



Ricerca di Sistema elettrico

# Specifica Tecnica di Fornitura e Installazione del Circuito Secondario ad Acqua in Pressione dell'Impianto a Metallo Liquido Pesante HELENA

*Mariano Tarantino, Pierantonio Gaggini*

Specifica Tecnica di Fornitura e Installazione del Circuito Secondario ad Acqua in Pressione dell'Impianto a Metallo Liquido Pesante HELENA

Mariano Tarantino, Pierantonio Gaggini - ENEA

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2013

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: Mariano Tarantino, ENEA

**Titolo**

**Specifica tecnica di fornitura e installazione del circuito secondario ad acqua in pressione dell'impianto a metallo liquido pesante HELENA**

**Descrittori**

**Tipologia del documento:** Rapporto Tecnico  
**Collocazione contrattuale:** Accordo di programma ENEA-MSE su sicurezza nucleare e reattori di IV generazione  
**Argomenti trattati:** Termoidraulica  
 Tecnologia dei Metalli Liquidi  
 Generation IV Reactors

**Sommario**

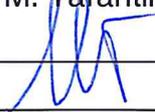
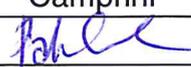
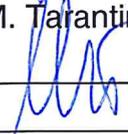
Il presente documento riporta la Specifica Tecnica di fornitura e installazione del circuito secondario ad acqua in pressione (100 bar) dell'impianto a metallo liquido pesante (piombo) HELENA, presso il C.R. ENEA del Brasimone.

**Note**

Autori: M. Tarantino, P. Gaggini

Copia n.

In carico a:

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	24/09/14	NOME	M. Tarantino	P. Console Camprini	M. Tarantino
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	2	18

## INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>1 CONCETTUALIZZAZIONE UPGRADE IMPIANTO HELENA.....</b>	<b>7</b>
<b>2 OGGETTO DELLA FORNITURA .....</b>	<b>7</b>
<b>3 SCOPO .....</b>	<b>8</b>
<b>4 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA E DATI DI PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
4.1 CIRCUITO SECONDARIO AD ACQUA IN PRESSIONE .....	8
4.1.1 Piping.....	8
4.1.2 Valvole .....	9
4.1.3 Pompa di circolazione.....	9
4.1.4 Aerotermo .....	9
4.1.5 Pressurizzatore .....	9
4.1.6 Sezione Scaldante.....	10
4.1.7 Flow Meter F501 .....	10
4.2 COMPONENTI, SISTEMI E STRUMENTAZIONE DI SERVIZIO.....	10
4.2.1 Strumentazione Ausiliaria .....	10
4.2.2 Componenti Ausiliari .....	10
<b>5 REQUISITI DELLA FORNITURA .....</b>	<b>11</b>
5.1 FABBRICAZIONE.....	11
5.2 MATERIALI .....	11
5.3 SALDATURE.....	11
5.4 PROVE IN PRESSIONE .....	12
5.5 PULIZIA.....	12
<b>6 ESTENSIONE DELLA FORNITURA .....</b>	<b>12</b>
6.1 IMBALLO E TRASPORTO .....	13
6.2 INSTALLAZIONE ED ASSISTENZA IN SITO .....	13
6.3 ACCETTAZIONE E GARANZIA.....	13
<b>7 LIMITI DI FORNITURA, ESCLUSIONI, INTERFACCE.....</b>	<b>13</b>
<b>8 DURATA DELLA FORNITURA, PENALI, PAGAMENTI.....</b>	<b>14</b>
<b>9 ALLEGATI .....</b>	<b>14</b>
9.1 DISEGNI.....	14
9.2 DATA SHEET POMPA DI CIRCOLAZIONE CIRCUITO ACQUA IN PRESSIONE.....	15
9.3 AIR COOLER E501 DIMENSIONI.....	17
9.4 P&ID CIRCUITO SECONDARIO HELENA .....	18

## INTRODUZIONE

In ambito europeo lo sviluppo dei reattori di IV generazione e dei sistemi SMR (Small Modular Reactor), con particolare riguardo a quelli a spettro neutronico veloce capaci di sostenere la chiusura del ciclo del combustibile per la minimizzazione dei rifiuti radioattivi e l'utilizzo ottimale delle risorse naturali, è inquadrato nella European Sustainable Nuclear Industrial Initiative (ESNII) dello Strategic Energy Technology-Plan (SET-Plan), di cui anche l'ENEA è membro.

In questo contesto, sia ENEA sia il sistema industriale italiano (es. ANSALDO NUCLEARE) e il sistema universitario (CIRTEN), sono focalizzati sullo sviluppo concettuale, sulla progettazione di dettaglio, e sulla ricerca tecnologica, del DEMO-LFR ALFRED "Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator", vedi Figura 1.

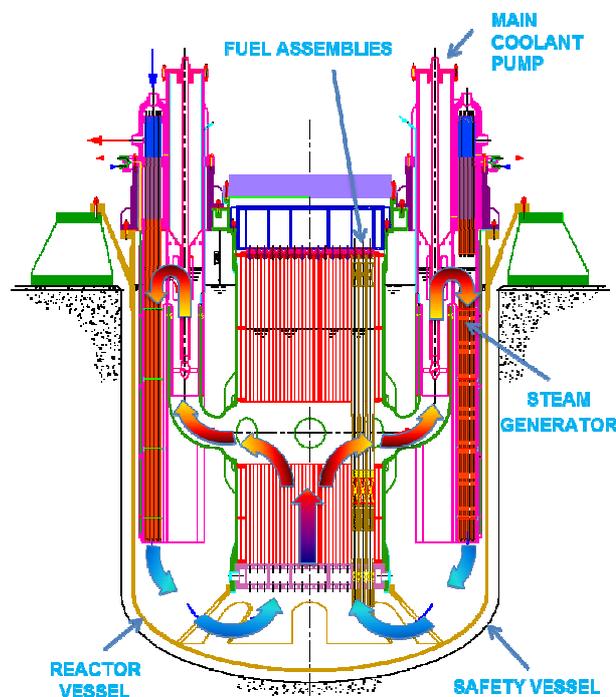


Figura 1 DEMO ALFRED Reactor Configuration.

