



Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente



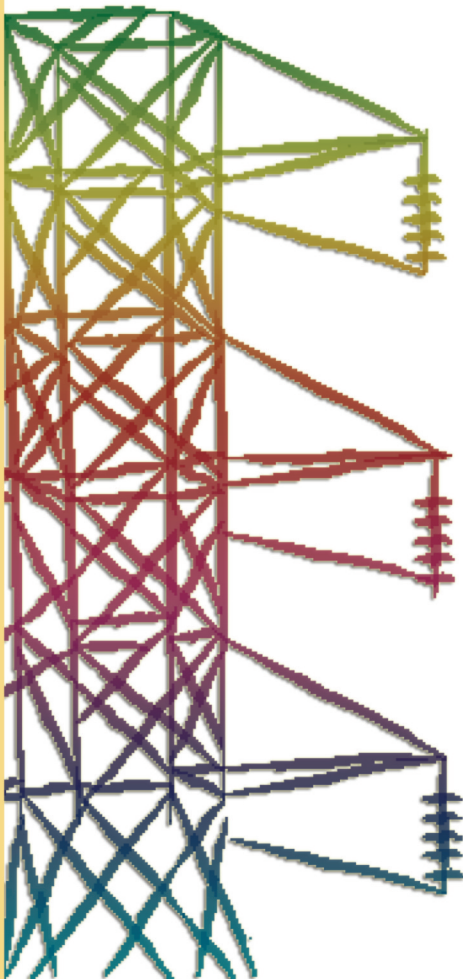
*Ministero dello Sviluppo Economico*

## **RICERCA SISTEMA ELETTRICO**

---

### **Specifica tecnica per le sonde a termocoppia riscaldata**

**Fosco Bianchi**





Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Specifica tecnica per le sonde a termocoppia riscaldata

*Fosco Bianchi*

## SPECIFICA TECNICA PER LE SONDE A TERMOCOPPIA RISCALDATA

Fosco Bianchi (ENEA)

Giugno 2008


Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche


Tema: Nuovo Nucleare da Fissione

Responsabile Tema: Stefano Monti, ENEA

 <b>Centro Ricerche Bologna</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – P9LU - 007	0	R	2	11

## Indice

1. Scopo .....	3
2. Descrizione dei punti di misura sull'impianto SPES-3 .....	3
3. Parametri di Funzionamento .....	3
4. Prove di qualifica.....	4
5. Riferimenti .....	4
Allegato 1 – Valori dei parametri di processo in transitorio.....	8

 <b>Centro Ricerche Bologna</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – P9LU - 007	0	R	3	11

## 1. Scopo

Lo scopo di questa nota è di fornire i valori dei parametri di processo<sup>1</sup>, necessari per la progettazione delle sonde a termocoppia riscaldata da utilizzare sull'impianto SPES-3 per la misura della velocità del fluido di processo. Inoltre il documento riporta le dimensioni geometriche delle zone, in cui saranno installati i sensori, ed individua le prove richieste per la loro qualifica.

Per sonda s'intende l'insieme dei componenti dello strumento di misura: sensori (termocoppie) e componentistica elettronica associata [1].

## 2. Descrizione dei punti di misura sull'impianto SPES-3

La velocità del fluido sarà misurata nelle tre zone anulari del downcomer poste a valle dei generatori di vapore, Fig.s 1 e 2, e nei quattro rami di mandata della pompa primaria<sup>2</sup>, connessi al vessel, (Fig. 3), [2]. In ciascuna zona anulare la velocità del fluido sarà misurata con quattro sonde, mentre in ciascun ramo di mandata della pompa sarà misurata con una sola sonda, considerato il diametro interno della tubazione.

Tutti i sensori saranno installati in posizione orizzontale.

Per facilitare l'installazione dei sensori delle sonde all'uscita dei generatori sono ipotizzabili due soluzioni:

- posizionamento dei sensori alla stessa quota, Fig. 2, ma ciascun sensore distanziato azimutalmente di 30°;
- posizionamento alla stessa quota dei sensori appartenenti ad una zona anulare, ma azimutalmente ruotati rispetto a quelli delle altre zone, al fine di evitare perturbazioni locali del moto del fluido.

Le dimensioni delle tre zone anulari sono riportate nella Fig. 2.

Le tubazioni dei quattro rami di mandata della pompa hanno le seguenti dimensioni: 4" sch 160 - diametro esterno = 114,3 mm e diametro interno = 87,32 mm).

## 3. Parametri di Funzionamento

Limitatamente ai componenti citati nel paragrafo precedente, i valori dei parametri di processo in condizioni di funzionamento nominale e transitorie sono riportate nella Tab. 1 ed in allegato 1.

