 10. Comparison among decay power (blue curve), power exchanged through the SG (red curve) and power exchanged through the EHRS (black curve)

4.1.2 Primary system

Graphs showing the evolution of the physical quantities associated to the primary circuit are given in Figure 11 through Figure 16. Table 12 summarizes the main results 5 hours after the scram.

Table 12 Results of simulation with helical coil SG 5 hours

after the scram (primary system)

Primary pressure	1.10 bar
Core outlet mass flow rate	53.12 kg/s
Core outlet quality	0.006
Core inlet temperature	94.8°C

The primary pressure curve shown in Figure 11 has a monotonic decreasing trend. This is due to the global cooling of the primary fluid that makes temperature and pressure decrease. At the end of the simulation time, the pressure decreases to a very low value, i.e. about 1bar. This outcome is probably due to the effect of the very cold heat sink constant temperature, i.e. 20°C, and, if verified, it could potentially allow avoiding the need, for this type of scenario, of an Automatic Depressurization System (ADS).

The primary mass flow rate, after the pump stops, drops to lower values after a short transient. The primary flow presents an oscillatory behavior, quite typical of natural circulation in presence of boiling. Even though oscillations lead the flow to assume also negative values in the core, nevertheless the mean value is positive and steam always flows upward because of buoyancy.

The core never reaches a critical situation, since subcooled water always enters the core and the quality at the outlet is limited to acceptable values, which not only assure the continuous wetting of the fuel rods, but also enhance the heat transfer reaching a slightly bubbly flow. Thanks to the low amount of steam produced in the core, the collapsed liquid level, which can be observed in Figure 16, is always above safety margins. Considering height zero as the base of the active core, the collapsed level never goes below 5 m: the level is always located between the upper plenum and the upper half of the riser, far from the top of the core that reaches 2 m.

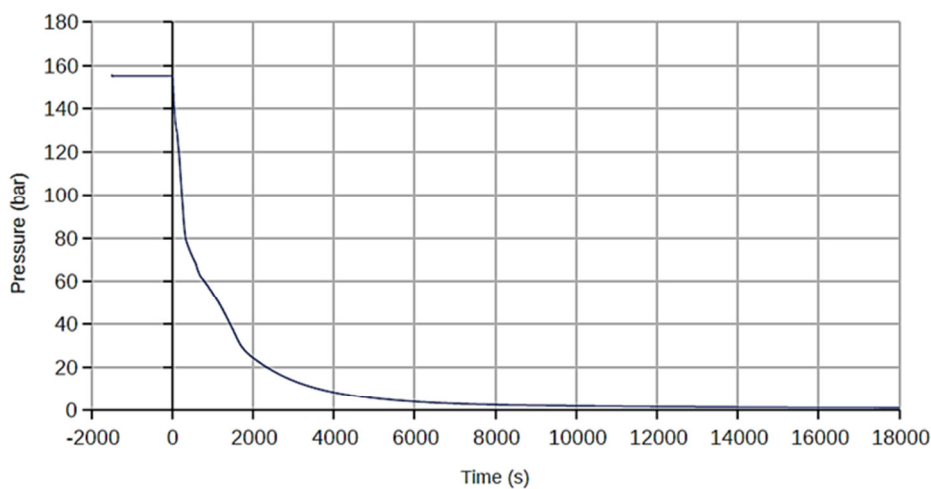


Figure 11. Pressure evolution in primary circuit

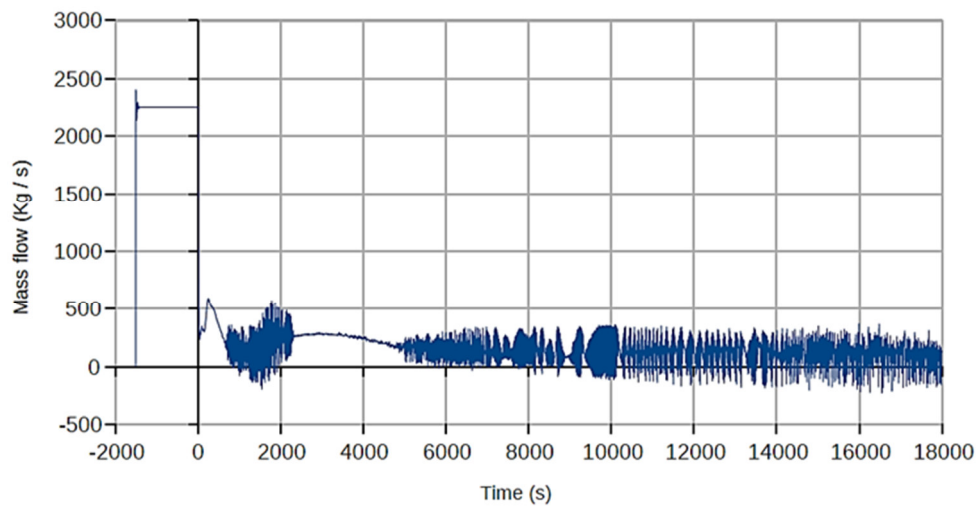


Figure 12. Evolution of mass flow rate at core outlet

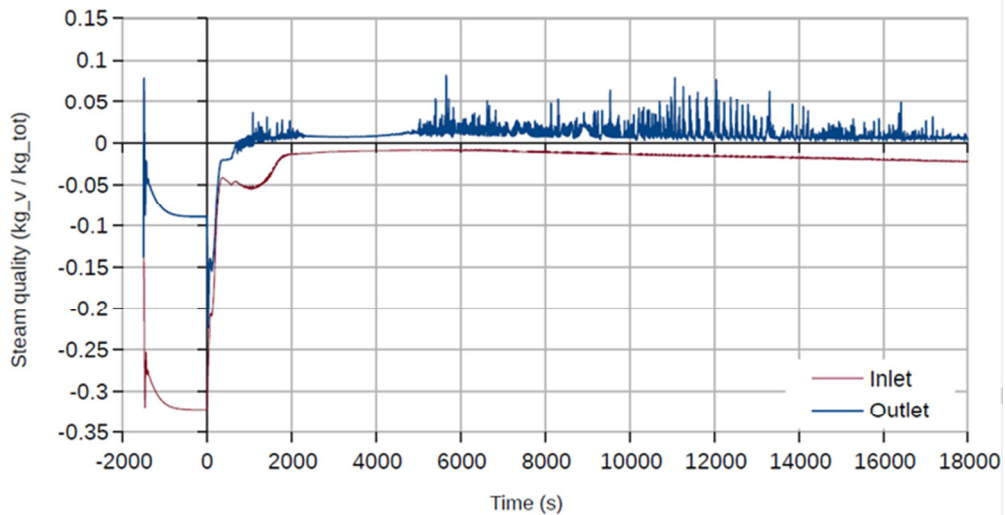


Figure 13. Evolution of core inlet and outlet steam quality

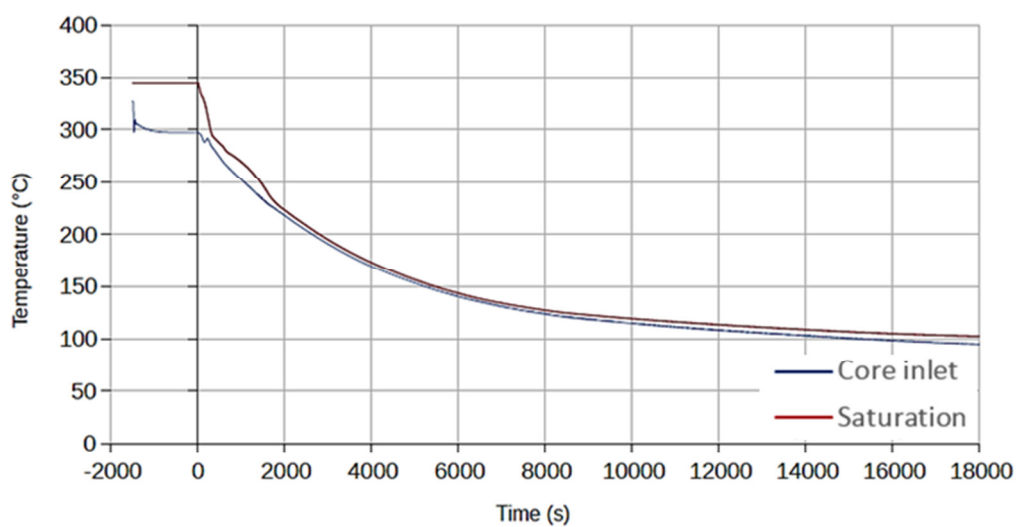


Figure 14. Evolution of temperature at core inlet

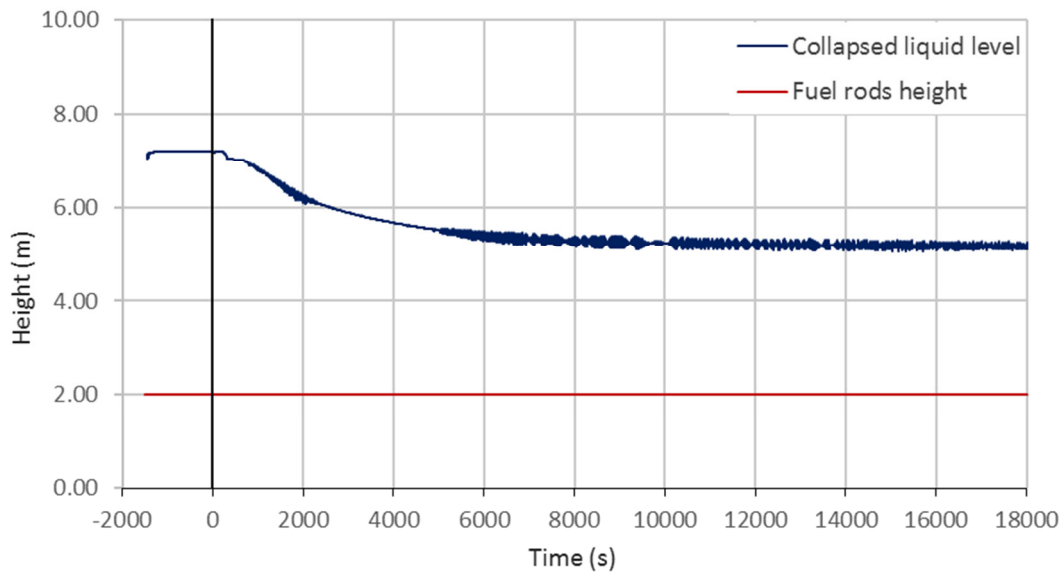


Figure 15. Collapsed liquid level in core barrel (zero corresponds to the base of active core)

4.1.3 Secondary system

Graphs showing the evolution of the physical quantities relative to the primary circuit are given in Figure 16 through Figure 22. Table 13 summarizes the main results 5 hours after the scram.

Secondary pressure profile in Figure 16 is always decreasing, with the exception of an initial spike, which is probably a simple effect of valve trips. Final pressure reaches very low values and it is credible to drop below the atmospheric value during the continuation of the transient. To understand this behavior, one should consider that, while emergency circuits of conventional reactors typically release heat in a pool, in Flexblue case the cold sink temperature is very low, i.e. 20°C, and constant, since the sea acts as an infinite heat sink. Therefore, heat transfer on the condenser is always very efficient.

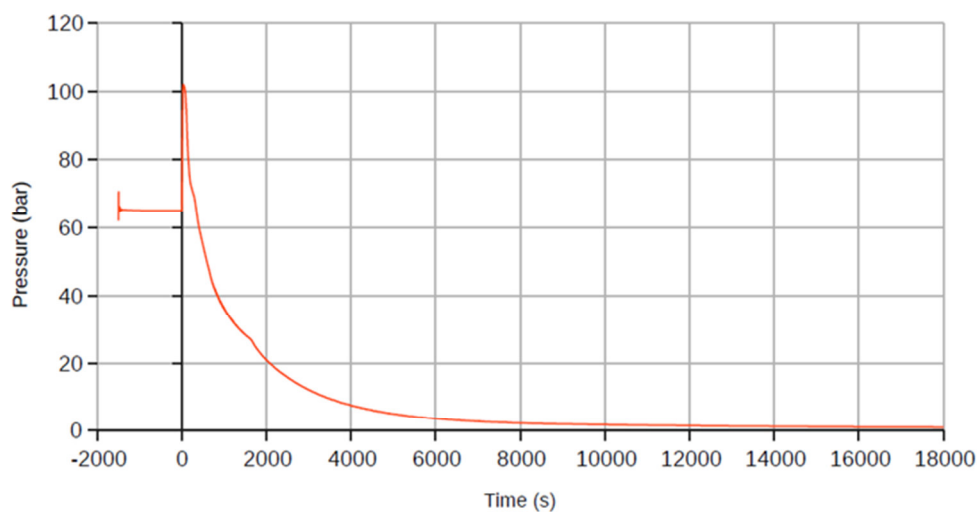


Figure 16. Pressure evolution in secondary circuit

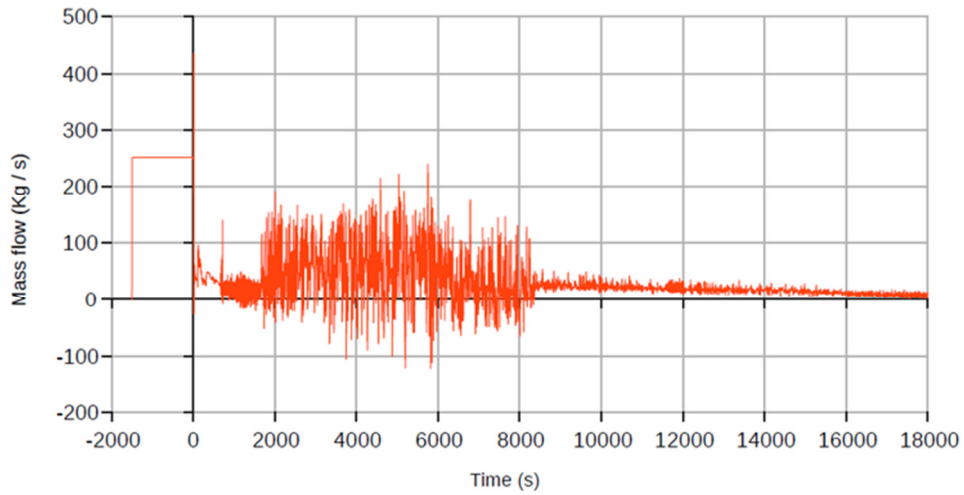


Figure 17. Evolution of mass flow rate at SG outlet

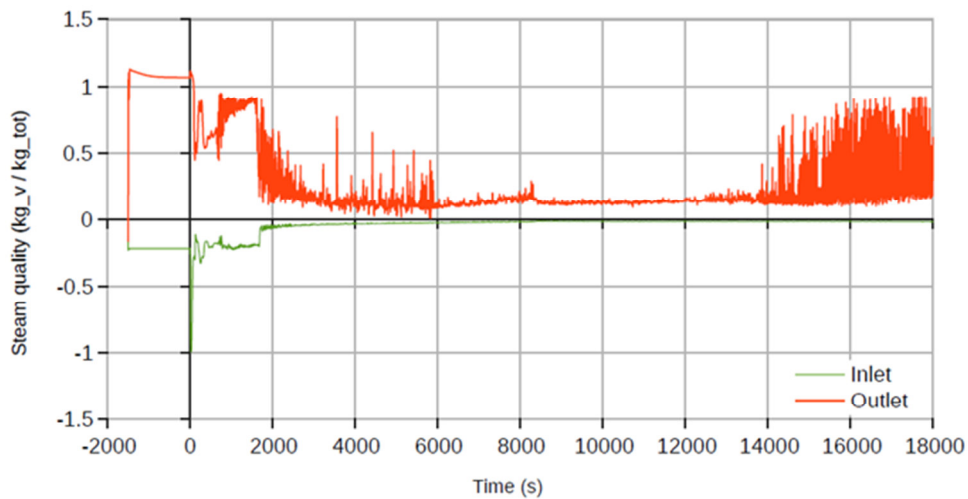


Figure 18. Evolution of SG inlet and outlet steam quality

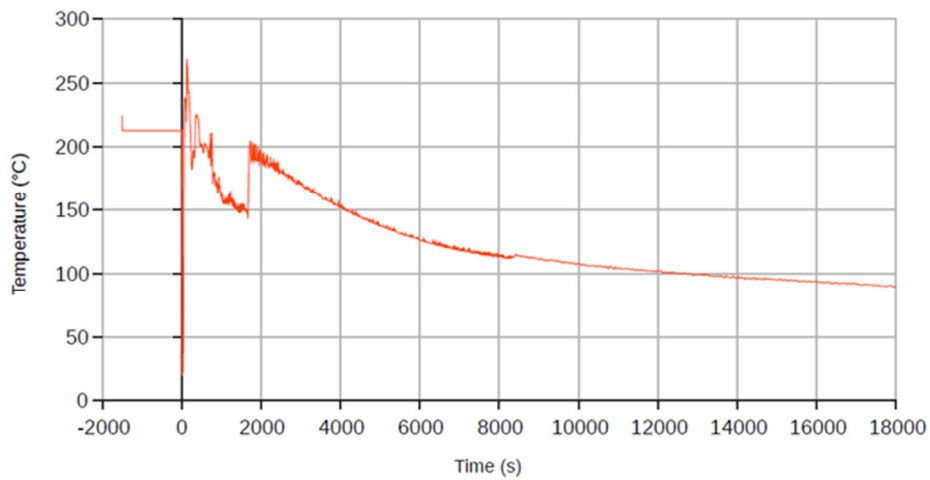


Figure 19. Evolution of SG inlet temperature

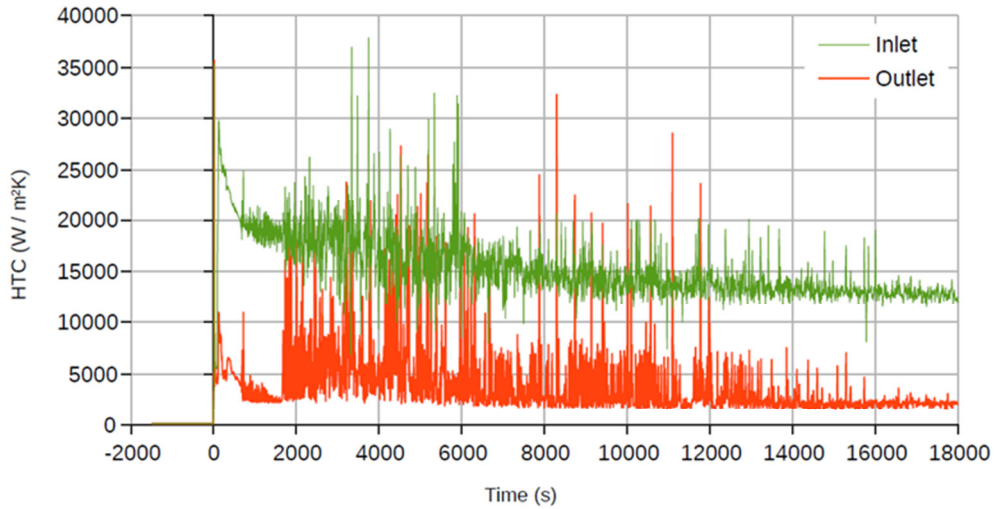


Figure 20. Evolution of HTC in condenser (internal side)

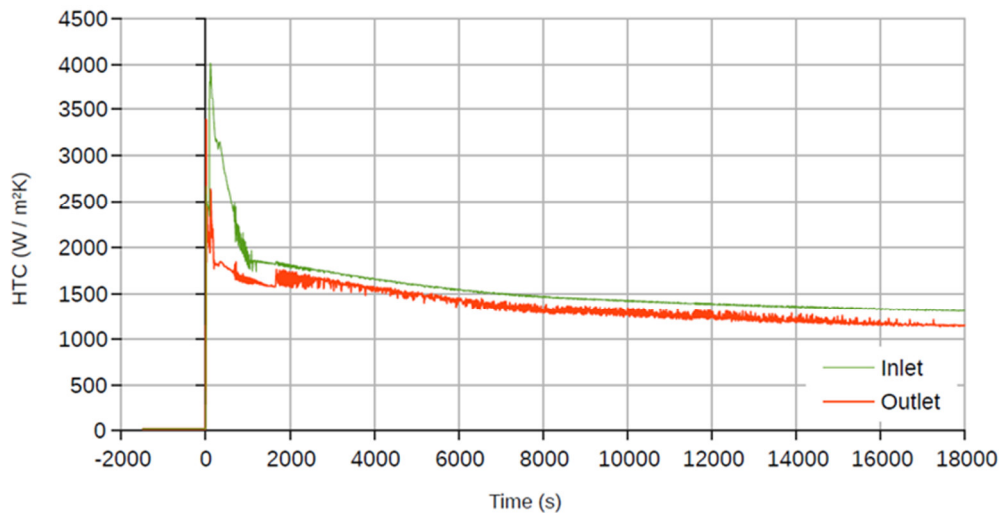


Figure 21. Evolution of HTC in condenser (external side)

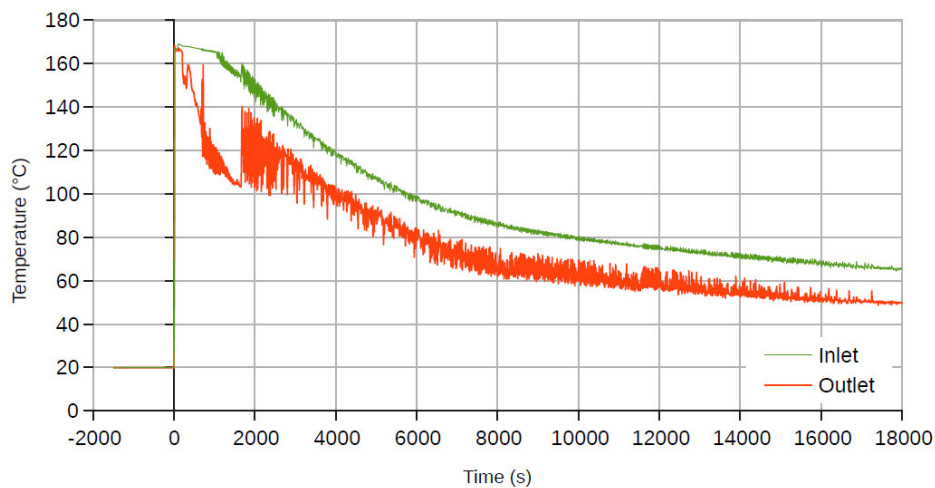


Figure 22. Evolution of external superficial temperature of condenser

Figure 18 shows that, in the phases during which there is the accumulation of heat inside the secondary circuit noticed in sub-paragraph 4.1.1, quality at the outlet of the steam generator tends to be quite high, especially in the first hour after the scram. Conversely, the most probable cause of the oscillations of SG outlet quality at the end of the simulated transient ($t > 14000$ s) is the low pressure.

The external condenser drives the behavior of the system in the secondary loop. In fact, in Figure 22 it is noticeable that on the first instants, until 1800 s, the external wall temperature of the condenser is such that nucleate boiling of seawater occurs. Hence, the heat transfer is very efficient (Figure 21) and the secondary coolant temperature at the outlet of the condenser decreases (Figure 19). However, as the external wall temperature decrease, also the HTC worsen, shifting to the single-phase heat transfer mode. Consequently, the water temperature at SG inlet (Figure 19) suddenly rises.

Table 13 Results of simulation with helical coil SG 5 hours after the scram (secondary system and EHRS)

Secondary pressure	1.003 bar
SG outlet mass flow rate (average)	8.38 kg/s
SG outlet quality (average)	0.43
Average condenser external HTC	1760 W/m ² K

4.2. Bayonet tube steam generator

4.2.1. Overview

During the SBO simulation, the general behavior of the secondary circuit that include a bayonet tube SG is positive and the power exchanged in the steam generator and in the EHRS is always greater than the decay heat. The profiles of heat transferred as functions of simulation time are observable in Figure 23. The global evolution is quite similar to that of the system with helical coil SG, therefore considerations made in sub-paragraph 4.1.1 are valid also here.

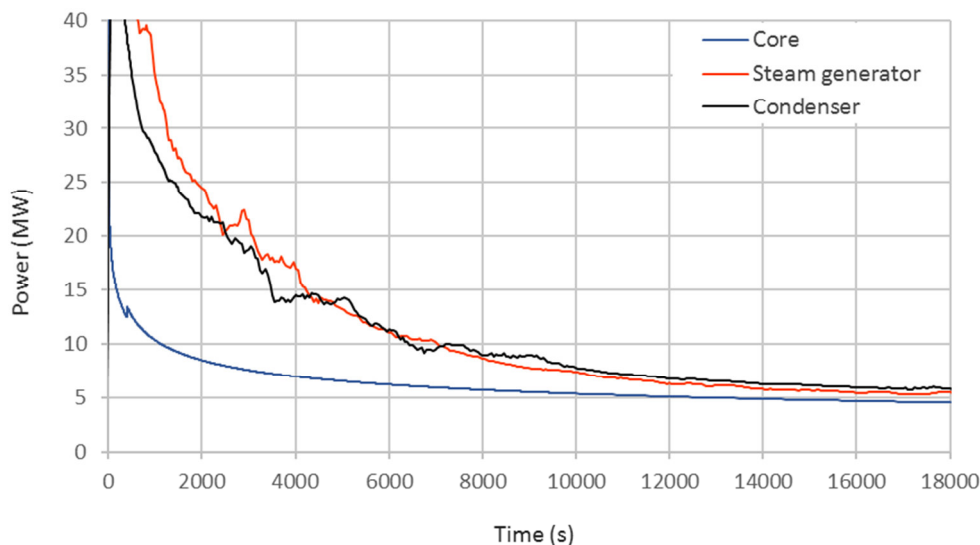


Figure 23. Comparison among decay power (blue curve), power exchanged through the SG (red curve) and power exchanged through the EHRS (black curve)

4.2.2. Primary system

Graphs showing the evolution of the physical quantities associated to the primary circuit are given in Figure 24 through Figure 28. Table 14 summarizes the main results 5 hours after the scram.

Also in this case, no remarkable differences with respect to the case with helical coil SG are noticed, with the exception of a slightly lower pressure and temperature of the fluid at core inlet. At the end of the simulated transient, pressure has dropped to approximately 1 bar (Figure 24) and mass flow rate in the core oscillates between positive and negative values (Figure 25). Steam quality at the outlet of the core (Figure 26) is slightly positive: for all the length of the transient after the scram the decay heat produces a small quantity of steam, which is necessary to maintain the natural circulation flow. However, the calculation of the collapsed liquid level in Figure 28 ensures that no risks of core uncovering are taken during the 5 hours of simulated transient.