Il prototipo ALFRED non solo funge da DEMO-LFR, ma ha insita l'ambizione di essere il primo prototipo di SMR refrigerato a metallo liquido pesante di concezione europea, in alternativa all' SVBR di concezione russa.

I sistemi LFR (anche SMR) nella configurazione a piscina integrata soddisfano tutti i requisiti introdotti per i sistemi nucleari di quarta generazione. Una roadmap di sviluppo dei sistemi LFR a livello europeo è riportata in Figura 2.

Sostenibilità: efficace utilizzo del combustibile e minimizzazione delle scorie.

Il piombo è un refrigerante che presenta una sezione d'urto di assorbimento neutronico bassa e uno scarso potere moderante. Questa proprietà nucleare,

intrinseca al refrigerante, permette di progettare ed esercire noccioli a spettro neutronico veloce anche con geometrie con un elevato rapporto refrigerante/combustibile, a sua volta necessario per la corretta asportazione del calore di fissione nel rispetto dei vincoli sulle temperature massime di esercizio.

La possibilità di operare con flussi neutronici particolarmente “duri” consente di ottenere facilmente noccioli con rapporto di conversione unitario (qualora il tasso di produzione di nuovo materiale fissile nel combustibile coincide con il tasso di consumo dello stesso), e quindi noccioli a lunga vita ed elevato tasso di bruciamento (elevata efficienza di utilizzo del combustibile, circa 150-200 volte superiore agli attuali sistemi di seconda e terza generazione).

Un flusso neutronico veloce permette non solo di accrescere la sostenibilità di tali sistemi mediante un utilizzo più efficace e razionale del combustibile nucleare, ma permette contemporaneamente una drastica riduzione della generazione di scorie ad elevata radiotossicità grazie ad un ciclo del combustibile “chiuso”. Le scorie effettivamente prodotte sono infatti separate dal plutonio e dagli attinidi minori, che vengono completamente riciclati e riutilizzati nel ciclo del combustibile (detto per l’appunto chiuso). Il plutonio e gli attinidi minori sono infatti i principali responsabili dell’elevata radiotossicità delle scorie nucleari dei sistemi GEN-II, GEN-III, che richiedono tempi di stoccaggio in siti geologici dell’ordine del milione di anni.

Con un ciclo del combustibile chiuso i sistemi LFR permettono di ridurre i volumi di scorie nucleari prodotte e la relativa radiotossicità, con la sola necessità di uno stoccaggio in siti superficiali per un tempo dell’ordine di 300-400 anni.

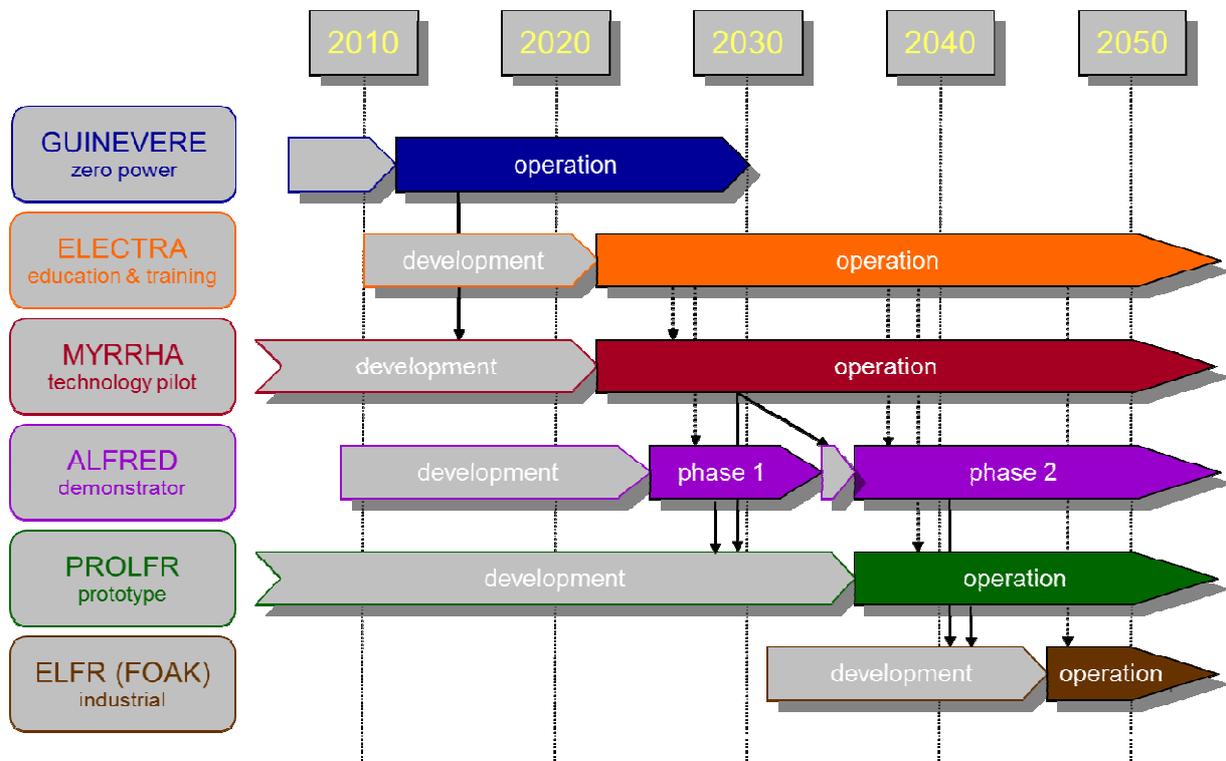


Figura 2 Roadmap sviluppo dei sistemi LFR

**Economicità:** costi competitivi e rischio sul capitale investito paragonabile ad ogni altra forma di produzione di energia elettrica.