<sup>1</sup> pressione, temperatura e velocità

<sup>2</sup> questa soluzione ha il vantaggio di permettere di misurare anche la portata nel bypass, durante il transitorio.

**Tab1. Condizioni operative nominali**

<b>Grandezza</b>	<b>Valore</b>
Pressione (Bar)	156
Temperatura (K)	618
Velocità liquido uscita GV (m/s)	
(corona interna: 211010000)	0,624
(corona intermedia: 212010000)	0,582
(corona esterna: 213010000)	0,481
Velocità fluido mandata pompa per ciascun ramo (m/s)	3,31
Velocità fluido bypass <sup>3</sup> pompa (m/s)	0,388

#### **4. Prove di qualifica**

Durante la fase di sviluppo, la messa a punto della sonda sarà effettuata utilizzando l'impianto VASIB, disponibile nel CRE ENEA della Casaccia.

La taratura delle sonde sarà effettuata su un impianto da realizzarsi presso l'area sperimentale della SIET. La taratura consisterà nella valutazione del segnale di uscita (mV) in funzione della velocità del fluido. La prova sarà ripetuta per differenti valori di pressione e temperatura.

Sarà effettuata presso la SIET anche una prova di durata, che consiste in un certo numero di ore di funzionamento al giorno in condizioni nominali per 30<sup>4</sup> giorni al fine di verificare il mantenimento delle caratteristiche elettriche e meccaniche della sonda e in particolare l'assenza di una deriva significativa nel segnale di uscita. L'errore ammesso nella misura di velocità dovrà essere inferiore al 1÷1,5 %.

#### **5. Riferimenti**

[1] "Sviluppo di un sistema a termocoppia riscaldata per il rilievo della fase locale con principio di riscaldamento innovativo", doc ENEA-TER

[2] R. Ferri, "SPES3-IRIS facility design status", SIET 01 334 RT 07 Rev.0, doc. ENEA FPN-P9LU-002

[3] Comunicazione personale di R. Ferri

<sup>3</sup> La portata nel bypass della pompa è nulla in condizioni stazionarie, il valore riportato si riferisce all'istante in cui la pompa si arresta e si apre la valvola di non ritorno sul bypass.

<sup>4</sup> Rappresenta il prodotto tra il numero di prove da effettuare sull'impianto SPES-3 (15) e la frequenza di ripetizione di ciascuna prova, assunto pari a 2.

