



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Adeguamento del sito dell'impianto termoidraulico "VAPORE"
(ENEA-C.R. CASACCIA) per test su componenti. Rapporto sulla
programmazione degli interventi per l'operatività dell'impianto
P.C. Incalcaterra

ADEGUAMENTO DEL SITO DELL'IMPIANTO TERMOIDRAULICO "VAPORE" (ENEA - C.R. CASACCIA) PER TEST SU COMPONENTI. RAPPORTO SULLA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI PER L'OPERATIVITÀ DELL'IMPIANTO

P.C. Incalcaterra (ENEA)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Governo, Gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale

Progetto: Nuovo nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare

Responsabile Progetto: Paride Meloni, ENEA

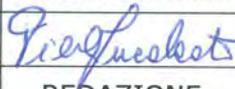
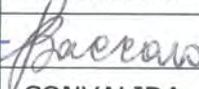
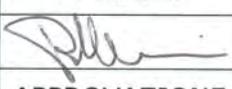
Titolo

ADEGUAMENTO DEL SITO DELL'IMPIANTO TERMOIDRAULICO "VAPORE" (ENEA – CR CASACCIA) PER TEST SU COMPONENTI. RAPPORTO SULLA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI PER L'OPERATIVITÀ DELL'IMPIANTO

Descrittori

Tipologia del documento: Specifica tecnica di attività
Collocazione contrattuale : Accordo di programma ENEA-MSE: tema di ricerca "Nuovo nucleare da fissione"
Argomenti trattati: Termoidraulica dei reattori nucleari
 Macchine ed impianti elettrici
 Impianti meccanici

Sommario: si forniscono le specifiche per simulare, con codice RELAP, un'attività sperimentale per qualifica, sull'impianto termoidraulico VAPORE, di un prototipo industriale di valvola per alte pressioni ed elevate portate di vapore o miscela acqua vapore. Si forniscono anche i dettagli realizzativi dell'installazione del prototipo sull'impianto di prova e si elencano le caratteristiche dei principali componenti dell'impianto che intervengono nello svolgimento dell'attività di prova.

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	Emissione	25/7/2011	NOME	P.C.Incalcaterra	S. Baccaro	P. Meloni
			FIRMA			
REV	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. di 2 45
--	---	-------------	-----------------	-------------------------------

INDICE

PREMESSA	pag. 4
CAPITOLO 1 : PRESENTAZIONE DELL'IMPIANTO "VAPORE"	pag. 6
1.1 Informazioni generali sull'impianto VAPORE	pag. 6
1.2 Descrizione semplificata delle modalità di esercizio dell'impianto VAPORE	pag. 6
CAPITOLO 2 : SPECIFICHE TECNICHE PER LA SIMULAZIONE DI PROVE SU UN COMPONENTE PROTOTIPO CON L'IMPIANTO VAPORE	pag. 9
2.1 Premessa e finalità	pag. 9
2.2 Modellazione dell'impianto VAPORE nella configurazione generale	pag. 10
2.3 Prove con flusso di vapore saturo	pag. 11
2.4 Prove con flusso di liquido inizialmente sottoraffreddato	pag. 12
2.5 Prove con flusso bifase	pag. 13
2.6 Pressione allo scarico (backpressure)	pag. 14
CAPITOLO 3 : CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO VAPORE	pag. 15
3.1 Prototipo da provare	pag. 15
3.2 Valvola VI 1.1	pag. 15
3.3 Valvola VR 1.1	pag. 15
3.4 Valvola VI 2.1	pag. 16
3.5 Valvola VR 2.1	pag. 16
3.6 Serbatoio sferico	pag. 16
3.7 Valvola VL1	pag. 16
3.8 valvola VL2	pag. 16

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag. di
	NNFISS-LP5-018			3 45

3.9	Steam Test Header (anche "Test Drum" o "collettore di prova")	pag. 16
3.10	Collettore e linea di scarico	pag. 16
3.11	Quencher	pag. 17
3.12	Piscina di soppressione	pag. 17
3.13	Pressurizzatore	pag. 17
3.14	Linea di adduzione liquido saturo	pag. 17
3.15	Linee di adduzione del vapore	pag. 17
3.16	Connessioni di collegamento tra prototipo ed impianto	pag. 18

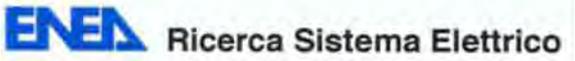
CAPITOLO 4 : ADEGUAMENTO DELLA HALL DELL'EDIFICIO F-48 ALLE VIGENTI

NORMATIVE E RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLE INFRASTRUTTURE	pag. 19
---	---------

4.1	Premessa	pag. 19
4.2	Descrizione indicativa della Hall tecnologica e degli interventi di adeguamento	pag. 20
4.3	Attività curate direttamente da ENEA.	pag. 21
4.3.1	Ripristino dell'impianto di trattamento acqua.	pag. 21
4.3.2	Ripristino delle dotazioni della Hall tecnologica	pag. 22

FIGURE	pagg. 22 ÷ 44
--------	---------------

TABELLA 1	pag. 45
-----------	---------

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. di 4 45
---	---	-------------	-----------------	-------------------------------

PREMESSA

Nel Piano Annuale di Realizzazione 2008-2009, parte dell'Accordo di Programma MSE- ENEA 2008-2011, è stato inserito l'obiettivo Linea Progettuale 5 B.1 : "Attività propedeutiche per la messa in opera di un impianto termoidraulico ad alta pressione per test su componenti e verifica sperimentale di modelli di simulazione", a seguito delle campagne ed eventi informativi di larga risonanza promosse da ENEA negli ultimi due anni, dove tra l'altro sono state presentate le possibilità offerte dagli impianti di prova e qualifica dell'ENEA alle Industrie che volessero qualificare i propri prodotti sia per il mercato interno che per quello estero, con particolare riferimento al probabile rilancio dell'opzione nucleare nel mondo.

Infatti, a valle degli eventi informativi suddetti, sono stati avviati numerosi contatti tra Industrie e specifiche Unità dell'ENEA, per individuare possibili interazioni ENEA-Industria ai fini della qualifica di prodotti, sistemi e componenti in genere, in vista anche di aperture del mercato a seguito dell'avvio, da parte di grandi Operatori nazionali, di azioni esplorative finalizzate al rilancio dell'opzione nucleare a livello mondiale.

L'ENEA sta ora valutando, sulla base delle richieste pervenute e delle prospettive di inserimento delle industrie italiane nel mercato dell'energia nucleare, quali interventi programmare e quali risorse destinare all'adeguamento degli impianti di prova che a tutt'oggi non risultassero pienamente operativi o che comunque dovessero richiedere un adeguamento per offrire le prestazioni richieste da attività di qualifica in campo nucleare.

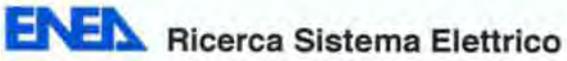
In particolare è stata proposta, da un'Industria metalmeccanica di rilevante interesse nazionale, un'attività di qualifica delle prestazioni di un prototipo di valvola installabile su linee di vapore, su linee di acqua satura o surriscaldata e su linee che elaborano anche portate di miscele liquido-vapore. La valvola dovrà operare ad alta pressione e temperatura, e dovrà essere in grado di gestire alte portate di fluido di processo: la matrice di prova preliminare proposta dal Costruttore fa individuare nell'impianto VAPORE l'unica facility dell'ENEA in grado di effettuare le prove richieste.

Per quanto sopra, l'obiettivo "Linea Progettuale 5 B.1" è stato articolato nelle seguenti due attività parallele:

- A. Verifica tramite codice termoidraulico RELAP delle prestazioni dell'impianto termoidraulico VAPORE (sito nel Centro Ricerche Casaccia) con riferimento alla matrice di prova proposta per il prototipo sopra citato. Questa attività ha lo scopo di definire, oltre alla fattibilità delle prove sull'impianto, anche le eventuali modifiche da apportare all'attuale configurazione per rispondere alla matrice di prova. Inoltre si punta anche ad avviare la ricostituzione di un gruppo di competenze nel campo dei codici di termoidraulica con applicazione diretta ad impiantistica di taglia reale.

- B. Programmazione ed attuazione di interventi per ripristino della funzionalità delle infrastrutture di servizio e delle aree della hall tecnologica dove l'impianto VAPORE è alloggiato, e loro riallineamento alle vigenti normative di sicurezza degli impianti e dei luoghi di lavoro.

Le attività riassunte nella voce "A" (Verifica tramite codice termoidraulico RELAP) sono state svolte con la collaborazione dell'Università di Roma 1, Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica, quale membro del CIRTEN, e più in particolare:

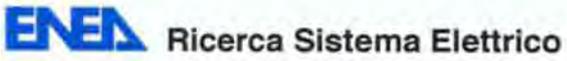
	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. di 5 45
---	---	-------------	-----------------	-------------------------------

- ENEA ha compilato le specifiche di prova, fornendo una dettagliata descrizione dell'impianto VAPORE, delle modalità di installazione del componente da provare sull'impianto stesso e dei criteri di gestione dell'impianto stesso, come meglio descritto nel seguito;
- UNIROMA1, sulla base delle specifiche sopra menzionate (che ENEA ha provveduto a comunicare a suo tempo ad UNIROMA1 nella forma di documento interno "Specifiche per la simulazione, sull'impianto VAPORE, di test di verifica delle prestazioni di una valvola prototipo", documento UTFISST-MEPING n. 1/2011), ha sviluppato il documento "Caratterizzazione dell'impianto VAPORE, tramite codice RELAP 5, per effettuazione di prove di qualifica in scala reale su prototipi di interesse industriale" che costituisce la parte del deliverable della linea LP5-B.1 di competenza CIRTEN.

Le attività comprese nella voce "B" (Programmazione ed attuazione di interventi) sono state svolte esclusivamente da ENEA, e sono consistite nella programmazione e progettazione di interventi per l'adeguamento di infrastrutture d'impianto a vigenti disposizioni normative e per il miglioramento degli ambienti di lavoro ai fini della sicurezza. In particolare, come si descriverà nel seguito, sono stati appaltati ad un'impresa specializzata i lavori per la messa a norme di parti elettriche e componenti elettromeccanici accessori e sono state approvvigionate alcune dotazioni per l'impianto e per la Hall tecnologica più moderne e rispondenti a nuovi criteri di sicurezza.

La documentazione dell'attività afferente all'obiettivo LP5 –B.1 sarà quindi costituita da due documenti distinti:

- ❖ Il presente documento, compilato da ENEA, dove si descrivono le attività svolte da ENEA per il conseguimento dell'obiettivo, ossia:
 - Produzione delle specifiche tecniche per simulazione di prove su un prototipo industriale;
 - Programmazione ed effettuazione degli interventi di adeguamento delle infrastrutture d'impianto e della Hall tecnologica.
- ❖ Il documento "Caratterizzazione dell'impianto VAPORE, tramite codice RELAP 5, per effettuazione di prove di qualifica in scala reale su prototipi di interesse industriale", prodotto da UNIROMA1, con i risultati della simulazione tramite RELAP e con le indicazioni per un eventuale allestimento di prove sul prototipo esaminato.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			6	45

CAPITOLO 1 : PRESENTAZIONE DELL'IMPIANTO "VAPORE"

1.1: Informazioni generali sull'impianto VAPORE.

L'impianto VAPORE (fig.1), progettato da ENEA, è stato completato nel 1986 e successivamente potenziato nel 1992.

L'impianto consente di effettuare prove di qualifica, in scala reale, su componenti e sistemi di impianti nucleari e convenzionali: sono stati provati su questo impianto:

- valvole di sicurezza destinate all'ex centrale nucleare di Montalto di Castro,
- il sistema di scarico del vapore in piscina destinato alla stessa Centrale,
- Valvole, strutture e piping inerenti il sistema di depressurizzazione per il progetto AP-600 Westinghouse.

Sono state inoltre effettuate altre prove di vario genere sia per attività interne ENEA che per Terzi.

Le prove consistevano, in estrema sintesi, nel riprodurre le condizioni operative reali per i componenti da qualificare, sia per quanto riguarda le modalità di raggiungimento delle condizioni di inizio prova (riscaldamento e messa in pressione dei componenti da provare secondo procedure e specifiche predefinite), sia per quanto riguarda i valori delle portate di fluido (liquido o vapore) che dovevano attraversare il componente/sistema in prova per dare significatività ai test.

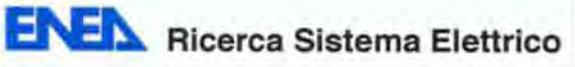
E' quindi evidente che l'impianto VAPORE rappresenta un importante supporto per le industrie del settore dell'impiantistica e della componentistica meccanica e strutturale di processo, che vogliano accedere alle opportunità di mercato presentate dal rilancio dell'opzione nucleare in Italia.

Pertanto è opportuno esaminare, tramite una simulazione con codice affermato (RELAP), la fattibilità di prove sperimentali particolarmente impegnative su nuovi prototipi di interesse industriale, per i quali è necessario applicare metodi e procedure di prova non ancora sperimentati su VAPORE.

I risultati costituiranno uno degli elementi di valutazione della convenienza ad avviare i necessari interventi per ripristinare la funzionalità di VAPORE, che è inattivo dal 2000.

1.2 Descrizione semplificata delle modalità di esercizio dell'impianto VAPORE

Nella descrizione che segue ci si limiterà a fornire le principali procedure operative per la gestione delle prove sull'impianto, evitando di affrontare una descrizione completa delle procedure necessarie per portare correttamente sia l'impianto che il componente o sistema da provare alle condizioni di inizio prova. In altri termini, non si entrerà nel dettaglio delle procedure di salita in pressione e riscaldamento delle varie parti d'impianto interessate dalla prova: esse sono di importanza fondamentale sia per la riuscita dei test e sia, soprattutto, per garantire l'integrità delle parti costituenti l'impianto VAPORE stesso (evitare shock

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			7	45

termici, assicurare le adeguate dilatazioni termiche senza incorrere in coazioni ecc.), ma la loro descrizione costituisce argomento del manuale d'esercizio dell'impianto e non sono rilevanti ai fini della simulazione oggetto del presente accordo di collaborazione ENEA- Università.

Si riporta in fig.1 lo schema semplificato di VAPORE, dove sono evidenziate le linee ed i componenti di interesse per le prove da simulare: si precisa che la fig.1 è uno schema molto semplificato dell'impianto, in quanto non sono riportate le numerose linee ed apparecchiature di servizio necessarie per la gestione.

VAPORE è costituito da un pressurizzatore per impianti nucleari (fig.2) che funge da generatore di vapore e serbatoio di accumulo per il fluido di processo. Il pressurizzatore è inizialmente riempito con acqua demineralizzata: la condizione di riempimento è rappresentata in fig.3-A , dove si vede che ad impianto freddo il contenuto d'acqua non deve superare i 15 mc complessivi. Terminato il riempimento, tramite i riscaldatori elettrici visibili in fig.2, l'acqua è riscaldata in condizioni di saturazione fino alla pressione necessaria per effettuare la prova richiesta: la massima condizione di esercizio dell'impianto è 180 bar e 365 °C, che è schematicamente rappresentata in fig.3-B, dalla quale è evidente che il riempimento a freddo precedentemente indicato (15 mc) non solo consente l'espansione termica del liquido ma lascia anche un volume adeguato di vapore saturo da utilizzare per le prove.

