

# ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

## GIUNTA ESECUTIVA

### DELIBERAZIONE N. 9567

La Giunta Esecutiva dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, riunita in Roma in data 12 ottobre 2012

- premesso che, in base all'art. 2 del proprio Statuto, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare e delle interazioni fondamentali, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico pertinenti all'attività in tali settori;
- visto il Regolamento per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi, pubblicato nella G.U.R.I. n. 12 del 30 maggio 2006, il quale definisce la disciplina dello svolgimento di attività e prestazioni per conto di terzi tra le quali rientrano, in via esemplificativa, le attività e prestazioni di ricerca, di studio, lavorazioni e trattamenti di materiali, analisi, misurazioni, tarature e prove, consulenza e formazione non rientranti nei compiti istituzionali dell'INFN e caratterizzati dalla prevalenza dell'interesse dei terzi;
- premesso che la SEA S.r.l., società di ingegneria attiva nei settori dell'energia, dell'informatica, dell'organizzazione aziendale, dell'ambiente e della formazione, ha interesse ad utilizzare le competenze e le conoscenze specifiche dell'INFN per svolgere le attività riguardanti lo sviluppo di parti dell'impianto sperimentale, dei sistemi di misura e acquisizione dati, nonché la realizzazione e sistemazione dell'impianto presso adeguati spazi attrezzati per lo svolgimento delle attività sperimentali;
- esaminata la proposta del Direttore dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, formulata con comunicazione del 27 settembre 2012 e relativa alla prestazione, richiesta dalla SEA S.r.l. con nota del 3 agosto 2012, concernente le suddette attività;
- accertata la congruità e la economicità della proposta e verificato che l'esecuzione dell'attività richiesta dalla SEA S.r.l. rispetta i criteri previsti dall'articolo 6.3 del Regolamento per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi;
- vista la proposta del Coordinatore del Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico formulata con comunicazione dell'8 ottobre 2012;
- esaminata la bozza di contratto allegata alla presente deliberazione di cui costituisce parte integrante e sostanziale;

- premesso che l'onere finanziario derivante all'Istituto dallo schema di "Contratto per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi" di cui alla presente deliberazione trova copertura con le assegnazioni ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso per il funzionamento negli esercizi di competenza, e che l'entrata prevista per l'Istituto, pari a euro 94.994,00 (novantaquattromilanovecentonovantaquattro/00) oltre IVA 21%, nonché ulteriori euro 250,00 mensili oltre IVA 21%, e rimborsi per costi del consumo di energia elettrica legati all'utilizzo dell'impianto, quantificati in € 0,22 a kWh, verrà accertata tra le entrate dell'Istituto con successive deliberazioni del Consiglio Direttivo;
- visto l'articolo 7, comma 2 del vigente Regolamento per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi dell'INFN che sottopone le proposte contrattuali per lo svolgimento di attività e prestazioni in conto terzi alla previa approvazione della Giunta Esecutiva;

#### DELIBERA

1. Di approvare la proposta di prestazione conto terzi inviata dal Direttore dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso con la comunicazione del 27 settembre 2012 e indicata in premessa.
2. Di approvare lo schema di "Contratto per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi" tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e SEA S.r.l., allegato alla presente deliberazione, di cui costituisce parte integrante e sostanziale. Il Presidente o persona da lui delegata, è autorizzato a negoziarlo e a sottoscriverlo.
3. Di autorizzare il Presidente ad esercitare i diritti e le facoltà previste dallo schema di contratto di cui al precedente numero 2.

CONTRATTO PER LA PRESTAZIONE DI ATTIVITA' E SERVIZI DI RICERCA E SVILUPPO  
SPERIMENTALE A FAVORE DI TERZI

TRA

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (cod. fisc. 84001850589, P.IVA 04430461006) con sede in Frascati (RM), Via Enrico Fermi n. 40 - 00044, rappresentato dal suo Presidente p.t., Prof. Fernando Ferroni, autorizzato alla stipula del presente atto con deliberazione adottata dalla Giunta Esecutiva in data ..... (in seguito indicato come "INFN")

E

la Società SEA Servizi Energia Ambiente s.r.l. (C.F./P.IVA 01668290669), con sede legale in L'Aquila (AQ), Via Miraflores n. 2 - 67100, rappresentata dal suo Amministratore Unico, Ing. Olivo Ciccarelli (in seguito indicata come "SEA")

