

# **RELAZIONE SULLA PERFORMANCE 2014**

## **CONSUNTIVO DELLE UNITÀ TECNICHE**

### **RISULTATI RAGGIUNTI**



PERFORMANCE  
VALUTAZIONE DELLA  
SISTEMA DELLA

**Giugno 2015**

## INDICE

|                |     |
|----------------|-----|
| PREMESSA ..... | 1   |
| IRP .....      | 2   |
| UPRSE.....     | 6   |
| UTA .....      | 9   |
| UTAGRI .....   | 11  |
| UTAPRAD .....  | 15  |
| UTBIORAD ..... | 21  |
| UTEE.....      | 25  |
| UTFISSM.....   | 28  |
| UTFISST.....   | 32  |
| UTFUS .....    | 37  |
| UTICT.....     | 41  |
| UTIS .....     | 46  |
| UTMAR .....    | 52  |
| UTMEA .....    | 55  |
| METR.....      | 58  |
| UTPRA.....     | 60  |
| UTRINN .....   | 67  |
| UTSISM .....   | 73  |
| UTT.....       | 76  |
| UTTAMB.....    | 79  |
| UTTEI.....     | 85  |
| UTTMAT .....   | 93  |
| UTTMATB.....   | 99  |
| UTTMATF.....   | 102 |
| UTTP .....     | 105 |
| UTTRI.....     | 112 |
| UTTS.....      | 121 |
| UTVALAMB.....  | 125 |

## PREMESSA

La Relazione sulla performance 2014 è corredata di questo Allegato che ha lo scopo di dare una visione completa delle Unità programmatiche dell'ENEA - all'interno delle quali vengono svolte le attività di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile.

È attraverso le Unità Tecniche che l'ENEA risponde al proprio mandato istitutivo, mettendo a disposizione del sistema Paese le competenze multidisciplinari e la grande esperienza nella gestione di progetti complessi andate consolidandosi nel corso degli anni.

Per ciascuna Unità Tecnica, viene dedicata una scheda descrittiva in cui vengono evidenziati il posizionamento strategico e mission, le principali attività svolte, i risultati conseguiti in termini di prodotti e servizi, i principali interlocutori nazionali e internazionali, le ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale.

Per le Unità tecniche che hanno partecipato alla sperimentazione sulla performance, le relative schede sono state riproposte nel testo della Relazione con ulteriori informazioni di dettaglio che integrano le schede obiettivi strategici con le misurazioni degli indicatori a consuntivo nel 2014.

## IRP

### ISTITUTO DI RADIOPROTEZIONE

**Responsabile: Elena Fantuzzi**

**RISORSE:**     a) Entrate da *Prestazioni di Servizi avanzati al Paese*     **1.129649,17 €**  
                  b) Risorse umane disponibili                                 **66,31 persone/anno**

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi***

L'Istituto di Radioprotezione (IRP) assicura la sorveglianza di radioprotezione ai sensi di legge per tutte le attività ENEA con rischi da radiazioni ionizzanti, inclusi gli impianti nucleari di ricerca. Fornisce servizi tecnici avanzati e svolge attività di ricerca e sviluppo, nonché di formazione nel campo della radioprotezione.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Per le attività ai sensi di legge per conto dell'ENEA assicura il supporto ai Datori di Lavoro per la predisposizione delle istanze autorizzative e/o per qualsiasi altro disposto di legge. Garantisce, inoltre, attraverso i propri Laboratori: il monitoraggio individuale di tutto il personale esposto per esposizione esterna e contaminazione interna, il monitoraggio degli ambienti di lavoro, inclusa l'esposizione ai radionuclidi naturali (i.e. radon) *ex lege*, nonché, a cura degli Esperti Qualificati, l'aggiornamento della documentazione di radioprotezione individuale e dei registri di radioprotezione e le valutazioni periodiche di dose. Nei Centri di Casaccia, Saluggia e Trisaia è garantito anche il monitoraggio ambientale della radioattività dei siti ENEA (comprensivi degli impianti in gestione a SOGIN e Nucleco). Nel Centro di Casaccia è garantita la gestione dell'emergenza nucleare per le azioni e valutazioni di radioprotezione.

Le attività di ricerca e sviluppo sono rivolte principalmente alla dosimetria individuale, al monitoraggio dei radionuclidi naturali, alla messa a punto di nuove tecniche di misura radiometrica per matrici complesse e/o specifici radionuclidi nonché alle valutazioni di radioprotezione per grandi acceleratori per la fusione nucleare e applicazioni sanitarie.

Infine, l'Istituto partecipa a tutte le iniziative internazionali di interconfronto e verifica di prestazione per qualificare e validare tutte le procedure di misura alla base dei servizi tecnici forniti.

### RISULTATI CONSEGUITI

Le *attività istituzionali* di legge sono state svolte in ottemperanza alla normativa nazionale nonché alle prescrizioni specifiche per le 53 pratiche con radiazioni ionizzanti in 9 Centri ENEA (di cui 3 Impianti nucleari ex capo VII, 6 Nulla Osta di Categoria A, 15 Nulla Osta di Categoria B, 23 Comunicazioni di pratica, 6 in via di definizione) sulla base delle priorità e degli obiettivi delle Unità.

*Tecniche e Direzioni di Centro che si avvalgono dell'Istituto.*

È stata assicurata la sorveglianza di radioprotezione individuale per oltre 300 lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti dell'ENEA, per i quali è stata anche fornita la formazione specifica *ex lege* in tutti i Centri ENEA.

A supporto alla Direzione di Centro Casaccia ed all'Esercente ENEA è stata garantita la gestione dell'emergenza nucleare e la formazione delle squadre ad essa dedicata per gli aspetti di radioprotezione e, presso il tavolo della Prefettura di Roma, per la revisione del Piano di Emergenza Esterna del CR Casaccia.

Per le attività di smantellamento dell'Impianto RB3 di Bologna-Montecuccolino, oltre alla sorveglianza fisica di radioprotezione, è stata fornito supporto alla Direzione del CR Bologna, delegata dal vertice dell'Agenzia come titolare della autorizzazione di smantellamento, per la verifica delle condizioni di rilascio dei materiali e per il piano di caratterizzazione dell'edificio ai fini del rilascio definitivo, sottoposto all'approvazione da parte ISPRA,.

In relazione a progetti in corso presso il CR Frascati (UTAPRAD), è stata completata la progettazione radioprotezionistica della prima sezione di sviluppo del progetto TOP-IMPLART da realizzare presso il CR Frascati ed effettuata la prima valutazione, finalizzata alla sicurezza radiologica in caso di incendio, per le installazioni fisse del progetto EDEN.

Nell'ambito delle *attività di ricerca* in dosimetria esterna è stato sviluppato un nuovo dosimetro per il cristallino con performance di misura adeguate alle nuove raccomandazioni attraverso simulazioni Monte Carlo specifiche per l'ottimizzazione della risposta accompagnate da prove di laboratorio per la caratterizzazione dei rivelatori, test in campo presso Aziende Ospedaliere, e da una indagine di fattibilità per la produzione e commercializzazione del nuovo dosimetro. Il prototipo verrà presentato all'International Conference on Individual Monitoring of Ionising Radiation (IM2015). Nel campo della dosimetria neutronica si è concluso lo studio per la messa a punto di un nuovo sistema di lettura per rivelatori a tracce con migliori prestazioni di analisi di immagine, anch'esso presentato a Im2015. Nel campo delle tecniche radiometriche, sono state messe a punto ed implementate nuove tecniche di analisi, per uranio e transuranici, per la caratterizzazione radiologica di matrici complesse finalizzata al *decommissioning* ed alla sorveglianza ambientale.

Ottimi risultati sono stati ottenuti nelle partecipazioni ad interconfronti: per misure di radiotossicologia sia per attività di routine (PROCORAD) che in situazioni emergenziali (EURADOS), di misura diretta della contaminazione interna (IRSN), di radioattività in matrici ambientali (ALMERA e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - ISPRA), di concentrazione del radon in aria (HPE-UK; BfS-Germania), di dosimetria personale esterna per fotoni per dosimetria ambientale e per la dose al cristallino (EURADOS).

Ciò ha permesso di dare evidenza nuovamente della qualità ed affidabilità dei servizi forniti.

I *servizi avanzati di radioprotezione* forniti all' Utenza esterna sono stati molto numerosi (decine di migliaia di misure eseguite). I servizi forniti sono stati prevalentemente di: dosimetria esterna, monitoraggio di contaminazione interna (*in vivo*), misure di

radiotossicologia, misure radiometriche in campioni di varia natura, misure di concentrazione radon in aria e calibrazione di strumentazione. Particolare rilevanza hanno assunto le forniture di misure di caratterizzazione legate al decommissioning di impianti nucleari.

Le competenze multi-disciplinari inerenti il monitoraggio e misura della radioattività hanno consentito di ricoprire il ruolo di Ente Terzo, rispetto alle Autorità vigilanti e di riferimento nazionale, nelle attività di decommissioning della piscina del reattore Galileo Galilei svolte dal CISAM. In tale veste IRP ha avuto l'incarico di provvedere alla redazione e alla realizzazione operativa dei piani di monitoraggio ambientale sia interno che esterno (sito di rilascio delle acque trattate della piscina), nonché di caratterizzazione radiologiche delle acque trattate e dei rifiuti metallici ai fini del loro allontanamento.

Anche nel 2014, nel campo del monitoraggio del radon, le attività si sono suddivise tra attività di Servizio ed azioni volte al mantenimento della qualità della misurazione del radon.

Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

Per svolgere la propria funzione, l'Istituto è in costante rapporto e confronto con la realtà internazionale nell'ambito di comitati, commissioni e gruppi di lavoro delle seguenti organizzazioni: *EURADOS* (European Radiation Dosimetry group di cui è membro votante e a chi aderiscono i principali istituti "omologhi" europei), *ICRU* (International Commission on Radiation Units and Measurements), *CRPPH* (Committee on Radiation Protection and Public Health) della *NEA* (OCSE) oltre che i principali enti di normazione tecnica internazionale ISO e IEC.

È membro della rete di Laboratori ALMERA, istituita da IAEA ed a cui aderiscono su mandato governativo laboratori fra i più accreditati a livello internazionale nel campo del monitoraggio della radioattività ambientale.

È inoltre membro del consiglio scientifico di PROCORAD, associazione privata cui aderiscono i principali laboratori a livello internazionale nel campo delle misure radiotossicologiche.

È consulente tecnico-scientifico del Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, per tutti gli aspetti radioprotezionistici, inclusa formazione del personale, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare.

In relazione alla normativa tecnica nazionale, presiede la Sottocommissione 2 *Protezione dalle radiazioni* della Commissione tecnica *Tecnologie nucleari e radioprotezione* dell'UNI e in questo ambito coordina rappresentanti di altre organizzazioni nazionali (ISPRA, ARPA regionali, ANPEQ, AIRP, AIFM, INFN, SOGIN, VVFF) e private (Ametek, Unsider, Atlaservice) per la redazione ed il recepimento della normativa tecnica internazionale a livello italiano.

Collabora all'attività di divulgazione scientifica e di organizzazione di eventi congressuali svolta dall'Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP) con membri attivi all'interno del consiglio direttivo e con la corrispondente associazione internazionale (IRPA: International Radiation Protection Association).

I principali interlocutori ed utenti dei servizi tecnici avanzati sono NUCLECO, SOGIN, ISPRA, Eni oltre a varie aziende ospedaliere, enti di ricerca (ISS, CNR, INFN), industrie ed aziende private.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La messa a punto di nuove tecniche, come quelle rivolte alle attività di smantellamento di impianti nucleari, permettono di acquisire nuove commesse esterne e di ampliare a nuove applicazioni le potenzialità dei servizi tecnici avanzati forniti dall'ENEA.

## UPRSE

### UNITÀ PROGETTO RICERCA SISTEMA ELETTRICO

**Responsabile: Vincenzo Porpiglia**

|                 |  |                        |
|-----------------|--|------------------------|
| <b>RISORSE:</b> | a) Entrate da attività di ricerca (cap. 010) | <b>18.518.009,49 €</b> |
|                 | b) Risorse umane disponibili                 | 7,5 persone/anno       |

Le entrate provengono dall'Accordo di programma con il MiSE articolato in 13 progetti di ricerca svolti da 12 Unità tecniche con l'impegno di circa 500 ricercatori.

#### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREE PRIORITARIE DI INTERVENTO:** *Sostenibilità del sistema energetico, Energia per il futuro*

L'Unità Progetto Ricerca Sistema Elettrico (UPRSE) coordina i progetti di ricerca ENEA inseriti nell'Accordo di Programma con il Ministero dello Sviluppo Economico sulla Ricerca di Sistema Elettrico nazionale (RdS).

I progetti riguardano la razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica, lo sviluppo e diffusione di fonti rinnovabili, la produzione di energia elettrica.

Lo sviluppo delle attività avviene attraverso la gestione dei Piani Annuali di Realizzazione (PAR) inquadrati all'interno dei Piani triennali della ricerca definiti dal MSE e coinvolge oltre 500 ricercatori presso 12 Unità Tecniche afferenti ai centri di ricerca di Casaccia, Frascati, Bologna, Brasimone, Saluggia, Ispra, Portici e Trisaia.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le principali funzioni e i compiti svolti dall'Unità possono essere sintetizzati nei seguenti obiettivi strategici:

- Partecipazione con MSE e CERSE (Comitato di Esperti per la Ricerca di Sistema Elettrico) alla definizione dei Piani Triennale per la ricerca nell'ambito del sistema elettrico nazionale.
- Elaborazione, insieme con le unità tecniche coinvolte e sulla base degli indirizzi del Vertice dell'Agenzia, dei Piani Annuali di Realizzazione (PAR), definendo le attività da svolgere e le risorse da impegnare e la partecipazione di altri soggetti interessati: società partecipate da ENEA, Università o altri centri di ricerca leader nelle tematiche di ricerca individuate.
- Coordinamento dello svolgimento delle attività di ricerca presso le Unità Tecniche dell'Agenzia, le consociate, le Università ed i centri di ricerca coinvolti.
- Diffusione dei risultati delle attività di ricerca di sistema elettrico.

Nell'ambito dell'attuale Accordo di Programma ENEA-MSE 2012-2014, l'Unità coordina lo svolgimento da parte delle Unità Tecniche coinvolte, dei seguenti 13 progetti di ricerca suddivisi nelle due aree prioritarie di intervento:



*Area prioritaria Sostenibilità del sistema energetico:*

1. Sistemi avanzati di accumulo dell'energia
2. Sviluppo di sistemi per la produzione di energia elettrica da biomasse e l'*upgrading* di biocombustibili
3. Energia elettrica da solare fotovoltaico
4. Energia elettrica da solare termodinamico
5. Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal moto ondoso
6. Cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> prodotta da combustibili fossili
7. Risparmio di energia elettrica nei settori civile, industriale e servizi
8. Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico
9. Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione
10. Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità

*Area prioritaria Energia per il futuro:*

11. Attività di Fisica della Fusione complementari ad ITER
12. Sviluppo di competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare
13. Collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione

Per i dettagli sulle attività che si svolgono all'interno dei 13 progetti si rimanda alle schede delle Unità Tecniche di competenza.

**RISULTATI CONSEGUITI**

Nel corso del 2014 sono stati conseguiti i risultati seguenti:

- Elaborazione del Piano Annuale di Realizzazione delle attività di ricerca e redazione della documentazione specifica richiesta dagli esperti esterni nominati dal CERSE/AEEG per l'approvazione.
- Consuntivazione tecnica/economica delle attività svolte all'interno delle 13 linee progettuali, come previsto per ogni annualità dei piani triennali.
- Produzione della documentazione contrattuale relativa agli accordi di collaborazione con i cobeneficiari (Università e società partecipate).
- Acquisizione da parte delle Unità tecniche e verifica dei 13 rapporti tecnici redatti per ogni linea progettuale, contenenti in dettaglio la descrizione delle attività svolte e dei prodotti ottenuti per ogni singolo *deliverable* del progetto.
- Redazione di rapporti tecnici di sintesi per ogni linea progettuale.
- Organizzazione di eventi come workshop e seminari su tematiche di ricerca specifiche e pianificazione del convegno annuale di presentazione di tutti i risultati ottenuti nell'ambito dell'annualità svolta.
- Preparazione di materiale tecnico informativo destinato a vari target di riferimento, beneficiari finali delle attività (Sistema delle imprese, professionisti ecc.) nonché al grande pubblico.
- Elaborazione del materiale tecnico informativo pubblicato sul sito web ENEA della Ricerca di Sistema Elettrico.

- Pubblicazione del libro “Accordo di Programma MSE-ENEA 2012-14. Risultati del secondo anno di attività”.
- Pubblicazione della minuta “Accordo di Programma MSE-ENEA 2012-14. Sintesi dei risultati del secondo anno di attività”.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Nella fase di approvazione dei Piani (triennali ed annuali) e di consuntivazione delle attività svolte l'Unità si interfaccia con la Direzione generale per l'energia nucleare, le energie rinnovabili e l'efficienza energetica del MSE, con la Cassa Conguaglio per il Settore Elettrico (CCSE), che svolge la funzione di segreteria operativa dell'Accordo di Programma, con l'AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) nelle sue funzioni di CERSE e con gli esperti indipendenti incaricati per le valutazioni.

Coordinamento con CNR e RSE su alcune tematiche di ricerca (accumulo elettrico, correnti marine, efficienza negli usi finali).

Coordinamento della partecipazione allo sviluppo delle attività della società partecipata Sotacarbo e delle principali Università italiane. Per ogni annualità vengono coinvolti circa 27 Atenei di tutto il territorio attraverso i 44 dipartimenti a loro afferenti ed il consorzio interuniversitario CIRTEN (quest'ultimo per le attività sul nucleare da fissione).

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le ricadute economiche e tecnologiche interessano tutte le Unità Tecniche ENEA coinvolte nelle attività dell'Accordo di Programma. Le ricadute tecnologiche riguardano in generale tutti gli aspetti dell'innovazione tecnologica di potenziale interesse per lo sviluppo del settore elettrico; le ricadute industriali sono diversificate in base alla tipologia di attività considerata, ma principalmente riguardano la possibilità, da parte del sistema industriale, di poter acquisire ed implementare le tecnologie, i materiali e gli impianti dimostrativi sviluppati nell'ambito delle ricerche svolte.

## UTA

### UNITÀ TECNICA ANTARTIDE

**Responsabile: Vincenzo Cincotti**

|                 |  |                     |
|-----------------|--|---------------------|
| <b>RISORSE:</b> | a) Entrate da attività di ricerca (cap. 010) | <b>19.828.603 €</b> |
|                 | b) Risorse umane disponibili                 | 39,91 persone/anno  |

Le entrate provengono per dal Contributo dello Stato per la realizzazione di Grandi Progetti (cap. 009) per 17.883.275 €.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO:** *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide del MIUR.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE/PROGRAMMI IN CORSO

Con il Decreto Interministeriale MIUR-MISE del 30 settembre 2010, è stato affidato all'ENEA il compito relativo all'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide che, sulla base del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), comprende le azioni tecniche, logistiche e la responsabilità dell'organizzazione nelle zone operative, nonché la programmazione, costruzione e gestione degli interventi, l'approvvigionamento di materiali e servizi, la manutenzione degli impianti e degli strumenti installati presso le Stazioni Antartiche italiane. A noi inoltre fanno affidamento per la loro realizzazione operativa tutti i progetti scientifici in Antartide finanziati dal PNRA.

### RISULTATI CONSEGUITI

È stata realizzata la XXX Spedizione italiana in Antartide, in attuazione di quanto previsto nel Programma Esecutivo Annuale (PEA 2014) del PNRA, con una partecipazione complessiva di personale logistico e scientifico pari a circa 170 unità. Sono state mantenute efficienti e funzionali le due basi antartiche italiane, una stagionale estiva (Stazione Mario Zucchelli) ed una permanente (la stazione italo-francese Concordia). Si è inoltre fornito tutto il supporto necessario alla realizzazione dei 28 progetti di ricerca del PNRA che hanno svolto attività in Antartide.

### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Il PNRA è un programma scientifico del MIUR che coinvolge direttamente, oltre all'ENEA, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), la Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide (CSNA) e Università ed Enti di ricerca nazionali (INGV, OGS, ISPRA). La gestione della base antartica permanente Concordia avviene in collaborazione strettissima con l'Istituto Polare francese (IPEV), con il quale annualmente si concordano e realizzano le attività logistiche e scientifiche in base. Inoltre, le attività logistiche in Antartide sono frequentemente realizzate in collaborazione con altri Programmi antartici stranieri, attraverso i rispettivi organismi attuatori. Nel corso della XXX 42

Spedizione del PNRA sono stati stretti accordi con i Programmi polari statunitense (NSF), coreano (KOPRI), neozelandese (AntNZ), australiano (ADD), cinese (CAA), inglese (BAS) e tedesco (BGR).

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

L'Antartide è caratterizzato da condizioni climatiche estreme (vento e temperatura) che lo rendono un sito particolarmente adatto a test di nuove tecnologie e studi sul comportamento umano. Lo sfruttamento di queste potenzialità e delle loro ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale (principalmente PMI e programmi spaziali) è ancora all'inizio ma appare molto promettente.

## UTAGRI

### UNITÀ TECNICA SVILUPPO SOSTENIBILE ED INNOVAZIONE DEL SISTEMA AGROINDUSTRIALE

**Responsabile: Massimo Iannetta**

|                 |  |                    |
|-----------------|--|--------------------|
| <b>RISORSE:</b> | a) Entrate da attività di ricerca (cap. 010) | <b>2.066.568 €</b> |
|                 | b) Risorse umane disponibili                 | 86,20 persone/anno |

Le entrate provengono per dai programmi nazionali per 1.594.247 € e 327.929 € dai programmi europei.

#### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

##### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-industriale (UTAGRI) persegue obiettivi di innovazione del sistema produttivo Agro-industriale nazionale per ottenere prodotti alimentari competitivi con processi più sostenibili e più efficienti in termini energetici. Si valorizza il prodotto agro-alimentare *made in Italy* operando lungo tutta la filiera con competenze trasversali, attraverso dotazioni infrastrutturali e strumentali e piattaforme tecnologiche e di servizio. Il contributo dell'Unità è duplice: 1. creare nuova conoscenza e 2. metterne a frutto i risultati, ovvero realizzare un sistema vitale e dinamico con le imprese del settore agro-alimentare.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività dell'Unità si caratterizzano per l'approccio multisettoriale su agricoltura, ambiente, industria e multidisciplinare per l'innovazione tecnologica, la sostenibilità ambientale e l'efficienza energetica. Tale approccio consente di coniugare la promozione dello sviluppo industriale e della competitività delle produzioni alimentari con la gestione sostenibile degli agro-ecosistemi, le azioni a sostegno della salute e della sicurezza dei consumatori. Le attività dell'Unità sono concentrate sulle diverse fasi della filiera agroindustriale: produzione, protezione, trasformazione, diagnostica, packaging, conservazione, logistica e consumo, e sono orientate al raggiungimento di 2 obiettivi strategici:

1. Qualità, sicurezza, tracciabilità e sostenibilità delle produzioni agro-alimentari
2. Servizi Avanzati per l'Agroindustria - trasferimento tecnologico

Il primo viene perseguito attraverso attività di ricerca di punta nelle aree di competenza: biotecnologie verdi, innovazione agro-industriale, gestione sostenibile degli agro-ecosistemi, qualità delle misure chimiche e biologiche per la sicurezza e la tracciabilità delle produzioni agroalimentari. Più nel dettaglio, le attività sono finalizzate alla **diversificazione e selezione di specie vegetali** per l'ottenimento di materie prime e prodotti agroalimentari ad alto valore biologico; allo sviluppo, sperimentazione e trasferimento di **tecnologie e metodologie innovative di produzione**, protezione e conservazione a basso input energetico; alla messa a punto ed applicazione di **tools, tecniche e metodologie a supporto della diagnostica molecolare**, microbiologica e chimico-fisica e della rintracciabilità di materie prime e prodotti agroalimentari.

Il secondo obiettivo viene perseguito attraverso il **Centro Servizi Avanzati per l'Agro-industria** (CSAgri), che affianca da una parte le imprese del settore agro-alimentare, dall'altra le amministrazioni sul territorio per raccogliere le più attuali sfide sociali, legate alla sostenibilità ambientale ed energetica. 44

UTAGRI è coinvolta in programmi e progetti regionali, nazionali ed europei con attività fortemente legate alla *vision* della nuova programmazione europea di Horizon 2020, della Piattaforma Tecnologica Europea *Food for Life* e del Cluster Tecnologico Nazionale *AgriFood*, di cui condivide la leadership a livello nazionale. Il partenariato pubblico-privato delle suddette attività favorisce il perseguimento degli obiettivi strategici descritti. In particolare le attività svolte afferiscono ai seguenti programmi finanziati:

- UE (Horizon2020-KIC FoodBest, FP7, MED, ENPI-CBC MED, LIFE+, IEE, FACCE-JPI, CIP ECO-Innovation, EMRP)
- NATO (Science for Peace and Security)
- IAEA (Peaceful use of Nuclear Energy)
- MiSE (Industria 2015, EUROTRANS-BIO)
- MiUR (Smart Cities, Cluster, Distretti & Laboratori, PON, EUROSTARS)
- MiPAAF (Ricerca avanzata sistema agricolo)
- MAE (Progetti congiunti)
- MiSal (Ricerca finalizzata)
- MATTM (Life)
- Programmi Operativi Regionali (Basilicata, Puglia, Sardegna, Umbria, Marche)

#### RISULTATI CONSEGUITI

Nell'ambito dell'Obiettivo Strategico 1 *Qualità, sicurezza, tracciabilità e sostenibilità delle produzioni agro-alimentari*:

- a. 4 Varietà registrate: 1 lupino e 1 triticale brevettati, 1 triticale, 1 segale e 1 cartamo in registrazione.
- b. 28 pubblicazioni scientifiche con Impact Factor (I.F.) su rivista internazionale o nazionale.

Nell'ambito dell'Obiettivo Strategico 2 *Servizi Avanzati per l'Agroindustria - trasferimento tecnologico*:

7 contratti del Centro Servizi Avanzati per l'Agroindustria (CSAgri) di UTAGRI con imprese ed amministrazioni.

I contratti sono relativi a vari ambiti, dalle tecnologie separative per il recupero e la valorizzazione degli scarti e reflui delle filiere agroalimentari al sequenziamento dei genomi e al miglioramento genetico, dal controllo delle specie invasive alle biotecnologie entomologiche.

#### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Le attività di UTAGRI vengono svolte in collaborazione con le Università, i principali enti di ricerca nazionali (CNR, CRA, ISPRA, INEA, PTP, Fondazione Mach, ecc.) ed internazionali (Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), FR, University of California, Berkeley (USA), Center for the Analysis of Sustainable Agro-ecological Systems (USA),

National Authority for Scientific Research 45 (RO), Netherlands Organisation for Scientific Research, ecc.), organizzazioni di rappresentanza delle imprese (Federalimentari, Confagricoltura, Food&DrinkEurope, ecc.) e le imprese stesse.

Alcune attività vedono il coinvolgimento di:

Società partecipate ENEA

- Consorzio IN.BIO che ha il compito di promuovere presso i Centri di Ricerca dell'Agenzia la creazione di incubatori di imprese innovative (spin-off e start-up);
- Il Consorzio TeRN , finalizzato alla realizzazione del distretto tecnologico sui rischi naturali in Regione Basilicata;

Spin-off e Start up

- Ylichron, società che progetta e realizza sistemi elettronici e informatici ad alte prestazioni;
- Genelab, società che offre servizi specialistici nel settore della separazione e filtrazione a membrana per trattamento dei reflui agro-alimentari.

Oltre alle reti pubblico-private della Piattaforma Tecnologica Europea Food for Life, del Cluster Tecnologico Nazionale AgriFood e della KIK FoodBest, le attività UTAGRI fanno riferimento alle reti di infrastrutture internazionali di ricerca AnaEE (Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems), CASAS (Center for the Analysis of Sustainable Agro-ecological Systems), FACCE JPI (The Joint Research Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change), LifeWatch (E-Science European Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem research), ecc.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Con Disposizione Commissariale ENEA del 19 giugno 2012 è stato costituito il Centro Servizi Avanzati per l'Agroindustria (CSAgri) nell'ambito di UTAGRI, con le seguenti finalità:

- Favorire l'investimento in R&S da parte delle Imprese (ricerca collaborative e sostegno alla domanda di innovazione delle imprese) attraverso il Credito d'imposta su spese in ricerca e sviluppo (2014-16), istituito con "Decreto Legge 13.12.2013", a favore delle imprese che svolgono attività di ricerca e sviluppo con Università e/o Enti pubblici di ricerca o Organismi di Ricerca;
- Creazione di nuove imprese innovative (Decreto Crescita 2.0 del 2012 F. Garanzia): spin-off, start up e incubatori certificati a partire da idee innovative, miglioramento della competitività di impresa, creazione di nuove imprese di interesse della Pubblica Amministrazione;
- Attivazione di Reti di impresa e networking interregionale e transnazionale per la creazione di un sistema di collaborazione permanente tra imprese e tra imprese e operatori della ricerca attraverso partenariati nazionali ed esteri, cluster pubblico-privati per attività integrata di business/research;
- Partecipazione delle Imprese a bandi nazionali ed europei per incrementare la partecipazione delle Imprese a progetti di R&ST e di TT tramite interventi di informazione, formazione e assistenza a livello locale e internazionale.

I risultati sono legati ai contratti in corso del 2014 sia con imprese del settore agroalimentare che con ditte sementiere per la moltiplicazione e la commercializzazione in Italia e all'estero di varietà vegetali, oggetto di brevetto ENEA.



## UTAPRAD

### UNITÀ TECNICA SVILUPPO DI APPLICAZIONI DELLE RADIAZIONI

Responsabile: Dott.ssa Roberta Fantoni

**RISORSE:** a) *Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche* **3.024.384 €**

b) *Risorse umane disponibili* **90,42 persone/anno**

Le entrate provengono per dai programmi nazionali per 2.095.492 €, 400.267 € dai programmi europei, 528.054 € da prestazioni di ricerca. Altri finanziamenti provengono da commesse interne assegnate da altre Unità tecniche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO:** Competitività dei sistemi produttivi

L'Unità Tecnica Sviluppo di Applicazioni delle Radiazioni (UTAPRAD) svolge attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico, attraverso l'implementazione di tecnologie per l'applicazione delle radiazioni ionizzanti e non, lo sviluppo di acceleratori di particelle e di sistemi, microcomponenti e nanostrutture per optoelettronica e fotonica, curando anche la modellistica matematica dei fenomeni fisici alla base dello sviluppo tecnologico perseguito.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Nel corso del 2014 l'Unità ha orientato la propria azione secondo sei linee di attività principali, sviluppando metodologie e tecnologie abilitanti finalizzate ad aumentarne la competitività nei settori della caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale, della protezione della salute dell'uomo, della conservazione dei beni culturali, della modellistica ambientale, dei materiali innovativi.

Una prima linea di attività ha riguardato la realizzazione di dispositivi e apparati strumentali per aumentare l'affidabilità dei sistemi di sorveglianza e sicurezza innovando gli apparati antintrusione per la rilevazione di sostanze pericolose, per migliorare i sistemi di controllo per la qualità dei prodotti alimentari e per innovare processi di monitoraggio industriale.

In particolare, nel quadro di riferimento dei progetti finanziati dall'Unione europea sono stati sviluppati e validati sensori elettro-ottici innovativi nel settore della security attraverso azioni dimostrative in ambiente simulato (progetto EDEN), un lidar fluoro sensore per applicazioni forensi (FORLAB), un sensore SERS per la rilevazione di batteri (RAMBO), un lidar atmosferico per applicazioni di intelligence (BONAS) utilizzato nelle due campagne finali di progetto.

Nel campo della Fusione, l'Unità ha continuato la collaborazione con UTFUS relativa alla progettazione di IVVS (In Vessel Viewing and ranging System) per ITER.

A livello nazionale (INDUSTRIA 2015) l'attività ha riguardato lo sviluppo di un apparato Laser per la conservazione e il controllo degli alimenti e la progettazione di sensori di controllo di un reattore a metano (SAL@CQO e ProGeo), ed una collaborazione con UTAGRI per diagnostiche laser su frutta (MAGAZZINO VIAGGIANTE).

La seconda linea di attività è consistita nel realizzare sistemi e strumentazione per la diagnostica ambientale adatti al controllo di ecosistemi marini e di traccianti atmosferici (tecnologie per il monitoraggio, integrazione e validazione con immagini satellitari). In particolare sono stati sviluppati algoritmi per analisi di dati satellitari (EU Environment PERSEUS), un lidar fluoro sensore per il monitoraggio di parametri marini da nave per il MIUR (RITMARE) e uno per il monitoraggio

dell'inquinamento marino da postazione aerotrasportata per la Regione Liguria (RIMA). Sempre nel campo della sensoristica sono stati sviluppati tre sensori lidar atmosferici, uno per la misura di CO<sub>2</sub> da una postazione aerea (ERC CO<sub>2</sub>VOLC), un altro per la misura di CO<sub>2</sub> da una postazione fissa (ERC BRIDGE) ed infine per l'Università di Palermo, un terzo sensore compatto, per la misura di CO<sub>2</sub> vulcanica (PON VULCAMED), quest'ultimo completato e consegnato al committente.

A livello internazionale, nel quadro di riferimento della Cooperazione Italia (MAE)-Israele, l'Unità ha sviluppato un sensore sottomarino per la qualità delle acque (UNELAS) e condotto i test finali sul prototipo. Per la cooperazione Italia (MAE)-USA è stato iniziato lo sviluppo di un sistema (COSIMO) per la ricostruzione del ciclo diurno della temperatura superficiale del mare nel Mediterraneo basato sull'uso combinato di dati di satellite in situ e modelli numerici: impatto sul bilancio di calore e sul clima.

Sono stati elaborati i dati raccolti nella campagna australe 2013/14 per il Programma Nazionale di Ricerca in Antartide con il lidar fluoro sensore e quelli relativi alla campagna oceanografica WMED-BIOOPT2013 con misure HPLC di pigmenti fitoplanctonici.

Sulla base delle competenze di eccellenza disponibili è stata svolta una qualificata consulenza per conto di ILVA riguardante l'analisi dei dati raccolti da sistemi di rilevazione ottico-spetttrali "DOAS" e "LIDAR".

La terza linea di attività ha riguardato la realizzazione di apparati strumentali, sviluppando ad hoc tecniche di indagine non invasive per la tutela e la conservazione dei beni artistici e monumentali. In questo settore sono stati sviluppati due sistemi laser scanner, da postazione fissa e sottomarino, per il sistema terrestre si è proceduto all'integrazione dei dati con quelli dello scanner di fluorescenza (PON MIUR IT@CHA).

Sono proseguite le misure RGB-ITR e applicazioni di sensori FBG sul Duomo di Orvieto per l'attività di studio e monitoraggio per la Direzione Regionale Beni Culturali Umbria, in collaborazione con UTTMAT.

In ambito internazionale sono state eseguite ed analizzate misure di laboratorio su campioni di interesse in interventi di restauro su opere d'arte con l'Università Pablo de Olavide di Siviglia, con l'Istituto di Restauro di Belgrado (accordo bilaterale Italia (MAE)-Serbia) e con altri partner europei (azione COST 12MHB).

Nell'ambito dei Programmi Esecutivi di Cooperazione Scientifica e Tecnologica del MAE, in collaborazione con il National Institute for Information and Communications Technology, NICT-Tokyo, sono state sviluppate tecniche di indagine non-invasive a frequenze del Terahertz (progetto THz-ARTE).

La quarta linea di attività è consistita nello sviluppo di macchine, strumentazione ed impianti dimostrativi per applicazioni in campo biologico e medico-scientifico, definendo nuovi approcci anche per la cura di patologie tumorali.

In questo contesto sono proseguite le attività sul progetto di un impianto innovativo per protonterapia (energia massima dei protoni 230 MeV), in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità e l'IFO-Istituti Fisioterapici Ospedalieri, Roma (Progetto TOP-IMPLART (Intensity Modulated Proton Linear Accelerator), con la realizzazione e messa in funzione del primo modulo accelerante di tipo SCDTL. Nell'ambito di un contratto con la ditta elvetica ADAM SA è stata condotta un'analisi di fattibilità con definizione delle specifiche tecniche di un pre-acceleratore lineare. Sono state inoltre sviluppate applicazioni di dosimetria clinica anche in collaborazione con il Tom Baker Center e l'Università di Calgary (Canada).

Sono stati inoltre studiati gli effetti sui sistemi biologici causati dalle radiazioni elettromagnetiche in un vasto intervallo spettrale, dalle microonde alla regione del TeraHertz (Progetto GREAM).

Sono stati sviluppati sensori termici basati su tecnologie in fibra ottica FBG per applicazioni biomedicali.

Infine, vanno citate le ricerche finalizzate alla messa a punto di una piattaforma innovativa per l'ingegneria tissutale del tessuto muscolare striato in collaborazione con Dipartimento Aging and Inflammation - Univ. P & M Curie Parigi, Indian Institute of Technology Delhi, Regenerative Medicine Centre Leipzig e Fondazione San Raffaele Ceglie.

La quinta linea di attività è consistita nello studiare, realizzare, caratterizzare e ingegnerizzare micro e nano strutture e sviluppare tecnologie per la fotonica con applicazioni in campo industriale, bio-medico e dell'energia rinnovabile. In particolare sono state studiate, realizzate e caratterizzate nano strutture (nanofili di silicio) per elettrodi di batterie al litio e caratterizzate elettronicamente le interfacce in celle fotovoltaiche CZTS.

Altre ricerche sono state condotte nel campo del Progetto di ricerca STT n. 20140227 "Synchrotron-Based Mass Spectrometry to investigate the photoionization and photofragmentation thresholds of ferulic acid isomers" - per la caratterizzazione in fase gassosa, mediante spettroscopia, di composti di interesse industriale. Attività di caratterizzazione ottica avanzata hanno riguardato le guide d'onda luminescenti per la fotonica nel fluoruro di litio (LiF), anche in collaborazione con l'Università Tecnologica del Paranà (Brasile).

Completano le azioni previste in questa quinta linea di attività, i 3 contratti per le applicazioni dei sensori FBG in fibra ottica, rispettivamente con SWS Engineering SpA (implementazione di sensori industriali in fibra ottica), iWIM (pesatura dinamica di veicoli) ed Enginsoft (Progettazione, realizzazione, caratterizzazione e fornitura di un sistema di sensori strutturali basati su tecnologia FBG per il monitoraggio strutturale di conci per la galleria "Pavoncelli BIS" dell'acquedotto SELE-CALORE).

La sesta linea di attività ha l'obiettivo di potenziare il patrimonio delle infrastrutture di ricerca attraverso lo sviluppo di strumentazione, tecniche progettuali e di misura, software innovativi e modelli fisico-matematici per sistemi complessi, in supporto alla realizzazione di

acceleratori di particelle e di sorgenti laser dedicati all'indagine di sistemi biologici, alla caratterizzazione di materiali, a nuove tecniche litografiche e ad applicazioni innovative nel settore della meccanica di precisione e dell'elettronica.

Pertanto, sempre nell'ambito di progetti nazionali e internazionali, l'Unità ha provveduto a svolgere attività in coda al precedente progetto SPARC relative a: potenziamento della sorgente laser ad elettroni liberi attraverso la realizzazione di un sistema di moltiplicazione di frequenze (cascata superradiante), della iniezione con seme di ingresso (seeding) e di operazione simultanea su più frequenze (two colors) in collaborazione con INFN, realizzazione e caratterizzazione di un ondatore di tipo innovativo di periodo corto per la generazione di armoniche di ordine superiore.

È stato iniziato il progetto CARM su commessa UTFUS per lo studio e progettazione di una sorgente di radiazione coerente a 250 GHz per il riscaldamento di plasmi mediante risonanza elettronica di ciclotrone (ECRH).

Per la microlitografia è proseguita la sperimentazione mediante una sorgente di Radiazione EUV a Scarica DPP (Discharge Produced Plasma) di radiazione EUV (Estremo Ultravioletto) finalizzata allo sviluppo di materiali fotosensibili innovativi (CARIPLO).

Nel campo dello sviluppo di metodologie e sistemi, si cita la partecipazione allo sviluppo e all'operazione del laser ad elettroni liberi FERMI in collaborazione con Sincrotrone Trieste.

È stato inoltre acquisito un contratto con CNR-ISM per la realizzazione di un rivelatore per radiazioni elettromagnetiche di tipo FROG.

Sono stati realizzati sistemi ottici per tecnologie solari con particolare riferimento alle problematiche di posizionamento rispetto al sole (bussola solare).

Per il settore industriale, in collaborazione con il Consorzio CALEF, sono state infine sviluppate piattaforme hardware e software per emulazione della realtà ambientale e per la gestione dei movimenti di un manipolatore in grado di muoversi autonomamente nell'ambiente (FLEX-PROD).

## **RISULTATI CONSEGUITI**

L'Unità Tecnica ha svolto attività complesse e variegate: ciò ha portato alla realizzazione di numerosi prodotti di elevata qualità tecnologica che possono essere sintetizzati per ognuna delle sei linee di attività precedentemente descritte.

Linea di attività 1: Sono stati realizzati 2 prototipi (sensore scansione remota laser a fluorescenza FORLAB, sistema LPAS compatto per SAL@CQO) e allestito 1 dimostratore (per la misura di parametri ottici in campioni biologici tramite spettroscopia ultraveloce); è stato inoltre conseguito 1 brevetto (Ferri De Collibus M., Neri C., Rossi P., Mugnaini G., Pollastrone F., Monti C., Fornetti G., Francucci M., Guarneri M., Nuvoli M. "Sistema ottico di scansione compatto per sensori laser radar in ambienti ostili" n. RM2014A000702, depositato il 04/12/2014).

I risultati conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 16 altre pubblicazioni.

Linea di attività 2: Sono stati realizzati 3 prototipi (lidar fluoro sensore compatto da nave, 2 lidar per vulcani BILLI per BRIDGE e VULCAMED) ed è stato conseguito 1 brevetto (V. Lazic, A. Palucci, R. Fantoni, M. Ciaffi, “Metodo e dispositivo per le analisi ultra-sensibile di liquidi con la tecnica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy)”, n. RM2014A000250, depositato il 16/05/2014).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 5 altre pubblicazioni.

Linea di attività 3: Sono stati realizzati 2 prototipi (laser scanner tricromatico RGB-ITR upgraded e laser scanner sottomarino compatto per IT@CHA).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 5 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 13 altre pubblicazioni.

È stato inoltre firmato l'accordo di collaborazione con i Musei Vaticani.

Linea di attività 4: È stato realizzato il primo dimostratore SCDTL di TOP IMPLART (accelerando i protoni da 7 a 11,6 MeV).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 18 altre pubblicazioni.

Linea di attività 5: Sono stati realizzati 1 dispositivo (rivelatore a film di LiF per imaging di protoni) e 1 dimostratore (apparato per la generazione/rivelazione del segnale di seconda armonica su nanoparticelle).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 14 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 10 altre pubblicazioni.

Linea di attività 6: Sono stati realizzati 1 dispositivo (sistema FROG) e 2 prototipi (versione della bussola solare elettronica realizzata per gli impianti solari a concentrazione, manipolatore autonomo per ambienti industriali).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 22 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 11 altre pubblicazioni.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

SELEX S.E., CREO, INSIS, IAI, INGV, Università di Palermo, Università Cattolica, Università di Urbino, Politecnico Milano, San Raffaele Pisana-IRCC e Fondazione, INSTM, RIS Carabinieri, AM-CSV, Polizia Scientifica, Aeronautica Militare, INFN: LNF e Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Università di Roma Tor Vergata, Università di Roma Tre, FEL-X FERMI, Campus Biomedico Roma, CNR (Roma): ISM, ISC, IFT, Università di Roma Sapienza, Sincrotrone Elettra Trieste, ISS (Istituto Superiore di Sanità), IFO (Istituti Fisioterapici Ospedalieri) di Roma, CNAO (Italia).