Raggiunte le condizioni di esercizio volute, il pressurizzatore conterrà una fase liquida in equilibrio con la fase vapore: sarà pertanto possibile spillare portate di vapore (dal duomo del pressurizzatore) o di liquido (dal surge nozzle sul fondello inferiore). Nel caso di alte portate di vapore spillate dalla calotta superiore del pressurizzatore, si verifica anche lo "swelling" dell'acqua (fig. 3-C): il riempimento massimo a freddo tiene conto anche di questo effetto, che non deve portare il pelo libero del liquido saturo in corrispondenza del bocchello della linea di spillamento del vapore, durante la fase di prova con efflusso di vapore.

In fig.16 si riporta il disegno d'assieme del pressurizzatore.

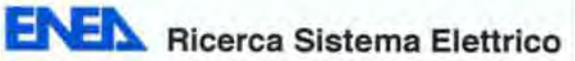
Al pressurizzatore sono collegate due linee di grandi dimensioni:

- Una linea da 10" è collegata al passo d'uomo sulla calotta superiore del pressurizzatore (linea rossa in fig.1): attraverso tale linea è quindi possibile spillare vapore dal componente.
- Una linea da 12" (linea blu in fig.1) è collegata alla calotta inferiore del pressurizzatore: attraverso tale linea è quindi possibile spillare la fase liquida dal componente.
- Esiste inoltre una terza linea da 3" (vedi fig.8) che consente di gestire portate di vapore ridotte, per prove su componenti di dimensioni inferiori o comunque quando è necessario lavorare con bassi flussi di vapore.

Tramite le tubazioni suddette è possibile inviare ai componenti da provare portate opportune di vapore o di liquido inizialmente saturo.

Per rendere più chiaro questo concetto, si riportano due esempi (fig.4 e fig.5) di come deve essere installato un generico componente da provare, alternativamente, con vapore e con flusso di liquido.

- A. Prove con efflusso di vapore saturo: il generico componente da provare viene installato come orientativamente indicato in fig.4. Tramite apertura della valvola di intercettazione VI 1.1 prima e della valvola di regolazione VR 1.1 poi, si invia il vapore dal duomo del pressurizzatore al

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. di 8 45
---	---	-------------	-----------------	-------------------------------

componente sferico (separatore di umidità) e quindi al collettore di prova, a cui è collegato opportunamente il componente da provare, che verrà gestito in modo da simulare l'operazione richiesta al componente stesso sull'impianto reale.

- B. Prove con efflusso di acqua inizialmente satura: il generico componente da provare è installato come orientativamente indicato in fig.5. Aprendo la valvola di intercettazione VL1 prima e la valvola VL2 poi (quest'ultima può anche avere funzione di regolatrice) si invia un flusso di acqua inizialmente satura al componente da provare, che verrà anche in questo caso gestito in modo da simulare la/le funzioni richieste al componente sull'impianto reale.

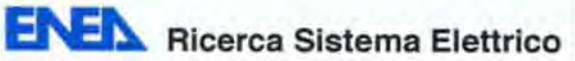
Sia per il caso A che per il caso B, il fluido che ha attraversato il componente da provare è convogliato, attraverso la linea di scarico, nella piscina di soppressione dove, venendo a contatto con acqua fredda, perde energia trasferendola all'acqua attraverso un diffusore di scarico, detto quencher. Quest'ultimo ha la funzione di frazionare la portata scaricata e di evitare fenomeni distruttivi per le strutture della piscina.

Va sottolineato che l'attuale configurazione dell'impianto VAPORE prevede l'esecuzione di prove con vapore o con liquido in modo fisicamente separato, ossia attualmente non è possibile collegare insieme il lato vapore ed il lato liquido, come risulta chiaramente dalle figg 4 e 5.

La particolare configurazione dell'impianto (fig.1) consente una straordinaria elasticità d'esercizio che, grazie anche ad alcune peculiarità progettuali uniche nel panorama degli impianti simili (come ad es. la piscina di scarico termicamente coibentata da 400 mc), consente di effettuare prove funzionali in una vasta gamma di tipologie e prestazioni.

Le prestazioni principali di VAPORE sono:

- Pressione di esercizio: regolabile fino a 18 MPa
- Temperatura di esercizio: da T ambiente a 357 °C
- Portata vapore saturo: regolabile fino a 300 kg/s
- Portata acqua satura: regolabile fino a 600 kg/s.
- La temperatura iniziale di piscina può essere predisposta da temperatura ambiente fino a 100°C.

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. di 9 45
---	---	-------------	-----------------	-------------------------------

CAPITOLO 2 : SPECIFICHE TECNICHE PER LA SIMULAZIONE DI PROVE SU UN COMPONENTE PROTOTIPO CON L'IMPIANTO VAPORE

2.1 Premessa e finalità

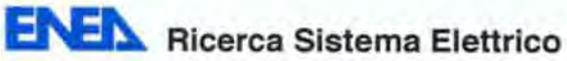
Come già descritto nella premessa, si è ritenuto opportuno accogliere una proposta proveniente da un'Industria nazionale, produttrice tra l'altro di valvole anche per applicazioni speciali e di alto livello tecnologico, per una simulazione tramite codice RELAP di un'attività di qualifica delle prestazioni di un prototipo di valvola che è installabile su linee di vapore, su linee di acqua surriscaldata e su linee che elaborano anche portate di miscele liquido-vapore. La valvola dovrà operare ad alta pressione e temperatura, e dovrà essere in grado di gestire alte portate di fluido di processo.

L'ENEA ha quindi concordando con l'Industria suddetta limiti e modalità di utilizzo dei dati costruttivi e prestazionali di un prototipo oggetto di ricerca e sviluppo da parte dell'Industria stessa. Essendo il presente documento pubblico per sua natura, le informazioni riguardanti il prototipo sono date in forma volutamente anonima, e si precisa che il progetto del prototipo, essendo in fase di evoluzione senza alcun impegno di informazione dell'Industria nei confronti di ENEA, può aver raggiunto una fase di sviluppo diversa da quella qui presentata. Tuttavia le differenze di dettaglio tra il prototipo esaminato da ENEA e l'eventuale configurazione definitiva nulla tolgono alla validità dello studio oggetto di questo documento, che comunque è basato sulle specifiche prestazionali di un componente non avulso da una realtà commerciale.

Stabilito quindi, nell'ambito del PAR 2008-2009, un accordo di collaborazione con CIRTEN, ed in particolare con UNIROMA1, che ha competenze che sono già state interessate, in anni precedenti, ad applicazione di codici termoidraulici sull'impianto VAPORE, si è provveduto ad organizzare quanto necessario per richiedere a UNIROMA1 la simulazione tramite codice RELAP di un'attività sperimentale del prototipo sull'impianto VAPORE in conformità alle specifiche fornite dal Costruttore.

In particolare l'ENEA ha proceduto come segue:

- a) Si è effettuata la progettazione meccanica della configurazione impiantistica di prova: sono stati studiati e tradotti in disegni quotati (tramite AUTOCAD) i criteri di installazione del prototipo nel piping d'impianto in modo da consentire l'esecuzione di tutti i test previsti nella matrice di prova di interesse del Costruttore. Il progetto non ha approfondito alcuni dettagli costruttivi, come i giunti elastici ed i supporti delle strutture aggiuntive, che non compaiono negli sketch del documento in quanto non intervengono nel processo fluidodinamico, ma ha inteso fornire tutti gli elementi necessari all'impiego di codici di calcolo specifici.
- b) Sono state individuate e fornite le informazioni necessarie per il corretto esercizio dell'impianto, derivate dalle precedenti esperienze operative, con particolare riferimento a quanto strettamente inerente la simulazione in oggetto.
- c) Si è proceduto alla raccolta, informatizzazione e messa a disposizione dei disegni costruttivi dell'impianto, selezionando opportunamente quelli necessari alla simulazione codicistica e depurandoli, ove opportuno, di dettagli relativi a configurazioni temporanee realizzate per sperimentazioni particolari e che avrebbero potuto ingenerare equivoci.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			10	45

- d) Si sono selezionate le caratteristiche degli organi di regolazione dell'impianto, ottenute da campagne sperimentali ad hoc condotte a suo tempo per caratterizzare i singoli componenti principali dell'impianto VAPORE, e sono stati messi a disposizione i relativi dati.
- e) Sono stati selezionati e messi a disposizione di UNIROMA1 i dati di processo raccolti durante prove di scarico con alte portate di vapore, allo scopo di consentire la messa a punto del codice con dati reali

Sulla base delle informazioni acquisite dal Costruttore del prototipo, presumibilmente ancora non del tutto finalizzate ma comunque ampiamente significative del futuro modello commerciale, ENEA ha effettuato un'elaborazione grafica indicativa del prototipo (fig. 6). Si forniscono inoltre alcuni dettagli della sezione del prototipo (fig. 6 Bis), necessari per consentire in modo il più possibile corretto la valutazione delle perdite di carico.

Nelle figure che seguono si supporrà di disporre di un prototipo in versione flangiata, diversamente da quanto indicato dal Costruttore, per motivi di praticità nell'installazione e gestione su VAPORE, come risulterà evidente nella fig. 7 e fig. 8 che seguono.

Nella Tabella 1 si riportano le condizioni operative del prototipo in oggetto, che dovranno essere simulate sull'impianto VAPORE.

Il range di lavoro del prototipo rientra ampiamente nelle possibilità dell'impianto VAPORE, ma attualmente non è stata messa a punto una procedura che consenta di effettuare prove con miscela liquido-vapore.

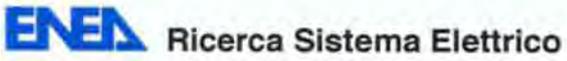
Lo scopo del lavoro che svolgerà l'Università consisterà, in grandi linee, in quanto segue:

- a) Modellazione dell'impianto VAPORE nella configurazione generale riportata in fig. 1;
- b) Simulazione di una prova di efflusso con vapore saturo;
- c) Simulazione di una prova di efflusso con liquido inizialmente sottoraffreddato;
- d) Simulazione di una prova di efflusso con miscela vapore-liquido;

NOTA BENE : In successive figure si mostreranno alcune soluzioni per la installazione della valvola prototipo, che non corrispondono ad un'eventuale effettiva installazione sull'impianto VAPORE. Nelle figure seguenti, infatti, non si è tenuto conto in modo corretto e rigoroso dei problemi legati alle dilatazioni termiche delle linee e dei componenti, in quanto si è posto l'accento esclusivamente sulla simulazione delle prestazioni fluidodinamiche dell'impianto nei confronti delle richieste della matrice di prova (tabella 1).

2.2 Modellazione dell'impianto VAPORE nella configurazione generale

Questa fase consisterà nella modellazione su codice RELAP della configurazione d'impianto riportata in fig.1.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			11	45

In fig.1 è indicata la configurazione generale dell'impianto, alla quale saranno applicate le sezioni di prova o i componenti da provare tramite opportune aggiunte di connessioni e pezzi speciali di adattamento. Non sono escluse anche modifiche impiantistiche di adeguata entità, qualora necessarie per l'esecuzione dei test richiesti.

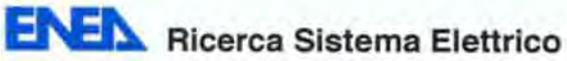
I dettagli costruttivi e dimensionali dell'impianto sono in parte riportati nella fig.1 stessa: ulteriori dettagli tecnici sono riportati al cap. 3.

2.3 Prove con flusso di vapore saturo

Una volta disponibile la modellazione di cui al par. 2.2, questa dovrà essere specializzata per la predisposizione della prova con flusso di vapore saturo. Pertanto la configurazione generale d'impianto andrà integrata con l'aggiunta delle raccorderie e della valvola prototipo, assemblate come riportato nell'insieme di fig. 7 .

La prova potrà essere effettuata con la seguente procedura:

- A. Per le condizioni di partenza si supponga di aver raggiunto la stabilizzazione termica dell'impianto (fino all'ingresso del prototipo) alla temperatura di 275 °C;
- B. Allo scopo di garantire una durata della prova significativa per la stabilizzazione delle grandezze da misurare è necessario portare il pressurizzatore a pressione superiore a 60 bar, da definire;
- C. La condizione "pronto a partire" va ipotizzata come segue (vedere figura ..);
 - a. VI 1.1 aperta
 - b. VR 1.1 chiusa
 - c. VR 2.1 chiusa
 - d. VI 2.1 chiusa
 - e. Pressione nel pressurizzatore da definire (vedi sopra)
 - f. La parte d'impianto tra VR1.1 e prototipo va ipotizzata piena di vapore saturo, a pressione di almeno 60 bar e temperatura di saturazione conseguente).
- D. Si avvia la prova attuando in apertura il prototipo. La valvola di regolazione VR 1.1 agisce come regolatrice della pressione al valore di set-point teorico di 60 bar, che è misurato a monte della flangia d'ingresso del prototipo: pertanto l'azionamento di VR 1.1 tende a mantenere costante la pressione d'ingresso del prototipo per quanto possibile (ovvero finché la pressione nel pressurizzatore scenderà al di sotto di 60 bar);
- E. La prova sarà considerata conclusa quando la pressione nel pressurizzatore scenderà al di sotto di 60 bar. A questo punto la simulazione potrà concludersi con l'inversione della corsa dell'otturatore del prototipo fino alla sua completa chiusura.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			12	45

La simulazione dovrà fornire almeno le informazioni seguenti:

- i. Procedure operative
- ii. Andamento temporale della portata calcolata attraverso il prototipo
- iii. Andamento temporale della pressione calcolata all'ingresso del prototipo
- iv. Andamento temporale della pressione calcolata nel collettore di scarico da 20"
- v. Corsa VR 1.1 vs tempo.

2.4 Prove con flusso di liquido inizialmente sottoraffreddato

Partendo sempre dalla modellazione-base di cui al par. 2.2, questa dovrà ora essere specializzata per la predisposizione della prova con flusso di liquido. Pertanto la configurazione generale d'impianto andrà integrata con l'aggiunta delle raccorderie e della valvola prototipo, assemblate come riportato nell'assieme di fig. 8 .

La prova potrà essere effettuata con la seguente procedura:

- A. L'impianto sarà predisposto come segue:
 - i. La linea da 12" tra VL1 ed il prototipo è stata riempita d'acqua a 257 °C;
 - ii. Il pressurizzatore è stato portato a 59 bar e corrispondente temperatura di saturazione (274°C);
 - iii. Le valvole VL1 e VL2 sono aperte: pertanto il prototipo è a contatto con acqua sottoraffreddata, alle condizioni di 257 °C e 59 bar, come da tabella 1.

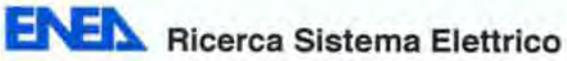
- B. Si avvia la prova attuando in apertura il prototipo. In questo caso la simulazione procederà per un tempo significativo (10-15 s) per la stabilizzazione dei parametri da misurare, e si concluderà con la chiusura del prototipo.

La simulazione dovrà fornire almeno le informazioni seguenti:

- i. Andamento temporale della portata calcolata attraverso il prototipo
- ii. Andamento temporale della pressione e temperatura calcolate all'ingresso del prototipo
- iii. Andamento temporale della pressione calcolata nel collettore di scarico da 20"

Per maggiore chiarezza si riporta una demo animata, che rappresenta l'impianto VAPORE nell'allestimento per prove con flusso di liquido inizialmente sottoraffreddato.

[Link](#)

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			13	45

2.5 Prove con flusso bifase

Come già accennato, l'impianto VAPORE non è progettato per alimentare una sezione di prova con vapore e liquido contemporaneamente.