PREMESSO CHE

- l'INFN, in base all'art. 2 del proprio Statuto, promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare e delle interazioni fondamentali, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico pertinenti all'attività in tali settori;
- l'INFN, secondo quanto stabilito nel Regolamento per la prestazione di attività e servizi a favore di terzi, pubblicato nella GURI n. 12 del 30 maggio 2006, può svolgere attività e prestazioni di ricerca, di studio, lavorazioni e trattamenti di materiali, analisi, misurazioni, tarature e prove, consulenza e formazione non rientranti nei compiti istituzionali dell'INFN e caratterizzati dalla prevalenza dell'interesse dei terzi;
- la Società SEA è una società attiva nel settore dell'efficienza energetica che ha sviluppato una elevata e specifica tecnologia nell'ambito del recupero di calore a bassa temperatura;
- è interesse della Società utilizzare le competenze e le conoscenze specifiche dell'INFN per un'attività ricerca e sviluppo sperimentale nel campo dello studio delle prestazioni di impianti innovativi basati su micro-turbine per la produzione di energia da calore a bassa temperatura;
- presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare esistono competenze e infrastrutture di ricerca idonee allo svolgimento delle attività richieste dalla Società SEA nel settore anzidetto;

Tanto premesso le suddette Parti stipulano il presente contratto, che concordano di regolare in base alle seguenti pattuizioni e del quale la premessa costituisce parte integrante e sostanziale.

#### Art.1 - OGGETTO

1.1 Con il presente atto la Società SEA affida all'INFN, che accetta, l'incarico di svolgere le attività riguardanti lo sviluppo di parti dell'impianto sperimentale, dei sistemi di misura e acquisizione dati, nonché la realizzazione e sistemazione dell'impianto presso adeguati spazi attrezzati per lo svolgimento delle attività sperimentali come dettagliatamente descritto ai punti 2.2 e 2.3 dell'allegato tecnico.

1.2 L'attività di cui al precedente art. 1.1 verrà svolta secondo il programma esecutivo e nel perseguimento degli obiettivi descritti più precisamente nell'Allegato tecnico al presente Contratto, di cui costituisce parte integrante e sostanziale, ed è considerata conclusa con la consegna di un rapporto tecnico-scientifico da parte del Responsabile INFN al corrispondente Referente della SEA.

#### Art. 2 - RESPONSABILITÀ

2.1 L'INFN affida la responsabilità dell'esecuzione del programma di attività di cui all'articolo 1 al Dott. Dino Franciotti (di seguito indicato come "Responsabile Scientifico") che, in caso di necessità, potrà far ricorso all'assistenza tecnica e professionale di personale individuato con preferenza tra quello già formato sulla tematica in oggetto.

2.2 La Società SEA designa quale proprio referente l'Ing. Gianluca Marcotullio (di seguito indicato come Referente Scientifico), cui è affidata la responsabilità dell'interazione con l'INFN sull'attività di ricerca di cui al presente Contratto.

#### Art. 3 - DURATA

3.1 Il presente Contratto avrà durata annuale, con inizio dalla stipula del Contratto stesso, e si intenderà tacitamente risolto alla sua naturale scadenza, salvo che SEA, almeno due mesi prima della scadenza, ne chiedi la proroga con richiesta scritta e motivata che dovrà pervenire all'altra parte con lettera raccomandata con avviso di ricevimento. La richiesta di proroga per un periodo eccedente i sei mesi è condizionata all'accettazione scritta dell'INFN, entro giorni quindici dal ricevimento della richiesta stessa.

#### ART. 4 - IMPEGNI DELLE PARTI

4.1 Ai fini dello svolgimento delle attività di cui all'art. 1, l'INFN si impegna a:

- a) Mettere a disposizione, per la realizzazione delle attività oggetto del presente contratto, un'area attrezzata all'interno dell'edificio denominato "Laboratorio 2", nell'area dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, e meglio individuato nell'Allegato tecnico;
- b) entro il 31 Dicembre 2012, salvo cause obiettivamente non imputabili all'INFN, portare a termine i lavori di realizzazione dell'impianto secondo il progetto redatto da SEA (allegato al presente contratto), e metterlo in esercizio, nonché compiere le operazioni di supervisione e controllo descritte nell'Allegato tecnico;
- c) dal 2 gennaio 2013, e fino alla scadenza del contratto, a consentire l'accesso ai locali suddetti e l'uso dell'impianto sperimentale al personale SEA;
- d) condurre le attività di sviluppo e progettazione riguardanti le parti del sistema sperimentale specificate nell'Allegato tecnico;
- e) sviluppare e realizzare un sistema di acquisizione e campionamento dei dati, supervisione e controllo dell'impianto sperimentale come descritto nell'Allegato tecnico;

4.2 SEA, per l'esecuzione del programma di ricerca di cui all'art. 1, si impegna a:

- a) Versare all'INFN il corrispettivo e i rimborsi previsti al successivo art. 6;
- b) procedere, senza oneri per l'INFN, allo smantellamento dell'impianto realizzato e alla rimozione delle relative componenti dai locali dell'Istituto. Lo smantellamento e la rimozione dovranno concludersi entro e non oltre 60 gg. dalla richiesta che ne farà per iscritto l'Istituto; in difetto la SEA verserà all'INFN la somma giornaliera di euro 50,00, a titolo di penale per il ritardo.