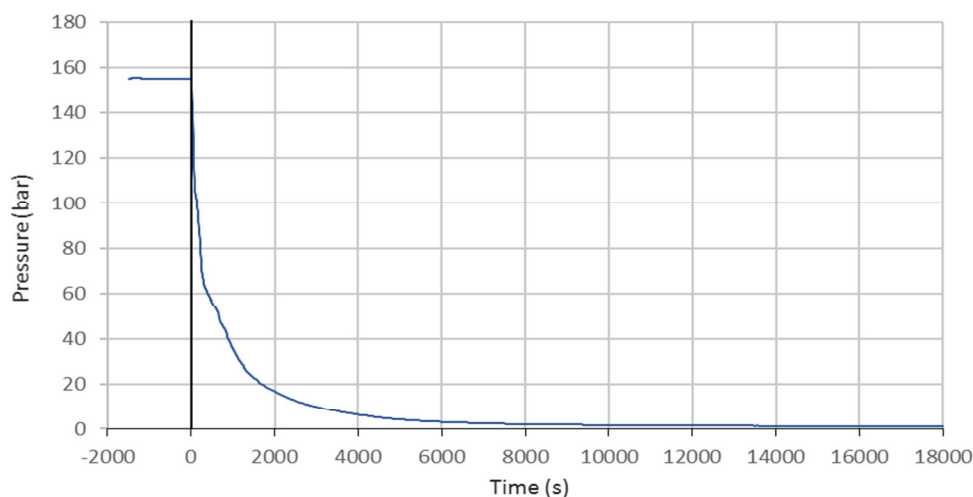


Figure 24. Pressure evolution in primary circuit

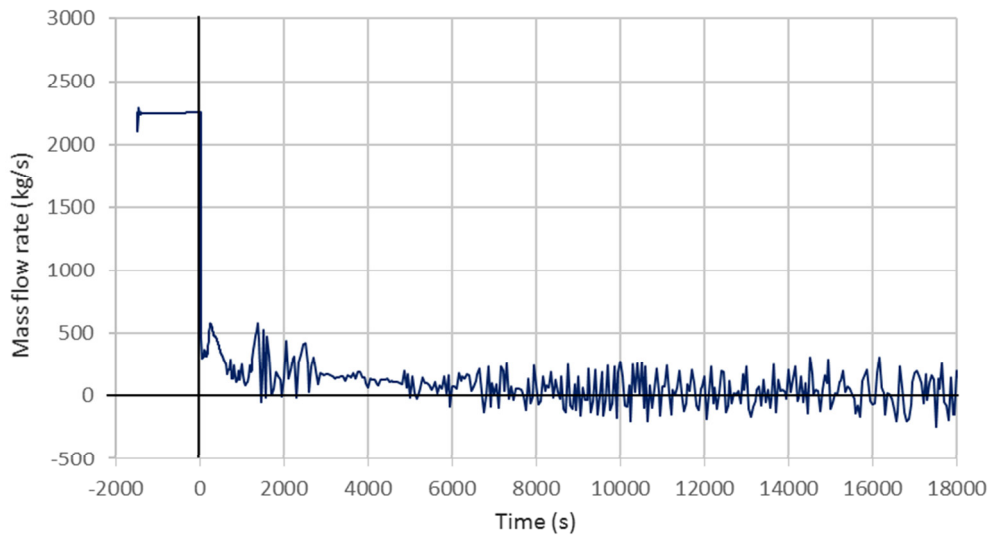


Figure 25. Evolution of mass flow rate at core outlet

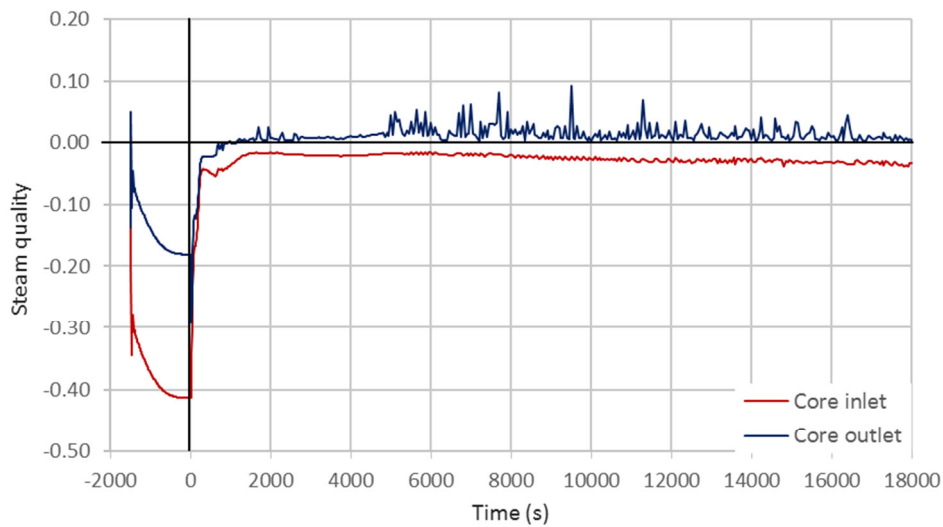


Figure 26. Evolution of core inlet and outlet steam quality

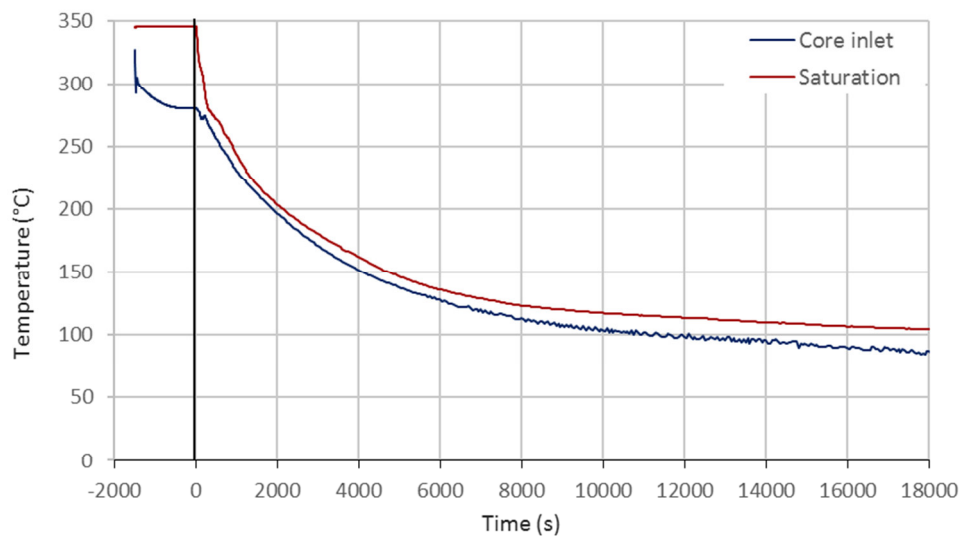


Figure 27. Evolution of temperature at core inlet

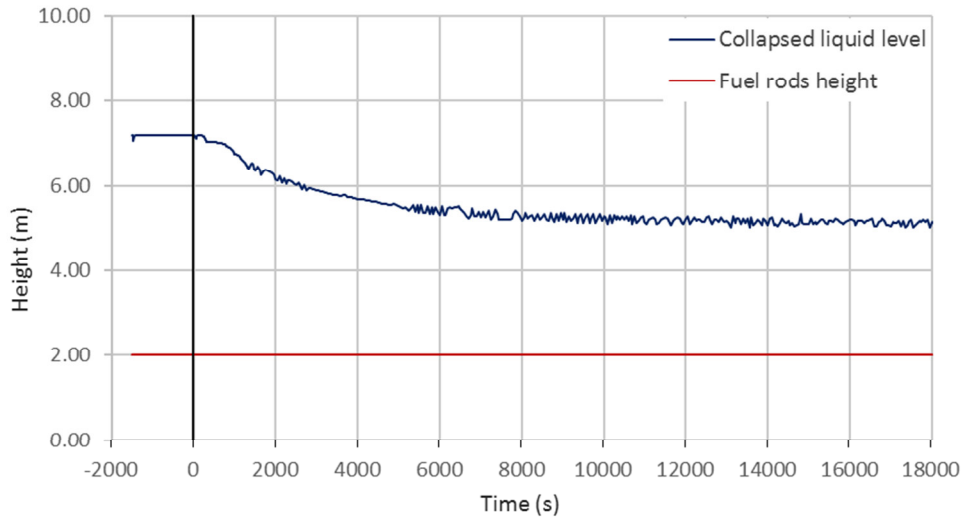


Figure 28. Collapsed liquid level in core barrel (zero corresponds to the base of active core)

Table 14 Results of simulation with helical coil SG 5 hours after the scram (primary system)

Primary pressure	1.001 bar
Core outlet mass flow rate (averaged)	48.06 kg/s
Core outlet quality (averaged)	0.0076
Core inlet temperature	86.79 °C

4.2.3. Secondary system

Graphs showing the evolution of the physical quantities relative to the primary circuit are given in Figure 29 through Figure 35. Table 15 summarizes the main results 5 hours after the scram.

While the evolution of system pressure is very similar to that of the helical coil SG case (Figure 29), for all the other parameters some important discrepancies should be observed. The flow in the circuit benefits of the fact that the bayonet tube SG configuration has an advantageous geometry with respect to the helical coil one, which reduce the length of the pipes and increase the flow area in the secondary side. This results in lower frictional pressure losses, which helps the onset of natural convection that originates a much higher mass flow rate in the secondary circuit (Figure 30). The numerical value at the end of the simulated transient turns out to be even 10 times higher than the previous case. Consequently, the steam quality at the outlet of the SG (Figure 31) remains considerably greater than zero only in the first hour after the scram. After that, the flow in the secondary circuit is no more two-phase and liquid-liquid heat transfer occurs both in the SG and in the EHRS.

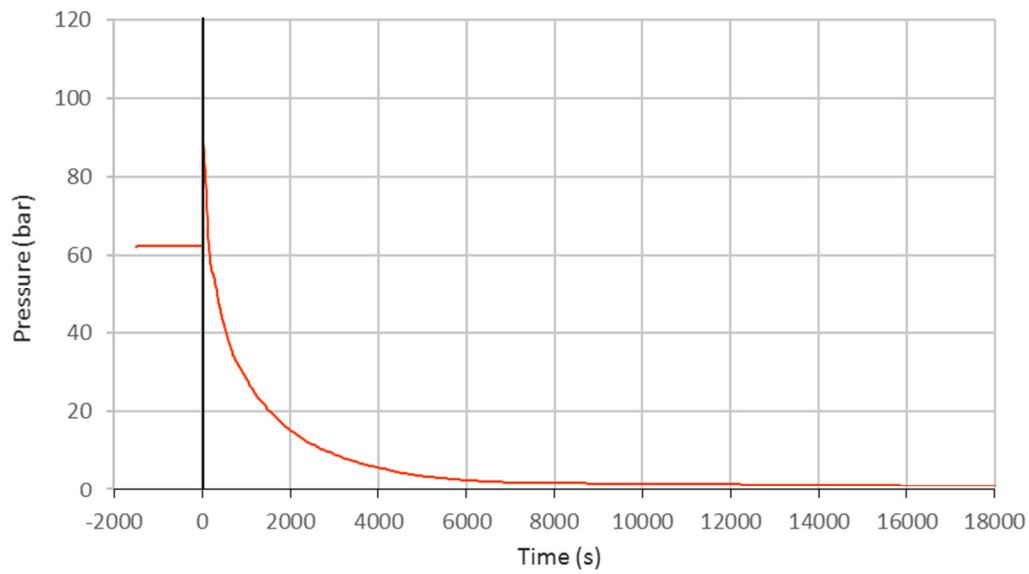


Figure 29. Pressure evolution in secondary circuit

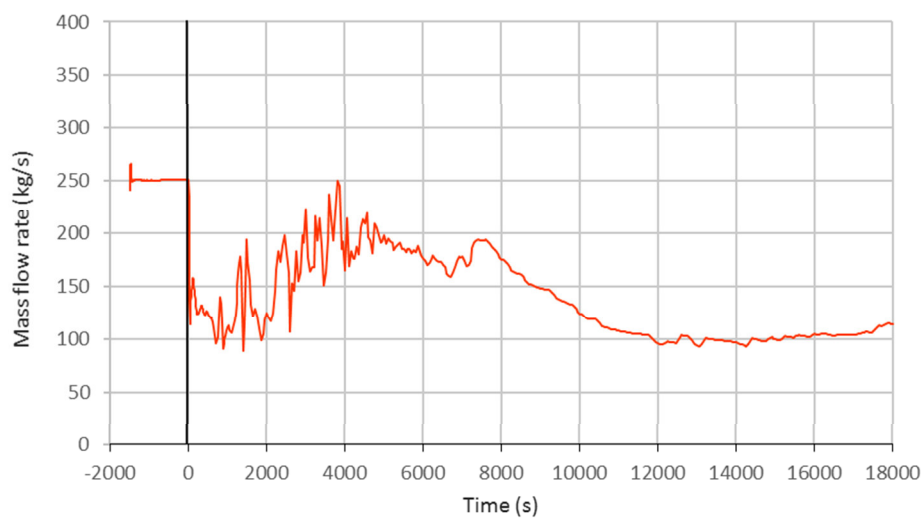


Figure 30. Evolution of mass flow rate at SG outlet

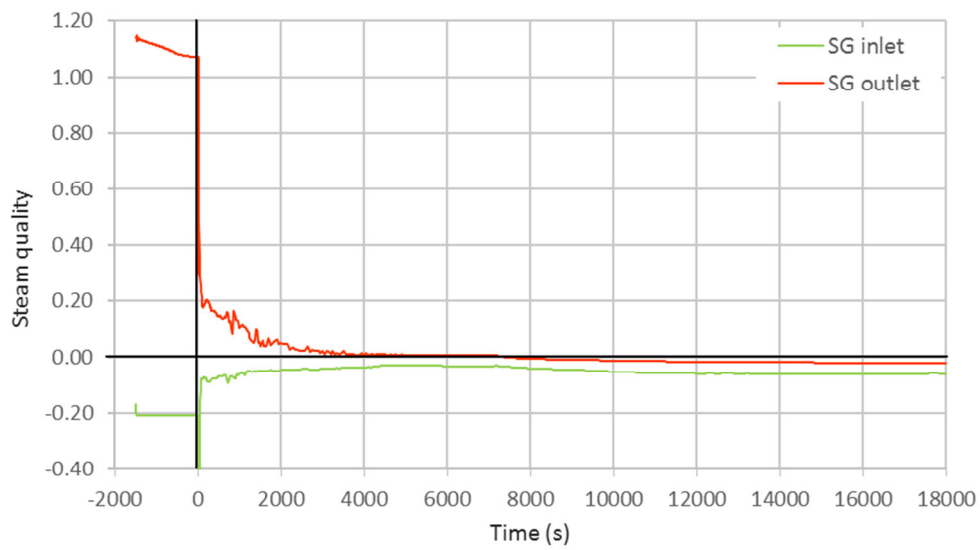


Figure 31. Evolution of SG inlet and outlet steam quality

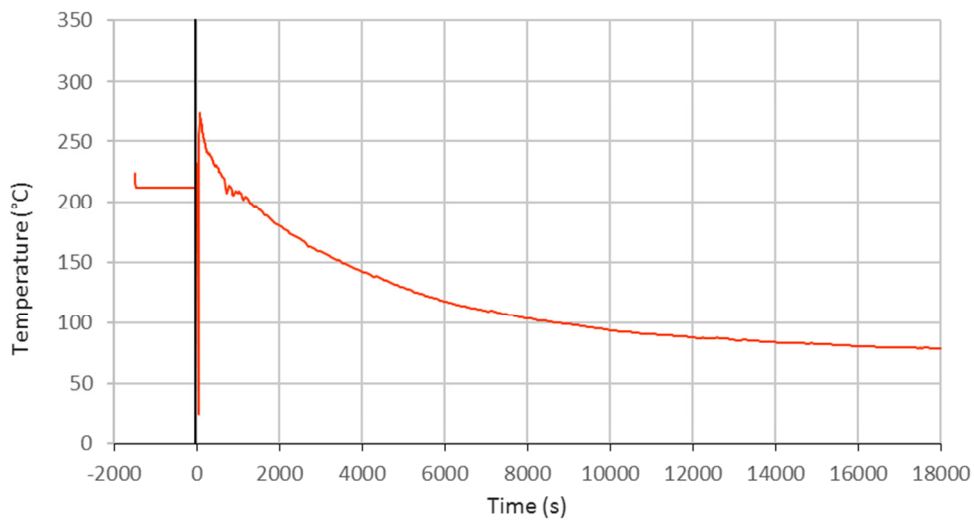


Figure 32. Evolution of SG inlet temperature

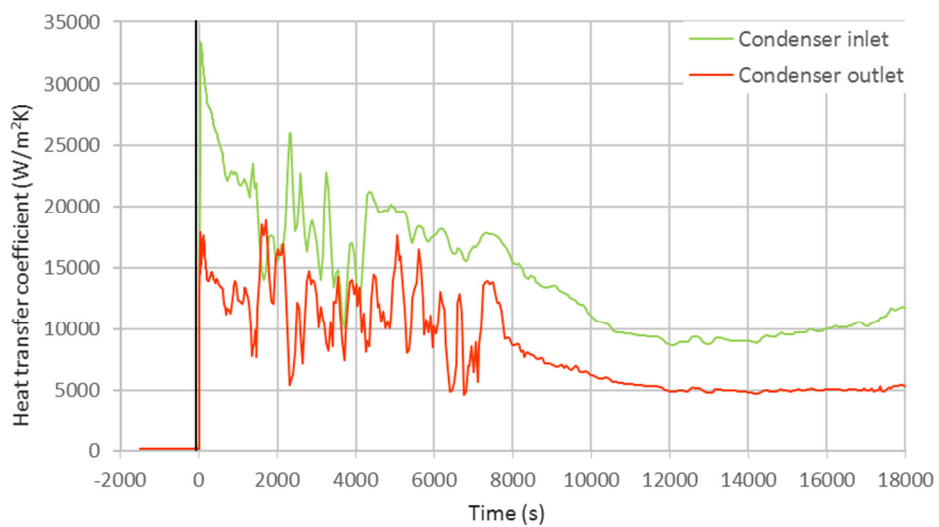


Figure 33. Evolution of HTC in condenser (internal side)

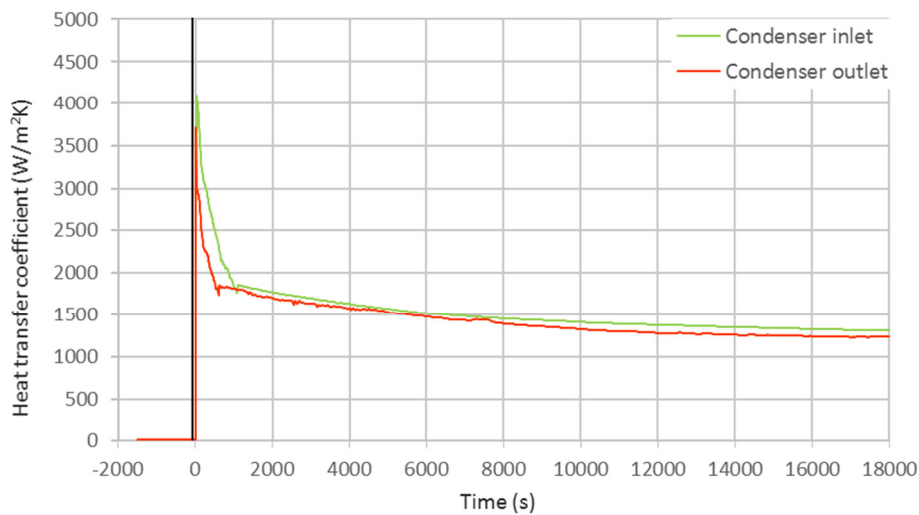


Figure 34. Evolution of HTC in condenser (external side)

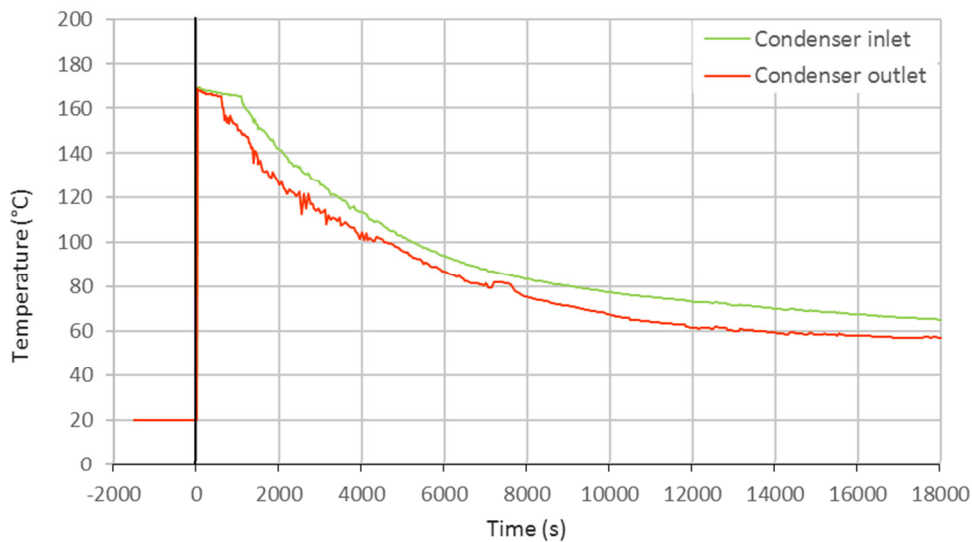


Figure 35. Evolution of external superficial temperature of condenser

Table 15 Results of simulation with helical coil SG 5 hours after the scram (secondary system and EHRS)

Secondary pressure	1.04 bar
SG outlet mass flow rate	109.22 kg/s
SG outlet quality	-0.02 (liquid flow)
Average condenser external HTC	1271.27 W/m ² K

4.3. Main remarks

4.3.1. Note about the pressure decrease

The constant and low temperature of the heat sink, i.e. the temperature of the ocean water assumed equal to 20°C, drives the rapid decreasing evolution of both primary and secondary pressures up to

values close to the atmosphere. This has been observed in both cases, namely the case employing the helical coil SG and that with the bayonet tube one. Such effect is rational if there is the possibility to transfer power to a sink without increasing its temperature, i.e. the concept of infinite heat sink, since for an infinite time all the primary and secondary system are supposed to reach the temperature of the sink. However, very conspicuous pressure decreases in quite short times may happen also with a non-infinite heat sink, i.e., if the condenser releases heat into a pool.

During a simulation of a SBO accident in the SPES3 facility, De Rosa et al. [13] have predicted a similar pressure decrease using RELAP5 and TRACE system codes (Figure 36). The authors simulated an EHRS with the condenser immersed in a pool, designed to remove a 6.5 MW decay heat from the core. In their model, the temperature of the pool was not constant, but it grew up to the saturation point, admitting the beginning of water boiling. Initial primary and secondary pressures were equal to respectively 150 bar and 60 bar, thus similarly to the case of the present study, and after 50000 of the transient they reached values around 2-3 bar.

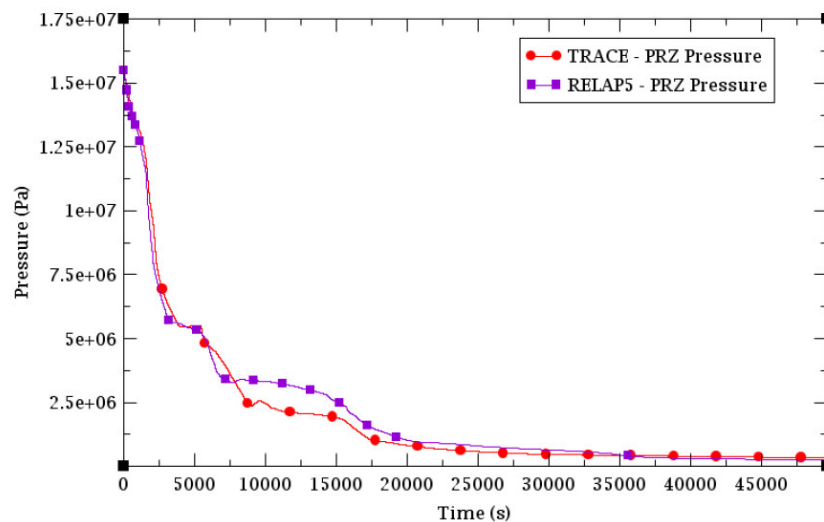


Figure 36. RPV pressure in work of De Rosa et al. [13]

Nevertheless, when the pool in the aforementioned work water has reached the saturation point, pressure cannot decrease anymore. Conversely, in the current activity the pressure decrease in presence of a cold infinite heat sink is much more rapid and in practice unlimited. It is likely that it can reach sub-atmospheric values, therefore the design of the EHRS should consider this phenomenon and consider adequate compensating systems.

4.3.2. Effect of geometry on pressure losses

The discrepancies between the two cases under investigation in the behavior of the secondary system during the evolution of the SBO scenario have their main origin in the different geometrical configuration of the SG. Table 16 summarized the most important parameters. Helical coil and bayonet tube SGs have different average tube length, total flow area and hydraulic diameter. The first two parameters are in favor of the bayonet tube. Each bayonet pipe is long only 8 meters (4 meters for the slave tube and 4 meters for the annulus), while each coiled tube is nearly four times longer. Since frictional pressure losses in a duct are linearly dependent on its length, this feature has alone a



quite large impact. In addition, the reduced length necessarily requires increasing the total number of tubes, because of the need to maintain a sufficiently large heat transfer area. The total flow area of the bayonet tube SG is more than three times larger than that of the helical coil SG. This means that fluid velocity can be considerably lower, since friction losses depend on the square of fluid velocity (at the net of friction factor), thus by far reducing the friction on the wall and facilitating the natural circulation. On the contrary, the much smaller hydraulic diameter of the bayonet tube SG, due to the annular shape of the riser pipes, is disadvantageous in this context and tends to increase pressure losses.

Table 16 Main geometrical parameters of the two configuration under investigation

	Helical coil SG	Bayonet tube SG
Average tube length	30.6 m	4+4 m (slave pipe + annulus)
Total flow area	0.347 m ²	0.665 m ² (slave pipe) 1.133 m ² (annulus)
Hydraulic diameter	12.35 mm	7.09 mm (slave pipe) 2.13 mm (annulus)
Total number of tubes	2820	16847

The general balance of all these three effects is in favor of secondary circuit with the bayonet tube SG, which effectively shows better performances in rejecting the decay heat to the exterior. Nevertheless, although with continuous steam production in the SG for the entire simulated transient, also the helical coil configuration shows satisfactory performances. Simulations state that both systems can adequately remove the decay heat from the core during the first 5 hours of a SBO scenario.

However, it should be reminded that, lacking of specific layout of the two configurations, the current analysis does not consider the different form losses given by the headers. Generally, the argument of the manufacturing of those steam generators is quite complex and adds an important variable to the design of the steam generator. In principle, a helical coil SG ensures much simplicity, compactness and adaptability to the annular shape of the steam generator required for IRIS4Flexblue. On the other hand, a bayonet tube configuration presents important concerns, since its particular configuration does not allow separating the inlet and the outlet headers and therefore it seems to be complying with cylindrical shape. Even though the necessity of one header for each module is itself an advantage, since it reduces the number of vessel penetrations, the design of the headers may become extremely complicated and even compromise the feasibility. Anyway, discussion of constructional issues is postponed to future works.