Un'eventuale prova con mix di portate di liquido e vapore spillate contemporaneamente dal fondo e dal duomo del pressurizzatore risulta improponibile poiché, oltre a problemi relativi alle dilatazioni termiche delle linee principali, non si dispone di mezzi che garantiscano il controllo delle due portate per ottenere affidabilmente il titolo di vapore richiesto in tabella 1.

In più, il fatto che ambedue le portate (liquido e vapore) provengono dallo stesso serbatoio complica ulteriormente la gestione di un eventuale test con flusso misto.

Si propone pertanto di verificare se un opportuno posizionamento della valvola VL2 (nel seguito anche indicata con il marchio di fabbrica "Atwood-Morril"), che ha funzione di regolatrice, può produrre una perdita di carico adeguata per consentire l'instaurarsi di un flusso bifase a titolo comparabile con quanto richiesto in tabella 1 e per un tempo significativo.

Poiché la suddetta valvola VL2 non dispone di un'elettronica di controllo, il posizionamento iniziale rimarrà fisso per tutta la prova. La curva caratteristica della valvola è fornita nel cap.3.

Per la simulazione della prova, si utilizzerà la configurazione, già disponibile, della prova con flusso di liquido, di cui al par. 2.4.

La prova potrà essere effettuata con la seguente procedura:

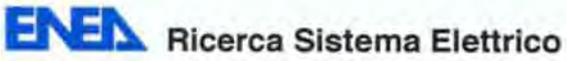
A. L'impianto sarà predisposto come segue:

- i. La linea da 12" tra VL1 ed il prototipo è stata riempita d'acqua satura a 44,2 bar e 257 °C;
- ii. Il pressurizzatore è stato portato a 44,2 bar e corrispondente temperatura di saturazione (257 °C)
- iii. Le valvole VL1 è aperta al 100%;
- iv. La valvola VL2 è parzialmente aperta: pertanto il prototipo è a contatto con acqua satura, alle condizioni di 257 °C e 44,2 bar, come da tabella 1.

B. Si avvia la prova attuando in apertura il prototipo. In questo caso la simulazione procederà per un tempo significativo (10-15 s) per la stabilizzazione dei parametri da misurare, e si concluderà con la chiusura del prototipo.

La simulazione dovrà fornire almeno le informazioni seguenti:

- i. Andamento temporale della portata calcolata attraverso il prototipo
- ii. Andamento temporale della pressione e temperatura calcolate all'ingresso del prototipo

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. 14	di 45
---	---	-------------	-----------------	--------------------------	------------------------

- iii. Andamento temporale del titolo di vapore all'ingresso del prototipo
- iv. Andamento temporale della pressione calcolata nel collettore di scarico da 20"
- v. Individuare la preapertura della VL2 tale da assicurare, per un tempo significativo, un flusso a titolo ragionevolmente pari a quanto richiesto in tabella 1

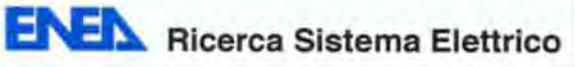
2.6 Pressione allo scarico (backpressure)

Anche se la matrice di prova definisce i requisiti per la backpressure, dipendenti dal tipo di prova da effettuare, si deve ricordare che lo scopo del presente lavoro, commissionato a CIRTEN, consiste nella verifica delle prestazioni attese dal prototipo, una volta garantite le condizioni di pressione e temperature all'ingresso, e la conseguente verifica che l'impianto VAPORE è in grado di soddisfare i requisiti attesi del prototipo.

Infatti, nel caso tale backpressure dovesse superare il valore richiesto in specifica, sarebbe necessario studiare adeguate modifiche alla configurazione d'impianto, tendenti a riportare detto valore nel range di accettabilità: a seconda dell'entità di tale discostamento si potrebbe ricorrere a varie soluzioni (riempimento parziale della piscina, alla sostituzione della linea di scarico, o di parte di essa, con un tubo di diametro maggiore, o altro).

Nel caso invece fosse necessario incrementare il valore della retropressione, l'impianto dispone di una valvola a farfalla (con otturatore parzializzato per motivi di sicurezza) installata sulla linea di scarico, come si vede nella fig.1, che consente di regolare la back-pressure.

Pertanto la simulazione richiesta potrà limitarsi a fornire l'andamento della pressione che si instaura nel collettore di scarico da 20" in ciascun test.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			15	45

CAPITOLO 3 : CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO VAPORE.

Con riferimento alla fig.1, si forniscono di seguito le caratteristiche dei componenti di interesse per la simulazione richiesta.

3.1 Prototipo da provare.

ENEA dispone di informazioni tecniche preliminari riguardanti il prototipo da provare, sufficienti comunque a ritenere che i risultati ottenuti potranno essere di riferimento per eventuali test su una realizzazione definitiva, che mantenga i dati costruttivi caratteristici ragionevolmente invariati. Sulla base delle suddette informazioni, ENEA ha effettuato alcune elaborazioni grafiche per valutare le dimensioni più significative sia per la simulazione sia per la valutazione della curva caratteristica del prototipo tramite manuali di termoidraulica affermati.

Si fornisce di seguito

- Un disegno del prototipo, da cui sono state ricavate le dimensioni di interesse per la simulazione (fig.6): si sono evidenziati gli internals influenti per le prestazioni idrauliche del prototipo.
- il CV (unità anglosassoni) del prototipo in funzione della corsa (fig.9).

3.2 Valvola VI 1.1 :

Trattasi di valvola a ghigliottina da 10" on/off a passaggio pieno.

Corsa = 225 mm

Velocità in apertura 56,25 mm/s

Tempo di chiusura da tutta aperta a tutta chiusa = 0,5 s

3.3 Valvola VR 1.1

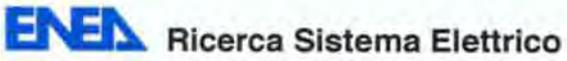
Trattasi di valvola di regolazione angolare 10"x12" per vapore, adatta a funzionare e regolare con salto critico.

Questa valvola è dotata di elettronica di regolazione, che ne consente l'attuazione in funzione di un set-point di pressione da mantenere.

Corsa = 150 mm

Velocità di attuazione =7,8 mm/s

La caratteristica (ricavata da dati sperimentali) è riportata in fig. 10

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			16	45

3.4 Valvola VI 2.1

Trattasi di valvola da 3" on/off a passaggio pieno (fig. 8), che non è rilevante per gli scopi del presente lavoro.

3.5 Valvola VR 2.1

Trattasi di valvola di regolazione angolare 3"x 3" per vapore (fig. 8), che non è rilevante per gli scopi del presente lavoro.

3.6 Serbatoio sferico

Trattasi di un separatore di umidità da 4 mc, le cui dimensioni sono riportate in fig. 11. La resistenza idraulica dei pacchi lamellari di separazione dell'umidità può essere assunta nulla per semplicità.

3.7 Valvola VL1

Si tratta di una valvola on/off dritta a passaggio pieno da 12".

3.8 valvola VL2

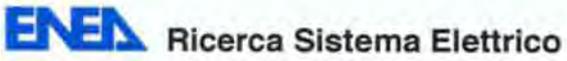
Trattasi di valvola con otturatore a disco di tipo flessibile, utilizzata con scopo di regolatrice. La relazione tra area di passaggio e corsa dell'otturatore e la curva caratteristica di VL2 (ottenuta sperimentalmente) è fornita in fig. 12-A e fig. 12-B. Questa valvola non è dotata di elettronica di comando, e pertanto dovrà essere pre-posizionata opportunamente quando se ne richiede la funzione regolatrice. (NOTA: la valvola è del tipo flexidisc, e l'area di efflusso è diversa da zero solo dopo i primi 20 mm di corsa dello stelo)

3.9 Steam Test Header (anche "Test Drum" o "collettore di prova"):

Si tratta di un serbatoio dotato di 5 bocchelli flangiati (4 da 8" ed uno da 24") per installazione di componenti da provare con vapore. I dettagli costruttivi sono forniti in fig. 13

3.10 collettore e linea di scarico:

La linea di scarico fu progettata per simulare nel modo più fedele possibile una linea di scarico di un reattore BWR. E' dotata di elementi flessibili per assorbimento delle dilatazioni termiche. Le dimensioni sono fornite in fig. 14.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			17	45

3.11: Quencher

Il quencher, o diffusore di scarico, è un componente speciale, studiato per frazionare la portata scaricata in minuscole bolle di vapore, facilitandone l'abbattimento per condensazione a contatto con l'acqua fredda della piscina di soppressione. Il progetto del quencher è anche finalizzato a ripristinare automaticamente le condizioni normali d'impianto (pre-prova) in modo non dannoso per le strutture. Il disegno costruttivo del quencher è fornito in fig. 15.

3.12 : Piscina di soppressione

La piscina di soppressione contiene fino a 400 mc di acqua, ed ha lo scopo di abbattere la portata di fluido caldo proveniente dai componenti in prova. Il diametro della piscina è pari ad 8 metri, la profondità è 11 metri. La piscina è dotata anche di un sistema di riscaldamento dell'acqua in essa contenuta, fino a 100°C: questa possibilità è stata ampiamente utilizzata in passato per misura delle sollecitazioni sulle strutture di impianti nucleari reali.

3.13: Pressurizzatore

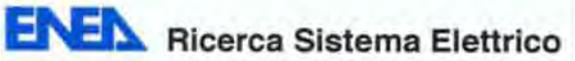
E' l'unico pressurizzatore realizzato in Italia, sulla base del progetto del Progetto Unificato Nazionale (PUN) degli anni '80. In fig. 16 si riporta il disegno d'insieme e di alcuni particolari.

3.14: Linea di adduzione liquido saturo (fig.17).

La linea è connessa tramite saldatura al surge nozzle da 12" che si trova sul fondo del pressurizzatore, ed è costituita da tubazione da 12" sch 160 secondo ASME. Sulla linea sono installate le valvole VL1 (intercettatrice da 12" on-off) e la valvola VL2 (gate valve da 12" con funzione di regolatrice, come già chiarito)

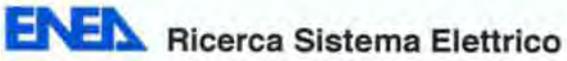
3.15: Linee di adduzione del vapore

Allo scopo di completare il dettaglio dell'impianto, si forniscono in fig. 18 le dimensioni e l'assonometria delle linee di adduzione del vapore, dal duomo del pressurizzatore alle valvole VI 1.1 e VR 1.1 (linee da 10" sch 160) e da VR 1.1 al serbatoio sferico (linea da 12" sch 160)

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. 18	di 45
---	---	-------------	-----------------	--------------------------	------------------------

3.16: Connessioni di collegamento tra prototipo ed impianto

Si riportano in fig. 19 le connessioni di collegamento tra prototipo ed impianto, sia lato liquido che lato vapore, e tra flangia di uscita del prototipo ed il collettore di scarico. Si forniscono le quote e le schedule delle parti, conformi a codice ASME.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			19	45

CAPITOLO 4 : ADEGUAMENTO DELLA HALL DELL'EDIFICIO F-48 ALLE VIGENTI NORMATIVE E RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLE INFRASTRUTTURE

4.1 : Premessa

Nell'ambito delle azioni propedeutiche alla messa in opera di un impianto adatto a sperimentazioni di termoidraulica ad alta pressione rientrano sia le attività per l'adeguamento del sito (hall tecnologica dell'edificio F-48 ed aree di pertinenza, fig. 20) ai disposti normativi vigenti, che sono stati aggiornati ed allineati con la Legislazione Europea nel corso degli ultimi anni, sia le attività di manutenzione di impianti di servizio e di adeguamento delle attrezzature tecniche, essenziali per la gestione e conduzione di impianti sperimentali.

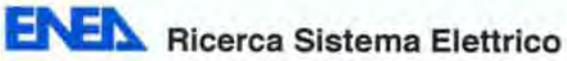
Le attività per l'adeguamento alle vigenti normative della hall dell'edificio F-48, in cui è alloggiato l'impianto termoidraulico VAPORE, e delle relative aree di competenza dell'impianto stesso (fig. 20) è stato necessario:

- Studiare una razionalizzazione degli ambienti tecnici dell'edificio, anche alla luce delle vigenti normative in materia di maggior sicurezza degli ambienti di lavoro;
- Progettare, dove del caso, la configurazione di quadri elettrici sostitutivi di altri fuori norma, coordinandoli con gli adeguamenti da apportare alle apparecchiature elettromeccaniche d'impianto.

Per la realizzazione di quanto sopra si è fatto ricorso ad un appalto affidato ad una Ditta specializzata in lavori elettromeccanici su impianti complessi. In ALLEGATO 1 si riporta il documento "*Specifiche tecniche e capitolato delle opere da eseguire per lavori di adeguamento della hall dell'edificio F-48*" (classificazione interna: UTFISST\MEPING n.3/2011) che ha costituito l'allegato tecnico alla lettera d'invito per l'iter per l'aggiudicazione dell'appalto. Nel seguito si forniscono solo le linee generali degli interventi effettuati, rimandando all'ALLEGATO 1 per i dettagli dell'appalto affidato all'Impresa.

Le attività di manutenzione di impianti di servizio e di adeguamento delle attrezzature tecniche sono state curate direttamente da ENEA, e sono consistite in:

- manutenzione straordinaria per il ripristino della funzionalità dell'esistente impianto di demineralizzazione dell'acqua dedicato all'impianto VAPORE, che rappresenta un'infrastruttura di grande rilevanza sia per la portata di acqua trattata (1 mc/ora) sia per le caratteristiche di purezza dell'acqua fornita;
- approvvigionamento delle attrezzature necessarie per la conduzione di attività sperimentali, rimpiazzando anche quelle preesistenti che non risultavano più conformi al TU 81/2008 e s.m.i., come ad es. gli accessori per sollevamento.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			20	45

4.2 : Descrizione indicativa della Hall tecnologica e degli interventi di adeguamento.

La Hall tecnologica (fig.20) consta di un capannone costituito da due corpi di fabbrica distinti ma uniti e comunicanti su un lato, formando così un unico edificio (un capannone di dimensioni in pianta 8x20 m, altezza 8 m circa ed una torre attigua, con base 7 x 7 m ed altezza circa 30 m), nel quale è alloggiato l'impianto termoidraulico "VAPORE".

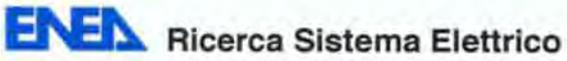
Attorno all'edificio F-48 si individua un'area di competenza, indicativamente delineata in fig. 20, nella quale si trovano sia altre parti dell'impianto VAPORE, come la piscina di scarico da 400 mc, sia apparecchiature e strutture di servizio, quali box per alloggiamento materiali e quadri strumentali, una cabina elettrica dedicata ed altre strutture solo in parte riportate nella fig. 20. L'area di pertinenza assicura inoltre sufficienti spazi di manovra per gestire componenti di grandi dimensioni e peso.

I lavori appaltati all'Impresa specializzata hanno avuto, in termini generali, lo scopo di :

- Adeguare l'impianto elettrico di BT (380 Vca, 220 Vca e 24 Vca) adibito ai servizi generali della Hall (illuminazione locali, alimentazione delle utenze di servizio quali pompe di sentina anti-allagamento, carri ponte e quant'altro) alle vigenti normative, con rilascio della certificazione prevista per Legge (DM 37/2008).
- Eliminare alcuni quadri elettrici e di smistamento segnali non più operativi;
- Eliminazione di alcune pareti divisorie interne;
- Verifica della distribuzione elettrica generale e dell'efficienza della rete di dispersione a terra;
- Adeguamento a norme e miglioramento dei sistemi anti allagamento delle zone sotto il piano di campagna, protette da 2 pompe di svuotamento;
- Modifiche alla rete di distribuzione dell'acqua demineralizzata, in vista di una sistemazione diversa della sala controllo ai fini di maggior sicurezza per gli operatori;
- Interventi sull'assetto esterno dell'edificio per consentire il corretto convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche;
- Potenziamento della rete di trasporto segnali.