I sistemi LFR sono ideati e progettati per essere estremamente semplici, riducendo quindi i tempi di costruzione, i tempi di ammortamento del capitale investito (parametro molto critico per i sistemi nucleari), e il costo di produzione dell'energia elettrica.

Tale semplicità è in gran parte consentita dalle intrinseche proprietà del refrigerante utilizzato. Il piombo infatti non interagisce chimicamente con aria e acqua (a differenza del sodio), e ha una bassa tensione di vapore. Ciò consente di realizzare sistemi a bassa pressione (praticamente pressione atmosferica) e consente di installare direttamente nel sistema primario il generatore di vapore, portando ad una considerevole semplificazione impiantistica. Nei sistemi refrigerati a sodio ciò non è praticabile, e un apposito circuito intermedio a sodio è previsto, aumentando la complessità, dimensioni e costi di impianto.

Inoltre la diretta installazione del generatore di vapore nel sistema primario migliora l'efficienza energetica del sistema LFR, riducendo i costi di produzione dell'energia elettrica.

Infine mediante un accorto ed innovativo progetto di impianto, che lo rende estremamente semplice, è possibile sostituire o comunque ispezionare tutti i componenti del sistema primario, incrementando sensibilmente non solo il fattore di utilizzo dell'impianto e riducendo quindi i tempi di ammortamento sul capitale investito, ma anche la protezione dell'investimento.

Sicurezza e Affidabilità: elevata sicurezza e affidabilità durante l'esercizio, minimo rischio di danneggiamento del nocciolo, esclusione di un piano di evacuazione.

I sistemi refrigerati a piombo, visto l'elevato punto di ebollizione del refrigerante utilizzato (1750 °C), la sua bassa tensione di vapore anche ad elevate temperature, e le sue ottime capacità schermanti, sono progettati per essere eserciti a pressione atmosferica e a temperature particolarmente lontane dal punto di ebollizione. Ciò consente di ottenere elevati standard di sicurezza e affidabilità durante l'esercizio, con un rischio di esposizione agli operatori molto modesto vista la capacità del piombo di intrappolare i prodotti di fissione anche volatili e di schermare le radiazioni gamma.

Le ottime proprietà neutroniche del piombo, già citate, consentono inoltre di sfruttare a pieno le peculiarità dello stesso come refrigerante, ovvero da un punto di vista termo-fisico (elevata capacità di asportare potenza termica, elevato calore specifico, elevato coefficiente di espansione termica), permettendo la progettazione di noccioli ad elevato rapporto passo su diametro, il che implica direttamente sistemi a ridotte perdite di carico e quindi contenute potenze di pompaggio. Inoltre tale configurazione permette di incrementare le capacità del sistema di asportare la potenza di decadimento in regime di circolazione naturale, quindi in maniera completamente passiva, permettendo così una sensibile semplificazione dei sistemi di controllo e protezione e accrescendo ulteriormente il grado di sicurezza di tali sistemi.

Da un punto di vista prettamente nucleare i reattori refrigerati a piombo presentato un coefficiente di reattività per presenza di vuoto negativo nel caso di noccioli di piccole-medie dimensioni e positivo nel caso di noccioli di grosse dimensioni. Tuttavia, in virtù dell'elevato punto di ebollizione del refrigerante (superiore alla temperatura di fusione degli acciai ma inferiore a quella del combustibile), l'ipotesi di esteso svuotamento della sola regione del nocciolo può essere considerata fisicamente

irrealizzabile, così che i reattori refrigerati a piombo possano essere considerati immuni da uno degli scenari incidentali più gravi, tipici dei reattori veloci tradizionali. Anche in caso di rottura dei tubi del generatore di vapore, vista l'elevata densità del piombo e le soluzioni progettuali adottate, il rischio di inserzione di vapore nel centro del nocciolo (dove il coefficiente di vuoto è maggiormente positivo) è estremamente ridotto.

Va infine evidenziato come l'elevata densità del piombo, pur nel caso di una improbabile fusione del nocciolo, riduca significativamente il rischio di una successiva compattazione del combustibile e quindi di una nuova condizione di criticità del sistema. I fenomeni di dispersione del combustibile nel refrigerante sono infatti predominanti viste le densità del combustibile nucleare paragonabili a quelle del piombo e l'attitudine del piombo ad instaurare moti di circolazione naturale in ogni condizione incidentale ipotizzabile. Tale scenario non è invece ipotizzabile per i reattori ad acqua e a sodio, per i quali altresì il rischio di parziale o completa fusione del nocciolo è meno ridotto che non nel caso di un LFR.

D'altro canto l'elevato punto di fusione del piombo (327°C) che può indurre problemi di esercizio e controllo dei sistemi LFR, introduce un enorme vantaggio per quanto riguarda la sicurezza di tali sistemi. In caso di rottura del vessel con fuoriuscita di piombo dal sistema primario, questo tenderebbe immediatamente a solidificare arrestando la fuoriuscita, senza alcuna conseguenza per le strutture circostanti data anche la sua inerzia chimica con aria e acqua. Per i sistemi a sodio ciò non è neanche lontanamente immaginabile.