4.3 INFN e SEA, al fine della migliore realizzazione delle attività di cui al presente Contratto, concordano di interagire, nello spirito della massima collaborazione, con libero, reciproco e puntuale scambio di informazioni, dati sperimentali e campioni, fatti salvi eventuali vincoli di riservatezza già assunti.

#### Art. 5 VARIAZIONI DEL PROGRAMMA DELLE ATTIVITA'

5.1 Nel corso dello svolgimento dei lavori ed in relazione all'evoluzione degli stessi, potranno essere concordati per iscritto, tra le Parti, aggiornamenti al programma previsto dall'Allegato tecnico.

#### Art. 6 - CORRISPETTIVO

6.1 Per l'esecuzione del programma di ricerca di cui all'art. 1 la SEA si impegna a versare all'INFN l'importo complessivo di € 95.210,06 (novantacinquemiladuecentodieci/06) oltre IVA 21%, entro e non oltre giorni 30 dalla firma del contratto, previo invio di regolare fattura da parte dell'INFN.

6.2 A far data dal gennaio 2013, la SEA si impegna, altresì, a versare, ciascun mese, corrispettivi di importo pari ad euro 250,00/mese oltre IVA 21%, nonché a rimborsare i costi del consumo di energia elettrica legati all'utilizzo dell'impianto, quantificati in € 0,22 a kWh.

6.3 Ogni pagamento sarà preceduto dall'invio di regolare fattura da parte dell'INFN con indicazione delle coordinate bancarie di riferimento, e dovrà essere effettuato entro 30 giorni dal ricevimento della fattura stessa.

6.4 In caso di proroga di durata inferiore a sei mesi, la SEA verserà all'INFN, per tale ulteriore periodo, un corrispettivo secondo le modalità e gli importi di cui al precedente punto 6.2. In caso di proroga per un periodo superiore a sei mesi le Parti concorderanno il relativo corrispettivo e la ripartizione dei relativi ed eventuali oneri aggiuntivi.

6.5 Il pagamento del corrispettivo e di ogni ulteriore onere economico derivante dal presente Contratto è dovuto indipendentemente dai risultati dei test di prova effettuati.

#### Art. 7 – DISCIPLINA DELLA PROPRIETA' INTELLETTUALE

7.1 Ciascuna Parte rimarrà esclusiva proprietaria del Know how e della proprietà intellettuale di cui dispone e che impiegherà nello svolgimento delle attività oggetto del presente Contratto.

7.2 I risultati che dovessero derivare dallo svolgimento delle attività oggetto del presente Contratto sono di proprietà esclusiva della Società SEA, che ne consente l'utilizzo all'INFN, esclusivamente nell'ambito delle sue attività istituzionali di ricerca.

#### Art. 8 - PUBBLICAZIONI

8.1 L'INFN potrà liberamente utilizzare i risultati della ricerca, diversi da quelli sottoposti a vincolo

di riservatezza, allo scopo di ricavarne pubblicazioni di carattere scientifico e tesi di laurea, di master o di dottorato. I documenti forniti dalla SEA, gli studi e gli esiti riservati della ricerca, possono essere utilizzati quali materiali per sviluppare tesi di laurea, di master o di dottorato solo previa autorizzazione scritta da parte della stessa SEA.

Nel caso di pubblicazione in ambito tecnico-scientifico dei risultati della ricerca che non siano sottoposti a riservatezza, la SEA si impegna a citare espressamente l'INFN.

8.2 L'INFN non potrà essere citato in sedi diverse da quelle tecnico-scientifiche e comunque non potrà mai essere citato a scopi pubblicitari.

8.3 Ai fini di cui al comma 8.1 del presente articolo, i risultati della ricerca sottoposti a vincolo di riservatezza potranno essere utilizzati dall'Istituto previa comunicazione a mezzo raccomandata a/r alla Committente, salvo che questa, entro e non oltre 15 giorni dal ricevimento della comunicazione, ne vieti, con raccomandata a/r, l'utilizzo.

#### Art. 9 – DISCIPLINA DELLA RISERVATEZZA

9.1 Le Parti considerano di carattere riservato e confidenziale, e come tale non soggetto a divulgazione, diffusione o pubblicazione, qualsiasi informazione, documento, scritto, etc. che ciascuna comunichi all'altra nello svolgimento delle attività di cui al presente contratto e che, all'atto della comunicazione, sia espressamente definita come "riservata", "confidenziale", o simili.