5. Summary, final remarks and follow-up

In this activity, a numerical investigation concerning the evolution of a SBO event in a submerged SMR, i.e. the 500 MWth IRIS4Flexblue preliminary design, has been conducted. The work has been mainly focused on the comparison between the potentialities of two different configuration of SG, i.e. with helically coiled tubes and with bayonet tubes, to remove the decay heat from the core and reject it to the external seawater. Simulations have been performed using the system code RELAP5 Mod 3.3, a well-validated code worldwide adopted for nuclear thermal-hydraulic analysis. Nodalization and modeling rely on previous works and empirical correlation. Results evidence that both systems can adequately remove the decay heat from the core during the first 5 hours of a SBO scenario. The temperature of the water in the core remains always below safety margins and fuel rods are always covered by at least 3 meters of liquid water. The bayonet tube configuration can exploit a geometry that is more adapt for the onset of natural circulation. Results show that secondary loop mass flow rate is much higher using bayonet tube SG than with helical coil SG. In addition, heat transfer mode for the case with the bayonet tube is liquid-liquid, while in the helical coil SG there is steam production for the entire simulated transient. However, some concerns exist about the effective possibility to adopt such configuration to the IRIS4Flexblue SMR, since several complexities may arise for the design of the headers. On the contrary, the helical coil SG can ensure more compactness and adaptability.

For the future, further verification of these simulations are recommended. Firstly, a sensitivity analysis about the nodalization must necessarily be performed, in order to quantify uncertainty and verify the consistency of the results. Secondly, once the design of IRIS4Flexblue will be defined, a more accurate characterization of the core, the SG and the EHRS should be implemented in the model. Finally, an investigation about the feasibility of the bayonet tube configuration should be addressed, in order to assess if the integration of such SG in an integrated SMR like IRIS4Flexblue is effectively possible.



REFERENCES

- [1] G. Haratyk, C. Lecomte and F. X. Briffod, "Flexblue®: a subsea and transportable small modular power plant," in *Proceedings of ICAPP 2014*, Charlotte - USA, April 2014.
- [2] "NUGenia Small Modular Reactor (NUSMoR) with passive safety features," EURATOM work programme 2014-2015, 2014.
- [3] M. D. Carelli, L. E. Conway, L. Oriani, B. Petrovic, C. V. Lombardi, M. E. Ricotti, A. C. O. Barroso, J. M. Collado, L. Cinotti, N. E. Todreas, D. Grgic, M. M. Moraes, R. D. Borohugh, H. Ninokata, D. T. Ingersoll and F. Oriolo, "The design and safety features of the IRIS reactor," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 230, pp. 151-167, 2004.
- [4] G. Baldocchi, M. Ricotti and M. Santinello, "Small Modular Reactors for the Flexblue concept," MS thesis - Politecnico di Milano, 2015.
- [5] G. Haratyk, J. Ingremeau, V. Gourmel, M. Santinello, M. Ricotti and H. Ninokata, "CFD investigation of Flexblue hull," in *Proc. of NUTHOS-10*, Okinawa - Japan, 2014.
- [6] M. Ricotti, A. Cammi, A. Cioncolini, A. Cipollaro, F. Oriolo, C. Lombardi, L. Conway and A. Barroso, "Preliminary safety analysis of the IRIS reactor," in *Proceedings of ICON10 10th International Conference on Nuclear Engineering*, Arlington, VA, April 14-18, 2002, 2002.
- [7] D. Prabhanjan, G. Raghavan and T. Rennie, "Comparison of heat transfer rates between a straight tube heat exchanger and a helically coiled heat exchanger," *International Communications in Heat and Mass Transfer*, vol. 29, no. 2, pp. 185-191, 2002.
- [8] M. Caramello, M. De Salve, B. Pannella, S. Cozzi, M. Ricotti and M. Santinello, "Analisi e confronto di soluzioni tecnologiche diverse per la rimozione del calore in reattori SMR," CERSE-POLITO-POLIMI RL 1499/2015, 2015.
- [9] F. P. Incropera, D. P. De Witt, T. L. Bergman and A. S. Lavine, *Fundamental of Heat and Mass Transfer*, John Wiley & Sons, 6th edition, 1996.
- [10] "RELAP5/MOD3.3 CODE MANUAL," U.S. Nuclear Regulatory Commission - Nuclear Safety Analysis Division, March 2003.
- [11] K. Bell and A. Mueller, *Wolverine Engineering Data Book II*, Wolverine Tube, Inc. Research and Development Team, 2001.
- [12] N. Todreas and M. Kazimi, *Nuclear systems: thermal hydraulic fundamentals. Vol 1*, CRC Press, 2012.
- [13] F. De Rosa, C. Lombardo, F. Mascari, M. Polidori, P. Chiovaro, S. D'Amico, I. Moscato and G. Vella, "Analysis of a Station Black-Out transient in SMR by using the TRACE and RELAP5 code," in *32nd UIT (Italian Union of Thermo-fluid-dynamics) Heat Transfer Conference*, Pisa, 2014.



Breve curriculum scientifico del gruppo di lavoro impegnato nell’attività

Politecnico di Milano


Il gruppo di lavoro è composto da un professore ordinario di Impianti Nucleari (**Marco Ricotti**), da un dottorando di ricerca (**Marco Santinello**) e da un tesista (**Luigi Iacopini**).

Marco Ricotti è da oltre 20 anni impegnato in attività di R&S nel settore dell’ingegneria nucleare, in particolare per aspetti di termoidraulica e sicurezza passiva applicata a reattori SMR, attraverso attività numerico-modellistiche e sperimentali. È coordinatore del gruppo di ricerca Nuclear Reactors Group del Politecnico di Milano-Dipartimento di Energia.

Marco Santinello è dottorando del secondo anno in “Scienza e tecnologie energetiche e nucleari”, è stato assegnista di ricerca e da oltre tre anni si occupa di reattori SMR, collaborando a progetti internazionali.

Luigi Iacopini si è laureato in Ingegneria Nucleare nell’aprile 2016 con una tesi svolta all’interno del gruppo di ricerca dal titolo “Integral PWR for a sea-based SMR: steam generator and passive safety system”.

Maggiori dettagli sulle competenze e attività di ricerca del gruppo sul sito web:
<http://www.nuclearenergy.polimi.it>.





 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFIS – LP1 – 068	0	L	97	265

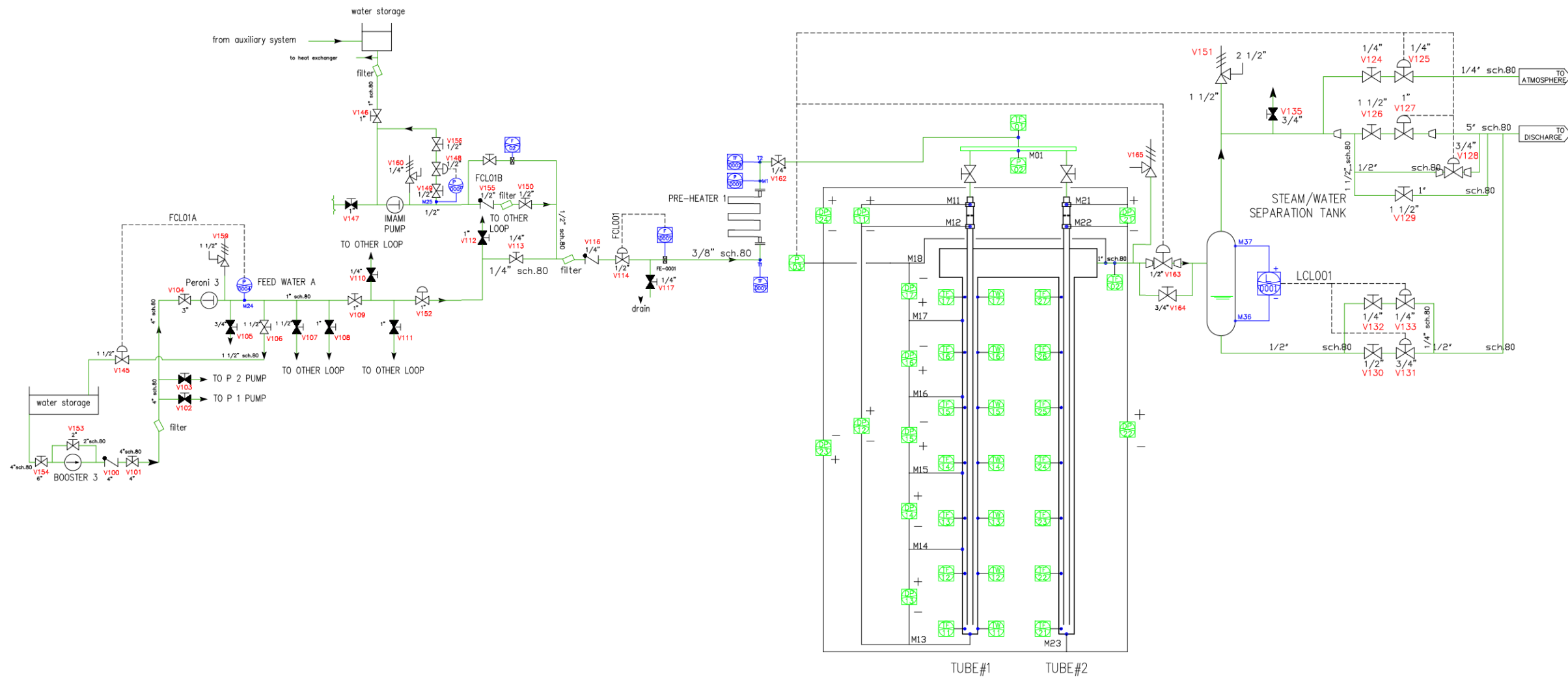
APPENDICE B – INFORMAZIONI DI IMPIANTO


Sono riportati di seguito:


- ❖ P&I
- ❖ Elenco strumentazione

Instrument legend

-  Wall thermocouple
-  Fluid thermocouple
-  Differential pressure transmitter
-  Relative pressure transmitter



0	11.06.2015	ISSUE	De Pace	Achilli	Achilli
Rev.	Date	Modifications	Dtfn	Control	Approv.
 Description HERO-2 P&ID Instrument flow diagram					
PIACENZA Italy					
SCALE	DWG CODE	FILE	DERIVED BY		
-----[ISO A1]	105.01.00	105.01.00rev0.dwg	-----		

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS – LP1 – 049	0	L	100	265

APPENDICE C – QUICK-LOOK REPORT – TEST DI CARATTERIZZAZIONE

Sono riportati di seguito:

- ❖ Quick look report dei test di caratterizzazione [4].

Stazionario: 11-09-2015_1125_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1125_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	232.77	kPa	0.00	kPa
DP12	32.49	kPa	0.03	kPa
DP13	28.25	kPa	0.94	kPa
DP14	23.63	kPa	1.69	kPa
DP15	29.98	kPa	2.48	kPa
DP16	30.85	kPa	3.02	kPa
DP17	33.39	kPa	3.74	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.28	kPa	0.00	kPa
DP23	70.37	kPa	0.04	kPa
DP24	-0.58	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	24.48	kPa	0.28	kPa
P03	14.66	kPa	0.07	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0107	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.5652	kg/s	0.0091	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	226.69	°C	0.61	°C
TF02	198.76	°C	0.22	°C
TF11	212.97	°C	0.30	°C
TF12	23.87	°C	0.04	°C
TF13	209.65	°C	0.28	°C
TF14	208.60	°C	0.26	°C
TF15	206.37	°C	0.24	°C
TF16	205.44	°C	0.21	°C
TF17	202.88	°C	0.20	°C
TF21	26.76	°C	0.15	°C
TF22	32.41	°C	0.15	°C
TF23	30.26	°C	0.16	°C
TF24	30.47	°C	0.14	°C
TF25	28.60	°C	0.13	°C
TF26	28.26	°C	0.15	°C
TF27	32.98	°C	0.16	°C
TW11	205.91	°C	0.25	°C
TW12	205.74	°C	0.25	°C
TW13	205.75	°C	0.24	°C
TW14	206.65	°C	0.22	°C
TW15	23.18	°C	0.05	°C
TW16	207.80	°C	0.19	°C
TW17	206.72	°C	0.18	°C

VTAM3	-60.17	V
ITAM3	383.21	A
PTAM3	23.1	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.23	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.07	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1159_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1159_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	232.34	kPa	1.44	kPa
DP12	10.70	kPa	1.70	kPa
DP13	14.78	kPa	1.28	kPa
DP14	12.27	kPa	0.51	kPa
DP15	14.82	kPa	0.79	kPa
DP16	14.52	kPa	0.78	kPa
DP17	16.72	kPa	0.99	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.13	kPa	0.01	kPa
DP23	70.25	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.69	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	37.17	kPa	0.14	kPa
P03	32.96	kPa	0.13	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0147	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.7579	kg/s	0.0094	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	250.01	°C	0.23	°C
TF02	239.43	°C	0.50	°C
TF11	251.65	°C	0.23	°C
TF12	24.69	°C	0.02	°C
TF13	249.12	°C	0.22	°C
TF14	248.40	°C	0.22	°C
TF15	247.24	°C	0.23	°C
TF16	246.18	°C	0.22	°C
TF17	244.21	°C	0.22	°C
TF21	31.07	°C	0.26	°C
TF22	36.57	°C	0.25	°C
TF23	34.57	°C	0.25	°C
TF24	34.67	°C	0.25	°C
TF25	32.39	°C	0.23	°C
TF26	32.38	°C	0.24	°C
TF27	36.80	°C	0.21	°C
TW11	244.39	°C	0.22	°C
TW12	244.72	°C	0.20	°C
TW13	245.24	°C	0.22	°C
TW14	246.40	°C	0.22	°C
TW15	23.63	°C	0.03	°C
TW16	248.51	°C	0.22	°C
TW17	247.95	°C	0.22	°C

VTAM3	-60.19	V
ITAM3	385.64	A
PTAM3	23.2	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.34	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.12	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1227_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1227_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	212.61	kPa	6.27	kPa
DP12	9.17	kPa	1.50	kPa
DP13	14.59	kPa	1.10	kPa
DP14	9.96	kPa	0.44	kPa
DP15	13.37	kPa	0.65	kPa
DP16	13.18	kPa	0.63	kPa
DP17	15.29	kPa	0.75	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.01	kPa	0.01	kPa
DP23	70.13	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.75	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	44.71	kPa	0.14	kPa
P03	40.95	kPa	0.13	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0134	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.6956	kg/s	0.0092	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	261.05	°C	0.20	°C
TF02	251.67	°C	0.44	°C
TF11	263.94	°C	0.18	°C
TF12	25.23	°C	0.02	°C
TF13	261.48	°C	0.19	°C
TF14	260.77	°C	0.18	°C
TF15	259.88	°C	0.19	°C
TF16	258.64	°C	0.19	°C
TF17	256.72	°C	0.19	°C
TF21	35.48	°C	0.24	°C
TF22	40.67	°C	0.22	°C
TF23	38.81	°C	0.23	°C
TF24	38.82	°C	0.22	°C
TF25	36.32	°C	0.21	°C
TF26	36.43	°C	0.21	°C
TF27	40.25	°C	0.18	°C
TW11	256.63	°C	0.18	°C
TW12	257.01	°C	0.16	°C
TW13	257.64	°C	0.19	°C
TW14	258.76	°C	0.18	°C
TW15	23.86	°C	0.01	°C
TW16	260.96	°C	0.18	°C
TW17	260.43	°C	0.19	°C

VTAM3	-61.80	V
ITAM3	391.75	A
PTAM3	24.2	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.41	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.10	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1232_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

11/09/2015

NOTE

 Taratura termocoppie
 TW15 e TF 12 fuori uso
 Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1232_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	213.22	kPa	7.00	kPa
DP12	9.30	kPa	1.61	kPa
DP13	14.97	kPa	1.18	kPa
DP14	9.58	kPa	0.48	kPa
DP15	13.40	kPa	0.71	kPa
DP16	13.20	kPa	0.65	kPa
DP17	15.31	kPa	0.79	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.98	kPa	0.01	kPa
DP23	70.12	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.74	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	44.82	kPa	0.10	kPa
P03	41.05	kPa	0.07	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0133	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.6941	kg/s	0.0092	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	261.21	°C	0.13	°C
TF02	251.89	°C	0.41	°C
TF11	264.09	°C	0.10	°C
TF12	25.32	°C	0.03	°C
TF13	261.63	°C	0.10	°C
TF14	260.92	°C	0.09	°C
TF15	260.03	°C	0.10	°C
TF16	258.78	°C	0.09	°C
TF17	256.87	°C	0.09	°C
TF21	36.30	°C	0.24	°C
TF22	41.44	°C	0.22	°C
TF23	39.61	°C	0.23	°C
TF24	39.60	°C	0.23	°C
TF25	37.06	°C	0.22	°C
TF26	37.18	°C	0.22	°C
TF27	40.88	°C	0.19	°C
TW11	256.77	°C	0.09	°C
TW12	257.07	°C	0.08	°C
TW13	257.80	°C	0.09	°C
TW14	258.92	°C	0.09	°C
TW15	23.87	°C	0.02	°C
TW16	261.11	°C	0.09	°C
TW17	260.58	°C	0.09	°C

VTAM3	-61.81	V
ITAM3	391.76	A
PTAM3	24.2	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.42	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.11	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1250_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1250_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	179.11	kPa	5.69	kPa
DP12	8.37	kPa	1.09	kPa
DP13	17.39	kPa	0.86	kPa
DP14	3.48	kPa	0.55	kPa
DP15	11.32	kPa	0.55	kPa
DP16	11.25	kPa	0.50	kPa
DP17	13.26	kPa	0.55	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.90	kPa	0.01	kPa
DP23	70.00	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.84	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	54.01	kPa	0.09	kPa
P03	50.79	kPa	0.06	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0112	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.6030	kg/s	0.0084	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	272.86	°C	0.11	°C
TF02	264.57	°C	0.36	°C
TF11	276.79	°C	0.08	°C
TF12	25.74	°C	0.06	°C
TF13	274.40	°C	0.08	°C
TF14	273.71	°C	0.07	°C
TF15	273.10	°C	0.08	°C
TF16	271.64	°C	0.07	°C
TF17	269.79	°C	0.08	°C
TF21	39.25	°C	0.23	°C
TF22	44.10	°C	0.21	°C
TF23	42.39	°C	0.22	°C
TF24	42.40	°C	0.22	°C
TF25	39.67	°C	0.21	°C
TF26	39.80	°C	0.21	°C
TF27	43.11	°C	0.18	°C
TW11	269.45	°C	0.07	°C
TW12	269.94	°C	0.08	°C
TW13	270.65	°C	0.07	°C
TW14	271.74	°C	0.07	°C
TW15	24.29	°C	0.04	°C
TW16	273.99	°C	0.07	°C
TW17	273.49	°C	0.07	°C

VTAM3	-63.25	V
ITAM3	395.60	A
PTAM3	25.0	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.39	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.13	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1255_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

11/09/2015

NOTE

 Taratura termocoppie
 TW15 e TF12 fuori uso
 Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1255_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	177.73	kPa	5.41	kPa
DP12	8.35	kPa	1.00	kPa
DP13	18.61	kPa	0.85	kPa
DP14	2.05	kPa	0.62	kPa
DP15	11.18	kPa	0.55	kPa
DP16	11.12	kPa	0.53	kPa
DP17	13.11	kPa	0.58	kPa
DP21	-4.35	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.87	kPa	0.01	kPa
DP23	69.98	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.83	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	54.28	kPa	0.11	kPa
P03	51.08	kPa	0.09	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0111	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.6009	kg/s	0.0085	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	273.16	°C	0.12	°C
TF02	264.92	°C	0.40	°C
TF11	277.14	°C	0.11	°C
TF12	25.84	°C	0.04	°C
TF13	274.75	°C	0.11	°C
TF14	274.06	°C	0.11	°C
TF15	273.46	°C	0.11	°C
TF16	272.00	°C	0.11	°C
TF17	270.15	°C	0.11	°C
TF21	40.11	°C	0.26	°C
TF22	44.88	°C	0.24	°C
TF23	43.21	°C	0.25	°C
TF24	43.21	°C	0.24	°C
TF25	40.42	°C	0.23	°C
TF26	40.56	°C	0.23	°C
TF27	43.76	°C	0.20	°C
TW11	269.79	°C	0.11	°C
TW12	270.36	°C	0.13	°C
TW13	271.02	°C	0.12	°C
TW14	272.08	°C	0.11	°C
TW15	24.19	°C	0.03	°C
TW16	274.33	°C	0.11	°C
TW17	273.84	°C	0.11	°C

VTAM3	-63.26	V
ITAM3	395.39	A
PTAM3	25.0	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.33	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.18	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1316_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1316_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	153.05	kPa	3.21	kPa
DP12	3.06	kPa	0.44	kPa
DP13	19.63	kPa	0.33	kPa
DP14	-4.33	kPa	0.20	kPa
DP15	8.49	kPa	0.26	kPa
DP16	8.43	kPa	0.28	kPa
DP17	10.26	kPa	0.29	kPa
DP21	-4.36	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.76	kPa	0.01	kPa
DP23	69.84	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.99	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	66.90	kPa	0.17	kPa
P03	64.19	kPa	0.15	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0093	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.5119	kg/s	0.0086	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	286.85	°C	0.17	°C
TF02	280.31	°C	0.22	°C
TF11	291.54	°C	0.15	°C
TF12	26.18	°C	0.03	°C
TF13	289.23	°C	0.15	°C
TF14	288.54	°C	0.16	°C
TF15	288.24	°C	0.15	°C
TF16	286.55	°C	0.15	°C
TF17	284.75	°C	0.15	°C
TF21	43.50	°C	0.22	°C
TF22	47.88	°C	0.20	°C
TF23	46.33	°C	0.21	°C
TF24	46.42	°C	0.21	°C
TF25	43.34	°C	0.19	°C
TF26	43.48	°C	0.19	°C
TF27	46.31	°C	0.17	°C
TW11	284.26	°C	0.15	°C
TW12	284.81	°C	0.15	°C
TW13	285.55	°C	0.16	°C
TW14	286.59	°C	0.15	°C
TW15	24.66	°C	0.05	°C
TW16	288.91	°C	0.15	°C
TW17	288.44	°C	0.15	°C

VTAM3	-68.02	V
ITAM3	417.94	A
PTAM3	28.4	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.30	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.12	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 11-09-2015_1321_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

11/09/2015

NOTE

Taratura termocoppie
TW15 e TF12 fuori uso
Portata corretta indicata da F0001

Nome del file acquisito

11-09-2015_1321_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	153.67	kPa	3.18	kPa
DP12	2.94	kPa	0.39	kPa
DP13	19.94	kPa	0.36	kPa
DP14	-4.73	kPa	0.21	kPa
DP15	8.44	kPa	0.23	kPa
DP16	8.38	kPa	0.24	kPa
DP17	10.20	kPa	0.25	kPa
DP21	-4.36	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.73	kPa	0.01	kPa
DP23	69.81	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.98	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	66.23	kPa	0.24	kPa
P03	63.52	kPa	0.25	kPa

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0093	kg/s	0.0005	kg/s
F02	1.5133	kg/s	0.0087	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	286.18	°C	0.24	°C
TF02	279.71	°C	0.30	°C
TF11	290.85	°C	0.26	°C
TF12	26.31	°C	0.04	°C
TF13	288.54	°C	0.26	°C
TF14	287.85	°C	0.26	°C
TF15	287.54	°C	0.26	°C
TF16	285.86	°C	0.26	°C
TF17	284.07	°C	0.26	°C
TF21	44.31	°C	0.24	°C
TF22	48.62	°C	0.22	°C
TF23	47.07	°C	0.22	°C
TF24	47.16	°C	0.22	°C
TF25	44.03	°C	0.20	°C
TF26	44.17	°C	0.21	°C
TF27	46.93	°C	0.18	°C
TW11	283.58	°C	0.25	°C
TW12	284.12	°C	0.26	°C
TW13	284.86	°C	0.26	°C
TW14	285.91	°C	0.25	°C
TW15	24.81	°C	0.05	°C
TW16	288.23	°C	0.26	°C
TW17	287.75	°C	0.26	°C

VTAM3	-68.04	V
ITAM3	418.17	A
PTAM3	28.5	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.36	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-5.06	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 14-09-2015_1110_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1110_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	284.36	kPa	0.00	kPa
DP12	-92.80	kPa	0.00	kPa
DP13	28.73	kPa	0.00	kPa
DP14	44.47	kPa	0.00	kPa
DP15	67.02	kPa	0.89	kPa
DP16	66.85	kPa	0.86	kPa
DP17	72.48	kPa	0.91	kPa
DP21	-0.17	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.51	kPa	0.00	kPa
DP23	70.70	kPa	0.14	kPa
DP24	-0.25	kPa	0.05	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	25.12	bar	0.56	bar
P03	1.89	bar	0.00	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.1247	kg/s	0.0013	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	20.59	°C	0.02	°C
TF02	52.56	°C	0.17	°C
TF11	21.57	°C	0.02	°C
TF12	9.69	°C	0.02	°C
TF13	34.23	°C	0.07	°C
TF14	48.30	°C	0.11	°C
TF15	48.60	°C	0.12	°C
TF16	54.94	°C	0.14	°C
TF17	52.04	°C	0.14	°C
TF21	13.67	°C	0.01	°C
TF22	17.81	°C	0.06	°C
TF23	19.54	°C	0.04	°C
TF24	19.78	°C	0.04	°C
TF25	22.64	°C	0.05	°C
TF26	19.17	°C	0.01	°C
TF27	22.87	°C	0.05	°C
TW11	26.90	°C	0.03	°C
TW12	41.63	°C	0.11	°C
TW13	43.97	°C	0.07	°C
TW14	58.28	°C	0.11	°C
TW15	22.67	°C	0.02	°C
TW16	65.22	°C	0.15	°C
TW17	63.37	°C	0.14	°C

VTAM3	0.10	V
ITAM3	-0.03	A
PTAM3	0.0	kW
VTAM2	-99.89	V
ITAM2	170.24	A
PTAM2	17.0	kW
VTAM1	-0.09	V
ITAM1	-4.56	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 14-09-2015_1125_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1125_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	284.36	kPa	0.00	kPa
DP12	-92.79	kPa	0.09	kPa
DP13	28.73	kPa	0.00	kPa
DP14	44.47	kPa	0.00	kPa
DP15	74.75	kPa	1.06	kPa
DP16	75.74	kPa	0.69	kPa
DP17	76.43	kPa	1.15	kPa
DP21	-0.18	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.50	kPa	0.00	kPa
DP23	70.68	kPa	0.18	kPa
DP24	-0.27	kPa	0.06	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	25.25	bar	0.62	bar
P03	1.95	bar	0.00	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.1250	kg/s	0.0016	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	20.42	°C	0.02	°C
TF02	36.53	°C	0.05	°C
TF11	21.08	°C	0.02	°C
TF12	10.37	°C	0.03	°C
TF13	21.39	°C	0.02	°C
TF14	21.45	°C	0.04	°C
TF15	24.11	°C	0.03	°C
TF16	25.05	°C	0.05	°C
TF17	26.18	°C	0.06	°C
TF21	14.46	°C	0.16	°C
TF22	19.90	°C	0.10	°C
TF23	21.54	°C	0.11	°C
TF24	21.67	°C	0.11	°C
TF25	24.65	°C	0.10	°C
TF26	20.02	°C	0.15	°C
TF27	24.36	°C	0.07	°C
TW11	26.57	°C	0.02	°C
TW12	26.51	°C	0.02	°C
TW13	26.71	°C	0.02	°C
TW14	28.91	°C	0.04	°C
TW15	22.67	°C	0.01	°C
TW16	36.73	°C	0.11	°C
TW17	44.03	°C	0.08	°C