Nella predisposizione dei lavori si è tenuto conto anche di una futura risistemazione della sala di comando e controllo, che attualmente è alloggiata in un altro edificio in posizione che non consente un'agevole gestione ed un immediato controllo degli impianti presenti nella Hall, e che quindi dovrà essere ricostruita in prossimità dell'edificio F-48.

Tenendo conto del tipo di sperimentazione prevista nella Hall, nella quale saranno gestiti impianti ad alta pressione e temperatura, la nuova sala comando, che non rientra nei limiti del presente AdP, dovrà essere installata sia all'esterno della Hall tecnologica e sia lontano dalla piscina, dove di norma vengono scaricate miscele di liquido e vapore ad alta temperatura sia per ragioni di processo sia in situazioni di emergenza. Pertanto sono stati previsti alcuni interventi mirati a recuperare lo spazio dove è attualmente installato un serbatoio per acqua demineralizzata, per inserire al suo posto la nuova sala comando.

	Sigla di Identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP5-018			21	45

4.3 : Attività curate direttamente da ENEA.

Come già accennato, per il conseguimento dell'obiettivo sono state effettuate altre attività propedeutiche alla predisposizione di quanto necessario per la messa a punto e per la gestione di un impianto ad alta pressione e temperatura per sperimentazione termoidraulica, come meglio illustrato nel seguito.

4.3.1 : Ripristino dell'impianto di trattamento acqua.

In prossimità dell'area di pertinenza dell'edificio F-48 si trova la centrale di cogenerazione a turbogas del C.R. Casaccia, che venne realizzata alla fine degli anni '90 sia per sperimentazione e sviluppo di turbine a gas di produzione nazionale sia per costituire un centro dimostrativo per la tecnologia della cogenerazione. La centrale, che ha completato già da tempo la sua funzione sperimentale ed è fuori servizio già da alcuni anni, è dotata di un impianto di demineralizzazione per la produzione di acqua demineralizzata con caratteristiche molto spinte (conducibilità < 0,1 microSiemens) e con portata considerevole (1 mc/h). L'impianto presenta soluzioni tecniche particolari, dettate sia dalle caratteristiche dell'acqua del CR Casaccia, ricca di silice in varie forme, sia dall'utilizzo finale dell'acqua, destinata alla camera di combustione della turbina per l'abbattimento degli inquinanti: il valore attuale di un impianto simile è collocabile attorno ai 45.000 – 50.000 €.

Poiché per qualsiasi impianto per esperienze di termoidraulica è essenziale disporre di acqua demineralizzata di caratteristiche superiori a quella comunemente reperibile in commercio, specialmente se il processo comporta cambiamento di fase, si è esaminata l'opportunità di riattivare l'impianto di trattamento disponibile.

Dato il prolungato periodo di fermo, si è proceduto ad una serie di prove effettuate con competenze interne per valutare l'effettivo stato delle apparecchiature costituenti la varie sezioni dell'impianto nonché lo stato dell'impianto nel suo complesso: sulla scorta dei risultati ottenuti, si è stimato che l'impianto poteva essere pienamente ripristinato a fronte di una spesa trascurabile rispetto al valore a nuovo.

E' stata pertanto invitata l'Impresa Tecnom, progettista e costruttrice dell'impianto, a definire i dettagli tecnici ed economici di un eventuale intervento di ripristino: l'Impresa ha valutato il suo impegno per ripristinare e riavviare l'impianto, apportando anche alcune modifiche dettate dal progresso tecnico nel settore, in circa 3.800 € + IVA. Considerato che tale richiesta è inferiore al 10% del valore a nuovo di un impianto di trattamento simile, si è provveduto ad affidare a Tecnom la manutenzione dell'impianto, anche per motivi evidenti di garanzia della riuscita dell'intervento.

Va aggiunto che il collegamento idraulico tra l'impianto di demineralizzazione e l'edificio F-48 è in corso di completamento a cura dell'Unità UTFISST, con impegno di risorse proprie.

 ENEA Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	Pag. 22	di 45
---	---	-------------	-----------------	--------------------------	------------------------

4.3.2: Ripristino delle dotazioni della Hall tecnologica.

Per la conduzione di impianti sperimentali, specialmente se trattasi di impianti a pressione elevata, è essenziale disporre di un'adeguata attrezzatura per interventi immediati su parti e componenti.

Inoltre alcune attrezzature sono soggette ad una gestione attentamente controllata in base a precise norme di sicurezza. In particolare gli accessori di sollevamento debbono essere dotati di una specifica documentazione, vanno gestiti registrando lo storico del loro impiego e debbono quindi essere disponibili solo per il Personale autorizzato: pertanto è stato necessario approvvigionare sia accessori di sollevamento ex-novo, corredati da certificazione, sia armadi speciali per la loro salvaguardia e per garantire che siano gestiti soltanto dagli addetti.

Le considerazioni di cui sopra, insieme ad altre dedotte dalla esigenza di assicurare una migliore gestione delle infrastrutture di servizio della Hall sia sotto il profilo dell'operatività sia per l'aspetto sicurezza dell'ambiente di lavoro, hanno costituito le linee guida per il ripristino di attrezzature ed apparecchiature in dotazione alla Hall tecnologica dell'edificio F-48.

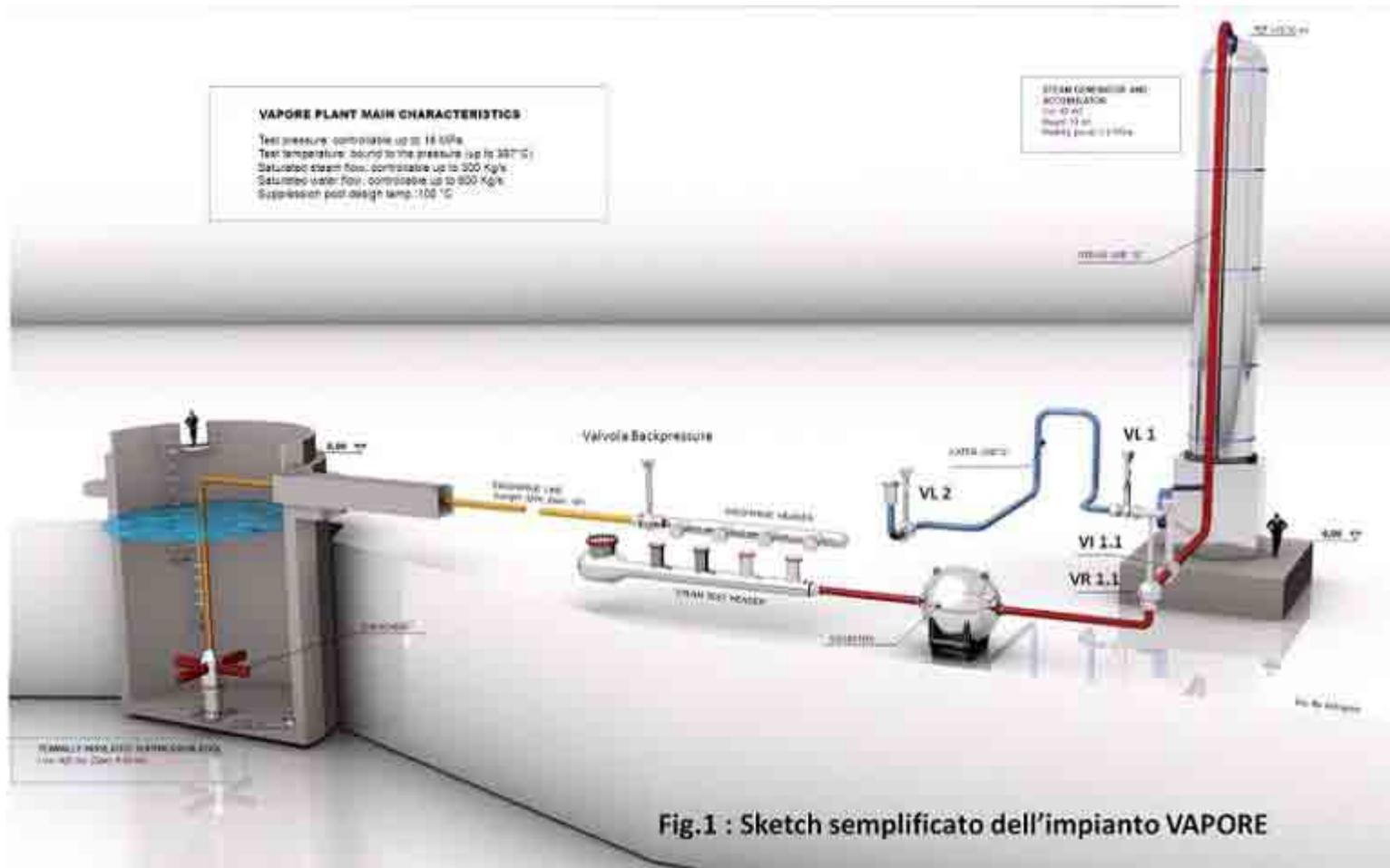


Fig.1 : Sketch semplificato dell'impianto VAPORE

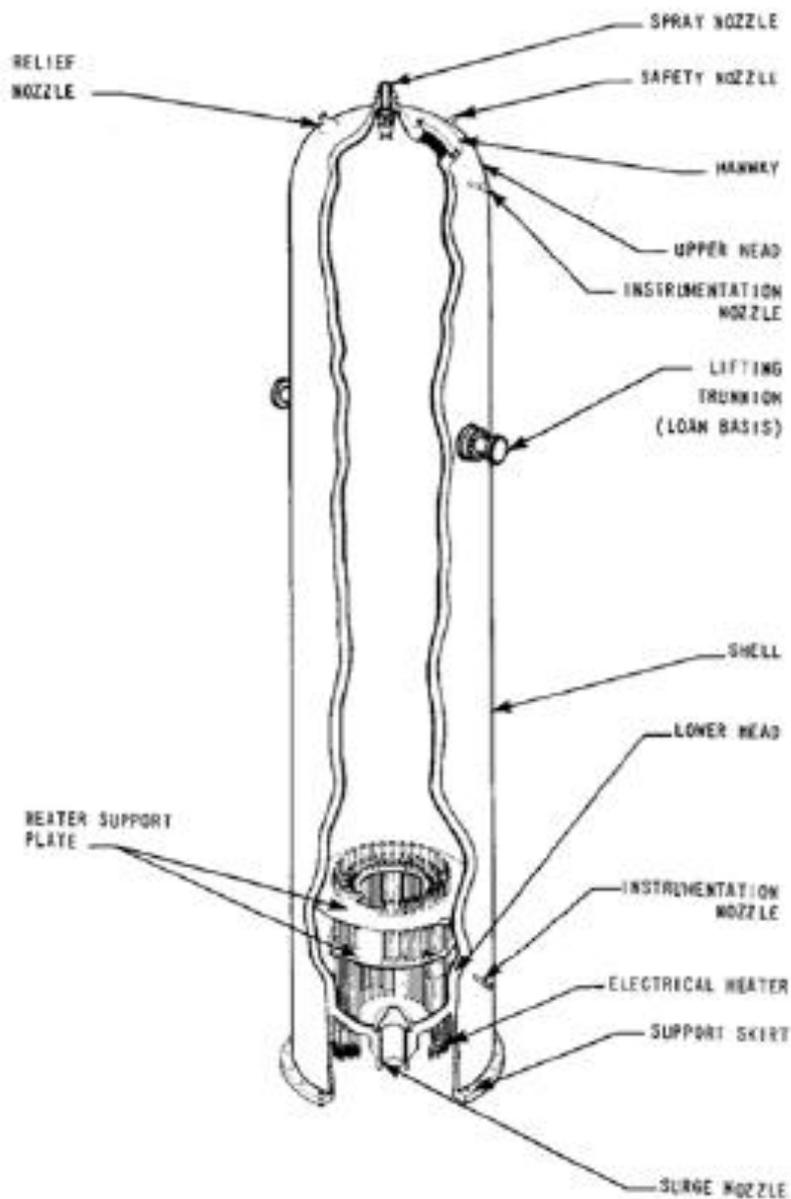


Fig. 2 : esempio tipico di pressurizzatore per reattori PWR, completo di resistenze elettriche scaldanti

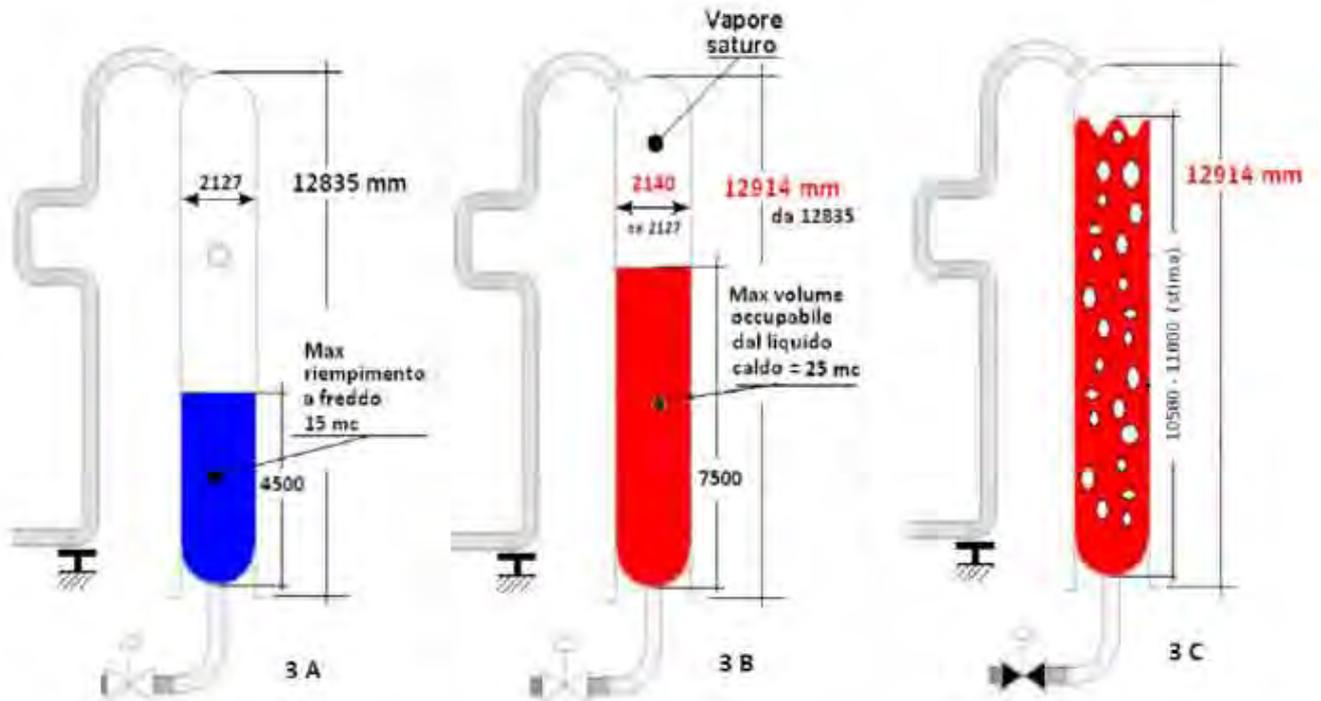


fig 3 : fasi operative tipiche per la corretta gestione del pressurizzatore dell'impianto VAPORE:
A= riempimento a freddo; B= situazione al raggiungimento della max condizione di esercizio (180 bar e T = 365 °C) ; C= scarico di alta portata di vapore con swelling dell'acqua