9.2 Il presente Contratto non impone a ciascuna Parte alcun obbligo nei riguardi delle informazioni, ricevute dall'altra Parte, che:

- non siano qualificate come confidenziali (o altra equipollente) al momento della loro comunicazione;
- siano o divengano di pubblico dominio senza propria responsabilità;
- vengano ricevute su base non confidenziale da terzi, i quali abbiano il diritto di rivelare liberamente dette informazioni e non abbiano ricevuto dette informazioni direttamente o indirettamente dalla Parte interessata;
- siano già in suo possesso al tempo della rivelazione da parte dell'altra Parte.

L'esistenza e la data di tale possesso dovrà essere dimostrata con documentazione scritta.

Tale riservatezza cesserà nel caso in cui tali fatti, informazioni, documenti od oggetti siano o divengano di pubblico dominio e comunque cesserà dopo cinque anni dalla scadenza del contratto.



9.3 Le Parti non saranno responsabili di eventuali danni che dovessero derivare dalla trasgressione alle disposizioni del presente articolo qualora provino che detta trasgressione si è verificata nonostante l'uso della normale diligenza in rapporto alle circostanze.

#### Art. 10 – COPERTURE ASSICURATIVE

10.1 Ciascuna parte provvederà alle coperture assicurative per responsabilità civile verso terzi e contro gli infortuni del proprio personale coinvolto nell'esecuzione del presente Contratto, ed è tenuta ad assicurare il rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza e di protezione sui luoghi di lavoro.

10.1 Il personale di entrambe le Parti, compresi eventuali collaboratori esterni delle stesse comunque designati, sarà tenuto, prima dell'accesso nei luoghi di pertinenza delle Parti e sedi di espletamento delle attività, ad acquisire le informazioni riguardanti le misure di sicurezza, prevenzione, protezione e salute, rilasciando all'uopo apposita dichiarazione ed è tenuto al rispetto dei regolamenti sanitari e di sicurezza in vigore presso la Parte ospitante.

#### Art. 11 – CLAUSOLE DI ESONERO DI LIMITAZIONE DI RESPONSABILITA'

11.1 La SEA esonera l'INFN da ogni responsabilità per danni che dovessero derivare a persone e/o cose dall'esecuzione delle attività oggetto del presente Contratto, causati dal proprio personale.

11.2 L'INFN è altresì esonerato da qualsiasi responsabilità connessa al mancato raggiungimento degli obiettivi sperimentali perseguiti dalla SEA ove ciò non dipenda da colpa dell'Istituto.

11.3 Le parti concordano sin d'ora che eventuali azioni di risarcimento danni nei confronti dell'Istituto non potranno comunque avere ad oggetto una pretesa di importo superiore al corrispettivo previsto all'articolo 6.

11.4 Ai sensi dell'art. 1341, comma 2, c.c. la SEA approva espressamente le clausole del presente articolo .....firma.....

#### Art. 12 - RECESSO E RISOLUZIONE

12.1 Le Parti hanno facoltà di recedere dal Contratto mediante raccomandata A.R. da inviare all'altra Parte con preavviso di almeno due mesi. In tal caso la Parte che recede corrisponderà



l'importo delle spese già sostenute e gli impegni assunti fino alla data di ricevimento della comunicazione di recesso. Ai sensi dell'art. 1341, comma 2, c.c. la SEA approva espressamente la clausola di cui al presente comma.....firma.....

12.2 Il mancato adempimento dei pagamenti nei termini previsti dall'art. 6, determina, dal momento dell'inadempimento, la risoluzione del Contratto, ai sensi dell'art. 1456 del codice civile, con obbligo, per la SEA - decorrente dal ventesimo giorno successivo al ricevimento della comunicazione della volontà dell'INFN di avvalersi della clausola risolutiva - di immediata liberazione dei locali di proprietà dell'Istituto.

12.3 Qualora l'Istituto non intenda avvalersi della clausola risolutiva di cui al precedente comma, i corrispettivi il cui pagamento sia in ritardo produrranno interessi di mora nella misura prevista dal d.lgs. 9 ottobre 2000, n. 231.

#### Art. 13 - CONTROVERSIE

13.1 Le Parti, attraverso i rispettivi legali rappresentanti o loro delegati, concordano di definire amichevolmente qualsiasi controversia che dovesse insorgere dall'esecuzione del presente Contratto.

13.2 Nel caso in cui la controversia non venga risolta amichevolmente, sarà competente in via esclusiva il foro di L'Aquila. Ai sensi dell'art. 1341, comma 2, c.c. la SEA approva espressamente la clausola di cui al presente comma.....firma.....