VTAM3	0.22	V
ITAM3	-1.23	A
PTAM3	0.0	kW
VTAM2	0.15	V
ITAM2	0.55	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-99.82	V
ITAM1	-60.47	A
PTAM1	6.0	kW

Stazionario: 14-09-2015_1150_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1150_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	284.36	kPa	0.00	kPa
DP12	-92.80	kPa	0.00	kPa
DP13	28.73	kPa	0.00	kPa
DP14	44.47	kPa	0.00	kPa
DP15	67.47	kPa	1.06	kPa
DP16	66.77	kPa	1.03	kPa
DP17	70.47	kPa	1.06	kPa
DP21	-0.18	kPa	0.00	kPa
DP22	-71.44	kPa	0.00	kPa
DP23	70.60	kPa	0.11	kPa
DP24	-0.28	kPa	0.04	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	24.27	bar	0.64	bar
P03	0.93	bar	0.00	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.1251	kg/s	0.0016	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	20.18	°C	0.02	°C
TF02	69.18	°C	0.14	°C
TF11	21.18	°C	0.02	°C
TF12	11.24	°C	0.05	°C
TF13	33.68	°C	0.08	°C
TF14	47.77	°C	0.12	°C
TF15	47.92	°C	0.14	°C
TF16	60.28	°C	0.15	°C
TF17	59.15	°C	0.16	°C
TF21	20.89	°C	0.25	°C
TF22	21.04	°C	0.05	°C
TF23	22.82	°C	0.04	°C
TF24	23.06	°C	0.04	°C
TF25	25.85	°C	0.04	°C
TF26	26.08	°C	0.23	°C
TF27	25.07	°C	0.04	°C
TW11	26.63	°C	0.03	°C
TW12	41.58	°C	0.15	°C
TW13	43.46	°C	0.09	°C
TW14	57.72	°C	0.10	°C
TW15	23.22	°C	0.07	°C
TW16	70.99	°C	0.13	°C
TW17	74.67	°C	0.16	°C

VTAM3	0.16	V
ITAM3	-0.17	A
PTAM3	0.0	kW
VTAM2	-99.58	V
ITAM2	172.94	A
PTAM2	17.2	kW
VTAM1	-99.69	V
ITAM1	-61.71	A
PTAM1	6.2	kW

Stazionario: 14-09-2015_1214_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1214_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	223.18	kPa	3.06	kPa
DP12	-65.38	kPa	0.20	kPa
DP13	25.27	kPa	0.16	kPa
DP14	21.76	kPa	0.12	kPa
DP15	23.53	kPa	0.12	kPa
DP16	23.25	kPa	0.13	kPa
DP17	25.22	kPa	0.13	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.03	kPa
DP22	-71.30	kPa	0.02	kPa
DP23	70.32	kPa	0.15	kPa
DP24	-0.65	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	24.94	bar	0.42	bar
P03	21.71	bar	0.45	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0499	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	19.70	°C	0.01	°C
TF02	140.86	°C	1.10	°C
TF11	23.04	°C	0.02	°C
TF12	12.02	°C	0.04	°C
TF13	54.49	°C	0.14	°C
TF14	76.93	°C	0.34	°C
TF15	91.93	°C	0.21	°C
TF16	111.93	°C	0.23	°C
TF17	121.71	°C	0.32	°C
TF21	29.31	°C	0.41	°C
TF22	25.32	°C	0.28	°C
TF23	26.83	°C	0.29	°C
TF24	27.18	°C	0.29	°C
TF25	30.28	°C	0.29	°C
TF26	33.75	°C	0.36	°C
TF27	28.50	°C	0.21	°C
TW11	28.52	°C	0.02	°C
TW12	67.13	°C	0.41	°C
TW13	68.48	°C	0.17	°C
TW14	88.83	°C	0.31	°C
TW15	23.71	°C	0.04	°C
TW16	125.87	°C	0.36	°C
TW17	139.15	°C	0.30	°C

VTAM3	0.14	V
ITAM3	-0.08	A
PTAM3	0.0	kW
VTAM2	-99.53	V
ITAM2	172.10	A
PTAM2	17.1	kW
VTAM1	-99.54	V
ITAM1	-62.22	A
PTAM1	6.2	kW

Stazionario: 14-09-2015_1226_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1226_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	226.21	kPa	3.03	kPa
DP12	-68.39	kPa	0.18	kPa
DP13	24.64	kPa	0.16	kPa
DP14	21.52	kPa	0.10	kPa
DP15	24.34	kPa	0.12	kPa
DP16	24.26	kPa	0.12	kPa
DP17	27.51	kPa	0.14	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.03	kPa
DP22	-71.23	kPa	0.02	kPa
DP23	70.30	kPa	0.31	kPa
DP24	-0.57	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	22.03	bar	0.30	bar
P03	18.76	bar	0.31	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0506	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	69.75	°C	0.09	°C
TF02	71.52	°C	0.59	°C
TF11	69.76	°C	0.07	°C
TF12	11.68	°C	0.07	°C
TF13	70.17	°C	0.04	°C
TF14	70.69	°C	0.15	°C
TF15	72.46	°C	0.11	°C
TF16	70.98	°C	0.20	°C
TF17	68.91	°C	0.22	°C
TF21	33.45	°C	0.27	°C
TF22	28.30	°C	0.19	°C
TF23	30.07	°C	0.23	°C
TF24	30.39	°C	0.23	°C
TF25	33.48	°C	0.20	°C
TF26	37.43	°C	0.24	°C
TF27	30.49	°C	0.12	°C
TW11	75.02	°C	0.08	°C
TW12	75.15	°C	0.05	°C
TW13	75.44	°C	0.05	°C
TW14	77.95	°C	0.17	°C
TW15	23.41	°C	0.05	°C
TW16	80.15	°C	0.18	°C
TW17	80.03	°C	0.24	°C

VTAM3	-35.29	V
ITAM3	258.41	A
PTAM3	9.1	kW
VTAM2	0.01	V
ITAM2	1.44	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.09	V
ITAM1	-5.02	A
PTAM1	0.0	kW

Stazionario: 14-09-2015_1301_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1301_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	231.94	kPa	2.72	kPa
DP12	-65.60	kPa	0.19	kPa
DP13	21.24	kPa	0.12	kPa
DP14	18.08	kPa	0.07	kPa
DP15	20.80	kPa	0.09	kPa
DP16	20.40	kPa	0.09	kPa
DP17	23.30	kPa	0.10	kPa
DP21	-0.16	kPa	0.03	kPa
DP22	-70.93	kPa	0.03	kPa
DP23	70.06	kPa	0.12	kPa
DP24	-0.58	kPa	0.03	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA


	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	34.31	bar	0.48	bar
P03	31.11	bar	0.52	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0487	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	210.03	°C	0.13	°C
TF02	204.48	°C	0.48	°C
TF11	209.42	°C	0.11	°C
TF12	11.38	°C	0.01	°C
TF13	208.94	°C	0.09	°C
TF14	208.32	°C	0.08	°C
TF15	208.46	°C	0.09	°C
TF16	208.05	°C	0.09	°C
TF17	207.12	°C	0.09	°C
TF21	36.66	°C	0.05	°C
TF22	31.42	°C	0.08	°C
TF23	33.79	°C	0.08	°C
TF24	34.23	°C	0.08	°C
TF25	36.28	°C	0.06	°C
TF26	39.87	°C	0.04	°C
TF27	32.75	°C	0.08	°C
TW11	213.48	°C	0.11	°C
TW12	213.38	°C	0.10	°C
TW13	214.02	°C	0.09	°C
TW14	214.76	°C	0.08	°C
TW15	23.47	°C	0.01	°C
TW16	217.05	°C	0.09	°C
TW17	216.53	°C	0.09	°C

VTAM3	-77.57	V
ITAM3	518.95	A
PTAM3	40.3	kW
VTAM2	0.00	V
ITAM2	1.60	A
PTAM2	0.0	kW
VTAM1	-0.08	V
ITAM1	-4.93	A
PTAM1	0.0	kW

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS – LP1 – 049	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 129	di 265
--	--	------------------	----------------------	--------------------	------------------

APPENDICE D – QUICK-LOOK REPORT – TEST A TUBO SINGOLO

Sono riportati di seguito:

- ❖ Quick look report dei test a tubo singolo rivisti e corretti da SIET [4].

NOTA: I test di caratterizzazione non sono stati soggetti a correzioni quindi valgono i quick-look report inseriti in [1].

Stazionario: 14-09-2015_1505_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

14/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	20	bar
Portata	12	g/s

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1505_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	15.27	kPa	0.24	kPa
DP12	-62.21	kPa	0.15	kPa
DP13	11.07	kPa	0.10	kPa
DP14	13.34	kPa	0.15	kPa
DP15	26.95	kPa	0.51	kPa
DP16	33.59	kPa	0.69	kPa
DP17	39.91	kPa	0.96	kPa
DP21	-0.19	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.30	kPa	0.02	kPa
DP23	69.27	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.94	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.22	bar	0.02	bar
P03	20.43	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0121	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0000	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.19	°C	0.18	°C
TF02	213.76	°C	0.08	°C
TF11	194.28	°C	0.14	°C
TF12	13.91	°C	0.03	°C
TF13	216.21	°C	0.06	°C
TF14	216.00	°C	0.06	°C
TF15	215.35	°C	0.07	°C
TF16	214.90	°C	0.08	°C
TF17	213.53	°C	0.08	°C
TF21	54.11	°C	0.24	°C
TF22	54.69	°C	0.51	°C
TF23	56.92	°C	0.53	°C
TF24	57.43	°C	0.53	°C
TF25	59.05	°C	0.49	°C
TF26	53.87	°C	0.25	°C
TF27	50.52	°C	0.32	°C
TW11	193.52	°C	0.14	°C
TW12	222.33	°C	0.06	°C
TW13	218.05	°C	0.05	°C
TW14	216.16	°C	0.05	°C
TW15	25.50	°C	0.10	°C
TW16	215.09	°C	0.06	°C
TW17	212.25	°C	0.06	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	59.349	V
VTAM2	89.803	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	59.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	158.5	A
Potenza Tamini 1	3.525	kW
Potenza Tamini 2	14.234	kW
Potenza complessiva	17.759	kW

Stazionario: 14-09-2015_1555_R

QUICK LOOK REPORT

DATA 14/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW
Pressione	20	bar
Portata	12	g/s

NOTE TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito 14-09-2015_1555_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	15.29	kPa	0.24	kPa
DP12	-62.22	kPa	0.15	kPa
DP13	11.10	kPa	0.10	kPa
DP14	13.90	kPa	0.14	kPa
DP15	28.36	kPa	0.49	kPa
DP16	34.59	kPa	0.67	kPa
DP17	41.16	kPa	1.00	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.92	kPa	0.01	kPa
DP23	68.89	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.97	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.35	bar	0.02	bar
P03	20.52	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0121	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0000	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.22	°C	0.39	°C
TF02	214.00	°C	0.07	°C
TF11	194.39	°C	0.29	°C
TF12	14.16	°C	0.05	°C
TF13	216.54	°C	0.06	°C
TF14	216.31	°C	0.06	°C
TF15	215.61	°C	0.07	°C
TF16	215.16	°C	0.08	°C
TF17	213.78	°C	0.08	°C
TF21	60.68	°C	0.29	°C
TF22	66.84	°C	0.39	°C
TF23	69.53	°C	0.41	°C
TF24	70.16	°C	0.42	°C
TF25	70.62	°C	0.37	°C
TF26	60.98	°C	0.31	°C
TF27	58.19	°C	0.25	°C
TW11	193.67	°C	0.29	°C
TW12	222.72	°C	0.06	°C
TW13	218.47	°C	0.06	°C
TW14	216.50	°C	0.06	°C
TW15	25.68	°C	0.07	°C
TW16	216.01	°C	0.06	°C
TW17	212.80	°C	0.06	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	73.415	V
VTAM2	91.526	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	69.1	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	159.7	A
Potenza Tamini 1	5.073	kW
Potenza Tamini 2	14.617	kW
Potenza complessiva	19.690	kW

Stazionario: 14-09-2015_1640_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

14/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	20	bar
Portata	12	g/s

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1640_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	15.39	kPa	0.26	kPa
DP12	-62.26	kPa	0.15	kPa
DP13	11.14	kPa	0.10	kPa
DP14	14.37	kPa	0.16	kPa
DP15	29.11	kPa	0.54	kPa
DP16	35.57	kPa	0.77	kPa
DP17	42.16	kPa	1.05	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.56	kPa	0.02	kPa
DP23	68.51	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.00	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.35	bar	0.02	bar
P03	20.48	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0121	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0000	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.24	°C	0.27	°C
TF02	213.93	°C	0.07	°C
TF11	194.22	°C	0.17	°C
TF12	14.79	°C	0.04	°C
TF13	216.56	°C	0.05	°C
TF14	216.31	°C	0.06	°C
TF15	215.59	°C	0.06	°C
TF16	215.14	°C	0.07	°C
TF17	213.74	°C	0.09	°C
TF21	69.56	°C	0.45	°C
TF22	75.86	°C	0.34	°C
TF23	79.02	°C	0.37	°C
TF24	79.77	°C	0.37	°C
TF25	79.22	°C	0.33	°C
TF26	70.19	°C	0.46	°C
TF27	63.71	°C	0.21	°C
TW11	193.55	°C	0.17	°C
TW12	222.80	°C	0.05	°C
TW13	218.53	°C	0.05	°C
TW14	216.50	°C	0.05	°C
TW15	26.16	°C	0.06	°C
TW16	216.99	°C	0.05	°C
TW17	213.21	°C	0.06	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	90.115	V
VTAM2	92.417	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	79.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	161.8	A
Potenza Tamini 1	7.155	kW
Potenza Tamini 2	14.953	kW
Potenza complessiva	22.108	kW

Stazionario: 14-09-2015_1717_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	20	bar
Portata	11	g/s

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1717_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	12.83	kPa	0.18	kPa
DP12	-62.27	kPa	0.09	kPa
DP13	10.72	kPa	0.12	kPa
DP14	13.88	kPa	0.16	kPa
DP15	27.10	kPa	0.57	kPa
DP16	31.78	kPa	0.85	kPa
DP17	40.96	kPa	0.85	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.25	kPa	0.02	kPa
DP23	68.10	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.11	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.03	bar	0.02	bar
P03	20.27	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0112	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0000	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	192.61	°C	0.41	°C
TF02	215.00	°C	0.10	°C
TF11	194.54	°C	0.29	°C
TF12	15.38	°C	0.04	°C
TF13	215.90	°C	0.04	°C
TF14	215.63	°C	0.05	°C
TF15	214.95	°C	0.05	°C
TF16	214.56	°C	0.07	°C
TF17	213.23	°C	0.09	°C
TF21	77.96	°C	0.42	°C
TF22	81.99	°C	0.29	°C
TF23	85.65	°C	0.32	°C
TF24	86.48	°C	0.32	°C
TF25	85.10	°C	0.27	°C
TF26	78.46	°C	0.40	°C
TF27	67.33	°C	0.17	°C
TW11	194.00	°C	0.29	°C
TW12	222.21	°C	0.04	°C
TW13	217.84	°C	0.04	°C
TW14	215.81	°C	0.04	°C
TW15	26.51	°C	0.06	°C
TW16	216.38	°C	0.04	°C
TW17	212.86	°C	0.16	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	90.042	V
VTAM2	92.364	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	79.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	161.4	A
Potenza Tamini 1	7.149	kW
Potenza Tamini 2	14.908	kW
Potenza complessiva	22.057	kW

Stazionario: 14-09-2015_1741_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

14/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	20	bar
Portata	10	g/s

NOTE

TF12 e TW15 guaste, F02 disconnesso

Nome del file acquisito

14-09-2015_1741_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.91	kPa	0.35	kPa
DP12	-62.09	kPa	0.06	kPa
DP13	10.23	kPa	0.14	kPa
DP14	13.43	kPa	0.24	kPa
DP15	25.32	kPa	0.70	kPa
DP16	28.33	kPa	0.90	kPa
DP17	35.58	kPa	0.82	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.07	kPa	0.02	kPa
DP23	67.38	kPa	0.10	kPa
DP24	-1.64	kPa	0.07	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.79	bar	0.22	bar
P03	20.17	bar	0.23	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0104	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0000	kg/s	0.0000	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.38	°C	0.31	°C
TF02	237.16	°C	11.03	°C
TF11	196.70	°C	0.23	°C
TF12	15.88	°C	0.06	°C
TF13	215.36	°C	0.59	°C
TF14	215.17	°C	0.56	°C
TF15	214.43	°C	0.64	°C
TF16	214.20	°C	0.66	°C
TF17	212.92	°C	0.68	°C
TF21	82.85	°C	0.44	°C
TF22	85.22	°C	0.25	°C
TF23	89.21	°C	0.29	°C
TF24	90.12	°C	0.31	°C
TF25	88.22	°C	0.27	°C
TF26	82.94	°C	0.37	°C
TF27	69.20	°C	0.13	°C
TW11	196.21	°C	0.32	°C
TW12	221.63	°C	0.53	°C
TW13	217.25	°C	0.55	°C
TW14	215.33	°C	0.54	°C
TW15	27.14	°C	0.17	°C
TW16	215.94	°C	0.56	°C
TW17	229.33	°C	1.54	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	90.058	V
VTAM2	92.333	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	79.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	161.1	A
Potenza Tamini 1	7.142	kW
Potenza Tamini 2	14.875	kW
Potenza complessiva	22.016	kW

Stazionario: 15-09-2015_1254_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW
Pressione	20	bar
Portata	10	g/s

NOTE

TF12 e TW15 guaste

Nome del file acquisito

15-09-2015_1254_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.47	kPa	0.31	kPa
DP12	-62.17	kPa	0.06	kPa
DP13	10.19	kPa	0.14	kPa
DP14	13.47	kPa	0.20	kPa
DP15	25.16	kPa	0.64	kPa
DP16	27.37	kPa	0.85	kPa
DP17	33.72	kPa	0.70	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.79	kPa	0.02	kPa
DP23	69.03	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.49	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.88	bar	0.10	bar
P03	20.30	bar	0.10	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0101	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0104	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	192.72	°C	0.34	°C
TF02	238.45	°C	1.33	°C
TF11	195.62	°C	0.24	°C
TF12	215.96	°C	0.25	°C
TF13	215.51	°C	0.24	°C
TF14	215.37	°C	0.25	°C
TF15	214.59	°C	0.25	°C
TF16	214.31	°C	0.25	°C
TF17	213.00	°C	0.25	°C
TF21	34.91	°C	0.67	°C
TF22	44.02	°C	0.69	°C
TF23	45.23	°C	0.70	°C
TF24	45.53	°C	0.70	°C
TF25	47.92	°C	0.68	°C
TF26	38.80	°C	0.58	°C
TF27	43.31	°C	0.49	°C
TW11	195.16	°C	0.26	°C
TW12	221.89	°C	0.24	°C
TW13	217.32	°C	0.25	°C
TW14	215.61	°C	0.24	°C
TW15	221.05	°C	0.24	°C
TW16	215.31	°C	0.25	°C
TW17	220.14	°C	3.87	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	76.614	V
VTAM2	94.462	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	71.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	165.3	A
Potenza Tamini 1	5.486	kW
Potenza Tamini 2	15.615	kW
Potenza complessiva	21.100	kW

Stazionario: 15-09-2015_1323_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW
Pressione	20	bar
Portata	11	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1323_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	12.08	kPa	0.31	kPa
DP12	-62.18	kPa	0.09	kPa
DP13	10.61	kPa	0.14	kPa
DP14	14.20	kPa	0.18	kPa
DP15	27.19	kPa	0.62	kPa
DP16	30.78	kPa	0.97	kPa
DP17	37.83	kPa	0.84	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.48	kPa	0.02	kPa
DP23	69.08	kPa	0.02	kPa
DP24	-1.15	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.14	bar	0.06	bar
P03	20.44	bar	0.05	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0109	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0112	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.43	°C	0.60	°C
TF02	215.22	°C	0.28	°C
TF11	195.41	°C	0.45	°C
TF12	216.50	°C	0.14	°C
TF13	216.15	°C	0.14	°C
TF14	215.96	°C	0.14	°C
TF15	215.17	°C	0.14	°C
TF16	214.82	°C	0.14	°C
TF17	213.52	°C	0.15	°C
TF21	44.48	°C	0.53	°C
TF22	54.07	°C	0.57	°C
TF23	55.65	°C	0.60	°C
TF24	55.89	°C	0.60	°C
TF25	57.72	°C	0.55	°C
TF26	47.39	°C	0.50	°C
TF27	50.33	°C	0.39	°C
TW11	194.93	°C	0.44	°C
TW12	222.52	°C	0.14	°C
TW13	217.97	°C	0.14	°C
TW14	216.12	°C	0.14	°C
TW15	221.68	°C	0.14	°C
TW16	215.82	°C	0.14	°C
TW17	212.73	°C	0.16	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	76.747	V
VTAM2	94.472	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	71.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	165.8	A
Potenza Tamini 1	5.480	kW
Potenza Tamini 2	15.664	kW
Potenza complessiva	21.143	kW

Stazionario: 15-09-2015_1357_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	20	bar
Portata	11	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1357_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	12.09	kPa	0.28	kPa
DP12	-62.14	kPa	0.05	kPa
DP13	10.64	kPa	0.13	kPa
DP14	14.46	kPa	0.18	kPa
DP15	27.58	kPa	0.54	kPa
DP16	31.04	kPa	0.78	kPa
DP17	34.51	kPa	0.96	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-70.11	kPa	0.02	kPa
DP23	69.06	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.78	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.02	bar	0.02	bar
P03	20.34	bar	0.02	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0109	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0112	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.75	°C	0.22	°C
TF02	213.54	°C	0.06	°C
TF11	195.66	°C	0.11	°C
TF12	216.21	°C	0.05	°C
TF13	215.91	°C	0.05	°C
TF14	215.69	°C	0.05	°C
TF15	214.90	°C	0.06	°C
TF16	214.55	°C	0.07	°C
TF17	213.25	°C	0.07	°C
TF21	52.51	°C	0.35	°C
TF22	63.96	°C	0.53	°C
TF23	66.10	°C	0.57	°C
TF24	66.43	°C	0.57	°C
TF25	67.25	°C	0.52	°C
TF26	55.01	°C	0.33	°C
TF27	57.01	°C	0.36	°C
TW11	195.24	°C	0.12	°C
TW12	222.31	°C	0.05	°C
TW13	217.72	°C	0.04	°C
TW14	215.79	°C	0.05	°C
TW15	221.43	°C	0.05	°C
TW16	214.79	°C	0.05	°C
TW17	212.02	°C	0.05	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	62.010	V
VTAM2	94.719	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	64.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	161.9	A
Potenza Tamini 1	3.987	kW
Potenza Tamini 2	15.335	kW
Potenza complessiva	19.322	kW

Stazionario: 15-09-2015_1446_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	20	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1446_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.51	kPa	0.32	kPa
DP12	-62.24	kPa	0.06	kPa
DP13	10.25	kPa	0.15	kPa
DP14	13.68	kPa	0.20	kPa
DP15	25.34	kPa	0.65	kPa
DP16	27.44	kPa	0.95	kPa
DP17	32.97	kPa	0.78	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.70	kPa	0.01	kPa
DP23	68.63	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.82	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.94	bar	0.04	bar
P03	20.36	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0101	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0104	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.12	°C	0.49	°C
TF02	214.26	°C	0.20	°C
TF11	195.12	°C	0.25	°C
TF12	216.06	°C	0.07	°C
TF13	215.79	°C	0.07	°C
TF14	215.60	°C	0.07	°C
TF15	214.84	°C	0.08	°C
TF16	214.56	°C	0.08	°C
TF17	213.33	°C	0.09	°C
TF21	59.40	°C	0.22	°C
TF22	75.25	°C	0.37	°C
TF23	78.19	°C	0.40	°C
TF24	78.66	°C	0.40	°C
TF25	78.17	°C	0.35	°C
TF26	62.00	°C	0.24	°C
TF27	64.20	°C	0.22	°C
TW11	194.80	°C	0.26	°C
TW12	222.22	°C	0.06	°C
TW13	217.61	°C	0.07	°C
TW14	215.72	°C	0.07	°C
TW15	221.37	°C	0.07	°C
TW16	214.79	°C	0.07	°C
TW17	212.13	°C	0.10	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.985	V
VTAM2	94.748	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	61.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	165	A
Potenza Tamini 1	3.806	kW
Potenza Tamini 2	15.633	kW
Potenza complessiva	19.439	kW

Stazionario: 15-09-2015_1607_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	20	bar
Portata	8.33	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1607_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	11.36	kPa	9.79	kPa
DP12	-62.42	kPa	0.83	kPa
DP13	11.02	kPa	3.63	kPa
DP14	8.63	kPa	3.45	kPa
DP15	19.44	kPa	4.32	kPa
DP16	22.31	kPa	3.83	kPa
DP17	28.63	kPa	4.21	kPa
DP21	-0.15	kPa	0.02	kPa
DP22	-67.59	kPa	0.07	kPa
DP23	67.25	kPa	0.09	kPa
DP24	-0.02	kPa	0.11	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.33	bar	0.20	bar
P03	19.94	bar	0.34	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0082	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0085	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.20	°C	0.91	°C
TF02	307.78	°C	4.23	°C
TF11	202.42	°C	3.17	°C
TF12	214.68	°C	0.85	°C
TF13	214.29	°C	0.94	°C
TF14	214.40	°C	1.02	°C
TF15	213.53	°C	0.91	°C
TF16	223.71	°C	10.02	°C
TF17	266.97	°C	7.70	°C
TF21	69.23	°C	0.43	°C
TF22	81.27	°C	0.31	°C
TF23	85.34	°C	0.29	°C
TF24	86.45	°C	0.28	°C
TF25	84.20	°C	0.30	°C
TF26	69.85	°C	0.29	°C
TF27	72.64	°C	0.13	°C
TW11	201.02	°C	0.83	°C
TW12	220.70	°C	0.67	°C
TW13	216.05	°C	0.58	°C
TW14	214.80	°C	0.45	°C
TW15	222.91	°C	1.57	°C
TW16	252.01	°C	3.59	°C
TW17	294.78	°C	7.23	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	62.940	V
VTAM2	92.804	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	61.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.4	A
Potenza Tamini 1	3.865	kW
Potenza Tamini 2	15.071	kW
Potenza complessiva	18.936	kW