CEA, UCBL, Alcatel Thales III-V Lab, ASTRIUM, ONERA, DNRED, Nucléides, Università P & M Curie Parigi, Università di Parigi Jussieu (Francia).

Fraunhofer Institute, BKA, Biosaxony, Partec, Helmutz Center, University of Leipzig, Microfluidics, Reenerative Medicine Centre Leipzig, EADS, KIT-Karlsruhe Institute of

Technology, ANKA Synchrotron (Germania), TNO (Olanda), FOI, Serstech (Svezia), SAS (Belgio), Astri Polska, PRIAP, Polish Academy of Science (Polonia), CSEM, UNIL, EPFL - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Svizzera), Tekever (Portogallo), INDRA; INAS-Tecnalia; Università Pablo de Olavide, Siviglia (Spagna), National Institute of Materials Physics, Bucharest (Romania), BAE System; Queen Uni. Belfast, King College; ICONAL, CBNRE Ltd; Università di Liverpool (Gran Bretagna), AALTO, NBI, Uni. Turku (Finlandia), LDI Innovation (Estonia), National Academy of Sciences of Belarus (Bielorussia), New York Medical College, Università di Yale; Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida, (USA), Indian Institute of Technology Delhi; Department of Physics, Kanya Maha Vidyalaya, Jalandhar (India), Università Tecnologica Federale del Paraná (Brasile), Università di Calgary e Tom Baker Cancer Centre (Canada), China University of Science and Technology, Shanghai (Cina), National Institute for Information and Communications Technology, Tokyo (Giappone).

#### Reti di ricerca

Piattaforma Nazionale per la Security (SERIT), Network Detection of Explosives (NDE - EU DG HOME AFFAIRS), Integrated Mission Group for Security - Stakeholders forum from Industry, SMEs, Research and Technology Organisations (RTOs) and Academia, European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSEL), ISAC Associated Society, Mediterranean Operational Network for the Global Ocean Observing System (MONGOOS), Commissione Oceanografica Italiana, EcoOne ([www.ecoone.org](http://www.ecoone.org)), rete internazionale di professionisti operanti nel settore delle scienze ambientali, Azione Europea COST - MP1203 (Advanced spatial and temporal X-ray metrology), nell'ambito del

dominio MPNS, Materials, Physical and NanoScience Piattaforma Tecnologica Italiana Sorgenti e Sensori Fotonici, Piattaforma Tecnologica Italiana Solid State Lighting (SSL), Gruppi di lavoro ENEA nell'ambito del JP EERA (European Energy Research Alliance): "Basic Sciences for Energy", "Shale-Gas", Sottocomitato 86C (Attività di standardizzazione dei Sensori a Fibra Ottica) del Comitato Elettrotecnico Italiano, Bioelectrics Consortium, Norfolk, VA (USA), THz-Bio Network, Seoul (Korea), IRMMW-THz Society.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

In sintesi nell'anno di riferimento sono stati realizzati 14 fra prototipi, dimostratori e dispositivi, distribuiti fra le 6 linee di attività perseguite.

Inoltre nell'anno di riferimento sono state condotte attività miranti a verificare le possibilità di sfruttamento di 9 brevetti, di cui 1 nel settore della security, 1 nel monitoraggio marino, 1 nell'analisi di liquidi (nuovo), 1 nella ricostruzione laser 3D per le Belle Arti, 3 per la Visione in ambienti ostili (di cui uno nuovo), 1 per le micro e nano strutture per la fotonica ed 1 per l'estensione internazionale della bussola solare elettronica di precisione.



## UTBIORAD

### UNITÀ TECNICA BIOLOGIA DELLE RADIAZIONI E SALUTE DELL'UOMO

**Responsabile: Carmela Marino**

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 398.294 €         |
| b) Risorse umane disponibili   | 66,6 persone/anno |

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO:** *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità tecnica Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo (UTBIORAD) sviluppa metodologie, modelli e tecnologie per la valutazione degli effetti delle radiazioni ionizzanti e di agenti nocivi fisici e chimici sulla salute umana a seguito di esposizioni ambientali, occupazionali o terapeutiche.

Trasferisce al Sistema Sanitario Nazionale e all'industria di settore prodotti, farmaci e sistemi d'avanguardia per terapia e diagnosi di patologie ad alto impatto sociale.

Svolge attività didattica e formazione a livello universitario e post-universitario nei settori di competenza per nuove risorse di personale scientifico nel mercato del lavoro a elevata qualificazione e specializzazione in campo radiobiologico e biomedico.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

All'Unità Tecnica Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo afferiscono i tre Laboratori di Radiobiologia e Biomedicina (RAB), Tossicologia (TOSS) e Biotecnologie (FARM).

#### **Radiobiologia e biomedicina**

Il laboratorio di Biologia delle Radiazioni e Biomedicina focalizza le proprie attività su diverse discipline, tra cui la **radiobiologia classica e molecolare**, la cancerogenesi da radiazioni, l'oncologia sperimentale, anche a supporto delle terapie fisiche innovative, e la citogenetica applicata alla dosimetria biologica. Costituiscono inoltre aree di interesse primario lo studio degli **effetti biologici delle radiazioni non ionizzanti**, l'**immunologia molecolare** e le basi molecolari delle malattie infiammatorie croniche. **Un ulteriore campo di ricerca riguarda l'efficacia di composti** naturali per la salute umana e animale.

Le attività del laboratorio riguardano anche la partecipazione a diversi progetti europei finanziati in ambito Programma Quadro, e a progetti nazionali finanziati dai diversi ministeri, dall'Istituto Superiore di Sanità e dalla Regione Lazio.

#### **Tossicologia**

Il Laboratorio di Tossicologia conduce le proprie ricerche nelle aree della **tossicologia ambientale**, dell'**epidemiologia** e della **sicurezza occupazionale**. Le attività sono principalmente concentrate su tossicologia riproduttiva e mutagenesi delle cellule germinali, nanotossicologia, neurotossicologia ambientale ed epidemiologia ambientale e salute del lavoro. Le attività del laboratorio hanno riguardato anche la partecipazione ad un progetto in ambito FP7 e a un progetto in ambito PON.

## **Biotechnologie**

Il laboratorio di Biotechnologie svolge le proprie attività nell'ambito della **biologia molecolare**, delle **scienze 'omiche'**, utilizzando le biotechnologie avanzate per la salute umana e veterinarie e formulando farmaci e diagnostici di nuova generazione. Le attività del laboratorio hanno riguardato anche un Accordo di Collaborazione con il CNR per lo sviluppo di biofarmaceutici innovativi per terapie anti-metastatiche, un progetto finanziato dal Ministero degli Affari Esteri sui biofarmaceutici da pianta, un contratto con ASI a seguito di una Acquisizione di Progetto (bando 2012, BIOEXTREME: BIO-fabbriche vegetali per la formulazione di molecole bioattive ad attività microbica, immunostimolatoria e antiossidante per la vita in condizioni estREME), ed un Contratto di ricerca con l'Università Cattolica del Sacro Cuore in tema di diagnostici biotecnologici.

### **RISULTATI CONSEGUITI**

Sono stati predisposti ed inviati i consuntivi di attività scientifiche per tutti i progetti che lo prevedevano: CNR, Biofarmaci; AIRC, TOP-IMPLART. Si sono inoltre svolte riunioni informative e di reporting per il progetto BIOEXTREME. Le attività portate avanti nel corso dell'anno 2014 hanno permesso la stesura dei lavori scientifici, di numerose partecipazioni a congressi nazionali ed internazionali. Molti ricercatori di UTBIORAD hanno mantenuto la partecipazione a commissioni e comitati in istituzioni nazionali ed internazionali come OCSE, Azioni COST, OMS.

Nell'ambito delle nanotecnologie e dei nanomateriali, in collaborazione con altre Unità Tecniche che si occupano di sicurezza alimentare, nuovi materiali e ambiente, sono stati effettuati studi per determinare i meccanismi di azione e gli effetti di nanomateriali con definite caratteristiche chimico-fisiche sulle cellule, i cromosomi ed i geni per mezzo di analisi citometriche e microscopiche. In collaborazione con l'Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per le Valutazioni Ambientali, è stata sviluppata e standardizzata la procedura di calcolo e mappatura territoriale del rischio cancerogeno e dell'indice di pericolo inalatorio.

Le attività sviluppate hanno portato a un totale di 58 Pubblicazioni su riviste con revisione e index, di cui 35 dal laboratorio di Radiobiologia e Biomedicina, 16 da Tossicologia, 7 da Biotechnologie.

Inoltre i ricercatori sono stati membri di comitati scientifici ed organizzatori di congressi nazionali ed internazionali, docenti di corsi di laurea presso le Università di Roma La Sapienza e Tor Vergata; hanno partecipato inoltre a più di 50 congressi nazionali ed internazionali, con un centinaio di presentazioni orali e a poster.

Nell'Unità sono state assegnate 1 tesi di laurea triennale e 4 di laurea magistrale.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Le reti a cui partecipiamo sono MELODI in ambito EURATOM ed alcune azioni COST. Facciamo parte della International Society for Plant Molecular Farming. A livello nazionale siamo soci del consorzio Cluster Tecnologico Nazionale ALISEI. 55



Di seguito elenchiamo i principali partner dei progetti europei in corso, i partner nazionali, ed alcuni istituzioni con cui sono attive collaborazioni non inquadrare al momento in specifici programmi.

Helmholtz Center Munich, D; Health Protection Agency, Chilton, UK; University of Göttingen, D; Erasmus Medical Center, Rotterdam, NL; University College of London, Institute of Child Health, London, UK; Thomas Jefferson University, Kimmel Cancer Center, Philadelphia, USA; Leiden University Medical Center, NL; Centre for Arctic Environmental Medicine, Nuuk, Greenland; Aarhus University, Department of Environmental and Occupational Medicine, Danimarca; Lund University Hospital, Department of Occupational and Environmental Medicine, Svezia; University of Toronto Scarborough, Department of Physical and Environmental Sciences, Canada; McGill University, Montreal, Quebec, Canada; Université Laval, Quebec, Canada; Osaka University, Giappone; Queen's University Belfast, UK; Goldman School of Dental Medicine, Boston University, Boston, USA; National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene Budapest, Hungary; Lab. Bio-EM/IMS, CNRS, Université de Bordeaux, Francia; Department of Biochemistry, University of Cambridge, UK; University of Gent, Belgio; University of Glasgow, Scozia; St. George's University, London, UK; National Medical University, Kharkiv, Ucraina; Skåne University Hospital, Reproductive Medicine Centre, Malmö, Svezia; Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), France; Università La Sapienza, Roma, Italia; Università Tor Vergata, Roma, Italia; Università Roma Tre, Roma, Italia; Istituto Nazionale Tumori, Milano, Italia; Ospedale Bambino Gesù, IRCCS, Roma, Italia; Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia; Università di Parma, Italia; Università di Chieti "Gabriele D'Annunzio", Italia; Università 'Federico II', Napoli, Italia; Scuola Normale Superiore di Pisa, Italia; Università di Padova, Facoltà di Biologia, Padova, Italia; Università La Tuscia, Viterbo, Italia; Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e Sanità Pubblica, Università di Modena e Reggio Emilia, Italia; Istituto Superiore di Sanità (ISS) Roma, Italia; Università di Milano, Italia; Università di Torino, Italia; Università dell'Aquila, Italia; Dipartimento Igiene del Lavoro, INAIL Roma, Italia; Istituto Tumori Regina Elena, Roma, Italia; Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", CNR, Firenze Italia; Istituto di Ingegneria Biomedica, CNR, Milano, Italia; Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente CNR, Napoli, Italia; CNR, Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare, Palermo, Italia; HS Hospital Service S.p.A., Roma, Italia; Istituto Nazionale Tumori "G. Pascale", Napoli, Italia; Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani, Cremona, Italia; Università degli Studi Guglielmo Marconi, Roma, Italia; Associazione Medici per l'Ambiente (ISDE), Italia; Società Italiana di Tabaccologia (SITAB), Italia.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Alcune attività nell'ambito delle biotecnologie applicate alla farmaceutica hanno permesso di conseguire brevetti e attivazioni di spin off, tra cui le significative risultano al momento:

Estratto di iperico in olio di neem (medicamento cicatrizzante e biocida), noto come MIX 557, ideato dalla dr.ssa Carnevali e dal dr. Van der Esch, tutelato da brevetto ENEA concesso in licenza in forma non esclusiva alla RIMOS S.r.L. fino a giugno 2012, ed in seguito anche a PHYTOCEUTICALS L.T.D. da febbraio 2013.

Studio e messa a punto di una nuova miscela di probiotici e molecole anti-infiammatorie da utilizzare nel trattamento delle malattie infiammatorie intestinali, spin-off Farma id srl, dr.ssa Laura Stronati per ENEA con Università La Sapienza ed Italchimici. 56

Franconi R, Spanò L, Venuti A, Massa S. 'Vaccines based on genetic chimera of viral and/or tumoral antigens and plant proteins'. Italian Patent n.° 0001394887; PCT/IT2010/00324, EP10747517.0 (Sottomesso 04 Settembre 2012). European patent n. 2456785 (European Patent Bulletin 14/47 of 19.11.14).

## UTEE

### UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA

**Responsabile: Roberto Moneta**

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche **4.626.031 €**

b) Risorse umane disponibili **139 persone/anno**

L'entrata principale proviene dalla Convenzione GSE – S.p.A. per 3.219.407,5 € per consulenza e supporto tecnico scientifico alla PA primaria e periferica per l'elaborazione, attuazione e monitoraggio delle politiche e misure di efficienza energetica.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Sostenibilità del sistema energetico*

L'Unità Tecnica Efficienza Energetica (UTEE), in qualità di Agenzia nazionale per l'efficienza energetica, ai sensi del DLgs. n. 115/2008, è impegnata a promuovere e supportare il conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio e di miglioramento dell'efficienza energetica da parte degli operatori pubblici e privati operanti nei settori di uso finale.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Con riferimento all'obiettivo strategico di promozione dell'efficienza e il risparmio energetico in coerenza con la Strategia Energetica Nazionale, la nuova Direttiva europea n. 27/2012 per l'efficienza energetica e il decreto lgs. 102/2014 di recepimento della stessa, le attività svolte e i programmi in corso, aggregati nelle principali linee di attività, sono:

*Consulenza e supporto tecnico-scientifico alla pubblica amministrazione primaria e periferica e agli operatori privati per l'elaborazione, l'attuazione e il monitoraggio delle politiche e misure dell'efficienza energetica:*

- Predisposizione, su incarico del MiSE, del Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014).
- Redazione del Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica. Il RAEE 2013 (quarto rapporto predisposto in ordine cronologico) fornisce il quadro sullo stato e gli sviluppi dell'efficienza energetica in Italia e sull'impatto, a livello nazionale e territoriale, delle politiche e misure per il miglioramento dell'efficienza negli usi finali. Il Rapporto ha aperto uno spazio di dialogo e di confronto con i principali *stakeholders*.
- Valutazione delle proposte progettuali nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica<sup>1</sup> e attività di promozione della misura ai sensi del Decreto 28 dicembre 2012 che include un sforzo indirizzato a stimolare lo sviluppo e la presentazione di nuove proposte progettuali da parte delle imprese anche PMI.
- Sviluppo applicativo informatico per l'inserimento delle richieste presentate nell'ambito della misura di incentivazione "Detrazioni fiscali 55-65%", assistenza tecnica agli utenti su aspetti normativi e predisposizione del rapporto annuale che presenta i risultati ottenuti.
- Monitoraggio dei risparmi energetici conseguiti a seguito dell'attuazione delle misure di miglioramento dell'efficienza energetica previste dal PAEE2014.

- Analisi energetica ed ambientale di scenari di efficientamento tecnologico ed operativo del trasporto merci multimodale italiano (Progetto SIFEG).
- Partecipazione alla redazione della norma nazionale sugli “audit” energetici nel relativo gruppo di lavoro del CTI.
- Progettazione di applicazioni dimostrative ed esemplari, che possano essere riprodotti a livello nazionale (Impianti di climatizzazione di serre basati “Solar Cooling” progetto ADRIACOLD, prototipo per la realizzazione di transizioni verso reti energetiche attive: Isola di Pantelleria).
- Sviluppo di strumenti semplificati di progettazione e pianificazione dei consumi energetici a livello di distretto (piattaforma SW-ODESSE).
- Sviluppo di una metodologia per la verifica della sostenibilità energetica e della fattibilità tecnico-economica dell’elettrificazione di linee per il trasporto pubblico locale.
- Supporto alla Regioni per la definizione dei piani energetici, la predisposizione dei Bilanci Energetici Regionali e i programmi di riqualificazione energetica di aree urbane.
- Sviluppo della metodologia per il monitoraggio del conseguimento degli obiettivi di Burden Sharing regionale per le FER, su incarico del MiSE e in collaborazione con il GSE.

***Accelerazione del processo di conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico:***

- Raccolta di dati relativi a consumi e “best practices” per la certificazione energetica degli edifici.
- Elaborazione dei dati relativi alle prestazioni funzionali e energetiche del patrimonio immobiliare pubblico o in uso pubblico nazionale provenienti dal censimento degli edifici pubblici, ai fini del recepimento dell’art. 5 della Direttiva 27/2012.
- Definizione dei *benchmark* di consumo energetico degli edifici a destinazione d’uso scuole, uffici, alberghi e centri commerciali.
- Sviluppo e messa a disposizione di un SW per il calcolo delle caratteristiche termiche e luminose di serramenti equipaggiati con sistemi schermanti (WIN SHELTER).
- Studio e sviluppo di algoritmi e applicazioni software per l’analisi del comportamento delle persone in città, al fine di agevolare e guidare il processo decisionale di pianificazione della sicurezza della mobilità urbana e di gestione del traffico in caso di incidente (Progetto “Roma Sicura”).
- Partecipazione ai Comitati e Gruppi di lavoro della IEA su temi connessi all’efficienza energetica.
- Partecipazione a network internazionali per lo scambio di informazioni sulle tecnologie e buone pratiche nel settore dell’efficienza energetica: MEDENER, EnR, Energy Charter.
- Partecipazione alle attività della *Concerted Action* sulla *Energy Efficiency Directive* su mandato MiSE.
- Partecipazione al gruppo di trainers WEACT (Worldwide Energy Efficiency Action through Capacity Building & Training).
- Partecipazione a progetti co-finanziati da programmi comunitari (IEE, EACI,..) riguardanti lo sviluppo di metodologie, tecnologie e sviluppo e applicazione di materiali ad alta efficienza energetica (ATLETE2, BUY SMART+, ECOPLIANT, MED DESIRE,

CAEED, ADRIACOLD, TESLA, ODYSSEE, CREEM, BRICKS, REQUEST2, Elih-Med).

### *Promozione e diffusione dell'efficienza e del risparmio energetico nei settori di uso finale*

- Gestione del “Portale Efficienza Energetica” per assicurare un sistema di comunicazione e informazione di riferimento per i cittadini, le imprese, la pubblica amministrazione e gli operatori economici;
- Organizzazione annuale della “Summer School” in Efficienza Energetica;
- Corsi di Formazione per Energy Manager;
- Workshop tematici sui temi dell'efficienza energetica (Detrazioni fiscali 55%, EE negli edifici ospedalieri, RSE);
- Elaborazione di materiale divulgativo (Newsletter, brochure, flyer..);
- Iniziative per l'informazione e l'educazione energetica (Stati generali per l'efficienza energetica, Se queste mura potessero parlare di energia, Ecologicamente street course efficienza energetica, “I want your ideas” giovani idee per l'Efficienza Energetica, Isola della sostenibilità, Mi illumino di meno).

### **RISULTATI CONSEGUITI**

I principali risultati conseguiti sono quelli appresso elencati:

- **Certificati Bianchi.** Nell'anno 2014, il gruppo di lavoro ENEA, costituito da circa 40 esperti, ha valutato oltre 8.100 proposte progettuali per circa 6.100.000 TEE ed un risparmio energetico complessivo pari a circa 2,1 Mtep. Ha avuto inoltre più di 60 incontri con operatori del settore industriale e con società di servizi energetici, elaborato proposte di 15 nuove schede standardizzate e pubblicato 13 Linee guida settoriali;
- **Detrazioni fiscali 55/65%** - Supporto per l'Inserimento delle richieste (oltre 250.000 domande presentate, 46.000 risposte prima informazione), supporto all'utenza su aspetti normativi (7.000 risposte e-mail a quesiti tecnici complessi), predisposizione del rapporto annuale e quadri di sintesi pluriennali.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

MiSE, MATTM, CE, Regioni, Enti Locali, Associazioni di categoria, principali operatori nazionali operanti nel settore dell'EE (ENEL, ENI, Università e Istituti di Ricerca, ESCO, ..) e reti internazionali di Agenzie energetiche nazionali quali EnR, MEDENER, EERA.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Le sole attività svolte, nel 2014, nell'ambito del meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica hanno avuto una ricaduta, in termini di incentivazione economica, pari a circa 600 M€ sulle ESCO e sulle imprese del sistema industriale coinvolte.

## UTFISSM

### UNITÀ TECNICA METODI PER LA SICUREZZA DEI REATTORI E DEL CICLO DEL COMBUSTIBILE

**Responsabile: Paride Meloni**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | <b>879.413 €</b>       |
| b) Risorse umane disponibili   | <b>51 persone/anno</b> |

I finanziamenti provengono prevalentemente dalla partecipazione a programmi di ricerca europei.

#### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO:** Energia per il futuro

L'Unità Tecnica Metodi per la Sicurezza dei Reattori e del Ciclo del Combustibile (UTFISSM) si occupa di sviluppo ed applicazione di metodi per la sicurezza nucleare, focalizzandosi principalmente sulla ricerca e sviluppo di reattori innovativi e sul mantenimento e rafforzamento delle competenze esistenti nel settore. In parallelo, queste competenze sono ulteriormente valorizzate in settori contigui come la fusione nucleare, la security e la non-proliferazione.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività tecnico-scientifiche di ricerca e sviluppo e di supporto alle istituzioni sono svolte nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali perseguendo tre obiettivi principali: conservazione e rafforzamento delle competenze esistenti nel settore dell'energia nucleare da fissione per garantire la capacità di effettuare valutazioni indipendenti sulla sicurezza dei reattori in operazione ed in fase di sviluppo, per supportare la preparazione e risposta alle emergenze e per valutare la sostenibilità di futuri scenari a medio e lungo termine (linea progettuale LP1 del PAR 2013 dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico; progetti FP7 EURATOM Fissione CESAM, ASAMPESA\_E, NURESAFE, CAST, FREYA; accordi bilaterali con istituzioni di ricerca straniera, in particolare le francesi IRSN e CEA; gruppi di lavoro e comitati nell'ambito di organizzazioni internazionali ed iniziative europee quali OECD-NEA, IAEA, NUGENIA, IGD-TP); ricerca finalizzata alla progettazione e realizzazione di sistemi nucleari avanzati, quali Reattori di IV Generazione e Sistemi Sottocritici (linea progettuale LP2 del PAR 2013 dell'AdP MSE-ENEA sulla Ricerca del Sistema Elettrico; progetti FP7 EURATOM Fissione JASMIN, MAXIMA, SEARCH, THINS, PELGRIMM, ESNII+, ARCADIA, MATISSE); attività nel campo della non proliferazione e security nucleare e, più in generale, alla riduzione dei rischi nucleari, radiologici, chimici e biologici (progetti P13 e P31 dell'EU CBRN CoE Initiative dell'Instrument for Stability (IfS) della Commissione Europea; convenzione con il Ministero degli Affari Esteri (MAE) relativamente al Trattato per il Bando Totale degli esperimenti nucleari (CTBT); supporto al MAE in materia di non-proliferazione, disarmo e nuclear security; progetto EDEN di FP7-Security).

Le competenze di sviluppo di metodologie numeriche e supporto informatico presenti nell'Unità oltre ad essere di supporto ai progetti dell'Unità stessa sono state coinvolte in progetti di altre Unità ENEA (UTA per il sistema di navigazione MyWay a supporto delle

campagne oceanografiche del PNRA, UTPRAD per applicazioni a Free Electron Laser e CARM-FEL).

Inoltre nell'Unità opera il Laboratorio di Tracciabilità che utilizza tecniche per analisi di isotopi stabili e non stabili per applicazioni in ambiti diversi, quali la sostenibilità delle fonti energetiche fossili, il monitoraggio ambientale (compreso quello di siti con installazioni nucleari) la qualità e la sicurezza alimentare. Nel corso del 2014 il laboratorio ha fatto parte del Progetto Tecnopolo finanziato dalla Regione Emilia Romagna per la costituzione di laboratori di ricerca industriale ed ha fornito supporto al programma di Decommissioning del reattore di ricerca RB3 (Bologna Montecuccolino).

## **RISULTATI CONSEGUITI**

I principali risultati riferiti ai diversi obiettivi sopra elencati sono stati i seguenti:

- 1) Nell'ambito della LP1 del PAR2013 dell'AdP ENEA-MSE e degli accordi di collaborazione con IRSN e CEA:
  - Acquisizione, sviluppo e validazione di codici e metodi per studi ed analisi di sicurezza e sostenibilità, relativi alle diverse tematiche presenti in un impianto nucleare ed in funzione delle diverse tipologie di reattore (PWR, BWR, AP1000, EPR).
  - Sviluppo ed applicazione di metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari e per gestione delle emergenze.
  - V&V di codici termo-idraulici di sistema a fronte dei dati sperimentali delle facility integrali in SIET (Piacenza)
  - Definizione di approcci analitici integrati per il monitoraggio di un deposito di rifiuti radioattivi (superficiale o geologico), sia in fase pre-operativa e sia in fase operativa.
- 2) Nell'ambito della LP2 del PAR2013 dell'AdP ENEA-MSE:
  - Sviluppo e validazione di strumenti di simulazione avanzati per l'analisi di sensitività a parametri neutronici di reattori a Piombo, revisione del progetto di nocciolo del reattore dimostrativo a Piombo ALFRED
  - Studi per la definizione di esperienze rappresentative in facility sperimentali di ALFRED come reattore di riferimento.
- 3) Nell'ambito di progetti europei FP7:
  - Sviluppo e la validazione di modelli avanzati per la valutazione dell'intervento di sistemi passivi e/o attivazione di procedure per assicurare il confinamento del corium e la rimozione del calore di decadimento in caso di Incidente Grave, ed il raffreddamento del combustibile presente nelle piscine di stoccaggio (CESAM); analisi multi-scala della T/H del nocciolo per sviluppo e validazione di moduli DNS/LES nei codici CFD, validazione del codice termo-meccanico DRACCAR e valutazione di una metodologia di accoppiamento multi-scala (NURESAFE); .
  - Definizione di metodologie sperimentali per la determinazione del termine sorgente di <sup>14</sup>C nelle frazioni volatili/non volatili nelle resine a scambio ionico provenienti dal decommissioning di centrali nucleari (CAST).



- Analisi di propagazione delle incertezze termoidrauliche sul comportamento incidentale per valutazioni sulla robustezza del progetto ALFRED (ESNII+); predisposizione di quadri di riferimento per le azioni necessarie all'avanzamento del progetto ALFRED (ARCADIA); definizione di una configurazione di nocciolo di VENUS rappresentativa di ALFRED (FREYA).
  - Analisi di Post-test con i codici SIMMER, RELAP5 e CATHARE delle campagne sperimentali sulla circolazione naturale in reattori HLM (impianto CIRCE nel CR Brasimone e Loop Tall del KTH Sweden), interpretazione della campagna sperimentale sugli effetti dell'interazione Piombo-Acqua sulle strutture del reattore (impianto LIFUS-5 nel CR Brasimone) con un CFD in-house model e con i codici termo-meccanici ANSYS and LS-DYNA (THINS).
  - Estensione delle analisi neutroniche del reattore MYRRHA operante in modalità critica e sotto-critica ai noccioli massimi e completamento dell'analisi di eventi Design Basis Conditions (DBC) e Design Extension Conditions (DEC) (MAXIMA); proseguimento delle analisi di sistema in regime transitorio a supporto del pre-licensing di MYRRHA (SEARCH).
  - Realizzazione delle analisi di post-test degli esperimenti a Sodio CABRI e KASOLA coi codici ASTEC-Na, CATHARE, SIMMER and RELAP5\_3D e coordinamento di un benchmark tra codici (JASMIN); valutazione delle correlazioni per la temperatura di fusione del Combustibile MOX per reattori veloci (PELGRIMM).
  - Pianificazione di prove sperimentali per l'utilizzo di tecniche di spettrometria gamma e di attivazione neutronica prompt per la rilevazione di esplosivi improvvisati (EDEN).
  - Sviluppo e gestione di un Virtual Research Environment europeo per favorire il networking e la collaborazione tra i ricercatori appartenenti alla vasta comunità (32 centri di ricerca ed università di 15 diversi paesi) JPNM (Joint Program on Nuclear Materials) (MATISSE).
- 4) Nell'ambito dei Progetti dell'IfS:
- Coordinamento di due progetti relativi alla mitigazione del rischio CBRN per aumentare la consapevolezza di tale rischio in paesi dell'Africa Sub-Sahariana (EU CBRN CoE - P 13); creazione di un network di università e istituti sul rischio chimico dual-use (EU CBRN CoE - P 31); organizzazione di seminari regionali sul rischio chimico e CBRN nel Nord Africa, Africa sub-sahariana, Medio oriente, Est Europa, Sud Est asiatico.
- 5) Nell'ambito della Convenzione CTBT e del supporto al MAE:
- Collaborazione con l'Autorità Nazionale a supporto degli adempimenti per la verifica del Trattato; partecipazione all'esercizio internazionale di ispezioni in situ (IFE14-Giordania) per l'allestimento e l'operatività di un laboratorio mobile per l'analisi ambientale di radionuclidi; realizzazione di un sistema sperimentale per il campionamento e l'analisi dei gas nobili per la verifica del trattato CTBT; partecipazione alle attività del Nuclear Security Summit e del gruppo del G8 Nuclear Safety and Security Group (NSSG.).



## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

In ambito nazionale, UTFISSM collabora con: SIET S.P.A., SOGIN, ISPRA, Università del CIRTEN (Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare), Servizio cartografico regionale dell'Emilia -Romagna, Università di Ferrara, Università del Salento, CNR (Istituto di Biometeorologia, Istituto Nazionale di Ottica), Ministero degli Affari Esteri, Ansaldo Nucleare e Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Insubria Center on International Security (ICIS), Ospedale Sacco dell'Università di Milano. Nell'ambito della partecipazione ai numerosi progetti finanziati dalla Commissione Europea per il nucleare da fissione e l'IfS, UTFISSM collabora con le principali organizzazioni attive in questi settori: centri di ricerca JRC (EC), (CEA (F), SCK-CEN (B), KIT, FZJ e HZDR (D), KTH (S), CIEMAT (E) PSI (CH), ICN (RO), CVR (CZ), NRG e TNO (NL), ICRI e SGSP (Polonia), STCU (Ucraina), MESIS (Giordania), UAE (Marocco), LEI (Lituania) ed istituti di sicurezza IRSN (F), GRS (D), BEL-V (B), oltre ad alcune industrie ed utility AREVA, ANDRA ed EdF (F), AMEC e NDA (GB), NucleoCon (Slovacchia). La partecipazione a progetti e gruppi di lavoro internazionali estende le collaborazioni sul nucleare oltre i confini europei: US-NRC e INEL (USA), Seoul University (ROK), JAEA (J).

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

A seguito del raggiungimento della completa operabilità del Laboratorio Tracciabilità sono proseguiti i contratti e le manifestazioni di interesse per progetti congiunti da parte di soggetti industriali di rilievo dell'economia italiana: tracciabilità analitica isotopica di prodotti alimentari quali vino, latte, formaggi (Granarolo SpA, Scriba Nanotecnologie, Federcoop), soluzioni tecnologiche per misure analitiche di supporto al decommissioning di impianti nucleari, analisi di bioplastiche per il packaging industriale, analisi di rilasci gassosi per il monitoraggio di impianti di stoccaggio di CO<sub>2</sub>.

## UTFISST

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE E IMPIANTI PER LA FISSIONE E LA GESTIONE DEL MATERIALE NUCLEARE

Responsabile: Massimo Sepielli

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | <b>296.705 €</b>   |
| b) Risorse umane disponibili   | 80,83 persone/anno |

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Energia per il futuro*

L'Unità Tecnica Tecnologie Fissione e Gestione Materiale nucleare (UTFISST) si posiziona sulle tematiche della sicurezza dei reattori nucleari in operazione e in sviluppo, progettazione di sistemi nucleari innovativi, chiusura ciclo combustibile nucleare, gestione rifiuti radioattivi e supporto tecnico-scientifico per il deposito nazionale e geologico, a supporto istituzionale. L'Unità interviene inoltre nei progetti tecnologici complessi anche non prettamente nucleari, in sinergia con le altre UT ENEA. Esercisce i due principali reattori di ricerca nazionali, TRIGA e TAPIRO, pianificandone le attività nei settori dell'ingegneria, della fisica nucleare e delle applicazioni mediche, tecnologiche e didattiche.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

UTFISST opera nelle seguenti aree:

- Ricerca e sviluppo (nazionale ed internazionale) dell'energia nucleare, e sue applicazioni e ricadute industriali
- Servizio Paese per la *safety* e *security* dei materiali nucleari e dei radioattivi
- Partecipazioni ai principali organismi nazionali ed internazionali di settore

La R&S si articola fundamentalmente su tre direzioni:

1. Reattori di ricerca e laboratori per la caratterizzazione radiologica
2. Reattori di nuova generazione (reattori SMR e IV generazione)
3. Sistemi e processi ad elevata complessità e applicazioni nucleari non energetiche

**Reattori di ricerca** - L'esercizio dei reattori nucleari di ricerca RSV-TAPIRO e TRIGA-RC1, siti presso il Centro Casaccia, avviene sin dagli anni '60-'70 su licenza MSE ad ENEA; dal 2010 l'esercente è direttamente UTFISST, nella persona del direttore Ing. Sepielli, su procura Commissariale. L'esercente è responsabile della gestione economica ed è datore di lavoro, ai sensi del DLgs. 230/95, e recentemente anche ai sensi del DLgs. 81/2008. L'esercizio degli impianti nucleari (Capo VII del DLgs. 230/95) è svolto da 2 squadre di esercizio composte da direttori, supervisori ed operatori patentati dall'Autorità di Controllo. L'istituto di radioprotezione IRP cura la radioprotezione, attraverso RPO. L'esercizio avviene sotto la sorveglianza ispettiva di IAEA-EURATOM e ISPRA. Il loro utilizzo avviene attraverso attività di ricerca scientifica e tecnologica di base ed applicata di fisica ed ingegneria nucleare. Le applicazioni includono la R&S dei reattori a fissione e fusione (ITER), ricerche nei settori dell'elettronica, aerospazio, radiomedicina, materiali, biologia, metrologia, radioprotezione, sicurezza nucleare, calibrazione strumentazione, simulazione e modellistica ecc.

**Laboratori di caratterizzazione e radiochimica** - Ai reattori si affiancano i laboratori di caratterizzazione e radiochimica. Vengono svolte attività di ricerca/servizio conto terzi di

caratterizzazione radiologica di materiali radioattivi e consulenza tecnico scientifica nell'ambito del *radwaste management*, irraggiamento e test di materiali nucleari.

La R&S in questo settore punta: a) allo sviluppo di reattori nucleari sostenibili in termini di impatto ambientale, di accettabilità sociale e competitività economica. Tali reattori sono caratterizzati da un consumo minimo di risorse primarie, una produzione di rifiuti ridottissima, sia in termini di volumi che di radio tossicità ed un livello di sicurezza intrinseca molto elevata; b) ad attività finalizzate al *radwaste management* e al deposito finale, superficiale e geologico, al riciclo e sistemazione finale in sicurezza dei rifiuti radioattivi a lunga vita.

In quest'ambito, l'Unità ha in corso di svolgimento le seguenti specifiche attività, partecipando alle piattaforme europee del SET-PLAN ed a numerosi progetti nazionali ed internazionali, in particolare nei programmi FP7 e Horizon 2020, fra i quali:

- PELGRIMM - Sviluppo di combustibili contenenti attinidi minori per reattori veloci di IV Generazione, a sostegno dell'agenda di ricerca strategica (SRA) e della Sustainable Nuclear Energy-Technology Platform (SNE-TP) europea.
- MATTER e GETMAT - Ricerche sperimentali su materiali innovativi utilizzabili in reattori di IV generazione.
- ESNII+ - Analisi di dati e metodi di calcolo per la simulazione neutronica/termoidraulica del nocciolo di un reattore veloce di IV generazione raffreddato a piombo.
- CHANDA - Analisi di dati nucleari ed esperienze integrali per la sicurezza dei reattori attuali e lo sviluppo di reattori di nuova generazione.
- JASMIN - Analisi e simulazione termoidraulica di esperimento su reattore CABRI di barretta di combustibile per SFR.
- MARISA - Partecipazione alla costituzione di un Consorzio finalizzato alla realizzazione del reattore Europeo MYRRHA presso SCK-CEN (Belgio).
- CAST - Analisi dei meccanismi di rilascio di Carbonio 14 dai materiali in condizioni di smaltimento geologico, con l'obiettivo di rendere più realistiche le relative valutazioni di sicurezza.
- SACSESS - Attività sperimentale, in collaborazione con il Politecnico di Milano, finalizzata allo studio ed alla caratterizzazione di una nuova matrice per il condizionamento di rifiuti a base di cloruri derivanti da processi pirometallurgici per il riprocessamento del combustibile nucleare, iniziato il primo marzo 2013 e termina il 29 febbraio 2016.
- FREYA - Analisi sperimentale della fisica di sistemi veloci critici e sottocritici raffreddati a piombo. Coordinamento Work Package 3.
- EDEN - Sviluppo di strumenti e procedure innovative nell'ambito della prevenzione e della gestione di situazioni di emergenza derivanti da atti terroristici anche su larga scala. Sviluppo di sensori per la rivelazione di esplosivi e delle cosiddette "bombe sporche", robot avanzati per l'analisi di integrità degli elementi di combustibile in centrali nucleari e demo sulla risposta in campo locale ad un incidente ("location" nel reattore di ricerca TRIGA di Casaccia) e sulla comunicazione e gestione di una emergenza nucleare su scala internazionale.
- Progetto DEVCO (ora INSC) I e II, già applicato per la fase III - Coordinamento del programma europeo DEVCO, finalizzato alla formazione avanzata (training e tutoring) di personale esperto appartenente o destinato ad Agenzie di sicurezza e loro TSO in Paesi emergenti e partner dell'UE.

## RISULTATI CONSEGUITI

L'Unità UTFISST ha raggiunto risultati positivi in tutte le attività sopra descritte e in particolare: Nel corso del 2014, la UTFISST ha presentato i seguenti *proposals* per la Call settembre 2014 Horizon 2020 ed altri programmi Europei su Security ed E&T:

- TEAMING (Infrastrutture in Romania a supporto dimostratore ALFRED, Coordinamento).
- SANER (Aspetti storici e sociali dell'energia nucleare, Coordinamento).

- NUSMOR (Sviluppo Reattori SMR).
- EULER (Sviluppo Reattori IV generazione).
- FREYA + (Analisi neutronica sperimentale di reattori veloci critici e sottocritici raffreddati a piombo).
- EXPECTANCY (Conservazione e valorizzazione delle competenze in campo nucleare nelle regioni europee baltiche e dell'est europeo).
- REJOIN (Studio della resilienza di Sistemi I&C per reattori nucleari).
- MODERN2020 (Sviluppo monitoraggio avanzato deposito geologico).
- COMS-WD (Sviluppo deposito geologico Europeo consortile).
- Progetto regionale per lo sviluppo di un sistema di radiografia neutronica (in via di valutazione).
- Collaborazione con UTRINN per la preparazione congiunta di proposte HORIZON2020 in tema di simulazione dei sistemi energetici ad alimentazione solare.

Ha realizzato gli obiettivi dell'Accordo di Programma ENEA - MSE, Ricerca di Sistema Elettrico, elaborato su indirizzi dell'Autorità per Energia e Gas e a valere sulla Cassa Conguaglio.

È in corso attualmente il Piano Triennale 2013-15, seconda annualità, PAR 2014. UTFISST è impegnata insieme alle UTFISSM e UTIS nel Progetto Nucleare, che si articola su due linee progettuali:

- Sviluppo reattori veloci di IV generazione al piombo e reattori SMR. Vengono effettuati studi ed analisi sul reattore veloce ALFRED, il dimostratore refrigerato mediante piombo liquido. UTFISST è impegnata sul progetto di sistema, la chimica, i materiali, la termoidraulica e strumentazione, simulazione ingegneristica, analisi di sostenibilità, economiche e di scenario, analisi sul ciclo del combustibile finalizzate alla minimizzazione del combustibile utilizzato e alla proliferazione, analisi di possibili sinergie internazionali per la riduzione dei costi.
- Sicurezza nucleare, in particolare studi, progettazione, modellistica, impiantistica e sperimentazione, finalizzate alla sicurezza dei reattori ad acqua, dei reattori veloci di quarta generazione e alla chiusura ciclo del combustibile. Coordinamento delle attività della linea LP2 b.1 "Qualifica coatings e materiali strutturali per sistemi LFR".

Quanto alle attività prettamente di servizio, la UTFISST ha proseguito nelle seguenti attività:

- Servizio Integrato nazionale per la raccolta, trattamento e stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi e delle sorgenti orfane, accreditamento degli operatori nazionali in convenzione con la Società partecipata NUCLECO S.p.A. Gestione del Contratto ENEA-Nucleco raccolta rifiuti radioattivi ENEA e Gestione attività tecniche impianti ENEA in affitto a Nucleco (ENEA-Casaccia è il sito nazionale di riferimento per il trattamento dei materiali radioattivi). National focal point per informazioni sul trasporto dei rifiuti radioattivi. UTFISST ha in organico l'attuale Presidente della Nucleco, che è di nomina dell'Agenzia, ed opera insieme ad altri due membri del Consiglio, nominati da Sogin.
- Gestione dell'Atto di affidamento (A.A.G.) degli impianti ENEA ex-ciclo combustibile alla Sogin attraverso personale comandato e attività di servizio. Supporto all'operatore nazionale Sogin per il decommissioning degli impianti nucleari e per il condizionamento e smaltimento in sicurezza dei rifiuti radioattivi di origine elettronucleare.
- Supporto istituzionale e tecnico-scientifico a Sogin (Direttiva UE n.70 e D.Lgs.45 di recepimento) per la realizzazione del Parco Tecnologico Deposito Nazionale dei rifiuti radioattivi, con significativa ricaduta scientifica, sociale, industriale ed occupazionale. Analisi preliminare con SOGIN per la realizzazione di un simulatore ingegneristico e di addestramento dell'Impianto di processamento rifiuti liquidi CEMEX di Saluggia.