#### Art. 14 - PRIVACY

14.1 Ai sensi del D.Lgs 30 giugno 2003, n. 196, le Parti dichiarano di essere reciprocamente informate che i dati forniti o comunque raccolti, anche verbalmente, in relazione al presente Contratto saranno trattati in modo lecito e secondo correttezza esclusivamente per il raggiungimento delle finalità di cui al presente Contratto, nonché per quelle previste dalla legge e dai regolamenti e connesse alla stipula dello stesso. Le Parti dichiarano, inoltre, di garantire reciprocamente l'esercizio dei diritti di cui all'art. 7 del D.Lgs n. 196/03 e di essere consapevoli che il mancato conferimento dei dati potrà comportare l'impossibilità di dare esecuzione al Contratto. Titolari del trattamento sono le Parti come sopra individuate, denominate e domiciliate.

## Art. 15 – ONERI FISCALI

15.1 Tutti gli oneri fiscali diretti ed indiretti derivanti dal presente Contratto sono a carico della SEA.

15.2 Il presente Contratto è redatto in tre originali ed è soggetto a registrazione solo in caso d'uso ai sensi dell'Art. 1, lettera b), della Tariffa - Parte seconda, annessa al D.P.R. 26/4/1986 N. 131, a cura e spese della Parte richiedente.

.....

**Il Presidente dell'INFN**

**L'Amministratore Unico di  
Società SEA Servizi Energia Ambiente s.r.l.**

## ALLEGATO TECNICO

AL CONTRATTO PER LA PRESTAZIONE DI ATTIVITA' E SERVIZI A FAVORE DI TERZI  
TRA

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (cod. fisc. 84001850589, P.IVA 04430461006) con sede in Frascati (RM), Via Enrico Fermi n. 40 - 00044, rappresentato dal suo Presidente p.t., Prof. ...., autorizzato alla stipula del presente atto con deliberazione adottata dalla Giunta Esecutiva in data ..... (in seguito indicato come "INFN")

E

la Società SEA Servizi Energia Ambiente s.r.l. (C.F./P.IVA 01668290669), con sede legale in L'Aquila (AQ), Via Miraflores n. 2 - 67100 rappresentata dal suo Amministratore Unico, Ing. Olivo Ciccarelli (in seguito indicata come "SEA")

A.T.1

### DESCRIZIONE TECNICA DEL PROGETTO

L'obiettivo di questo progetto di ricerca è la dimostrazione sperimentale di una soluzione tecnologica finalizzata al recupero efficiente di **calore a bassa temperatura per la micro-generazione decentralizzata di energia elettrica**. In particolare questo progetto di ricerca affronta un tema critico negli impianti solari termici, dove una grande quantità di calore viene comunemente dissipata durante la stagione calda a causa della inevitabile coincidenza del picco della radiazione solare con una minore richiesta di calore. Purtroppo, i problemi di surriscaldamento sono particolarmente dannosi proprio per i collettori ad alta efficienza (come i collettori a tubi sottovuoto) a causa delle alte temperature di stagnazione superiori ai 200 °C. Convertire in modo efficiente la radiazione estiva in eccesso in energia elettrica consentirebbe, oltre al beneficio diretto derivante dalla vendita dell'energia, di spostare la convenienza economica del solare termico verso impianti di taglia maggiore, allo stesso tempo controllando le temperature massime raggiungibili e quindi prolungando la vita utile dell'impianto stesso. Oltre al solare termico, altre applicazioni interessanti per questa

tecnologia si possono immaginare nel recupero di calore da cogenerazione, lo sfruttamento dei salti termici nelle sottostazioni di teleriscaldamento, la cogenerazione di piccola o piccolissima taglia attraverso caldaie murali opportunamente modificate, o in generale nel recupero di calore nei processi industriali.

La conversione del calore a bassa temperatura per la produzione di energia è stata spesso studiata, e rappresenta oggi un campo della ricerca e sviluppo particolarmente attivo. In applicazioni di piccola scala si ricorre spesso ai cosiddetti ORC (Organic Rankine Cycle), dove un mezzo organico viene impiegato come fluido di lavoro. L'aumento del numero centrali elettriche geotermiche o a biomasse basate su tecnologia ORC testimonia l'interesse industriale attorno a questa tecnologia [T. Guo et al., Energy, 36, 2011 2639-2649]. Infatti, le caratteristiche degli ORC li rendono particolarmente adatti per applicazioni come il recupero di calore o per sistemi di micro-cogenerazione [A. Schuster et al. Applied Thermal Engineering, 29, 2009 1809-1817].

A partire dai progressi della ricerca scientifica nel campo degli ORC, l'obiettivo del presente studio è quello di testare un sistema di taglia medio-piccola particolarmente adatto all'accoppiamento con impianti solari termici.

#### A.T.1.1. Aspetti innovativi dell'apparecchiatura sperimentale e ambiti di studio

Il sistema progettato da SEA (Figura 1) presenta caratteristiche tecnologiche uniche rispetto allo stato dell'arte, a partire dal prototipo di microturbina, l'uso di un evaporatore flash, e la possibilità di usare sia acqua che liquidi organici.