IMPIANTO « VAPORE »



IMPIANTO "VAPORE"

Pressione di esercizio : regolabile fino a 18 Mpa
 Temperatura di esercizio : fino a 357 °C
 Portata di vapore saturo : regolabile fino a 300 Kg/s
 Portata di acqua saturo : regolabile fino a 600 Kg/s

PISCINA DI SOPPRESSIONE (fuori scala):

Profondità 11 m
 Volume utile 400 m³
 Temp. di esercizio: da T ambiente a 100 °C

PRESSURIZZATORE (ex PUN)

Realizzato da ANSALDO (1985)
 Volume 40 Mc.
 Pressione esercizio 18 MPa
 Temperatura esercizio 357 C.°

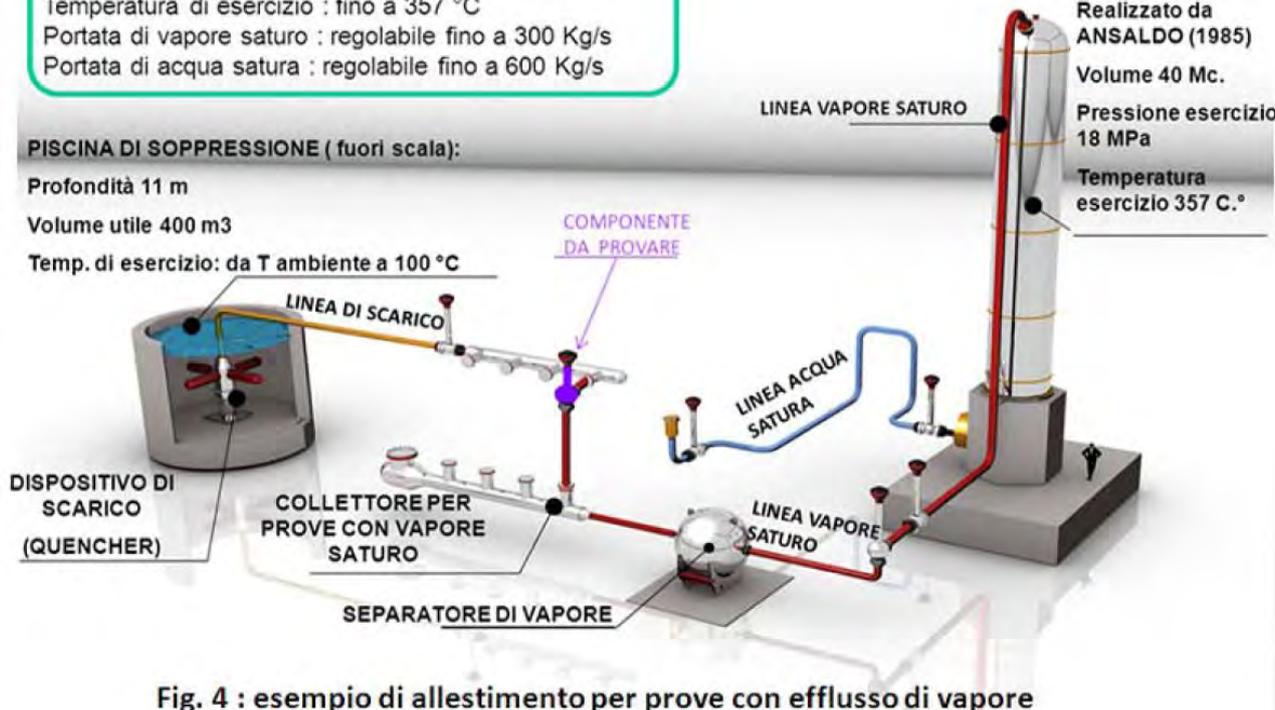


Fig. 4 : esempio di allestimento per prove con efflusso di vapore

IMPIANTO "VAPORE"

Pressione di esercizio : regolabile fino a 18 Mpa
 Temperatura di esercizio : fino a 357 °C
 Portata di vapore saturo : regolabile fino a 300 Kg/s
 Portata di acqua satura : regolabile fino a 600 Kg/s

PRESSURIZZATOI
(ex PUN)

Realizzato da
ANSALDO (1985)

Volume 40 Mc.

Pressione esercizi
18 MPa

Temperatura
esercizio 357 C.°

PISCINA DI SOPPRESSIONE (fuori scala):

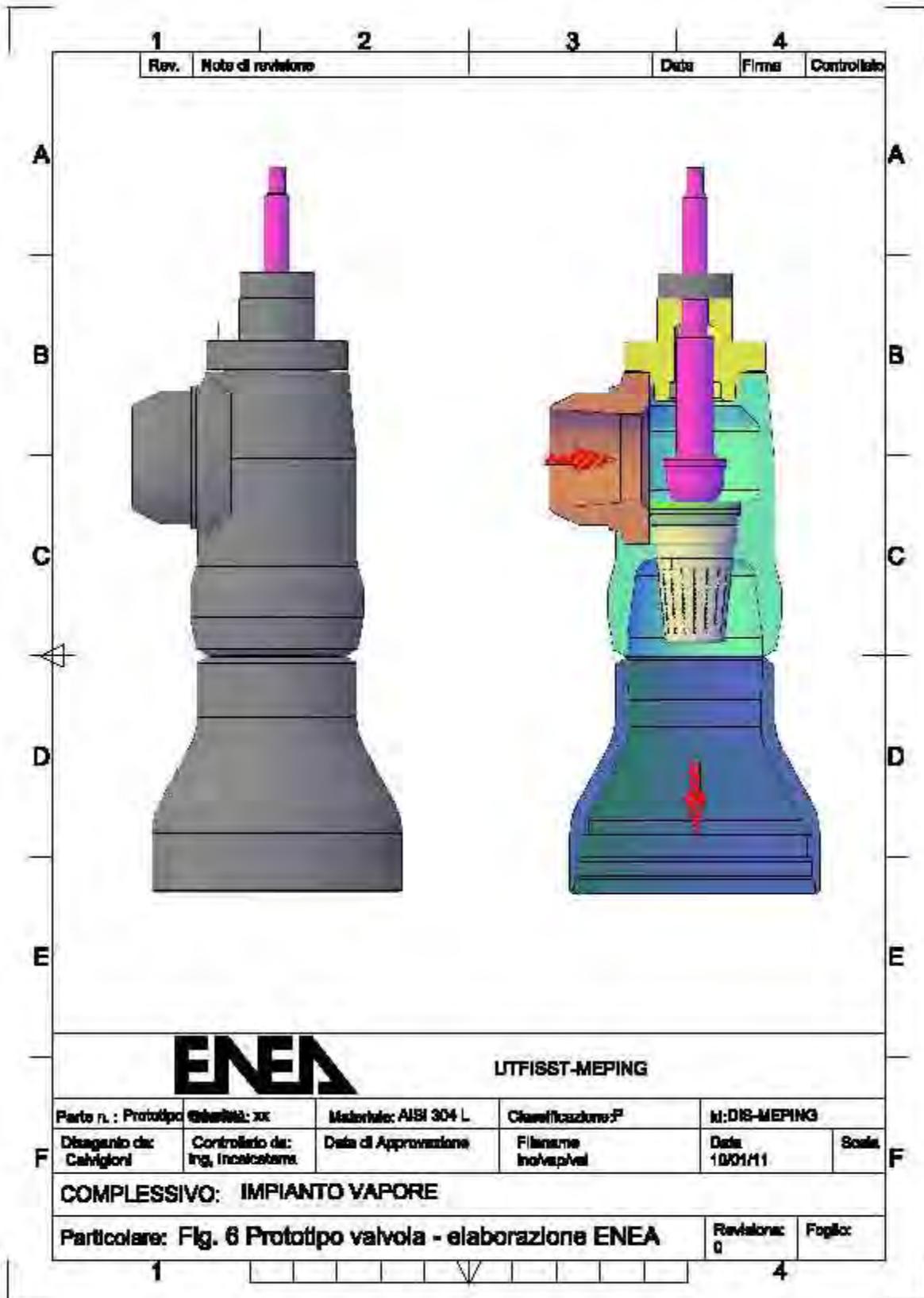
Profondità 11 m

Volume utile 400 m³

Temp. di esercizio: da T ambiente a 100 °C



fig.5 : Sketch indicativo delle modalità d'installazione di un generico componente da provare con flusso di liquido



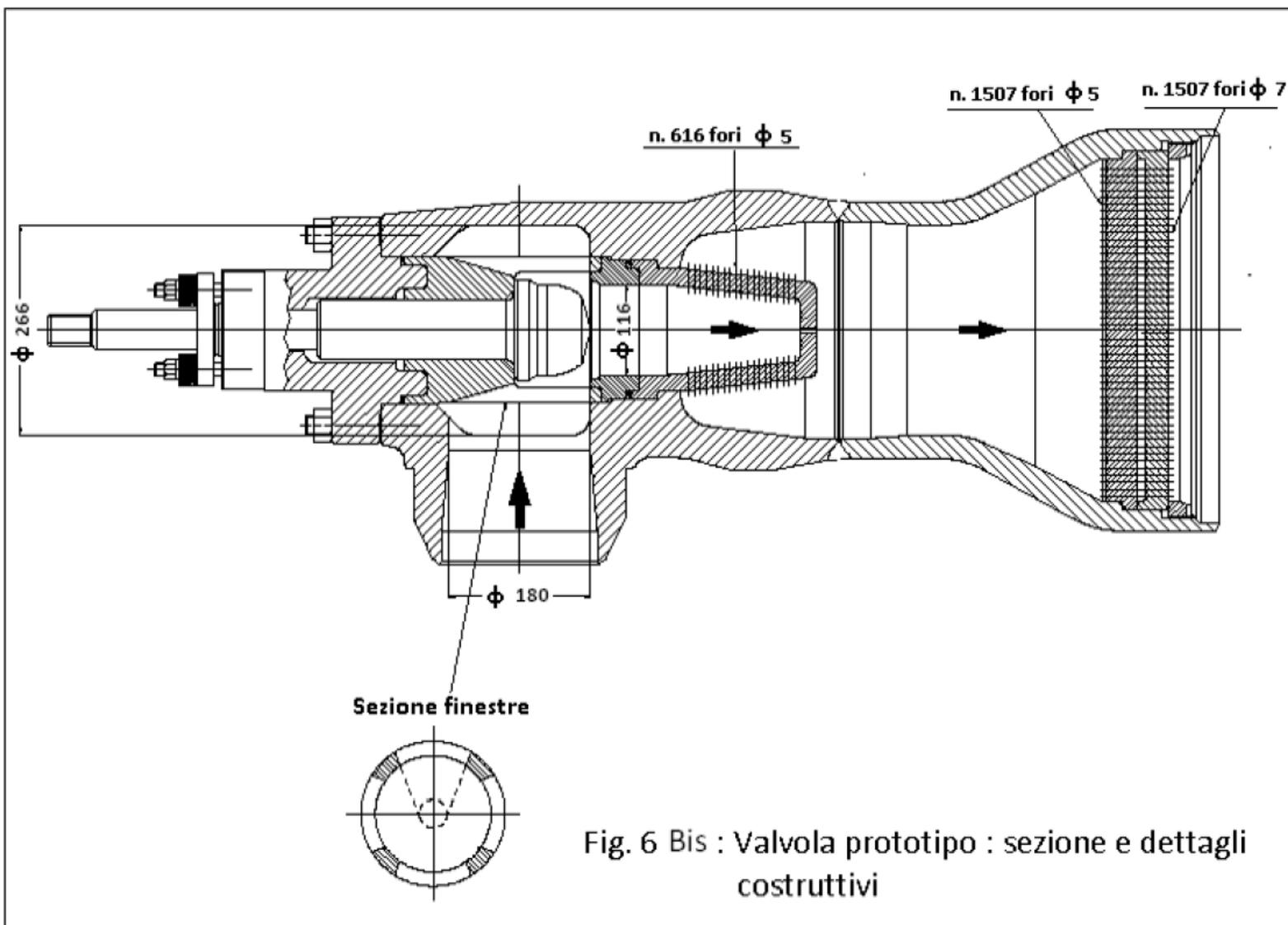
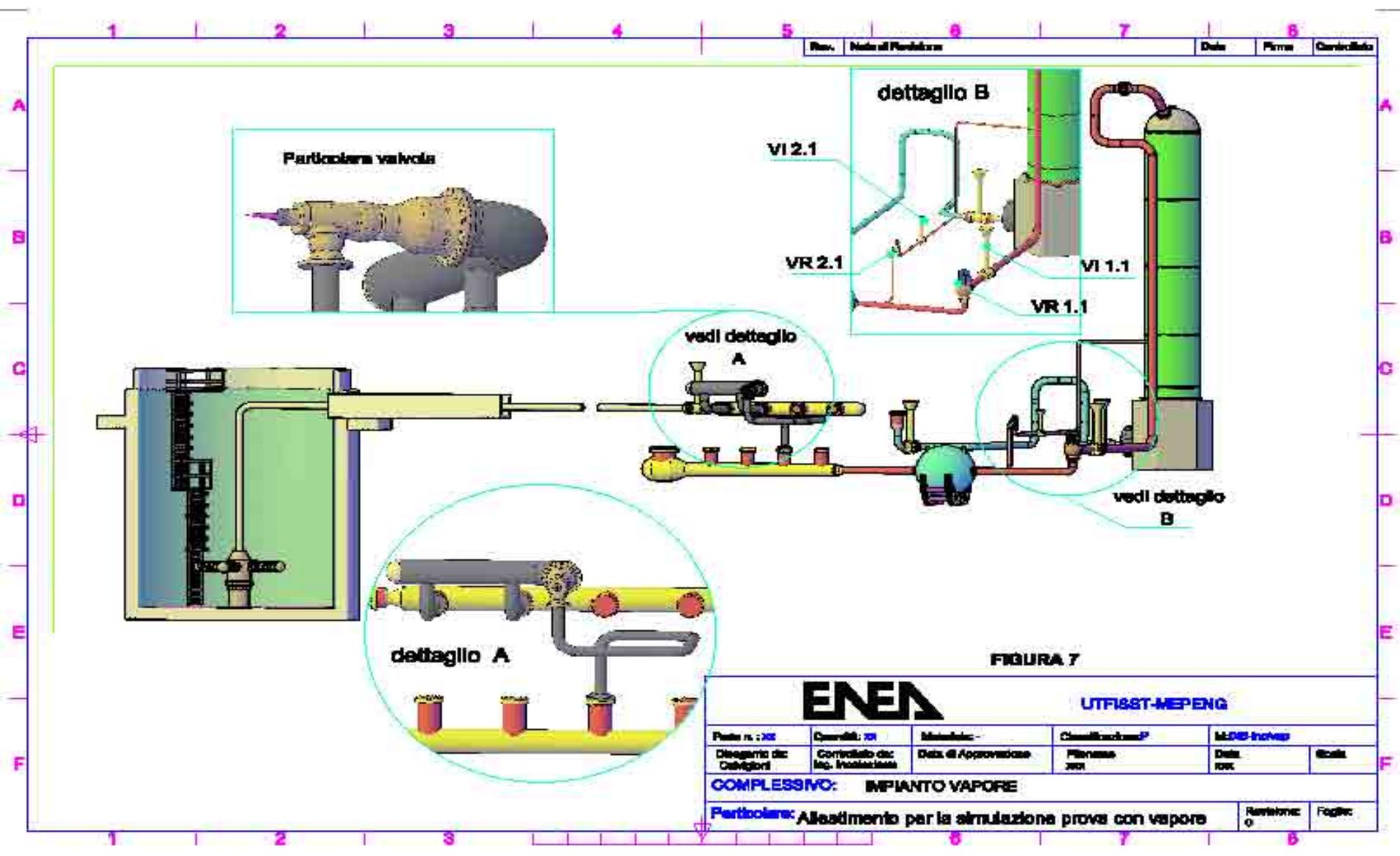
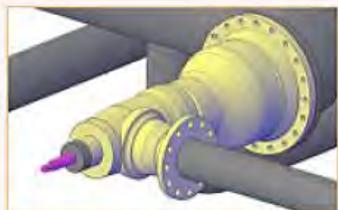