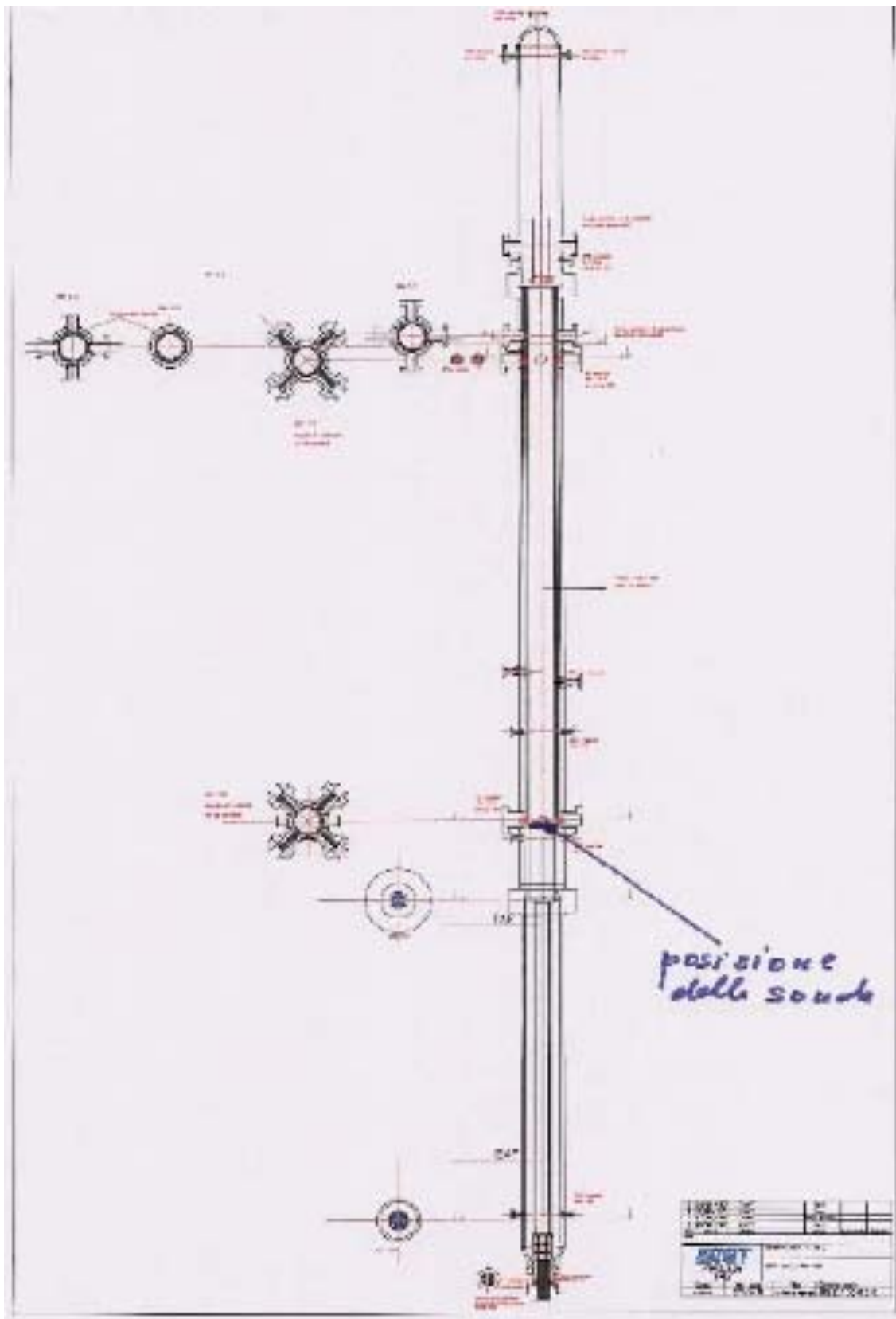


Fig 3 Canale di potenza.

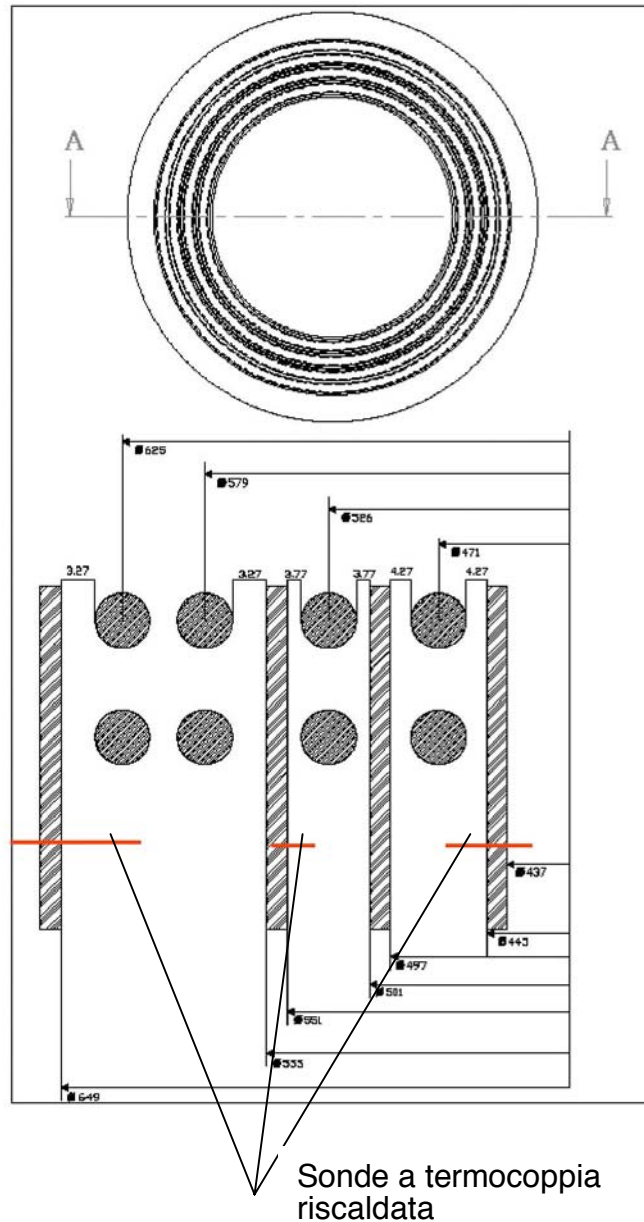


Fig 2 GV Posizione delle sonde. Il fluido primario circola tra virole all'esterno dei tubi, mentre il fluido secondario all'interno dei tubi