L'impianto di laboratorio che sarà realizzato è basato su tale progetto ed equipaggiato con tutte le apparecchiature necessarie a svolgere attività sperimentali riguardanti la termodinamica e fluidodinamica del sistema, l'influenza di diversi fluidi e miscele, e tutti gli aspetti legati all'interfaccia tra il ciclo Rankine e fonte di calore.

Gli aspetti innovativi di questo studio rispetto allo stato dell'arte sono diversi, quali:

- l'uso di miscele acqua-fluidi organici come fluido di lavoro sia nell'impianto solare che nel ciclo Rankine.
- l'interfaccia rappresentata dall'evaporatore flash che consente benefici significativi in termini di semplicità di installazione e efficienza complessiva.
- l'espansione di vapori organici nella microturbina progettata per operare con vapore acqueo.

Grazie alle caratteristiche della turbina, che si basa su una ruota di Curtis modificata, l'espansione del fluido avviene interamente nell'ugello producendo un flusso supersonico, mentre le pale dei rotori deviano semplicemente il flusso producendo contemporaneamente lavoro meccanico, si veda Figura 2. Per questo motivo la turbina garantisce una grande flessibilità in termini di rapporto di espansione, natura del fluido e quindi velocità di rotazione, pur avendo un rendimento leggermente inferiore rispetto alle turbine a reazione. La flessibilità in termini di velocità di rotazione è garantita anche da adeguate apparecchiature elettroniche (raddrizzatore ed inverter), che consentono di trasformare opportunamente la corrente alternata prodotta ad alta frequenza prima dell'immissione in rete.

Un importante aspetto che contraddistingue questa tecnologia, è la possibilità di usare miscele acquose di fluidi organici con caratteristiche ottimali in termini di capacità termica, trasmissione del calore, pressione di vapore, ed espansione in turbina. Allo stesso tempo l'impiego di un evaporatore flash, anche riducendo la pressione in ingresso in turbina, consente di utilizzare solo la frazione volatile della miscela. E' importante sottolineare che anche un tasso di evaporazione molto limitato nell'evaporatore flash, pari ad esempio al 2%, permette una diminuzione di temperatura nell'ordine di 10 °C nel circuito caldo, più che sufficiente per gli scopi di raffreddamento. Vista la limitata evaporazione, selezionando opportunamente i componenti della miscela, è possibile ottenere un vapore di composizione significativamente diversa rispetto alla fase liquida, persino un vapore organico partendo da una soluzione acquosa diluita.

Quindi, anche utilizzando una miscela di lavoro costituita da soluzioni acquose diluite, a basso impatto ambientale, non infiammabili, atossiche, e ad alta capacità termica, si può produrre un vapore organico con peso e complessità molecolare maggiore rispetto al vapor d'acqua, e quindi più idoneo per ottenere elevati rendimenti in turbina, come noto dalla letteratura scientifica [J. Harinck et al. Physics of Fluids, 21, 2009, 086101]. D'altra parte attraverso miscele acquose con opportune caratteristiche è possibile abbassare la pressione di vapore del fluido di lavoro, e quindi la pressione statica all'interno della turbina, abbattendo le perdite per ventilazione e per attrito viscoso sulle parti rotanti.

Questo particolare aspetto rappresenta un'innovazione significativa rispetto allo stato dell'arte degli ORC, e un tratto distintivo di questa tecnologia con importanti ricadute applicative.