Rimane infine la questione della produzione del Polonio-210, volatile e altamente pericoloso per la salute pubblica. Con una adeguata selezione dei materiali e una corretta implementazione dei sistemi di controllo della chimica, e ancora date le attitudini del piombo ad intrappolare i prodotti di fissione altamente volatili, il rischio di rilascio delle pur minime quantità di Po-210 prodotte nel reattore, è estremamente ridotto.

Resistenza alla Proliferazione e Protezione Fisica: impossibilità di avere plutonio per la fabbricazione di bombe, elevata sicurezza per la salute pubblica in caso di atti terroristici.

L'uso di combustibile ad ossidi misti contenente attinidi minori (nel lungo termine), associato ad un ciclo di combustibile che non prevede la separazione chimica degli attinidi presenti nel combustibile stesso, rende questi sistemi enormemente inefficaci per la diversione di plutonio a fini illeciti. Inoltre nel breve termine, le proprietà neutroniche del piombo premettono la concezione di noccioli a lunga vita (peraltro già esercibili in un'ottica di chiusura del ciclo del combustibile), intrinsecamente incompatibili con la produzione di plutonio weapon-grade.

L'uso di un refrigerante chimicamente compatibile con aria e acqua, con ottime proprietà intrinseche di schermaggio delle radiazioni e di ritenzione dei prodotti di fissione tipicamente responsabili della contaminazione ambientale in caso di incidente severo, ed operante a bassa pressione permette di aumentare sensibilmente la protezione fisica della popolazione residente nelle zone limitrofe alla installazione nucleare, riducendo inoltre la necessità di robusti e complessi sistemi di protezione contro eventi catastrofici iniziati da eventi terroristici. Inoltre per i sistemi LFR in nessuna configurazione e previsto l'utilizzo di fluidi infiammabili, eliminando quindi il rischio di propagazione di incendi nel sito.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	7	18

In tale ambito, l'ENEA ha assunto l'impegno di svolgere studi di scambio termico in fuel pin bundle prototipici in regime di circolazione forzata, mediante l'upgrade dell'impianto HELENA. Tali attività saranno svolte in sinergia con le azioni di ricerca e sviluppo sostenute da ENEA nell'ambito progetto europeo LEADER (FP7-EC). L'attività prevede quindi la progettazione, fornitura e installazione del circuito secondario ad acqua in pressione (100 bar).

L'oggetto della fornitura ed i suoi limiti verranno dettagliati nelle prossime sezioni.

## 1 CONCETTUALIZZAZIONE UPGRADE IMPIANTO HELENA

L'impianto a metallo liquido pesante HELENA è stato definito e progettato con lo scopo di realizzare una "*multipurpose facility*" che possa supportare sperimentalmente lo sviluppo tecnologico dei sistemi refrigerati a piombo fluente.

In particolare, gli ambiti nel quale si inserisce l'attività di ricerca e sviluppo prevista sull'impianto NACIE-UP, riguardano:

1. caratterizzazione scambio termico in sistemi a metallo liquido pesante;
2. termo-fluidodinamica dei metalli liquidi pesanti;
3. caratterizzazione componenti prototipici;
4. qualifica e caratterizzazione strumentazione;
5. qualifica e validazione codici di calcolo di fluidodinamica computazionale (CFD);
6. qualifica e validazione codici di sistema;
7. prove di corrosione con controllo dell'ossigeno.

Il circuito secondario dell'impianto HELENA è stato concettualizzato secondo lo schema riportato nel P&ID, HE-0101. La parte dell'upgrade che riguarda il circuito primario(Pb) e il sistema di acquisizione e controllo potenza è stato già realizzato. I dettagli della fornitura di questa seconda parte dell'upgrade vengono descritti attraverso i sottosistemi principali:

- 1) Circuito Secondario (acqua in pressione 100 bar);
- 2) Componenti, sistemi e strumentazione di servizio.

## 2 OGGETTO DELLA FORNITURA

La presente Specifica Tecnica ha come oggetto l'approvvigionamento, la fabbricazione l'installazione e il collaudo presso il C.R. Brasimone (edificio sperimentale RSA), del circuito secondario ad acqua in pressione dell'impianto a metallo liquido pesante HELENA.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	8	18

### 3 SCOPO

La Specifica Tecnica ha lo scopo di descrivere l'oggetto della fornitura, di stabilire i criteri generali per la fabbricazione, certificazione secondo direttiva 97/23/CE (PED), i controlli, le prove non distruttive, l'imballaggio e quanto necessario alla realizzazione, trasporto e installazione dell'upgrade dell'impianto presso il C.R. Brasimone.

In linea generale la fornitura comprende:

- ✓ l'approvvigionamento dei materiali;
- ✓ la realizzazione dei disegni costruttivi;
- ✓ le verifiche termo-meccaniche dei componenti di impianto indicati e la relativa certificazione;
- ✓ la fabbricazione dei componenti di impianto indicati e il relativo assemblaggio;
- ✓ progettazione, realizzazione e fornitura dei supporti di impianto;
- ✓ i controlli e i test in corso d'opera e di fine realizzazione;
- ✓ il dossier di fine fabbricazione comprensivo di certificazioni;
- ✓ la pulizia e decapaggio di tutti i componenti di impianto;
- ✓ l'imballo e la spedizione presso il sito ENEA del Brasimone;
- ✓ installazione dell'upgrade dell'impianto presso l'edificio sperimentale RSA;
- ✓ collaudi in sito.

### 4 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA E DATI DI PROGETTO

La presente Specifica Tecnica si riferisce alla realizzazione ed il montaggio del circuito secondario ad acqua in pressione a 100 bar per l'impianto HELENA.

Salvo diversa indicazione le tubazioni del circuito secondario sono 2.5", S40 con flange di collegamento WN 2.5" 1500 lbs, ANSI B 16.5.