Stazionario: 15-09-2015_1636_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.6	kW
Pressione	20	bar
Portata	8.33	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1636_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	8.96	kPa	6.73	kPa
DP12	-62.39	kPa	0.46	kPa
DP13	11.99	kPa	2.01	kPa
DP14	7.91	kPa	2.14	kPa
DP15	18.99	kPa	3.55	kPa
DP16	21.61	kPa	3.97	kPa
DP17	23.19	kPa	3.65	kPa
DP21	-0.18	kPa	0.02	kPa
DP22	-68.41	kPa	0.20	kPa
DP23	67.11	kPa	0.27	kPa
DP24	-1.02	kPa	0.37	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.89	bar	0.15	bar
P03	20.60	bar	0.24	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0081	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0084	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	192.64	°C	0.64	°C
TF02	247.88	°C	1.88	°C
TF11	195.77	°C	0.35	°C
TF12	215.89	°C	0.60	°C
TF13	215.63	°C	0.66	°C
TF14	215.55	°C	0.68	°C
TF15	214.89	°C	0.65	°C
TF16	216.37	°C	3.14	°C
TF17	216.63	°C	3.67	°C
TF21	74.40	°C	0.12	°C
TF22	85.26	°C	0.23	°C
TF23	89.61	°C	0.24	°C
TF24	91.06	°C	0.25	°C
TF25	88.46	°C	0.26	°C
TF26	73.70	°C	0.17	°C
TF27	77.19	°C	0.32	°C
TW11	196.05	°C	0.54	°C
TW12	222.07	°C	0.45	°C
TW13	217.33	°C	0.50	°C
TW14	215.77	°C	0.47	°C
TW15	223.85	°C	1.54	°C
TW16	228.95	°C	0.98	°C
TW17	217.37	°C	2.56	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	43.050	V
VTAM2	93.114	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	46.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.3	A
Potenza Tamini 1	2.010	kW
Potenza Tamini 2	15.205	kW
Potenza complessiva	17.216	kW

Stazionario: 15-09-2015_1714_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	20	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

15-09-2015_1714_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.53	kPa	0.29	kPa
DP12	-62.29	kPa	0.05	kPa
DP13	14.70	kPa	0.13	kPa
DP14	9.31	kPa	0.18	kPa
DP15	25.55	kPa	0.57	kPa
DP16	27.38	kPa	0.80	kPa
DP17	30.94	kPa	0.98	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-68.95	kPa	0.00	kPa
DP23	67.97	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.74	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.90	bar	0.03	bar
P03	20.35	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0101	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0104	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	192.94	°C	0.27	°C
TF02	213.63	°C	0.08	°C
TF11	194.24	°C	0.12	°C
TF12	215.92	°C	0.07	°C
TF13	215.76	°C	0.08	°C
TF14	215.57	°C	0.08	°C
TF15	214.79	°C	0.09	°C
TF16	214.50	°C	0.09	°C
TF17	213.26	°C	0.09	°C
TF21	74.02	°C	0.06	°C
TF22	90.09	°C	0.18	°C
TF23	94.77	°C	0.20	°C
TF24	95.89	°C	0.18	°C
TF25	93.48	°C	0.17	°C
TF26	74.68	°C	0.01	°C
TF27	76.25	°C	0.03	°C
TW11	193.94	°C	0.13	°C
TW12	222.28	°C	0.06	°C
TW13	217.41	°C	0.06	°C
TW14	215.67	°C	0.08	°C
TW15	221.50	°C	0.08	°C
TW16	214.10	°C	0.07	°C
TW17	211.69	°C	0.08	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	43.065	V
VTAM2	92.936	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	47.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.3	A
Potenza Tamini 1	2.033	kW
Potenza Tamini 2	15.176	kW
Potenza complessiva	17.209	kW

Stazionario: 15-09-2015_1815_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

15/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	12.5	kW
Pressione	20	bar
Portata	13	g/s

NOTE
Nome del file acquisito

15-09-2015_1815_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	16.91	kPa	0.28	kPa
DP12	-62.54	kPa	0.20	kPa
DP13	12.42	kPa	0.06	kPa
DP14	10.18	kPa	0.10	kPa
DP15	14.50	kPa	0.35	kPa
DP16	18.86	kPa	0.54	kPa
DP17	33.52	kPa	1.12	kPa
DP21	-0.17	kPa	0.00	kPa
DP22	-68.93	kPa	0.00	kPa
DP23	68.01	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.64	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.96	bar	0.03	bar
P03	20.52	bar	0.04	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0129	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0132	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	188.55	°C	0.53	°C
TF02	214.06	°C	0.09	°C
TF11	190.30	°C	0.37	°C
TF12	213.11	°C	0.41	°C
TF13	215.72	°C	0.07	°C
TF14	215.78	°C	0.07	°C
TF15	215.03	°C	0.07	°C
TF16	214.97	°C	0.08	°C
TF17	213.77	°C	0.08	°C
TF21	80.81	°C	0.79	°C
TF22	87.73	°C	0.28	°C
TF23	93.48	°C	0.26	°C
TF24	94.23	°C	0.28	°C
TF25	90.54	°C	0.31	°C
TF26	82.76	°C	0.74	°C
TF27	71.64	°C	0.38	°C
TW11	189.12	°C	0.37	°C
TW12	221.03	°C	0.07	°C
TW13	216.52	°C	0.07	°C
TW14	215.10	°C	0.07	°C
TW15	221.30	°C	0.07	°C
TW16	217.27	°C	0.07	°C
TW17	213.56	°C	0.07	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.828	V
VTAM2	53.549	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	82.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	109.9	A
Potenza Tamini 1	7.630	kW
Potenza Tamini 2	5.885	kW
Potenza complessiva	13.516	kW

Stazionario: 16-09-2015_1043_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	50	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1043_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	14.81	kPa	10.81	kPa
DP12	-56.27	kPa	0.66	kPa
DP13	8.90	kPa	2.36	kPa
DP14	9.53	kPa	2.49	kPa
DP15	14.48	kPa	3.94	kPa
DP16	13.97	kPa	3.61	kPa
DP17	14.97	kPa	3.00	kPa
DP21	-0.15	kPa	0.02	kPa
DP22	-70.50	kPa	0.02	kPa
DP23	69.47	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.93	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.51	bar	0.59	bar
P03	50.30	bar	0.61	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0102	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0106	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.85	°C	2.60	°C
TF02	266.19	°C	0.76	°C
TF11	256.99	°C	2.50	°C
TF12	264.86	°C	0.78	°C
TF13	264.93	°C	0.79	°C
TF14	264.94	°C	0.80	°C
TF15	264.66	°C	0.76	°C
TF16	265.37	°C	2.15	°C
TF17	265.66	°C	2.19	°C
TF21	35.22	°C	0.40	°C
TF22	51.14	°C	0.62	°C
TF23	52.85	°C	0.66	°C
TF24	53.51	°C	0.67	°C
TF25	56.93	°C	0.66	°C
TF26	40.42	°C	0.38	°C
TF27	49.09	°C	0.44	°C
TW11	256.18	°C	2.47	°C
TW12	270.90	°C	0.75	°C
TW13	266.41	°C	0.76	°C
TW14	264.98	°C	0.67	°C
TW15	272.26	°C	1.21	°C
TW16	267.93	°C	2.43	°C
TW17	265.30	°C	3.09	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	41.428	V
VTAM2	94.291	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	45.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	1.885	kW
Potenza Tamini 2	15.464	kW
Potenza complessiva	17.349	kW

Stazionario: 16-09-2015_1114_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	50	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1114_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	18.94	kPa	17.03	kPa
DP12	-56.82	kPa	1.04	kPa
DP13	8.71	kPa	3.68	kPa
DP14	9.43	kPa	3.54	kPa
DP15	14.50	kPa	4.89	kPa
DP16	14.07	kPa	4.15	kPa
DP17	15.58	kPa	3.28	kPa
DP21	-0.15	kPa	0.03	kPa
DP22	-70.09	kPa	0.03	kPa
DP23	68.45	kPa	0.05	kPa
DP24	-1.56	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.55	bar	0.71	bar
P03	50.29	bar	0.80	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0102	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0106	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.31	°C	2.69	°C
TF02	291.94	°C	7.13	°C
TF11	257.72	°C	2.26	°C
TF12	264.79	°C	0.98	°C
TF13	264.81	°C	1.00	°C
TF14	264.91	°C	1.01	°C
TF15	264.68	°C	1.08	°C
TF16	267.32	°C	5.65	°C
TF17	277.42	°C	14.64	°C
TF21	43.31	°C	0.58	°C
TF22	62.60	°C	0.64	°C
TF23	65.15	°C	0.67	°C
TF24	65.94	°C	0.69	°C
TF25	68.87	°C	0.66	°C
TF26	48.58	°C	0.56	°C
TF27	57.09	°C	0.43	°C
TW11	256.63	°C	1.64	°C
TW12	270.94	°C	0.91	°C
TW13	266.47	°C	0.88	°C
TW14	265.20	°C	0.81	°C
TW15	272.89	°C	1.38	°C
TW16	274.35	°C	8.89	°C
TW17	283.72	°C	18.59	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.418	V
VTAM2	94.215	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	60.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	3.697	kW
Potenza Tamini 2	15.451	kW
Potenza complessiva	19.149	kW

Stazionario: 16-09-2015_1140_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	50	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1140_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	15.85	kPa	0.93	kPa
DP12	-56.22	kPa	0.10	kPa
DP13	9.93	kPa	0.18	kPa
DP14	11.60	kPa	0.28	kPa
DP15	18.80	kPa	0.71	kPa
DP16	18.19	kPa	1.05	kPa
DP17	19.10	kPa	1.17	kPa
DP21	-0.17	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.75	kPa	0.04	kPa
DP23	68.73	kPa	0.05	kPa
DP24	-0.96	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	51.07	bar	0.12	bar
P03	50.69	bar	0.11	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0120	kg/s	0.0007	kg/s
F02	0.0124	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.75	°C	0.59	°C
TF02	265.80	°C	0.14	°C
TF11	256.76	°C	0.69	°C
TF12	265.55	°C	0.14	°C
TF13	265.59	°C	0.14	°C
TF14	265.60	°C	0.15	°C
TF15	265.19	°C	0.14	°C
TF16	265.16	°C	0.14	°C
TF17	264.86	°C	0.14	°C
TF21	51.69	°C	0.83	°C
TF22	71.74	°C	0.96	°C
TF23	75.03	°C	1.05	°C
TF24	75.93	°C	1.06	°C
TF25	78.35	°C	0.98	°C
TF26	56.86	°C	0.86	°C
TF27	63.20	°C	0.61	°C
TW11	255.86	°C	0.70	°C
TW12	271.68	°C	0.14	°C
TW13	267.12	°C	0.14	°C
TW14	265.58	°C	0.13	°C
TW15	271.66	°C	0.14	°C
TW16	265.26	°C	0.13	°C
TW17	262.86	°C	0.13	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.417	V
VTAM2	94.173	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	60.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	3.703	kW
Potenza Tamini 2	15.444	kW
Potenza complessiva	19.148	kW

Stazionario: 16-09-2015_1217_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	50	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1217_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.66	kPa	1.55	kPa
DP12	-56.31	kPa	0.08	kPa
DP13	10.57	kPa	0.25	kPa
DP14	12.86	kPa	0.47	kPa
DP15	21.82	kPa	1.09	kPa
DP16	22.55	kPa	1.52	kPa
DP17	24.49	kPa	1.91	kPa
DP21	-0.18	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.38	kPa	0.02	kPa
DP23	68.38	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.95	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.98	bar	0.26	bar
P03	50.41	bar	0.25	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0135	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0139	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.02	°C	0.78	°C
TF02	265.44	°C	0.32	°C
TF11	256.25	°C	0.53	°C
TF12	265.41	°C	0.31	°C
TF13	265.44	°C	0.31	°C
TF14	265.42	°C	0.31	°C
TF15	264.98	°C	0.31	°C
TF16	264.93	°C	0.31	°C
TF17	264.59	°C	0.32	°C
TF21	59.30	°C	0.36	°C
TF22	80.97	°C	0.43	°C
TF23	85.10	°C	0.47	°C
TF24	86.09	°C	0.48	°C
TF25	87.53	°C	0.42	°C
TF26	64.95	°C	0.38	°C
TF27	68.98	°C	0.27	°C
TW11	255.36	°C	0.53	°C
TW12	271.57	°C	0.30	°C
TW13	266.97	°C	0.31	°C
TW14	265.38	°C	0.31	°C
TW15	271.48	°C	0.31	°C
TW16	265.02	°C	0.31	°C
TW17	262.62	°C	0.31	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.273	V
VTAM2	94.082	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	60.1	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.7	A
Potenza Tamini 1	3.683	kW
Potenza Tamini 2	15.401	kW
Potenza complessiva	19.084	kW

Stazionario: 16-09-2015_1242_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW
Pressione	50	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1242_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.56	kPa	0.82	kPa
DP12	-56.32	kPa	0.06	kPa
DP13	10.56	kPa	0.14	kPa
DP14	12.83	kPa	0.25	kPa
DP15	21.79	kPa	0.59	kPa
DP16	22.66	kPa	0.86	kPa
DP17	23.96	kPa	1.14	kPa
DP21	-0.18	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.14	kPa	0.02	kPa
DP23	68.11	kPa	0.03	kPa
DP24	-0.98	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.89	bar	0.04	bar
P03	50.32	bar	0.04	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0135	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0139	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	257.95	°C	0.44	°C
TF02	265.34	°C	0.06	°C
TF11	256.38	°C	0.33	°C
TF12	265.32	°C	0.05	°C
TF13	265.34	°C	0.05	°C
TF14	265.31	°C	0.05	°C
TF15	264.87	°C	0.05	°C
TF16	264.83	°C	0.05	°C
TF17	264.48	°C	0.05	°C
TF21	64.50	°C	0.43	°C
TF22	86.50	°C	0.37	°C
TF23	91.21	°C	0.40	°C
TF24	92.32	°C	0.41	°C
TF25	92.97	°C	0.36	°C
TF26	70.36	°C	0.44	°C
TF27	72.46	°C	0.22	°C
TW11	255.52	°C	0.33	°C
TW12	271.50	°C	0.05	°C
TW13	266.88	°C	0.05	°C
TW14	265.28	°C	0.07	°C
TW15	271.40	°C	0.05	°C
TW16	265.78	°C	0.06	°C
TW17	262.99	°C	0.06	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	78.086	V
VTAM2	93.882	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	72.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	5.646	kW
Potenza Tamini 2	15.397	kW
Potenza complessiva	21.042	kW

Stazionario: 16-09-2015_1332_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW
Pressione	50	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1332_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	21.51	kPa	17.85	kPa
DP12	-56.47	kPa	0.93	kPa
DP13	9.52	kPa	3.47	kPa
DP14	11.12	kPa	3.87	kPa
DP15	17.54	kPa	5.64	kPa
DP16	17.57	kPa	5.31	kPa
DP17	19.38	kPa	4.15	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.03	kPa
DP22	-68.59	kPa	0.02	kPa
DP23	66.92	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.65	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.54	bar	0.41	bar
P03	50.09	bar	0.62	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0117	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0122	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	259.73	°C	1.39	°C
TF02	288.88	°C	5.94	°C
TF11	258.84	°C	1.04	°C
TF12	264.75	°C	0.70	°C
TF13	264.72	°C	0.75	°C
TF14	264.73	°C	0.77	°C
TF15	264.34	°C	0.75	°C
TF16	264.53	°C	1.01	°C
TF17	265.66	°C	2.60	°C
TF21	78.23	°C	0.52	°C
TF22	95.73	°C	0.31	°C
TF23	101.45	°C	0.36	°C
TF24	102.73	°C	0.38	°C
TF25	101.85	°C	0.31	°C
TF26	82.83	°C	0.44	°C
TF27	78.29	°C	0.22	°C
TW11	258.31	°C	0.94	°C
TW12	270.98	°C	0.59	°C
TW13	266.36	°C	0.65	°C
TW14	264.70	°C	0.58	°C
TW15	271.99	°C	0.91	°C
TW16	268.03	°C	1.85	°C
TW17	266.37	°C	3.27	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	78.072	V
VTAM2	93.963	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	72	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	5.621	kW
Potenza Tamini 2	15.410	kW
Potenza complessiva	21.031	kW

Stazionario: 16-09-2015_1358_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	50	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1358_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	24.59	kPa	21.57	kPa
DP12	-56.80	kPa	1.17	kPa
DP13	9.62	kPa	4.19	kPa
DP14	11.32	kPa	4.41	kPa
DP15	17.89	kPa	5.89	kPa
DP16	18.31	kPa	5.21	kPa
DP17	20.40	kPa	4.02	kPa
DP21	-0.16	kPa	0.05	kPa
DP22	-68.30	kPa	0.04	kPa
DP23	66.56	kPa	0.08	kPa
DP24	-1.70	kPa	0.08	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	51.08	bar	0.75	bar
P03	50.59	bar	0.92	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0117	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0121	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	260.95	°C	1.84	°C
TF02	310.58	°C	9.11	°C
TF11	259.64	°C	2.89	°C
TF12	265.38	°C	1.08	°C
TF13	265.29	°C	1.14	°C
TF14	265.34	°C	1.15	°C
TF15	264.89	°C	1.13	°C
TF16	265.40	°C	1.72	°C
TF17	267.97	°C	3.96	°C
TF21	84.98	°C	0.59	°C
TF22	99.35	°C	0.22	°C
TF23	105.55	°C	0.27	°C
TF24	107.10	°C	0.30	°C
TF25	105.32	°C	0.22	°C
TF26	88.50	°C	0.49	°C
TF27	81.24	°C	0.36	°C
TW11	258.80	°C	2.83	°C
TW12	271.61	°C	0.98	°C
TW13	267.08	°C	1.03	°C
TW14	265.59	°C	0.90	°C
TW15	272.63	°C	0.98	°C
TW16	270.12	°C	2.15	°C
TW17	271.98	°C	6.09	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.242	V
VTAM2	94.167	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	7.444	kW
Potenza Tamini 2	15.443	kW
Potenza complessiva	22.887	kW

Stazionario: 16-09-2015_1425_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	50	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1425_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	20.83	kPa	0.49	kPa
DP12	-56.46	kPa	0.06	kPa
DP13	10.81	kPa	0.10	kPa
DP14	13.27	kPa	0.13	kPa
DP15	22.85	kPa	0.37	kPa
DP16	24.10	kPa	0.57	kPa
DP17	25.70	kPa	0.69	kPa
DP21	-0.19	kPa	0.00	kPa
DP22	-68.06	kPa	0.01	kPa
DP23	66.82	kPa	0.05	kPa
DP24	-1.23	kPa	0.05	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.87	bar	0.11	bar
P03	50.25	bar	0.11	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0138	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0143	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	256.86	°C	0.45	°C
TF02	265.52	°C	0.14	°C
TF11	255.32	°C	0.42	°C
TF12	265.36	°C	0.14	°C
TF13	265.33	°C	0.14	°C
TF14	265.30	°C	0.14	°C
TF15	264.83	°C	0.14	°C
TF16	264.79	°C	0.14	°C
TF17	264.44	°C	0.14	°C
TF21	93.92	°C	0.48	°C
TF22	103.10	°C	0.23	°C
TF23	109.51	°C	0.26	°C
TF24	111.30	°C	0.25	°C
TF25	108.94	°C	0.22	°C
TF26	95.89	°C	0.43	°C
TF27	85.02	°C	0.01	°C
TW11	254.50	°C	0.41	°C
TW12	271.63	°C	0.13	°C
TW13	266.95	°C	0.14	°C
TW14	265.25	°C	0.13	°C
TW15	271.45	°C	0.13	°C
TW16	266.68	°C	0.14	°C
TW17	263.45	°C	0.14	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.454	V
VTAM2	94.232	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	7.461	kW
Potenza Tamini 2	15.454	kW
Potenza complessiva	22.915	kW

Stazionario: 16-09-2015_1517_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	70	bar
Portata	15	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1517_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	26.40	kPa	9.59	kPa
DP12	-54.07	kPa	0.29	kPa
DP13	10.86	kPa	1.07	kPa
DP14	12.51	kPa	1.38	kPa
DP15	20.01	kPa	2.02	kPa
DP16	20.23	kPa	2.88	kPa
DP17	22.22	kPa	4.46	kPa
DP21	-0.19	kPa	0.02	kPa
DP22	-67.64	kPa	0.01	kPa
DP23	66.58	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.23	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.77	bar	0.18	bar
P03	70.18	bar	0.29	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0150	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0156	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.32	°C	0.67	°C
TF02	287.46	°C	0.37	°C
TF11	276.59	°C	0.37	°C
TF12	286.73	°C	0.28	°C
TF13	286.66	°C	0.29	°C
TF14	286.66	°C	0.31	°C
TF15	286.31	°C	0.31	°C
TF16	286.33	°C	0.31	°C
TF17	286.31	°C	0.31	°C
TF21	106.68	°C	0.40	°C
TF22	109.75	°C	0.22	°C
TF23	116.95	°C	0.25	°C
TF24	118.72	°C	0.25	°C
TF25	115.12	°C	0.21	°C
TF26	107.62	°C	0.36	°C
TF27	87.28	°C	0.11	°C
TW11	275.70	°C	0.37	°C
TW12	292.83	°C	0.25	°C
TW13	288.22	°C	0.27	°C
TW14	286.60	°C	0.24	°C
TW15	292.80	°C	0.26	°C
TW16	288.23	°C	0.27	°C
TW17	285.17	°C	0.24	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.438	V
VTAM2	94.618	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164.2	A
Potenza Tamini 1	7.432	kW
Potenza Tamini 2	15.536	kW
Potenza complessiva	22.968	kW

Stazionario: 16-09-2015_1555_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	70	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1555_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	21.44	kPa	8.93	kPa
DP12	-54.04	kPa	0.34	kPa
DP13	10.20	kPa	1.23	kPa
DP14	11.31	kPa	1.62	kPa
DP15	17.37	kPa	2.48	kPa
DP16	16.64	kPa	2.75	kPa
DP17	17.59	kPa	1.80	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.02	kPa
DP22	-67.33	kPa	0.01	kPa
DP23	65.69	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.84	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.63	bar	0.42	bar
P03	70.22	bar	0.51	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0134	kg/s	0.0007	kg/s
F02	0.0140	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	277.99	°C	0.89	°C
TF02	308.20	°C	2.00	°C
TF11	276.24	°C	0.54	°C
TF12	286.54	°C	0.46	°C
TF13	286.46	°C	0.48	°C
TF14	286.47	°C	0.48	°C
TF15	286.13	°C	0.49	°C
TF16	286.18	°C	0.49	°C
TF17	286.21	°C	0.54	°C
TF21	114.66	°C	0.31	°C
TF22	114.07	°C	0.17	°C
TF23	121.91	°C	0.19	°C
TF24	123.57	°C	0.18	°C
TF25	119.17	°C	0.15	°C
TF26	114.52	°C	0.26	°C
TF27	89.26	°C	0.08	°C
TW11	275.50	°C	0.52	°C
TW12	292.75	°C	0.44	°C
TW13	288.16	°C	0.45	°C
TW14	286.51	°C	0.44	°C
TW15	292.76	°C	0.47	°C
TW16	288.70	°C	0.59	°C
TW17	286.92	°C	1.47	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.901	V
VTAM2	95.091	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164.3	A
Potenza Tamini 1	7.497	kW
Potenza Tamini 2	15.623	kW
Potenza complessiva	23.121	kW

Stazionario: 16-09-2015_1637_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	70	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1637_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	21.89	kPa	0.67	kPa
DP12	-53.92	kPa	0.10	kPa
DP13	10.35	kPa	0.10	kPa
DP14	11.77	kPa	0.16	kPa
DP15	18.83	kPa	0.39	kPa
DP16	18.28	kPa	0.56	kPa
DP17	18.99	kPa	0.75	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-67.18	kPa	0.00	kPa
DP23	66.17	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.23	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.67	bar	0.22	bar
P03	70.20	bar	0.23	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0139	kg/s	0.0007	kg/s
F02	0.0146	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.88	°C	0.77	°C
TF02	287.30	°C	0.22	°C
TF11	276.94	°C	0.58	°C
TF12	286.70	°C	0.21	°C
TF13	286.65	°C	0.21	°C
TF14	286.65	°C	0.21	°C
TF15	286.32	°C	0.22	°C
TF16	286.34	°C	0.22	°C
TF17	286.35	°C	0.22	°C
TF21	116.73	°C	0.09	°C
TF22	117.84	°C	0.14	°C
TF23	126.24	°C	0.16	°C
TF24	127.82	°C	0.16	°C
TF25	122.84	°C	0.15	°C
TF26	116.18	°C	0.09	°C
TF27	90.91	°C	0.06	°C
TW11	276.11	°C	0.57	°C
TW12	292.84	°C	0.21	°C
TW13	288.23	°C	0.21	°C
TW14	286.63	°C	0.21	°C
TW15	292.86	°C	0.21	°C
TW16	286.80	°C	0.22	°C
TW17	284.29	°C	0.21	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	67.044	V
VTAM2	95.413	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	64	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	4.291	kW
Potenza Tamini 2	15.648	kW
Potenza complessiva	19.939	kW

Stazionario: 16-09-2015_1659_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	70	bar
Portata	15	g/s

NOTE
Nome del file acquisito

16-09-2015_1659_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	23.95	kPa	0.81	kPa
DP12	-53.88	kPa	0.07	kPa
DP13	10.64	kPa	0.11	kPa
DP14	12.22	kPa	0.19	kPa
DP15	19.81	kPa	0.43	kPa
DP16	19.74	kPa	0.57	kPa
DP17	21.11	kPa	0.79	kPa
DP21	-0.20	kPa	0.00	kPa
DP22	-67.16	kPa	0.00	kPa
DP23	66.15	kPa	0.04	kPa
DP24	-1.23	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	71.21	bar	0.07	bar
P03	70.65	bar	0.08	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0146	kg/s	0.0007	kg/s
F02	0.0152	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	279.51	°C	0.40	°C
TF02	287.74	°C	0.08	°C
TF11	277.71	°C	0.37	°C
TF12	287.18	°C	0.07	°C
TF13	287.13	°C	0.07	°C
TF14	287.13	°C	0.07	°C
TF15	286.80	°C	0.07	°C
TF16	286.81	°C	0.07	°C
TF17	286.81	°C	0.08	°C
TF21	115.57	°C	0.09	°C
TF22	119.56	°C	0.13	°C
TF23	128.14	°C	0.14	°C
TF24	129.78	°C	0.14	°C
TF25	124.47	°C	0.13	°C
TF26	115.14	°C	0.07	°C
TF27	91.60	°C	0.05	°C
TW11	276.84	°C	0.37	°C
TW12	293.33	°C	0.07	°C
TW13	288.69	°C	0.07	°C
TW14	287.11	°C	0.07	°C
TW15	293.32	°C	0.07	°C
TW16	287.25	°C	0.07	°C
TW17	284.76	°C	0.07	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	66.959	V
VTAM2	94.950	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	63.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164	A
Potenza Tamini 1	4.265	kW
Potenza Tamini 2	15.572	kW
Potenza complessiva	19.837	kW

Stazionario: 16-09-2015_1724_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

16/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	70	bar
Portata	15	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