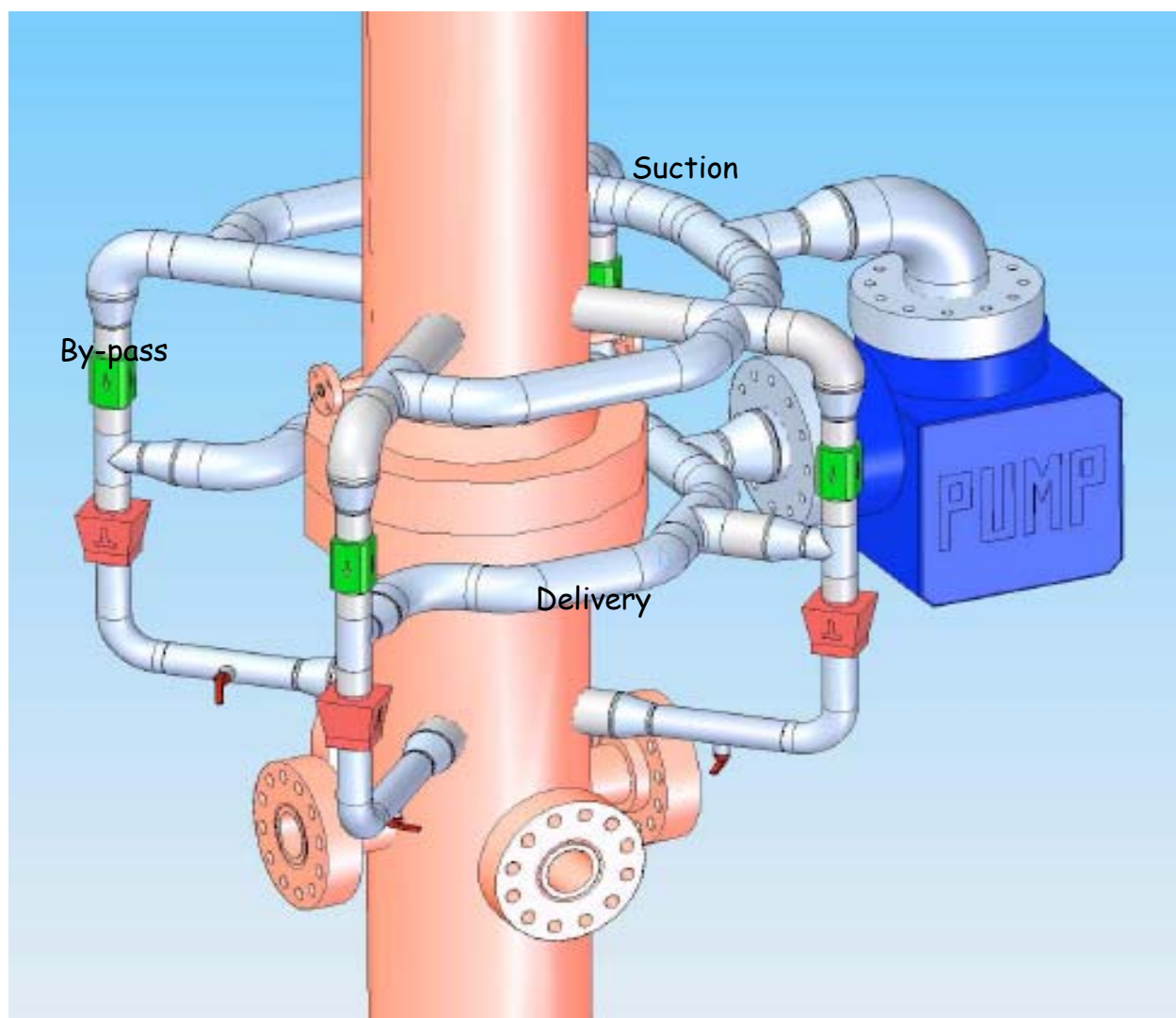


Fig. 3 Vista assometrica della pompa e tubazioni

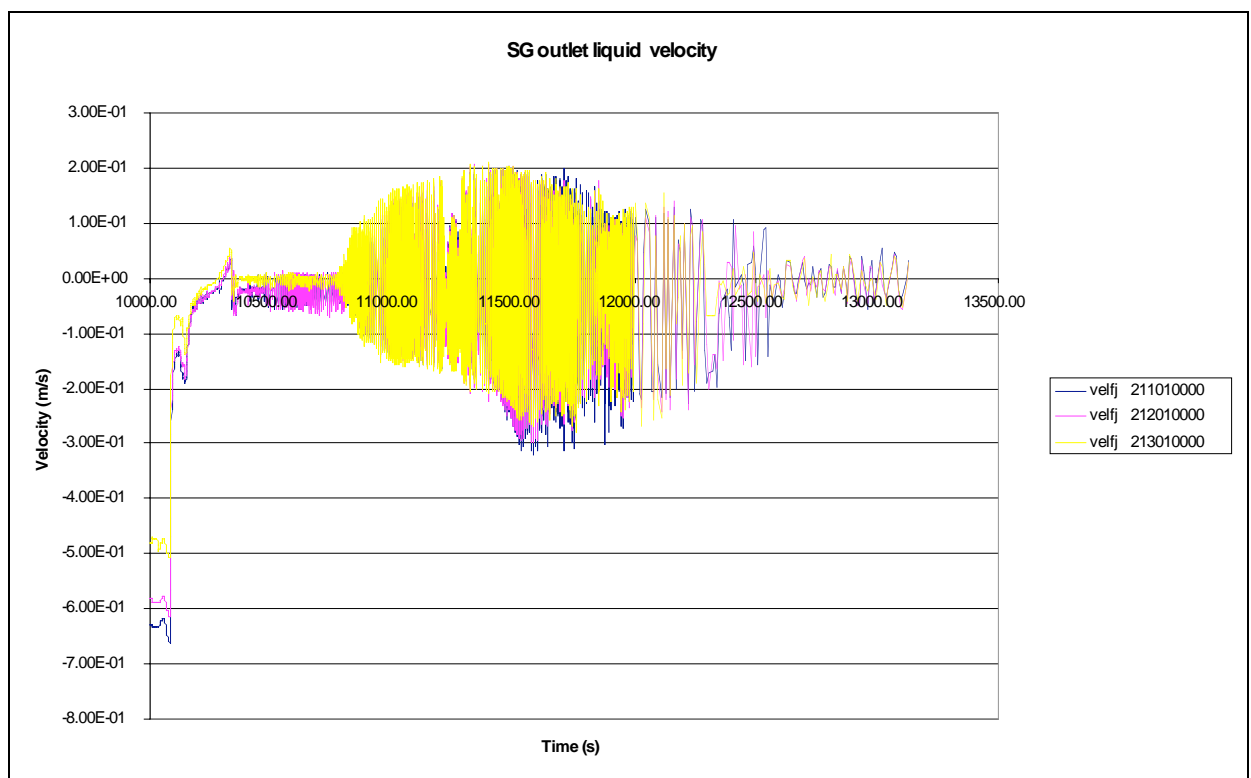
## Allegato 1 – Valori dei parametri di processo in transitorio

Si sottolinea che per tutti i transitori della matrice sperimentale da simulare sull'impianto SPES-3 si possono prevedere le seguenti fasi principali:

- stato stazionario;
- circolazione naturale monofase liquida di breve durata dopo l'arresto della pompa;
- circolazione naturale bifase;
- circolazione naturale monofase di vapore.

L'evoluzione temporale dei parametri ritenuti significativi per il progetto della sonda è qualitativamente analoga per tutti i transitori ed è riportata nei grafici seguenti, che si riferiscono alla simulazione di una rottura sulla linea DVI (SBLOCA) con il codice RELAP5 [3].