Il Fornitore dovrà comunque responsabilizzarsi sulle scelte del Cliente nella definizione del piping e dei relativi collegamenti flangiati.

#### 4.1 CIRCUITO SECONDARIO AD ACQUA IN PRESSIONE

Il circuito secondario di acqua in pressione (100 bar) sarà collegato al circuito primario attraverso lo scambiatore di calore lato mantello, mediante flange WN 4", 1500 lbs, ANSI B 16.5.

La definizione di dettaglio del layout, la progettazione di dettaglio, realizzazione, certificazione, montaggio e collaudo in situ del circuito secondario è a completo carico del Fornitore.

##### 4.1.1 Piping

Il piping del circuito secondario sarà costituito principalmente da tubazioni in acciaio inox AISI304/316 da 2.5" S40.

Il piping gas sarà realizzato in AISI 316, ½" BWG.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	9	18

La realizzazione e installazione delle tubazioni ed i relativi supporti sono completa responsabilità del Fornitore.

#### 4.1.2 Valvole

Nel circuito secondario sono previste valvole motorizzate. Tutte le valvole indicate nel P&ID dovranno essere acquistate dal Fornitore comprese di attuatori pneumatici ON/OFF, elettrovalvola di controllo aria ed indicatore di posizione e dovranno essere installate nel circuito secondario. Il Fornitore dovrà responsabilizzarsi, concordando con ENEA, della scelta del tipo di valvola e le relative dimensioni. Indicativamente, le 5 valvole di linea PV501, PV502, PV503, PV504, saranno da 2" ½", mentre la valvola di drenaggio PV505 saranno da 1/2". Tutte le valvole sopra descritte dovranno essere provviste di attuatore pneumatico ON/OFF. Tutte le valvole dovranno essere scelte rispettando i parametri di progetto del circuito secondario:

- ✓ Temperatura di Progetto: 320 °C;
- ✓ Temperatura di Esercizio: 150 °C – 300 °C;
- ✓ Tipo di Fluido: acqua demineralizzata;
- ✓ Pressione di Progetto: 105 bar;
- ✓ Pressione di Esercizio: 100 bar.

#### 4.1.3 Pompa di circolazione

La pompa di circolazione dell'acqua PC501 (data sheet allegato 9.2), dovrà essere collegata al piping del circuito secondario.

La portata di funzionamento attesa è:

- 1) Portata minima: 8 m<sup>3</sup>/h;
- 2) Portata massima: 30 m<sup>3</sup>/h;
- 3) Prevalenza: 75 mca.

#### 4.1.4 Aerotermo

L'aerotermo E501, escluso dalla fornitura, è già posizionato nel laboratorio RSA e anch'esso dovrà essere collegato al piping del circuito secondario.

#### 4.1.5 Pressurizzatore

Il pressurizzatore è un recipiente a forma cilindrica che ha lo scopo principale di garantire la pressione di esercizio nel circuito a 100 bar. Ha inoltre lo scopo di contenere le variazioni di volume dell'acqua del circuito tra la temperatura ambiente e la temperatura di esercizio. La pressurizzazione del cielo verrà garantita attraverso linea Argon con riduttore di pressione. Un sistema di regolazione con pressostato, valvola di sfiato e valvola di carico garantirà la corretta pressurizzazione del componente. Il pressurizzatore dovrà essere provvisto di valvola di sicurezza (penetrazione ad hoc) e di misuratore di livello. Il dimensionamento, la progettazione,

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	10	18

la realizzazione ed il montaggio in situ del componente, nonché la sua certificazione PED sono completa responsabilità del fornitore. I dati di progetto sono:

- ✓ Temperatura di Progetto: 320 °C;
- ✓ Temperatura di Esercizio: 150 °C – 300°C;
- ✓ Tipo di Fluido: acqua demineralizzata;
- ✓ Pressione di Progetto: 105 bar;
- ✓ Pressione di Esercizio: 100 bar;
- ✓ Gas di Pressurizzazione: Argon;
- ✓ Volume: 200 lt;
- ✓ Mantello: 12" X 3300 mm.

#### 4.1.6 Sezione Scaldante

La sezione scaldante del circuito secondario sarà realizzata preferibilmente sul tratto T507. Potrà essere realizzata da 4 fasce scaldanti per tubazioni da 2.5" della potenza di circa 4 kW ciascuno (potenza installata totale dell'ordine dei 16 kW). I riscaldatori dovranno essere installati su un tratto rettilineo libero, che dovrà quindi essere previsto in fase definizione di layout.

#### 4.1.7 Flow Meter F501

Il misuratore di portata, secondo i dati progetto ed esercizio sopra elencati, è parte integrante della fornitura.

Per il funzionamento sono attesi:

- 1) Portata minima: 4 m<sup>3</sup>/h;
- 2) Portata massima: 40 m<sup>3</sup>/h.

## 4.2 COMPONENTI, SISTEMI E STRUMENTAZIONE DI SERVIZIO.

### 4.2.1 Strumentazione Ausiliaria

Sono parte integrante della fornitura:

- 1) Termocoppie di processo tipo K O.D. 3 mm, lunghezza 300 mm, con relativi connettori femmina;
- 2) Termocoppie di regolazione e controllo tipo K O.D. 3 mm, lunghezza 300 mm, con relativi connettori femmina;
- 3) Trasduttore di pressione PT601.

### 4.2.2 Componenti Ausiliari

Sono parte integrante della fornitura i seguenti componenti:

- 1) Inverter Pompa PC501;
- 2) Inverter aerotermo E501;
- 3) Flow meter F501;

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	11	18

4) Riduttore di pressione R601;

## 5 REQUISITI DELLA FORNITURA

La fornitura dovrà essere in accordo alle prescrizioni elencate nei successivi paragrafi.