Relativamente alla Security nucleare, nel 2014 la UTFISST ha fornito:

- Supporto alle Istituzioni per il Protocollo aggiuntivo al trattato di non proliferazione nucleare e al controllo esportazioni materiali (dual use). Attività in applicazione al Protocollo aggiuntivo in esecuzione dell'articolo iii, paragrafi 1 e 4 del trattato di non proliferazione delle armi nucleari, ratificato con la legge 332/03. Laboratorio nazionale di caratterizzazione e certificazione dei materiali nucleari. Partecipazione al Comitato consultivo beni duplice uso del MiSE/D.G. Internazionalizzazione.
- Partecipazione al Programma internazionale GTRI (Global Threat Reduction Initiative). In tale ambito ENEA-UTFISST è fortemente coinvolto a livello Nuclear Security Summit, MAE, governo USA e sue istituzioni per quanto riguarda la fattibilità (al momento da escludere) di una riconversione del combustibile del reattore TAPIRO da alto arricchimento a basso arricchimento. Sempre in ambito GTRI, ENEA-UTFISST concede autorizzazione all'operatore SOGIN al trasferimento all'estero di materiale nucleare di proprietà dell'Agenzia.

Sulla *safety nucleare*, nel 2015 la UT ha fornito supporto all'autorità di controllo per gli impianti nucleari in esercizio attraverso attività di sperimentazione, modellistica e calcolo. Partecipazione alla redazione dei piani di emergenza nucleare locali e provinciali. Partecipato alla redazione dei piani di emergenza nucleare del CRE Casaccia Roma e di 10 Province (Venezia, Treviso, Firenze, Catania, Terni, Potenza, Matera, Perugia, Rovigo, Cuneo).

Quanto infine alle attività di formazione ed informazione, la UT ha organizzato e partecipato a conferenze internazionali, alla formazione del personale interno, universitaria e post-universitaria, e informazione didattica e divulgativa sull'energia nucleare, tutoring per tesi di laurea in collaborazione con l'Università, alla redazione e pubblicazione su riviste sia nazionali che internazionali di circa 100 articoli e rapporti tecnici. 9

#### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

- Partecipazione ai principali organismi internazionali: IAEA, OCSE-NEA. Attività di rappresentanza istituzionale, formazione e training, informazione, partecipazione ai comitati scientifici (URANIUM GROUP, CSNI, ecc.). In ambito IAEA – OECD/NEA, sono in corso i progetti IRPHE, Analisi della facility critica B&W SSCR - Core VIII (combustibile U/Th) con integrazione in NEA Handbook ed il progetto Oskarshamn-2: analisi integrata neutronica/termoidraulica di un transitorio di instabilità di BWR. Partecipazione a relativo benchmark internazionale. In ambito IAEA UTFISST partecipa al Forum dei TSO (Technical Safety Support Organisations) ed al WG sulla considerazione degli Eventi Naturali Estremi nei processi di progettazione e licensing.
- Partecipazione alle piattaforme europee del SET-PLAN (produzione CO<sub>2</sub>-free) per il settore dell'energia nucleare da fissione fra cui SNETP, ESNII, NUGENIA, IGDTP, EERA-NM, ENEN, EN-TRAP, ENSTTI, FORATOM, ESARDA. Rappresentanza nei board ed Executive Committee di SNETP.
- Rapporti bilaterali con CEA e IRSN, MOU con DOE (USA) che si svolgono attraverso riunioni periodiche di indirizzo (Steering Committee). Invito per potenziale accordo con CNEA (Argentina).
- Partecipazione a European Network of Testing Facilities for the quality checking of RAdioactive waste Packages ([www.en-trap.eu](http://www.en-trap.eu)), network dei laboratori di riferimento europei per la caratterizzazione radiologica dei rifiuti radioattivi; gli altri laboratori partner sono: Austria (NES), Belgio (SCK-CEN), Finlandia (VTT), Francia (CEA), Germania (FZJ e TUM), Italia (ENEA e Nucleco), Olanda (NRG), Regno Unito (AMEC), Repubblica Ceca (UJV), Spagna (ENRESA e CIEMAT), Unione Europea (JRC-Ispra).

- UTFISST ha relazioni con Istituzioni, Enti di ricerca, utilities, industrie e Società di Ingegneria. Fra queste: CEA, IRSN, SCK-CEN, NNL, CIEMAT, COVRA, EDF, AREVA, VTT, HRP, ICN, CVRez. A livello nazionale: MSE, MIUR, MATTM, ISPRA, Prefetture ed Autorità, CNR, INFN, ANSALDO NUCLEARE, Mangiarotti, SOGIN, NUCLECO, SIET, FN, CSM, SRS., L3-Mapps, GSE Systems, GE.
- UTFISST collabora con Università Italiane afferenti al Consorzio CIRTEN e anche non CIRTEN, come L'Aquila, Ancona, Roma 2, Roma 3, Pavia.
- Partecipazione agli organismi nazionali e internazionali di standard e normazione nucleare (CEN, CENLEC, UNICEN, Ordine degli ingegneri di Roma).

### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Nel 2014 UTFISST ha utilizzato le sue competenze nucleari per collaborare sinergicamente con le altre Unità Tecniche dell'Agenzia ENEA allo sviluppo e l'ottimizzazione di processi e sistemi ad alta complessità, **nucleari e non nucleari**, in particolare sui temi della efficienza energetica, fisica, biologia, informatica, ingegneria e simulazione, calcolo e progettazione. Fra le attività comuni, si riportano quelle con UTIS, UTFISSM, IRP, METR, UTTMAT, UTRINN, UTMEA, UTTEI, UTEE, UTAGRI:

- Le attività presso i reattori ed i laboratori vengono svolte su accordi di collaborazione/progetto o commessa diretta. Esempi: IAEA, Euratom, CNR, INFN, ASI e Società che operano nel settore aerospaziale, settore radio-farmaceutico, bio e radio chimico, della sicurezza e security nucleare, della metrologia e radioprotezione. Fra queste, di forte interesse la collaborazione di ricerca commissionata con la UT-FUS all'interno del programma F4E per prove funzionali di componenti di ITER sotto irraggiamento neutronico flusso veloce presso il reattore RSV-Tapiro.
- Consorzio FALCON insieme con UTIS e UTFISSM per Reattore dimostrativo Europeo di IV Generazione ALFRED Creazione del Consorzio industriale FALCON costituito fra ENEA-Ansaldo Nucleare ed ICN (Romania). Contratto bilaterale ENEA-CEA "ARDECO" per reattore dimostrativo Europeo ASTRID in cui si inserisce il progetto di attività sperimentali su termoidraulica e materiali avanzati per IV generazione. Sistema ELOI in sinergia con UTTEI e UTRINN.
- Contratto di Cooperazione ENEA-SOGIN, per supporto tecnico-scientifico alla Società SOGIN per le attività di decommissioning degli impianti del ciclo del combustibile nucleare e realizzazione parco tecnologico deposito nazionale. Coinvolte 12 UT dell'ENEA.
- Progetti di simulazione di sistemi energetici integrati (centri di produzione, trasmissione, utilizzatori finali) con UTRINN e UTMEA. Sinergia con lo sviluppo del Sistema NUTEMA presso Università di Pisa. Progetto "Blue-green" separazione terre rare in territorio Mozambico (attivazione e prosecuzione)
- Attività a supporto dell'UTEE-IND per la valutazione dei Progetti a Consuntivo per efficienza energetica ai fini dell'ottenimento di Certificati Bianchi. Dato supporto all'UTEE-IND per la valutazione di circa 150 Progetti a Consuntivo per efficienza energetica ai fini dell'ottenimento di Certificati Bianchi.
- Collaborazione tra UTFISST-SIMING e UTMEA per la partecipazione al progetto CockpitCI ([www.cockpitCI.eu](http://www.cockpitCI.eu)), installazione e configurazione dei sistemi di Network Intrusion Detection (Snort) per l'analisi del traffico di rete per la rilevazione di attacchi informatici.
- Collaborazione con UTAGRI per sterilizzazione insetti nocivi.



## UTFUS

### UNITÀ TECNICA FUSIONE

Responsabile: Aldo Pizzuto

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | <b>5.547.098 €</b>      |
| b) Risorse umane disponibili   | <b>201 persone/anno</b> |

I finanziamenti provengono principalmente da programmi di ricerca internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Energia per il Futuro*

L'Unità Tecnica Fusione (UTFUS) sviluppa conoscenze nel campo della fusione a confinamento magnetico (reattore FTU) ed inerziale, attraverso attività di ricerca di fisica, di tecnologie e ingegneristica destinate alla acquisizione di competenze sistemistiche per l'utilizzo della fusione termonucleare come fonte di energia.

L'Unità opera in qualità di Leader nazionale nel settore della fusione nucleare nell'ambito della comunità scientifica internazionale e la sua missione è quella di contribuire a sviluppare una nuova fonte di energia sostenibile, attraverso attività svolte in ambito europeo e internazionale, ma con ampie ricadute tecnologiche nel sistema industriale italiano.

In particolare l'ENEA, in qualità di coordinatore del Programma nazionale sulla Fusione, ha contribuito a creare un efficace sistema tra Ricerca, Industria e Innovazione.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE/PROGRAMMI IN CORSO

Oltre a svolgere attività di ricerca di base ed applicata nell'ambito del Programma Euratom di Horizon 2020, l'Unità Tecnica Fusione è protagonista nel programma per la realizzazione internazionale del reattore ITER, gestito a livello europeo da F4E. L'aggiudicazione di numerose forniture di componenti per la costruzione di ITER ha comportato ampie ricadute tecnologiche e produttive nel sistema industriale italiano. Attività nazionali e internazionali sulla fusione sono state svolte nel passato nell'ambito dei Contratti di associazione ENEA-Euratom, ed oggi nell'ambito di Eurofusion (JET, ITER e DEMO), del "Broader Approach" e di numerosi contratti con ITER e F4E.

Più in generale, le attività di UTFUS consistono nella sperimentazione di fisica, negli studi teorici e nello sviluppo e messa a punto di processi tecnologici per la costruzione di componenti e soluzioni impiantistiche critici della macchina ITER.

In relazione a F4E, sono state svolte attività negli ambiti di due contratti, il primo relativo alla analisi dei dati nucleari dei materiali di interesse fusionistico, il secondo relativo al progetto della Radial Neutron Camera di ITER.

Le principali attività svolte si possono sintetizzare nei seguenti programmi e contratti in cui UTFUS è direttamente coinvolta:

- Grant Agreement 633053, nell'ambito del quale coordina 16 partner nazionali tra cui CNR, Consorzio RFX, Consorzio CREATE, e 10 tra la più qualificate Università italiane oltre a 3 soggetti industriali: ANN, CSM, LT Calcoli.
- Sfruttamento Scientifico di FTU.
- Sviluppo tecnologie: Superconduttività, componenti ad alto flusso termico, sistemi di visione e metodologia laser, dati neutronici, sicurezza, ciclo del combustibile.
- Collaborazione internazionale per lo studio e la progettazione di una nuova infrastruttura di ricerca Divertor Task Tokamak facility, inclusa nella Road Map fusione di Horizon 2020.

- Collaborazione e partecipazione al programma sperimentale di EAST (Cina) e KSTAR (Corea).
- Contratto con F4E per “Design and development of the European Test Blanket modules”.
- Contratti per calcoli neutronici per ITER.
- Contratto per la realizzazione del Mock-up del divertore di ITER.
- Partecipazione al progetto ICAS per la realizzazione di cavi superconduttori ad alta temperatura critica ad alte correnti.
- Contratto con l’Unione Europea “EuroTapes – European development of superconducting tap” per lo sviluppo di processi di produzione di nastri superconduttori operanti alla temperatura dell’azoto liquido.
- Costruzione di componenti per il “Japan Tokamak 60 Super Advanced” (JT60SA) nell’ambito del programma internazionale “Broader approach” in supporto a ITER, secondo l’accordo bilaterale siglato da Giappone e UE e in cui è prevista la realizzazione di prototipiche di alto contenuto tecnologico da parte dell’ENEA.
- Progetto FIRB - Futuro in Ricerca del MIUR.
- Programma per irraggiamenti con neutroni per EFDA, F4E, INFN e CNR.
- Programma per l’analisi microscopiche della morfologia e dei Materiali.
- Programma NAFASSY - “National Facility for superconducting systems” del PON - Ricerca & competitività del MIUR - per la realizzazione di una facility per lo studio dei materiali.
- Programma MICROGEN30 per l’efficienza energetica del MISE.
- Vari ordini in qualità di contraente da committenti privati quali ad esempio: Ansaldo nucleare, Centro sviluppi materiali, ICAS, EADS, Kraftanlagen Heidelberg, SRI International ecc.
- Ricerca e Sviluppo in vari campi quali diagnostiche e rivelatori neutronici, studio ed ottimizzazione di superconduttori ad alta e bassa temperatura di transizione, studio di materiali innovativi, simulazione con codici ecc.

## RISULTATI CONSEGUITI

Nell’ambito del programma internazionale per la costruzione della macchina ITER, UTFUS ha acquisito commesse per le attività di sviluppo di componenti critici, come i cavi superconduttori, il divertore, gli anelli di pre-compressione del solenoide centrale, l’alimentazione del plasma attraverso iniettori di pellet di trizio ed il sistema di ispezione e metrologia, tecnologie per il ciclo del combustibile.

È stata costituita una società con TRATOS cavi e CRIOTEC impianti per la produzione dei cavi superconduttori di ITER.

Fra i risultati più significativi conseguiti dall’Unità nell’ambito delle molteplici attività programmatiche si citano:

- Avvio del progetto e dello studio di fattibilità di una sorgente di potenza di tipo CARM (Cyclotron Auto Resonance Maser) a 250 GHz, in vista delle richieste di DEMO.
- Realizzazione di uno spettrometro TDS (Time Domain Spectroscopy) nel range di frequenza del THz.
- Realizzazione e installazione con successo di un rivelatore a tripla GEM (Gas Enhanced Multiplier) per imaging X sul tokamak KSTAR in Corea.
- Completamento della realizzazione dei Farady Shields e front ends delle due antenne ICRH realizzate per il Tokamak AUG (Asdex Up Grade) in Germania.
- Realizzazione dell’interferometro multicanale per le antenne ICRH di AUG.
- Caratterizzazione con codici tridimensionali delle performance delle antenne LH a 2.45 GHz e 4.6GHz del tokamak EAST in Cina.
- Realizzazione della prima configurazione di divertore con topologia magnetica di tipo Snow Flake sul tokamak EAST in Cina.



- Test elettrici (@4.2 K e 77 K) e meccanici (bending load) di prototipi di cavi superconduttori operanti alla temperatura dell'azoto liquido (HTS).
- Sviluppo di un concetto di nastro HTS a basso aspect ratio.
- Sviluppo di substrati a base di rame per nastri superconduttori HTS.
- Semplificazione del processo di produzione di nastri HTS con l'introduzione di tecniche di deposizione chimica.
- La fabbricazione dei cavi superconduttori: a) per i magneti toroidali e poloidali di ITER e di JT-60SA; b) per la facility Olandese "45T Hybrid Magnet", della Radboud University, Nijmegen; c) per il magnete della facility sperimentale NAFASSY, in fase di costruzione presso l'Università di Salerno.
- Studio concettuale e fabbricazione di campioni di cavi superconduttori per i magneti toroidali di DEMO.
- Sviluppo di metodologie e codici di calcolo per le analisi di neutronica e le analisi di sicurezza.
- Progettazione e realizzazione di moduli a membrana per la separazione di idrogeno ed isotopi nel campo del ciclo del combustibile dei reattori a fusione (programma Eurofusion).
- Prototipi qualificati attraverso prove di flusso termico dedicate, per essere impiegati nella macchina ITER. Il sistema ANN-ENEA è quindi qualificato per la partecipazione della intera fornitura del divertore, che è composto di circa 60 cassette il cui costo previsto è di circa 100M€,
- Tecnologia di costruzione degli anelli, messa a punto e qualificata per gli standard di ITER, e messa a disposizione delle ditte europee.
- Progettate, costruite ed installate linee di avvolgimento e prova delle bobine superconduttrici di JT60-SA.
- Impianti di integrazione consistenti in:
  - sistema di impregnazione e attrezzature di contenimento e riscaldamento per il processo di impregnazione nella cassa;
  - impianto per la finitura della bobina dopo il processo di impregnazione;
  - impianto di movimentazione e posizionamento della bobina e dei componenti della cassa;
  - impianti di saldatura dedicati alla chiusura della cassa di contenimento delle bobine.
- Completamento dei programmi di qualifica dei processi speciali e realizzati i componenti necessari alla composizione di tre casse di contenimento.
- Ingegnerizzazione e selezione dei componenti industriali e sviluppo dei disegni di fabbrica relativamente allo sviluppo dei 4 Switching Network Unit (SNU) per la commutazione rapida della corrente delle bobine del solenoide centrale.
- Costruzione del primo SNU.
- Ingegnerizzazione della realizzazione di otto alimentatori AC/DC e dei sei trasformatori associati. È stato definito il layout di tutte le apparecchiature elettriche e completate le attività di simulazione.
- Realizzazione e test di primi prototipi di cavi operanti a 20 kA alla temperatura dell'azoto liquido.
- Riduzione dei costi di produzione dei nastri grazie all'utilizzo di lamine a base di rame in associazione temporanea di impresa Poseico-Jema.
- Semplificazione del processo di produzione con l'introduzione di tecniche di deposizione chimica.
- Realizzazione di un magnete superconduttore e dei suoi componenti.
- Fabbricazione dei cavi superconduttori per i magneti toroidali di ITER e di JT60 SA.

Per quanto concerne i risultati relativi allo studio della fusione inerziale: produzione di reazioni di fusione protone Boro in un plasma mediante laser di durata di alcuni nanosecondi.

Nel 2014 sono stati inoltre prodotti: 91 pubblicazioni tra articoli su riviste internazionali, proceedings e libri; 3 brevetti; prototipi; campagne sperimentali.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

### **Principali interlocutori nazionali:**

Ansaldo Nucleare, Centro sviluppo materiali, CNR, Consorzio RFX, Criotec Impianti, ICAS-Italian Consortium for applied superconductivity, INFN, 3M Italia, MIUR – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, MAE – Ministero degli Affari Esteri, Mangiarotti, MISE – Ministero dello Sviluppo Economico, SIMIC, Tecnomare, Tratos Cavi, Walter Tosto, varie Università e centri ricerca, ANN, VITROCISSET, THALES-Alenia, SELEX-Galileo, De Pretto, Angelantoni.

### **Principali interlocutori internazionali:**

ASIPP, Commissione Europea, EFDA, EADS Casa Espacio, Euratom, F4E - Fusion for Energy, Istituti di ricerca europei nel settore (KIT, IPP, CEA, CCFE, CIEMAT, ecc.), ITER Organisation, JET, KAIST - Korea Advanced Institute of Science and Technology, ASIPP, Kraftanlagen Heidelberg, Max-Planck-Institute fur Plasmaphysik, MIT, PPPL Nucltudes, SRI International, SWIFT China, United States of America-Department of Defense, Unione Europea, varie Università internazionali ecc.

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Sebbene la progettazione delle grandi macchine per la fusione sia stata condotta dalla comunità scientifica, l'industria ha assunto un ruolo crescente per sviluppare l'ingegnerizzazione e produzione delle tecnologie richieste da ITER. Dunque lo sviluppo di tecnologie avanzate per la costruzione del reattore internazionale ITER ha una importante ricaduta produttiva, grazie alle numerose commesse assegnate da F4E/ITER al sistema industriale italiano. Ciò ha favorito un elevato trasferimento di competenze in tecnologie avanzate tra centri di ricerca e Industrie nel campo della fusione, sia a livello nazionale che internazionale.

Tra alcune ricadute tecnologiche sul sistema industriale si possono annoverare:

- sviluppo di nuovi processi di produzione innovativi nel campo dei superconduttori elettrici;
- sviluppo di nuovi materiali e di loro possibili applicazioni future per diversi usi energetici anche elettrici;
- trasferimento di know-how all'Industria;
- possibilità di avere importanti applicazioni nell'ambito dei beni culturali, avionica, apparecchi medicali, biochimica ecc.

Grazie all'azione di promozione e trasferimento tecnologico l'Industria italiana ha acquisito quasi il 60% degli ordini europei per la costruzione di componenti di ITER tra cui i magneti, i superconduttori e la camera da vuoto, e altre prestigiose commesse potranno a breve essere acquisite. Il valore complessivo a fine 2014 sfiora il miliardo di euro.

## UTICT

### UNITÀ TECNICA SVILUPPO SISTEMI PER L'INFORMATICA E L'ICT

**Responsabile: Silvio Migliori**

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 293.500 €       |
| b) Risorse umane disponibili   | 75 persone/anno |

I finanziamenti provengono principalmente da programmi di ricerca nazionali le cui attività sono state svolte sulla base di progetti PON 2007-2013 che sono stati rendicontati nel 2014 ed i cui finanziamenti sono avvenuti negli esercizi precedenti.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Sviluppo Sistemi per l'Informatica e l'ICT (UTICT) svolge la propria attività nel campo della ricerca, sviluppo, e implementazione di tecnologie nei settori dell'informatica, delle telecomunicazioni, del calcolo scientifico e delle reti ad alte prestazioni, assicurando all'Agenzia e ai suoi partner tecnico-scientifici la disponibilità di una completa infrastruttura di elaborazione, trattamento, storage e trasmissione di dati.

Partendo dal carattere assolutamente trasversale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, *enabling technologies* in grado di incidere in tutti i settori produttivi ed applicativi, il ruolo dell'Unità Tecnica ICT investe in primo luogo l'area della **competitività dei sistemi produttivi**. Vanno tuttavia tenute in conto anche le importanti interazioni con il settore dell'energia, sia per quanto riguarda gli aspetti di sostenibilità, sia per quanto attiene allo sviluppo di nuove forme di approvvigionamento energetico. Si pensi, a tale proposito, alle attività in corso in ENEA nei settori della modellistica per la combustione e per i nuovi materiali, e delle applicazioni per l'efficienza energetica in vari settori, compresi i *datacentre* stessi.

In un panorama molto articolato, la specificità di ENEA risiede in primo luogo nell'essere un soggetto pubblico che ha sviluppato, nel corso degli anni, un'infrastruttura ICT per la R&S fra le più avanzate, e che è ormai accreditato come uno dei riferimenti nel contesto nazionale. In questo modo si rendono disponibili ai partner industriali risorse hardware e soluzioni software il cui accesso è normalmente precluso a causa dei costi e delle difficoltà tecniche nel mantenimento di un'infrastruttura complessa, aprendo un ventaglio molto ampio di nuove opportunità di business e di crescita professionale.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività svolte da UTICT possono essere raggruppate nei seguenti filoni:

- 1) sviluppo ed evoluzione tecnologica dell'infrastruttura e dei servizi per l'High Performance Computing, attraverso l'implementazione di nuove classi di apparecchiature di calcolo, storage e trasmissione di dati, e lo sviluppo o personalizzazione di opportune soluzioni software per l'accesso alle risorse e l'esecuzione di elaborazioni;
- 2) attività di Ricerca e Sviluppo nei settori del calcolo ad alte prestazioni e distribuito, delle reti di trasmissione dati ad altissima prestazione, dell'integrazione di sistemi eterogenei quali grandi strumenti e laboratori scientifici, per specifiche applicazioni rivolte al sistema produttivo e/o alla Pubblica Amministrazione;
- 3) sviluppo ed implementazione di nuove applicazioni web-based, e di tecnologie e strumenti per la comunicazione web, la formazione a distanza, la produzione di contenuti, la videocomunicazione, la condivisione geografica dei dati;
- 4) funzionamento, evoluzione tecnologica, e supporto all'utenza dell'infrastruttura ICT di base dell'Agenzia, ovvero del complesso di strutture di elaborazione, reti trasmissione dati, software,

archiviazione e trasmissione dei dati, telefonia, garantendo il supporto a tutte le sue attività programmatiche attraverso l'erogazione di numerosi servizi e la messa a disposizione di un ampio spettro di applicazioni informatiche. In questo filone è inclusa l'attività di sviluppo e mantenimento dei sistemi informativi gestionali.

## RISULTATI CONSEGUITI

Relativamente allo **sviluppo ed upgrading dell'infrastruttura di High Performance Computing**, nel 2014 è entrato in produzione il nuovo cluster CRESCO4 che con i suoi 100 TFlops di potenza di calcolo di picco ha permesso un salto di un fattore 5 rispetto ai maggiori sistemi già disponibili nell'Agenzia. La facility di calcolo è realizzata nell'ambito del progetto PON 2007-2013 "TEDAT - Centro di Eccellenza per le Tecnologie e la Diagnostica Avanzata nel settore dei Trasporti". L'accesso al sistema è stato organizzato in modo tale da privilegiare le attività focalizzate sui temi di maggior interesse per l'Agenzia e per le Unità che più utilizzano la modellistica come strumento per lo sviluppo delle attività programmatiche. In tal senso sono stati stesi dei precisi programmi di attività che hanno coinvolto le unità dell'agenzia che si occupano di scienza dei materiali, di diffusione degli inquinanti nell'atmosfera, della modellistica del clima, della fusione nucleare, della metrologia delle radiazioni ionizzanti e delle fonti rinnovabili. Il tasso di utilizzo di CRESCO4 nell'anno è risultato essere vicino al 90%.

Dal punto di vista di aggiornamento dei sistemi hardware nel corso 2014 è stata predisposta l'acquisizione di alcuni sistemi speciali caratterizzati da grande memoria, dall'uso di coprocessori GPU di tecnologia NVIDIA e di coprocessori PHI di INTEL. I sistemi di caratterizzati da grande memoria (768 GB per singolo nodo) sono stati messi in produzione a fine 2014. Nel quadro delle attività di efficientamento energetico dei sistemi per il calcolo scientifico a fine 2013 era stato disattivato il sistema IBM SP5 sul centro di Frascati e a fine 2014 sul centro di Portici sono stati spenti i cluster CRESCO1 e CRESCO2, originariamente installati nel quadro del primo progetto CRESCO, PON 2000-2006. La potenza di calcolo dei sistemi dismessi è largamente compensata da quella dei nuovi sistemi in produzione, caratterizzati da una efficienza energetica migliore almeno di un fattore 5.

Le attività di **Ricerca e Sviluppo per applicazioni HPC** sono state svolte nell'ambito di numerosi progetti afferenti al PON 2007-2013:

- IT@CHA - Tecnologie Italiane per applicazioni avanzate nei Beni Culturali.
- LAMRECOR – Logistica Avanzata per la Mobilità di Persone e Merci: Modelli Matematici e Sperimentazioni per Nuovi Protocolli di Recapito della Corrispondenza.
- EDOC@WORK 3.0: Education and Work on Cloud (PON 2007-2013).
- DIRECT FOOD: Valorizzazione delle Produzioni agroalimentari dei Sistemi Locali e di quelli tradizionali del Made in Italy attraverso la gestione integrata delle filiere e di canali innovativi produttore-consumatore(PON 2007-2013).
- VIS4FACTORY - Sistemi Informativi Visuali per i processi di fabbrica nel settore dei trasporti.
- AQUASYSTEM - Procedure e tecnologie innovative per una gestione pianificata ed integrata delle risorse idriche, l'ottimizzazione energetica ed il controllo della qualità nel Ciclo Integrato delle Acque.
- SIMON.A. – Sistema integrato per l'individuazione e il monitoraggio di scarichi in fogna e in ambiente (POR Campania).

nonché nell'ambito di alcune commesse dirette provenienti dall'industria.

Si tratta di interventi su un complesso piuttosto eterogeneo di tematiche applicative, aventi però come caratteristica unificante quella di basarsi sulle tecnologie Grid e Cloud implementate sull'infrastruttura HPC dell'ENEA, e sulle soluzioni software di condivisione di risorse di calcolo e storage distribuite ed eterogenee. Le applicazioni sviluppate in collaborazione con i partner industriali o pubblici dei diversi

progetti sono basate su soluzioni Open Source, e sono pertanto più facilmente trasferibili in altri contesti applicativi. Sulla produzione scientifica e tecnologica realizzata coi i cluster CRESCO anche nel corso dell'anno 2014 è stato realizzato un report di attività, che ha raccolto 36 contributi provenienti da utenti interni all'Agenzia e anche di utenze esterne, per attività avvenute nell'ambito dei progetti e delle collaborazioni in corso.

Relativamente all'area di attività riguardante le **applicazioni e la comunicazione web-based**, le attività di sviluppo hanno riguardato:

- lo studio di metriche e metodologie di misura per l'efficienza energetica nell'ICT, e di metodologie e soluzioni tecnologiche per l'uso di energie rinnovabili nei datacentre (progetto DC4Cities, 7° Programma Quadro UE);
- lo sviluppo e l'implementazione di sistemi per il controllo di consumi energetici e di monitoraggio di key performance indicators in edifici e/o in contesti urbani (progetto Ricerca Sistema Elettrico e progetto PON 2007-2013 RES NOVAE);
- l'aggiornamento, manutenzione evolutiva, servizi di hosting e sicurezza del sito istituzionale ENEA e di altri siti di comunicazione istituzionale dell'Agenzia;
- lo sviluppo, manutenzione evolutiva ed hosting dei siti di molte Unità Tecniche e progetti dell'Agenzia, di siti web dedicati a specifiche tematiche tecnico-scientifiche, quali ad es. il Patrimonio Culturale e la Robotica;
- lo sviluppo della piattaforma di Simbiosi industriale e del sito [www.simbiosiindustriale.it](http://www.simbiosiindustriale.it) (su commessa UTTAMB);
- la gestione operativa e manutenzione evolutiva del "Sistema informativo SCORTE/SISEN", nell'ambito di una Convezione con il MiSE;
- sviluppo dell'ambiente di supporto alla cittadinanza per il sistema di raccolta delle dichiarazioni relative agli interventi di riqualificazione energetica con detrazione fiscale del 55% per il 2013, e del portale per l'accesso ai dati raccolti da ENEA dal 2007 al 2011 riservato alle regioni;
- la manutenzione evolutiva e l'attivazione di nuovi contenuti e servizi relativamente numerosi servizi web-based, quali la piattaforma di e-learning, ii sistemi di videocomunicazione, ii sistemi di authoring di contenuti formativi, la WebTV;
- l'implementazione di alcuni questionari web-based, in risposta ad esigenze istituzionali dell'Agenzia, quali ad es. l'indagine sul Benessere Organizzativo, o a richieste di specifiche aree programmatiche.

Nel seguito una sintesi delle numerose attività di **infrastrutturazione ICT di base** svolte nel corso dell'anno.

- Per quanto riguarda l'infrastruttura di rete, nel corso del 2014 è continuato il progressivo svecchiamento degli apparati più obsoleti mediante acquisizioni di switch; in tale ambito sono state aggiornate anche le protezioni di frontiera con nuovi dispositivi firewall collocati e da collocare in 10 sedi ENEA.
- Si è aggiornata anche l'infrastruttura wireless attraverso l'ammodernamento del sistema di controllo centralizzato, l'affiancamento di una nuova soluzione decentrata basata sui dispositivi firewall in corso di configurazione. Con questo sviluppo si amplierà ulteriormente la copertura wireless non solo per le aree di interesse condiviso (sale riunioni ecc.) ma anche per garantire la mobilità negli uffici e nei campus. E' stata infine verificata sul campo una nuova soluzione tecnica che consentirà a tutti gli Uffici Territoriali di presentarsi in rete come se fossero all'interno dell'infrastruttura ENEA e potendo quindi usufruire in trasparenza di tutti i servizi ENEA.
- È stata fornita una piattaforma completa per il Telelavoro rivolta ai vincitori dei progetti 2014-2015; in tale ambito, oltre agli strumenti già ampiamente rodati come videoconferenza e VoIP, è stata introdotta anche una nuova tecnologia per la condivisione documenti denominata EneaBox e

volta sia a favorire il lavoro collaborativo, sia a facilitare la conservazione delle attività in mobilità.

- È iniziato lo sviluppo dell'architettura necessaria all'implementazione della federazione IDEM che consentirà alle utenze ENEA di utilizzare applicazioni di altri enti federati, utilizzando le proprie credenziali ENEA, e viceversa consentirà ad ENEA di mettere a disposizione degli enti federati le proprie applicazioni.
- E' proseguita l'opera di divulgazione, formazione e supporto per i servizi erogati; attraverso interventi seminariali, aggiornamenti dell'apparato informativo, aggiornamento delle procedure di richiesta dei servizi.
- Per la telefonia le attività hanno riguardato la progettazione e lo sviluppo di piattaforme VoIP per i centri di Brindisi, Frascati e Casaccia, con l'obiettivo di affiancare o sostituire completamente le relative centrali legacy; sempre in ambito telefonico è stata aggiornata e ridefinita la procedura ENEA per la contabilizzazione del traffico telefonico, anche in previsione del porting della stessa in ambito VoIP.

Per quanto riguarda il **Sistema Informativo Gestionale di Agenzia**, è proseguita l'attività istituzionale di servizio all'utenza delle procedure gestionali di competenza (contabilità, personale, sistemi in ambiente Lotus, gestione presenze), l'assistenza ordinaria e la cooperazione nella soluzione di problemi contingenti ed estemporanei. la gestione della manutenzione ordinaria ed evolutiva. È stata eseguita l'analisi e attività iniziali per il passaggio del sistema di contabilità (SCI) alla nuova versione (Eusis). Sono state adeguate le procedure di gestione delle missioni (SIGME) alle richieste dell'Unità UTFUS per EUROfusion. Sono state create applicazioni a supporto dell'Unità Centrale Personale per la gestione delle progressioni di fascia, ed eseguiti numerosi adeguamenti necessari all'ottemperanza alle norme del Codice dell'Amministrazione Digitale e più in generale a quelle sulla digitalizzazione dei processi nella P.A. È infine proseguita l'attività di consolidamento e migrazione parziale dei server fisici in ambiente virtuale.

Sono inoltre proseguite le attività di messa a punto di numerosi **nuovi progetti**, alcuni dei quali sono stati approvati ed il cui iter di avvio è in corso di perfezionamento. Le proposte presentate includono:

- ILEARN TV anywhere, anytime (Bando Smart Cities Smart Communities).
- COBRA - Metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la conservazione dei Beni culturali (Bando Regione Lazio).
- FUSELAGE 2.0 (Bando Clean Sky 2).
- SYMBAD - Industrial Symbiosis for Advanced Resource Efficiency (Bando WASTE).
- CMMST-VRE - Chemistry, Molecular Materials Sciences and Technologies Virtual Research Environment (Bando eInfrastructures).
- EO COE - Energy Oriented Centre of Excellence for Computer Applications (Bando eInfrastructures).

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

**Imprese:** ENEL, IBM, General Electric Transportation, Elettronica, Avio, HP, Olivetti, Poste Italiane, Infobyte, Freemind Group (Belgio), CREATE-NET, Ayuntamiento de Barcelona, Gas Natural FENOSA (Spagna), MER.MEC., Vitrociset e numerose PMI.

**Enti Pubblici di Ricerca e Consorzi:** CNR (vari istituti), INFN, GARR, INRIA (Francia), Forschungszentrum Julich (Germania), Fraunhofer Gesellschaft (Germania), Oak Ridge National Laboratories (USA), CEA (Francia), CETMA, CALEF, CIRP, Fondazione Bruno Kessler.

**Università:** di Calabria, del Salento, Bari, Palermo, Trento, Mediterranea di Reggio Calabria, Napoli "Federico II", Politecnico di Milano, University of Tennessee (USA), Mannheim, Passau, Rey Juan Carlos (Madrid), Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya.



**Reti di ricerca:** Associazione IGI - Italian Grid Infrastructure, EGI - European Grid Infrastructure.

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (ICT) sono fra le tecnologie abilitanti definite come prioritarie in qualunque indagine o position paper, sia a livello europeo che nazionale, e sulle quali vengono effettuati imponenti investimenti tanto dai programmi di ricerca europei che da quelli nazionali.

Si tratta inoltre di un settore nel quale la rapida velocità del cambiamento e le limitate barriere all'ingresso consentono l'ingresso di sempre nuovi operatori, che immettono nuovi prodotti sul mercato, costituiscono nuove imprese, danno vita a nuove opportunità economiche.

Il calcolo ad alte prestazioni (HPC) è oggi in grado di fornire, ad una platea di utenti sempre più vasta, rappresentazioni numeriche di fenomeni e processi complessi, alla base di molte applicazioni in campo scientifico e industriale. La modellistica e la simulazione numerica hanno così assunto un ruolo sempre più importante nella progettazione e nello studio delle tecnologie energetiche grazie alla rapida evoluzione tecnologica nel settore del calcolo avanzato che rende disponibili, a costi sempre più bassi, le potenze di calcolo necessarie ad eseguire studi e calcoli in tempi compatibili con le sue esigenze produttive dell'industria.

Questo stato di cose si riflette nell'esperienza ENEA degli ultimi anni, nel corso dei quali la disponibilità di strumenti ed applicazioni di calcolo e trasmissione dati estremamente performanti ha contribuito allo sviluppo delle attività ed al conseguimento di risultati di un numero molto vasto di laboratori e gruppi di ricerca dell'Agenzia e di partner esterni pubblici e privati. A tale proposito, si può affermare che il potenziale di sviluppo è molto elevato, e la dimensione dei risultati fin qui conseguiti è stata limitata in primo luogo dall'entità delle risorse, sia strumentali che umane.

Vanno inoltre citate le numerose opportunità di ricaduta sul sistema produttivo delle tecnologie web-based. Senza la pretesa di essere esaustivi, si citano qui alcuni esempi di tematica sulle quali è in corso un'attività di R&S in ENEA:

- Le ICT sono la principale tecnologia abilitante per favorire politiche di penetrazione delle fonti rinnovabili e di adozione di comportamenti energeticamente efficienti. Attraverso lo sviluppo di strumenti hardware ed applicazioni software è possibile implementare soluzioni smart nelle reti di distribuzione energetica, nei processi e nei prodotti industriali, nelle reti e sistemi di trasporto, negli edifici e nel territorio urbano, nei sistemi di illuminazione.
- Tecnologie e soluzioni ICT possono rendere possibile la smaterializzazione di prodotti e servizi e portare, pertanto ad una riduzione della domanda di risorse. Appartengono a questa categoria tematiche vaste ed eterogenee come il telelavoro, l'e-learning e la scuola digitale, l'e-commerce, l'e-health, le varie tematiche connesse con lo sviluppo dei media digitali.
- Un'ulteriore famiglia molto vasta di possibili applicazioni è fornita dall'intersezione fra tecnologie delle reti e telecomunicazione, sistemi sensoristici ed embedded, sistemi distribuiti di elaborazione che costituiscono la "internet of things". I campi di applicazione possibili spaziano dal contesto urbano (pianificazione e gestione dei servizi, gestione delle emergenze, gestione del traffico) a servizi rivolti al cittadino/consumatore o a gruppi/contesti specifici.

## UTIS

### UNITÀ TECNICA INGEGNERIA SPERIMENTALE BRASIMONE

**Responsabile: Pietro Agostini**

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 823.940 €         |
| b) Risorse umane disponibili   | 63,4 persone/anno |

I finanziamenti provengono principalmente da programmi di ricerca internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Energia per il futuro*

L'Unità Tecnica Ingegneria Sperimentale Brasimone (UTIS) svolge attività di ricerca e sviluppo tecnologico in supporto alla realizzazione (nel medio e lungo termine) di sistemi nucleari innovativi tanto nel campo della fissione di quarta generazione che della fusione nucleare.

L'impegno dell'Unità nel campo della fissione è concentrato nei sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido pesante, sia critici (Lead cooled Fast Reactor di quarta generazione LFR Gen. IV) che sottocritici (Accelerator Driven System ADS). In tale contesto dispone di un ampio parco di impianti sperimentali (CIRCE, NACIE, HELENA, LIFUS5, TxP, LECOR), unico in Europa, e di tutte le competenze scientifico-tecnologiche necessarie al raggiungimento dell'obiettivo.

L'impegno nel campo della fusione nucleare è principalmente volto allo sviluppo del blanket triziogeno tanto per ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor reattore sperimentale a fusione) che per il futuro reattore dimostrativo DEMO, e allo sviluppo delle tecnologie per IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility) in ambito Broader Approach. Gli impianti sperimentali sono: HEFUS 3, IELLLO, TRIEX, LIFUS 6

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

L'Unità coordina le attività Gen. IV dedicate allo sviluppo di sistemi Lead cooled Fast Reactor (LFR) e Small Modular Reactor (SMR-LFR), finanziate dal MiSE tramite apposito Accordo di Programma. Tali attività si articolano su tre macro-aree d'intervento:

- progettazione di sistema, studi di sostenibilità e analisi di sicurezza;
- sviluppo e qualifica materiali strutturali, studi di fabbricazione e chimica del refrigerante;
- termoidraulica, sperimentazione, modellistica e qualifica componenti.

In tali attività UTIS valorizza in maniera sinergica le competenze disponibili presso UTFISSM e UTFISST, e collabora con le controllate ENEA SIET e FN SPA.

UTIS effettua in questo ambito numerosi studi finalizzati alla tecnologia del sodio ma sinergiche anche con la tecnologia dei metalli liquidi pesanti di proprio interesse, alcune delle quali sono state proposte di recente dal CEA francese.

In ambito europeo, nella medesima area di intervento, UTIS partecipa attivamente a diversi progetti europei finanziati in ambito EURATOM (EC-FP7), tra cui THINS, SEARCH, MAXSIMA, ESNII+, MATISSE, MARISA in cui grazie alle infrastrutture di ricerca disponibili, supporta attivamente lo sviluppo tecnologico in appoggio al sistema ADS MYRRHA e al DEMO LFR ALFRED.

A tale proposito è stato recentemente siglato, fra ENEA, Ansaldo Nucleare e ICN (Romania), il Consorzio FALCON "Fostering Alfred Construction" che si propone di promuovere la costruzione del reattore DEMO ALFRED in Romania attingendo ai fondi infrastrutturali europei. Nell'ambito del consorzio, UTIS rappresenta ENEA, sia a livello strategico, gestionale che tecnico-scientifico. Al consorzio ha recentemente aderito anche l'istituto Ceca CV-Rez.



Il background tecnico-scientifico sviluppato da UTIS in ambito LFR/ADS, ha inoltre permesso a ENEA di stipulare prima un MoU e in seguito un contratto per il conferimento di servizi tecnico-scientifici con l'Istituto di Scienze Fisiche di HEFEI presso l'Accademia delle Scienze Cinese (CASHIPS). Tale collaborazione, non solo ha permesso all'industria nazionale del settore tecnologico di affacciarsi al mercato cinese, ma sta aprendo interessanti prospettive di collaborazioni future tra ENEA, industria italiana e sistema di ricerca cinese.

In ambito Fusione alcune delle tecnologie fondamentali per i progetti europei di blanket hanno nel Brasimone il principale centro di sperimentazione.

In particolare, fin dagli anni '90 vengono realizzati dei sistemi sperimentali per:

- la caratterizzazione della compatibilità dei materiali strutturali con la lega eutettica piombo-litio;
- l'analisi delle conseguenze in termini di sicurezza di piccole e grandi perdite di acqua in metallo liquido con validazione sperimentale;
- la qualificazione dei fenomeni di scambio termico tra blanket ed elio refrigerante;
- lo sviluppo di barriere alla permeazione del trizio;
- la misura dei parametri di trasporto del trizio in materiali strutturali o in piombo litio.

ENEA, insieme con le principali associazioni di ricerca europee, come KIT e CEA, ha costituito il TBM-CA, consorzio tra le associazioni di ricerca europee avente come fine la progettazione e realizzazione dei moduli di blanket e relativi circuiti ausiliari per ITER ed, in prospettiva, DEMO.

UTIS è fortemente impegnata nelle attività di progettazione del blanket e dei suoi circuiti ausiliari, rivestendo una posizione di leadership nelle tecnologie di estrazione del trizio e nella termoidraulica del piombo litio; le competenze acquisite nel corso degli anni hanno consentito a UTIS di essere leader del progetto europeo di sviluppo del blanket WCLL per DEMO, nonché responsabile delle tecnologie del piombo litio e di estrazione del trizio.