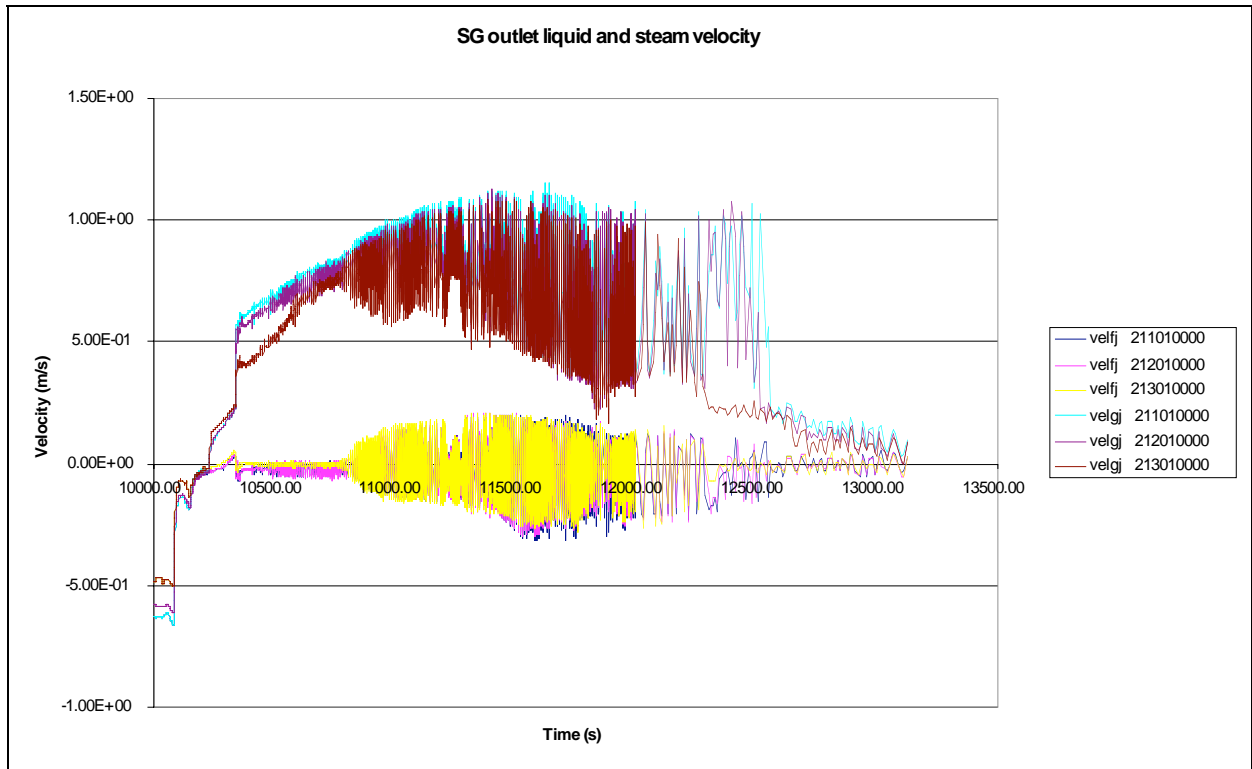
### A) velocità del liquido ( $v_{elf}$ ) all'uscita del generatore di vapore



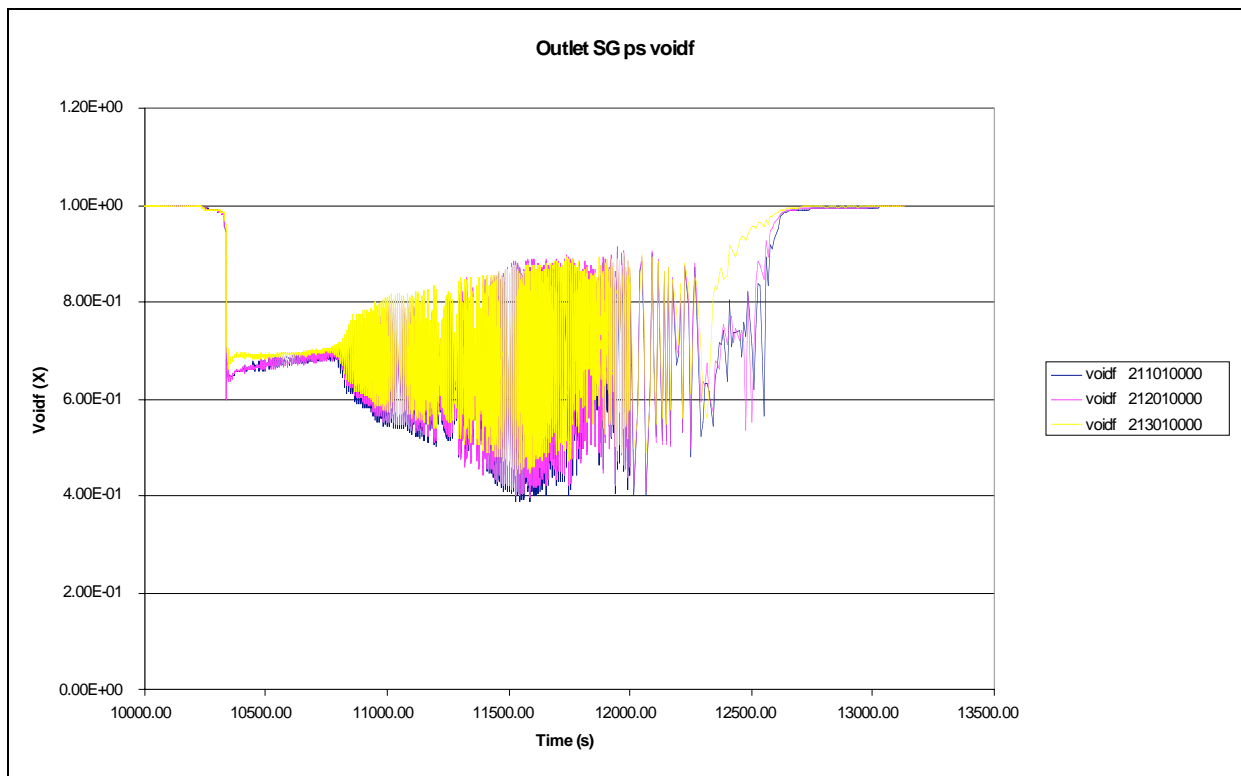
Legenda:

corona interna dei tubi del GV: 211010000  
 corona intermedia dei tubi del GV: 212010000  
 corona esterna dei tubi del GV: 213010000