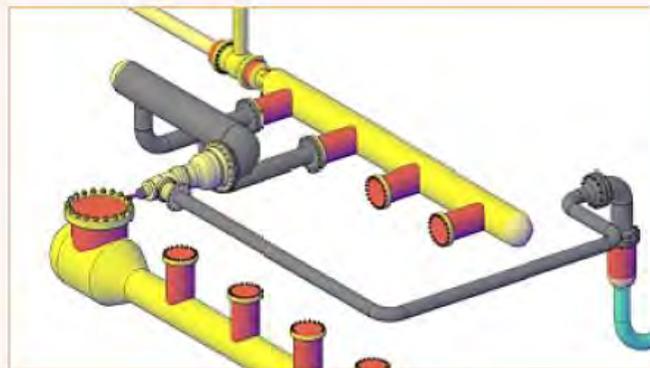
Fig. 6 Bis : Valvola prototipo : sezione e dettagli costruttivi



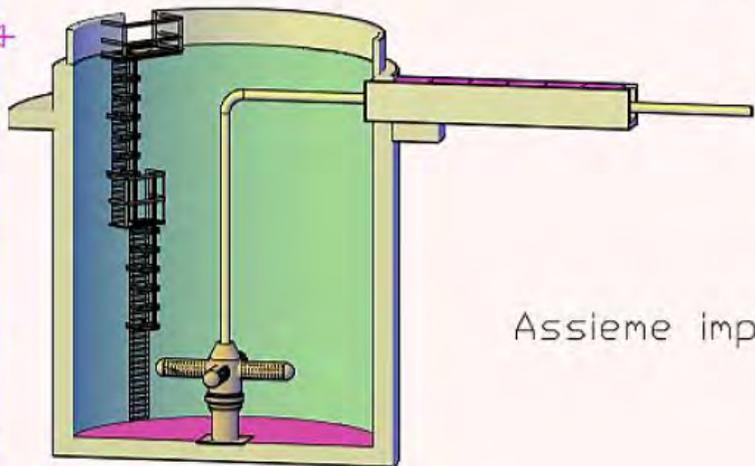
Rev.	Nota di Revisione	Data	Firma	Controllato
------	-------------------	------	-------	-------------



Particolare valvola



Particolare impianto



Assieme impianto

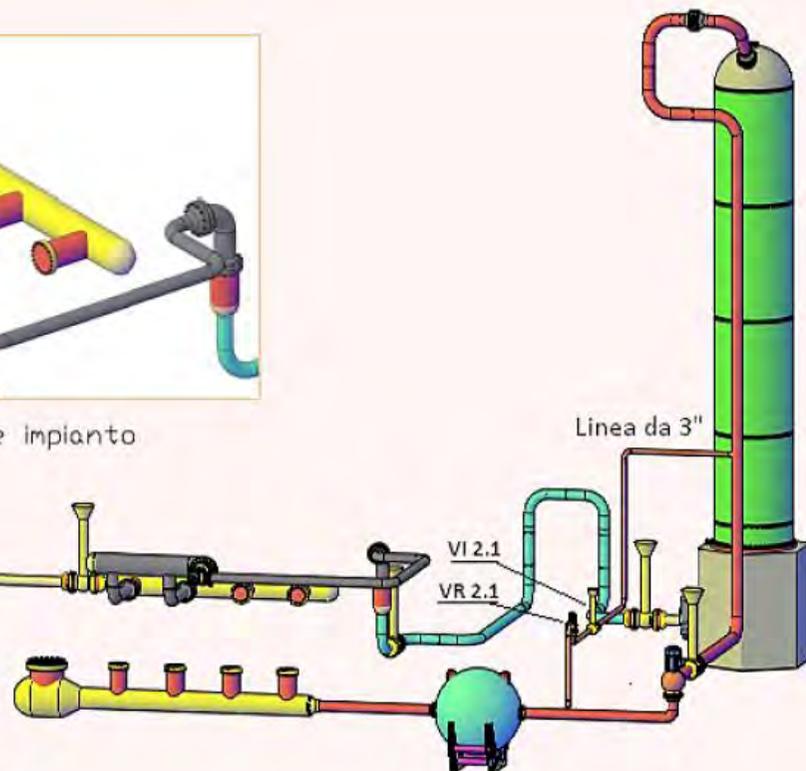


Figura 8



UTFISST-MEPING

Parte n.:	Quantità: xx	Materiale:	Classificazione: P	Id:
Disegnato da: Calvigioni	Controllato da: Ing. Incalcaterra	Data di Approvazione	Filename Inc/vap/sc	Data 11/01/11

COMPLESSIVO: IMPIANTO VAPORE

Particolare: Allestimento per la simulazione prova con acqua

Revisione: Foglio:

CV max = 372 - CV min = 3,5
Corsa = 76 mm
(NOTA : CV in unità anglosassoni)

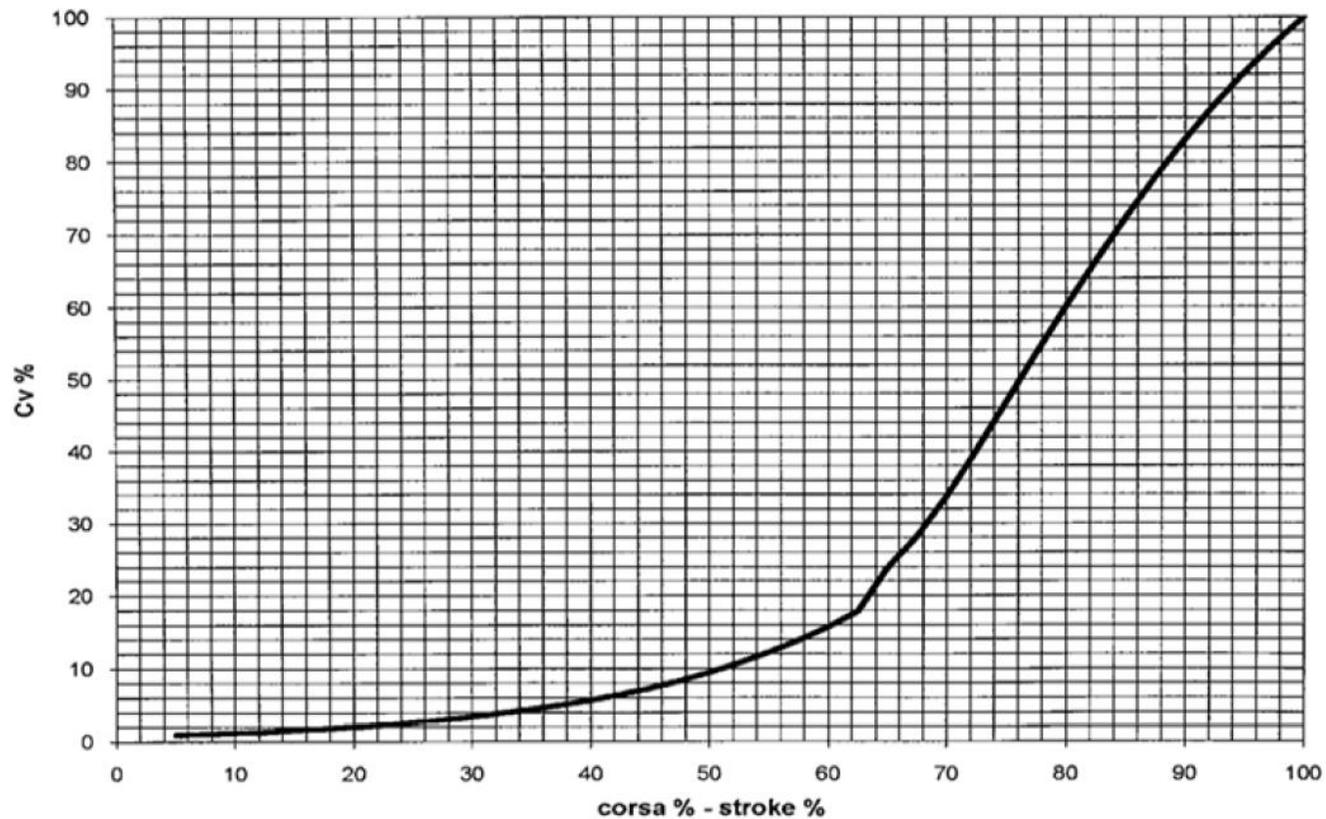


Fig. 9 : Curva caratteristica del prototipo da provare

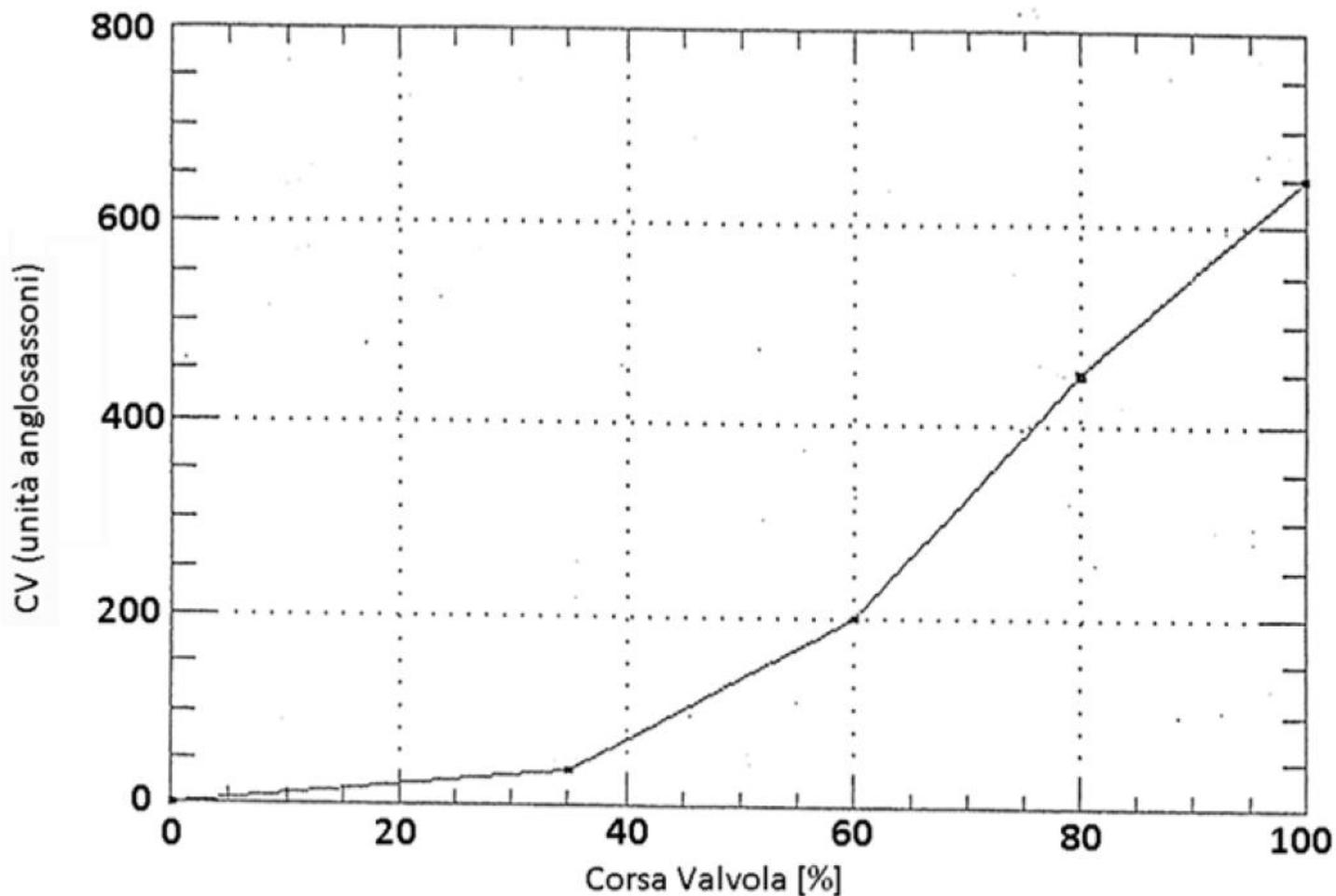


Fig. 10 : CV della valvola di regolazione principale VR 1.1 dell'impianto VAPORE.
Andamento ottenuto da elaborazione di dati sperimentali