16-09-2015_1724_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	24.17	kPa	1.26	kPa
DP12	-54.06	kPa	0.11	kPa
DP13	10.71	kPa	0.17	kPa
DP14	12.27	kPa	0.29	kPa
DP15	19.98	kPa	0.63	kPa
DP16	19.89	kPa	0.83	kPa
DP17	21.62	kPa	0.97	kPa
DP21	-0.19	kPa	0.00	kPa
DP22	-67.14	kPa	0.00	kPa
DP23	66.14	kPa	0.04	kPa
DP24	-1.21	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.88	bar	0.17	bar
P03	70.32	bar	0.17	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0147	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0153	kg/s	0.0004	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.24	°C	0.85	°C
TF02	287.42	°C	0.16	°C
TF11	276.52	°C	0.70	°C
TF12	286.86	°C	0.16	°C
TF13	286.82	°C	0.16	°C
TF14	286.82	°C	0.16	°C
TF15	286.48	°C	0.16	°C
TF16	286.48	°C	0.16	°C
TF17	286.49	°C	0.16	°C
TF21	113.66	°C	0.21	°C
TF22	121.27	°C	0.11	°C
TF23	129.99	°C	0.12	°C
TF24	131.68	°C	0.12	°C
TF25	126.09	°C	0.12	°C
TF26	113.59	°C	0.18	°C
TF27	92.11	°C	0.03	°C
TW11	275.62	°C	0.70	°C
TW12	293.01	°C	0.16	°C
TW13	288.39	°C	0.16	°C
TW14	286.80	°C	0.16	°C
TW15	293.01	°C	0.16	°C
TW16	286.10	°C	0.16	°C
TW17	283.96	°C	0.16	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	44.840	V
VTAM2	95.087	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	47.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	164.8	A
Potenza Tamini 1	2.148	kW
Potenza Tamini 2	15.670	kW
Potenza complessiva	17.818	kW

Stazionario: 17-09-2015_1156_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	14.7	kW
Pressione	70	bar
Portata	10	g/s

NOTE
Nome del file acquisito

17-09-2015_1156_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	11.87	kPa	5.38	kPa
DP12	-53.14	kPa	0.40	kPa
DP13	8.27	kPa	1.14	kPa
DP14	7.63	kPa	1.05	kPa
DP15	9.81	kPa	1.52	kPa
DP16	8.59	kPa	1.03	kPa
DP17	9.78	kPa	0.83	kPa
DP21	-0.19	kPa	0.01	kPa
DP22	-70.22	kPa	0.02	kPa
DP23	69.19	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.32	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.72	bar	0.78	bar
P03	70.69	bar	0.78	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0097	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0103	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	283.34	°C	1.32	°C
TF02	287.68	°C	0.76	°C
TF11	282.92	°C	1.16	°C
TF12	286.63	°C	0.77	°C
TF13	286.79	°C	0.77	°C
TF14	286.99	°C	0.66	°C
TF15	286.65	°C	0.76	°C
TF16	297.46	°C	10.32	°C
TF17	293.28	°C	6.54	°C
TF21	41.89	°C	0.23	°C
TF22	59.37	°C	0.69	°C
TF23	62.90	°C	0.71	°C
TF24	64.14	°C	0.71	°C
TF25	65.33	°C	0.72	°C
TF26	46.31	°C	0.25	°C
TF27	56.25	°C	0.47	°C
TW11	281.98	°C	1.08	°C
TW12	292.47	°C	0.74	°C
TW13	288.12	°C	0.73	°C
TW14	286.44	°C	0.74	°C
TW15	295.78	°C	3.53	°C
TW16	296.52	°C	7.56	°C
TW17	289.23	°C	5.90	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	0.089	V
VTAM2	93.718	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	0	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.3	A
Potenza Tamini 1	0.000	kW
Potenza Tamini 2	15.210	kW
Potenza complessiva	15.210	kW

Stazionario: 17-09-2015_1231_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	70	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1231_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	14.71	kPa	12.48	kPa
DP12	-53.93	kPa	0.64	kPa
DP13	8.35	kPa	2.42	kPa
DP14	6.89	kPa	2.10	kPa
DP15	9.79	kPa	2.53	kPa
DP16	9.05	kPa	1.56	kPa
DP17	10.58	kPa	1.37	kPa
DP21	-0.21	kPa	0.03	kPa
DP22	-69.81	kPa	0.02	kPa
DP23	68.45	kPa	0.07	kPa
DP24	-1.77	kPa	0.05	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	71.51	bar	0.39	bar
P03	71.46	bar	0.54	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0096	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0102	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.64	°C	1.57	°C
TF02	293.24	°C	0.91	°C
TF11	279.42	°C	0.61	°C
TF12	287.58	°C	0.49	°C
TF13	287.73	°C	0.50	°C
TF14	287.74	°C	0.52	°C
TF15	287.77	°C	0.79	°C
TF16	301.42	°C	11.34	°C
TF17	315.62	°C	6.86	°C
TF21	47.18	°C	0.37	°C
TF22	72.05	°C	0.59	°C
TF23	75.98	°C	0.61	°C
TF24	77.19	°C	0.61	°C
TF25	78.42	°C	0.58	°C
TF26	52.60	°C	0.42	°C
TF27	64.89	°C	0.42	°C
TW11	278.61	°C	0.63	°C
TW12	293.22	°C	0.41	°C
TW13	288.97	°C	0.46	°C
TW14	287.58	°C	0.34	°C
TW15	296.29	°C	1.71	°C
TW16	306.04	°C	5.52	°C
TW17	320.04	°C	6.60	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	42.506	V
VTAM2	93.607	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	45.8	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.8	A
Potenza Tamini 1	1.947	kW
Potenza Tamini 2	15.239	kW
Potenza complessiva	17.186	kW

Stazionario: 17-09-2015_1605_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	70	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1605_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	13.15	kPa	1.37	kPa
DP12	-57.27	kPa	0.47	kPa
DP13	10.19	kPa	0.11	kPa
DP14	7.43	kPa	0.11	kPa
DP15	10.64	kPa	0.31	kPa
DP16	9.57	kPa	0.35	kPa
DP17	10.83	kPa	0.23	kPa
DP21	-0.24	kPa	0.01	kPa
DP22	-69.88	kPa	0.02	kPa
DP23	68.47	kPa	0.06	kPa
DP24	-1.89	kPa	0.04	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.11	bar	0.27	bar
P03	70.08	bar	0.28	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0101	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0106	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	249.54	°C	2.23	°C
TF02	291.88	°C	0.52	°C
TF11	253.14	°C	1.06	°C
TF12	286.34	°C	0.27	°C
TF13	286.38	°C	0.27	°C
TF14	286.36	°C	0.27	°C
TF15	286.39	°C	0.26	°C
TF16	286.31	°C	0.27	°C
TF17	286.77	°C	0.33	°C
TF21	58.52	°C	0.44	°C
TF22	67.83	°C	0.63	°C
TF23	72.48	°C	0.62	°C
TF24	73.98	°C	0.62	°C
TF25	74.59	°C	0.61	°C
TF26	64.38	°C	0.36	°C
TF27	62.09	°C	0.44	°C
TW11	252.00	°C	1.04	°C
TW12	292.35	°C	0.26	°C
TW13	288.25	°C	0.26	°C
TW14	286.26	°C	0.26	°C
TW15	292.74	°C	0.26	°C
TW16	286.43	°C	0.27	°C
TW17	301.89	°C	1.70	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	64.102	V
VTAM2	93.777	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	62.1	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.9	A
Potenza Tamini 1	3.981	kW
Potenza Tamini 2	15.276	kW
Potenza complessiva	19.257	kW

Stazionario: 17-09-2015_1655_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	70	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1655_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	16.26	kPa	0.96	kPa
DP12	-53.90	kPa	0.13	kPa
DP13	9.74	kPa	0.16	kPa
DP14	8.95	kPa	0.20	kPa
DP15	13.84	kPa	0.51	kPa
DP16	12.80	kPa	0.74	kPa
DP17	14.19	kPa	0.80	kPa
DP21	-0.24	kPa	0.00	kPa
DP22	-69.33	kPa	0.02	kPa
DP23	68.34	kPa	0.04	kPa
DP24	-1.46	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.53	bar	0.05	bar
P03	70.31	bar	0.05	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0121	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0126	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.67	°C	1.04	°C
TF02	287.52	°C	0.05	°C
TF11	278.16	°C	0.67	°C
TF12	286.68	°C	0.05	°C
TF13	286.73	°C	0.04	°C
TF14	286.71	°C	0.04	°C
TF15	286.52	°C	0.05	°C
TF16	286.51	°C	0.05	°C
TF17	286.56	°C	0.05	°C
TF21	68.21	°C	0.19	°C
TF22	80.75	°C	0.50	°C
TF23	86.09	°C	0.49	°C
TF24	87.23	°C	0.50	°C
TF25	86.77	°C	0.47	°C
TF26	72.49	°C	0.18	°C
TF27	70.06	°C	0.36	°C
TW11	277.38	°C	0.66	°C
TW12	292.74	°C	0.06	°C
TW13	288.56	°C	0.05	°C
TW14	286.61	°C	0.04	°C
TW15	293.00	°C	0.05	°C
TW16	285.98	°C	0.05	°C
TW17	283.93	°C	0.05	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	42.342	V
VTAM2	94.077	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	46.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.1	A
Potenza Tamini 1	1.973	kW
Potenza Tamini 2	15.250	kW
Potenza complessiva	17.223	kW

Stazionario: 17-09-2015_1732_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW
Pressione	70	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1732_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	16.31	kPa	7.03	kPa
DP12	-54.13	kPa	0.31	kPa
DP13	9.52	kPa	1.13	kPa
DP14	8.86	kPa	1.17	kPa
DP15	13.11	kPa	1.97	kPa
DP16	12.38	kPa	2.28	kPa
DP17	13.75	kPa	1.33	kPa
DP21	-0.23	kPa	0.02	kPa
DP22	-68.96	kPa	0.02	kPa
DP23	67.78	kPa	0.04	kPa
DP24	-1.61	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.08	bar	0.17	bar
P03	69.85	bar	0.28	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0118	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0122	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	276.89	°C	0.82	°C
TF02	288.33	°C	0.47	°C
TF11	276.72	°C	0.75	°C
TF12	286.22	°C	0.24	°C
TF13	286.29	°C	0.25	°C
TF14	286.23	°C	0.26	°C
TF15	286.04	°C	0.26	°C
TF16	286.09	°C	0.26	°C
TF17	286.22	°C	0.25	°C
TF21	73.34	°C	0.35	°C
TF22	90.65	°C	0.44	°C
TF23	96.42	°C	0.47	°C
TF24	97.54	°C	0.47	°C
TF25	96.33	°C	0.43	°C
TF26	77.60	°C	0.33	°C
TF27	77.06	°C	0.29	°C
TW11	276.01	°C	0.75	°C
TW12	292.29	°C	0.19	°C
TW13	288.07	°C	0.20	°C
TW14	286.06	°C	0.21	°C
TW15	292.54	°C	0.22	°C
TW16	287.63	°C	1.13	°C
TW17	290.24	°C	2.42	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	64.453	V
VTAM2	93.823	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	62.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.4	A
Potenza Tamini 1	4.009	kW
Potenza Tamini 2	15.331	kW
Potenza complessiva	19.340	kW

Stazionario: 17-09-2015_1826_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	70	bar
Portata	12	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1826_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	17.38	kPa	0.74	kPa
DP12	-56.97	kPa	0.50	kPa
DP13	10.04	kPa	0.09	kPa
DP14	8.85	kPa	0.07	kPa
DP15	12.87	kPa	0.25	kPa
DP16	12.47	kPa	0.32	kPa
DP17	13.51	kPa	0.19	kPa
DP21	-0.25	kPa	0.00	kPa
DP22	-68.57	kPa	0.03	kPa
DP23	66.94	kPa	0.06	kPa
DP24	-2.10	kPa	0.02	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.21	bar	0.17	bar
P03	70.03	bar	0.17	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0118	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0123	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	251.49	°C	0.81	°C
TF02	317.23	°C	2.79	°C
TF11	256.21	°C	0.49	°C
TF12	286.24	°C	0.16	°C
TF13	286.23	°C	0.16	°C
TF14	286.26	°C	0.16	°C
TF15	285.97	°C	0.16	°C
TF16	286.10	°C	0.16	°C
TF17	286.28	°C	0.19	°C
TF21	80.37	°C	0.56	°C
TF22	98.06	°C	0.35	°C
TF23	104.65	°C	0.34	°C
TF24	105.85	°C	0.35	°C
TF25	103.06	°C	0.32	°C
TF26	84.20	°C	0.49	°C
TF27	81.60	°C	0.18	°C
TW11	255.24	°C	0.47	°C
TW12	292.43	°C	0.17	°C
TW13	288.32	°C	0.17	°C
TW14	286.27	°C	0.17	°C
TW15	292.70	°C	0.16	°C
TW16	288.01	°C	0.16	°C
TW17	306.88	°C	0.86	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	91.321	V
VTAM2	94.365	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.4	A
Potenza Tamini 1	7.388	kW
Potenza Tamini 2	15.419	kW
Potenza complessiva	22.807	kW

Stazionario: 17-09-2015_1853_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW
Pressione	70	bar
Portata	13	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1853_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	17.48	kPa	0.50	kPa
DP12	-56.03	kPa	0.27	kPa
DP13	10.14	kPa	0.08	kPa
DP14	9.32	kPa	0.08	kPa
DP15	14.09	kPa	0.27	kPa
DP16	14.11	kPa	0.37	kPa
DP17	15.12	kPa	0.27	kPa
DP21	-0.25	kPa	0.00	kPa
DP22	-68.21	kPa	0.03	kPa
DP23	66.57	kPa	0.04	kPa
DP24	-2.10	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.50	bar	0.05	Bar
P03	70.26	bar	0.06	Bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0125	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0131	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	260.00	°C	0.57	°C
TF02	310.45	°C	1.15	°C
TF11	261.92	°C	0.62	°C
TF12	286.54	°C	0.06	°C
TF13	286.54	°C	0.06	°C
TF14	286.55	°C	0.06	°C
TF15	286.20	°C	0.06	°C
TF16	286.32	°C	0.06	°C
TF17	286.38	°C	0.06	°C
TF21	90.27	°C	0.62	°C
TF22	103.38	°C	0.33	°C
TF23	110.22	°C	0.35	°C
TF24	111.39	°C	0.35	°C
TF25	107.90	°C	0.30	°C
TF26	92.81	°C	0.55	°C
TF27	84.45	°C	0.19	°C
TW11	261.14	°C	0.63	°C
TW12	292.77	°C	0.05	°C
TW13	288.59	°C	0.05	°C
TW14	286.51	°C	0.05	°C
TW15	292.97	°C	0.05	°C
TW16	288.27	°C	0.04	°C
TW17	295.13	°C	1.64	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	91.320	V
VTAM2	94.376	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	80.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	163.4	A
Potenza Tamini 1	7.388	kW
Potenza Tamini 2	15.421	kW
Potenza complessiva	22.809	kW

Stazionario: 17-09-2015_1921_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

17/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	70	bar
Portata	14	g/s

NOTE

Nome del file acquisito

17-09-2015_1921_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.89	kPa	0.97	kPa
DP12	-54.03	kPa	0.13	kPa
DP13	10.38	kPa	0.18	kPa
DP14	9.76	kPa	0.17	kPa
DP15	16.14	kPa	0.43	kPa
DP16	15.85	kPa	0.64	kPa
DP17	17.83	kPa	0.85	kPa
DP21	-0.23	kPa	0.00	kPa
DP22	-67.97	kPa	0.01	kPa
DP23	66.96	kPa	0.03	kPa
DP24	-1.47	kPa	0.01	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA


	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.51	bar	0.33	bar
P03	70.15	bar	0.31	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0133	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0138	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	277.76	°C	0.87	°C
TF02	287.35	°C	0.30	°C
TF11	277.37	°C	0.76	°C
TF12	286.64	°C	0.31	°C
TF13	286.68	°C	0.30	°C
TF14	286.65	°C	0.31	°C
TF15	286.30	°C	0.30	°C
TF16	286.41	°C	0.30	°C
TF17	286.45	°C	0.30	°C
TF21	95.90	°C	0.02	°C
TF22	108.25	°C	0.30	°C
TF23	115.40	°C	0.32	°C
TF24	116.58	°C	0.33	°C
TF25	112.35	°C	0.27	°C
TF26	97.96	°C	0.02	°C
TF27	87.25	°C	0.18	°C
TW11	276.62	°C	0.77	°C
TW12	292.75	°C	0.31	°C
TW13	288.55	°C	0.31	°C
TW14	286.52	°C	0.31	°C
TW15	292.92	°C	0.30	°C
TW16	285.96	°C	0.29	°C
TW17	283.80	°C	0.30	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	43.822	V
VTAM2	94.512	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)	47.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)	162.3	A
Potenza Tamini 1	2.068	kW
Potenza Tamini 2	15.339	kW
Potenza complessiva	17.408	kW

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS – LP1 – 049	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 198	di 265
--	--	------------------	----------------------	--------------------	------------------

APPENDICE E – QUICK-LOOK REPORT – TEST A TUBI IN PARALLELO

Sono riportati di seguito:

- ❖ Quick look report dei test a tubi in parallelo rivisti e corretti da SIET [4].

Stazionario: 18-09-2015_1213_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10	kW		
Pressione	70	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1213_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	21.35	kPa	0.22	kPa
DP12	-53.89	kPa	0.08	kPa
DP13	10.56	kPa	0.05	kPa
DP14	9.10	kPa	0.05	kPa
DP15	11.46	kPa	0.11	kPa
DP16	11.74	kPa	0.13	kPa
DP17	15.52	kPa	0.20	kPa
DP21	21.69	kPa	0.22	kPa
DP22	-54.42	kPa	0.08	kPa
DP23	54.52	kPa	0.32	kPa
DP24	21.71	kPa	0.33	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	68.061	bar	0.241	bar
P03	67.805	bar	0.240	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.02953	kg/s	0.00038	kg/s
F02	0.02944	kg/s	0.00019	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	277.39	°C	0.50	°C
TF02	284.95	°C	0.24	°C
TF11	277.19	°C	0.51	°C
TF12	284.15	°C	0.23	°C
TF13	284.24	°C	0.23	°C
TF14	284.30	°C	0.23	°C
TF15	283.87	°C	0.23	°C
TF16	284.03	°C	0.24	°C
TF17	284.06	°C	0.24	°C
TF21	277.20	°C	0.24	°C
TF22	283.82	°C	0.24	°C
TF23	283.86	°C	0.23	°C
TF24	284.35	°C	0.23	°C
TF25	282.83	°C	0.23	°C
TF26	283.63	°C	0.24	°C
TF27	283.71	°C	0.57	°C
TW11	276.13	°C	0.52	°C
TW12	289.96	°C	0.24	°C
TW13	285.56	°C	0.24	°C
TW14	283.74	°C	0.23	°C
TW15	290.26	°C	0.23	°C
TW16	284.30	°C	0.24	°C
TW17	281.73	°C	0.24	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	60.56	V
VTAM2	60.39	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	57.40	A
Tubo_2	58.00	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	112.20	A
Tubo_2	110.10	A
Potenza tubo_1	10.25	kW
Potenza tubo_2	10.16	kW
Potenza complessiva	20.41	kW

Stazionario: 18-09-2015_1248_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW		
Pressione	70	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1248_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	20.62	kPa	0.33	kPa
DP12	-53.78	kPa	0.06	kPa
DP13	10.68	kPa	0.07	kPa
DP14	8.88	kPa	0.10	kPa
DP15	13.47	kPa	0.29	kPa
DP16	14.45	kPa	0.37	kPa
DP17	18.80	kPa	0.50	kPa
DP21	21.72	kPa	0.36	kPa
DP22	-54.26	kPa	0.06	kPa
DP23	61.42	kPa	0.99	kPa
DP24	28.81	kPa	1.24	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	67.37	bar	0.87	bar
P03	67.04	bar	0.89	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.02928	kg/s	0.00041	kg/s
F02	0.02916	kg/s	0.00022	kg/s

TERMOCOPPIE

	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.68	°C	0.41	°C
TF02	284.22	°C	0.90	°C
TF11	278.01	°C	0.39	°C
TF12	283.54	°C	0.88	°C
TF13	283.64	°C	0.88	°C
TF14	283.65	°C	0.88	°C
TF15	283.24	°C	0.87	°C
TF16	283.38	°C	0.88	°C
TF17	283.37	°C	0.90	°C
TF21	276.50	°C	0.88	°C
TF22	283.19	°C	0.88	°C
TF23	283.24	°C	0.87	°C
TF24	283.68	°C	0.88	°C
TF25	282.19	°C	0.86	°C
TF26	282.94	°C	0.88	°C
TF27	284.83	°C	0.43	°C
TW11	277.19	°C	0.38	°C
TW12	289.68	°C	0.86	°C
TW13	285.20	°C	0.86	°C
TW14	283.16	°C	0.85	°C
TW15	289.83	°C	0.86	°C
TW16	284.26	°C	0.87	°C
TW17	281.29	°C	0.87	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA

VTAM1	77.089	V
VTAM2	77.218	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	68.4	A
Tubo_2	70.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	135.4	A
Tubo_2	133.6	A
Potenza tubo_1	15.728	kW
Potenza tubo_2	15.751	kW
Potenza complessiva	31.479	kW

Stazionario: 18-09-2015_1318_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.6	kW		
Pressione	70	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1318_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	20.52	kPa	0.32	kPa
DP12	-53.64	kPa	0.05	kPa
DP13	11.24	kPa	0.06	kPa
DP14	8.42	kPa	0.09	kPa
DP15	14.28	kPa	0.21	kPa
DP16	15.31	kPa	0.24	kPa
DP17	19.11	kPa	0.41	kPa
DP21	21.51	kPa	0.30	kPa
DP22	-54.10	kPa	0.05	kPa
DP23	63.63	kPa	0.61	kPa
DP24	30.97	kPa	0.63	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	67.86	bar	0.14	bar
P03	67.51	bar	0.14	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0291	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0290	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	280.10	°C	0.28	°C
TF02	284.73	°C	0.14	°C
TF11	279.33	°C	0.28	°C
TF12	284.08	°C	0.13	°C
TF13	284.15	°C	0.13	°C
TF14	284.15	°C	0.14	°C
TF15	283.73	°C	0.14	°C
TF16	283.87	°C	0.14	°C
TF17	283.89	°C	0.14	°C
TF21	276.99	°C	0.14	°C
TF22	283.71	°C	0.14	°C
TF23	283.75	°C	0.14	°C
TF24	284.16	°C	0.13	°C
TF25	282.68	°C	0.14	°C
TF26	283.43	°C	0.14	°C
TF27	286.34	°C	0.36	°C
TW11	278.51	°C	0.28	°C
TW12	290.25	°C	0.13	°C
TW13	285.79	°C	0.14	°C
TW14	283.74	°C	0.12	°C
TW15	290.41	°C	0.13	°C
TW16	285.01	°C	0.13	°C
TW17	281.89	°C	0.13	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	82.080	V
VTAM2	82.498	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	71.8	A
Tubo_2	73.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	142.3	A
Tubo_2	139.8	A
Potenza tubo_1	17.633	kW
Potenza tubo_2	17.558	kW
Potenza complessiva	35.191	kW

Stazionario: 18-09-2015_1509_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1509_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	26.02	kPa	1.31	kPa
DP12	-62.76	kPa	0.86	kPa
DP13	12.12	kPa	0.17	kPa
DP14	10.98	kPa	0.11	kPa
DP15	17.97	kPa	0.42	kPa
DP16	21.62	kPa	0.55	kPa
DP17	31.15	kPa	0.87	kPa
DP21	27.75	kPa	1.29	kPa
DP22	-62.96	kPa	0.86	kPa
DP23	87.44	kPa	1.76	kPa
DP24	52.57	kPa	2.25	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.84	bar	0.06	bar
P03	20.26	bar	0.06	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0310	kg/s	0.0012	kg/s
F02	0.0310	kg/s	0.0007	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.87	°C	0.53	°C
TF02	213.47	°C	0.14	°C
TF11	195.28	°C	0.39	°C
TF12	215.10	°C	0.14	°C
TF13	215.36	°C	0.13	°C
TF14	215.33	°C	0.14	°C
TF15	215.00	°C	0.13	°C
TF16	214.41	°C	0.14	°C
TF17	213.27	°C	0.14	°C
TF21	207.37	°C	0.14	°C
TF22	214.25	°C	0.17	°C
TF23	214.97	°C	0.13	°C
TF24	215.04	°C	0.13	°C
TF25	214.52	°C	0.13	°C
TF26	213.88	°C	0.14	°C
TF27	201.82	°C	0.39	°C
TW11	194.24	°C	0.38	°C
TW12	221.18	°C	0.12	°C
TW13	216.51	°C	0.13	°C
TW14	214.80	°C	0.11	°C
TW15	221.22	°C	0.13	°C
TW16	214.75	°C	0.12	°C
TW17	211.91	°C	0.13	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.463	V
VTAM2	62.351	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	58.9	A
Tubo_2	59.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	116.4	A
Tubo_2	114.4	A
Potenza tubo_1	10.878	kW
Potenza tubo_2	10.815	kW
Potenza complessiva	21.693	kW

Stazionario: 18-09-2015_1527_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1527_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	25.93	kPa	1.33	kPa
DP12	-62.74	kPa	0.87	kPa
DP13	11.76	kPa	0.16	kPa
DP14	12.57	kPa	0.15	kPa
DP15	24.33	kPa	0.54	kPa
DP16	31.26	kPa	0.62	kPa
DP17	43.73	kPa	0.88	kPa
DP21	27.85	kPa	1.30	kPa
DP22	-62.92	kPa	0.85	kPa
DP23	116.89	kPa	0.97	kPa
DP24	82.18	kPa	1.84	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.02	bar	0.04	bar
P03	20.14	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0310	kg/s	0.0012	kg/s
F02	0.0310	kg/s	0.0007	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.67	°C	0.50	°C
TF02	213.17	°C	0.07	°C
TF11	195.85	°C	0.58	°C
TF12	215.65	°C	0.07	°C
TF13	215.79	°C	0.07	°C
TF14	215.62	°C	0.08	°C
TF15	215.25	°C	0.08	°C
TF16	214.51	°C	0.09	°C
TF17	213.19	°C	0.09	°C
TF21	207.30	°C	0.09	°C
TF22	215.14	°C	0.07	°C
TF23	215.43	°C	0.07	°C
TF24	215.43	°C	0.07	°C
TF25	214.80	°C	0.07	°C
TF26	214.03	°C	0.08	°C
TF27	202.45	°C	0.57	°C
TW11	195.02	°C	0.58	°C
TW12	221.87	°C	0.07	°C
TW13	217.33	°C	0.06	°C
TW14	215.27	°C	0.07	°C
TW15	221.67	°C	0.07	°C
TW16	215.52	°C	0.08	°C
TW17	212.16	°C	0.07	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	76.974	V
VTAM2	77.201	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	68.4	A
Tubo_2	70.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	135.4	A
Tubo_2	133.6	A
Potenza tubo_1	15.718	kW
Potenza tubo_2	15.741	kW
Potenza complessiva	31.459	kW