### 5.1 FABBRICAZIONE

Il Fornitore si dovrà responsabilizzare sulle scelte effettuate dal Cliente nel progetto concettuale proposto. Tuttavia potrà proporre soluzioni diverse qualora ne semplifichino la fabbricazione e l'assemblaggio.

Sulla base dei disegni di assieme del Cliente, il Fornitore dovrà produrre i disegni di dettaglio ritenuti necessari per definire le dimensioni e le tolleranze finalizzate alla realizzazione dei componenti di impianto in officina.

La fabbricazione dovrà essere eseguita conformemente alla direttiva 97/23/CE (PED) per quanto concerne le costruzioni saldate.

### 5.2 MATERIALI

Le parti di impianto, supporti e altri componenti oggetto della fornitura dovranno essere realizzati in acciaio austenitico tipo AISI 304/316/316L, a meno che non venga specificatamente indicato un materiale diverso dal Cliente.

L'approvvigionamento e la ricezione dei materiali dovranno essere condotti conformemente alle norme ASTM, UNI e DIN, accompagnati da certificati di origine, comprovanti le caratteristiche chimico-fisiche e i trattamenti subiti relativi al lotto di materiale della fornitura.

Per le parti per le quali non sia applicabile alcuna delle norme indicate, il Fornitore dovrà procedere secondo il proprio standard aziendale, previa autorizzazione del Cliente.

Le guarnizioni di tenuta delle flange di collegamento sul piping e sui vari componenti dovranno essere del tipo spirometallico a spire alternate grafite e AISI 316 (HB<160) di spessore 4.5 mm, con anello esterno di centraggio e anello di compressione interno in AISI 316, con spessore di 3 mm, dimensionate secondo ASME B16.20 (m=3.00 ;Y=68.9 MPa).

La bulloneria di collegamento tra le flange con interposte le guarnizioni spirometalliche dovrà essere in acciaio inossidabile austenitico secondo ASTM A193 B8 del tipo A2/70.

### 5.3 SALDATURE

Il riferimento normativo per quanto riguarda i giunti saldati è la Direttiva 97/23/CE (PED).

Per le saldature dovrà essere prodotto un documento che riporti per ogni giunzione:

- procedimento usato;

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	12	18

- qualifica saldatura;
- tipo di elettrodo e omologazione;
- qualifica del saldatore;
- controlli non distruttivi previsti.

Valgono inoltre le seguenti prescrizioni aggiuntive:

- ✓ i giunti saldati non di testa che realizzano la tenuta con l'ambiente esterno dovranno essere rasati dopo l'ultima passata ed ispezionati con Liquidi Penetranti ad ogni passata;
- ✓ le saldature di testa presenti sui vari componenti di impianto, dovranno essere radiografate; in alternativa si ammette ispezione con Liquidi Penetranti ad ogni passata.

#### **5.4 PROVE IN PRESSIONE**

A fine assemblaggio, l' ENEA richiede che vengano eseguite una prova in pressione, secondo direttiva 97/23/CE (PED):

1. Prova in pressione per il circuito secondario completamente assemblato, presso il CR ENEA Brasimone.

#### **5.5 PULIZIA**

Particolare attenzione dovrà essere riservata alla pulizia dei manufatti, sia in fase di fabbricazione che durante il trasporto. Dovrà essere garantito un alto livello di pulizia necessario ad evitare che residui di lavorazioni meccaniche, scorie di saldatura, polvere ecc. possano depositarsi all'interno dei componenti di impianto.

Tutti i componenti di impianto dovranno essere sgrassati e decapati presso le officine del Fornitore, adottando un apposita procedura che dovrà essere elaborata e proposta dal Fornitore e successivamente approvata da ENEA.

### **6 ESTENSIONE DELLA FORNITURA**

La fornitura comprende, oltre ai manufatti descritti,

- la bulloneria;
- le guarnizioni di tenuta (3 per ogni giunto);
- componenti, giunti e raccordi per il circuito secondario;
- valvole, componenti, giunti e raccordi per il circuito gas del pressurizzatore S600;
- componenti e accessori per l'esecuzione delle prove di tenuta;
- misuratore di portata F501.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	13	18

La fornitura include, inoltre, il dossier di fine fabbricazione (in formato cartaceo ed elettronico), dove sono raccolti tutti i documenti riguardanti:

- l'approvvigionamento dei materiali e i relativi certificati;
- i disegni di officina necessari per la fabbricazione;
- la descrizione delle saldature e i controlli effettuati,
- le prove di tenuta realizzate e la relativa procedura adottata;
- le note di calcolo prodotte per i vari dimensionamenti effettuati;
- la procedura di sgrassatura e decapaggio adottata;
- le certificazioni richieste secondo la direttiva 97/23/CE (PED).

### **6.1 IMBALLO E TRASPORTO**

Gli imballi dovranno essere idonei a garantire la conservazione della pulizia, la protezione delle parti e l'integrità strutturale della fornitura, durante il trasporto fino al sito ENEA del Brasimone.

### **6.2 INSTALLAZIONE ED ASSISTENZA IN SITO**

Il Fornitore dovrà garantire la necessaria assistenza tecnica in sito, al fine di provvedere, coadiuvato dal personale tecnico ENEA, alla corretta installazione, primo avvio e il relativo collaudo dell'impianto HELENA.

Per le procedure di assemblaggio e aggiustaggio in sito, che saranno a completo onere del Fornitore, l' ENEA mette a disposizione l'utilizzo di un carro ponte con portata di 8 ton.

### **6.3 ACCETTAZIONE E GARANZIA**

L'accettazione della fornitura avverrà presso il C.R. ENEA del Brasimone a seguito del esito positivo della prova in pressione sul circuito secondario completamente assemblato. In caso di esito negativo dell'accettazione del circuito, sarà a completo carico del Fornitore apportare tutte le modifiche necessarie per soddisfare i requisiti di prestazioni e funzionalità riportate in Specifica Tecnica.