VALVOLA VL2 (ATWOOD- MORRIL)
Area di passaggio vs corsa stelo

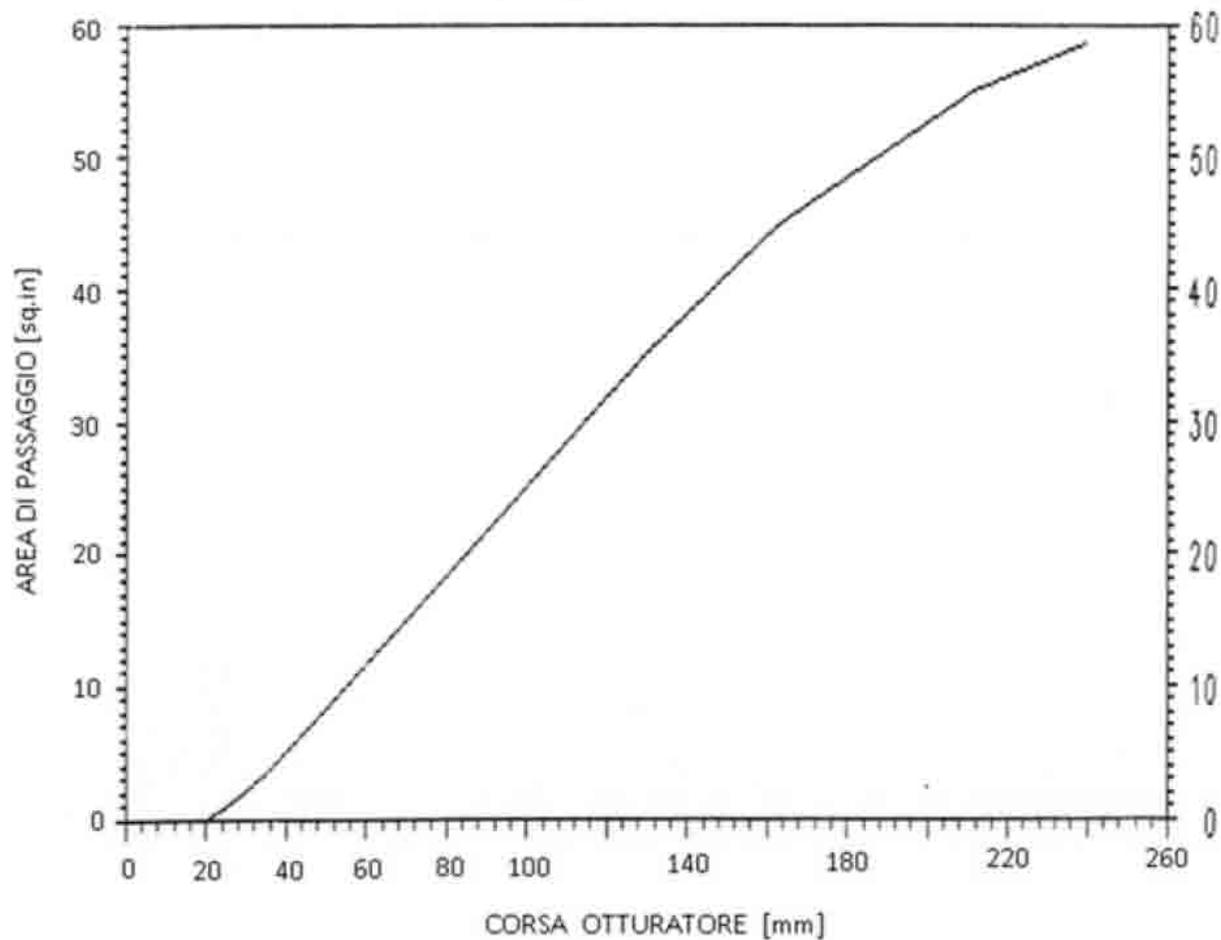


Fig. 12 – A : Valvola VL 1; relazione tra flow area e corsa otturatore

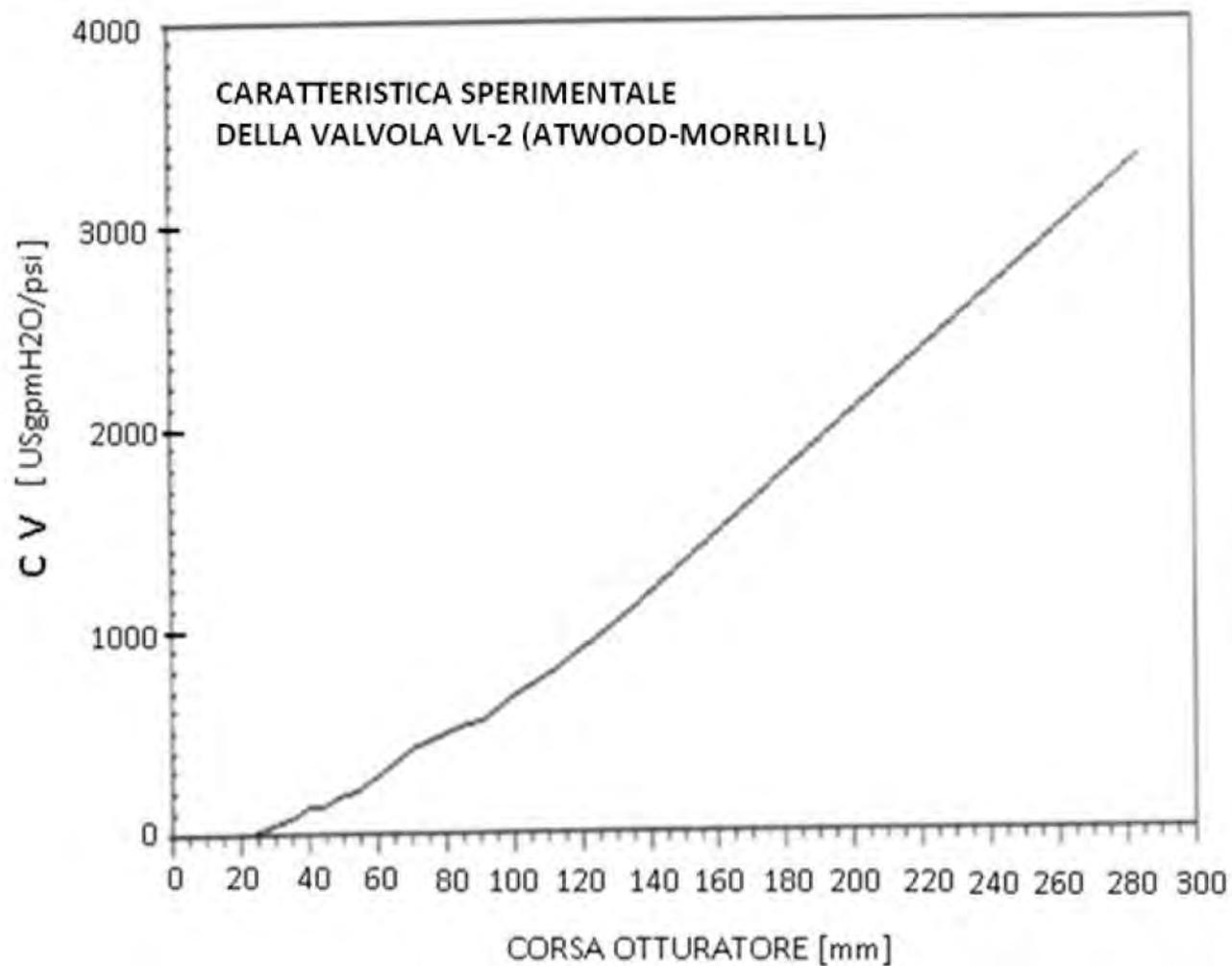


Fig. 12-B : Valvola VL2 ; caratteristica di regolazione

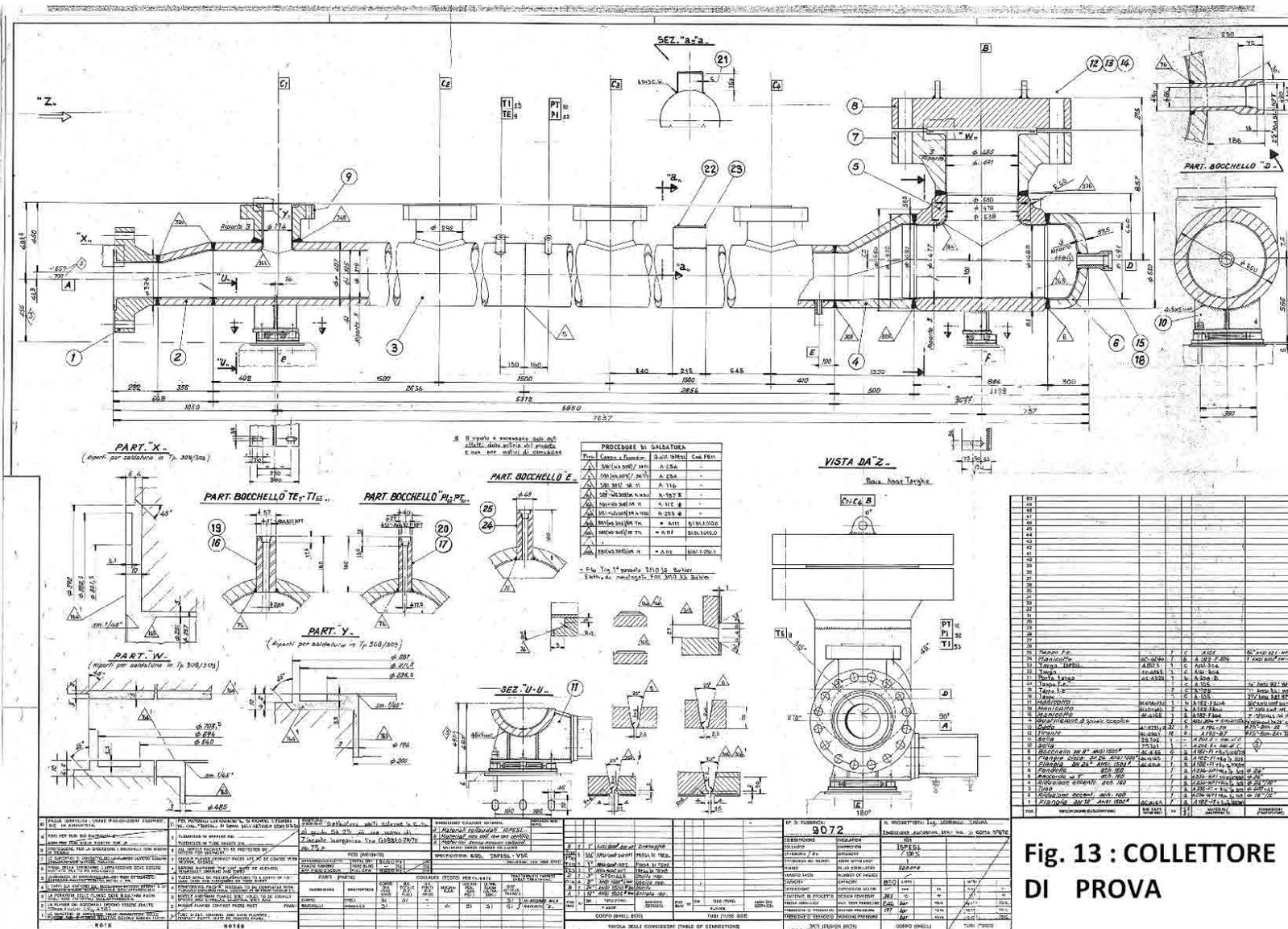


Fig. 13 : COLLETTORE DI PROVA

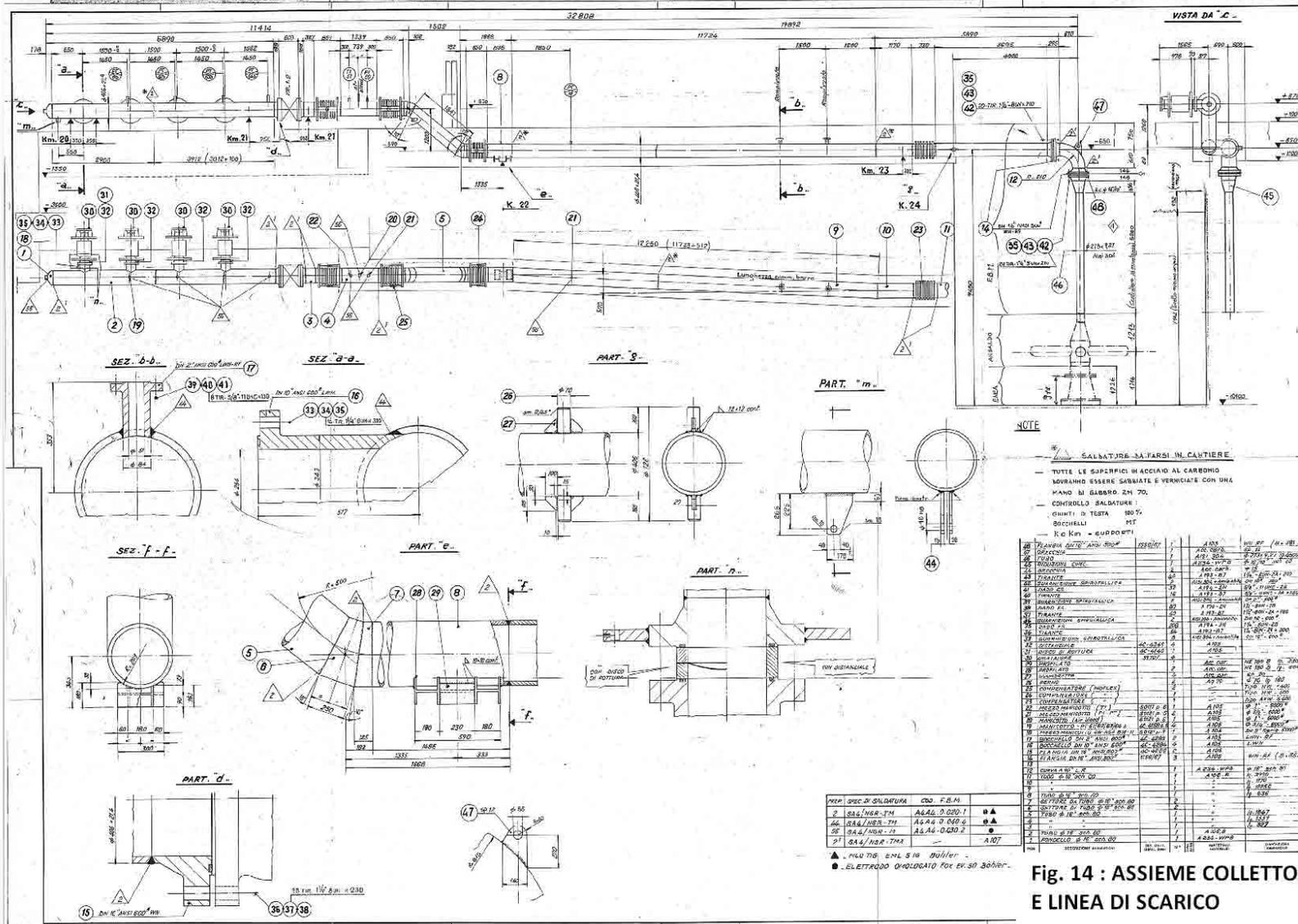
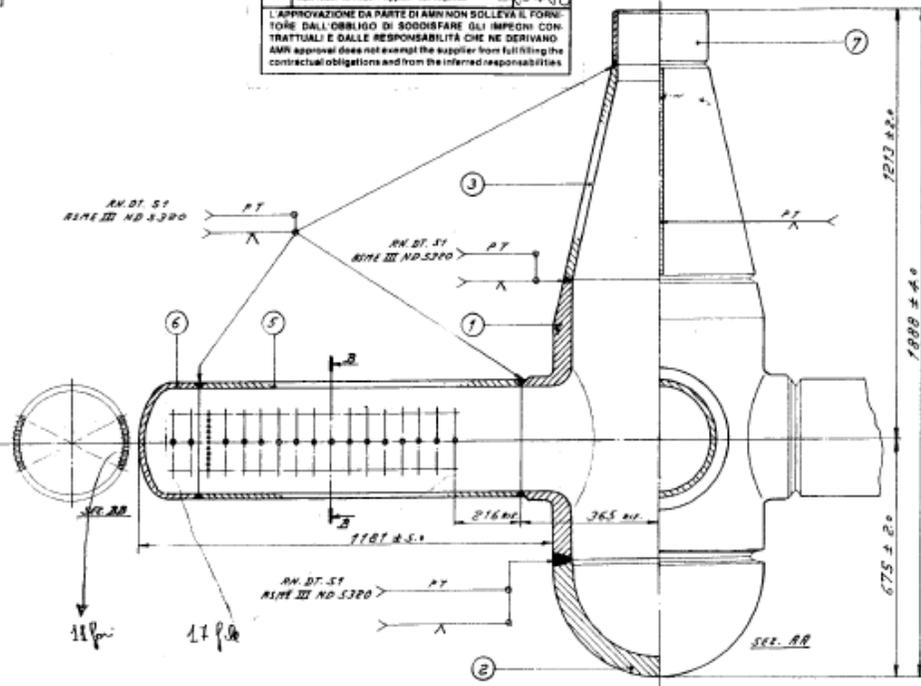
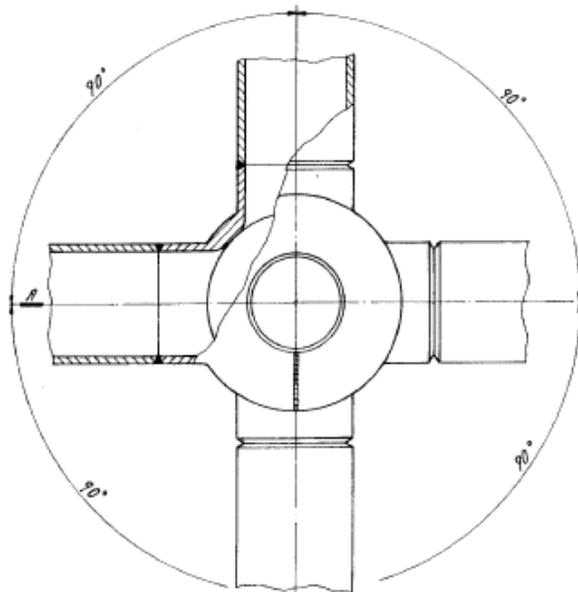