Stazionario: 18-09-2015_1543_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.6	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1543_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	26.12	kPa	1.32	kPa
DP12	-62.67	kPa	0.87	kPa
DP13	11.75	kPa	0.16	kPa
DP14	13.46	kPa	0.16	kPa
DP15	27.43	kPa	0.55	kPa
DP16	35.29	kPa	0.68	kPa
DP17	48.55	kPa	1.02	kPa
DP21	27.69	kPa	1.29	kPa
DP22	-62.88	kPa	0.85	kPa
DP23	130.16	kPa	1.27	kPa
DP24	95.31	kPa	1.98	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.19	bar	0.04	bar
P03	20.18	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0310	kg/s	0.0012	kg/s
F02	0.0310	kg/s	0.0007	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	195.30	°C	0.51	°C
TF02	213.28	°C	0.08	°C
TF11	196.61	°C	0.39	°C
TF12	216.07	°C	0.09	°C
TF13	216.21	°C	0.08	°C
TF14	215.97	°C	0.08	°C
TF15	215.57	°C	0.08	°C
TF16	214.78	°C	0.10	°C
TF17	213.40	°C	0.10	°C
TF21	207.51	°C	0.09	°C
TF22	215.59	°C	0.08	°C
TF23	215.86	°C	0.07	°C
TF24	215.83	°C	0.07	°C
TF25	215.15	°C	0.08	°C
TF26	214.32	°C	0.08	°C
TF27	203.16	°C	0.37	°C
TW11	195.86	°C	0.40	°C
TW12	222.38	°C	0.08	°C
TW13	217.86	°C	0.06	°C
TW14	215.68	°C	0.07	°C
TW15	222.08	°C	0.08	°C
TW16	216.07	°C	0.08	°C
TW17	212.41	°C	0.08	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	82.540	V
VTAM2	82.719	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	71.3	A
Tubo_2	73.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	142.3	A
Tubo_2	139.8	A
Potenza tubo_1	17.656	kW
Potenza tubo_2	17.623	kW
Potenza complessiva	35.278	kW

Stazionario: 18-09-2015_1600_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1600_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	25.83	kPa	1.35	kPa
DP12	-62.71	kPa	0.86	kPa
DP13	11.77	kPa	0.16	kPa
DP14	13.89	kPa	0.16	kPa
DP15	29.04	kPa	0.59	kPa
DP16	37.15	kPa	0.75	kPa
DP17	50.25	kPa	1.16	kPa
DP21	27.02	kPa	1.31	kPa
DP22	-62.95	kPa	0.85	kPa
DP23	136.29	kPa	1.61	kPa
DP24	100.67	kPa	2.23	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.84	bar	0.03	bar
P03	20.78	bar	0.02	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0306	kg/s	0.0012	kg/s
F02	0.0307	kg/s	0.0007	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.65	°C	0.41	°C
TF02	214.78	°C	0.05	°C
TF11	196.29	°C	0.33	°C
TF12	217.62	°C	0.05	°C
TF13	217.76	°C	0.06	°C
TF14	217.50	°C	0.07	°C
TF15	217.08	°C	0.07	°C
TF16	216.28	°C	0.08	°C
TF17	214.90	°C	0.08	°C
TF21	209.00	°C	0.07	°C
TF22	217.14	°C	0.05	°C
TF23	217.42	°C	0.05	°C
TF24	217.38	°C	0.05	°C
TF25	216.67	°C	0.06	°C
TF26	215.83	°C	0.06	°C
TF27	202.82	°C	0.35	°C
TW11	195.59	°C	0.33	°C
TW12	223.97	°C	0.05	°C
TW13	219.52	°C	0.06	°C
TW14	217.26	°C	0.04	°C
TW15	223.65	°C	0.05	°C
TW16	217.85	°C	0.05	°C
TW17	214.00	°C	0.05	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	87.018	V
VTAM2	87.086	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	74.0	A
Tubo_2	75.8	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	147.8	A
Tubo_2	145.0	A
Potenza tubo_1	19.311	kW
Potenza tubo_2	19.223	kW
Potenza complessiva	38.534	kW

Stazionario: 18-09-2015_1622_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1622_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	26.07	kPa	1.38	kPa
DP12	-62.70	kPa	0.83	kPa
DP13	12.14	kPa	0.19	kPa
DP14	16.83	kPa	0.29	kPa
DP15	37.68	kPa	0.86	kPa
DP16	46.00	kPa	1.03	kPa
DP17	57.48	kPa	1.69	kPa
DP21	26.40	kPa	1.32	kPa
DP22	-62.97	kPa	0.84	kPa
DP23	165.37	kPa	2.46	kPa
DP24	129.08	kPa	2.87	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	22.06	bar	0.26	bar
P03	20.71	bar	0.28	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0306	kg/s	0.0012	kg/s
F02	0.0306	kg/s	0.0007	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.26	°C	0.36	°C
TF02	214.63	°C	0.70	°C
TF11	195.97	°C	0.32	°C
TF12	218.15	°C	0.61	°C
TF13	218.24	°C	0.61	°C
TF14	217.87	°C	0.61	°C
TF15	217.32	°C	0.63	°C
TF16	216.40	°C	0.65	°C
TF17	214.84	°C	0.68	°C
TF21	209.01	°C	0.66	°C
TF22	217.69	°C	0.61	°C
TF23	217.94	°C	0.60	°C
TF24	217.84	°C	0.61	°C
TF25	217.00	°C	0.62	°C
TF26	216.01	°C	0.64	°C
TF27	202.54	°C	0.33	°C
TW11	195.50	°C	0.31	°C
TW12	224.89	°C	0.61	°C
TW13	220.36	°C	0.63	°C
TW14	217.82	°C	0.61	°C
TW15	224.05	°C	0.64	°C
TW16	218.86	°C	0.63	°C
TW17	214.33	°C	0.67	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	99.488	V
VTAM2	99.277	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	83.2	A
Tubo_2	85.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	165.7	A
Tubo_2	163.1	A
Potenza tubo_1	24.727	kW
Potenza tubo_2	24.708	kW
Potenza complessiva	49.436	kW

Stazionario: 18-09-2015_1656_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	7	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

18-09-2015_1656_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	4.67	kPa	0.71	kPa
DP12	-62.29	kPa	0.13	kPa
DP13	8.88	kPa	0.21	kPa
DP14	7.37	kPa	0.20	kPa
DP15	9.86	kPa	0.56	kPa
DP16	10.94	kPa	0.70	kPa
DP17	14.45	kPa	1.00	kPa
DP21	4.75	kPa	0.66	kPa
DP22	-62.49	kPa	0.13	kPa
DP23	48.57	kPa	1.23	kPa
DP24	-8.89	kPa	0.67	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.19	bar	0.07	bar
P03	20.28	bar	0.07	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0141	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0143	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.11	°C	0.48	°C
TF02	213.52	°C	0.18	°C
TF11	196.06	°C	0.61	°C
TF12	217.27	°C	0.18	°C
TF13	214.51	°C	0.17	°C
TF14	214.44	°C	0.18	°C
TF15	214.26	°C	0.18	°C
TF16	213.90	°C	0.18	°C
TF17	213.02	°C	0.18	°C
TF21	207.11	°C	0.17	°C
TF22	216.84	°C	0.18	°C
TF23	214.16	°C	0.17	°C
TF24	214.32	°C	0.17	°C
TF25	213.90	°C	0.17	°C
TF26	213.43	°C	0.18	°C
TF27	203.14	°C	0.54	°C
TW11	195.42	°C	0.67	°C
TW12	219.99	°C	0.18	°C
TW13	215.47	°C	0.18	°C
TW14	213.91	°C	0.16	°C
TW15	220.55	°C	0.17	°C
TW16	214.17	°C	0.18	°C
TW17	211.58	°C	0.19	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.729	V
VTAM2	62.011	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	58.9	A
Tubo_2	59.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	116.4	A
Tubo_2	114.4	A
Potenza tubo_1	10.854	kW
Potenza tubo_2	10.792	kW
Potenza complessiva	21.645	kW

Stazionario: 18-09-2015_1718_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	7	g/s	(a tubo)	

NOTE

Oscillazioni osservate

Nome del file acquisito

18-09-2015_1718_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.63	kPa	9.41	kPa
DP12	-61.93	kPa	0.80	kPa
DP13	7.22	kPa	3.38	kPa
DP14	7.13	kPa	2.19	kPa
DP15	11.65	kPa	3.42	kPa
DP16	13.91	kPa	5.12	kPa
DP17	18.81	kPa	6.60	kPa
DP21	9.60	kPa	9.10	kPa
DP22	-62.98	kPa	0.87	kPa
DP23	56.47	kPa	13.12	kPa
DP24	3.37	kPa	3.33	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	19.96	bar	0.03	bar
P03	19.92	bar	0.01	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0142	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0143	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	195.25	°C	0.31	°C
TF02	255.74	°C	4.87	°C
TF11	205.64	°C	3.83	°C
TF12	213.48	°C	0.40	°C
TF13	213.57	°C	0.43	°C
TF14	213.52	°C	0.44	°C
TF15	213.34	°C	0.33	°C
TF16	213.04	°C	0.27	°C
TF17	222.44	°C	8.72	°C
TF21	206.23	°C	0.20	°C
TF22	213.06	°C	0.36	°C
TF23	213.33	°C	0.39	°C
TF24	213.69	°C	0.47	°C
TF25	213.11	°C	0.39	°C
TF26	212.62	°C	0.31	°C
TF27	206.13	°C	3.73	°C
TW11	203.89	°C	1.38	°C
TW12	219.57	°C	0.29	°C
TW13	214.72	°C	0.37	°C
TW14	213.16	°C	0.31	°C
TW15	220.30	°C	0.42	°C
TW16	216.73	°C	1.94	°C
TW17	273.47	°C	0.83	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	74.948	V
VTAM2	74.966	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	68.1	A
Tubo_2	67.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	132.9	A
Tubo_2	130.4	A
Potenza tubo_1	15.067	kW
Potenza tubo_2	14.820	kW
Potenza complessiva	29.886	kW

Stazionario: 18-09-2015_1746_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

	FUORI MATRICE	kW	
Potenza			
Pressione	20	bar	
Portata	7	g/s	(a tubo)

NOTE

Alle suddette condizioni di pressione e portata le oscillazioni (DWO) cominciano alla potenza elettrica di circa 12.3kW

Nome del file acquisito

18-09-2015_1746_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	5.17	kPa	2.84	kPa
DP12	-62.32	kPa	0.26	kPa
DP13	8.63	kPa	0.79	kPa
DP14	7.34	kPa	0.63	kPa
DP15	10.28	kPa	1.20	kPa
DP16	11.46	kPa	1.60	kPa
DP17	16.16	kPa	2.57	kPa
DP21	5.30	kPa	2.67	kPa
DP22	-62.50	kPa	0.26	kPa
DP23	50.84	kPa	4.28	kPa
DP24	-6.09	kPa	1.43	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.31	bar	0.21	bar
P03	20.37	bar	0.22	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0141	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0142	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE

	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.06	°C	0.56	°C
TF02	214.53	°C	0.52	°C
TF11	196.44	°C	0.55	°C
TF12	214.52	°C	0.54	°C
TF13	214.74	°C	0.54	°C
TF14	214.68	°C	0.53	°C
TF15	214.47	°C	0.53	°C
TF16	214.14	°C	0.54	°C
TF17	213.24	°C	0.55	°C
TF21	207.33	°C	0.54	°C
TF22	214.10	°C	0.54	°C
TF23	214.47	°C	0.53	°C
TF24	214.61	°C	0.54	°C
TF25	214.18	°C	0.54	°C
TF26	213.72	°C	0.54	°C
TF27	203.21	°C	0.41	°C
TW11	196.19	°C	0.69	°C
TW12	220.34	°C	0.53	°C
TW13	215.67	°C	0.52	°C
TW14	214.14	°C	0.52	°C
TW15	220.80	°C	0.54	°C
TW16	214.63	°C	0.48	°C
TW17	212.75	°C	0.97	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA

VTAM1	66.876	V
VTAM2	66.755	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	62.5	A
Tubo_2	63.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	121.6	A
Tubo_2	118.8	A
Potenza tubo_1	12.297	kW
Potenza tubo_2	12.184	kW
Potenza complessiva	24.481	kW

Stazionario: 18-09-2015_1756_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

18/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

	FUORI MATRICE		
Potenza		kW	
Pressione	20	bar	
Portata	7	g/s	(a tubo)

NOTE

Questa acquisizione segue la 18-09-2015_1746.xls; le oscillazioni sono terminate ma sono state indotte nella sezione di prova dopo aver aumentato la potenza elettrica da 12.3 kW a 12.7 kW

Nome del file acquisito

18-09-2015_1756_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	6.30	kPa	4.96	kPa
DP12	-62.40	kPa	0.45	kPa
DP13	8.27	kPa	1.50	kPa
DP14	7.27	kPa	1.19	kPa
DP15	10.38	kPa	2.01	kPa
DP16	11.85	kPa	2.72	kPa
DP17	16.95	kPa	4.05	kPa
DP21	6.34	kPa	4.83	kPa
DP22	-62.47	kPa	0.40	kPa
DP23	51.63	kPa	7.31	kPa
DP24	-4.24	kPa	1.80	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.25	bar	0.09	bar
P03	20.29	bar	0.09	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0141	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0142	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE

	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	196.16	°C	0.95	°C
TF02	214.82	°C	0.41	°C
TF11	198.19	°C	0.63	°C
TF12	214.35	°C	0.27	°C
TF13	214.59	°C	0.29	°C
TF14	214.55	°C	0.29	°C
TF15	214.33	°C	0.28	°C
TF16	213.97	°C	0.27	°C
TF17	213.06	°C	0.25	°C
TF21	207.15	°C	0.26	°C
TF22	213.93	°C	0.30	°C
TF23	214.29	°C	0.29	°C
TF24	214.44	°C	0.32	°C
TF25	214.01	°C	0.31	°C
TF26	213.54	°C	0.29	°C
TF27	204.60	°C	0.47	°C
TW11	198.07	°C	0.60	°C
TW12	220.18	°C	0.22	°C
TW13	215.54	°C	0.25	°C
TW14	214.00	°C	0.25	°C
TW15	220.62	°C	0.28	°C
TW16	214.81	°C	0.49	°C
TW17	214.41	°C	2.00	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA

VTAM1	68.213	V
VTAM2	68.362	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	63.1	A
Tubo_2	64.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	123.7	A
Tubo_2	121.7	A
Potenza tubo_1	12.761	kW
Potenza tubo_2	12.719	kW
Potenza complessiva	25.480	kW

Stazionario: 21-09-2015_1110_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10 kW
Pressione	20 bar
Portata	10 g/s (per tubo)

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1110_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	8.99	kPa	0.36	kPa
DP12	-62.08	kPa	0.17	kPa
DP13	10.37	kPa	0.16	kPa
DP14	8.81	kPa	0.25	kPa
DP15	12.87	kPa	0.98	kPa
DP16	15.06	kPa	1.46	kPa
DP17	21.01	kPa	2.14	kPa
DP21	9.55	kPa	0.35	kPa
DP22	-62.30	kPa	0.16	kPa
DP23	64.32	kPa	4.43	kPa
DP24	12.12	kPa	4.41	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.46	bar	0.48	bar
P03	20.32	bar	0.49	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0200	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0201	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.26	°C	0.34	°C
TF02	213.42	°C	1.22	°C
TF11	195.61	°C	0.17	°C
TF12	214.40	°C	1.19	°C
TF13	214.73	°C	1.17	°C
TF14	214.69	°C	1.18	°C
TF15	214.36	°C	1.17	°C
TF16	213.99	°C	1.19	°C
TF17	213.02	°C	1.21	°C
TF21	207.14	°C	1.20	°C
TF22	214.17	°C	1.17	°C
TF23	214.46	°C	1.16	°C
TF24	214.77	°C	1.17	°C
TF25	214.12	°C	1.17	°C
TF26	213.56	°C	1.19	°C
TF27	202.13	°C	0.23	°C
TW11	194.75	°C	0.19	°C
TW12	220.53	°C	1.18	°C
TW13	215.91	°C	1.17	°C
TW14	214.20	°C	1.16	°C
TW15	220.67	°C	1.16	°C
TW16	214.34	°C	1.18	°C
TW17	211.72	°C	1.19	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.168	V
VTAM2	60.976	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	58.0	A
Tubo_2	59.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	113.4	A
Tubo_2	111.2	A
Potenza tubo_1	10.462	kW
Potenza tubo_2	10.402	kW
Potenza complessiva	20.864	kW

Stazionario: 21-09-2015_1134_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state osservate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1134_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.14	kPa	0.96	kPa
DP12	-62.09	kPa	0.18	kPa
DP13	9.86	kPa	0.22	kPa
DP14	9.89	kPa	0.25	kPa
DP15	17.40	kPa	0.70	kPa
DP16	20.82	kPa	0.91	kPa
DP17	26.64	kPa	1.49	kPa
DP21	9.42	kPa	0.88	kPa
DP22	-62.33	kPa	0.18	kPa
DP23	81.16	kPa	1.56	kPa
DP24	28.75	kPa	0.74	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.69	bar	0.08	bar
P03	20.38	bar	0.08	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0200	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0201	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.24	°C	0.16	°C
TF02	213.59	°C	0.20	°C
TF11	195.77	°C	0.19	°C
TF12	214.93	°C	0.20	°C
TF13	215.32	°C	0.20	°C
TF14	215.14	°C	0.20	°C
TF15	214.82	°C	0.20	°C
TF16	214.35	°C	0.21	°C
TF17	213.30	°C	0.21	°C
TF21	207.43	°C	0.21	°C
TF22	214.76	°C	0.20	°C
TF23	215.06	°C	0.19	°C
TF24	215.21	°C	0.19	°C
TF25	214.60	°C	0.20	°C
TF26	213.97	°C	0.20	°C
TF27	202.24	°C	0.12	°C
TW11	195.35	°C	0.17	°C
TW12	221.33	°C	0.19	°C
TW13	216.86	°C	0.19	°C
TW14	214.83	°C	0.19	°C
TW15	221.34	°C	0.19	°C
TW16	215.43	°C	0.20	°C
TW17	212.22	°C	0.20	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	78.648	V
VTAM2	78.333	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	70.0	A
Tubo_2	71.0	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	137.4	A
Tubo_2	134.5	A
Potenza tubo_1	16.268	kW
Potenza tubo_2	16.120	kW
Potenza complessiva	32.388	kW

Stazionario: 21-09-2015_1148_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.6	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Sono state rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1148_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.52	kPa	5.69	kPa
DP12	-62.15	kPa	0.44	kPa
DP13	9.80	kPa	1.11	kPa
DP14	10.25	kPa	1.12	kPa
DP15	18.38	kPa	1.59	kPa
DP16	21.61	kPa	2.92	kPa
DP17	28.69	kPa	5.92	kPa
DP21	10.58	kPa	5.29	kPa
DP22	-62.38	kPa	0.43	kPa
DP23	85.42	kPa	8.68	kPa
DP24	34.11	kPa	2.26	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.50	bar	0.05	bar
P03	20.13	bar	0.05	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0200	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0201	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	194.23	°C	0.25	°C
TF02	212.96	°C	0.14	°C
TF11	195.50	°C	0.25	°C
TF12	214.40	°C	0.26	°C
TF13	214.82	°C	0.30	°C
TF14	214.62	°C	0.32	°C
TF15	214.28	°C	0.32	°C
TF16	213.80	°C	0.29	°C
TF17	212.73	°C	0.22	°C
TF21	206.85	°C	0.18	°C
TF22	214.26	°C	0.22	°C
TF23	214.56	°C	0.24	°C
TF24	214.71	°C	0.26	°C
TF25	214.08	°C	0.26	°C
TF26	213.41	°C	0.24	°C
TF27	202.18	°C	0.23	°C
TW11	195.16	°C	0.32	°C
TW12	220.90	°C	0.19	°C
TW13	216.42	°C	0.22	°C
TW14	214.34	°C	0.23	°C
TW15	220.83	°C	0.24	°C
TW16	215.07	°C	0.24	°C
TW17	213.33	°C	1.27	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	82.210	V
VTAM2	82.324	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	72.3	A
Tubo_2	73.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	142.3	A
Tubo_2	139.4	A
Potenza tubo_1	17.658	kW
Potenza tubo_2	17.535	kW
Potenza complessiva	35.193	kW

Stazionario: 21-09-2015_1256_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	7	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1256_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	4.96	kPa	0.48	kPa
DP12	-56.27	kPa	0.16	kPa
DP13	8.14	kPa	0.21	kPa
DP14	6.62	kPa	0.16	kPa
DP15	6.96	kPa	0.33	kPa
DP16	6.70	kPa	0.38	kPa
DP17	8.18	kPa	0.43	kPa
DP21	4.82	kPa	0.49	kPa
DP22	-56.52	kPa	0.15	kPa
DP23	34.14	kPa	1.10	kPa
DP24	-17.36	kPa	1.19	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	49.48	bar	0.41	bar
P03	49.65	bar	0.40	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0142	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0142	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE

	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.10	°C	0.80	°C
TF02	264.74	°C	0.33	°C
TF11	257.88	°C	1.25	°C
TF12	263.66	°C	0.51	°C
TF13	264.01	°C	0.51	°C
TF14	264.10	°C	0.49	°C
TF15	263.66	°C	0.49	°C
TF16	263.78	°C	0.50	°C
TF17	263.63	°C	0.52	°C
TF21	257.06	°C	0.51	°C
TF22	263.54	°C	0.51	°C
TF23	263.65	°C	0.51	°C
TF24	264.05	°C	0.51	°C
TF25	262.96	°C	0.50	°C
TF26	263.41	°C	0.51	°C
TF27	265.04	°C	1.13	°C
TW11	257.27	°C	1.15	°C
TW12	269.50	°C	0.50	°C
TW13	265.25	°C	0.50	°C
TW14	263.40	°C	0.50	°C
TW15	270.07	°C	0.50	°C
TW16	263.98	°C	0.51	°C
TW17	261.51	°C	0.50	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA

VTAM1	61.408	V
VTAM2	61.763	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	57.9	A
Tubo_2	59.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	113.6	A
Tubo_2	111.3	A
Potenza tubo_1	10.572	kW
Potenza tubo_2	10.553	kW
Potenza complessiva	21.124	kW

Stazionario: 21-09-2015_1318_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW
Pressione	50	bar
Portata	7	g/s

NOTE

Non sono state rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1318_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	4.84	kPa	0.52	kPa
DP12	-56.13	kPa	0.08	kPa
DP13	7.83	kPa	0.16	kPa
DP14	6.45	kPa	0.18	kPa
DP15	7.01	kPa	0.39	kPa
DP16	6.51	kPa	0.45	kPa
DP17	8.51	kPa	0.48	kPa
DP21	4.94	kPa	0.42	kPa
DP22	-56.54	kPa	0.07	kPa
DP23	33.73	kPa	0.84	kPa
DP24	-17.71	kPa	0.69	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.41	bar	0.27	bar
P03	50.56	bar	0.26	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0141	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0141	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	256.88	°C	0.53	°C
TF02	315.92	°C	1.59	°C
TF11	258.16	°C	0.33	°C
TF12	264.76	°C	0.31	°C
TF13	264.99	°C	0.30	°C
TF14	265.10	°C	0.30	°C
TF15	264.55	°C	0.33	°C
TF16	264.74	°C	0.32	°C
TF17	267.31	°C	4.03	°C
TF21	258.33	°C	0.32	°C
TF22	264.68	°C	0.32	°C
TF23	264.91	°C	0.32	°C
TF24	265.30	°C	0.31	°C
TF25	264.05	°C	0.31	°C
TF26	264.50	°C	0.33	°C
TF27	264.77	°C	0.26	°C
TW11	257.47	°C	0.31	°C
TW12	270.75	°C	0.33	°C
TW13	266.55	°C	0.33	°C
TW14	264.51	°C	0.33	°C
TW15	271.26	°C	0.33	°C
TW16	265.37	°C	0.33	°C
TW17	303.88	°C	2.64	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	70.620	V
VTAM2	70.406	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	64.4	A
Tubo_2	65.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	125.8	A
Tubo_2	123.3	A
Potenza tubo_1	13.405	kW
Potenza tubo_2	13.314	kW
Potenza complessiva	26.719	kW

Stazionario: 21-09-2015_1339_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	10	kW	
Pressione	50	bar	
Portata	10	g/s	(a tubo)

NOTE

Non sono state rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1339_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.59	kPa	0.49	kPa
DP12	-55.85	kPa	0.17	kPa
DP13	8.95	kPa	0.12	kPa
DP14	7.87	kPa	0.13	kPa
DP15	9.41	kPa	0.30	kPa
DP16	9.61	kPa	0.34	kPa
DP17	12.62	kPa	0.55	kPa
DP21	9.40	kPa	0.50	kPa
DP22	-56.14	kPa	0.17	kPa
DP23	45.76	kPa	1.08	kPa
DP24	-0.82	kPa	1.42	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.39	bar	0.44	bar
P03	50.36	bar	0.44	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0198	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0198	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	261.14	°C	1.48	°C
TF02	265.40	°C	0.55	°C
TF11	260.53	°C	1.26	°C
TF12	264.72	°C	0.53	°C
TF13	265.05	°C	0.54	°C
TF14	265.09	°C	0.53	°C
TF15	264.63	°C	0.53	°C
TF16	264.77	°C	0.54	°C
TF17	264.61	°C	0.55	°C
TF21	258.04	°C	0.54	°C
TF22	264.60	°C	0.54	°C
TF23	264.69	°C	0.53	°C
TF24	265.07	°C	0.54	°C
TF25	263.97	°C	0.53	°C
TF26	264.39	°C	0.54	°C
TF27	267.62	°C	1.28	°C
TW11	259.74	°C	1.22	°C
TW12	270.69	°C	0.54	°C
TW13	266.27	°C	0.53	°C
TW14	264.46	°C	0.53	°C
TW15	271.07	°C	0.53	°C
TW16	264.96	°C	0.53	°C
TW17	262.48	°C	0.53	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	61.189	V
VTAM2	61.327	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	58.0	A
Tubo_2	59.2	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	113.4	A
Tubo_2	111.2	A
Potenza tubo_1	10.503	kW
Potenza tubo_2	10.442	kW
Potenza complessiva	20.945	kW

Stazionario: 21-09-2015_1400_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	15.5	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non sono state rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1400_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.43	kPa	0.37	kPa
DP12	-56.15	kPa	0.06	kPa
DP13	8.67	kPa	0.10	kPa
DP14	7.98	kPa	0.12	kPa
DP15	10.72	kPa	0.33	kPa
DP16	10.93	kPa	0.45	kPa
DP17	13.46	kPa	0.50	kPa
DP21	9.42	kPa	0.33	kPa
DP22	-56.44	kPa	0.06	kPa
DP23	48.90	kPa	0.79	kPa
DP24	2.02	kPa	0.58	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.64	bar	0.06	bar
P03	50.60	bar	0.06	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0198	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0197	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	258.80	°C	0.58	°C
TF02	266.38	°C	0.11	°C
TF11	258.31	°C	0.33	°C
TF12	265.08	°C	0.08	°C
TF13	265.41	°C	0.07	°C
TF14	265.40	°C	0.07	°C
TF15	264.98	°C	0.07	°C
TF16	265.11	°C	0.07	°C
TF17	264.94	°C	0.07	°C
TF21	258.34	°C	0.07	°C
TF22	264.95	°C	0.07	°C
TF23	265.06	°C	0.07	°C
TF24	265.40	°C	0.07	°C
TF25	264.27	°C	0.07	°C
TF26	264.69	°C	0.07	°C
TF27	265.34	°C	0.37	°C
TW11	257.79	°C	0.31	°C
TW12	271.38	°C	0.09	°C
TW13	267.03	°C	0.08	°C
TW14	264.91	°C	0.07	°C
TW15	271.59	°C	0.07	°C
TW16	265.98	°C	0.07	°C
TW17	263.38	°C	0.34	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	78.396	V
VTAM2	78.457	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	69.2	A
Tubo_2	68.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	136.6	A
Tubo_2	137.1	A
Potenza tubo_1	16.142	kW
Potenza tubo_2	16.111	kW
Potenza complessiva	32.253	kW