Sempre nell'Area prioritaria di intervento "Energia per il futuro" si collocano le attività del *Broader Approach*. In tale ambito UTIS è responsabile delle attività di progettazione e sviluppo di componenti critici per l'impianto denominato International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF). In particolare effettua attività di progettazione ed integrazione dei componenti, studio dei fenomeni di corrosione/erosione indotte dal litio negli acciai, studio dei sistemi di purificazione del litio, studio e validazione delle operazioni di manutenzione remotizzata dei componenti.

Trasversali ed a supporto delle attività descritte sono poi le gli studi finalizzati a sviluppare, caratterizzare e testare materiali innovativi utili per le tecnologie di Fissione GenIV e Fusione. L'uso di metalli liquidi come refrigeranti o breeder in questi sistemi infatti, impone la scelta di materiali strutturali e funzionali in grado di resistere contemporaneamente a fenomeni corrosivi, sollecitazioni meccaniche, elevate temperature ed effetti dell'irraggiamento neutronico.

Le attività di UTIS finalizzate allo sviluppo di questi materiali vanno dalla selezione di quanto esistente allo sviluppo di nuove soluzioni, all'effettuazione di test di corrosione in piombo e sue leghe, stagnanti o fluenti; da prove meccaniche classiche ad una completa caratterizzazione tribologica dei materiali, fino allo svolgimento di test di irraggiamento neutronico (o ionico), in ambiente rappresentativo. Lo studio ed il controllo della chimica dei metalli liquidi e delle leghe eutettiche liquide, insieme allo sviluppo di relative tecnologie innovative, è complementare ai suddetti studi. La caratterizzazione di acciai e acciai saldati a contatto con sali fusi, fluido termovettore per il solare termodinamico, completa il panorama degli ambiti di interesse.

Nel seguito viene riportata una descrizione più accurata delle principali linee di ricerca.

Le Attività svolte per l'Accordo di Programma (ADP) ENEA-MiSE, PT2012-2014 riguardano:

- Studio ed analisi della sostenibilità e analisi economica dei reattori LFR.
- Esperienze di trasporto neutronico e studi spettrali rappresentativi dei sistemi LFR.
- Attività di ottimizzazione del progetto di nocciolo del reattore ALFRED.

- Misure riflettometriche per sistemi bifase ad elevate pressioni e temperature.
- Supporto alla progettazione del combustibile nucleare per reattori veloci.
- Analisi numerica di scenari operativi ed incidentali.
- Analisi numerica di fenomeni di flow-blockage in sistemi LFR.
- Studi e simulazioni dell'interazione tra refrigerante e prodotti di fissione in sistemi LFR.
- Qualifica coating e materiali strutturali.
- Modellazione dei fenomeni di corrosione/dissoluzione.
- Caratterizzazione materiali strutturali.
- Sviluppo acciai austenitici doppio stabilizzati.
- Prove di fabbricabilità per sviluppo elemento di combustibile LFR.
- Implementazione laboratorio chimica del refrigerante.
- Prove di corrosione in piombo fluente in ambiente ossidante.
- Implementazione facility di scambio termico (HERO) e strumentazione innovativa.
- Studio dell'interazione metallo liquido acqua in sistemi di larga scala.
- Studi per l'accoppiamento fra codici di calcolo.
- Implementazione impianto HELENA per prova qualifica componenti.
- Studi sul congelamento del refrigerante in sistemi a metallo liquido pesante.
- Up-grade Impianto NACIE per prove di sicurezza.

Nel contesto del Programma Europeo: FP7 EC EURATOM le attività svolte, tutte afferenti all'area prioritaria di intervento "**Energia del futuro**", riguardano:

- Studi sulla termoidraulica dei sistemi nucleari a piscina e qualifica codici di calcolo (THINS, FP7-EC).
- Studi sulla stratificazione termica e mixing convection in sistemi a piscina (THINS, FP7-EC).
- Studi sulla caratterizzazione dell'interazione metallo liquido - acqua (THINS, FP7-EC).
- Caratterizzazione fuel-pin bundle per sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido (SEARCH FP7-EC).
- Implementazione sistemi di controllo della chimica del refrigerante in sistemi a piscina (SEARCH FP7-EC).
- Sviluppo tecnologico di filtri e sonde a ossigeno per sistemi LFR/ADS (SEARCH FP7).
- Prove su larga scala dell'interazione metallo liquido acqua in condizioni safety-relevant (MAXSIMA FP7-EC).
- Caratterizzazione Small-leakage da generatori di vapore e scambiatori di calore per sistemi LFR/ADS (MAXSIMA FP7-EC).
- Sviluppo strumentazione innovativa per il rilevamento del gas trapping (MAXSIMA FP7-EC).
- In riferimento alla collaborazione ENEA-CASHIPS (Cina) le attività svolte, tutte afferenti all'area prioritaria di intervento "Energia del futuro", riguardano:
- Progettazione, installazione e messa in esercizio, presso INEST (HEFEI, Cina) dell'impianto a metallo liquido KYLIN-II per prove di termoidraulica e analisi di sicurezza in supporto allo sviluppo dell' ADS cinese CLEAR-I.
- Progettazione concettuale di un impianto a metallo liquido per gli studi pool thermalhydraulic in condizioni rilevanti per il sistema CLEAR-I.

In relazione al Broader Approach, all'interno dell'accordo Europa-Giappone a supporto di ITER l'Unità svolge da anni attività di progettazione, realizzazione e qualificazione di materiali e tecnologie.

Le attività svolte nell'ambito del progetto IFMIF, tutte afferenti all'area prioritaria d'intervento *Energia per il futuro*, sono:

- Partecipazione alle attività sperimentali dell'impianto ELTL di Oarai (Giappone) per il rilevamento dei fenomeni di cavitazione.
- Sviluppo di un sistema di misura online per la determinazione del contenuto di Azoto in litio
- Progettazione e realizzazione dell'impianto LiFus6 per lo studio dei fenomeni di corrosione da litio.
- Progettazione e realizzazione dei sistemi di purificazione del litio dalle impurezze non metalliche.
- Ottimizzazione della procedura offline per la determinazione della quantità di Azoto disciolto nel litio.
- Progettazione e realizzazione dei prototipi di componenti critici di IFMIF, come il Target, ai fini della validazione delle operazioni di manutenzione remotizzata.
- Progettazione, realizzazione ed integrazione dei dispositivi robotici da impiegare per la validazione delle procedure di manutenzione remotizzata.
- Progettazione del Target Assembly di IFMIF (comprende la progettazione meccanica, l'analisi termo fluidodinamica del getto di litio, l'analisi termo meccanica, l'analisi neutronica e la determinazione del tempo di vita del target assembly).
- Analisi di sicurezza della lithium facility di IFMIF.
- Analisi per l'affidabilità, disponibilità, manutenibilità e ispezionabilità (RAMI) della *lithium facility*.

All'interno del programma EFDA, che ha come fine lo sviluppo progettuale e la validazione delle tecnologie per DEMO, il primo reattore dimostrativo a fusione nucleare, le attività svolte dall'unità tecnica riguardano in particolare lo sviluppo di modelli numerici e la verifica termomeccanica dei moduli di blanket refrigerati ad acqua ed elio.

In riferimento ai Contratti F4E (F4E è l'agenzia europea per il supporto ad ITER, assegna contratti di ricerca e sviluppo e contratti di tipo commerciale secondo la missione che le viene assegnata da ITER), UTIS è attivamente coinvolta nello sviluppo degli ausiliari dei blanket europei per ITER, in consorzio con KIT, e si occupa dello sviluppo di tutti i sistemi di purificazione del refrigerante ed estrazione del trizio, nonché della integrazione dei diversi sistemi in ITER. Nello sviluppo del contratto sono inoltre coinvolti fornitori italiani ai quali viene data la possibilità di sviluppare ed adattare tecnologie sviluppate per l'industria convenzionale in un ambito completamente diverso quale può essere quello del trattamento di refrigeranti nucleari o estrazione e concentrazione del trizio. Le principali attività nelle quali UTIS è impegnata sono:

- Selezione delle tecnologie di riferimento per la purificazione di elio.
- Progettazione di sistemi per la separazione e concentrazione del trizio.
- Definizione di strumentazione di classe nucleare compatibile con le specifiche condizioni TBM
- Integrazione dei diversi sottosistemi del TBM in ITER.

Nell'ambito dei Contratti ITER il cui obiettivo è la qualifica sperimentale delle chiavette meccaniche *shear keys* deputate a sopportare gli elevati carichi statici e pulsanti che si verranno a sviluppare durante le condizioni di esercizio del reattore a fusione ITER, due moduli prototipici delle suddette chiavette verranno testati per mezzo di una sezione di prova *ad hoc* appositamente progettata da UTIS, che è anche responsabile della progettazione e approvvigionamento della sezione di prova completa della relativa strumentazione, nonché del suo interfacciamento con i sistemi di prova. Il contratto prevede quattro fasi principali:

- Stress analysis e progettazione della sezione di prova.
- Fabbricazione e acquisizione dell'attrezzatura e della strumentazione.
- Commissioning della sezione di prova ed esecuzione dei test di qualifica.
- Analisi dei risultati e reporting.

## RISULTATI CONSEGUITI

Di seguito i principali risultati ottenuti nell'ambito dell'Accordo di Programma ENEA-MSE:

- Analisi economica del DEMO-LFR ALFRED.
- Progetto neutronico del DEMO-LFR ALFRED.
- Qualifica codici neutronica, fuel-pin mechanic code, termoidraulica per supporto all'analisi di sicurezza e progettazione dei sistemi LFR/ADS.
- Analisi di sicurezza su scenari di riferimento dei sistemi LFR.
- Qualifica coating per materiali strutturali.
- Caratterizzazione materiali strutturali.
- Progetto e prototipo griglia spaziatrice reattore ALFRED.
- Strumentazione innovativa (e.s. flow meter).
- Caratterizzazione sperimentale dell'interazione metallo liquido acqua.
- Qualifica componenti prototipici (pompa per sistemi LFR).
- Caratterizzazione sperimentale di sistemi a piscina refrigerati a metallo liquido.
- Implementazione sistemi di coolant-chemistry per reattori LFR.

Tra i risultati conseguiti nell'ambito del programma europeo FP7 EC EURATOM:

- Caratterizzazione sperimentale della termoidraulica dei sistemi nucleari a piscina su sistemi di larga scala (CIRCE) e sulla stratificazione termica e mescolamento in sistemi a piscina.
- Caratterizzazione fuel-pin bundle per sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido.
- Sviluppo tecnologico di filtri e sonde a ossigeno per sistemi.
- Prove su larga scala dell'interazione metallo liquido acqua in condizioni safety-relevant.
- Caratterizzazione Small-leakage da generatori di vapore e scambiatori di calore per sistemi.
- Strumentazione innovativa per il rilevamento del gas trapping (MAXSIMA FP7-EC).

Alcuni dei principali risultati ottenuti nell'ambito della Collaborazione ENEA-CASHIPS Cina:

- Analisi di sicurezza in supporto allo sviluppo dell'ADS cinese CLEAR-I.
- Concettualizzazione di un impianto di larga scala a metallo liquido per la qualifica componenti per il sistema CLEAR-I.

I principali risultati in riferimento al Programma internazionale Broader Approach:

- Procedure offline per la determinazione del contenuto di Azoto in litio.
- Impianto Lifus 6, incluso circuito di purificazione, per lo studio dei fenomeni di erosione/corrosione da litio.
- Prototipi per la qualifica delle operazioni di manutenzione remotizzata del Target di IFMIF.
- Prove di qualifica delle operazioni di manutenzione del target di IFMIF.
- Progetto di dettaglio del Target assembly di IFMIF.

I risultati salienti ottenuti nell'ambito del Programma internazionale EFDA:

- Analisi termomeccanica dei moduli di blanket europei: HCLL, HCPB, WCLL.
- Sviluppo progettuale di tecnologie di manutenzione remotizzata

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

I partner coinvolti sono:

**Industria nazionale (principali):** Ansaldo Nucleare Spa, SRS Servizi e Sviluppo Srl, SIET Spa, CSM Spa, FER Strumenti Srl, LIMAINOX Srl, CRIOTEC Impianti Srl, Bettati Antincendio Srl, Tecno Project Industriale, Telerobot S.p.A., Saes Getters, Greenpumps, Marlusi Srl.

**Industria europea (principali):** THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania), OCAS NV (Belgio).

**Università italiane, e in particolare consorzio CIRTEN**

**Centri di ricerca europei:** SCK-CEN (Belgio), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), KIT (Germania), KTH (Svezia), HZDR (Germania), CV-REZ (Repubblica Ceca), OECD-NEA, ICN (Romania), JAEA (Giappone), JRC Petten (EC), JRC Karlsruhe-ITU (EC), NNL (Regno Unito), Wigner (Ungheria), CCFE (Inghilterra).

**Centri di ricerca internazionali:** IPPE (Obnisk, Russia), INEST-CASHIPS (Hefei, Cina).

## **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Nell'ambito delle attività di ricerca e sviluppo in ambito Gen IV e ADS, Il sistema Italiano, guidato da ENEA, da diversi anni svolge un ruolo di leadership, investendo significative risorse materiali ed umane nello sviluppo di una filiera nucleare basata sui metalli liquidi pesanti. Gli investimenti, iniziati con le attività ADS finanziate dai fondi TRASCO (MIUR), hanno trovato continuità nella partecipazione ENEA allo sviluppo dei progetti ELSY e LEADER per un prototipo LFR e nei principali progetti di ricerca e sviluppo europei del settore (THINS, GETMAT, MATTER, ADRIANA, HELIMNET, SEARCH, MAXSIMA) che bene si integrano con le attività nazionali finanziate nell'ambito dell' Accordo di Programma fra ENEA e MiSE.

Da tutto ciò ne consegue che il sistema italiano ha sviluppato un know-how che da una parte favorisce l'inserimento dell'industria italiana nel settore nucleare di quarta generazione (es. in Belgio per MYRRHA, in Romania per ALFRED, in Cina per CLEAR-I, in Russia per SVBR e BREST), consentendo di mettere a frutto gli investimenti realizzati da ENEA nell'ambito della tecnologia dei metalli liquidi pesanti, e contemporaneamente colloca ENEA in una posizione privilegiata nel contesto internazionale dello sviluppo della tecnologia nucleare di nuova generazione.

L'impegno nello sviluppo di tecnologie a supporto della realizzazione dei blanket europei di ITER vede un diretto e costante impegno dell'industria italiana in settori strategici. In particolare lo sviluppo di sistemi per l'estrazione del trizio costituisce la naturale evoluzione di tecnologie nelle quali l'Italia è leader ma che non erano mai state proposte in questo specifico settore. Lo stesso può dirsi per la purificazione dell'elio che vedrà, nella fase di sperimentazione, l'industria italiana principale partner nella fornitura dei sistemi.

Sviluppare e brevettare materiali adatti a sistemi energetici innovativi ha ovvie ricadute immediate strategiche sull'industria del settore.

Inoltre, individuare materiali in grado di sopportare sollecitazioni come quelle sopra descritte ha ricadute immediate anche per altre applicazioni industriali, quali ad esempio quella aeronautica o petrolchimica.

## UTMAR

### UNITÀ TECNICA AMBIENTE MARINO E SVILUPPO SOSTENIBILE

**Responsabile: Roberta Delfanti**

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 115.838 €          |
| b) Risorse umane disponibili   | 25,26 persone/anno |

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile (UTMAR) svolge attività di ricerca e sviluppo metodologie e strumenti per la protezione e gestione sostenibile dell'ambiente marino.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Ricerche multidisciplinari nel settore dell'oceanografia sperimentale per la valutazione dell'impatto delle pressioni antropiche e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini e costieri.

Studi, interventi e consulenze per la valorizzazione e conservazione delle risorse biologiche marine e per l'applicazione a livello nazionale e Mediterraneo della Marine Strategy Framework Directive EU.

Sviluppo di tecnologie e servizi per l'ambiente marino: progettazione e gestione di sistemi integrati per il controllo ambientale marino, sistemi informativi per accesso a dati ed informazioni e sistemi di supporto alle decisioni.

Formazione: Organizzazione e realizzazione di corsi di formazione su tematiche ambientali marine, in collaborazione con Istituzioni internazionali. Docenze Universitarie. Supervisione tesi di laurea e dottorati di ricerca in Scienze marine.

### RISULTATI CONSEGUITI

#### STUDI E CONSULENZE

- Impatto dei cambiamenti climatici e delle pressioni antropiche sugli ecosistemi marini: i) identificazioni dei meccanismi di risposta degli organismi marini all'aumento del pH; ii) valutazione degli effetti climatici sulla filobiogeografia di organismi vulnerabili e resistenti al cambiamento; iii) definizione degli impatti di alterazioni trofiche, invasioni biologiche, sovrappesca e nuovi usi dell'ambiente marino su comunità batiali e pelagiche; iv) individuazione di 'serbatoi di biodiversità' (habitat a coralli bianchi profondi) minacciati dall'impatto della pesca. Prodotti: pubblicazioni scientifiche, proposte progettuali, partecipazione a congressi.
- L'osservatorio marino multidisciplinare ENEA della Spezia, operativo a diversi livelli dal 1992, e centrato sulla variabilità a lungo termine degli ecosistemi costieri nel Mar Ligure Orientale, entra a far parte della Rete Italiana ed Europea Lter per la ricerca ecologica di lungo termine. La rete include i siti (solo 8 sono i siti marini italiani) in cui si raccolgono lunghe serie temporali di dati ecologici per la valutazione dell'evoluzione dell'ecosistema. Requisito fondamentale per l'inclusione nella Rete è una solida serie di pubblicazioni scientifiche internazionali, che testimonino la rilevanza dell'attività svolta.
- Definizione del Piano Nazionale di Monitoraggio Marino in attuazione della Marine Strategy Framework Directive, attraverso partecipazione e coordinamento dei Gruppi di Lavoro ad hoc istituiti dal Ministero dell'Ambiente. Prodotti: Linee guida e protocolli operativi
- Interventi in Aree Marine Protette: i) Realizzazione di prodotti divulgativi per un turismo sostenibile relativamente alle emergenze naturalistiche presenti sui fondali delle Isole di Marettimo e Levanzo (Arcipelago Egadi); Prodotti: libro divulgativo, rapporti tecnici, sito web.



- Valutazione dell'efficacia di dissuasori antistrascico nei confronti della pesca illegale; Prodotti: Rapporti tecnici.

### **SERVIZI**

- Concluso il Progetto di cooperazione transfrontaliera Grecia-Italia "IONIO", con cui il Centro Euromediterraneo per i cambiamenti climatici, ENEA e l'Hellenic Centre for Marine Research hanno realizzato Osservatorio Marino Integrato del Mar Ionio a supporto della sicurezza del traffico marittimo e per la riduzione del rischio da inquinamento.
- Coordinamento ed attuazione del programma di monitoraggio del Mar Mediterraneo da navi di opportunità, a supporto delle attività di modellistica previsionale del bacino.
- Partecipazione ai programmi internazionali per la creazione ed il mantenimento di infrastrutture per l'accesso ai dati oceanografici.

### **FORMAZIONE**

- Organizzazione e realizzazione dell'International workshop on Ocean Acidification (IAEA – Coordination Centre on Ocean Acidification).
- Docenze al Corso di Laurea in Scienze Marine – Università di Pisa : i) corso di "Ecologia Molecolare e Filogeografia Marina" presso l'Università di Pisa, ii) Corso di Ecologia marina e delle acque interne; Corso per Dottorandi "Ecologia Marina e Geobotanica Applicate" presso l'Università degli studi di Pavia.
- Corsi e supervisione tesi di 2 dottorati Europei MARES - Doctoral Programme in Ecosystem Health and Conservation – Erasmus Mundus)

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

- Organizzazioni/Enti internazionali: International Atomic Energy Agency, Mediterranean Science Commission (CIESM); Sistemi previsionali marini ed atmosferici, WMO-IOC Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology, UN - Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection\_GESAMP, International Council for Science - Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR).
- EU: Non Profit Organization EUROGOOS.
- Università di: Pavia, Pisa, Parma, Genova, Firenze, Palermo, Napoli (Parthenope), Lille-Nord de France, Bar Ilan - Israele, Plymouth - UK, Portsmouth - UK, Glasgow - UK, Siviglia, Ghent, Malta, Alterra Wageningen University Centre Water and Climate -The Netherlands, Doctoral School in Ecosystem Health and Conservation MARES, IMS METU Erdemli - Turkey, Utrecht University, Texas A&M University at Galveston, Texas, US, University of Southampton UK, UQAR - Canada.
- Enti di Ricerca: CNR, INGV, ISPRA, Stazione Zoologica di Napoli, GNRAC (Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero), Centre Scientifique de Monaco, Marine Biological Association of UK, Natural History Museum of London, Hellenic Centre for Marine Research - GR; IMS-METU, Turchia; CEFAS – UK, ICM-CSIC Barcellona, Woods Hole Oceanographic Institution, MA, USA. Intitut de Radioprotection e de Surete Nucleaire, Toulon, F.
- Enti Locali: Distretto Ligure per le Tecnologie Marine - La Spezia, Autorità di bacino del fiume Magra, Comuni di: La Spezia, Lerici, Porto Venere, Aree Marine Protette: Egadi, Cinque Terre, Porto Venere
- Marina Militare.



## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

- Sviluppo, attraverso collaborazioni nazionali ed internazionali, di un concetto innovativo di osservatori marini e collaborazione con imprese nazionali per la realizzazione di sistemi di misura innovativi ed autonomi che soddisfino i requisiti stabiliti.
- Sviluppo di servizi per gli utilizzatori dell'ambiente marino: archiviazione e gestione dei dati per garantire la loro accessibilità da parte di utenti a vari livelli di competenza.
- Sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione di situazioni incidentali in ambiente marino.
- Determinazione delle conoscenze e dei parametri ecologici per la stima del valore economico dei beni e servizi forniti dagli ecosistemi marini (es: difesa dei litorali, ripopolamento, sequestro di carbonio, mitigazione del clima).

## UTMEA

### UNITÀ TECNICA MODELLISTICA ENERGETICA E AMBIENTALE

**Responsabile: Vincenzo Artale**

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche 1.852.860 €

b) Risorse umane disponibili 73,2 persone/anno

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca finanziati nell'ambito dei progetti della Commissione Europea (7 Programma Quadro (FP7)), o nell'ambito delle azioni di finanziamento Nazionali e Regionale (PON/POR).

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Modellistica Energetica e Ambientale (UTMEA) supporta le innovazioni nella gestione ambientale e lo sviluppo di tecnologie energetiche per lo sviluppo economico sostenibile.

Le attività di ricerca includono la modellistica e l'osservazione del sistema climatico a scala regionale e globale, l'elaborazione di strategie energetiche e lo sviluppo di nuove tecnologie per l'analisi del Rischio e l'adattamento delle Infrastrutture Tecnologiche ed Energetiche e delle attività umane alle problematiche ambientali e ai loro cambiamenti, nella prospettiva di una società de carbonizzata.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

L'area di azione prevalente dell'Unità è quella sugli *studi e ricerche sul sistema climatico*.

In questo ambito UTMEA effettua attività di analisi climatiche per la predizione della variabilità e degli effetti dei cambiamenti climatici anche in termini di modelli socio-economici; effettua analisi e valutazioni di politiche e misure in termini di impatti energetici, ambientali ed economici di piani e strategie a livello nazionale e regionale, utilizzando metodologie bottom-up e modelli top down al fine di fornire indicazioni ai decisori pubblici e alle imprese. Effettua studi, analisi e monitoraggio dei parametri fisico-chimici della terra fluida e dei gas atmosferici principalmente nel Mediterraneo e nelle regioni polari. Infine, sviluppa particolari *servizi climatici* per l'energia, l'agricoltura e il turismo.

Le attività osservative sono effettuate attraverso esperimenti mirati e misure di lungo periodo, in stazioni di misura dedicate nel Mediterraneo, in Antartide, in Artide e nella regione Himalayana. Gli studi riguardano l'evoluzione passata e presente del clima e dei parametri che lo influenzano e sono finalizzati a separare la variabilità naturale dall'influenza antropica.

L'Unità svolge intense attività in campo nazionale ed internazionale riguardanti la *Sostenibilità del sistema energetico-ambientale*.

In tale ambito, sviluppa sistemi e applicazioni di calcolo ad alte prestazioni e sistemi DSS (Decision Support Systems) per *l'analisi del Rischio delle Infrastrutture Critiche*, sia in relazione ai pericoli derivanti da eventi naturali, sia in relazione agli scenari di *cyber-risk*.

UTMEA è inoltre molto attiva in molteplici programmi e progetti nazionali ed internazionali (complessivamente oltre venti tra programmi, progetti e convenzioni), in attività a supporto del decisore pubblico (POR Sicilia, PON Sicilia) ed in progetti di ricerca, in genere in collaborazione con altri istituti di ricerca nazionali ed internazionali.

### RISULTATI CONSEGUITI

In relazione alle attività del paragrafo precedente, possono essere evidenziati i seguenti risultati conseguiti nel corso del 2014:

- Piattaforma software di analisi di conseguenze di scenari di forte perturbazione ambientale utilizzando moduli di circolazione atmosferica e oceanica/marina e *layers* informativi territoriali;
- Sistema di classificazione legato al sistema di *Emission Trading* che consentirà la realizzazione di basi di dati correttamente classificate orientate a fornire servizi per l'*Emission Trading System* (ETS);
- Portali con applicazioni web based utilizzando criteri di “*usability*”;
- Modello software per la gestione virtuale di “*cyber enterprise*”;
- Software per analisi comunicazioni di telecontrollo per la rete elettrica;
- Piattaforma software (modello regionale climatico PROTHEUS) che consente la generazione di scenari climatici regionali;
- Climate Services – dati e simulazioni basate su modelli climatici al fine di fornire dati relativi a previsioni stagionali a TERNA, indispensabili per le politiche di ottimizzazione della produzione di energia;
- Simulazioni e scenari climatici, nell’ambito del World Food Program (WFP) orientati allo sviluppo ed all’ottimizzazione delle colture agricole nel corno d’Africa;
- Prototipo per l’estrazione di energia dal mare (nell’ambito della Ricerca di sistema elettrico, congiuntamente con gli altri partner partecipanti al progetto);
- Sviluppo di una metodologia top-down, che utilizza un modello integrato, che prevede l’interazione tra diversi strumenti quali matrici di Input/Output, NAMEA, Times Italia e Gains, per la valutazione degli impatti economici (PIL, occupazione) e ambientali (emissioni di GHG) di un piano di investimenti di rilevanza macroeconomica;
- Sviluppo, in collaborazione con altri partner e nell’ambito di un progetto europeo, del modello CO2MPARE: strumento di supporto nelle attività di programmazione, monitoraggio e valutazione dei Fondi Strutturali che consente al decisore pubblico di orientare la pianificazione dei programmi finanziati con fondi comunitari verso una crescita sostenibile in tutti i settori interessati dall’intervento (trasporti, edilizia, energia, ecc.);
- Analisi di serie storiche di dati e/o insieme di dati da misure intensive per lo studio dell’evoluzione del clima e dei processi che ne determinano la sua variabilità;
- Studi ed analisi del sistema climatico da dati simulati e validati con dati in situ.

#### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

La maggior parte delle attività svolte da UTMEA sono finanziate nell’ambito dei progetti della Commissione Europea (e.g. 7 Programma Quadro (FP7)), o nell’ambito delle azioni di finanziamento Nazionali e Regionale (PON/POR). In tale contesto progettuale interagisce con una molteplicità di interlocutori appartenenti alle diverse categorie quali Enti e Istituti di ricerca, Istituti Universitari, Grandi Industrie, Piccole e Medie Imprese delle quali si fornisce un limitato elenco:

Fraunhofer (D), DELTARES (NL); CNR; Università Italiane e Internazionali; CMCC; IC3 – Spain; MeteoFrance; Selex s.p.a.; TERNA, ACEA, Telecom Italia.

Tra le reti di ricerca internazionali associate si segnalano:

MedCordex; Hymex; ICOS; Carboeurope; MWRNet; AERONET; LCSNet; WMO Global Atmosphere Watch/WDCGG.

#### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Per quanto concerne le attività in ambito “**studi e ricerche sul sistema climatico e sviluppo di servizi climatici**”, è necessario far menzione del rilevante grado di sviluppo ed implementazione sia dei modelli predittivi di variabilità climatica su scala regionale e globale, sia dello sviluppo di prototipi di estrazione di energia dal mare. L’avvio, inoltre, dei Distretti Tecnologici, in particolare in Sicilia, con l’obiettivo di sviluppare conoscenze e applicazioni nel settore delle aree marine e costiere e delle

interazioni mare-atmosfera, consentirà un ulteriore rafforzamento delle partnership già consolidate (tra gli altri con CNR, INGV e ISPRA) e un significativo impulso allo sviluppo di ricadute industriali sul territorio.

Le ricadute tecnologiche ed economiche relative all'Area "**Sostenibilità del sistema energetico-ambientale e gestione del Rischio**" possono essere prevalentemente individuate da un lato nello sviluppo di modelli e applicazioni avanzate a supporto dei settori industriali (filieri produttive) operanti sulle energie rinnovabili (in particolare solare termodinamico a concentrazione ed energia dal mare) e dall'altro nello sviluppo di sistemi di governo e di controllo delle interazioni e delle interdipendenze fra infrastrutture critiche al fine della prevenzione e gestione dei rischi da eventi e catastrofi naturali. Le potenziali ricadute economiche derivano dal rafforzamento delle alleanze tecnologiche sui temi sopracitati e dal consolidamento dei network di ricerca internazionali indispensabili per poter accedere alle fonti di finanziamento del nuovo programma quadro dell'UE-HORIZON 2020.

In particolare nel settore dell'**Analisi del Rischio** delle Infrastrutture Critiche, l'Unità ha in corso lo sviluppo di avanzati strumenti tecnologici da dispiegare per la realizzazione di un Centro di Competenza per l'Analisi del Rischio delle Infrastrutture Critiche da realizzare come supporto al Dipartimento della Protezione Civile (nel quadro del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 settembre 2012). Tale Centro, denominato I-EISAC (Italian node dell'European Infrastructures SIMulation and Analysis Centre) sarà il primo di una costellazione di Centri europei di grande valenza e con un impatto molto forte sia sulla PA che sugli Operatori (aziende) che operano nel settore delle Infrastrutture Critiche (elettricità, gas, acqua, telecomunicazioni).

## METR

### ISTITUTO NAZIONALE DI METROLOGIA DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI

Responsabile: Pierino De Felice

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 455.647 €         |
| b) Risorse umane disponibili   | 20,5 persone/anno |

I finanziamenti provengono in prevalenza da programmi di ricerca finanziati e prestazioni scientifiche in ambito internazionale.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi*

L'attività dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI-ENEA, UTMETR) è relativa al ruolo di "Istituto Metrologico Primario" nel settore delle radiazioni ionizzanti (legge 273/1991), all'effettuazione di prove per l'omologazione degli strumenti di misura in ambito UE (legge 132/1988) e alla predisposizione di mezzi e procedure per l'assolvimento degli obblighi di taratura e criteri di approvazione dei dosimetri delle radiazioni ionizzanti (D.Lgs. 230/1995 e 241/2000).

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

L'attività dell'Istituto è orientata alla ricerca finalizzata allo **sviluppo dei campioni primari** nazionali e alla promozione e **standardizzazione dei metodi di misura** delle radiazioni ionizzanti. A tali attività sono state affiancate quelle di **taratura degli strumenti di misura**, di **formazione** e organizzazione interna. Le attività sono state condotte secondo le seguenti linee tematiche: dosimetria a basse dosi, dosimetria ad alte dosi, misura dei radionuclidi, misura dei neutroni.

### RISULTATI CONSEGUITI

Le attività di ricerca e **sviluppo di campioni primari** sono proseguite nel 2014 sui nuovi campioni di: dose assorbita in acqua (brachiterapia con bassi/alti ratei di dose, radioterapia con <sup>60</sup>Co e raggi X di bassa energia), attività di radionuclidi (camera radon, toron, Tc-99m, F-18), emissione neutronica (bagno MnSO<sub>4</sub>, sorgenti Am-Be). Per la validazione dei campioni sono stati organizzati/svolti confronti internazionali di dose assorbita dovuta a sorgenti brachiterapiche e misure di radionuclidi (Tc-99m, F-18).

Nell'ambito della **standardizzazione ed affidabilità dei metodi di misura**, è da segnalare la partecipazione a 11 progetti triennali finanziati dalla CE nel quadro dell'European Metrology Research Programme (EMRP), per un contributo finanziario totale di circa 600 k€. Inoltre, è proseguita l'ISPR, riguardo il programma nazionale di promozione dell'affidabilità dei laboratori delle reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale (RESORAD).

È proseguito lo svolgimento del **servizio di taratura** della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti, per soddisfare la richiesta nazionale nel settore. Sono proseguite le attività, svolte in convenzione con ACCREDIA, per l'accreditamento di Laboratori secondari di taratura (LAT).

Come per gli anni passati, l'Istituto ha assicurato, tramite i propri rappresentanti, la realizzazione di corsi di **formazione** post-universitaria nel settore specifico d'interesse. L'Istituto ha continuato a mantenere e aggiornare il proprio Sistema di Qualità conforme alla norma ISO-17025 gestendo positivamente i miglioramenti emersi a seguito di una *peer-review* internazionale in ambito EURAMET.

Nel corso del 2014 l'INMRI-ENEA ha prodotto circa 30 articoli scientifici, 20 rapporti tecnici, 4 confronti internazionali, 130 certificati di taratura, 3 nuovi campioni.

## **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che effettuano misure di radiazioni ionizzanti nei seguenti campi: Terapia e diagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISPRA, ARPA, PPAA, ENEA, Organismi Centrali di Vigilanza e Controllo, Organismi della Protezione Civile e della Difesa); Trattamento, sterilizzazione e diagnosi di materiali mediante radiazioni; Produzione di strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, sorgenti radioattive, radiofarmaci; Ricerca scientifica (Università e Enti di Ricerca), Certificazione di misure e laboratori secondari di metrologia (ACCREDIA, Laboratori accreditati di prova e taratura). Sul piano internazionale gli interlocutori sono gli organismi internazionali di metrologia o di standardizzazione: BIPM, INRIM, ICRM (funzione di Presidenza svolta da INMRI-ENEA), IAEA, EA, EURAMET, ISO, IEC, UNI, UKAS.

## **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

L'attività di certificazione svolta dall'ENEA-INMRI è essenziale per i "Sistemi Qualità" di tutti gli interlocutori pubblici e privati su elencati, garantendo nel Paese le condizioni per l'affidabilità e la riferibilità delle misure, essenziali per un pieno sviluppo economico e tecnologico nei settori di competenza.

## UTPRA

### UNITÀ TECNICA CARATTERIZZAZIONE, PREVENZIONE E RISANAMENTO AMBIENTALE

**Responsabile: Carlo Cremisini**

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 564.841 €         |
| b) Risorse umane disponibili   | 53,6 persone/anno |

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca nazionali e internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi*

L'Unità Tecnica Caratterizzazione, Prevenzione e Risanamento Ambientale (UTPRA) svolge ricerche finalizzate all'implementazione di innovazione metodologica e tecnologica seguendo un approccio multidisciplinare che coinvolge ingegneria, geologia, chimica ambientale, geochimica, microbiologia, ecotossicologia, sensoristica e modellistica.

I settori nei quali opera sono:

- Caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale
- Protezione dai rischi naturali e ingegneria sismica
- Conservazione dei beni culturali

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

L'Unità fornisce, con approccio multidisciplinare e con particolare attenzione alle necessità delle Amministrazioni Centrali e Locali, un adeguato supporto tecnico/scientifico - sia sul piano della consulenza che sul piano operativo - finalizzato sia all'innovazione dei sistemi di acquisizione dati per una più efficace individuazione dei problemi ambientali, sia alla sperimentazione di nuovi approcci per la loro soluzione. Rilevante è l'impegno nel campo dei beni culturali, sia per la conservazione e restauro tramite l'innovativo utilizzo di ceppi microbici, sia attraverso la progettazione di interventi ingegneristici per la protezione di opere monumentali. L'Unità è inoltre attiva nel campo della prevenzione e riduzione dei rischi legati ai fenomeni naturali e alla mitigazione dei relativi effetti sul territorio e le costruzioni, sviluppando anche specifiche applicazioni GIS; studi e ricerche sulla caratterizzazione dell'*input* sismico, sulla zonazione e microzonazione sismica e sulla risposta sismica locale, nonché sulla vulnerabilità sismica delle opere civili, industriali e di interesse storico-artistico.

Gli **Obiettivi Strategici** dell'Unità sono:

**1.** *la caratterizzazione preliminare e il successivo monitoraggio nell'ambito degli interventi di bonifica, anche su aree contaminate di notevole estensione, con particolare riguardo alla definizione dei valori di fondo geochimico naturale di elementi potenzialmente tossici e dei livelli dei microinquinanti organici e lo sviluppo di adeguate tecnologie per gli interventi.* .

Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:

**0.** *Tecniche di indagine per caratterizzazione di siti e analisi su matrici ambientali*

**0.a.** *Sensori per il monitoraggio ambientale per i controlli dei processi industriali nel settore alimentare.*

**0.b.** *Miglioramento dello stato attuale delle tecnologie di biorisanamento di suoli contaminati mediante la definizione di approcci innovativi basati su processi bio-geo-chimici.*

**0.c.** *Sviluppo di tecnologie di fitorisanamento assistito mediante l'accoppiamento di microrganismi e piante, per la riduzione dei rischi per l'ambiente e la salute (fitostabilizzazione /fitoestrazione).*



*2. la riduzione dei rischi legati ai fenomeni naturali (terremoti, alluvioni e frane, in particolare) e la mitigazione dei loro effetti sul territorio e sulle costruzioni. In questo ambito supporta anche il Dipartimento di Protezione Civile, partecipando anche alle attività di emergenza e post-emergenza a seguito di catastrofi naturali. Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:*

*2.a. Analisi della pericolosità sismica*

*2.b. Analisi e progetto strutture*

*2.c. Sviluppo di tecnologie antisismiche innovative*

*2.d. Supporto al Dipartimento di Protezione Civile*

*3. la difesa del suolo e la salvaguardia delle risorse idriche, a supporto delle politiche di pianificazione per la gestione dei rischi naturali.*

*Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:*

*3.a. Definizione del Rischio Geomorfologico*

*3.b. Valutazione dell'Erosione superficiale*

*3.c. Definizione del Rischio Idrogeologico*

*4. la conservazione e il restauro dei beni culturali, sia attraverso la progettazione di interventi ingegneristici per la protezione di opere monumentali, sia tramite l'innovativo utilizzo di ceppi microbici.*

*Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:*

*4.a. Diagnosi del danno biologico mediante tecniche integrate molecolari, colturali e microscopiche.*

*4.b. Approcci innovativi al restauro (biorestauro) mediante lo sviluppo di processi biotecnologici che impiegano microrganismi e loro prodotti per il bio-consolidamento e la bio-pulitura selettiva di materiali di interesse storico-artistico.*

*4.c. Salvaguardia dei beni culturali dai rischi naturali.*

*4.d. Applicazione di moderne tecnologie antisismiche al patrimonio culturale.*

*5. lo sviluppo di biotecnologie microbiche applicate alla produzione di energia da biomasse (BIOENERGIA).*

*Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:*

*5.a. Valorizzazione energetica di biomasse residuali (deiezioni animali, acque di vegetazione delle olive, residui dell'industria agro-alimentare, FORSU) mediante l'accoppiamento del processo di digestione anaerobica con sistemi co-generativi.*

*5.b. Eliminazione delle lacune esistenti sulle conoscenze dei processi microbiologici, in relazione alla qualità del biogas prodotto durante la digestione anaerobica, per guidare il processo verso la direzione desiderata (prodotti e impurezze, efficienza).*

## **RISULTATI CONSEGUITI**

### **O.S.1**

- Sono state condotte le attività previste per il terzo anno del **Progetto RITMARE** "La ricerca italiana per il mare" (Progetti Bandiera, 2012-2016), che prevedono, per quanto riguarda GEOC, la messa a punto di un modello per la diffusione dei contaminanti in mare. Sono state condotte campagne di campionamento in mare nel Golfo di Napoli (acqua, sedimenti, campionatori passivi) e nel bacino del Fiume Sarno (acque, suoli) finalizzati alla modellizzazione di contaminanti organici (in particolare TBT), in aggiunta a quanto fatto nel secondo anno per i metalli pesanti.
- A seguito della Convenzione fra ENEA e il Soggetto Attuatore per il completamento degli interventi di ricostruzione post-sisma nel territorio del **Comune di S. Giuliano di Puglia**, il Laboratorio GEOC ha effettuato la quarta (e ultima) campagna di campionamento di sedimenti

fluviali, di acque superficiali e di falda e le relative analisi, volte a definire le caratteristiche delle risorse idriche della zona e a valutarne la gestione anche tramite strumenti GIS, in collaborazione con il Laboratorio PREV. Di tutta l'attività svolta su questa tematica è stato prodotto un report finale.

- All'interno del Progetto SMERI (Progetto cluster Regione Sardegna) - in collaborazione con le Università di Cagliari e di Cracovia - è proseguita l'attività di fitorisanamento assistito da microrganismi, nel campo sperimentale già allestito durante il progetto PF7 UMBRELLA presso il sito minerario di Ingurtosu (Sardegna). Durante il progetto UMBRELLA era stato definito un "tool-box" come strumento per ridurre la mobilità e, quindi la dispersione dei metalli pesanti. Il "tool-box" era costituito da un'associazione di piante e batteri endemici, da *Euphorbia pythiusa* e da un consorzio di batteri nativi promotori di crescita delle piante (PGP).

Nell'anno 2014 i risultati della sperimentazione hanno reso evidente che, a distanza di due anni e mezzo dall'inizio della sperimentazione, senza cure del campo, la migliore sopravvivenza delle piante (>60%) e la migliore qualità del suolo erano osservate nelle sub-aree inoculate con i batteri, mentre, in assenza di inoculo batterico, le piante di controllo non sono state in grado di superare l'ultima stagione arida estiva e l'attività metabolica del suolo originario risulta molto limitata.

La sperimentazione è quindi proseguita implementando il "tool-box" per fitorisanamento assistito, mediante l'ampliamento dell'associazione vegetale (aggiungendo piante di *Juncus*) e arricchendo l'inoculo batterico con nuove specie di batteri promotori di crescita delle piante, sviluppatasi per successione ecologica all'interno del campo sperimentale.