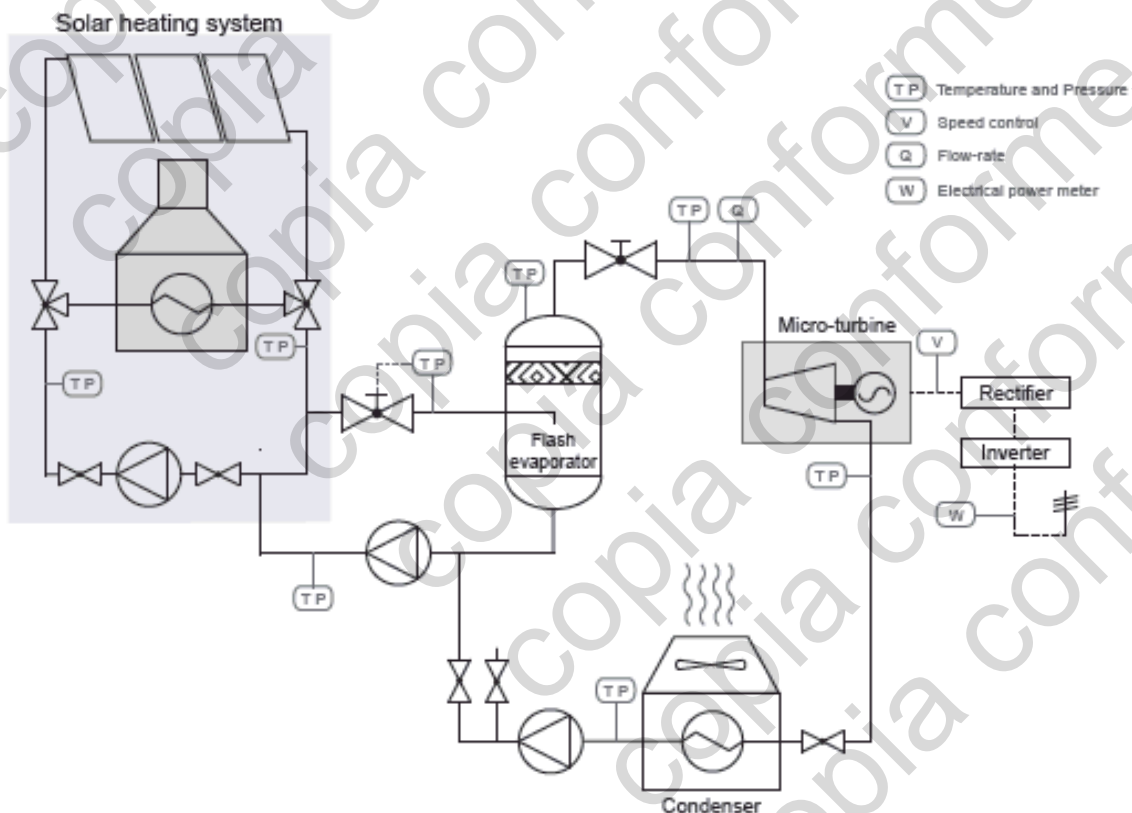


Figura 1 - Schema di funzionamento semplificato dell'impianto di laboratorio

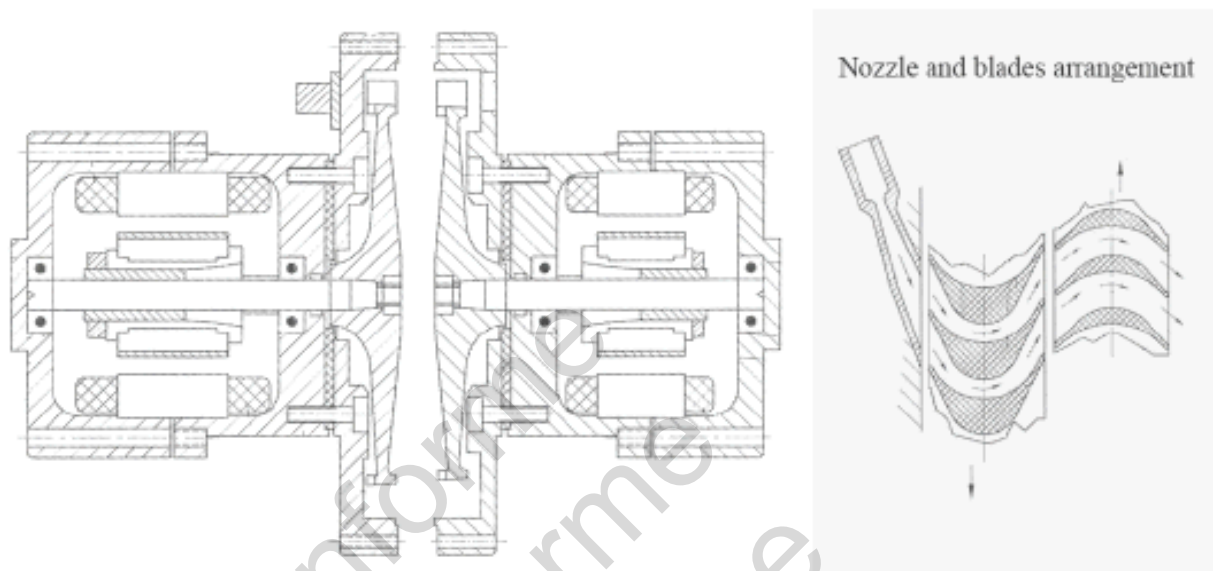


Figura 2 – Sezione della micro-turbina oggetto di brevetto internazionale WO 2009/045103.  
 Dettaglio dell'ugello e delle pale dei rotori.

## A.T.2

### COMPETENZE E ONERI

A.T.2.1. Brevemente si descrivono i requisiti tecnici che INFN dovrà garantire ai fini dello svolgimento del progetto:

- Allestimento di un'adeguata area attrezzata nei locali dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) per l'installazione dell'impianto. L'area è stata individuata in una porzione dei locali dell'edificio denominato "laboratorio 2" all'interno dei LNGS, in località Assergi, L'Aquila.
- accesso alla rete elettrica in bassa tensione per una potenza impegnata di 40 kW.
- accesso alla rete internet (opzionale).
- accesso alla rete idrica.
- collegamento diretto con l'esterno per l'installazione di un'unità esterna di raffreddamento della macchina, o alternativamente accesso a una linea esistente di acqua di raffreddamento.