## **7 LIMITI DI FORNITURA, ESCLUSIONI, INTERFACCE**

Per il circuito secondario, sono escluse dalla presente fornitura (vedi P&ID, HE-0101):

- Aeroterma E201;
- Scambiatore di calore HX;
- Pompa di Circolazione PC501;
- Valvole piping circuito acqua;
- Coibentazione delle parti di impianto.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	ADPFISS – LP2 – 079	0	L	14	18

Il Fornitore dovrà inoltre provvedere alla definizione e realizzazione di tutte le interfacce meccaniche per l'installazione e supporto al suolo della pompa di circolazione, aerotermo, piping, pressurizzatore, secondo il layout proposto.

In particolare per l'installazione dell'aerotermo si dovrà provvedere, a seconda del layout definito, alla realizzazione di apposite serrande mobili per lo scarico dell'aria calda in atmosfera attraverso le strutture dell'involucro dell'edificio RSA.

## **8 DURATA DELLA FORNITURA, PENALI, PAGAMENTI**

La presente fornitura dovrà essere ultimata entro il **30 Settembre 2014**.

Per ogni giorno solare di ritardo nella consegna della fornitura sarà applicata la penale dello 0,3% (tre per mille) dell'importo totale.

L'importo globale della penale applicabile non potrà superare, comunque, il 10% dell'importo totale della fornitura.

Qualora l'ammontare complessivo della penale ecceda il 10% del valore del contratto, il responsabile ENEA può risolvere il contratto e provvedere all'esecuzione in danno.

I pagamenti saranno effettuati, a fronte di presentazione di regolare fattura posticipata, come di seguito riportato:

- 40% dell'ammontare totale a esito positivo dell'accettazione del progetto di dettaglio del circuito secondario e del pressurizzatore;
- 60% dell'ammontare totale ad esito positivo dell'accettazione della fornitura in sito.