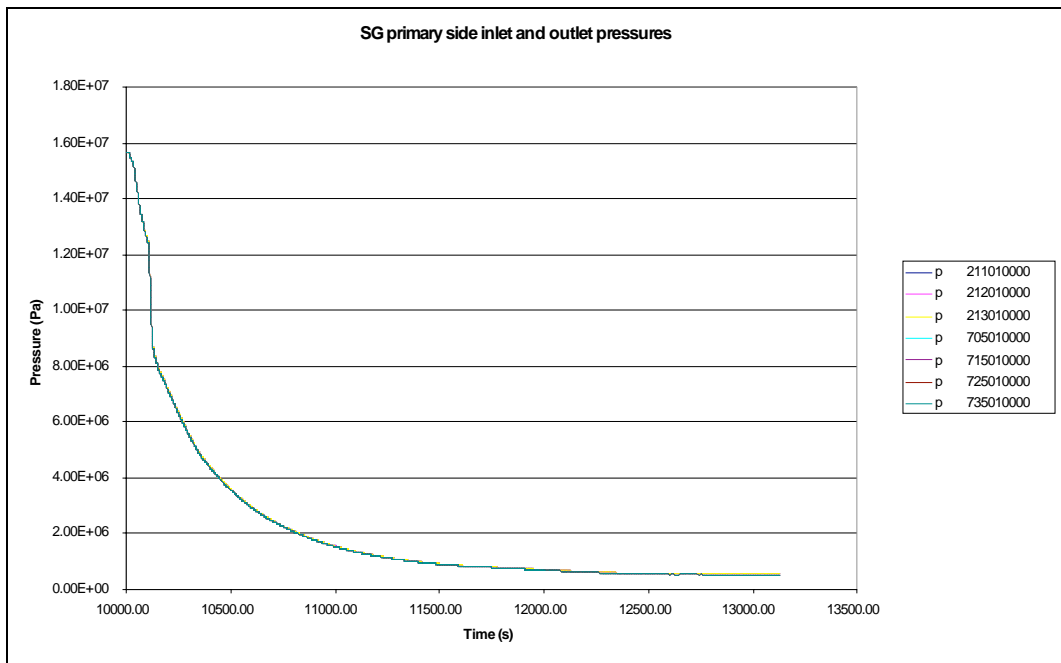
B) velocità del liquido (velf) e del vapore (velg) all'uscita del generatore di vapore