A.T.2.2. Il contributo di INFN allo sviluppo del progetto consiste nelle attività di seguito descritte:

- Sviluppo e selezione dei materiali della sezione di impianto relativa alla generazione di energia elettrica. In particolare della parte di impianto relativa alla misura della frequenza del segnale elettrico in uscita dai generatori, il trattamento del segnale, la misura della potenza e energia generata, il carico resistivo variabile. La corretta realizzazione di tale porzione d'impianto è funzionale all'attività sperimentale, in primo luogo per lo studio dei parametri prestazionali dell'impianto al variare del carico, oltre che al controllo della velocità di rotazione della turbina in particolare in casi di sovravelocità.
- Ingegnerizzazione e realizzazione del sistema di monitoraggio, controllo e acquisizione dati, installazione interfaccia PLC e postazione di controllo. Il sistema garantisce, oltre al monitoraggio diretto dei parametri principali durante il funzionamento dell'impianto, la registrazione delle letture di tutti i valori significativi ai fini dell'attività sperimentale.

A.T.2.3. Sarà compito di INFN selezionare e dare incarico ad un installatore abilitato per lo svolgimento delle seguenti mansioni:

- Fornitura e installazione di tutte le apparecchiature come da capitolato tecnico. I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, nel rispetto di tutte le normative vigenti e come meglio dettagliato nelle prescrizioni tecniche e negli elaborati del progetto esecutivo fornito da SEA;
- Opere accessorie necessarie alla realizzazione e al funzionamento dell'impianto, quali opere di carpenteria metallica, ancoraggi e connessione dell'impianto alle utenze; connessione della strumentazione al sistema di acquisizione dati.
- Espletamento di tutti gli eventuali obblighi in capo agli installatori in materia di sicurezza e prevenzione nei luoghi di lavoro, prevenzione incendi e collaudo degli impianti termici.

A.T.2.4. Al termine della prima fase del progetto riguardante la realizzazione dell'impianto per una durata prevista di mesi 2 (due), come da art. 3 del contratto, INFN garantirà l'accesso a

SEA all'area sperimentale al fine di condurre attività di ricerca fino alla scadenza del contratto. Nello svolgimento delle suddette attività il personale SEA dovrà attenersi ai regolamenti e agli orari dei LNGS. I consumi di energia elettrica relativi all'utilizzo dell'impianto verranno contabilizzati attraverso adeguata strumentazione di misura installata al quadro generale a servizio dell'impianto e delle apparecchiature accessorie, e fatturati da INFN a SEA con cadenza bimestrale alla tariffa concordata di € 0,22 a kWh, come da art. 6.

A.T.2.5. Sarà competenza di SEA fornire la progettazione esecutiva dell'impianto, redatta a firma di un professionista abilitato e in osservanza di tutte le specifiche tecniche per gli impianti termici in materia di sicurezza e prevenzione del lavoro, completa di tutti gli elaborati necessari alla corretta realizzazione dell'impianto. Il progetto esecutivo sarà corredato da capitolato tecnico necessario a INFN al fine dell'affidamento dei lavori, e del relativo computo metrico estimativo. Sarà inoltre compito di SEA individuare un tecnico abilitato incaricato della direzione dei lavori.

A.T.2.6. Alla scadenza del contratto, e su richiesta di INFN, SEA si farà carico dello smantellamento dell'impianto e della rimozione delle apparecchiature dai locali INFN.

A.T.2.7. La progettazione, la direzione dei lavori, e lo smantellamento e rimozione delle apparecchiature a fine contratto, di cui ai punti A.T.2.5 e A.T.2.6., non comporteranno ulteriori oneri per INFN rispetto al corrispettivo di cui all'art. 6.

A.T.3

QUADRO ECONOMICO (come da file Excel allegato)

A.T.4

PROGETTO ESECUTIVO (elaborati grafici + capitolato tecnico)

**QUADRO ECONOMICO (rev. 1.1)**

<i>cdc</i>	<i>descrizione</i>	<i>quantità</i>	<i>C.Com.</i>
1	ONERI AMMINISTRATIVI		€ 5.914,85
2	ONERI STRUMENTALI		€ 750,00
3	COSTI MECCANICA IMPIANTO		€ 40.593,70
4	COSTI SISTEMA DI CONTROLLO		€ 21.924,00
	<b>Sub Totale 1</b>		<b>€ 69.182,55</b>
	Spese Generali	15,00%	€ 10.377,38
	Sub Totale 1 + Spese Generali		€ 79.559,93
	Utile	20,00%	€ 15.911,99
	<b>Totale 1</b>		<b>€ 95.471,92</b>