- È continuata la collaborazione con Sapienza-Università di Roma, nell'ambito del Progetto PRIN "Interazione fra minerali e biosfera: conseguenze per l'ambiente e la salute umana", con studi sul rilascio di metalli da particolato atmosferico in ambiente biologico (polmoni).
- Sono stati portati a termine due contratti con incarico dall'Insitute for Reference Materials and Measurements (Commission of the European Communities), per analisi di stabilità di composti organolettici in materiali di riferimento.
- Sono state svolte le attività previste per il primo anno del Progetto europeo "SENSING TOXICANTS IN MARINE WATERS MAKES SENSE USING BIOSENSOR – SMS", finanziato dalla C.E. nel 7FP (Grant Agreement n. 613844), che prevede lo sviluppo di un nuovo sistema integrato di analisi per il monitoraggio in situ in ambiente marino, con particolare riferimento ai cosiddetti "new emerging pollutants".
- Nell'ambito di tale Progetto è stata attivata una borsa di dottorato, finanziata da ENEA presso l'Università di Tor Vergata, che da un lato sarà utile per il completo raggiungimento degli obiettivi relativi al progetto SMS, soprattutto per gli aspetti relativi alla validazione analitica dei biosensori, dall'altro risulterà di fondamentale importanza per lo scambio di conoscenza tra il gruppo di ricerca ENEA e di Tor Vergata (coordinatore del Progetto).
- Sono state svolte le attività del primo anno del Progetto URBESOIL ("Influenza dell'attività antropica in ambito urbano tramite lo studio della distribuzione e mobilità di alcuni elementi potenzialmente tossici in matrici ambientali urbane: confronto fra la situazione di Roma e Novi Sad"), che prevedeva l'organizzazione e pianificazione delle attività di campagna partendo dallo studio dei dati disponibili per entrambe le aree. Presso i laboratori dell'Enea e dell'Università di Novi Sad si sono effettuati campionamenti e prove di laboratorio preliminari per sperimentare le tecniche più adatte per lo studio della mobilità dei metalli selezionati nei suoli urbani considerando le differenze fra i suoli di Roma e Novi Sad. Il 21 ottobre 2014 si è tenuto, presso la sede centrale dell'ENEA, un meeting dal titolo "Urban Geochemistry: research activities on PHE (Potentially Harmful Elements) on urban soils in Italy and Serbia", che ha permesso un interessante confronto sui principali aspetti tecno-scientifici delle attività con i colleghi serbi

## O.S.2

L'Unità ha fornito supporto al Servizio Nazionale di Protezione Civile (DPC), con una rappresentanza all'interno del Comitato EMERCOM (Comitato delle Emergenze Nazionali del Dipartimento della Protezione Civile), che viene convocato in caso di gravi emergenze e di riunioni per pianificare interventi di emergenza; in particolare, fra le attività a supporto, i rappresentanti dell'ENEA presso l'EMERCOM, dott. M. Proposito e dott. P. Massanisso hanno fatto una ricognizione presso tutti i Centri ENEA della "capacità operativa" da mettere a disposizione della Protezione Civile nel caso di emergenze sul territorio.

Si è, inoltre, intervenuti a:

- riunione presso il DPC (Emergenza Vesuvio) (**7 agosto**): Comitato operativo "Disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per rischio vulcanico del Vesuvio";
- riunione presso il DPC su "Esercitazione programma NEAMTWS - *North- Eastern Atlantic, Mediterranean and connected seas tsunami Warning System* gestito dell'UNESCO" (**23 ottobre**);
- riunione presso il DPC (Emergenza maltempo - **3 novembre**): evoluzione della situazione maltempo prevista sull'Italia per la settimana 3-9 novembre 2014.
- Monitoraggio sismico e ambientale del Comune di San Giuliano di Puglia, in collaborazione con Dipartimento della Protezione Civile e Comune di San Giuliano di Puglia: sono stati registrati eventi sismici e analizzati i dati su due edifici (Scuola Jovine e Palazzo Marchesale) e in tre postazioni al suolo (le reti erano state installate nel 2012).
- Monitoraggio sismico di strutture del Centro di Protezione Civile Regionale di Foligno, in collaborazione con Regione Umbria: sono stati installati tre sistemi di monitoraggio su altrettanti edifici, effettuate misure di rumore ambientale con strumentazione temporanea e analizzate le registrazioni di alcuni eventi sismici.
- Valutazione dello Structural Health Status di strutture strategiche (in collaborazione con Regione Abruzzo): è stato analizzato come caso di studio pilota un edificio a Pescara di proprietà del Consiglio Regionale dell'Abruzzo, valutandone la vulnerabilità e proponendo un intervento di retrofit.
- Microzonazione sismica di alcuni comuni del Lazio, in collaborazione con Regione Lazio e Sapienza - Università di Roma.
- Verifica delle congruenze vettoriali e tabellari, omogeneizzazione e gestione dei risultati degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1, eseguiti e validati per le UAS della Regione Lazio, e loro diffusione tramite piattaforma WEB-GIS adottando i criteri definiti per l'infrastruttura INSPIRE, in collaborazione con la Regione Lazio.
- Corso su "Seismic isolation. Basics and Design Criteria", nell'ambito del Progetto DEVCO II, INSC Programme 2011, EuropeAid/131069/C/SER/Multi - PROJECT MC3.01/10 - TRAINING AND TUTORING FOR EXPERTS OF THE NRAS AND THEIR TSOS FOR DEVELOPING OR STRENGTHENING THEIR REGULATORY AND TECHNICAL CAPABILITIES- Lot 2: Training and Tutoring for NRAs and their TSOs: Nuclear Safety Assessment and Inspection - EVALUATION OF THE TRAINING MODULE "Ageing and Mechanical Analysis".
- Analisi delle coperture di Villa Dei Misteri a Pompei, nell'ambito della convenzione con la Soprintendenza Speciale Beni Archeologici Pompei, Ercolano Stabia, in collaborazione con UTSISM.
- Indagini sulle strutture di fondazione e sulla parete nord dell'Anfiteatro Flavio, in collaborazione con INGV e Sapienza - Università di Roma: sono state eseguite misure di tomografia elettrica, georadar e misure in fori; misure di sismica attiva e passiva; rilievi di vibrazioni ambientali su anello di fondazione e parete nord. È stato messo a punto un modello numerico dell'opera.

### O.S.3

- Nell'ambito del Progetto RITMARE le misure di trasporto solido in sospensione sul fiume Magra, avviate alla fine di settembre 2013, hanno subito un'interruzione, proprio all'inizio dell'anno, a causa del danneggiamento della stazione torbiometrica a seguito di due eventi di piena avvenuti in concomitanza di una serie di eventi estremi di pioggia e conseguenti inondazioni che hanno interessato tutto il Levante Ligure. In particolare, la stazione ha subito il tranciamento del cavo di collegamento tra sonda e centralina - quest'ultima posizionata ad una quota di sicurezza sopra il livello del fiume - la deformazione del palo di sostegno della sonda e l'escavazione della sponda alla quale la sonda era ancorata. Pertanto le misure si sono interrotte e si è dovuto provvedere al recupero della sonda che è stata successivamente inviata alla casa costruttrice per le verifiche del caso. Si è quindi provveduto al riposizionamento della stazione di misura in un altro punto della sponda del fiume che consentisse una maggior sicurezza in caso di piena. Le misure sono così potute riprendere solo a settembre del 2014. Nel frattempo, l'intero Progetto RITMARE ha subito una pesante battuta d'arresto con la sospensione, da parte del CNR, dei finanziamenti previsti. Ciò ha impedito di potere effettuare le missioni necessarie per la verifica della corretta messa in opera e funzionamento della sonda, nonché per la prevista raccolta di campioni di torbida che sarebbero stati necessari per la validazione delle misure e per le misure speditive di portata. Le attività di campo, quindi, sono state forzatamente sospese.
- Un'altra azione che si sarebbe dovuta svolgere nel corso del 2014, riguardava l'acquisto e l'implementazione di un codice di calcolo in ambiente GIS, da utilizzare sull'infrastruttura di rete ENEA - High Performance Computing, finalizzato allo sviluppo di uno o più modelli di previsione della portata torbida, su base statistico-geomorfologica, sulla base di dati provenienti da circa 50 stazioni idro-torbiometriche diffuse nel territorio nazionale e facenti parte della rete di misura già operata dal Servizio Idrografico e Mareografico. Data l'impossibilità di procedere per tempo con l'invio dell'ordine ad una ditta specializzata, a causa della mancata disponibilità dei fondi previsti, si è riusciti a formalizzare la richiesta di fornitura solo alla fine del 2014. A oggi, si è in attesa della consegna del software da parte della ditta.
- Nell'ambito della Convenzione GIS tra ENEA e Soggetto Attuatore per la ricostruzione post-sisma nel Comune di San Giuliano di Puglia (GIS e monitoraggio di acque e suoli) è stato messo a punto un sistema GIS per la gestione dei dati territoriali e derivanti dal monitoraggio sismico e ambientale del comune di San Giuliano di Puglia.
- Sono state presentate proposte progettuali in relazione a due diverse situazioni critiche in altrettante aree peruviane di grande importanza: la prima riguarda l'analisi di stabilità della strada dal villaggio di Aguas Calientes porta al famoso sito archeologico di Macchu Picchu; la seconda riguarda l'analisi della pericolosità da frana della strada che unisce Huaraz con la miniera di Antamina, una delle più importanti del Perù, lungo circa 120 km.
- A conclusione del Progetto "ECOINNOVAZIONE Sicilia", sono stati presentati i risultati dello studio della morfologia dei fondali e della dinamica delle spiagge nel corso del Quinto Simposio Internazionale "Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: Problematiche e Tecniche di Misura" tenutosi a Livorno il 17-18-19 giugno 2014 (autori: Pasanisi F., Tebano C., Grauso S.).
- È, inoltre, in corso di pubblicazione il report delle attività sulla rivista ENEA "Energia, Ambiente e Innovazione".
- Nell'ambito della realizzazione della carta dell'erosione dei suoli del Lazio meridionale e senza il supporto di finanziamenti da Terzi, è stato completato il lavoro avviato nel 2013. Con tale lavoro si è inteso testare l'operabilità del modello RUSLE e di alcune tecniche di interpolazione e simulazione geostatistica in ambiente GIS nell'area del Lazio meridionale (circa 4000 km<sup>2</sup>), nella prospettiva di estendere la stessa metodologia all'intera regione e fornire un contributo conoscitivo per le politiche agro-ambientali della Regione Lazio. Lo studio si è basato su dati pluviometrici, pedologici, plano-altimetrici e di uso e copertura del suolo contenuti in

pubblicazioni e database disponibili sul web. I risultati verranno pubblicati mediante un articolo su rivista e mediante poster sottoposto alla Conferenza ESRI 2015.

- Nel corso dell'anno si è proceduto alla pubblicazione, sulla rivista Landslides edita da Springer, dello studio per la verifica della correlazione statistica tra eventi franosi ed erodibilità dei terreni parametrizzata mediante il modello RUSLE: Zini A., Grauso S., Verrubbi V., Falconi L., Leoni G., Puglisi C. (2014). The RUSLE erosion index as a proxy indicator for debris flow susceptibility. Landslides, DOI 10.1007/s10346-014-0515-8.

#### **O.S.4**

- Sempre facendo uso di specifici ceppi batterici della collezione di Laboratorio, denominata "ENEA-Lilith", è stata messa a punto, all'interno del Protocollo d'intesa fra ENEA e i Musei Vaticani, una nuova procedura per la rimozione di depositi oleosi (detti "colletta") da dipinti su provini lignei, che dovrà essere applicata sull'opera originale "Madonna della Cintola", dipinto su tavola, situata nei Musei Vaticani.
- In collaborazione con il Consorzio di restauro ARKÈ, operante nel Palazzo dei Papi di Avignone, è stata individuata con successo una via biologica per la biopulitura da patine di colle viniliche (Vinavil) da provini di affreschi riproducenti gli affreschi presenti nel Palazzo dei Papi di Avignone.
- In collaborazione con la Sapienza - Università di Roma e con la ditta TECNO-el sono state condotte ricerche presso il Mitreo delle Terme di Caracalla per la diagnosi e il controllo dei biodeteriogeni, dopo trattamento con lampade UV. A titolo esplorativo è, inoltre, stato applicato un prodotto microbico grezzo, BIO-Z, prodotto da un ceppo di Pedobacter della collezione di laboratorio, con proprietà antimicrobiche verso alcuni biodeteriogeni, per sperimentarlo come possibile prodotto per il controllo dei biodeteriogeni sviluppatasi all'interno del Mitreo.
- Il Laboratorio ha contribuito al restauro di alcune statue marmoree, "La Lupa" di Emilio Quadrelli e "Testa Di Donna" di Giuseppe Graziosi esposte alla mostra "D'après Rodin" allestita presso la Galleria Nazionale di Arte Moderna di Roma, mediante bio-pulitura di depositi persistenti, di origine organica (grassi e cere) e da contaminazione urbana (depositi carboniosi compenetrati nel marmo) applicando impacchi di laponite contenenti un consorzio di ceppi batterici originali della collezione di laboratorio.
- Sono stati avviati accordi con l'Università di Camerino per la biopulitura di un'opera su carta (inventario 433/299) che raffigura Giuseppe con la moglie di Putifarre ed è attribuito a Guercino (1591-1666).

#### **O.S.5**

A conclusione del Progetto V.E.R.O.BIO le attività sono proseguite con un'elaborazione più approfondita dei dati prodotti durante il Progetto, mediante l'applicazione di metodi statistici e di modellistica matematica avanzata, con il coinvolgimento di ricercatori bio-matematici del CNR. L'analisi comparativa tra diversi processi è mirata alla comprensione delle dinamiche delle popolazioni microbiche attive durante le diverse fasi del processo di digestione anaerobica, al fine di individuare i gruppi di microrganismi funzionali al raggiungimento dei prodotti desiderati (biogas con elevato contenuto di metano e bassa concentrazione di acido solfidrico). I risultati sono di grande utilità sia per passare a processi di digestione "knowledge-based" anziché basati su criteri empirici e per rendere possibile l'accoppiamento della digestione anaerobica con le cellule a combustibile a carbonati fusi.

Nell'ambito dei risultati tecnico-scientifici deve essere menzionata la pubblicazione di numerosi articoli su riviste scientifiche, la partecipazione a numerosi Congressi e l'organizzazione di giornate di studi.

Sono stati portati a termine tutte le attività previste da contratti di progetto o di incarico previsti per il 2014. L'Unità, in tutte le tematiche di cui si occupa (afferenti a ingegneria, chimica, geologia,



geochimica, microbiologia, sensoristica e nanosistemi) ha condotto lavori e studi che permettono di mantenere le competenze e le capacità del personale e del laboratorio a livelli competitivi, pur nella limitazione della possibilità di acquisire mezzi e strumentazioni che permettono di mantenersi al passo con lo sviluppo tecnologico.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI E INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Acea, Acea-Ato2, CNR, CNR- Istituto per le applicazioni del calcolo "M. Picone", Comune di Antrodoco, Comune di Favignana, Comune di Lagonegro, Consiglio Regionale dell'Abruzzo, Regione Lazio, Regione Umbria, Regione Abruzzo, GNAM - Galleria Nazionale d'Arte Moderna, ISPRA, INGV, Musei Vaticani, Consorzio di restauro ARKE', Sapienza - Università di Roma, SYSTEA, Università degli Studi di Cagliari, Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Università degli Studi - Roma TRE, Università degli Studi della Tuscia, Università di Camerino, Soprintendenza Speciale Beni Archeologici Pompei, Ercolano Stabia, Institute for Reference Materials and Measurements (*Belgio*), Microbia (*Francia*), Forschungszentrum Jülich GmbH (*Germania*), Karlsruher Institut fuer Technologie (*Germania*), University of Jena (*Germania*), University of Thessaly (*Grecia*), University of Mohammedia (*Marocco*), Bioforsk (Norvegia), Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cuzco (Perù), Unsa Arequipa (Perù), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Perù), Polytechnic Institute of Coimbra (*Portogallo*), University of Aveiro (*Portogallo*), Universitatea din București (*Romania*), University of Novi Sad - Faculty of Agriculture (*Serbia*), National Institute of Biology (*Slovenia*), Centro de Investigaciones Energeticas Medioambientales y Technologicas (*Spagna*), Fundació Privada Institut Català De Nanotecnologia (*Spagna*), Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (*Spagna*), Acromed Invest AB (*Svezia*), Crebro University (*Svezia*).

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

L'Unità aveva sviluppato nel corso del 2013 un processo biotecnologico per consentire la rimozione da opere d'arte o pitture murali di depositi organici e inorganici, anche stratificati, che era stato oggetto di domanda nazionale di brevetto. La domanda ha ricevuto parere favorevole per i tutti i 3 punti di inventività, innovazione e applicabilità da parte dell'Ufficio EPO e durante il 2014 è stata chiesta l'estensione all'estero: "Biotechnology process for the removal of cohesive deposits of organic and inorganic origin from materials and works of historical and artistic interest" (deposito di domanda brevetto internazionale PCT/IT 2014/000246; inventori: Anna Rosa Sprocati, Chiara Alisi, Flavia Tasso).

## UTRINN

### UNITÀ TECNICA FONTI RINNOVABILI

**Responsabile: Francesco Di Mario**

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 3.742.806 €      |
| b) Risorse umane disponibili   | 128 persone/anno |

I finanziamenti provengono in prevalenza da programmi di ricerca internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Sostenibilità del sistema energetico.**

L'Unità Tecnica Fonti Rinnovabili (UTRINN) opera per lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie e la crescita della competitività dell'industria nazionale nei settori del solare a concentrazione, del fotovoltaico, delle bioenergie, dell'idrogeno e celle a combustibile e dei sistemi di accumulo.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Nel settore del **solare a concentrazione** l'obiettivo è quello di promuovere l'introduzione nel mercato di questi sistemi di generazione elettrica, con particolare riferimento alla tecnologia a sali fusi sviluppata da ENEA, proseguendo nella messa a punto di componenti innovativi in termini di prestazioni e costo e collaborando alla realizzazione di impianti di diverse taglie.

In particolare, le attività di ricerca e sviluppo, condotte prevalentemente nell'ambito di progetti europei, sia in laboratorio che sull'impianto Prova Collettori Solari (PCS) della Casaccia, riguardano sia componenti critici di nuova generazione (tubi ricevitori, collettori solari, tubi flessibili, giunti, sistemi di riscaldamento), che nuovi fluidi termici (diverse miscele di sali, gas come aria e CO<sub>2</sub>), sistemi di accumulo (materiali solidi a basso costo e a cambiamento di fase) e generatori di vapore di configurazione innovativa. Nel settore degli impianti l'Unità effettua studi di fattibilità e svolge attività di progettazione a supporto di PA e aziende, sia nazionali che estere, e partecipa a progetti per la realizzazione di sistemi di diversa taglia (da qualche kW a 30 MW) e per diverse applicazioni (produzione di energia elettrica, calore, dissalazione, anche in configurazione ibrida con biomasse).

L'Unità ha inoltre in corso progetti per la promozione delle tecnologie solari nell'area del Mediterraneo e collaborazioni con organizzazioni di ricerca europee per l'impiego e lo sviluppo delle infrastrutture sperimentali.

Nel settore **fotovoltaico** obiettivo prioritario è lo sviluppo di dispositivi basati su concetti e/o materiali innovativi, ivi compresi film sottili in materiali diversi dal silicio, multi-giunzioni e materiali per fotovoltaico di terza generazione (alta efficienza, bassi costi). In particolare, le attività in corso, condotte prevalentemente nell'ambito di progetti nazionali, riguardano:

- lo sviluppo di processi di fabbricazione di celle solari in silicio cristallino ed eterogiunzioni silicio amorfo/silicio cristallino con strutture innovative;
  - lo sviluppo di materiali semiconduttori per dispositivi fotovoltaici alternativi al silicio (Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>, Cu<sub>2</sub>SnS<sub>3</sub>, perovskiti);
  - l'integrazione delle due tecnologie precedenti al fine di sviluppare celle tandem ad alta efficienza.
- Inoltre vengono sviluppati sistemi per il monitoraggio di moduli e sistemi fotovoltaici e per studiare la loro integrazione con la rete è stato avviato il progetto "fotovoltaico con accumulo per uso residenziale" presso l'Osservatorio ENEA sito in Lampedusa.

Le attività condotte nel settore delle **bioenergie** si pongono come obiettivo prioritario quello di sviluppare processi e tecnologie innovative che ottimizzino la produzione di biocombustibili e biocarburanti mediante digestione e codigestione anaerobica di scarti e sottoprodotti organici delle



filiere agroalimentari. Attraverso studi in laboratorio e realizzazione e sperimentazione di impianti pilota di diversa taglia si punta a migliorare l'efficienza del sistema e la qualità del gas prodotto, oltre che ad estendere le tipologie di biomasse utilizzabili. In tale ambito si inserisce anche lo sviluppo di sistemi di purificazione e di upgrading del biogas, sia di tipo chimico fisico che biologico, per raggiungere una composizione compatibile con l'immissione in rete (biometano) e/o l'uso come biocarburanti per i trasporti. Sono inoltre in corso studi per ridurre i problemi connessi con la gestione del digestato e per valorizzare il glicerolo derivante dalla produzione di biodiesel convertendolo in prodotti a più elevato valore aggiunto. Su quest'ultimo tema, ed in particolare sull'ottenimento dal glicerolo di prodotti di interesse dell'industria chimico-energetica, è in corso un progetto europeo (GRAIL).

Nel settore dell'**idrogeno** l'intervento punta allo sviluppo di alcune tecnologie critiche, come quelle relative alla produzione da fonti rinnovabili, mentre per le **celle a combustibile** si opera prevalentemente per lo sviluppo di componenti e sistemi con celle ad alta temperatura. In particolare, le attività sull'idrogeno, condotte soprattutto nell'ambito di progetti europei, riguardano lo sviluppo di processi di reforming alimentati da energia solare per la conversione di metano in idrogeno e la produzione di idrogeno mediante processi biologici e cicli termochimici. Per le celle sono in corso tre progetti europei, tutti dedicati al miglioramento delle prestazioni e della durata delle celle ad ossidi solidi. Nel campo dell'**accumulo elettrochimico** sono attivi sia programmi nazionali che europei; le attività riguardano prevalentemente lo sviluppo di materiali e componenti delle batterie al litio, con l'obiettivo di incrementarne le prestazioni e la sicurezza, riducendone al tempo stesso l'impatto ambientale, in applicazioni sia stazionarie che di trazione.

L'Unità contribuisce inoltre al progetto sull'energia dal mare (Accordo di Programma con MiSE), con analisi delle diverse tecnologie in sviluppo e studio e progettazione di soluzioni di interesse per la situazione italiana.

Va citata, infine, la presenza in collaborazioni internazionali, come gli Implementing Agreement dell'IEA (su solare a concentrazione, bioenergie, eolico, idrogeno e celle a combustibile), l'Iniziativa Industriale sulla Tecnologia Solare (SEII) nell'ambito del SET Plan, la Fuel Cell&Hydrogen Joint Undertaking e i Joint Programmes di EERA sui temi di interesse dell'Unità.

Risultati conseguiti

I principali risultati conseguiti nel 2014 sono riportati nel seguito per le diverse tematiche di interesse dell'Unità.

#### **Solare a concentrazione**

- È stato collaudato il circuito a sali fusi (Impianto MOSE) nella nuova configurazione realizzata durante il 2013 ed è stata completata presso lo stesso una sezione sperimentale per le prove di scambio termico gas di combustione/sali fusi previste dai progetti MATS e HYSOL.
- Sono state avviate e completate, presso l'impianto PCS, le prove sperimentali di tubi ricevitori di nuovo tipo (con vuoto nell'intercapedine tra tubo metallico e tubo di vetro realizzato sul campo), sviluppati da partner spagnoli nell'ambito del progetto europeo HITECO.
- È stata effettuata, nell'ambito dell'Accordo di Programma con MiSE, la progettazione di un impianto di piccola taglia per la produzione di energia elettrica, che verrà realizzato nel 2015 ed è composto da microturbina a vapore/alternatore, generatore di vapore di piccola taglia per sali fusi da installare nel serbatoio dell'impianto PCS, condensatore, pompa di alimento e sistemi di regolazione e controllo.
- Nell'ambito del progetto OMSOP, che prevede la progettazione e costruzione di un impianto da 5-10 kW costituito da un concentratore solare circolare e una microturbina a gas, è stata svolta un'attività di simulazione sia del collettore che del sistema completo, ai fini della progettazione e della valutazione delle prestazioni dell'impianto, e sono state avviate le attività per l'installazione dello stesso in Casaccia, prevista per i primi mesi del 2015.
- Sono stati effettuati, prevalentemente all'interno dell'Accordo di Programma con MiSE, studi su configurazioni impiantistiche alternative e su nuovi sistemi di accumulo termico: è stata

sviluppata la progettazione preliminare di un impianto solare utilizzante, come fluido termico, un gas ad alta temperatura e dotato di un sistema di accumulo termico con materiale solido; sono stati studiati sistemi di accumulo termico sia a calore sensibile con materiale inerte che a calore latente con cambiamento di fase (PCM) e per entrambi i sistemi sono stati realizzati e caratterizzati impianti sperimentali e sviluppati modelli di simulazione per valutare i risultati.

- È stato sviluppato e provato, in collaborazione con l'industria nazionale, un prototipi di giunto di rotazione piano per sali fusi ed è stato progettato un ricevitore lineare innovativo, del tipo a cavità, capace di operare ad alta temperatura (<800 °C) per la produzione di elettricità e lo stoccaggio termochimico dell'energia solare.
- Nell'ambito delle collaborazioni con i paesi dell'area del Mediterraneo sono state svolte attività di supporto al Cyprus Institute per la progettazione del sistema di accumulo termico a sali fusi e del ricevitore solare di un impianto sperimentale a torre, in corso di realizzazione a Cipro; sono stati anche progettati nuovi sistemi di accumulo a sali fusi di piccola taglia a media temperatura per gli impianti sviluppati nel progetto STS-MED.
- Sono proseguite le attività relative a studi di fattibilità/progettazione di massima di impianti solari di diversa taglia, anche ibridizzati con biomasse, nell'ambito di collaborazioni con aziende e pubbliche amministrazioni

#### **Fotovoltaico**

- Sono stati sviluppati, in supporto all'industria nazionale, processi innovativi per l'ottimizzazione di alcuni passi del processo di produzione delle celle in silicio cristallino e ad eterogiunzione silicio amorfo/silicio cristallino (processi di passivazione superficiale di wafer di silicio, trattamenti di drogaggio per componenti di celle ad eterogiunzione con entrambi i contatti sulla faccia posteriore - cella "BEHIND"-, plating localizzato per contatti metallici, paste serigrafiche "ad hoc" per celle ad eterogiunzione); sono state inoltre definite collaborazioni con aziende nazionali e presentate con le stesse proposte di progetto a livello sia italiano che europeo.
- Per quanto riguarda le celle fotovoltaiche a film sottile con materiali semiconduttori a base di rame ("Indium free"), come  $Cu_2ZnSnS_4$  (CZTS), sono stati studiati i fattori che al momento limitano l'efficienza di tali celle (realizzato un dispositivo con efficienza del 6%), sia mediante simulazioni numeriche che intervenendo sull'ottimizzazione della stechiometria, sulla riproducibilità dei processi di crescita e sulla migliore comprensione della fisica del materiale; sono stati inoltre studiati materiali per dispositivi tandem CZTS/c-Si, che potrebbero in teoria raggiungere efficienze ben superiori al 30%.
- Sono state realizzate, con risultati preliminari abbastanza soddisfacenti, celle solari a base di  $Cu_2SnS_3$  (CTS), materiale considerato un buon candidato per celle solari a film sottile ad eterogiunzione.
- Per quanto riguarda i sistemi fotovoltaici, sono proseguite le attività relative alla progettazione e realizzazione di apparati per la caratterizzazione energetica di moduli fotovoltaici, alla valutazione delle prestazioni di moduli e inverter e al supporto agli organismi incaricati di mettere a punto le normative su moduli e impianti; è stato inoltre avviato il progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico con accumulo per uso residenziale presso l'osservatorio di Lampedusa, definendo le specifiche tecniche dei componenti e dei sottosistemi e mettendo a punto un modello per la simulazione del comportamento dell'impianto in relazione alla rete elettrica dell'isola.

#### **Bioenergie**

- È proseguito lo sviluppo di processi innovativi per la produzione di biogas a più elevato contenuto di metano e/o miscele metano/idrogeno, sia attraverso l'ottimizzazione di un processo di digestione anaerobica a doppio stadio (produzione di idrogeno e metanazione) che mediante lo studio del trattamento biologico di biomasse lignocellulosiche e/o provenienti da colture di microalghe con microorganismi specifici.

- Sono stati stabiliti accordi di collaborazione con aziende nazionali per lo sfruttamento dei brevetti e del know how, sviluppati negli ultimi anni nel settore (digestore anaerobico a doppio stadio, metodo elettrochimico per la riduzione dell'ammonio nel digestato, clean up biologico del biogas).
- Sono state ultimate le attività di ricerca e valutazione tecnico-economica preliminare sulla fattibilità della produzione di etanolo di seconda generazione da biomasse residuali e colture dedicate svolte da una serie di istituti e centri di ricerca universitari, privati e del CRA nell'ambito del Progetto BIOSEGEN - MiPAAF coordinato dall'ENEA.
- Sono state avviate attività sperimentali sulla produzione di biogas da un mix di FORSU e biomassa da colture dedicate non convenzionali (topinambur) finalizzate allo sviluppo e dimostrazione di un processo innovativo su un impianto reale, nel quadro della partecipazione ENEA ad un Progetto Industria 2015 coordinato da una primaria azienda nazionale del settore.
- Sono state svolte, nell'ambito del Progetto Europeo GRAIL, attività di laboratorio finalizzate all'ottimizzazione del processo di produzione di idrogeno ed etanolo da glicerolo, sviluppato presso i laboratori ENEA, e propedeutiche alla futura sperimentazione su fermentatore pilota da 500 litri presso il Centro della Trisaia.
- È proseguita la sperimentazione con il biodigestore da 6 m<sup>3</sup> (DMM6000), alimentato con scarti alimentari della mensa della Casaccia. Nel corso dell'anno la carica è stata aumentata fino a 25 kg/giorno, pari alla metà della carica di progetto, ottenendo un gas in uscita con una composizione in metano compresa tra il 65 e il 70%.
- È stata completata la realizzazione dell'impianto di desolfurazione del biogas, prodotto dal biodigestore di cui al punto precedente, con il reattore a carboni attivi per l'abbattimento dell'H<sub>2</sub>S ed è stato progettato un impianto sperimentale per la rimozione della CO<sub>2</sub> con ammine in soluzione di alcoli (upgrading del biogas a biometano).
- Sono state allestite colture sperimentali di microalghe in vasche aperte del volume di alcuni m<sup>3</sup>, utilizzando come nutrienti la frazione liquida del digestato a diversi livelli di diluizione, ed è stata verificata la fattibilità dell'impiego della biomassa prodotta per l'alimentazione, in codigestione con scarti alimentari, del biodigestore DMM6000.

#### **Idrogeno e celle a combustibile**

- Nell'ambito del progetto COMETHY è stata completata la progettazione e acquisiti i componenti dell'impianto per la reazione di steam reforming a bassa temperatura (400-500 °C); sono state inoltre avviate le attività per l'accoppiamento del reattore, del tipo a membrana, con un circuito a sali fusi (impianto MOSE), che forniranno il calore necessario alla reazione.
- Per il ciclo termochimico di produzione dell'idrogeno sviluppato nel progetto SOL2HY2 è proseguita la messa a punto dei catalizzatori per la decomposizione dell'anidride solforica, è stata svolta una analisi del processo ed è stata definita la configurazione dell'impianto completo e della interfaccia con la fonte solare ed il sistema di accumulo termico.
- Nell'ambito del progetto europeo SCORED, finalizzato alla messa a punto di materiali e processi di rivestimento dei componenti in acciaio soggetti a corrosione presenti nelle celle ad ossidi solidi, sono stati studiati e sperimentati in laboratorio sia tecniche di spray coating che di dip coating e sono stati provati film protettivi a partire da polveri di Co-Mn-Fe.
- Con il progetto NELLHI sono state studiate le procedure di fabbricazione delle celle ad ossidi solidi ed eseguite le prime caratterizzazioni di celle da laboratorio, nel quadro di un programma avente per obiettivo la progettazione di stack adatti per la produzione di serie.
- È stato avviato il progetto SOCTESQA, mirato allo sviluppo e messa a punto di procedure di prova, condivise con l'industria, di celle ad ossidi solidi reversibili.

#### **Sistemi di accumulo**

- Nell'ambito dell'Accordo di Programma con il MiSE sono state completate le attività di ricerca e selezione di materiali anodici e catodici a più alte prestazioni; in particolare sono state eseguite sintesi e caratterizzazioni strutturali e morfologiche, progettate varie configurazioni di cella ed

eseguite caratterizzazioni chimiche ed elettrochimiche dei nuovi materiali elettrodi e test in celle complete.

- Nell'ambito dei progetti europei GREENLION e MARS-EV sono state migliorate le procedure di sintesi e purificazione dei liquidi ionici, ne è stata determinata la composizione ottimale, mirata ad una maggiore compatibilità con gli elettrodi, è stata eseguita la caratterizzazione chimico-fisica ed effettuate le prove in cella elettrochimica; sono state eseguite prove di invecchiamento di celle fino a 17 Ah ed è proseguito lo sviluppo di elettroliti polimerici a conducibilità e stabilità elettrochimica migliorate.

### **Energia dal mare**

Sono stati realizzati e provati, in collaborazione con università nazionali e nell'ambito dell'Accordo di Programma con MiSE, i prototipi in scala ridotta di due diversi tipi di dispositivi (PEWEC e REWEC), mettendo a punto anche i modelli di calcolo per l'ottimizzazione e la stima della produttività degli stessi.

### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Le attività sono svolte nell'ambito di progetti nazionali ed europei, che prevedono collaborazioni con strutture di ricerca e industrie dei diversi settori. A livello nazionale le principali aziende coinvolte sono KT, ENEL, ASE, Ronda, DD, Innova, Meccanotecnica Umbra e Ansaldo Nucleare per il settore del solare a concentrazione, Power One, Chimet, Rise Technology ed Elettrotrava per il fotovoltaico, Processi innovativi (Gruppo Tecnimont), Biogas Italia, Ladurner S.r.l. e Consorzio IN.BIO per le bioenergie, SOFC Power per le celle a combustibile, Kemet per le batterie; numerose sono inoltre le collaborazioni con strutture di ricerca (CNR, CRA e molti istituti universitari). A livello europeo esempi significativi di partnership nell'ambito dei progetti sono aziende come Cobra per il solare a concentrazione e i principali costruttori automobilistici europei per le batterie, oltre ai maggiori centri di ricerca (CEA, CIEMAT, DLR, Fraunhofer, ECN, VTT, JRC, Cyprus Institute, ecc.). Con gli stessi istituti e con aziende europee si collabora anche per l'utilizzo di infrastrutture di ricerca (SFERA ed EUSOLARIS per il solare, H2FC Infrastructure per idrogeno e celle) e nell'ambito di network come EERA e di iniziative industriali connesse al SET Plan. Vanno citate inoltre collaborazioni internazionali come gli Implementing Agreement dell'IEA e i progetti europei per la diffusione delle rinnovabili nell'area del Mediterraneo (oltre a MATS, che coinvolge aziende e strutture di ricerca egiziane, STS-MED e MED Desire, che prevedono contatti e collaborazioni con gran parte dei Paesi dell'area). Infine, nel settore del solare a concentrazione sono state ottenute commesse da aziende cinesi e possibili collaborazioni sono in discussione con interlocutori di altre aree geografiche.

### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La collaborazione con aziende nazionali nell'ambito dei numerosi progetti in corso sui sistemi solari a concentrazione ha rafforzato la filiera industriale nel settore, facendo crescere, oltre agli interlocutori ormai tradizionali, come ASE ed ENEL, nuovi soggetti, sia nel settore della progettazione e costruzione di impianti (KT) che in quello della componentistica (Ronda, DD, Meccanotecnica Umbra). Altre opportunità si presentano in questa fase anche a livello internazionale, per la crescita dell'interesse per l'applicazione della tecnologia a sali fusi sia nei sistemi parabolici lineari che in quelli a torre e con specchi Fresnel, oltre che in settori diversi dal solare, come quelli delle caldaie a biomassa e dei recuperi di calore. Nel settore del fotovoltaico, in forte crisi a livello nazionale, le collaborazioni e il trasferimento di alcune tecnologie, e la definizione di nuove proposte progettuali, riguardano le aziende citate in precedenza. Le soluzioni innovative sviluppate, e brevettate, nell'ambito delle bioenergie possono portare nel breve termine ad un possibile trasferimento delle stesse ad aziende nazionali, con cui sono stati definiti accordi di collaborazione. Infine, nel settore dello sviluppo di batterie al litio le collaborazioni, finora essenzialmente con aziende europee, si stanno ampliando in questa fase anche ad aziende nazionali, mentre per le celle a combustibile alcune

ricadute positive sul sistema industriale sono prevedibili per i sistemi di microgenerazione con celle ad ossidi solidi.

## UTSISM

### UNITÀ TECNICA INGEGNERIA SISMICA

**Responsabile: Massimo Forni**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | <b>116.200 €</b>       |
| b) Risorse umane disponibili   | <b>14 persone/anno</b> |

I finanziamenti provengono in prevalenza da programmi di ricerca/prestazioni nazionali e internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Competitività dei sistemi produttivi.**

L'Unità Tecnica Ingegneria Sismica (UTSISM) ha per obiettivi la ricerca, l'innovazione e la fornitura di servizi per promuovere l'applicazione di tecniche antisismiche per la protezione di edifici (sia civili che afferenti al patrimonio storico) ed impianti a rischio di incidente rilevante (chimici e nucleari), sia nuovi che esistenti.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

settori di intervento in cui opera UTSISM sono principalmente la **Protezione Sismica** e la **Conservazione dei Beni Culturali**.

Nel campo della **Protezione Sismica**, UTSISM effettua sia progetti di ricerca mirati allo sviluppo di tecnologie antisismiche innovative, sia contratti di consulenza e servizio, spesso in stretta collaborazione con altre Unità Tecniche dell'ENEA, volti all'applicazione delle suddette tecnologie.

I progetti di ricerca sono principalmente effettuati in ambito europeo ed hanno per oggetto la mitigazione degli effetti del terremoto in impianti a rischio di incidente rilevante (in particolare impianti petrolchimici e reattori nucleari di III e IV Generazione) mediante l'applicazione dell'isolamento sismico e della dissipazione energetica.

I contratti di consulenza e di servizio hanno spesso per committenti le Amministrazioni Locali e le Piccole e Medie Imprese situate in particolare nei Comuni delle zone colpite dai recenti terremoti (Abruzzo 2009, Emilia 2012), ed hanno per oggetto il miglioramento o l'adeguamento sismico di edifici strategici ai fini della protezione civile, come scuole, ospedali e uffici pubblici, oppure edifici industriali (in particolare "capannoni"). Anche in questo settore UTSISM si prodiga per la diffusione e l'applicazione delle più moderne tecniche antisismiche.

Nel campo della **Conservazione dei Beni Culturali**, UTSISM mette a disposizione di Soprintendenze e Amministrazioni Locali (e in alcuni casi anche di privati) le proprie competenze per la salvaguardia del patrimonio storico monumentale, progettando interventi di messa in sicurezza e di conservazione di strutture danneggiate dai recenti terremoti (o minacciate da quelli futuri). Particolare importanza viene data alla diagnostica non distruttiva (sia in laboratorio che in sito) che fa anche uso di metodi di telerilevamento da velivoli radiocomandati (droni).

### RISULTATI CONSEGUITI

Nel settore di intervento **Protezione Sismica**, UTSISM ha confermato di essere un punto di riferimento a livello internazionale per quel che riguarda l'applicazione dell'isolamento sismico ad impianti a rischio di incidente rilevante, con particolare riferimento alle centrali nucleari di III e IV Generazione, grazie al fondamentale ruolo svolto nei progetti Euratom SILER e ESNII Plus. UTSISM ha anche avuto un ruolo di riferimento importante per le amministrazioni locali attraverso il supporto alle attività di valutazione del rischio sismico, con particolare riferimento alla vulnerabilità degli edifici, sia prima che dopo un evento sismico.



In campo nucleare, è da citare il Progetto Euratom SILER, coordinato da UTSISM e volto allo studio dell'applicabilità dell'isolamento sismico ai reattori nucleari al piombo di IV Generazione (con riferimento ai sistemi ELSY e MYRRHA). Il progetto, di cui hanno fatto parte 18 partner europei (inclusi i principali stakeholders in campo nucleare) si è concluso con successo nel Settembre 2014.

Sono inoltre proseguite le attività del Progetto Euratom ESNII Plus, nell'ambito del quale UTSISM coordina il Work-Package 8 (*Seismic Studies*) avente per oggetto la protezione sismica dei reattori di IV Generazione ALFRED e ASTRID. Fra i risultati di maggior rilievo del primo anno di attività è da citare la progettazione del sistema di isolamento sismico del reattore ALFRED, fatta tenendo conto della sismicità locale del sito previsto per la costruzione e l'interazione suolo-struttura.

In campo civile, nell'ambito del protocollo di intesa fra l'ENEA ed il Comune di Sulmona (AQ), sono proseguite le attività di verifica dei progetti di miglioramento sismico di edifici storici e scuole, condotte in stretta collaborazione con UTPRA-PREV. In particolare, sono stati verificati i progetti della scuola Lola Di Stefano e del palazzo storico *Pretorio*.

E' stato inoltre completato il progetto *Il Terremoto a Scuola*, finanziato dal MIUR nell'ambito del Bando relativo alla Legge 6-2000 sulla Diffusione della Cultura Scientifica. In particolare, il 28 Marzo 2014 si è tenuto a Bologna, presso la sede del Centro Ricerche "E. Clementel" dell'ENEA, il seminario conclusivo del progetto, durante il quale è stato presentato e distribuito il libro *Il terremoto a scuola – la diffusione della "cultura sismica" per un futuro senza catastrofi*. Al seminario hanno partecipato insegnanti delle scuole medie superiori dell'Emilia-Romagna e province limitrofe (fino al completamento della disponibilità dei posti). Il libro è stato poi spedito alle scuole dei comuni colpiti dal sisma del 2012, conformemente agli obiettivi del progetto, e agli insegnanti iscritti che non hanno potuto partecipare all'evento per il superamento dei posti disponibili.

Infine, sono iniziate nel 2014 le attività di un contratto di servizio con la società francese SNF volto a verificare la possibilità di impiegare nel campo dell'ingegneria antisismica alcune tipologie di gel, della cui produzione SNF è leader mondiale. I primi test effettuati nei laboratori UTTMATF di Faenza e le analisi numeriche condotte da UTTSISM in collaborazione con UTPRA-PREV, hanno fornito risultati positivi.

Nel settore di intervento **Conservazione dei Beni Culturali**, UTSISM ha fortemente contribuito a diffondere l'utilizzo di tecnologie innovative nel campo della prevenzione del danno e della diagnostica, grazie soprattutto ai laboratori di Microscopia Elettronica e di Telerilevamento.

Sono state completate, in collaborazione con UTPRA-PREV, le attività tecnico-scientifiche propedeutiche alla progettazione di interventi sulle coperture della Villa dei Misteri in Pompei Scavi, nell'ambito della convenzione fra ENEA e Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei. I positivi risultati conseguiti hanno permesso di gettare le basi per un secondo atto esecutivo della convenzione, le cui attività partiranno nel 2015.

Nell'ambito delle attività svolte dopo il terremoto dell'Emilia-Romagna (2012), sono state completate le indagini diagnostiche sulle sale nobili del Castello delle Rocche a Finale Emilia per la conservazione e il restauro del Patrimonio storico-artistico del Comune. Lo studio è stato oggetto di pubblicazioni e di una tesi di laurea.

E' stata inoltre realizzata un'applicazione client-server per la catalogazione e la gestione di una delle più grandi raccolte private di arte italiana e mondiale, la fondazione "Massimo & Sonia Cirulli Archive". La fondazione possiede migliaia di opere, organizza mostre in giro per il mondo e pubblica volumi d'arte. L'applicazione, unica nel suo genere, gestisce l'intero lavoro tramite computer, smartphone e tablet e contiene avanzati strumenti di manipolazione immagini, creazione libri via Adobe InDesign e gestione del sito web.