Stazionario: 21-09-2015_1415_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.6	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1415_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.59	kPa	0.57	kPa
DP12	-56.28	kPa	0.06	kPa
DP13	8.70	kPa	0.14	kPa
DP14	8.15	kPa	0.15	kPa
DP15	11.33	kPa	0.40	kPa
DP16	11.32	kPa	0.55	kPa
DP17	13.16	kPa	0.61	kPa
DP21	9.55	kPa	0.51	kPa
DP22	-56.62	kPa	0.06	kPa
DP23	49.87	kPa	1.06	kPa
DP24	2.94	kPa	0.77	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.29	bar	0.02	bar
P03	50.24	bar	0.02	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0199	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0198	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	257.45	°C	0.44	°C
TF02	269.94	°C	1.55	°C
TF11	257.04	°C	0.39	°C
TF12	264.71	°C	0.03	°C
TF13	265.04	°C	0.03	°C
TF14	265.00	°C	0.03	°C
TF15	264.62	°C	0.03	°C
TF16	264.75	°C	0.03	°C
TF17	264.59	°C	0.03	°C
TF21	257.90	°C	0.02	°C
TF22	264.53	°C	0.03	°C
TF23	264.65	°C	0.03	°C
TF24	265.00	°C	0.03	°C
TF25	263.84	°C	0.03	°C
TF26	264.26	°C	0.03	°C
TF27	264.00	°C	0.37	°C
TW11	256.51	°C	0.38	°C
TW12	270.94	°C	0.05	°C
TW13	266.72	°C	0.03	°C
TW14	264.41	°C	0.03	°C
TW15	271.23	°C	0.02	°C
TW16	265.74	°C	0.04	°C
TW17	277.73	°C	3.69	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	82.761	V
VTAM2	82.996	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	72.3	A
Tubo_2	72.8	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	143.1	A
Tubo_2	144.1	A
Potenza tubo_1	17.860	kW
Potenza tubo_2	17.985	kW
Potenza complessiva	35.845	kW

Stazionario: 21-09-2015_1431_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1431_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.47	kPa	0.91	kPa
DP12	-55.97	kPa	0.08	kPa
DP13	8.52	kPa	0.21	kPa
DP14	8.24	kPa	0.22	kPa
DP15	11.71	kPa	0.55	kPa
DP16	11.56	kPa	0.67	kPa
DP17	14.81	kPa	0.66	kPa
DP21	9.65	kPa	0.76	kPa
DP22	-56.49	kPa	0.07	kPa
DP23	51.90	kPa	1.44	kPa
DP24	5.19	kPa	0.57	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.56	bar	0.06	bar
P03	50.49	bar	0.05	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0198	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0198	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	257.41	°C	0.14	°C
TF02	328.24	°C	3.22	°C
TF11	259.15	°C	0.38	°C
TF12	264.99	°C	0.07	°C
TF13	265.20	°C	0.07	°C
TF14	265.20	°C	0.07	°C
TF15	264.64	°C	0.08	°C
TF16	264.83	°C	0.08	°C
TF17	275.20	°C	7.21	°C
TF21	258.37	°C	0.08	°C
TF22	264.90	°C	0.08	°C
TF23	265.11	°C	0.07	°C
TF24	265.51	°C	0.06	°C
TF25	264.18	°C	0.07	°C
TF26	264.54	°C	0.07	°C
TF27	264.82	°C	0.31	°C
TW11	258.59	°C	0.37	°C
TW12	271.37	°C	0.08	°C
TW13	267.12	°C	0.08	°C
TW14	264.82	°C	0.08	°C
TW15	271.59	°C	0.08	°C
TW16	266.64	°C	0.57	°C
TW17	309.64	°C	1.04	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	88.092	V
VTAM2	88.363	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	75.7	A
Tubo_2	76.4	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	150.1	A
Tubo_2	150.9	A
Potenza tubo_1	19.932	kW
Potenza tubo_2	20.064	kW
Potenza complessiva	39.996	kW

Stazionario: 21-09-2015_1443_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20	kW	
Pressione	50	bar	
Portata	10	g/s	(a tubo)

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1443_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	9.33	kPa	1.50	kPa
DP12	-55.69	kPa	0.12	kPa
DP13	8.38	kPa	0.35	kPa
DP14	8.20	kPa	0.34	kPa
DP15	11.65	kPa	0.79	kPa
DP16	11.31	kPa	0.98	kPa
DP17	15.18	kPa	1.04	kPa
DP21	9.50	kPa	1.27	kPa
DP22	-56.32	kPa	0.11	kPa
DP23	51.95	kPa	2.19	kPa
DP24	5.24	kPa	0.62	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.72	bar	0.07	bar
P03	50.65	bar	0.07	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0197	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0196	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	257.80	°C	0.26	°C
TF02	360.14	°C	3.09	°C
TF11	261.62	°C	0.09	°C
TF12	265.29	°C	0.08	°C
TF13	265.40	°C	0.09	°C
TF14	265.40	°C	0.09	°C
TF15	264.76	°C	0.09	°C
TF16	265.00	°C	0.09	°C
TF17	312.52	°C	1.68	°C
TF21	258.72	°C	0.68	°C
TF22	265.21	°C	0.08	°C
TF23	265.38	°C	0.08	°C
TF24	265.87	°C	0.08	°C
TF25	264.44	°C	0.07	°C
TF26	264.80	°C	0.08	°C
TF27	266.15	°C	0.18	°C
TW11	260.93	°C	0.08	°C
TW12	271.56	°C	0.09	°C
TW13	267.32	°C	0.09	°C
TW14	265.02	°C	0.09	°C
TW15	271.75	°C	0.09	°C
TW16	272.64	°C	2.19	°C
TW17	351.42	°C	2.60	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	90.313	V
VTAM2	90.183	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	77.1	A
Tubo_2	78.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	152.7	A
Tubo_2	150.0	A
Potenza tubo_1	20.734	kW
Potenza tubo_2	20.626	kW
Potenza complessiva	41.360	kW

Stazionario: 21-09-2015_1502_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1502_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	22.84	kPa	0.29	kPa
DP12	-56.32	kPa	0.06	kPa
DP13	10.73	kPa	0.07	kPa
DP14	11.90	kPa	0.08	kPa
DP15	20.52	kPa	0.25	kPa
DP16	23.31	kPa	0.32	kPa
DP17	29.51	kPa	0.57	kPa
DP21	22.71	kPa	0.27	kPa
DP22	-56.74	kPa	0.06	kPa
DP23	92.35	kPa	0.63	kPa
DP24	58.42	kPa	0.48	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.92	bar	0.08	bar
P03	50.28	bar	0.08	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0309	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0308	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	256.97	°C	0.32	°C
TF02	265.36	°C	0.10	°C
TF11	256.94	°C	0.35	°C
TF12	265.28	°C	0.10	°C
TF13	265.58	°C	0.10	°C
TF14	265.49	°C	0.10	°C
TF15	264.99	°C	0.10	°C
TF16	265.03	°C	0.10	°C
TF17	264.73	°C	0.10	°C
TF21	258.17	°C	0.10	°C
TF22	265.11	°C	0.10	°C
TF23	265.23	°C	0.10	°C
TF24	265.49	°C	0.10	°C
TF25	264.30	°C	0.10	°C
TF26	264.62	°C	0.10	°C
TF27	264.03	°C	0.33	°C
TW11	256.33	°C	0.36	°C
TW12	271.62	°C	0.11	°C
TW13	267.39	°C	0.10	°C
TW14	265.13	°C	0.10	°C
TW15	271.78	°C	0.10	°C
TW16	266.57	°C	0.10	°C
TW17	263.28	°C	0.09	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	90.271	V
VTAM2	90.083	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	77.1	A
Tubo_2	78.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	152.7	A
Tubo_2	150.0	A
Potenza tubo_1	20.716	kW
Potenza tubo_2	20.608	kW
Potenza complessiva	41.323	kW

Stazionario: 21-09-2015_1520_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	15	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni di portata di ampiezza molto ridotta

Nome del file acquisito

21-09-2015_1520_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	23.08	kPa	0.40	kPa
DP12	-56.37	kPa	0.06	kPa
DP13	10.80	kPa	0.08	kPa
DP14	13.07	kPa	0.09	kPa
DP15	24.05	kPa	0.29	kPa
DP16	26.03	kPa	0.41	kPa
DP17	29.69	kPa	0.63	kPa
DP21	22.49	kPa	0.35	kPa
DP22	-56.79	kPa	0.06	kPa
DP23	100.56	kPa	0.83	kPa
DP24	66.37	kPa	0.46	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA


	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.81	bar	0.02	bar
P03	50.09	bar	0.02	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0309	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0308	kg/s	0.0001	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	256.75	°C	0.29	°C
TF02	265.14	°C	0.03	°C
TF11	256.64	°C	0.27	°C
TF12	265.13	°C	0.03	°C
TF13	265.44	°C	0.03	°C
TF14	265.32	°C	0.03	°C
TF15	264.81	°C	0.03	°C
TF16	264.82	°C	0.03	°C
TF17	264.51	°C	0.04	°C
TF21	257.93	°C	0.04	°C
TF22	264.99	°C	0.03	°C
TF23	265.12	°C	0.03	°C
TF24	265.35	°C	0.03	°C
TF25	264.13	°C	0.03	°C
TF26	264.41	°C	0.03	°C
TF27	263.73	°C	0.26	°C
TW11	256.17	°C	0.27	°C
TW12	271.74	°C	0.03	°C
TW13	267.53	°C	0.03	°C
TW14	265.08	°C	0.03	°C
TW15	271.64	°C	0.02	°C
TW16	266.96	°C	0.03	°C
TW17	263.32	°C	0.03	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	98.986	V
VTAM2	99.821	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	83.0	A
Tubo_2	84.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	166.3	A
Tubo_2	163.4	A
Potenza tubo_1	24.816	kW
Potenza tubo_2	24.695	kW
Potenza complessiva	49.511	kW

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS – LP1 – 049	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 249	di 265
--	--	------------------	----------------------	--------------------	------------------

APPENDICE F – QUICK-LOOK REPORT – TEST DI RIPETIBILITA' A DUE TUBI

Sono riportati di seguito:

- ❖ Quick look report dei test di ripetibilità di punti di matrice a tubo singolo, ma condotti con due tubi in parallelo rivisti e corretti da SIET [4].

Stazionario: 21-09-2015_1628_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	16.5	kW
Pressione	70	bar
Portata	10	g/s

NOTE

Non vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1628_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	10.02	kPa	0.35	kPa
DP12	-53.89	kPa	0.06	kPa
DP13	8.36	kPa	0.09	kPa
DP14	7.59	kPa	0.11	kPa
DP15	9.62	kPa	0.32	kPa
DP16	8.58	kPa	0.27	kPa
DP17	10.61	kPa	0.25	kPa
DP21	10.26	kPa	0.29	kPa
DP22	-54.20	kPa	0.06	kPa
DP23	41.56	kPa	0.61	kPa
DP24	-2.46	kPa	0.70	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.29	bar	0.44	bar
P03	70.30	bar	0.44	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0201	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0200	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.63	°C	0.41	°C
TF02	290.67	°C	0.53	°C
TF11	277.63	°C	0.19	°C
TF12	286.43	°C	0.42	°C
TF13	286.66	°C	0.42	°C
TF14	286.69	°C	0.42	°C
TF15	286.18	°C	0.42	°C
TF16	287.18	°C	0.70	°C
TF17	305.49	°C	1.64	°C
TF21	279.59	°C	0.42	°C
TF22	286.18	°C	0.42	°C
TF23	286.19	°C	0.41	°C
TF24	286.60	°C	0.42	°C
TF25	285.13	°C	0.41	°C
TF26	285.99	°C	0.42	°C
TF27	285.25	°C	0.23	°C
TW11	276.98	°C	0.18	°C
TW12	292.74	°C	0.42	°C
TW13	288.43	°C	0.41	°C
TW14	286.27	°C	0.42	°C
TW15	292.79	°C	0.41	°C
TW16	301.35	°C	0.88	°C
TW17	309.63	°C	1.62	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	42.515	V
VTAM2	94.633	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	44.5	A
Tubo_2	45.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	158.9	A
Tubo_2	155.7	A
Potenza tubo_1	16.929	kW
Potenza tubo_2	16.673	kW
Potenza complessiva	33.602	kW

Stazionario: 21-09-2015_1659_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW		
Pressione	70	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1659_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	11.49	kPa	0.30	kPa
DP12	-56.79	kPa	0.19	kPa
DP13	9.20	kPa	0.06	kPa
DP14	7.66	kPa	0.07	kPa
DP15	9.96	kPa	0.25	kPa
DP16	8.72	kPa	0.26	kPa
DP17	10.30	kPa	0.18	kPa
DP21	11.09	kPa	0.28	kPa
DP22	-57.21	kPa	0.19	kPa
DP23	43.64	kPa	0.48	kPa
DP24	-2.48	kPa	0.39	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.03	bar	0.06	bar
P03	70.03	bar	0.06	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0203	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0203	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	252.00	°C	0.20	°C
TF02	311.60	°C	0.57	°C
TF11	258.47	°C	0.08	°C
TF12	286.09	°C	0.06	°C
TF13	286.31	°C	0.06	°C
TF14	286.32	°C	0.06	°C
TF15	285.80	°C	0.06	°C
TF16	286.12	°C	0.06	°C
TF17	295.71	°C	0.39	°C
TF21	279.39	°C	0.07	°C
TF22	285.90	°C	0.06	°C
TF23	286.00	°C	0.06	°C
TF24	286.39	°C	0.06	°C
TF25	284.85	°C	0.06	°C
TF26	285.71	°C	0.06	°C
TF27	263.96	°C	0.11	°C
TW11	257.73	°C	0.08	°C
TW12	292.52	°C	0.06	°C
TW13	288.31	°C	0.06	°C
TW14	285.85	°C	0.06	°C
TW15	292.69	°C	0.05	°C
TW16	286.63	°C	0.31	°C
TW17	307.45	°C	0.16	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	65.606	V
VTAM2	95.058	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	61.2	A
Tubo_2	62.3	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.4	A
Tubo_2	156.2	A
Potenza tubo_1	19.167	kW
Potenza tubo_2	18.935	kW
Potenza complessiva	38.103	kW

Stazionario: 21-09-2015_1732_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	18.4	kW		
Pressione	70	bar		
Portata	12	g/s	(a tubo)	

NOTE

Non vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1732_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	14.80	kPa	0.30	kPa
DP12	-53.94	kPa	0.09	kPa
DP13	9.18	kPa	0.07	kPa
DP14	9.00	kPa	0.09	kPa
DP15	13.21	kPa	0.28	kPa
DP16	11.93	kPa	0.39	kPa
DP17	13.84	kPa	0.29	kPa
DP21	14.40	kPa	0.28	kPa
DP22	-53.84	kPa	0.09	kPa
DP23	54.06	kPa	0.66	kPa
DP24	14.54	kPa	0.56	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	70.58	bar	0.05	bar
P03	70.40	bar	0.05	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0242	kg/s	0.0005	kg/s
F02	0.0241	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	278.19	°C	0.37	°C
TF02	288.09	°C	0.10	°C
TF11	277.66	°C	0.53	°C
TF12	286.52	°C	0.05	°C
TF13	286.79	°C	0.05	°C
TF14	286.74	°C	0.05	°C
TF15	286.28	°C	0.05	°C
TF16	286.55	°C	0.05	°C
TF17	286.66	°C	0.05	°C
TF21	279.75	°C	0.05	°C
TF22	286.43	°C	0.05	°C
TF23	286.43	°C	0.05	°C
TF24	286.83	°C	0.05	°C
TF25	285.37	°C	0.05	°C
TF26	286.18	°C	0.05	°C
TF27	285.21	°C	0.47	°C
TW11	277.18	°C	0.54	°C
TW12	292.96	°C	0.05	°C
TW13	288.63	°C	0.05	°C
TW14	286.46	°C	0.04	°C
TW15	293.10	°C	0.05	°C
TW16	286.89	°C	0.05	°C
TW17	286.40	°C	1.21	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	66.177	V
VTAM2	94.963	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	61.3	A
Tubo_2	62.6	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.0	A
Tubo_2	155.3	A
Potenza tubo_1	19.156	kW
Potenza tubo_2	18.891	kW
Potenza complessiva	38.046	kW

Stazionario: 21-09-2015_1802_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW		
Pressione	50	bar		
Portata	14	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1802_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.43	kPa	0.48	kPa
DP12	-56.30	kPa	0.08	kPa
DP13	10.21	kPa	0.09	kPa
DP14	11.65	kPa	0.12	kPa
DP15	20.50	kPa	0.38	kPa
DP16	21.96	kPa	0.51	kPa
DP17	25.25	kPa	0.72	kPa
DP21	19.03	kPa	0.41	kPa
DP22	-56.44	kPa	0.08	kPa
DP23	86.27	kPa	1.23	kPa
DP24	48.93	kPa	1.19	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	50.78	bar	0.14	bar
P03	50.24	bar	0.14	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0284	kg/s	0.0006	kg/s
F02	0.0283	kg/s	0.0003	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	257.69	°C	0.46	°C
TF02	265.34	°C	0.18	°C
TF11	257.24	°C	0.38	°C
TF12	265.15	°C	0.17	°C
TF13	265.45	°C	0.17	°C
TF14	265.35	°C	0.17	°C
TF15	264.88	°C	0.17	°C
TF16	264.92	°C	0.17	°C
TF17	264.66	°C	0.18	°C
TF21	258.07	°C	0.17	°C
TF22	265.04	°C	0.17	°C
TF23	265.15	°C	0.17	°C
TF24	265.41	°C	0.17	°C
TF25	264.21	°C	0.17	°C
TF26	264.55	°C	0.17	°C
TF27	264.48	°C	0.37	°C
TW11	256.73	°C	0.36	°C
TW12	271.63	°C	0.17	°C
TW13	267.38	°C	0.17	°C
TW14	265.07	°C	0.17	°C
TW15	271.64	°C	0.17	°C
TW16	266.66	°C	0.17	°C
TW17	263.33	°C	0.18	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.253	V
VTAM2	95.088	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	78.5	A
Tubo_2	80.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.3	A
Tubo_2	155.8	A
Potenza tubo_1	22.389	kW
Potenza tubo_2	22.241	kW
Potenza complessiva	44.631	kW

Stazionario: 21-09-2015_1818_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22.2	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	11	g/s	(a tubo)	

NOTE

 Punto fuori matrice
 Vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1818_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	18.76	kPa	15.93	kPa
DP12	-62.65	kPa	1.33	kPa
DP13	9.96	kPa	3.44	kPa
DP14	12.45	kPa	2.81	kPa
DP15	24.39	kPa	5.11	kPa
DP16	29.33	kPa	8.94	kPa
DP17	36.63	kPa	11.13	kPa
DP21	18.02	kPa	14.30	kPa
DP22	-62.90	kPa	1.35	kPa
DP23	109.92	kPa	22.96	kPa
DP24	65.36	kPa	6.79	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.47	bar	0.47	bar
P03	20.77	bar	0.51	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0220	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0220	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	197.42	°C	6.22	°C
TF02	215.00	°C	1.44	°C
TF11	200.39	°C	7.00	°C
TF12	216.58	°C	1.34	°C
TF13	216.97	°C	1.37	°C
TF14	216.71	°C	1.39	°C
TF15	216.32	°C	1.31	°C
TF16	215.74	°C	1.27	°C
TF17	215.29	°C	2.17	°C
TF21	208.69	°C	1.23	°C
TF22	216.46	°C	1.30	°C
TF23	216.70	°C	1.35	°C
TF24	216.80	°C	1.35	°C
TF25	216.09	°C	1.33	°C
TF26	215.35	°C	1.29	°C
TF27	206.01	°C	7.04	°C
TW11	199.08	°C	6.14	°C
TW12	223.07	°C	1.32	°C
TW13	218.56	°C	1.37	°C
TW14	216.50	°C	1.20	°C
TW15	223.70	°C	0.98	°C
TW16	219.87	°C	1.46	°C
TW17	230.90	°C	10.65	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.293	V
VTAM2	95.142	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	78.5	A
Tubo_2	80.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.3	A
Tubo_2	155.8	A
Potenza tubo_1	22.401	kW
Potenza tubo_2	22.253	kW
Potenza complessiva	44.654	kW

Stazionario: 21-09-2015_1836_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	22	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	11	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni

Nome del file acquisito

21-09-2015_1836_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.64	kPa	16.26	kPa
DP12	-63.08	kPa	1.26	kPa
DP13	10.07	kPa	3.14	kPa
DP14	12.38	kPa	2.79	kPa
DP15	23.70	kPa	4.60	kPa
DP16	29.20	kPa	9.19	kPa
DP17	37.05	kPa	12.01	kPa
DP21	18.65	kPa	14.68	kPa
DP22	-63.53	kPa	1.30	kPa
DP23	110.09	kPa	22.80	kPa
DP24	65.47	kPa	5.44	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	21.16	bar	0.26	bar
P03	20.45	bar	0.28	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0221	kg/s	0.0003	kg/s
F02	0.0221	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.52	°C	0.28	°C
TF02	214.15	°C	0.68	°C
TF11	198.79	°C	3.47	°C
TF12	215.82	°C	0.90	°C
TF13	216.22	°C	0.96	°C
TF14	215.95	°C	1.00	°C
TF15	215.54	°C	0.93	°C
TF16	214.98	°C	0.85	°C
TF17	213.82	°C	0.78	°C
TF21	207.94	°C	0.75	°C
TF22	215.72	°C	0.83	°C
TF23	215.97	°C	0.89	°C
TF24	216.09	°C	0.94	°C
TF25	215.39	°C	0.93	°C
TF26	214.63	°C	0.86	°C
TF27	203.28	°C	2.34	°C
TW11	197.32	°C	0.89	°C
TW12	222.40	°C	0.77	°C
TW13	217.76	°C	0.84	°C
TW14	215.62	°C	0.80	°C
TW15	223.06	°C	0.72	°C
TW16	219.35	°C	1.51	°C
TW17	222.91	°C	3.14	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	92.302	V
VTAM2	95.135	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	78.5	A
Tubo_2	80.5	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.3	A
Tubo_2	155.8	A
Potenza tubo_1	22.401	kW
Potenza tubo_2	22.252	kW
Potenza complessiva	44.653	kW

Stazionario: 21-09-2015_1900_R

QUICK LOOK REPORT

DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1900_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	18.43	kPa	16.40	kPa
DP12	-63.12	kPa	1.36	kPa
DP13	9.43	kPa	3.43	kPa
DP14	11.26	kPa	2.73	kPa
DP15	22.01	kPa	5.65	kPa
DP16	25.86	kPa	9.12	kPa
DP17	30.83	kPa	10.16	kPa
DP21	17.31	kPa	14.42	kPa
DP22	-63.42	kPa	1.29	kPa
DP23	97.10	kPa	23.02	kPa
DP24	51.34	kPa	5.00	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.91	bar	0.03	bar
P03	20.35	bar	0.02	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0201	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0201	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.61	°C	0.25	°C
TF02	214.11	°C	0.80	°C
TF11	200.73	°C	4.52	°C
TF12	215.27	°C	0.65	°C
TF13	215.67	°C	0.72	°C
TF14	215.44	°C	0.74	°C
TF15	215.06	°C	0.62	°C
TF16	214.55	°C	0.46	°C
TF17	213.63	°C	0.72	°C
TF21	207.57	°C	0.31	°C
TF22	215.15	°C	0.56	°C
TF23	215.41	°C	0.65	°C
TF24	215.58	°C	0.70	°C
TF25	214.90	°C	0.65	°C
TF26	214.18	°C	0.50	°C
TF27	204.95	°C	3.93	°C
TW11	198.82	°C	1.33	°C
TW12	221.79	°C	0.43	°C
TW13	217.05	°C	0.53	°C
TW14	215.31	°C	0.35	°C
TW15	222.87	°C	0.62	°C
TW16	217.88	°C	1.31	°C
TW17	232.00	°C	1.85	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	76.386	V
VTAM2	94.825	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	68.5	A
Tubo_2	61.7	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.4	A
Tubo_2	155.9	A
Potenza tubo_1	20.348	kW
Potenza tubo_2	19.496	kW
Potenza complessiva	39.844	kW

Stazionario: 21-09-2015_1921_R

QUICK LOOK REPORT
DATA

21/09/2015

DATI DELLA MATRICE DI PROVA

Potenza	20.2	kW		
Pressione	20	bar		
Portata	10	g/s	(a tubo)	

NOTE

Vengono rilevate oscillazioni di portata

Nome del file acquisito

21-09-2015_1921_R

TRASMETTITORI DI PRESSIONE DIFF.

	Valori medi		Deviazioni standard	
DP11	19.06	kPa	17.47	kPa
DP12	-63.05	kPa	1.43	kPa
DP13	9.24	kPa	3.86	kPa
DP14	11.23	kPa	2.84	kPa
DP15	22.09	kPa	5.84	kPa
DP16	26.52	kPa	9.51	kPa
DP17	32.99	kPa	10.93	kPa
DP21	18.25	kPa	15.48	kPa
DP22	-63.53	kPa	1.37	kPa
DP23	99.59	kPa	24.58	kPa
DP24	54.62	kPa	5.25	kPa

TRASMETTITORI DI PRESSIONE RELATIVA

	Valori medi		Deviazioni standard	
P02	20.79	bar	0.04	bar
P03	20.20	bar	0.03	bar

MISURATORI DI PORTATA

	Valori medi		Deviazioni standard	
F0001	0.0201	kg/s	0.0004	kg/s
F02	0.0201	kg/s	0.0002	kg/s

TERMOCOPPIE				
	Valori medi		Deviazioni standard	
TF01	193.35	°C	0.15	°C
TF02	236.41	°C	10.50	°C
TF11	202.74	°C	4.84	°C
TF12	214.83	°C	0.75	°C
TF13	215.17	°C	0.81	°C
TF14	214.98	°C	0.82	°C
TF15	214.68	°C	0.67	°C
TF16	214.23	°C	0.50	°C
TF17	222.46	°C	6.16	°C
TF21	207.23	°C	0.32	°C
TF22	214.74	°C	0.59	°C
TF23	214.95	°C	0.69	°C
TF24	215.22	°C	0.74	°C
TF25	214.44	°C	0.69	°C
TF26	213.67	°C	0.54	°C
TF27	205.21	°C	4.49	°C
TW11	200.82	°C	1.52	°C
TW12	221.35	°C	0.49	°C
TW13	216.83	°C	0.48	°C
TW14	215.06	°C	0.33	°C
TW15	222.63	°C	0.71	°C
TW16	218.94	°C	1.78	°C
TW17	261.47	°C	0.78	°C

POTENZA EROGATA ALLA SEZIONE DI PROVA		
VTAM1	85.329	V
VTAM2	94.825	V
I_TAM1 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	74.3	A
Tubo_2	75.9	A
I_TAM2 (misurata pinza amperometrica)		
Tubo_1	159.4	A
Tubo_2	155.4	A
Potenza tubo_1	21.455	kW
Potenza tubo_2	21.212	kW
Potenza complessiva	42.667	kW