C) grado di vuoto (voidf) all' all'uscita del generatore di vapore



D) Pressione (p) all'ingresso ed uscita dei generatori di vapore

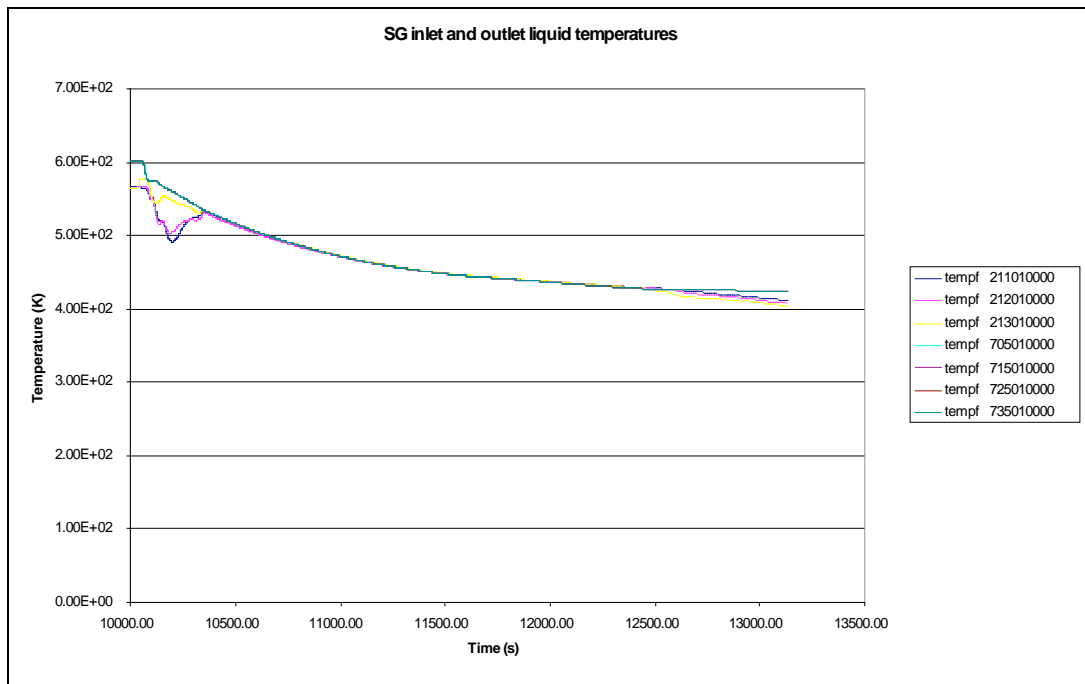


Legenda:

Ingresso: Corona interna (705010000); corona intermedia (715010000); Corona esterna (725010000; 735010000);

Uscita: corona interna (211010000); corona intermedia (212010000); corona esterna (213010000);

E) Temperatura (tempf) all'ingresso ed uscita del generatore di vapore

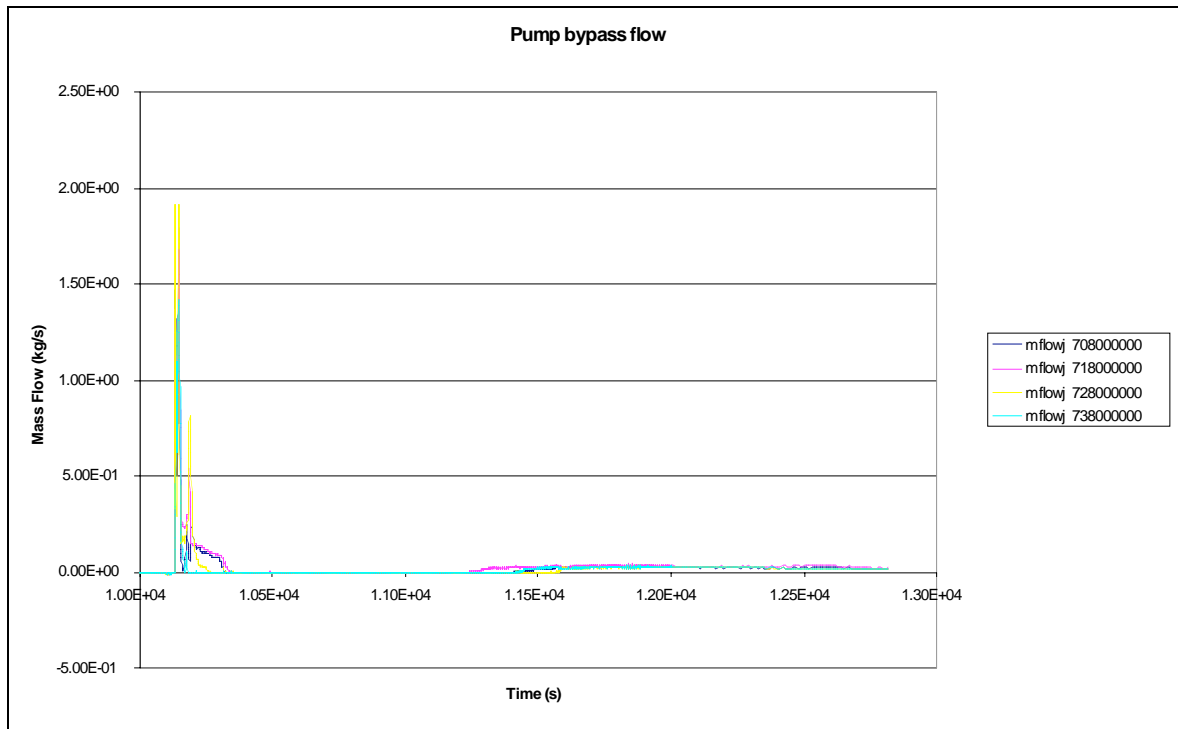


Legenda:

Ingresso: Corona interna (705010000); corona intermedia (715010000); Corona esterna (725010000; 735010000);

Uscita: corona interna (211010000); corona intermedia (212010000); corona esterna (213010000);

F) Portata massica nei rami di bypass (mflow)



G) Grado di vuoto nei rami di bypass (voidf)