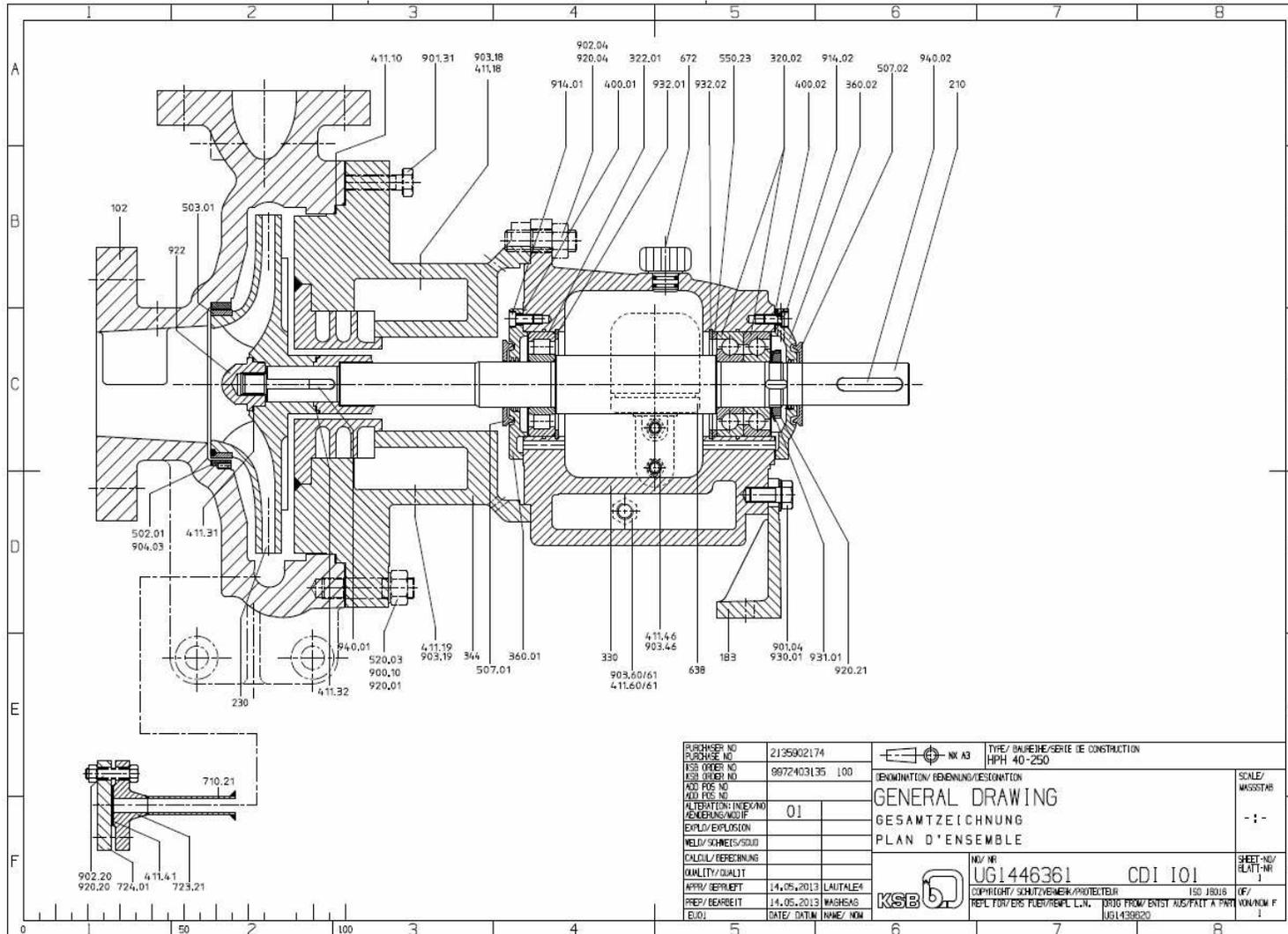
## **9 ALLEGATI**

### **9.1 DISEGNI**

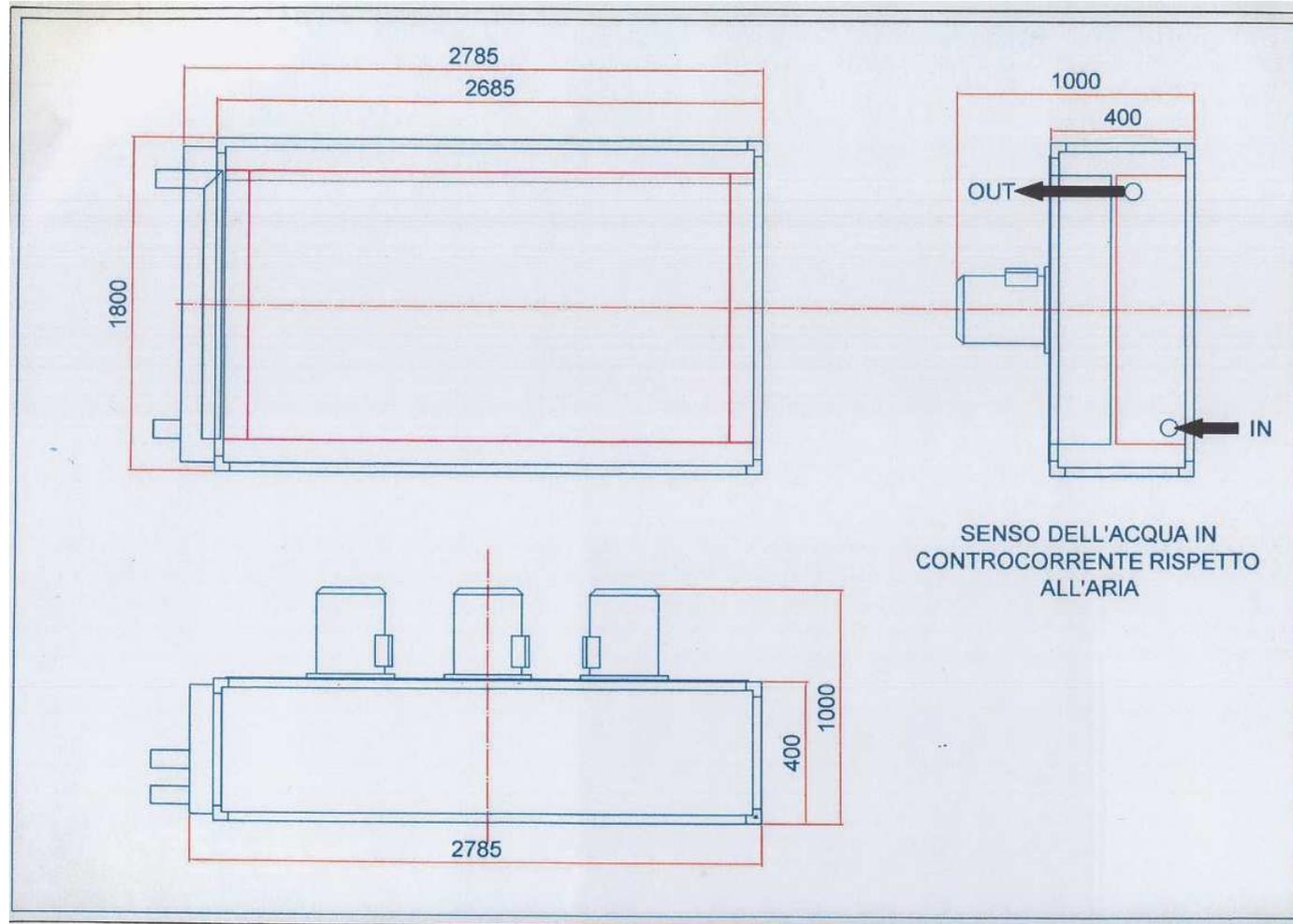
Di seguito sono elencati i disegni alla presente Specifica Tecnica.

1. HE-0101-PI&D Circuito Secondario HELENA





PURCHASER NO PURCHASE NO	2135902174	NK A3	TYPE / BAUREIHE/SERIE / IE CONSTRUCTION	
KSB ORDER NO KSB ORDER NO	8972403135 100		HPH 40-250	
ADD. POS. NO ADD. POS. NO			IDENTIFICATION / BEZEICHNUNG / DESIGNATION	SCALE / MASSSTAB
FILTERATION / INLECKUNG FÄHRERUNG / INLECKUNG	01		GENERAL DRAWING	- 1 -
EXPLO / EXPLOSION			GESAMTZEICHNUNG	
NELV / SCHWEIS / SÖLD			PLAN D'ENSEMBLE	
CALCUL / BEZEICHNUNG				
QUALITY / QUALITÄT				
APPR / BEFREIT	14.05.2013 LAITALFA		NO. / NR.	SHEET-NR. / BLATT-NR.
PREP / BEARBEIT	14.05.2013 WASHAG		UG1446361 CDI 101	153 18018
EU01	DATE / DATUM NAME / NOM		COPYRIGHT / SONTSCHUTZRECHT / PROTECTOR	153 18018
			REF. / TOR / ERS. FÜR / REF. PL. N. / 1010 FROM / ENST. AUS / FALT. A PART	167
				UG1439820

**9.3 AIR COOLER E501 DIMENSIONI**

9.4 P&ID CIRCUITO SECONDARIO HELENA