Infine, sono iniziate a fine 2014 le attività del progetto formativo "Talenti per l'archeologia – Antiqua (2015-2016)", rivolto a laureati in Archeologia che prevede, per la parte di competenza ENEA, docenze frontali, attività e applicazioni in situ di tecnologie geomatiche avanzate applicate alla archeologia urbana e di emergenza relativamente al centro storico dell'Aquila (cantieri e recuperi) ed aree archeologiche limitrofe.



In entrambi i settori di intervento, i risultati conseguiti sono stati oggetto di 24 pubblicazioni a livello nazionale ed internazionale (cui si aggiunge la pubblicazione del libro “Il Terremoto a Scuola”). E’ da sottolineare che, anche al di fuori dei settori di intervento più strettamente legati all’ingegneria sismica, le professionalità presenti in UTSISM consentono l’effettuazione di altre importanti attività. Come esempio, è da citare il contratto di ricerca commissionato dal Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione, Elettronica e delle Telecomunicazione (DIET) dell’Università di Roma “Sapienza”, avente per oggetto la realizzazione di un sistema di acquisizione dati da sensori a film sottili. In dettaglio, il contratto si suddivide in due fasi: la prima, completata nel 2014, è consistita nella progettazione di una scheda elettronica in grado di fornire ai sensori a film sottile una tensione di polarizzazione costante a 0V (corto circuito), acquisire le correnti provenienti dai fotosensori e inviarle ad un calcolatore per l’archiviazione e future analisi. La seconda fase, prevista per il 2015, consiste nella verifica della funzionalità della scheda e la caratterizzazione delle sue prestazioni in termini di sensibilità e minimo segnale rilevabile.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Partner privilegiati di UTSISM nei progetti di ricerca internazionali volti all’applicazione dell’isolamento sismico a impianti nucleari sono i principali *stakeholder* europei come EDF, CEA, AREVA, ANSALDO, ENEL, che si aggiungono ad una ventina di Università, Enti di ricerca ed altre Società.

I principali interlocutori di UTSISM a livello nazionale sono Università e Industrie (soprattutto piccole e medie imprese) per le attività di ricerca e sviluppo, e le soprintendenze e le Amministrazioni Locali per il supporto alle realizzazioni di nuove applicazioni (nonché per la formazione). In particolare sono da segnalare quelle dei Comuni delle zone colpite dai terremoti del 2009 e del 2012: L’Aquila, Sulmona, Caporciano, Finale Emilia, Crevalcore.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La maggior parte dei dispositivi e sistemi antisismici oggetto dei progetti UTSISM sono stati sviluppati e testati da ENEA già a partire dai primi anni ’90 in stretta collaborazione con partner industriali sia italiani che europei e sono ormai, fortunatamente, di uso comune. Gli sforzi dell’Unità sono oggi volti a favorirne l’applicazione in strutture strategiche ed importanti ai fini della protezione civile, come scuole, ospedali e impianti a rischio di incidente rilevante. Le ricadute economiche avvengono quindi sul *sistema paese*, in termini di riduzione della vulnerabilità delle strutture e minor impatto in caso di eventi catastrofici (basti pensare che i costi dovuti alle varie “ricostruzioni” relative a terremoti passati ammontano a un miliardo di euro all’anno).

## UTT

### UNITÀ TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

**Responsabile: Marco Casagni**

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 606.648,7 €        |
| b) Risorse umane disponibili   | 38,19 persone/anno |

I finanziamenti provengono in prevalenza da programmi di ricerca/prestazioni nazionali e internazionali.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Competitività dei sistemi produttivi.***

L'Unità Trasferimento Tecnologico rafforza il ruolo dell'Agenzia come attore dell'innovazione sul territorio e promuove azioni per il trasferimento tecnologico.

In tale senso essa effettua attività di servizio per le altre Unità Tecniche per deposito, mantenimento ed estensione internazionale dei brevetti; creazione di spin-off; negoziazione e stipula di contratti di licenza e accordi su Proprietà Intellettuale nei contratti di ricerca.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Nel campo dell'efficienza energetica e smart grid, l'Unità effettua audit energetici aziendali, definisce benchmarks di riferimento, identifica pattern di risparmio energetico, sviluppa tool di auto-diagnosi energetica e predispose kit formativi. Ciò, in particolare, nell'ambito di due progetti per l'efficienza energetica: uno nell'industria Europea della confezione (SESEC - Sustainable Energy Saving for the European Clothing Industry) e uno del tessile (SET - Saving Energy in Textiles SMEs). Inoltre, implementa una piattaforma di servizi di *tele-health* in 4 città: Ferrara, Vienna, Brno e Kosice, focalizzandosi su 4 differenti disturbi (progetto promosso dal programma CENTRAL EUROPE, cofinanziato da ERDF; SPES Support Patient through E-services Solutions). Per quanto riguarda la promozione dell'utilizzo di energie rinnovabili, ha positivamente concluso nel mese di maggio il coordinamento delle attività del progetto M2RES (From Marginal to Renewable Energy Source Sites) finanziato dal programma europeo South East Europe, finalizzato a valorizzare terreni marginali attraverso investimenti nella produzione di fonti di energia rinnovabili.

L'Unità conduce inoltre attività di assistenza e consulenza diretta alle PMI nell'ambito delle tecnologie cad/cam finalizzate allo sviluppo prodotto e alla ottimizzazione del sistema produttivo mediante attivazione di un tariffario (coinvolte due aziende del settore accessori moda e una della meccanica). Inoltre, partecipa al progetto INDES, in collaborazione con le Associazioni di categoria del Distretto di Arezzo, per lo svolgimento di attività di trasferimento tecnologico e "best practices" nell'ambito delle tecnologie CAD/CAM (modellazione CAD e stampa 3d), con l'obiettivo di fornire a modellisti e designer le competenze per favorire l'inserimento di queste tecnologie all'interno delle PMI.

Tra le attività a supporto delle PMI quelle più rilevanti, afferiscono alla partecipazione come partner della rete Enterprise Europe Network, nel quadro del programma "Competitiveness and Innovation Framework programme 2008-2014". Alla rete, finalizzata a offrire informazioni e servizi alle PMI al fine di migliorarne la competitività attraverso l'innovazione, il trasferimento tecnologico e l'internazionalizzazione, UTT partecipa attraverso il nodo Friend Europe (competenza territoriale su Veneto, Trentino-Alto Adige e Friuli-Venezia Giulia) e attraverso il nodo Bridgeconomies (competenza territoriale su Campania, Puglia, Basilicata, Abruzzo). Va sottolineato come, a seguito della partecipazione al bando per la nuova rete EEN 2015-2020, dal prossimo anno UTT sarà partner anche del nodo SIMPLER con competenza su Emilia-Romagna e Lombardia.

L'Unità partecipa inoltre alla rete per l'alta tecnologia della regione Emilia-Romagna con il Progetto TECNOPOLO in cui effettua:

- l'attività di assistenza alle PMI nell'utilizzo integrato delle tecnologie CAD/CAM con particolare attenzione a quelle di modellazione 3D e prototipazione rapida per lo sviluppo di prodotti ad alto contenuto di design;
- l'attività di sviluppo di tecnologie di interoperabilità e standard per le reti di imprese e metodologie per il test di interoperabilità.

Particolarmente numerose sono le attività rivolte all'industria tessile, che vanno dall'architettura per l'interoperabilità (rivolta all'industria tessile abbigliamento e calzatura), ad attività di standardizzazione per il settore TAC europeo in collaborazione con CEN ed EURATEX (nell'ambito del CEN Workshop on eBusiness in the textile, clothing and footwear sectors), all'analisi e definizione di modelli di servizi IT e strumenti prototipali per ottenere riduzioni significative dei consumi di energia e delle emissioni di CO2 nell'industria tessile europea (ARTISAN - Energy-aware enterprise systems for low-carbon intelligent operations).

### **RISULTATI CONSEGUITI**

I principali risultati ottenuti nell'ambito delle attività svolte a servizio delle altre Unità Tecniche ENEA riguardano:

- Sedici (16) nuovi brevetti.
- Undici (11) spin-off attivi a fine anno.
- Diciotto (18) contratti di ricerca commissionata (in collaborazione con Enti e Imprese) nei quali viene negoziata e definita la strategia di Proprietà Intellettuale.
- Ventotto (28) contratti di ricerca collaborativa (in collaborazione con Enti e Imprese) ed otto (8) contratti di consulenza e servizi, nei quali viene negoziata e definita la strategia di IP.
- Quattro (4) contratti di licenza di brevetto.

Si sono pubblicati i benchmark di settore dei consumi energetici dell'industria dell'abbigliamento e i risultati finali del progetto ARTISAN sui sistemi di monitoraggio ed ottimizzazione della produzione dal punto di vista energetico nel tessile.

Nell'ambito dell'efficienza energetica, energie rinnovabili e smart grid:

- Progettazione e sviluppo prototipi nel contesto del progetto ARTISAN (ed iniziate le attività dei piloti).
- Tool di autovalutazione dell'efficienza energetica nei processi industriali del tessile ed abbigliamento.
- Strumento GIS per la mappatura dei terreni marginali in Emilia-Romagna e quattro studi di fattibilità, col coinvolgimento di 30 amministrazioni locali/regionali (M2RES).
- Software KiloWattene per il monitoraggio e l'ottimizzazione dei consumi elettrici nelle abitazioni.
- Audit energetici e raccolta di dati di benchmark di settore per consumi ed usi di energia in tessile abbigliamento.

Nell'ambito delle attività a supporto delle PMI:

- 3 consulenze a PMI per l'utilizzo integrato delle tecnologie CAD/CAM con i processi produttivi tradizionali.
- Messa a disposizione di PMI del Made in Italy di strumenti di modellazione generativa per la progettazione di modelli ad alto contenuto di design.
- 160 Audit tecnologici alle PMI, avviate 95 negoziazioni per partenariati di ricerca transnazionali (nei due progetti Enterprise Europe Network Friend Europe e Bridg€conomies).

- Supporto alla stipula di 27 accordi di trasferimento tecnologico con aziende europee e/o partecipazione a progetti di ricerca transnazionali (nei due progetti Enterprise Europe Network Friend Europe e Bridg€conomies).

Inoltre promossa la Campagna Energia su Misura – coordinata da Euratex a livello europeo - dedicata all'efficienza energetica nel tessile abbigliamento con circa 150 partecipanti in 7 eventi italiani.

#### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

**Partner di progetti europei:** Unioncamere Veneto, Area Science Park Trieste, Trentino Sviluppo, Veneto Innovazione, Museo Archeologico di Bologna per il restauro virtuale, Scintec Bologna per l'applicazione della modellazione generativa, SGI SRL per l'attività di diffusione delle metodologie di restauro virtuale, Assoservizi Arezzo, CNA Bologna per l'attività di trasferimento tecnologico nell'ambito delle tecnologia Cad/Cam finalizzata alla progettazione di modelli ad alto contenuto di design per il settore accessori moda, UniCredit Leasing SpA, Agenzia Regionale mercati telematici INTERCENT-ER, Agenzia Regionale per sanità elettronica CUP-2000 e asl ed enti locali, Domina srl, aziende manifatturiere Piacenza Marc Cain, Club EMAS Puglia per il progetto GO4EMAS, Municipality of Velenje (SLO), CRES (GR), aziende IT INTRASOFT (GR), ATC (GR), AUEB(GR), ENERO (RO), SUNE (RO), SENES-BAS (BG), ENEREA (HU), REC (HU), EEE (A), Albania-EU Energy Efficiency Centre (AL),Municipality of Ulcinj (MT), Ministry of Spatial Planning (SER), CEN comitato europeo di standardizzazione, associazione europea industria TA EURATEX (EU), istituti di ricerca DITF (D), Steinbeis-Europa- Zentrum (D), Centre in North Rhine-Westphalia for Innovation and Technology ( D), Instituto Andaluz de Tecnología (ES), Bulgarian Industrial Association (BG), Foundation for Promotion of Entrepreneurship ( PL), Regional Technology Centre North ( UK).

In ambito M2RES si è collaborato anche con Amministrazione Regionale Emilia-Romagna, Amministrazione Regionale Veneto e Comune di Bologna e nell'ambito delle Regioni di competenza di EEN BRIDG€CONOMIES (Campania , Basilicata, Puglia e Abruzzo) si sono avute continue interazioni con Associazioni degli Industriali delle varie province, rete delle Camere di Commercio Industria e Artigianato, Università e Centri di Ricerca, Centri e Distretti Produttivi oltre a singole PMI.

#### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE DEI RISULTATI CONSEGUITI

- Espressioni di interesse su tecnologie ENEA da parte di soggetti europei potenzialmente interessati ad azioni di trasferimento. Assistenza ad aziende italiane per accordi di trasferimento tecnologico con aziende europee e/o partecipazione a progetti di ricerca transnazionali, in ambito Bridg€conomies e Friend Europe.
- Resi pubblici i tool di autovalutazione dell'efficienza energetica nel TA e nell'edilizia abitativa, con la messa on line dei relativi corsi.

## UTTAMB

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE AMBIENTALI

**Responsabile: Roberto Morabito**

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 682.802 €         |
| b) Risorse umane disponibili   | 67,5 persone/anno |

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca nazionali e internazionali e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi.***

L'Unità Tecnica Tecnologie Ambientali (UTTAMB) svolge attività nel settore delle tecnologie ambientali in un'ottica di *Green Economy*, contribuendo al loro trasferimento ed implementazione al sistema Paese, a supporto del sistema industriale e con azioni sul territorio definite secondo un approccio olistico che prende in considerazione tutte le componenti ambientali, tecnologiche, metodologiche, economiche con il coinvolgimento di tutti gli stakeholder.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

#### **Green Economy**

UTTAMB contribuisce alla definizione di una strategia nazionale verso la *green economy*, partecipando attivamente ai lavori degli Stati Generali della Green Economy, patrocinati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Ministero per lo Sviluppo economico, che vedono inoltre coinvolte le principali associazioni di "*imprese green*" italiane, con lo scopo di sviluppare e promuovere una piattaforma programmatica per l'intera economia italiana. La partecipazione attiva è garantita dal coordinamento di uno dei Gruppi di Lavoro "Sviluppo dell'eco-innovazione" e dalla presenza in qualità di esperti in tutti gli altri GdL.

#### **Simbiosi industriale - la chiusura dei cicli delle risorse**

UTTAMB ha sviluppato la prima piattaforma di simbiosi industriale in Italia, applicata alla realtà della Regione Siciliana, che è costituita da strumenti informatici, informativi e decisionali, dalla rete di imprese e stakeholder nonché dagli utenti che, nell'ambito della simbiosi industriale, hanno un ruolo centrale e proattivo attraverso la fornitura delle informazioni sugli input ed output della propria attività che vengono resi disponibili per la realizzazione di sinergie, trasferimenti di risorse, verso altre attività.

Questa attività è condotta nell'ambito dell'Accordo di collaborazione ENEA-CNR: art. 2, comma 44, Legge n. 191 del 23/12/2009 - Legge finanziaria 2010 (c.d. "Progetto Eco-innovazione Sicilia" nell'ambito del Progetto AMBIENTE).

UTTAMB ha ulteriormente sviluppato la metodologia della Simbiosi industriale con una applicazione alla realtà industriale delle Province di Catania e Siracusa, mentre una ulteriore applicazione è stata realizzata con un progetto pilota di simbiosi industriale in Emilia-Romagna con un limitato numero di imprese.

L'Unità ha avviato contatti a livello tecnico con le Regioni Lazio, Emilia Romagna e Friuli Venezia Giulia per ulteriori applicazioni alle realtà industriali di queste Regioni.

### **Tecnologie di recupero e riciclo di materia**

UTTAMB svolge attività di sviluppo di tecnologie eco-innovative per il recupero di metalli ad elevato valore aggiunto (oro, argento, rame, palladio, terre rare, litio, manganese, cobalto, etc.) da prodotti complessi a fine vita: schede elettroniche, schermi LCD, lampade a fluorescenza, batterie al litio, magneti permanenti, LED, OLED, pannelli fotovoltaici. Questa attività è condotta nell'ambito del citato Progetto Eco-innovazione Sicilia.

Infine UTTAMB, in collaborazione con altre UT dell'ENEA, è attivamente impegnata nella preparazione del nodo italiano per il bando di prossima pubblicazione dell'European Institute for Innovation and Technology (EIT) per una Knowledge and Innovation Communities (KIC) sui raw materials.

### **Ciclo sostenibile dei rifiuti**

UTTAMB svolge attività di ricerca, sviluppo, implementazione e divulgazione di tecnologie e sistemi innovativi per il trattamento, recupero e riciclo di rifiuti, con particolare riguardo a:

- valutazioni di sostenibilità dei cicli di gestione dei fanghi di origine urbana;
- analisi e valutazioni delle tecniche di controllo delle emissioni odorigene da impianto di compostaggio;
- dimostrazione della tecnologia innovativa di "compostaggio di comunità" per la valorizzazione della frazione organica dei rifiuti;
- qualificazione di compost e di ammendanti compostati misti;
- recupero, riciclo meccanico e termochimico e valorizzazione di scarti plastici provenienti da raccolte selettive e differenziate, da apparecchiature elettriche ed elettroniche e da lavorazioni manifatturiere.

In particolare sono state implementate le attività relative al Progetto "ASTRO" per il trattamento dei rifiuti organici della mensa della Casaccia e quelle relative alla gestione del ciclo dei rifiuti nell'isola di Favignana (Trapani) come previsto dal "Progetto Eco-innovazione Sicilia".

L'Unità sviluppa inoltre analisi e valutazioni di ciclo e tecnologiche afferenti alle modalità di gestione dei pneumatici a fine vita (PFU).

### **Bonifica e riqualificazione ambientale di siti contaminati**

UTTAMB svolge attività di supporto alla P.A. e al settore privato nella predisposizione e valutazione di programmi di bonifica ambientale e riqualificazione per l'implementazione di piani a livello locale e nazionale, identificando le tecnologie e migliori pratiche utilizzabili.

Le principali attività svolte nel 2014 sul tema sono rappresentate da attività di ricerca di base ed applicata per il supporto tecnico-scientifico al MiSE-Dipartimento per la politica industriale e la competitività ("Recupero e reindustrializzazione dei siti produttivi inquinati"), per la gestione e manutenzione della Banca dati epidemiologica, o nell'ambito di progetti nazionali ed europei (Progetto Ecoinnovazione Sicilia; Progetto europeo COAST-GAP).

### **Strumenti di gestione ambientale e Turismo sostenibile**

UTTAMB svolge attività di gestione, implementazione e diffusione di sistemi, metodologie e strumenti per la gestione e la certificazione ambientale (ISO 14001, EMAS, Agenda 21, reporting ambientale) e di etichette ambientali di prodotto (Etichette tipo I, II e III), a supporto della P.A., del settore industriale e dei servizi; svolge inoltre valutazioni di impatti ambientali, economici e sociali di prodotti e servizi anche tramite l'impiego dell'approccio *Life Cycle Thinking* in combinazione con altre metodologie e strumenti di analisi di scenari.

Le attività nell'anno si sono incentrate soprattutto sulla tematica del Turismo sostenibile, con un intervento pilota nell'arcipelago delle Isole Egadi, attività condotta nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia". L'Unità è impegnata su questa tematica a promuovere presso le Amministrazioni Locali e il settore imprenditoriale interessato, i principi e le strategie per un turismo sostenibile,



analizzando e proponendo interventi realizzabili con un approccio integrato che, favorendo la competitività dell'industria turistica, ne riduca gli impatti ambientali e sociali.

Inoltre UTTAMB partecipa a gruppi di lavoro del comitato interministeriale di Gestione del Piano d'azione nazionale sul *Green Public Procurement* e per la definizione di una strategia sulla Politica Integrata dei Prodotti e a gruppi di lavoro UNI (Sistemi di gestione ambientale, Impatto Ambientale, Gestione ambientale di prodotto, Sostenibilità stabilimenti balneari).

Partecipa ancora a gruppi di lavoro della SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e della Rete Italiana LCA.

### **Eco-innovazione dei sistemi produttivi**

UTTAMB svolge attività di ricerca, validazione, sviluppo e diffusione di tecnologie ambientali nei settori dell'eco-innovazione dei processi industriali e dell'eco-sostenibilità degli insediamenti industriali, urbani e turistici, tramite la individuazione e diffusione delle migliori BAT (Best Available Techniques).

UTTAMB ha continuato la collaborazione ormai pluriennale con il MiSe nel fornire supporto tecnico al MISE stesso e alle imprese italiane per l'implementazione del Regolamento REACH in Italia e a livello Europeo, partecipando ai gruppi di lavoro per l'analisi socio-economica della restrizione all'utilizzo di sostanze chimiche pericolose in Europa. E' stata studiata anche l'implementazione del Regolamento REACH ai nanomateriali.

E' stato fornito supporto tecnico ai Paesi in via di sviluppo per l'implementazione di Best Available Techniques nelle attività industriali tramite consulenze UNIDO (United Nations Industrial Development Organization).

### **Valutazione dell'inquinamento atmosferico**

UTTAMB sviluppa scenari emissivi di inquinanti atmosferici e gas serra a livello nazionale e regionale, a supporto delle politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico e di miglioramento della qualità dell'aria sviluppate dallo Stato e dalle Regioni.

Nell'ambito di un accordo di collaborazione con il MATTM ed il CNR, l'Unità fornisce un supporto tecnico-scientifico e negoziale al MATTM nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero, e, nell'ambito delle attività previste dalla Convenzione, con un contributo finanziario dell'UNECE, è impegnata nello sviluppo di mappe territoriali del rischio di corrosione causata dall'inquinamento atmosferico sui materiali (inclusi i beni culturali) su scala continentale.

L'Unità svolge attività di valutazione degli impatti dell'ozono troposferico e dei cambiamenti climatici sulle foreste francesi ed italiane, allo scopo di definire criteri di soglie per la protezione delle foreste.

Nell'ambito di una collaborazione con Società Consortile per le ricerche applicate all'ambiente ed alle energie rinnovabili (CSEAB), UTTAMB ha sviluppato l'analisi ambientale di un sistema di alimentazione dual-fuel per veicoli pesanti sviluppato da CSEAB stessa.

Inoltre l'Unità sviluppa attività di studio delle dinamiche di trasformazione e di trasferimento degli inquinanti atmosferici e delle loro relazioni con i parametri meteorologici.

### **Gestione sostenibile della risorsa idrica**

UTTAMB sviluppa ed implementa tecnologie innovative di risparmio e riuso dell'acqua nei settori urbano, agricolo ed industriale, con particolare riferimento al settore del tessile, e fornisce supporto alla P.A. nella analisi delle tecnologie in uso e dei relativi effetti ambientali, alle diverse modalità di gestione del ciclo idrico integrato e nella analisi del quadro istituzionale, normativo ed economico.

Nel corso del 2014 le attività hanno riguardato principalmente studi ed analisi di fattibilità per una gestione sostenibile della risorsa idrica nell'arcipelago delle Isole Egadi, con la gestione ed analisi dei dati relativi ad un sistema di misura dei consumi idrici nella Scuola di Favignana realizzato nel corso del 2013 (attività svolta nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia").



## RISULTATI CONSEGUITI

La partecipazione attiva ai GdL degli Stati Generali della Green Economy, la predisposizione di numerosi rapporti e documenti sul tema, tra cui il Rapporto “*Green Economy 2014: Le imprese della green economy: la via maestra per uscire dalla crisi*” scritto in collaborazione con la Fondazione Sviluppo Sostenibile, il Rapporto “Eco-innovazione e imprese” pubblicato come Speciale nella Rivista Energia, Ambiente e Innovazione, la partecipazione a numerosi convegni e workshop sul tema, hanno consentito ad ENEA di consolidare un ruolo riconosciuto di leader, tra gli Enti pubblici, sulla tematica della *Green Economy*.

Per quanto attiene alla Simbiosi industriale, il principale risultato consiste nella applicazione della Piattaforma di Simbiosi, sviluppata nel corso degli anni 2012-2013, alla realtà della Regione Siciliana, con il coinvolgimento di circa 400 aziende delle Province di Catania e Siracusa e la collaborazione di Confindustria Sicilia, Confindustria Catania e la Camera di Commercio di Siracusa.

In Emilia Romagna è stato inoltre condotto, in via preliminare, anche un progetto pilota di Simbiosi su un numero limitato di aziende.

Questo significativo risultato, insieme alla partnership europea in cui opera UTTAMB in questo settore, ha consentito ad ENEA di consolidare un ruolo riconosciuto di leader in Italia sul tema della simbiosi industriale.

Grazie a tale ruolo e all’opera di disseminazione dell’informazione verso il settore industriale e la Pubblica Amministrazione a tutti i livelli, UTTAMB è attualmente in contatto, ed ha ricevuto diverse manifestazioni di interesse, da parte delle Regioni Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Lazio, Puglia e dai Comuni di Padova e Rieti.

Analogo interesse proattivo è stato mostrato da Confindustria nazionale, da Confindustria Sicilia, da Unioncamere e da alcune Camere di Commercio territoriali.

Relativamente al recupero/riciclo di metalli ad elevato valore aggiunto da prodotti Hi Tech a fine vita, sono stati sviluppati tecnologie di processo idrometallurgiche per il recupero di terre rare da lampade a fluorescenza, litio da batterie esauste, argento da pannelli fotovoltaici, palladio da schede elettroniche (tesi di laurea), indio e stagno da schermi piatti LCD. E’ stato in particolare progettato ed è in fase di realizzazione presso il C.R. Casaccia l’impianto pilota ROMEO (Recovery Of METals from printed circuit boards by hydrOmetallurgy) dedicato al recupero di oro, argento, rame, stagno e piombo da schede elettroniche e basato sul brevetto ENEA RM2013A000549, 2013.

È stato inoltre effettuato uno studio dell’applicazione dei processi ossidativi avanzati per il Recupero dell’acqua e dei materiali dall’acqua di sentina.

Relativamente al Regolamento REACH, UTTAMB ha assolto autonomamente e integralmente alla risoluzione di tutti i quesiti giunti all’Helpdesk REACH (271 quesiti totali), ha partecipato a tutte le riunioni sulle tematiche REACH organizzate dalle altre amministrazioni coinvolte, dalle associazioni industriali e richieste da singole aziende, nell’ambito dei Gruppi di lavoro “Confronto con imprese”, “Supporto ai Comitati ECHA” e al Tavolo tecnico sulle sostanze SVHC.

È stata inoltre presentata e approvata una domanda per un deposito per "diritto d'autore" per uno "Strumento di Calcolo per effettuare operazioni di Scaling all’interno degli Scenari "di esposizione in ambito REACH” con Prot. Enea/2014/72879/UTT-BREV. Si tratta uno strumento che serve alle PMI per l’adeguamento agli obblighi imposti dal Regolamento REACH, che permette di effettuare in maniera agevolata l’adeguamento del rischio per la salute e l’ambiente, se lo scenario di esposizione ricevuto dal fornitore della sostanza presenta condizioni d’uso differenti dalle proprie.

In relazione alle attività di supporto all’eco-innovazione industriale, è stata effettuata una consulenza UNIDO per la diffusione delle migliori tecniche disponibili e delle migliori pratiche ambientali (BAT/BEP) in paesi in via di sviluppo (progetto sul settore metallurgico in Thailandia).

Esperti UTTAMB hanno infine contribuito alla redazione di Report della Commissione Europea e dell’Associazione Italiana per la Ricerca Industriale.

Nel settore del ciclo dei rifiuti, oltre ai risultati ottenuti nel corso delle varie attività progettuali già citate, si sottolineano quelli derivanti dalle attività sul compostaggio di comunità, con la

sperimentazione e dimostrazione di tecnologie innovative per la valorizzazione della frazione organica. La rilevanza e l'innovazione della attività e dei risultati ottenuti consiste in particolare nella dimensione e tipologia dei compostatori di comunità utilizzate per la sperimentazione: ad oggi infatti sono sviluppati in Italia sistemi di compostaggio domestico e di grandi dimensioni, ma non esistono che pochissimi esempi di compostaggio di comunità (ovvero per circa 500-600 persone).

Nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" un risultato significativo è stato raggiunto con la installazione a cura di ENEA, presso il Centro di raccolta rifiuti dell'isola di Favignana, e la inaugurazione di un compostatore di comunità. Detto compostatore verrà gestito dai tecnici della società responsabile della raccolta dei rifiuti nell'isola e rappresenta il primo di alcuni altri compostatori che il Comune intende installare nelle tre isole.

Sempre nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" altro risultato significativo è stato raggiunto con la installazione a cura di ENEA, presso il Centro anziani dell'isola di Favignana, e la inaugurazione di un "Chiosco dell'Acqua", avente lo scopo di diminuire la quantità di rifiuti plastici (bottiglie per l'acqua) prodotti nell'isola. Anche in questo caso il Comune intende installare nelle tre isole a proprio carico altri "Chioschi" analoghi.

Nell'ambito del Progetto Eco-innovazione Sicilia hanno rilevanza anche le attività relative alla gestione sostenibile della risorsa naturale, con particolare riferimento alla caratterizzazione e gestione delle biomasse vegetali spiaggiate (posidonia oceanica) e al loro riutilizzo nel ripascimento delle praterie sottomarine.

Per questo "modello di impiego innovativo delle biomasse vegetali spiaggiate a sostegno e sviluppo del turismo sostenibile" è stata inoltrata una domanda di Brevetto.

Altro risultato significativo è stato ottenuto nel settore del Turismo sostenibile, dove le attività svolte nell'arcipelago delle Isole Egadi hanno consentito di affrontare per la prima volta in Italia le criticità tipiche delle isole minori del mediterraneo con un approccio di tipo sistemico (*Smart Island*) analogo a quello utilizzato per le *Smart Cities*.

In questo ambito sono stati organizzati due eventi divulgativi presso l'isola di Favignana con la presentazione dei risultati ottenuti nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" e di due libri editi da ENEA e realizzati con l'obiettivo di valorizzare le risorse naturalistiche marine delle tre isole dell'arcipelago delle Egadi.

Relativamente alle attività sulla valutazione dell'inquinamento atmosferico, gli scenari emissivi sviluppati da ENEA e resi disponibili on-line insieme al modello di valutazione integrata GAINS\_Italia, parte integrante del sistema modellistico MINNI, sono stati utilizzati dal MATTM per individuare la posizione nazionale nell'ambito del processo di revisione della politica comunitaria su qualità dell'aria ed emissioni, e da alcune Regioni per predisporre Piani Regionali Energetici e sulla Qualità dell'Aria basati su valutazioni preliminari dell'efficacia delle misure da introdurre.

Nell'ambito dell'impatto di inquinanti atmosferici, sono stati sviluppati modelli a scala continentale per la valutazione dell'impatto di cambiamento climatico e dell'inquinamento atmosferico sulla defoliazione degli ecosistemi forestali.

E' stato valutato l'impatto ambientale di un sistema di alimentazione dual-fuel per veicoli pesanti.

L'Unità è stata inoltre coinvolta nell'individuazione di politiche ambientali in siti industriali.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

UTTAMB interagisce con numerosissimi partner nazionali, europei ed internazionali, sia privati che pubblici, con collaborazioni pluriennali di cui di seguito si elencano i più significativi:

- Ministero dello Sviluppo economico
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- Ministero dell'Istruzione della Università e della Ricerca
- Ministero della Salute
- Ministero Difesa/DAP

- ISPRA
- Istituto Superiore di Sanità
- CNR
- Istituto Italiano per la Tecnologia
- Università La Sapienza (con diversi Dipartimenti), Università della Tuscia, Università delle Marche, Università di Catania, Consorzio interuniversitario CINIGeo, Politecnico di Milano e Politecnico delle Marche
- Stati Generali della Green Economy
- Fondazione Sviluppo Sostenibile
- Comitato interministeriale di Gestione del Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement e per la definizione di una strategia sulla Politica Integrata dei Prodotti
- Gruppi di lavoro UNI: Sistemi di gestione ambientale, Impatto Ambientale, Gestione ambientale di prodotto
- Commissione europea: DG Environment, DG Enterprise and Industry
- Gruppo di consultazione della Commissione Europea sui NON ENERGY RAW MATERIALS
- Confindustria Sicilia, Confindustria Catania, Confindustria Siracusa, Camera di Commercio di Siracusa
- Comune di Favignana, Area Marina Protetta delle Egadi
- SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry
- Rete Italiana LCA
- Federambiente, Federlegno-arredo, Federturismo, LegaCOOP, AMA, ASTER, REMEDIA, RELIGHT, RAECYCLE, ESAGERAEE, ICARO Srl, AQUASER, COLOROBIA, VENETO-NANOTEC, ECOPNEUS, ITALCOM, COSMOB

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Tutte le attività di UTTAMB hanno potenziali ricadute sul sistema industriale.

Nel corso del 2014 le attività che hanno conseguito risultati significativi rispetto agli anni precedenti e che, più di altre, consentono ricadute di tipo economico e tecnologico sul sistema industriale sono state:

- realizzazione ed applicazione della prima Piattaforma regionale di Simbiosi Industriale nella Regione Siciliana, che consente alle imprese di un determinato distretto/area industriale di ottimizzare le risorse utilizzate ed i rispettivi rifiuti e sottoprodotti dei processi produttivi;
- la realizzazione, nel C.R. Casaccia, del prototipo a scala banco per la realizzazione di processi innovativi idro-metallurgici e recupero di metalli ad alto valore aggiunto e terre rare da diverse tipologie di prodotti a fine vita ha interessato numerose aziende nazionali ed europee sia per la eventuale realizzazione presso di loro di impianti a scala preindustriale che per la partecipazione alla fase di sperimentazione ed risultati che si otterranno dall'esercizio del citato impianto pilota ROMEO in fase di realizzazione presso il C.R. Casaccia.
- attivazione di azioni sul Turismo sostenibile nell'arcipelago delle Isole Egadi che rappresentano per il loro approccio sistemico di tipo "Smart Island" un supporto concreto per gli operatori del settore turistico.

La tecnologia del "compostaggio di comunità" ha un elevato potenziale di diffusione in Italia, potendosi rivelare di grande interesse sia per le Amministrazioni locali che per le aziende che devono gestire la raccolta differenziata dei rifiuti.

## UTTEI

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE AVANZATE PER L'ENERGIA E L'INDUSTRIA

**Responsabile: Gian Piero Celata**

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche 1.102.923 €

b) Risorse umane disponibili 110 persone/anno

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca nazionali e internazionali e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Sostenibilità del sistema energetico.**

L'Unità Tecnica Tecnologie avanzate per l'Energia e l'Industria (UTTEI) fornisce innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia e dell'industria, con particolare riferimento all'uso razionale dell'energia, all'impiego sostenibile dei combustibili fossili e agli usi finali dell'energia.

Il contributo dell'Unità è relativo a:

- ricerca e sviluppo di tecnologie per migliorare i rendimenti e ridurre l'impatto ambientale nella produzione di energia e negli usi finali, per applicazioni industriali nei settori della refrigerazione, del condizionamento, dell'ingegneria aerospaziale, dell'elettronica e dell'industria di processo;
- ottimizzazione di sistemi, componenti e processi per l'impiego sostenibile dei combustibili fossili e per l'uso finale dell'energia (veicoli a basso impatto ambientale, illuminazione pubblica, elettrodomestici);
- sistemi di accumulo di energia elettrica per applicazioni mobili e stazionarie;
- sistemi tecnologici per le *smart cities* e la sostenibilità delle dinamiche urbane;
- sistemi tecnologici per la protezione di infrastrutture critiche e in generale per il miglioramento degli aspetti di Security e Safety del cittadino

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività dell'Unità si sviluppano in 7 settori di intervento.

#### 1) Sviluppo di un modello di *smart city* e *smart communities*

**Smart Lighting e smart services:** Sviluppo di un sistema per l'utilizzo dell'infrastruttura della illuminazione pubblica come piattaforma aperta per una serie di servizi *smart* legati alla gestione adattiva della illuminazione, al monitoraggio del traffico, alla sicurezza dei contesti urbani, al monitoraggio della qualità dell'aria. In particolare sviluppo di un modello di illuminazione adattiva in relazione ai flussi di traffico ed utenza pedonale. Progetti applicativi presso aree urbane.

**Smart District/smart buildings network:** Soluzioni tecnologiche integrate per simulazione, supervisione e controllo di reti di edifici e servizi distrettuali. Sviluppo di un approccio "energy on demand" per il controllo di edifici attrezzati (*smart buildings*); sviluppo di servizio di rete (Network Intelligence System) per diagnostica e la ottimizzazione remota di reti di edifici; sviluppo di un approccio di demand management per la gestione della flessibilità energetica del distretto rispetto al distributore, al fornitore di energia, all'uso potenziale di rinnovabili e sistemi di storage. Sviluppo di una piattaforma ICT per l'integrazione delle funzionalità di gestione del distretto. Progetti applicativi presso aree sperimentali ed aree urbane.

**Smart Communities:** Sviluppo di contesti di innovazione sociale basati sulla consapevolezza energetica e sullo sviluppo di un insieme di servizi di supporto autogestiti direttamente dalla comunità ed abilitati da infrastrutture tecnologiche ed informatiche avanzate. Sviluppo di un modello di "*social*

*urban network*” composto da infrastrutture di comunicazione (web, social network, app), infrastrutture tecnologiche (sensori/attuatori domestici, installazioni urbane), processi formativi (laboratori sociali) e processi di coinvolgimento della comunità allo scopo di perseguire la sostenibilità a 360 gradi (della consapevolezza energetico-ambientale, coesione e supporto sociale). Applicazioni urbane.

**Smart mobility:** Soluzioni per l'integrazione delle tecnologie ITS (**I**ntelligent **T**ransport **S**ystems, ovvero, sistemi di previsione del traffico, trasporto a chiamata, ecc. ) con quelle dell'elettromobilità (ricarica rapida e “contactless”, “smart metering”, ecc.).

## **2) Sistemi di accumulo dell'energia**

Attività di ricerca, sviluppo ed applicazioni finali (sia mobili che stazionarie) a partire dalla ricerca fondamentale fino a quella applicativa con l'analisi e la sperimentazione delle diverse tipologie di accumulo di energia elettrica (batterie al litio e redox a flusso, supercondensatori, accumulo dell'idrogeno e sistemi di accumulo con magneti superconduttori).

## **3) Veicoli a basso impatto ambientale ed infrastrutture di ricarica elettrica**

Attività di sperimentazione di componenti e sistemi (batterie, SC, sistemi di ricarica, motorizzazioni tradizionali, ibride, elettriche) per nuove tecnologie di veicoli a basso impatto ambientale, per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti. Sperimentazione componenti e sistemi per l'accumulo elettrico stazionario. Sperimentazione al banco e su strada di veicoli a trazione ibrida ed elettrica e di miscele di combustibili atte alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e valutazioni energetico-ambientali relative. Partecipazione alla CUNA (Commissione tecnica di Unificazione Nell'Autoveicolo) e al segretariato Comitato Tecnico del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) per l'elaborazione delle normative inerenti i veicoli elettrici e le relative strutture di ricarica.

## **4) Termofluidodinamica applicata all'industria**

Attività di ricerca, dagli studi preliminari alle prove sperimentali su dimostratori, nel campo del trasferimento di calore e di massa nei sistemi mono e bifase, per applicazioni relative all'industria elettronica, aerospaziale, del freddo alimentare, della climatizzazione e di processo:

- Accumulo termico a cambiamento di fase (PCM-Phase Change Material) sia per applicazioni nel settore della climatizzazione che per ottimizzare sistemi per la rimozione del calore.
- Nuove tecnologie per la climatizzazione (solar cooling, sistema compatto Solar DEC di piccola taglia a letti fissi raffreddati) e la produzione di acqua calda sanitaria (vapor chamber in sistemi solari termici).
- Test in camera climatica di prototipi innovativi di pompe di calore (PdC) a compressione utilizzando fluidi di riferimento (R134a) o a basso impatto ambientale (CO<sub>2</sub>, R290) e ottimizzazione del funzionamento di PdC a CO<sub>2</sub> con radiatori ad elevato salto termico.
- Scambio termico e comportamenti termofluidodinamici in mono/bifase in microgravità e microcanali.
- Pompe di calore ad assorbimento innovative.
- Partecipazione a Comitati di Enti Normativi Nazionali (CTI) e internazionali (IEA) per la climatizzazione.

## **5) Uso sostenibile di combustibili fossili**

Attività di ricerca focalizzate allo sviluppo e messa a punto di tecnologie per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore termoelettrico e industriale, condotte mediante studi teorici, simulazioni CFD e di processo, sperimentazioni, sviluppo di componenti e di cicli innovativi. Più nel dettaglio:

- Metodi innovativi e più efficienti per la cattura della CO<sub>2</sub>, caratterizzati da minore impatto ambientale e penalizzazioni energetiche, applicabili anche a settori della produzione industriale fortemente energivori.

- Cicli energetici ad alta efficienza basati sul ricircolo della CO<sub>2</sub> (cicli EGR), e in prospettiva di medio termine a ossi-combustione e “capture ready”.
- Progettazione e test di dispositivi a combustione efficienti, poco inquinanti, caratterizzati da alta la flessibilità di carico e di alimentazione.
- Sviluppo e applicazione di codici di calcolo e modelli avanzati per la simulazione stazionaria e dinamica di processi termofluidodinamici e chimici.
- Tecnologie per la rimozione permanente della CO<sub>2</sub> basati sul confinamento geologico, il sequestro chimico e il riutilizzo della stessa.
- Sviluppo di tecnologie finalizzate alla produzione di metano, combustibili sintetici e chemicals da carbone o basati sul ri-utilizzo della CO<sub>2</sub>, integrate con fonti rinnovabili.

#### 6) Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia

- Attività sperimentale su interazione luce – essere umano, in particolare sulla valutazione della qualità della luce.
- Attività di progettazione di prodotti efficienti, in particolari con utilizzo di fosfori remoti in interni, e relativi dispositivi di controllo.
- Diffusione dei risultati ottenuti sul territorio e coinvolgimento di comuni e altri stakeholders del settore per l'aumento dell'efficienza energetica nell'illuminazione pubblica.
- Attività sperimentale su elettrodomestici innovativi sviluppati all'interno del progetto: in particolare individuazione e svolgimento di prove specifiche per simulare il comportamento dell'utenza.
- Contributo a sperimentazione di sensori per monitoraggio di parametri legati alla qualità dell'aria.
- Partecipazione a lavori normativi a livello nazionale. Supporto all'autorità di vigilanza di mercato per la Direttiva Etichetta Energetica. Partecipazione ai lavori Europei per le Direttive Ecodesign ed Etichetta Energetica (parte della delegazione italiana).
- Partecipazione a vari progetti IEE Europei sull'implementazione dell'Etichetta Energetica e di Ecodesign.

#### 7) Robotica

Sviluppo di tecnologie di automazione, percezione, riconoscimento e fruizione visiva, cooperazione multirobot orientate al sostegno dell'industria, al supporto delle esigenze sociali e culturali del Paese e alla protezione dei cittadini. In particolare le tecnologie riguardano:

- I sistemi di monitoraggio e sorveglianza under water per aspetti di security, Save and Rescue. In particolare sono in fase di messa a punto, in questo ambito progetti per la protezione di infrastrutture critiche (MOSE, LNG Rovigo) e progetti per applicazioni di protezione di persone e infrastrutture in ambito militare (progetto PNRM).
- Il supporto alle persone con disabilità di vario tipo, tra cui quella ipoacustica.
- Commessa per l'automazione di impianti di Fusione Nucleare.
- Commessa nell'ambito del Progetto europeo EDEN per sistemi di Border Control.
- Una Commessa Industriale per la robotica aerea.
- Una Commessa industriale Robot indoor per *clean rooms*.