Fig. 14 : ASSIEME COLLETORE E LINEA DI SCARICO

POS.	DENOMINAZIONE	Q.tà	MATERIE	N. DISEGNO	NOTE
1	CORPO CILINDRICO	1	RSTM R182 F.304		
2	FONDO EPISFERICO	1	RSTM R240 TP.304		
3	RIDUZIONE TRONCOCONICA	1	RSTM R240 TP.304		
5	TUBO ϕ 12" sch 80	1	RSTM R312 TP.304		
6	FONDELLO	1	RSTM R240 TP.304		
7	TUBO ϕ 10"	1	RSTM R182 F.304		

ϕ fili = 10 mm
sp. tra bracci = 18 mm



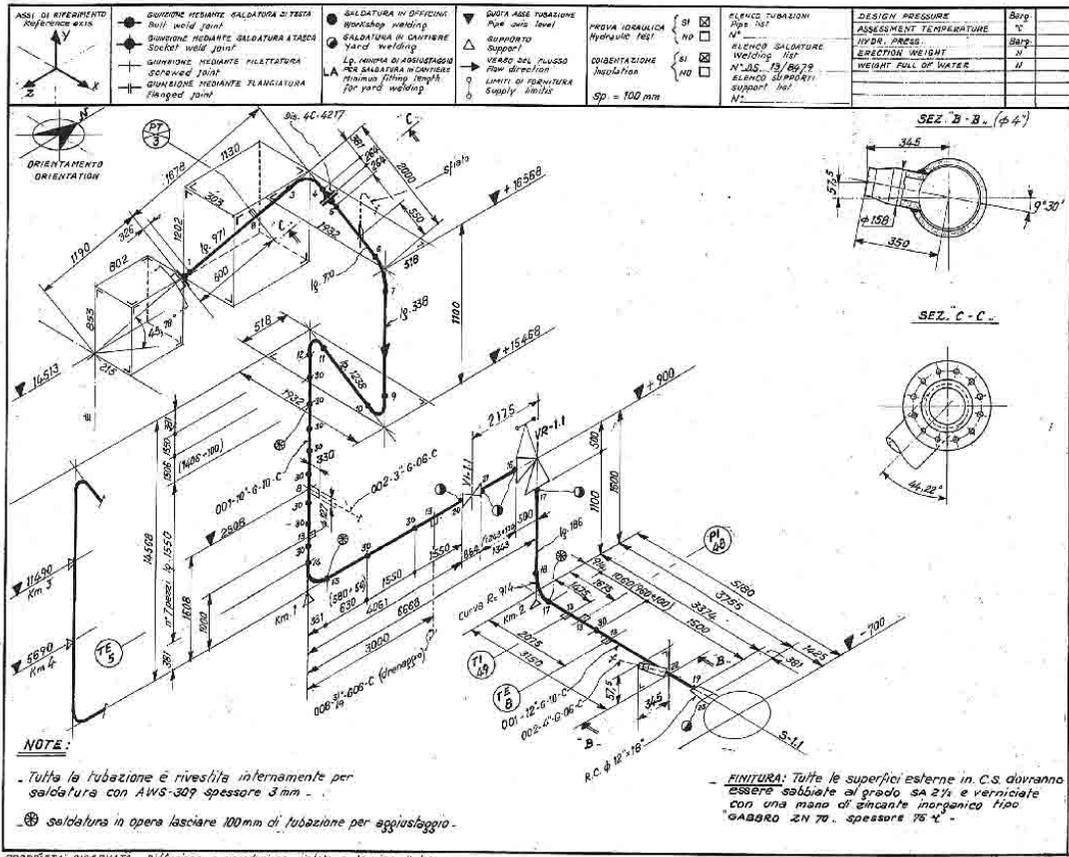
AMN S.p.A. Genova		CEC
COMMESSA job no 25102	ORDINE FORM Supplier no 08757	
ORDINE N. Order no	BR	
PSN	FORM (T) (F) (M)	A3
DOC FINALE: Final Document	<input type="checkbox"/> C1	
APPROVATO - Approved	<input checked="" type="checkbox"/>	
APPROVATO CORRETO - Approved as corrected	<input type="checkbox"/>	
NON APPROVATO - Not approved	<input type="checkbox"/>	
NON RIC. APPROV. - Approv. not required	<input type="checkbox"/>	
L'APPROVAZIONE DA PARTE DI AMN NON SOLLEVA IL FORNITORE DALL'OBBLIGO DI SODDISFARE GLI IMPEGNI CONTRATTUALI E DALLE RESPONSABILITÀ CHE NE DERIVANO. AMN approval does not exempt the supplier from full filling the contractual obligations and from the inferred responsibilities.		DATA Date 23.4.86

FOR APPROVAL

Fig. 15 : DIFFUSORE DI SCARICO (QUENCHER)

REV.	PRIMA EMISSIONE	DESCRIPTION	N./DATA	APP.
0	PRIMA EMISSIONE	DETAIL DIFFUSORE DI SCARICO		
DRAN		SCALE: 1:10	W/O 6.6.V.10	
APPR.		Tolerance ±		

DRW. No. Sc. 113



VALVOLE	VALVES	SUBSTITUZIONI	TIRANTI	DADI	MATERIALE	MODIFICAZIONI	NOTE
TIPO	Type	mm	Stud bolts	NUTS	Material	Changes or drawings	Remarks
N° 1	VR-11	Ø 70			A 182-F1		N. FIGURE
N° 1	VE-11	Ø 70			A 216-WCB		CM 1
N° 12					A 173-B7		
N° 26					A 194-2H		
N° 1					Ametek/Inox		Ø 10" ANSI 1500

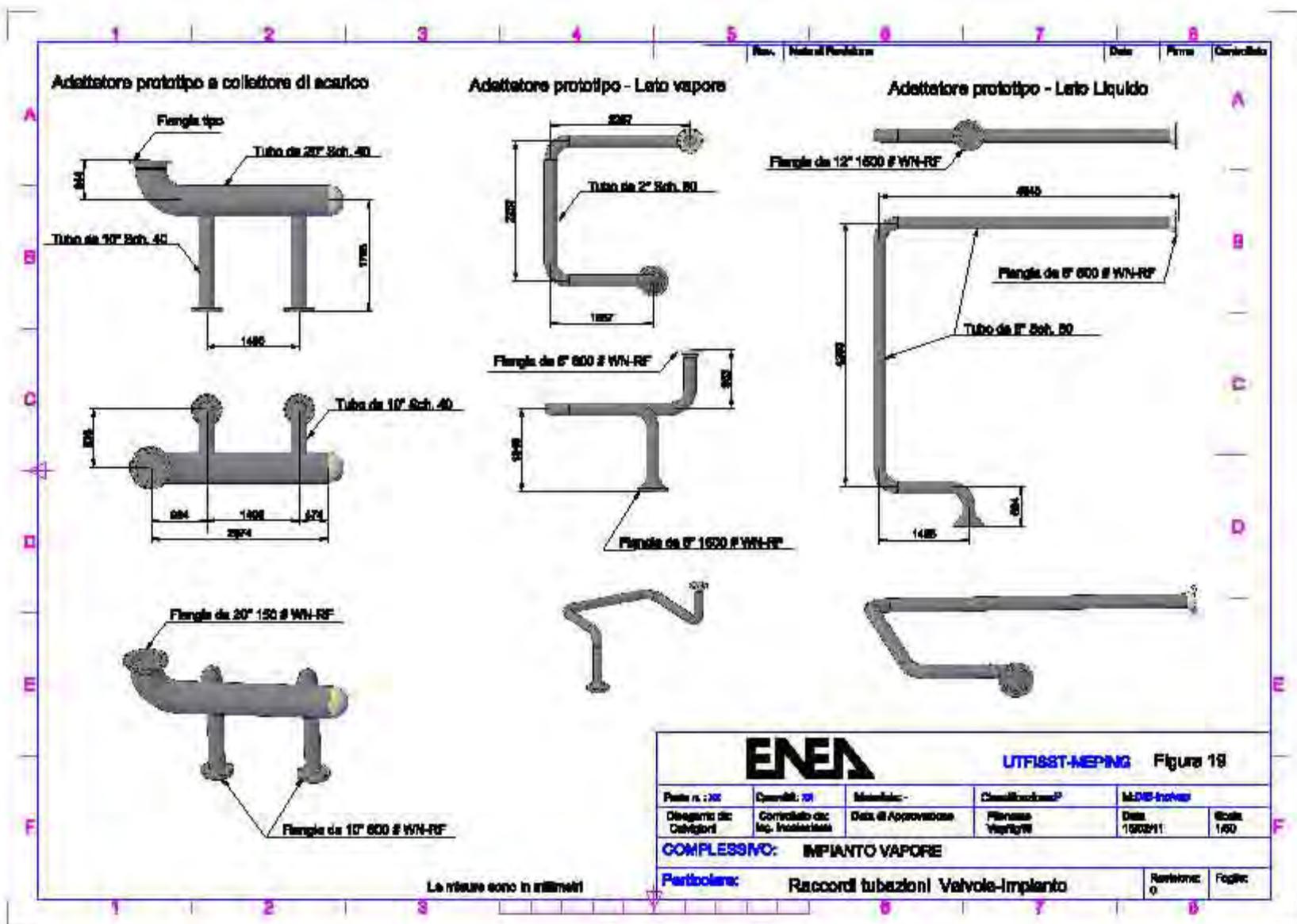
ALTRI PEZZI - SPECIALS							
N° 1	Bocchello	Ø 4"				A 182-F304 AC 4169	
N° 1	Bocchello	Ø 3"				A 182-F304 AC 4170	
N° 3	Mancicchio	TE 5, TE 8, TE 9, TE 10				A 182-F304 AC 4170 mod. 1-4-8	
N° 3	Mancicchio	PT 3, PT 2, PT 2B				A 182-F304 AC 4159 per 1-8	

NUM. QUANTITÀ	TUBI	CURVE	CURVE	REDUZIONI	HEAD AT	FLANGE	WELDING
	Pipes	Radius	Radius	Reducers	Tee	Flanges	Welding
N° 27	A 323-F304	64"	30"			2H	3H
N° 223	A 273-F304						
N° 5		Ø 10"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12" x 12"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12"					
N° 1		Ø 12"					

Supporti: Km 1 + Km 4 - Dis. 40-4243 / g. 1-3

E.N.E.A. Casaccia
DIPARTIMENTO REATTORI TERMICI
IMPIANTO V.A.P.O.R.E.
- CONTRATTO: N 36541-Serie 3- Registrato il 19-10-84 -

Fig. 18: LINEA DI VAPORE DA 10" E 12"



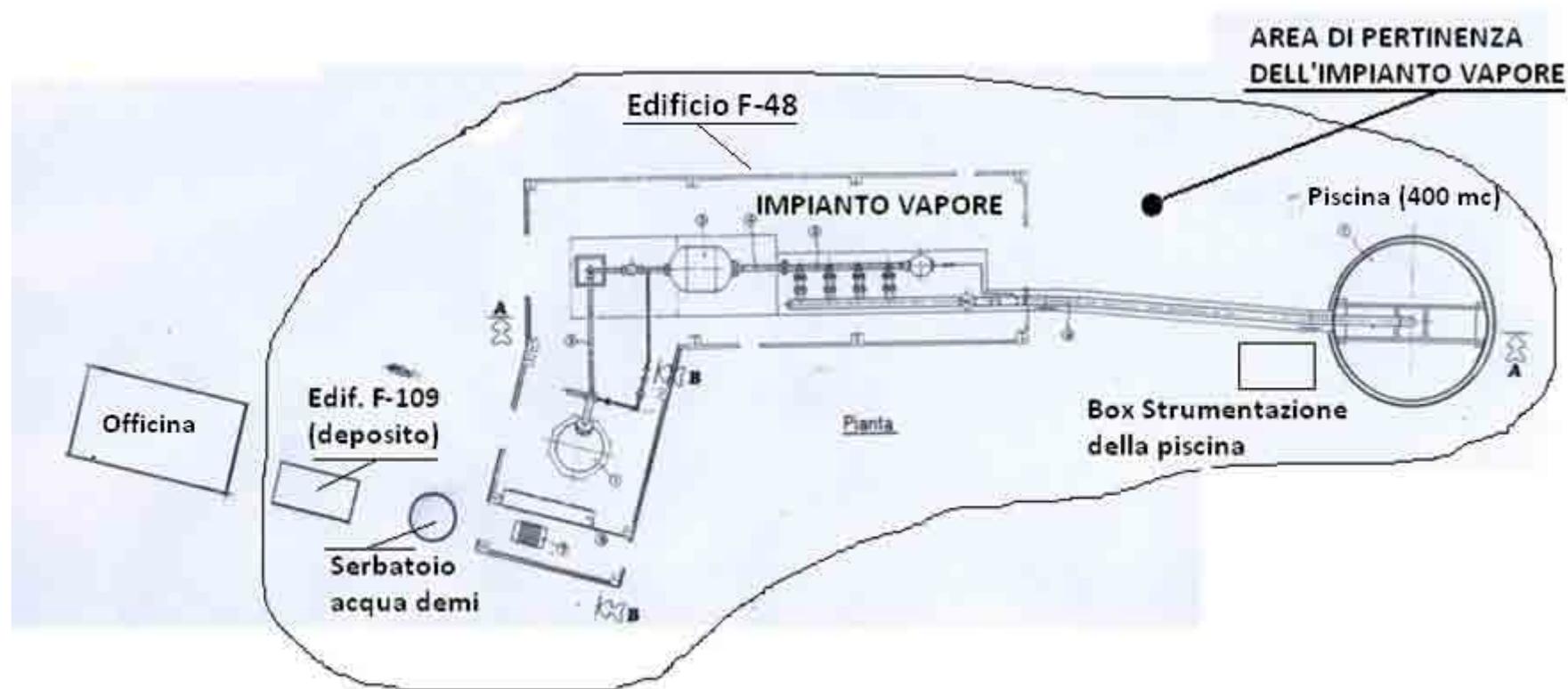
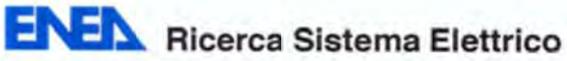


Fig. 20 : Area di competenza dell'impianto VAPORE (schema indicativo)

TABELLA 1 : MATRICE DI PROVA

	Water	Steam	Mix	Descrizione
P₁	59 bar	60 bar	44.2 bar	Pressione a monte
P₂	4.0 bar	2.5 bar	3.0 bar	Pressione a valle
T	257 °C	275 °C	257 °C	Temperatura a monte prototipo ad inizio prova
Q	744 t/h	210 t/h	>396 t/h	Portata massica
ρ	790,40 kg/m ³	30,83 kg/m ³	416,65 kg/m ³	Densità
h	1120 kJ/kg	2788 kJ/kg	1168 kJ/kg	Entalpia

	Sigla di Identificazione NNFISS-LP5-018	Rev.	Distrib.	89A C
---	---	-------------	-----------------	--------------