### RISULTATI CONSEGUITI

#### Sviluppo di un modello di smart city e smart communities

- **Smart lighting e smart services:** Applicazione urbana presso L'Aquila dove sono stati installati led, un sistema di telegestione punto-punto, sensori smart-eye (sviluppati da ENEA ed una start-up) ed un sistema di analisi della qualità dell'aria montato su mezzo mobile comunicante con i lampioni intelligenti. Si tratta del primo prototipo italiano di questo genere in scala reale. Una seconda applicazione limitata alla illuminazione adattiva è stata effettuata a Bracciano.



Sviluppato un algoritmo innovativo di dimmerazione dei flussi luminosi sulla base dei flussi di traffico ed un modello per l'analisi del sovra o sottodimensionamento degli impianti illuminotecnici.

- **Smart district:** Sviluppo del sistema NIS (Network Intelligence System) per la ottimizzazione remota ed active demand di uno smart district urbano (rete di edifici). Applicazione di controllo di smart building e funzionalità NIS presso lo Smart Village in fase di realizzazione presso il CR Casaccia (10 smart buildings) dove sono stati integrati sistemi di varia natura (buildings, flussi pedonali, public lighting) ed applicato il principio dell'energy on demand. Una importante applicazione urbana è stata realizzata presso un quartiere di Bari (ufficio, scuola, residenziale) nel contesto del progetto Res Novae (23 ML budget) con significativa componente industriale (IBM, ENEL, GE...) di cui ENEA ha il ruolo di coordinamento scientifico. Una terza applicazione è stata effettuata presso lo Smart Ring de L'Aquila (due scuole). Sviluppo di una piattaforma ICT per il controllo dello smart village ed integrazione con sistemi commerciali (piattaforma "SEM" di Almativa, piattaforma "IOC". "Service Hub" e "Tririga" di IBM, piattaforma "EasyCon" di UMPI). Coordinamento di un Sub-Programme del Joint Programme Europeo sulle smart cities e della rete italiana di Urban Europe.
- **Smart Communities:** Avvio di un "Social Urban Network" a L'Aquila: sviluppato il progetto della infrastruttura tecnologica (ICT, installazione urbana "smart node", architettura di networking con la comunità) ed avviato un processo formativo presso il liceo scientifico Bafile.
- **Sistemi di accumulo dell'energia**
  - Nuovi materiali (a base di silicio, di grafene e di fosfati diversi di ossidi metallici, liquidi ionici) e processi per la realizzazione di batterie al litio di alta potenza e di alta energia per applicazioni mobili e stazionarie.
  - Avvio dello studio di sistemi redox a flusso con vanadio a basso costo per le applicazioni alle reti elettriche.
  - Caratterizzazione di materiali superconduttori per la realizzazione prototipale di sistemi di accumulo con magneti superconduttori ad alta potenza.
  - Aspetti di sicurezza e di potenziale impatto ambientale delle batterie al litio.
  - Sistemi di accumulo al litio per applicazioni nell'illuminazione intelligente ed innovativa e nella trazione elettrica ed ibrida con lo sviluppo di specifiche metodologie di prova.
  - Dispositivi di gestione, controllo (BMS = Battery Management Systems) e di interfaccia verso la rete elettrica dei sistemi di acumulo più innovativi.
  - Sviluppi e studi per applicazioni commerciali di moduli Li-Io autogestiti (bilanciamento elettrico e condizionamento termico).
  - Applicazioni dei cicli rappresentativi dell'uso dei sistemi di accumulo elettrochimico con campagne sperimentali in laboratori appositamente sviluppati ed in reali dimostrazioni pilota (in accoppiamento con impianti a fonti rinnovabili o in veicoli elettrici ed ibridi di piccola e grande taglia).
  - Definizione potenzialità tecniche ed economiche dell'accumulo in idrogeno od in batterie redox a flusso per l'uso in reti elettriche con fonti rinnovabili non programmabili.
  - Acquisizione di contratti per la caratterizzazione e l'esecuzione di prove vita di batterie Litio-ione e ad alta temperatura per conto di TERNA.
- **Veicoli a basso impatto ambientale e infrastrutture di ricarica elettrica**
  - Risultati della sperimentazione in città (L'Aquila) di sistema di trasporto pubblico a chiamata.
  - Risultati della sperimentazione in azienda (BredaMenariniBus) di autobus elettrici ed elettrico-ibridi da 9 e 12 m.
  - Sviluppo e realizzazione di un sistema di ricarica contactless per micro vettura.
  - Sviluppo e realizzazione di un "power pack" ibrido-parallelo per micro vettura.



- Progettazione e pre-valutazioni sperimentali in scala reale di un convertitore per stazione di ricarica rapida in c.c. con accumulo elettrico stazionario, per l'integrazione nel sistema dei trasporti di energia elettrica da FER non programmabili.
- Studio su base statistica (utilizzo di data base costituito da milioni di dati, acquistati “allo stato grezzo” a questo scopo) dell'elettrificazione della mobilità passeggeri, sia per le autovetture, in funzione di diverse tipologie di veicoli, elettrici “puri” ed ibridi “plug-in”, che per il trasporto pubblico locale, con applicazione (fattibilità tecnico-economica) alla città dell'Aquila.
- **Termofluidodinamica applicata all'industria**
  - Rafforzamento della presenza/visibilità ENEA nel settore della climatizzazione eco-sostenibile in ambito sia nazionale (Accordo di Programma ENEA-MSE) che internazionale (progetti europei NxtHPG e HEAT4U) anche con la realizzazione di dimostratori e importanti infrastrutture strategiche (camera climatica).
  - Consolidamento delle conoscenze nel settore della termofluidodinamica nel raffreddamento delle batterie e dei sistemi di accumulo elettrici (MECCANO, Accordo di Programma ENEA-MSE).
  - Sviluppo di conoscenze nel campo dell'accumulo termico, con uso anche di PCM, in sinergia sia con il settore della climatizzazione (serbatoi di accumulo per vari usi del solare termico) sia per la corretta gestione termica di sistemi di protezione degli accumulatori elettrici da sovratemperature (Accordo di Programma ENEA-MSE).
  - Mantenimento di una presenza di eccellenza in settori di punta della ricerca termofluidodinamica, in particolare, oltre alla nanofluidica e microfluidica, applicata nel settore aerospaziale con esperienze in microgravità (ESA) e partecipazione a due esperimenti dell'ESA (RUBI e SELENE) per la stazione spaziale (ISS).
- **Uso sostenibile di combustibili fossili**
  - Sviluppo di un sorbente di CO<sub>2</sub> multifunzionale caratterizzato da elevata rigenerabilità.
  - Ottimizzazione del processo di gassificazione del carbone in letto fluido presso la Piattaforma Sperimentale “ZECOMIX” a scala pilota, realizzata per la decarbonizzazione del combustibile, e integrazione di una micro Turbina a Gas per la produzione di energia da idrogeno.
  - Validazione delle performace predittive del codice proprietario HeaRT, applicato alla simulazione di un combustore premiscelato operato in condizioni di instabilità termo-acustica.
  - Simulazione, progetto e sperimentazione di bruciatori innovativi per turbine a gas Heavy Duty, caratterizzati da elevata “load-flexibility”. Deposito di un brevetto.
  - Definizione, attraverso simulazioni dinamiche, del dominio di funzionamento stabile di una micro turbina operante con tenore crescente di CO<sub>2</sub> per applicazioni EGR.
  - Avvio dell'esercizio sperimentale del dimostratore “FENICE”, relativo al processo di produzione di metano da CO<sub>2</sub>. Valutazione dell'influenza delle variabili di processo sull'efficienza di conversion.
  - Avvio dell'attività sperimentale sull'impianto “GESSYCA” per lo sviluppo di metodologie di controllo della gassificazione e di componenti innovative.
  - Modellazione del processo di produzione di Synthetic Natural Gas da carbone, e suo efficientamento. Messa a punto di un processo di purificazione dal TAR, e sintesi in laboratorio di un catalizzatore innovative.
  - Ottimizzazione energetica e di ciclo per un processo Coal To Liquid e Coal and Biomass To Liquid con inclusa cattura della CO<sub>2</sub> e sviluppo nuovi catalizzatori.
  - Avviamento ed esercizio di una rete per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> sequestrata geologicamente nel bacino carbonifero del Sulcis.

- **Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia**
  - Aumento conoscenze sulla valutazione di indicatori della resa dei colori e sulla potenziale influenza delle nuove sorgenti sui compiti cognitivi.
  - Presenza attiva nella rete di stakeholders per l'azione di coinvolgimento del territorio.
  - Metodi di prova per la simulazione di abitudini di utilizzo per forni elettrici, lavatrici, lavastoviglie, frigocongelatori.
  - Realizzazione prototipale di sistema di illuminazione innovativo a LED con controllo intelligente per applicazione nell'industria.
  - Test prestazionali su elettrodomestici del freddo per valutare nuovi metodi di prova proposti per la standardizzazione in confronto con i metodi attuali.
  - Supporto ad Autorità per la vigilanza del mercato per Etichettatura Energetica su prodotti di illuminazione e refrigerazione.
- **Robotica**
  - Sviluppo di un modem ultracustico innovativo di comunicazione per reti di sensori e di robot underwater.
  - Sviluppo di un modem di comunicazione ottica underwater coordinato con il modem acustico.
  - Algoritmi di potenziamento della informazione sonora.
  - Algoritmi di cooperazione tra unmanned aerial platforms.
  - Robot di cleaning.

#### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

**Reti di Ricerca internazionali:** EERA, Urban Europe, Smart City Stakeholders Platform, Covenant of Mayors, ESA, UE, European Turbine Network, IEA, ZEP, SETPlan.

**PA:** MiSE, MIUR, Ministero Ambiente, Comuni di Bari, L'Aquila, Brescia, Matera, Potenza, ANCI, Consip, UPI, Regione Emilia Romagna, ATC di Ravenna.

**Associazioni industriali:** Confindustria, AGESI, ASSIL, AIDI, ASSOLUCE, Assoimmobiliare, Confindustria digitale, ANIE, CRIET.

**Aziende:** IBM, ENEL, Almagora, Telecom, A2A, Energy Team, Enel Sole, Guzzini, UMPI, IVECO, Centro Ricerche FIAT, Piaggio, FIAMM, Kemet, Toshiba, NEC, Terna, Gruppo Luccioni, Renault, Volvo, Magna, AVL, Altra-IVECO, BredaMenariniBus, Elettronica Santerno, Indesit, ROBUR, Ansaldo Sviluppo Energia, General Electric, CEA, MVG, Deep Blue, Array Industries (NL), SOTACARBO, ILVA, QUANTIS (CH), Johnson Matthey (UK), Calix Europe (UK), 8 Rivers Capital (USA), Skytech, DUNE, Arakne, Mechanimata, A.M., SELEX ES.

**Enti di Ricerca/Università:** CNR, Politecnico di Bari, Università Politecnica delle Marche, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università Roma3, Università Brescia, RSE, Università di Bologna, Università di Camerino, Università di Palermo, Università di Pisa, Università di Parma, Università di Milano, Sapienza Università di Roma, Università di Perugia, Università di Roma Tor Vergata, IIT (Italian Institute of Technology), Imperial College (UK), TUE (Technische Universiteit of Eindhoven), Politecnico di Milano, Università di Cagliari, Università de L'Aquila, SINTEF (N), INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, FR), CSIC (Consejo superior de investigaciones científicas, E), IFE (Institut for Energiteknikk, N), ZEG Power (N), MTEC (Marion Technologies, FR), ECN (Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland); Cranfield University (UK), DLR (D), KAUST (King Abdullah University of Science and Technologies – Saudi Arabia), CTS (Composite Technical Systems), Scuola Superiore S. Anna.

#### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

##### **Sviluppo di un modello di smart city e smart communities**

Esistono molte richieste al momento da parte di amministrazioni pubbliche di avviare percorsi verso lo sviluppo delle smart cities e da parte di aziende di entrare in questo dominio sviluppando dei nuovi

modelli di business. ENEA, grazie alla partecipazione a progetti applicativi, alla forte integrazione nelle reti di eccellenza europee ed alla partnership con le realtà industriali è in grado di:

- a. guidare le pubbliche amministrazioni verso le soluzioni più efficaci e competitive anche prospettando progetti integrati su larga scala;
- b. organizzare filiere industriali intorno specifici interventi progettuali e modelli di business fornendo sia capacità progettuali sistemiche sia specifiche tecnologie normalmente posizionate in modo strategico; dare supporto nella penetrazione delle soluzioni a livello internazionale;
- c. fornire ad associazioni industriali, associazioni di comuni ed istituzioni pubbliche centrali il proprio supporto come ente "tecnico-scientifico terzo" per trovare soluzioni di intermediazione, pianificazione di policy, valutazioni indipendenti.

### **Sistemi di accumulo dell'energia**

Le attività svolte hanno generato conoscenze e risultati di varia natura, scientifica, tecnica ed economica, tutte trasferibili al contesto industriale direttamente ed indirettamente. Le ricerche di base hanno fornito indicazioni a realtà industriali nazionali ed europee che hanno potuto definire e prevedere le potenzialità ed i limiti delle diverse filiere tecnologiche dell'accumulo, nonostante diversi risultati ed attività sono ancora in corso e non hanno ancora portato a risultati definitivi. Le attività di caratterizzazione e sperimentazione e di analisi dei possibili impatti hanno aiutato a valutare le effettive potenzialità applicative e le possibili ottimizzazioni tecnologiche ed ingegneristiche per migliorare i benefici connessi all'uso dei sistemi di accumulo. Inoltre, la partecipazione a vari gruppi di lavoro nazionali ed internazionali ha consentito un migliore orientamento dei programmi e delle attività svolte con un aggiornamento continuo dello stato delle tecnologie dell'accumulo e delle possibili applicazioni.

I risultati e le conoscenze acquisiti hanno infine favorito una crescita generale delle capacità del sistema di ricerca ed industriale nazionale di sviluppare, valutare ed utilizzare le diverse tecnologie dell'accumulo oggi disponibili.

### **Veicoli a basso impatto ambientale ed infrastrutture di ricarica**

Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale dei risultati conseguiti: sviluppo di moduli batteria Li-Ione per l'uso della ricarica rapida nel trasporto pubblico locale; studi sull'"ageing" delle batterie Li-Ione per il life-cycle-assessment (LCA) di sistemi d'accumulo stazionari e per applicazioni mobili (autobus elettrici).

### **Termofluidodinamica applicata all'industria**

La presenza in progetti EU e nell'AdP ha comportato il contatto diretto con diversi operatori industriali della climatizzazione. Grazie alla capacità ENEA di effettuare e analizzare prove sperimentali ottenute da dimostratori e/o impianti dedicati e alla disponibilità di una camera climatica, le industrie hanno potuto sviluppare i loro prototipi, portando a una maggiore visibilità di ENEA nel settore.

La possibilità di disporre di conoscenze complementari di scambio termico (PCM, scambio termico in condizioni di microgravità, micro canali e nanofluidi, sistemi di refrigerazione avanzati) consente di proporsi per lo studio e sviluppo di sistemi di Thermal Management innovativi per settori quali aeronautica, aereospaziale, elettronica, agroalimentare e, in generale, ovunque ci sia la necessità di asportare potenze specifiche elevate.

### **Uso sostenibile di combustibili fossili**

L'attività ENEA in questo settore funge da apripista per la dimostrazione tecnologica di tecnologie CCUS (Carbon Capture Utilization or Storage).

Lo sviluppo di tecnologie energetiche orientate all'incremento di efficienza, la progressiva decarbonizzazione dei combustibili fossili, la riduzione dei costi e la flessibilità operativa, caratterizzate da un orizzonte temporale applicativo di medio-lungo periodo (de-carbonizzazione tramite sorbenti solidi: "calcium looping", cicli turbo-gas EGR e a CO<sub>2</sub> supercritica), ha il principalmente obiettivo di

mettere in grado l'industria nazionale di competere, nei prossimi decenni, sul più vasto mercato internazionale, non solo italiano.

In una prospettiva di breve-medio periodo, hanno ricadute economiche e tecnologiche significative:

- l'esplorazione di metodi efficienti di cattura della CO<sub>2</sub>, caratterizzati da minore impatto ambientale e minor penalizzazioni energetica, applicabili a settori industriali fortemente energivori (siderurgia, cemento, ...);
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la produzione di combustibili e chemicals direttamente dal carbone o dalla CO<sub>2</sub> separata (CCU), integrate con fonti rinnovabili, con particolare riferimento a surplus energetici prodotti;
- lo sviluppo di sistemi a combustione più efficienti, meno inquinanti, tesi a incrementare la flessibilità di carico e di alimentazione.

### **Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia**

Le possibilità di trasferimento tecnologiche sono garantite dalla partecipazione di partner industriali per la realizzazione di prototipi, facilitando quindi la possibilità di industrializzazione dei prodotti di illuminazione progettati. Essendo pubblici i risultati della ricerca svolta nell'ambito dell'accordo ENEA-MiSE per RdS, il trasferimento tecnologico può avvenire anche sulla base del trasferimento delle conoscenze: questo trasferimento viene favorito da eventi a cui UTTEI-SISP partecipa, lungo il corso dell'anno.

### **Robotica**

Le possibilità di trasferimento tecnologico sono garantite per tutte le attività in essere dal carattere delle attività medesime (che punta al prodotto) e dalla partecipazione di partner industriali interessati alla sua commercializzazione. In particolare sono in fase di avvio il trasferimento dell'impiego dei sistemi di security sottomarina verso imprese che ne cureranno la produzione e la commercializzazione con particolare riferimento a Skytech e SELEX. E' inoltre già attivo il trasferimento verso A.M. nell'ambito del progetto omonimo. Si stanno inoltre concordando gli aspetti di trasferimento tecnologico verso industrie end-user con particolare riferimento alla robotica avionica.

## UTTMAT

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE DEI MATERIALI

**Responsabile:** Commissario prof. Federico Testa ad interim

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche 1.212.482 €

b) Risorse umane disponibili 90,30 persone/anno

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca nazionali e internazionali e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Competitività dei sistemi produttivi.**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali, è impegnata a promuovere lo sviluppo di tecnologie integrate abilitanti, in particolare nel settore dei materiali avanzati, della fotonica e delle tecnologie di lavorazione avanzate a supporto della sostenibilità dello sviluppo tecnologico nel settore industriale e della gestione del patrimonio culturale del Paese.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività dell'Unità, sulla base, oltre alle competenze disponibili, di una valutazione della evoluzione tecnologica dei settori di riferimento, desunta da documenti strategici nazionali e comunitari e da una valutazione dell'impatto delle tematiche più promettenti sulla operatività delle compagnie industriali di riferimento, possono essere così schematizzate:

#### **Materiali per applicazioni strutturali e ad alta temperatura**

Queste attività hanno trovato negli anni applicazione in svariati campi. Infatti attraverso collaborazioni industriali in progetti finanziati o tramite apposite convenzioni, vengono sviluppati materiali metallici e loro tecnologie di fabbricazione e trattamento termo meccanico, mediante un approccio integrato sperimentale e modellistico/teorico.

#### **Materiali per energie rinnovabili e l'efficienza energetica**

L'obiettivo di queste attività è contribuire, mediante lo sviluppo di materiali e dispositivi, al portafoglio di tecnologie disponibili nell'Agenzia, attraverso la collaborazione con un ampio partenariato esterno appartenente sia al mondo accademico che a quello della ricerca industriale e della produzione. Più in dettaglio le principali attività riguardano:

- Sintesi di materiali per elettrodi e componenti di celle a combustibile
- Sviluppo di materiali per lo stoccaggio di idrogeno a stato solido
- Sviluppo di ossidi trasparenti e conduttori per celle solari, sorgenti di luce e relativi materiali sostitutivi
- Sviluppo di materiali e tecnologie per celle solari organiche DSSC
- Sviluppo di pannelli con funzione di isolamento termico

#### **Materiali e dispositivi per l'ottica e l'illuminazione**

L'obiettivo di queste attività, fortemente consolidate e inserite strategicamente in un ampio e qualificato partenariato è costituito da:

- Realizzazione di componenti ottici multistrato destinati a spettrometri per uso terrestre e spaziale
- Test di materiali scintillatori mediante irraggiamento gamma

### **Materiali e dispositivi per monitoraggio ambientale**

Le competenze sulla realizzazione di dispositivi a base di semiconduttori e sulle tecnologie dei film sottili e dei nanomateriali, sono la base per la realizzazione di sensori che, integrati con le opportune metodologie di controllo, consentono di progettare e realizzare dispositivi completi e semplici sistemi per specifiche applicazioni in campo industriale, ambientale e agroalimentare, inclusa la integrazione in sistemi più complessi, fissi e mobili.

### **Materiali e tecnologie per alleggerimenti strutturali, isolamento acustico e sismico**

Queste azioni accorpano attività tradizionali legate ai laboratori di qualifica dinamica (tavole vibranti) per lo sviluppo di materiali e dispositivi per l'isolamento sismico ed il rafforzamento strutturale soprattutto in edilizia, con le nuove esigenze di sviluppo di materiali per la riduzione del peso nel settore dei trasporti. La necessità di sviluppo di materiali metallici a bassissima densità e delle relative tecnologie di processamento offrono interessanti prospettive nel settore allargato dei trasporti.

### **Metodologie di prova di materiali e componenti**

Fra gli obiettivi strategici viene annoverata anche la fornitura di servizi al sistema pubblico e delle imprese. Infatti la ampiezza di offerta e la disponibilità di laboratori e attrezzature di grande rilevanza, spesso con carattere di unicità sul territorio nazionale, soprattutto per la capacità di approccio integrato alle problematiche affrontate, danno a questa attività la dimensione di un vero e proprio filone programmatico che necessita di strategie specifiche per un sempre maggiore inserimento e di gestione mirata dei relativi dispositivi sperimentali. Limitandoci solo ai più importanti, i principali servizi offerti riguardano:

- Test di irraggiamento gamma per analisi di durabilità dei materiali e dispositivi;
- Sviluppo di sistemi e metodologie di prova a vibrazione e sismiche;
- Sviluppo di metodologie diagnostiche, anche non distruttive, e di analisi microstrutturali;
- Test dinamici di componenti;
- Prove di compatibilità elettromagnetica;
- Sviluppo di metodi diagnostici dedicati alla conservazione ed al restauro del patrimonio artistico;
- Sviluppo di tecniche di saldatura e giunzione ad alta densità di energia;
- Prove termomeccaniche su varie tipologie di materiali: compositi polimerici, metalli, refrattari, materiali da costruzione, ceramici monoliti e compositi;
- Progettazione e messa a punto di prove meccaniche standard e fuori standard;
- Qualificazione meccanica di componenti e prototipi, mirata all'industrializzazione del prodotto.

### **Materie prime critiche**

A seguito dell'intensa attività, iniziata all'inizio del 2012, per la partecipazione di una cordata italiana al bando pubblicato il 14 febbraio 2014 dall'European Institute of Technology and Innovation (EIT), lo stesso ha assegnato la costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials al consorzio di 120 partner europei in cui è presente l'ENEA.

La KIC è articolata in sei nodi internazionali coordinati da un quartier generale con sede in Germania; uno dei nodi ("co-location centre south", CLCS) avrà la sua direzione in Italia, ENEA-Casaccia, e coordinerà 20 partner principali di Italia, Spagna, Ungheria più altri task partners e supporters (amm. Regionali, ministeri nazionali).

### **RISULTATI CONSEGUITI**

- Nel Progetto MATTER "MATERials Testing and Rules" (FP7-EURATOM Fission), oltre a contribuire al consolidamento di un programma a medio termine per lo sviluppo di materiali refrattari quali materiali strutturali per i reattori di IV generazione, per la saldatura TIG di piastre in Grade 91, materiale candidato per la realizzazione di alcuni componenti dei generatori a fissione di 4a generazione, sono state concluse le attività di saldatura TIG automatizzate su materiale resistente al creep P91 e sono state effettuate le prove di caratterizzazione a resilienza ed a trazione anche ad alta temperatura.



- Nell'ambito del Cluster Trasporti, sono stati individuati e parzialmente sviluppati precursori innovativi di schiume metalliche anche grazie all'attivazione di una collaborazione con l'Università Roma Tor Vergata.
- Nell'ambito del Progetto Scored 2:0 finanziato dall'UE in FP7, avente come oggetto lo sviluppo di materiali per il coating protettivo degli interconnettori nelle celle ad ossido solido (SOFC), sono stati sviluppati processi mecano-chimici che hanno prodotto ossidi misti di varia stechiometria e struttura, a partire da precursori ossidi puri. Tali materiali di "prima generazione" sono stati accuratamente caratterizzati sotto il profilo strutturale e termico; quindi i processi sono stati ottimizzati in scala più grande in modo da produrre campioni distribuiti ai partner del Progetto.
- Nell'ambito del progetto europeo HP-ACS "Metal hydride heat pump for waste heat recovery in van refrigeration systems", coordinato da ENEA UTTMAT-CHI, si è provveduto, attraverso la caratterizzazione chimico-fisica e termodinamica dei materiali, a selezionare le leghe metalliche da utilizzare nel sistema di refrigerazione e alla loro nanostrutturazione e stabilizzazione in matrice polimerica.
- Nell'ambito del progetto Ortofrulog (Industria 2015) e dell'Accordo di Programma RSE (Tema C, ObiettivoD1, Tecnologie del Freddo) è stato progettato un laboratorio per la caratterizzazione e lo sviluppo di nodi sensoriali wireless in grado di monitorare prodotti alimentari deperibili con applicazioni sia nella logistica che per il risparmio energetico.
- Nell'ambito del progetto iSense è stato prodotto per conto dei committenti Sistemica e Logos un software che consente di sviluppare una piattaforma prototipale integrata con una rete di sensori distribuiti sul territorio, sia su supporti fissi (pali) che mobili (smartphone) con finalità di osservazione sismica.
- Nell'ambito del progetto HDomo per conto e in collaborazione con Safeway e Proietti Planet si è contribuito alla realizzazione di smart objects che mirano a seguire il comportamento e lo stato di salute della persona anziana in casa, e alla realizzazione di un sistema di ricarica wireless del telecomando oggetto del progetto.
- Nell'ambito del Progetto Industria 2015 LASERALLUMINIO è stata allestita una stazione di lavorazione laser innovativa con sorgente laser in fibra di potenza 2300W upgradabile a 4000W. La stazione è stata corredata di testa di saldatura laser Wobling con sistema di controllo dell'ampiezza e della frequenza che è unica nel panorama nazionale e permette lo sviluppo di particolari processi di saldatura laser.
- Nel campo della crescita del grafene utilizzando tecniche di tipo CVD sono state sviluppate applicazioni del grafene per lo sviluppo di sensori, e di celle solari all'interno del progetto "CNR ED ENEA PER IL MEZZOGIORNO" Area tematica "ENERGIA" che hanno permesso di ottenere celle basate su eterogiunzioni silicio-grafene con efficienza fino al 8% rispetto al 6% del 2013, inoltre
- calcoli atomistici ab-initio sono stati eseguiti per studiare l'interfaccia tra il grafene o i suoi derivati con il catalizzatore durante il processo di crescita CVD in particolare è stata studiata l'adesione del grafano sul rame applicando la teoria del funzionale densità per determinare le configurazioni più stabili.
- Nell'ambito del Progetto MAE Grande Rilevanza Italia-Cina "Plasmonica per il Filtraggio della Luce" la collaborazione tra ENEA e SIOM, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, al fine di individuare le combinazioni di coppie conduttore/dielettrico aventi risposta plasmonica, ha creato dei modelli di metamateriali di tipo "fishnet" per il range ottico ed è stato scritto un pacchetto di programmi in MatLab che permette il calcolo del problema inverso dell'indice di rifrazione.
- Nell'ambito dell'utilizzo delle radiazioni ionizzanti, in collaborazione con INFN, sono state effettuate misure e test di irraggiamento gamma che hanno messo in evidenza che una tipologia di



cristalli scintillanti (usati come rivelatori di radiazione) proposti per l'upgrade di un rivelatore per esperimenti di Fisica delle Alte Energie (KEK, Giappone) non risultano idonei allo scopo.

- In collaborazione con ICRCPAL (l'Istituto centrale per il restauro e la conservazione del patrimonio archivistico e librario) del MiBAC è stata dimostrata l'efficacia del trattamento con radiazioni gamma per la disinfestazione/disinfezione di materiale archivistico (cartaceo e fotografico) di interesse per i beni culturali e l'ottimizzazione delle condizioni di irraggiamento per garantire la salvaguardia del bene trattato.
- In collaborazione con ECUST (East China University of Science and Technology) sono stati studiate matrici vetrose con proprietà fotocromiche sottoposte ad irraggiamento gamma per applicazioni in campo informatico ed elettronico.
- Nell'ambito del Progetto di Industria 2015 Hydrostore che si pone l'obiettivo di sviluppare sistemi innovativi d'accumulo dell'idrogeno si è provveduto alla realizzazione delle pastiche di materiale, a base di idruro di magnesio, che opportunamente trattate permettono un'ottima resistenza al ciclaggio in idrogeno (cicli ripetuti di assorbimento e desorbimento) senza mostrare peggioramenti in termini di cinetica di reazione e di capacità massima di idrogeno stoccato e, risultato di particolare rilievo dotate di elevata resistenza meccanica al ciclaggio.
- Nell'ambito del progetto META- Materials Enhancement for Technological Application (FP7-PEOPLE-2010-IRSES-Marie Curie Actions, PIRSES-GA-2010-269182) che vede coinvolti diversi ricercatori ENEA-UTTMAT, di Università della Sapienza e del CNMS (Center for Nanophase Materials Sciences, Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge Tennessee USA) è stata sviluppata una metodologia basata su calcoli e simulazioni ab-initio e di dinamica molecolare classica che ha permesso di comprendere il meccanismo di adesione a livello atomico di alcune piccole molecole biologiche (amino acidi e peptidi) su superfici inorganiche di grande rilevanza quali ossido di titanio e ossido di zinco per applicazioni nel campo della microelettronica e della biomedicina.
- Nell'ambito delle attività per la salvaguardia dei beni culturali è stato progettato il sistema di supporto della copia della statua di S. Michele Arcangelo e drago per la loro collocazione sulla facciata del Duomo di Orvieto e progettato il sistema di supporto interno dell'originale delle stesse e il basamento antisismico e musealizzazione della statua nel Museo dell'Opera del Duomo di Orvieto (MODO). Si è inoltre provveduto al monitoraggio dei macro elementi strutturali del Duomo di Orvieto.
- Nell'ambito delle attività del working group europeo CEN/TC346 /WG5-“Conservation of Cultural property- Transportation and Packaging Methods” si è provveduto al Coordinamento del gruppo
- italiano per la redazione del documento di norma CEN (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION) sul trasporto di opere d'arte “Conservation of Cultural Heritage-Transport methods” e al Progetto del sistema di trasporto della statua di “Augusto da Prima Porta” dai Musei Vaticani - Scuderie del Quirinale (Roma) – Grand Palais (Parigi) nell'ambito delle manifestazioni del bimillenario dell'imperatore Augusto.
- Nell'ambito delle attività di servizio sono state eseguite prove di qualificazione sismica e di compatibilità elettromagnetica su componenti e apparecchiature di diverse aziende nazionali e eseguiti controlli non distruttivi su importanti opere d'arte per conto sia di operatori pubblici che privati; inoltre sono stati eseguiti test di irraggiamento su componenti elettronici per applicazioni in campo aerospaziale o ambienti ostili e su matrici cementizie per lo stoccaggio di rifiuti radioattivi.
- Nell'ambito delle azioni mirate alla partecipazione alla KIC Raw Materials con l'adesione di ENEA alla costituzione della European Innovation Partnership on Raw Materials, dove l'ENEA è stata presente ai massimi livelli e diversi esperti sono presenti nei gruppi tecnici a seguito della Costituzione e strutturazione della cordata italiana, che ha visto la presenza di più di trenta istituzioni comprendenti le maggiori Università, i più importanti enti di ricerca pubblici e privati,

importanti Aziende o gruppi aziendali oltre a portatori di interesse non tecnici come: il MISE, le Regioni Lombardia ed Emilia Romagna, la Provincia autonoma di Trento, ICE si è ottenuto prima l'importante risultato concretizzatosi con l'adesione alla cordata europea denominata Raw MatTERS, e infine alla assegnazione della costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials dove ENEA coordinerà uno dei sei nodi internazionali, il "co-location centre south" che avrà la sua direzione in Italia, ENEA-Casaccia.

I risultati summenzionati hanno portato a 52 Pubblicazioni scientifiche con Impact Factor (I.F.) su rivista internazionale o nazionale.

### PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Le attività programmatiche sono rese possibili grazie alla fitta rete di rapporti con una ampia e qualificata partnership comprendente sia protagonisti del mondo accademico sia della ricerca industriale e della produzione.

UTTMAT detiene collaborazioni contrattualizzate con decine di aziende e diversi Istituti CNR e Dipartimenti universitari. Si tratta sia di Aziende di grande dimensioni le cui esigenze di innovazione rappresentano una ben definita strategia interna che trova risposta nel supporto pubblico sia di aziende di dimensione inferiore, le quali richiedono anche suggerimenti strategici ed aggiornamenti di scenario. A titolo di esempio, anche se non esaustivo si possono citare alcune importanti Aziende con le quali si è partecipato alla stesura delle più recenti proposte progettuali finanziate o in corso di finanziamento: Alenia, Centro Ricerche FIAT, SAES Getters, ENEL, Nuovo Pignone, Ansaldo Energia. UTTMAT rappresenta l'Agenzia nella partnership del cluster nazionale sulla mobilità e, indirettamente attraverso il DTA, al Cluster tecnologico nazionale sull'aerospazio che costituiscono le compagini industriali di riferimento per i rispettivi settori. Inoltre UTTMAT è presente sui tavoli nazionali di coordinamento programmatico quale A4Mit e alle piattaforme europee EUMAT e PHOTONICS 21 e AMPEA (EERA). A livello internazionale UTTMAT coordina per conto MIUR l'azione COST, MP1103 Action Chair, su materiali nanostrutturati per lo stoccaggio di Idrogeno cui partecipano più di 40 partners appartenenti a più di 20 nazioni europee e non. La ampiezza e la qualità del partenariato industriale e pubblico di per se rappresenta sia un attestato della qualità dei laboratori coinvolti sia un supporto alla strategia di sviluppo adottata in quanto in grado di contribuire allo sviluppo di tematiche di sicuro interesse tecnologico e di impatto per lo sviluppo di prodotti ad alta tecnologia.

In particolare la costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials è stata assegnata al consorzio di 120 partner europei in cui è presente l'ENEA, tra questi ricordiamo: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) – Germania, VITO – Flemish Institute for Technological Research NV (VITO) – Belgio, Luleå University of Technology (LTU) – Svezia, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (Fraunhofer) – Germania, VTT Technical Research Centre of Finland (VTT) – Finlandia, Université de Lorraine (UL) – Francia, Katholieke Universiteit te Leuven (KU Leuven) – Belgio, Wrocławskie Centrum Badań EIT (EIT) - Polonia. ENEA, inoltre, coordinerà i partner del "co-location centre south" che avrà sede in Casaccia e tra questi Aster, Atlantic Copper, Bay Zaltàn, CSIC, IGME, Marangoni, Mondragon, Politecnico di Milano, Tecnalia, Trentorise, Univ. Basque Country, Politecnico di Madrid, Univ. Milano Bicocca, Univ. Padova, Zanardi.

Alcune attività vedono anche il coinvolgimento di Società partecipate ENEA tra cui i consorzi CETMA; CALEF, TRE, PROCOMP e TRAIN e il Distretto Tecnologico DTA.

### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le attività programmatiche sono inserite in progetti di dimensione nazionale o sovranazionale di ampia dimensione cui partecipa una qualificata compagine industriale.

Nell'immediato i progetti costituiscono un contributo alle spese di innovazione del sistema industriale valutabile nell'ordine di una decina di milioni di Euro.

La strategicità delle tematiche accoppiata con una attenta valutazione delle esigenze di sviluppo del sistema industriale consente di stimare la ricaduta economica ampiamente superiore all'investimento.

Per quanto riguarda invece le attività di servizio, queste si inquadrano come passaggi critici nella filiera di sviluppo di prodotto di definiti sistemi industriali. Si tratta quindi di un passaggio abilitante per la commercializzazione di prodotti specifici ad alta tecnologia.

## UTTMATB

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE DEI MATERIALI BRINDISI

**Responsabile:** Leander Tapfer

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 4.101.616 €     |
| b) Risorse umane disponibili   | 65 persone/anno |

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca nazionali e internazionali e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Competitività dei sistemi produttivi.**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Brindisi (UTTMATB) svolge attività di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati dell'ENEA nei settori dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile attraverso la ricerca, lo sviluppo e l'ingegnerizzazione nel settore dei materiali metallici, polimerici e ceramici per applicazioni strutturali e funzionali al fine di minimizzare i contenuti energetici e l'impatto ambientale nelle fasi di realizzazione, di utilizzo e smaltimento, e in generale, al fine di migliorarne le prestazioni.

Corollario di tale attività è rappresentato dalla qualificazione di materiali e componenti attraverso lo sviluppo ed applicazione di metodologie di indagine micro-strutturale e microanalitica (microscopia elettronica, microscopia a stilo, diffrattometria a raggi X, spettroscopia ottica e spettroscopia elettronica) e non distruttiva per applicazione in differenti settori tecnologici nonché lo sviluppo e l'utilizzo di tecnologie innovative di produzione e trasformazione di materiali/componenti avanzati.

Nell'ambito della diagnostica e della tecnologia dei processi di sintesi, sono in corso le attività di realizzazione del progetto di potenziamento infrastrutturale TEDAT "Centro di eccellenza per le TECnologie e la Diagnostica Avanzata nel settore dei Trasporti". La realizzazione del Centro è di importanza strategica, oltre che per la sua rilevanza a livello locale (nazionale e regionale), anche in ambito comunitario per creare alleanze e collaborazioni per possibili progetti futuri (HORIZON 2020) e di sicuro interesse per la sua collocazione nel bacino del Mediterraneo.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività di ricerca riguardano, in particolare, lo studio e lo sviluppo di metodologie di sintesi di materiali (anche per il settore trasporti), nanomateriali e di deposizione di strati sottili e spessi in riferimento all'ottimizzazione di specifiche proprietà, sia di superficie che di bulk (rivestimenti idrofobici, autopulenti e anti-imbrattanti per superfici in vetro per ottica, edilizia e industria), strutturali, anche funzionali, meccaniche, chimiche, ottiche e sensoristiche (trasduttori), queste ultime rivolte all'ambito della qualificazione ambientale.

Peraltro, a questo proposito, l'Unità svolge un ruolo di rilievo in ambito comunitario (coordinatrice dell'Azione Europea focalizzata sulle nuove tecnologie dei sensori per il monitoraggio ambientale ("European Network on New Sensing Technologies for Air-Pollution Control and Environmental Sustainability – EuNetAir").

Degno di nota risulta il progetto MATRECO "Materiali Avanzati per TRasporti ECOSostenibili", per lo sviluppo di compositi strutturali con matrice polimerica rinforzati con fibre di basalto per la realizzazione di materiali e componenti applicati nel settore dei trasporti.

Lo stesso dicasi per il progetto SEB "Smart energy boxes" per lo sviluppo di materiali nanostrutturati ibridi per applicazione nel settore dei sistemi di accumulo di energia. In particolare sono stati realizzati materiali polimerici ibridi e dimostratori per applicazioni nella tecnologia dei supercapacitori e per membrane in celle a combustibile.

## RISULTATI CONSEGUITI

- Nell'ambito del progetto HICOGI sono stati sviluppati rivestimenti sol-gel autopulenti ed è stato realizzato un impianto pilota (dimostratore) per la loro deposizione.
- Nell'ambito del progetto MATRECO sono stati messi a punto processi di produzione di fibre di basalto (processo di filatura) e realizzati *compound innovativi rinforzati con fibre di basalto* (compositi polimerici), nonché componenti e dimostratori.
- Nell'ambito del progetto SMATI è stata messa a punto ed ottimizzata la deposizione di *coating* tramite tecnica di *electrosparc-deposition* e relativa caratterizzazione meccanica, morfologica e microstrutturale; impiantazione ionica di carbonio e azoto su superfici in acciaio inox per migliorare la resistenza all'usura e alla corrosione.
- Nell'ambito del progetto ELIOS sono state messe a punto metodologie di analisi non-distruttive, microanalitiche e morfologiche per la caratterizzazione di materiali e componenti complessi in titanio realizzati con processi innovativi di saldatura con fibre laser.
- Nell'ambito del progetto MIPER sono stati realizzati due dimostratori (pale di aerogeneratori di piccola taglia e pannelli solari piani sottili) in composito termoplastico con altrettanti partner industriali.
- Nell'ambito del progetto INNOVASOL sono state sviluppate e messe a punto tecniche di deposizione per film sottili di solfuro di molibdeno ed ossido di zinco drogato con alluminio come conduttore trasparente per celle fotovoltaiche innovative.
- Nell'ambito del progetto SEB sono stati messi a punto processi di elettrosintesi di materiali polimerici ibridi nanostrutturati. Sono stati fabbricati materiali (dimostratori) per applicazioni in sistemi avanzati di accumulo di energia: supercapacitori e membrane in celle a combustibile.
- Nell'ambito del progetto EFFEDIL sono stati effettuati studi su materiali per l'involucro edilizio e sviluppo di materiali laterizi innovativi, in particolare in termini di caratteristiche di isolamento termico e schermatura solare.
- Nell'ambito del progetto RES-NOVAE sono stati realizzati sistemi di sensori e reti di sensori per la qualità dell'aria outdoor utilizzando tecnologie wifi per la rivelazione e gestione dati (smart city).
- Nell'ambito del progetto BE&SAVE sono stati acquisiti e realizzati due impianti pilota con membrane ceramiche e polimeriche a spirale per applicazioni in ambito agroindustriale e in particolare per la valorizzazione di scarti biologici.
- Nell'ambito del progetto SAFE&SMART (cluster Agrifood) sono state effettuate sperimentazioni per la fabbricazione di film a compositi polimerici "intelligenti" per applicazioni nel settore del "food packaging".

UTTMATB, insieme all'Unità di Trasferimento Tecnologico (UTT), ha portato a conclusione il progetto ILO2-FASE 2 "Sostegno delle Alleanze per l'Innovazione in Puglia", con la realizzazione di un Ufficio ILO nell'Unità di Brindisi; è stata costituita inoltre una rete pugliese degli Uffici ILO (Università, ENEA, CNR, INFN). L'Ufficio ILO ENEA Brindisi continuerà la sua attività per la diffusione dei risultati e conoscenze, l'innovazione e il trasferimento tecnologico. L'ufficio ILO Brindisi sarà anche lo strumento dell'Unità per i programmi da attivare nell'ambito delle iniziative di HORIZON2020.

I risultati ottenuti nell'ambito delle principali attività (tutti progetti finanziati: nazionali, regionali o internazionali) descritte brevemente nel punto precedente sono riportati nei rapporti tecnici (e pubblicazioni) a consuntivo dei vari SAL di riferimento.

Per diversi progetti sono previste, a conclusione delle attività, le realizzazioni di dimostratori (materiali o componenti) e/o di prototipi. Le attività correnti sono nella fase intermedia di realizzazione.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Le attività progettuali finanziate ed indicate precedentemente vedono il coinvolgimento di diversi attori nazionali ed internazionali. Di seguito sono riportati alcuni dei partner più significativi:

### Partner nazionali

Pubblici (con il maggior numero di collaborazioni e interazioni):

Politecnico di Bari (Bari), Università del Salento (Lecce), Università di Bari (Bari), Università, CNR-IMM (Lecce), CNR-NANO (Lecce), Università dell'Aquila, Università La Sapienza di Roma.

### Privati

Adler Plastic spa, Centro Ricerche Fiat spa, Nuovo Pignone S.p.a., EnginSoft S.p.A., CCA-Centro Combustione Ambiente srl, ETA - Energie Tecnologie Ambiente spa, TCT srl, Rivalta Scrivia S.P.A., Datamanagement S.p.A., Elettronika S.r.l., Enel Distribuzione S.p.A., ENEL Ingegneria e Ricerca S.p.A., GE Transportation System S.p.A., IBM Italia S.p.A., Exprivia S.p.A., Avio S.p.A., ITEA S.p.A., Omnia Energia S.P.A., TSEM Research S.R.L., Synopsis, Alter, Benco, Ferioli, Teknisol, STEsas, Matrix srl, Item Oxygen, Isopharma, Cupersafety, TecnoMarche, DIDA Network, Montanaro G., Jonica Impianti soc.coop.ar.l., Costruzioni Solari s.r.l., Processi Speciali s.r.l., DAI Optical Industries s.r.l., Vetreria Calasso s.a.s., Tiberina, Borrone srl, Cosmob spa, Camillo Sirianni di Sirianni Angelo Francesco S.A.S., Filadel srl, Seal Marine, Consorzio Cetma, SAL.GEL. S.R.L., FutureSpace S.P.A., I.TRA.e.S.R.L.

### Partner internazionali

L'Azione COST, riportata precedentemente, vede il coinvolgimento di *60 Istituzioni* (30 Università, 13 Centri di Ricerca, 2 Agenzie Ambientali, 15 PMI inclusi 5 spin-off) da *21 Paesi COST* (Belgio, Bulgaria, Svizzera, Germania, Danimarca, Grecia, Spagna, Finlandia, Francia, Ungheria, Islanda, Italia, Lettonia, Norvegia, Olanda, Polonia, Romania, Svezia, Slovenia, Turchia, Inghilterra).

CSIRO, Accademia Cinese delle Scienze, Istituto Nazionale di Ricerca Kurchatov, Università di Waterloo, Università dell'Illinois Sud Carbondale, NASA, provenienti da *5 Paesi Non-COST* (Australia, Cina, Russia, Canada, USA), partecipano con interesse all'Azione.

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

L'Ufficio ILO dell'UTTMATB, in collaborazione con l'Unità di Trasferimento Tecnologico, sta valutando concretamente la possibilità di valorizzare i risultati e i prodotti (p.e., know-how di processi tecnologici) di ogni singolo progetto attualmente in corso. Particolare attenzione viene data alla proprietà intellettuale e suo sfruttamento (anche attraverso brevetti).

## UTTMATF

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE DEI MATERIALI FAENZA

**Responsabile:** Sergio Sangiorgi

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 416.741 €       |
| b) Risorse umane disponibili   | 16 persone/anno |

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca internazionali e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Competitività dei sistemi produttivi.**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Faenza (UTTMATF) persegue gli obiettivi di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nel settore dei materiali strutturali e funzionali e delle relative tecnologie, con particolare attenzione ai materiali ceramici e monolitici per applicazioni ad alta temperatura.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Avvalendosi di un know-how interdisciplinare, l'Unità Tecnica sviluppa diverse tipologie di materiali: ceramici monolitici e compositi per le alte temperature, ceramici biocompatibili, materiali per l'isolamento elettrico e termico, rivestimenti e film sottili ceramici per la protezione e la funzionalizzazione superficiale di vetri, metalli e ceramici, ceramici funzionali trasparenti e materiali per la realizzazione di dispositivi a elevata efficienza energetica. Tra le attività svolte dall'Unità Tecnica vi è anche la valorizzazione di scarti industriali da riutilizzare nella preparazione di materiali e componenti innovativi.

Nell'ambito dell'obiettivo strategico ID 75, le attività svolte da UTTMATF nel 2014 hanno riguardato lo sviluppo e la realizzazione di materiali e tecnologie, in particolare per:

- Sviluppo di materiali ceramici monolitici per applicazione nel settore automotive.
- Sviluppo di materiali ceramici compositi con elevate proprietà termostrutturali e di rivestimenti protettivi e funzionali per applicazioni nel settore aerospaziale.
- Sviluppo di tecnologie e materiali resistenti ad ambienti severi (materiali ceramici e compositi, rivestimenti ceramici per la protezione ad elevate temperatura e alla corrosione) per l'incremento dell'efficienza dei processi industriali di produzione di energia e ad elevato consumo energetico.
- Sviluppo di materiali e tecnologie di produzione di componenti ceramici e rivestimenti protettivi per sistemi ottici riflettenti radiazioni IR, UV e RX.
- Sviluppo metodi di produzione di componenti in materiali compositi fibrorinforzati per applicazioni termostrutturali, l'alleggerimento, l'aumento della sicurezza e il comfort per il settore automotive.
- Sviluppo di materiali ceramici e metodi di produzione finalizzati all'ottenimento di protesi ortopediche e componenti per il settore dentale con elevata biocompatibilità, osteo-integrazione ed eventualmente funzionalizzati con rivestimenti bioattivi.
- Sviluppo di malte fibrorinforzate e resistenti al fuoco, per il rinforzo strutturale di strutture esistenti.
- Sviluppo delle applicazioni delle tecniche di prototipazione rapida.
- Sviluppo di nuovi fertilizzanti a base organica in sostituzione di fertilizzanti chimici tramite valorizzazione di sottoprodotti e scarti.
- Sviluppo di prodotti tecnici ottenuti da fonti rinnovabili in sostituzione di formulati chimici nel settore della concia delle pelli.



- Caratterizzazione di carboni attivi ottenuti da materie prime seconde da utilizzare come sorbenti per emissione nocive (per es: mercurio) da processi industriali (per es: inceneritori).
- Caratterizzazione meccanica di materiali mediante test standard o fuori standard e qualificazione di componenti in condizioni simulanti l'esercizio od incidentali.
- Servizi qualificati al sistema delle imprese e della pubblica amministrazione e azioni di trasferimento tecnologico, mettendo a disposizione il patrimonio strumentale e le specifiche competenze.
- Collaborazioni con le Università per lo svolgimento di progetti formativi di studenti.

## RISULTATI CONSEGUITI

I risultati conseguiti nel corso del 2014 sono i seguenti:

- Prima fase di realizzazione di rivestimenti anticorrosione/antiossidazione per compositi C/C.
- Realizzazione di campioni in alluminio con rivestimenti nanostrutturati super-idrofobici/oleofobici per interni abitativi (finiture, infissi).
- Materiale a base di carburo di silicio ad elevata resistenza meccanica tramite processo innovativo.
- Caratterizzazione e innovazione di processo produttivo di componenti ceramici utilizzati nel settore automotive (anelli di tenuta in carburo di silicio per le pompe del circuito di raffreddamento).
- Processo per la produzione di preforme ceramiche porose.
- Materiali per il recupero energetico in impianti per la produzione del vetro.
- Sintesi di materiali nanofasici per dispositivi a minor impatto energetico.
- Sviluppo di processi originali per la produzione, in forme semplici e complesse, di materiali e ceramici fibrorinforzati, di basso costo e basso peso specifico, con capacità termostrutturali, di coibentazione termica e resistenza al fuoco (per applicazioni nei settori trasporti e costruzioni).
- Dimostrazione della fattibilità tecnica/economica di sostituzione di formulati chimici con prodotti ottenuti da sottoprodotti dell'industria agroalimentare (es. di simbiosi industriale) con riduzione dell'impatto ambientale nella settore della concia delle pelli.
- Messa a punto dei parametri di processo dell'impianto di stampa 3D (selective laser sintering) di materiali a base PA12.
- Messa a punto di caratterizzazione termomeccanica di CREEP a flessione fuori standard di un ceramico refrattario.
- Prove di caratterizzazione termomeccanica a CREEP di materiali metallici, sia in aria sia in ambiente ostili.
- Progettazione, sviluppo e messa a punto di tecniche per la caratterizzazione meccanica di gel per applicazioni sismiche.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Nel 2014 UTTMATF ha interagito con i seguenti interlocutori per lo svolgimento delle suddette attività di ricerca:

**Enti di Ricerca/Università:** Centro Ricerche Fiat, CNR-ICCOM (Istituto dei composti organo-metallici), CNR-IENI, CNR-IMEM, CNR-INO, CNR-ISMN, CNR-ISOF, CNR-ISTEC, Joanneum Research, POLIMI, POLITO, RWTH–Aachen University (Germania), UNIBO, UNINA, UNIGE, UNIVPM (Università Politecnico delle Marche).

**Consorzi:** CERTIMAC, CETMA, PROCOMP, TRE.

**Aziende:** ARPA-ER, Brembo, CARNJ SOC. COOP., CeramTec (Germania), Comune di Imola (BO), Confindustria Emilia Romagna, CSM spa, Ekspla UAB, Ferrari spa, ETRA (Belgio), Fileni S.r.l, Finceramica Faenza spa, Ghimas, HP Composites srl, IBIX srl – divisione Tecnosupply, Europea Microfusioni Aerospaziali S.p.A, IMA spa, INESCOP–ES., LiqTech (Danimarca), Lualma anodica

s.r.l., MeccanoTecnica Umbra, Rauschert Italia, Plastic Sort, Bart, NEUBOR GLASS, RIBA Composites srl, Romagna Innovaz. S.r.l, SCE srl, SIMAM spa, SITAEL S.p.A, Scuderia Toro Rosso spa, SGM spa, SNF Group, Stafer S.p.A STARA GLASS spa, St Microelectronicsl.

#### **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La stretta collaborazione con le aziende che da sempre caratterizza l'attività di ricerca ENEA ha consentito di mettere a punto importanti brevetti, che possono considerarsi una quantificazione delle ricadute tecnologiche. Nel 2014 UTTMATF ha depositato le seguenti domande di brevetto:

- RM2014A000259 Antolini F., Ortolani L. Procedimento per la preparazione di nanocompositi all'interno di una matrice polimerica.
- Procedimento di Realizzazione di un Manufatto in Composito Termo-Strutturale Fibrorinforzato, Mingazzini C., Bedeschi A. - RM2014A000726.
- Procedimento per la preparazione di prepreg preceramico siliconico utile alla produzione di compositi termostrutturali fibrorinforzati, Mingazzini C. - RM2014A000725.

## UTTP

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE PORTICI

**Responsabile:** Ezio Terzini

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 4.346.915 €      |
| b) Risorse umane disponibili   | 105 persone/anno |

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca internazionali (1.161.876 €), nazionali (3.084.853 €) e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: **Sostenibilità del sistema energetico.**

L'Unità Tecnica Tecnologie Portici (UTTP) svolge attività di ricerca e sviluppo nei settori del solare fotovoltaico e termodinamico, delle nanotecnologie e della chimica ambientale.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività dell'Unità sono organizzate secondo 5 linee principali, che si articolano nell'ambito di progetti.

**Linea di attività 1:** Studio e realizzazione di materiali e celle solari di nuova generazione per la competitività della produzione energetica da fotovoltaico e da solare termodinamico. Azioni specifiche:

- Sviluppo di materiali ed architetture di dispositivo per celle solari tandem micromorfe.
- Studio ed applicazioni di film intrinseci e drogati a base di ossido di silicio.
- Sviluppo di strati microcristallini Si/Ge per celle tandem.
- Sviluppo di TCO ad alta efficienza di confinamento ottico per celle a film sottile di silicio.
- Processi innovativi per la fabbricazione di celle ad eterogiunzione su silicio cristallino.
- Studio e realizzazione di substrati di vetro trattati per applicazione in dispositivi fotovoltaici a film sottile di silicio.
- Sviluppo di celle organiche.
- Applicazioni del grafene a dispositivi fotovoltaici.
- Celle innovative a base di perovskite.
- Miglioramento e qualificazione del prodotto "coating solare" per tubo ricevitore Archimede Solar Energy. Nuovi filtri ottici interferenziali, spettralmente selettivi, per tubi ricevitori per il solare termodinamico .

**Linea di attività 2:** Sviluppo di nuovi componenti, sistemi fotovoltaici e relative funzionalità smart per l'integrazione della poligenerazione distribuita nelle reti elettriche intelligenti e lo sviluppo delle *smart cities*. Azioni specifiche:

- Ingegneria dei sistemi fotovoltaici, piani ed a concentrazione, connessi in rete.
- Progettazione e sperimentazione di sistemi ibridi fotovoltaico-termico in assetto cogenerativo.
- Caratterizzazione e qualificazione di componenti e sistemi PV (standard e innovativi).
- Integrazione architettonica e paesaggistica del fotovoltaico in contesto residenziale e industriale (BIPV, BAPV).
- Sistemi di controllo e condizionamento della potenza e dispositivi di conversione dell'energia (convertitori DC-DC DMPPT).
- Progettazione e sperimentazione di componenti e sistemi di accumulo termico per applicazioni in edilizia residenziale e industriale, media-alta temperatura.

- Modellazione e simulazione di microreti energetiche in presenza di generazione distribuita da FER ed accumulo elettrico.
- Sviluppo ed implementazione di strategie di management e controllo di distretti energetici e reti.
- Ingegneria dei sistemi di accumulo termico per applicazioni a media-alta temperatura.

**Linea di attività 3:** Studio e realizzazione di dispositivi ad emissione di luce a base organica per l'efficientamento energetico dei sistemi di illuminazione in ambito urbano e residenziale. Azioni specifiche:

- Realizzazione di strati emissivi a base di materiali inorganici ultrasottili e ultracompati su substrati polimerici.
- Realizzazione di dispositivi con strutture nanometriche con tecniche innovative.
- Sviluppo una piattaforma tecnologica per l'elettronica stampata. Sperimentazione di tecniche di stampa in continuo, su substrati flessibili, a basso costo ed a ridotto impatto ambientale e scalabili verso l'applicazione industriale.
- Studio della stabilità di dispositivi ad emissione di luce a base organica. Prestazioni ed incapsulamento di dispositivi optoelettronici flessibili.

**Linea di attività 4:** Studio e realizzazione di dispositivi sensoriali innovativi e relative reti di sensori intelligenti per l'efficienza energetica e la qualità ambientale. Azioni specifiche:

- Sviluppo di dispositivi sensoriali innovativi, a basso consumo e alta sensibilità, (applicazioni *food industry*, monitoraggio ambientale e biomedicali).
- Progettazione e sviluppo di sistemi multisensoriali (applicazioni industria aeronautica, industria alimentare).
- Reti di sensori intelligenti (applicazioni monitoraggio dei consumi energetici, qualità dell'aria, efficienza energetica).
- Sistemi di supporto alle decisioni basati su modelli numerici e geo-spaziali e algoritmi di intelligenza computazionale.

**Linea di attività 5:** Caratterizzazione di siti e delle risorse idriche ai fini del risanamento ambientale. Nano-ecotossicità e LCA dei dispositivi optoelettronici e fotovoltaici di nuova generazione. Azioni specifiche:

- Valutazione stato dell'ambiente (livello di inquinamento e diffusione dei contaminanti). Sviluppo, ottimizzazione e applicazione di metodologie e sistemi innovativi di analisi su matrici ambientali.
- Valutazione degli effetti genotossici di nuovi contaminanti nell'ambiente.
- Sistemi di gestione sostenibile di ecosistemi ed agroecosistemi: studio degli effetti di contaminanti inorganici su componenti biotici degli agroecosistemi.
- Applicazione e valutazione della sensoristica ambientale di nuova generazione.
- Gestione della risorsa idrica: sviluppo di processi e tecnologie su acque superficiali e reflui industriali mediante metodi di depurazione innovativi.
- Attività di supporto alla pubblica amministrazione: consulenze e servizi specialistici in merito alla salvaguardia dell'ambiente con particolare riferimento all'adeguamento dei sistemi integrati dei cicli depurativi delle acque, alla mitigazione del degrado ambientale del territorio, alla bonifica dei siti contaminati e alla salvaguardia delle coste.

## RISULTATI CONSEGUITI

### Linea di attività 1

- Sintesi ed applicazione di materiali nanostrutturati di tipo n a base di ossido di silicio come strati n della cella top delle tandem con la doppia funzione di strato drogato e di riflettore intermedio. Incremento della corrente totale della tandem.

- Sintesi ed applicazione di uno strato assorbitore innovativo ad alta gap a base di ossido di silicio amorfo idrogenato depositato mediante tecnica VHF PECVD per celle multigiunzione. Misurata una tensione di circuito aperto superiore a 1 V per una cella p-i-n di test con tale assorbitore.
- Sintesi ed applicazione di film di silicio germanio microcristallino per la cella bottom della tandem in sostituzione del silicio microcristallino. Evidenziata la criticità del materiale sulla raccolta delle cariche fotogenerate in relazione a contaminazioni di ossigeno in fase di sintesi.
- Sviluppo di substrati a base di vetro microstrutturato con tecnica AIT (Aluminium Induced Texture) e coating di di TCO (ZnO sia per sputtering che per MOCVD). Applicazione a celle fotovoltaiche a film sottile con incremento della corrente fotogenerata del 30% rispetto a substrati flat.
- Controllo della testurizzazione di vetri commerciali del tipo SodaLime con metodi di attacco chimico a base di acido fluoridrico.
- Realizzazione di strati passivanti a base di silicio amorfo idrogenato e ossido di silicio amorfo, depositati mediante VHF PECVD, alla interfaccia cristallino/amorfo di celle ad eterogiunzione. Misurata un'efficienza del 17,4% su strutte di test non ottimizzate per la verifica delle proprietà passivanti.
- Realizzate celle fotovoltaiche polimeriche a base di blend a bassa gap con struttura inversa ITO/ZnO/ PBDTTT-CF:[70]PCBM/MO3/Ag con efficienza di conversione raggiunta pari al 10,1%.
- Realizzate celle organiche nanostrutturate a base di QD di PbS con struttura inversa vetro/ITO/ZnO/QDs(TBAI)/QDs (EDT)/MoOx/Ag con efficienza pari al 3,2%. Con queste celle si è investigato lo scambio di legante dell'acido oleico con ioduro di tetrabutylammonio (TBAI).
- Realizzata cella ad eterogiunzione grafene/c-Si con efficienza pari al 5,4% attraverso ottimizzazione delle condizioni di crescita e di trasferimento del grafene (attività in collaborazione con UTTMAT-SUP) e del processo di drogaggio molecolare del materiale.
- Realizzate celle polimeriche flessibili per stampa rotocalco con l'utilizzo di inchiostri innovativi. Risultati preliminari con celle a struttura "diretta" con efficienze in linea con i valori di letteratura (PCE=1,1%, fill factor (FF)= 27,5%, corrente di corto circuito (Jsc)=10.0 A/cm<sup>2</sup> e potenziale a circuito aperto (Voc)= 401 mV, resistenza serie (RS) = 34 Ohm×cm<sup>2</sup> e resistenza di shunt (RSH)=49 Ohm×cm<sup>2</sup>).
- Sintetizzati film di perovskite a base di triioduro di piombo o ioduro di cloro-piombo e metilammonio (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>-xCl<sub>x</sub>). Sono stati realizzati dispositivi su substrati mesoporosi in configurazione priva di un trasportatore di lacune, ottenendo un'efficienza pari a 3,3%. Celle in configurazione p-i-n, con strati p (PEDOT:PSS, MoOx, P3HT, Spiro-MeOTAD) ed n ( ZnO, TiOx, PCBM) hanno una efficienza pari al 6,5%.
- Test accelerati di invecchiamento del coating per il solare termodinamico operante ad alta temperatura (tecnologia a sali fusi) con proiezione di affidabilità del prodotto a 25 anni di funzionamento.
- Ottimizzazione del nuovo coating solare ad elevatissima efficienza foto-termica, realizzato con back reflector in argento, e verifica della sua stabilità termica in cicli condotti ad alta temperatura.
- Fabbricazione e caratterizzazione di strati sottili metallici e dielettrici, a struttura compatta, per la realizzazione di filtri solari del tipo interferenziale.
- Sperimentazione preliminare della tecnica MetaMode mediante l'utilizzo della sorgente IBAD per la fabbricazione di ossidi e nitrucci.

## Linea di attività 2

- Test validazione di prototipo di puntometro per inseguitori solari e relativo controllore.
- Sperimentazione e validazione di prototipi di convertitori elettronici di potenza (DC/DC - DMPPT).

- Test componenti e sistemi CPV e ibridi PV-T.
- Certificazioni prestazioni moduli commerciali con laboratorio accreditato ENEA - PVSMART.
- Sperimentazione di sistemi di accumulo termico tradizionali ed innovativi (PCM) integrati in impianti cogenerativi.
- Analisi predittiva e management della produzione e dell'utilizzo di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica. Soluzioni per la gestione della generazione non programmabile in presenza di di poligenerazione distribuita.
- Modelli operativi di microgrids-smartgrids in aree industriali o residenziali con generazione distribuita da FER.

### **Linea di attività 3**

- Completamento della linea tecnologica per l'elettronica stampata e per la sintesi di materiali innovativi con l'implementazione di:
  - MASK ALIGNER con NIL
  - SISTEMA DI DEPOSIZIONE ALD
  - SISTEMA STAMPA ROLL-TO-ROLL
  - SISTEMA CARATTERIZZAZIONE ELETTRICO-OTTICA
  - SISTEMA CARATTERIZZAZIONE ELETTRICO-OTTICA-LASER IN CONTINUO
  - SISTEMA DEPOSIZIONE per NANOPOLVERI (torcia al plasma)
  - SISTEMA DEPOSIZIONE con TRATTAMENTO PLASMA
  - SISTEMA EFFETTO CORONA per TRATTAMENTI SUPERFICIALI
- Progettazione e realizzazione di una nuova struttura di OLED bianco a basso peso molecolare. L'OLED utilizza l'emissione blu fluorescente dell'NPD, e ospita un materiale host, la SimCP, con due droganti fosforescenti: l'Ir(ppy)<sub>3</sub> per emissione verde e l'Ir(btp)<sub>2</sub>(acac) per l'emissione rossa. La struttura dell'OLED è la seguente:
  - Vetro/ ITO/ PEDOT:PSS/ NPD/ SimCP (5 nm)/ SimCP:Ir(btp)<sub>2</sub>(acac) 3% wt (10 nm)/ SimCP (5 nm) /SimCP:Ir(ppy)<sub>3</sub> 7% wt (25 nm)/ BCP (9 nm)/ Alq<sub>3</sub>/ Ca/Al.
  - Il dispositivo emette con coordinate CIE: x=0,32, y=0,347 (il bianco, white Colorless (CW) ha coordinate CIE x= 0.333, y=0.333) ed ha una efficienza in corrente di circa 7,5.
- Sostituzione dell'ITO (per superare l'impiego dell'indio) con polimeri e ossidi conduttivi trasparenti. Realizzati film di AZO e GaZO (film di ZnO drogati con Al e Gallio rispettivamente) con tecnica sol gel con trasmittanza superiore all'85% ed una conducibilità di un ordine di grandezza inferiore al riferimento ITO.
- Realizzazione di strati emissivi, in dispositivi OLED, a base di QDs formati con polimero F8BT e nanocristalli di CdSe/ZnS, sia in blend a diverse concentrazioni sia come multilayer sovrapposti.
- Studio della stabilità dei dispositivi a base organica con tecnica Calcium test elettrico, da affiancare a quello ottico. Il sistema è idoneo per valutare barriere al vapor d'acqua con valori inferiori a 10<sup>-3</sup> g/m<sup>2</sup>/24h. Eseguite misure di permeabilità al vapor d'acqua su dispositivi organici su substrato flessibile con layers barriera di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ottenuto per sputtering.
- Realizzazione di OTFT a base di TIPS-pentacene ottenuti con tecnica "dip-coating" (o "dipping"). L'obiettivo è formare cristalli paralleli al flusso di corrente nei transistor e aumentarne la mobilità per effetto campo.
- Realizzazione di OTFT di tipo "n", utilizzando fullerene C<sub>60</sub>, riportato in letteratura con buone prestazioni. Risultati sono in fase di ottimizzazione.

### **Linea di attività 4**

- Sviluppo di materiali polimerici per la realizzazione di film sensibili chemiresistivi da utilizzare nei dispositivi sensori per gas ambientali. Lo studio riguarda soprattutto polimeri conduttori e materiali compositi derivati dalla lavorazione dei polimeri conduttori con materiali inorganici nanostrutturati (progetti Baitah, FUZI e Smartags).

- Funzionalizzazione del grafene esfoliato chimicamente con nanoparticelle metalliche (Ag e Pd) per modulare la selettività dei sensori verso analiti specifici. Caratterizzazione in ambiente controllato di film sensibili chemiresistivi.
- Progettazione e sviluppo di prototipi di nodi sensoriali intelligenti (TinyNose) capaci di stimare un indice qualitativo di maturazione per prodotti ortofrutticoli basato sull'analisi di un'opportuna impronta olfattiva chimico-fisica (progetto ORTOFRULOG).
- Studio e progettazione di nasi elettronici di nuova generazione per la ricerca nel campo dell'olfatto artificiale applicato a nuovi scenari come l'analisi di contaminanti su superfici di carbonio in ambito aeronautico (Encomb) o l'analisi dell'esperto umano in ambito biomedicale (progetto FUZI).
- Progettazione e realizzazione di una macchina per l'erogazione controllata di sostanze odorigene da sottoporre a pazienti per la determinazione della loro soglia olfattiva. La macchina portatile è al momento in fase di test operativo (dimostrazione) presso l'unità di cura dei parkinsonismi dell'Università MAGNA GRECIA (progetto NEUROSTAR).
- Sviluppo di un'architettura portatile a basso costo per l'analisi della qualità dell'aria (MONICA). Calibrazione multivariata dinamica con lo sviluppo di opportuni algoritmi in collaborazione con l'Università di Cambridge UK.
- Progettazione e realizzazione del sistema di fusione sensoriale che integra i dati provenienti dalle diverse centraline per il monitoraggio statico e dinamico della struttura degli edifici di pregio architettonico (attualmente il sistema è in fase di pre-dimostrazione). (progetto PROVACI).
- Progettazione e realizzazione di un sistema GIS/DSS per il controllo e la gestione della rete fognaria basato su tecnologie di acquisizione ed elaborazione dati (NoSQL, SOS), su modellistica numerica e algoritmi di intelligenza computazionale (progetto SIMONA).
- Studio e sviluppo di algoritmi avanzati e innovativi di elaborazione dati e anomaly detection applicati in vari contesti: previsioni e analisi dei consumi elettrici, monitoraggio e allerta del rischio inondazione e del rischio contaminazione acque reflue (progetti BAITAH, SEM, SIMONA, AquaSystem).
- Progettazione e sviluppo di un sistema di monitoraggio e controllo quali/quantitativo per le reti di drenaggio urbano ed extra-urbano. Ottimizzazione della modellistica di simulazione tramite l'applicazione di metodi di optimal sampling design (schemi ottimali di posizionamento della sensoristica e frequenza ottimale di acquisizione del dato) (progetto Aquasystem).
- Investigazione e messa a punto di procedure di ottimizzazione della gestione dei sistemi acquedottistici in particolare del controllo della qualità delle acque potabili, basate su modelli idraulici e di qualità delle acque, e sperimentazione su acquedotti reali.
- Studio e sviluppo di sensoristica quali/quantitativa a basso consumo energetico per deployment distribuiti nel dominio delle water utility e realizzazione di impianti di test prototipali per reti fognarie e acquedotti (progetto Aquasystem, SIMONA).

#### **Linea di attività 5:**

- Valutazione della tossicità ambientale in ambiente marino dei nanomateriali con test su nanoparticelle (ZnO, SiO<sub>2</sub> e TiO<sub>2</sub>).
- Valutazione dell'impatto di nuove applicazioni di MNMs (nanomateriali di sintesi) sull'uomo e sull'ambiente attraverso la definizione di saggi ecotossicologici ad hoc, con batterie di test più idonee alla definizione del problema in funzione delle matrici bersaglio.
- Valutazione del rischio associato alla contaminazione dell'ambiente marino da alcuni biocidi organici ed inorganici presenti nelle pitture antivegetative più utilizzate.
- Studio di Ionomica e metabolomica su sistemi vegetali e sue modifiche in relazione a stress ambientali quali accumulo di metalli pesanti presenti nel terreno.



- Stress test e determinazione dei VOC emessi dalle piante, in Mesocosmo controllato, con metodi analitici basati su Desorbimento Termico e separazione Gascromatografica con rivelatore di Massa.
- Sperimentazione di trattamento acque con sistemi in scala laboratorio utilizzando metodi ossidativi ad ozono e a raggi UV + catalizzatori inorganici. Abbattimento di farmaci “emerging pollutant” per l’ambiente con l’utilizzo di nuove forme di TITANIA, sintetizzate in laboratorio quali catalizzatori di processo.
- Ispezioni subacquee e perimetrazione tramite GPS delle evidenze morfologiche e dei manufatti antropici di interesse archeologico e determinazione della litologia e delle principali biocenosi presenti nei fondali del tratto costiero del Comune di Sessa Aurunca.
- Quarta campagna dei rilievi dei fondali antistanti le spiagge di Cala Azzurra e Lido Burrone per la descrizione ed analisi della morfologia e dei processi di dinamica costiera che interessano le spiagge sabbiose dell’isola di Favignana.
- Georeferenziazione e mappatura con ecoscandaglio del Porto di Torre de Greco (in collab. con Capitaneria di Porto di Torre del Greco).
- Georeferenziazione confini acquaculture al largo di Torre del Greco e Torre Annunziata. (in collab. con Capitaneria di Porto di Torre del Greco).
- Rilievi geomorfologici e geo archeologici dei fondali marini dell'area archeologica sommersa dell’isola della Gaiola (Napoli).

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

### Principali imprese nazionali

STMMicroelectronics, ENEL Ingegneria e Innovazione, ENEL Produzione, ENEL distribuzione, ENEL Green Power, ATITECH, ACEA-GORI, General Electric Italia -Nuovo Pignone, D’Appolonia, Becar-Beghelli, Ansaldo, Angelantoni, Archimede Solar Energy, TEGOLA CANADESE SPA, Consorzio COBAT, ACEA, Power One, ALENIA S.p.A, ARIN, FOS, SESMAT, AET, BTP-Tecno, ICIMEN, CRP - Centro Ricerche Plast-Optica, CESI, Consorzio T.R.E., Distretto Edilizia Sostenibile STESS, Distretto Aerospazio Campano DAC, Distretto Energia della Campania Smart Power System, KENOSISTEK, SAES GETTER, ROBOTECNICA, PERMASTELISA SPA., Consorzio CETMA, ROBOTECNICA, Idinova, Allegra, CSI, PAM.

### Principali Università e Centri di Ricerca nazionali

Università degli Studi di Napoli Federico II, IIA Università di Napoli, Università di Cassino, Università degli studi di Salerno, Università degli studi di Palermo, Università degli studi del Sannio, UNIParthenope, UNICALABRIA, Università degli Studi di Padova, Università di Palermo, di Catania e di Messina, Università del Sannio, Università di Genova, Università degli studi di Ferrara, Università di Modena e Reggio Emilia, Politecnico di Milano, POLIBA, CORISA, IIT, CNR, INGV-OSS.VESUVIANO, Istituto motori CNR di Napoli, Stazione zoologica Anthon Dohrn, CRIACq Centro Ricerche interdepartimentale per l’Acquacoltura e le risorse idrobiologiche, Centro Studi Materiali (CSM), RSE, MESE, Fondazione Bruno Kessler (BFK).

### Principali imprese internazionali

Oerlikon Solar, 3SUN, TECNALIA, CPOWER, SCHOTT SOLAR, SOLAR TEC, Danfoss Solar Inverters, QUANTASOL, New electra, DAIDO STEEL, SHARP, TAKANO, ASAHI, Toshiba, AIRBUS, Cassidian, Teatek, gmi-aero.

### Principali Università e Centri di Ricerca internazionali

CEA-INES, CEA, Fraunhofer ISE, Julich, CNRS, EPFL, EADS, UNIPatras, ATHENS UNIV, ECN, CRP, JRC, JRC-HELMHOLTZ, , RISOE-DTUGMBH, SE-SRTIIE, NAREC, CYPRUS Univ., IES-UPM, TOKYO UNIV., Kobe UNIV., Myazaki Univ., Academy of Science (ASA) Tirana, BGU, CYPRUS UNIV.

### Partecipazioni a reti internazionali e nazionali

EERA-EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE -Joint Programme Smart Grid, EERA-EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE-Joint Programme on Photovoltaic Solar Energy, Knowledge and Innovation Community (KIC) on Raw Materials, Knowledge and Innovation Community (KIC) on Added Value Manufacturing, ALLEANZA TECNOLOGICA ITALIANA "ILLUMINAZIONE A STATO SOLIDO", Rete di eccellenza regionale "Smart GRID con Sistemi di POLIgenerazione distribuita -Polygrid", Piattaforma Tecnologica Italiana PV e CSP.

### RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

L'Unità produce conoscenze tecniche e prototipi/dimostratori, alcuni dei quali protetti da brevetto, sfruttati o sfruttabili da imprese nazionali con potenziali ed interessanti ricadute economiche.

Si elencano:

- 1) **Coating a doppio nitruro.** Concessione onerosa ed esclusiva, ad Archimede Solar Energy, del brevetto su detti *coating* (patent:RM2011308) e la concessione onerosa e non esclusiva di altri due brevetti sulla tecnologia di fabbricazione del tubo ricevitore per il solare termodinamico.
- 2) **Coating** per realizzazione di vetri basso emissivi per finestratura.
- 3) **Sistema LP-MOCVD** innovativo per la deposizione di film testurizzati di ZnO:B (patent RM2008A000405).
- 4) **Coating** per applicazioni aerospaziali.
- 5) **@lisee: intelligent sensor network** per l'efficienza energetica di edifici, complessi di edifici, data center ma scalabile anche per applicazioni in ambito SOHO (patent pending).
- 6) **MONICA.** Apparecchio di controllo in mobilità dell'inquinamento atmosferico cittadino (qualità aria, rumorosità, radioattività, citizen science).
- 7) **Chiusino smart.** *Sistema multisensoriale fisico-chimico con on-board processing per la gestione delle reti fognarie.*
- 8) **Naso Elettronico Icaro: chemical sensor network** per l'analisi di miscele di composti organici volatili specificamente sviluppato per la qualificazione di incollaggi e assemblaggi di materiali in composito (*patent pending*).
- 9) **Sniffi.** Strumento per il rilievo, la visualizzazione e la registrazione di emissioni odorose.
- 10) **Sistema con tecnologia embedded per la diagnosi precoce di parkinsonismi e malattie neurovegetative.**
- 11) **SmartPVTag:** tag RFID per il tracciamento di filiera di pannelli PV, interrogabile anche con dispositivi *mobile*.
- 12) **Pv-Guardian@:** Sistema antifurto integrato per moduli fotovoltaici (patent: RM2008A75).
- 13) **Distributed Maximum Power Point Tracking (DMPPT):** tools di progettazione e simulazione per un dispositivo d'inseguimento del punto di massima potenza per moduli fotovoltaici.
- 14) **Processo** di fabbricazione celle a film sottile "micromorph".
- 15) **Processi** di fabbricazione OLED.
- 16) **Servizio** di certificazione moduli fotovoltaici.

## UTTRI

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE TRISAIA

**Responsabile:** Giacobbe Braccio

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche 2.457.475 €

b) Risorse umane disponibili 93,6 persone/anno

I finanziamenti provengono da programmi di ricerca internazionali (670.152 €), nazionali (1.298.573 €) e prestazioni scientifiche.

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Sostenibilità del sistema energetico.*

L'Unità Tecnica Tecnologie Trisaia (UTTRI), caratterizzata da una molteplicità di infrastrutture pilota applicabili in differenti settori, opera per lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie e la crescita della competitività dell'industria nazionale nei settori delle fonti rinnovabili, con particolare riferimento all'energia solare a bassa e media temperatura, alle biomasse per utilizzi energetici, a biofuels e bioraffineria, temi questi ultimi legati alla sostenibilità del settore agroindustriale. Altre temi di intervento riguardano la valorizzazione di rifiuti, sia per fini energetici che per recupero di prodotti (Fibre di carbonio, terre rare ecc.), oltre ai materiali per l'efficienza energetica.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le attività condotte nel settore delle bioraffinerie sono finalizzate a sviluppare processi e tecnologie innovative a partire dal pretrattamento delle biomasse con *steam explosion*, che ottimizzino la produzione di biocombustibili di seconda generazione da lignocellulosiche e la produzione di intermedi *biobased* in sostituzione di quelli da origine fossile. Nell'ambito di questa tematica è stato completato il progetto PRIT (finanziamento MISE) finalizzato allo sviluppo di una tecnologia di PRetrattamento ITaliana per la produzione di bioetanolo di seconda generazione ed in sinergia il progetto Biolyfe (7PQ), finalizzato all'ottimizzazione delle altre fasi del processo (idrolisi enzimatica e fermentazione), entrambi capitanati dal partner industriale Mossi & Ghisolfi. Tali attività sono state di supporto alla costruzione di un impianto dimostrativo in Piemonte da parte della BIOCHEMTEX (gruppo MG) per la produzione di 40.000 t/a di bioetanolo. Connesse alle tematiche proprie del cluster chimica verde, l'Unità Tecnica ha avviato nel 2014 i tre progetti del piano strategico (BT3G, Rebchiom e Albe), capitanati da Novamont, Materbiotech e Versalis.

Nel settore bioenergia, molte attività sono state finalizzate all'ottimizzazione del processo di gassificazione sia per produzione di energia elettrica che di biocarburanti di sintesi. Più in particolare, attraverso sperimentazioni su impianti a scala laboratorio e la realizzazione e sperimentazione di impianti pilota di diversa taglia, si punta a migliorare il processo e la qualità del gas prodotto, oltre che ad estendere la tipologia di biomasse lignocellulosiche alimentabile, privilegiando gli scarti per impianti distribuiti. In tale ambito si inseriscono le attività sul progetto UNIFY (7PQ), finalizzato allo sviluppo di un sistema di purificazione con candele ceramiche direttamente da inserire all'interno di un gassificatore a letto fluido ricircolante internamente (brevetto Enea) e il progetto HYTRACTOR (MISE), che ha portato da parte del partner capofila CNH alla realizzazione di un prototipo di trattore agricolo in grado di utilizzare idrogeno da rinnovabile come vettore di energia per l'alimentazione del proprio sistema di propulsione a Fuel Cell. La generazione di Idrogeno è conseguita anche mediante gassificazione delle biomasse, che è l'oggetto specifico dell'attività ENEA. In tale ambito si inseriscono anche le attività sulle infrastrutture di ricerca europee del progetto BRISK (7PQ), finalizzato a realizzare una rete europea sulla gassificazione delle biomasse a servizio del settore industriale. In tale ambito sono state eseguiti due accessi internazionali con partner turchi e lituani.

Le attività svolte nell'ambito dell'AdP con il MiSE, hanno invece riguardato principalmente ricerche su processi di gassificazione in condizioni supercritiche, su biomasse umide e alghe e lo studio di catalizzatori innovativi utilizzabili in processi di gassificazione per la produzione di metano via sintesi. A supporto del settore industriale, è stata effettuata per la società canadese COMET una nuova consulenza tesa a verificare la possibilità di produrre in scala pilota sciroppi di glucosio e polpa cartaria da scarti agricoli (paglia e stocchi di tabacco) ed ulteriori attività di entità più elevata si prevedono nel 2015, tese a rifinire gli approfondimenti tecnici per lo studio di fattibilità di un impianto industriale di taglia significativa.

Sono in corso anche studi sulla valutazione della sostenibilità tecnica, economica, energetica e ambientale delle diverse filiere di produzione, con individuazione delle aree critiche dei diversi sistemi e delle possibili soluzioni per le stesse, anche a supporto di grandi aziende chimiche italiane (Versalis, Novamont). Obiettivo di questi studi è l'individuazione della collocazione ottimale di nuovi insediamenti industriali che tenga conto della disponibilità della biomassa, di aspetti logistici, disponibilità di servizi ausiliari e connessione elettriche.

Nell'ambito della sostenibilità, l'Unità Tecnica è stata coinvolta in programmi e progetti nazionali ed europei su tematiche connesse agli obiettivi della nuova programmazione europea di Horizon 2020. In particolare, le attività svolte afferiscono ai progetti finanziati UE AMIGA, PreSto-GMO; i primi due in particolare vedono ricercatori dell'Unità impegnati in veste di coordinatori.

Per molti aspetti la tematica della bioraffineria si innesta nel settore agroalimentare e in tale contesto nel 2014 sono stati completati (Food Flavour, Buckfood) e sono nel 2015 in fase di completamento (magazzino Viaggiante e Ortofrulog) diversi progetti Industria 2015, finanziati dal MISE, tutti finalizzati all'aumento di competitività del settore industriale nazionale. In tale contesto si inserisce anche il recente progetto finanziato dalla regione Basilicata (progetto INNAGRI).

Bioraffineria e sviluppo sostenibile hanno molti legami con la valorizzazione di materiali di scarti e rifiuti. In tale ambito l'unità ha una lunga esperienza sul recupero di materiali ed energia da rifiuti, sia per la produzione di fibre di carbonio da materiali di scarto, che di Carbuco di silicio e carboni attivi da pneumatici e biomasse. In tale ambito sono state effettuate delle consulenze alla società Karborekrcf, affidataria del brevetto Enea, e altre attività sono programmate nel 2015 finalizzate alla messa a punto dell'impianto industriale di Martignano, che tratterà circa 1.500 t/anno di scarti del settore aeronautico. Ulteriori attività in corso consistono nell'estrazione e separazione di terre rare pesanti e la dimostrazione della messa a punto su scala pilota. Le attività sono condotte sia su scala banco che pilota (impianto "Terre Rare"-Trisaia) e mirano a sviluppare una tecnologia flessibile, consentendo l'estrazione e la separazione di terre rare sia da preconcentrati provenienti da nuove potenziali miniere dell'Est Europa (soprattutto Terre Rare pesanti), che da materiali di riciclo.

Tra i progetti completati nel 2014 o in corso sulla tematica dei Raw Materials, si citano:

- Il progetto TyGRe (7PQ), coordinato da ENEA, finalizzato allo sviluppo di processi per la valorizzazione di pneumatici in prodotti e energia.
- REREX- progetto di ricerca industriale su attività di estrazione e riciclaggio di terre rare in partnership tra ENEA e Treibacher industrie AG (Austria), leader mondiale nel settore tecnico-commerciale delle terre rare. Come è noto, la separazione delle terre rare è estremamente difficile nei singoli elementi per la similitudine delle loro caratteristiche chimiche; la tecnica di separazione su cui si è concentrati è stata la separazione con solvente. Si prevede di verificare il flowsheet sull'impianto pilota e completare l'attività entro il 2015. Congiuntamente sono in corso studi sperimentali su scala laboratorio di un processo basato sull'estrazione di terre rare con la CO<sub>2</sub> in fase super-critica.
- Nel 2014 è stato avviato il progetto "MERERIF" - "MEtodologia di REcupero di materia ed energia da RIfiuti e reflui, con conseguente riutilizzo sostenibile dei prodotti ottenuti. Obiettivo del progetto è la sperimentazione, messa a punto e validazione di metodologie tecniche finalizzate al recupero di energia e materia da rifiuti e reflui di Basilicata, attraverso l'utilizzo di sistemi, impianti ed infrastrutture già presenti presso il Centro ENEA della Trisaia. In particolare vengono

effettuate attività di recupero di terre rare da RAEE, catalizzatori, ecc. derivanti da scarti di produzione e rifiuti mediante attraverso processi idro-metallurgici. Si prevede di completare il progetto nel corso del 2015.

Nel settore dei Materiali per l'efficienza energetica principale obiettivo è lo sviluppo di materiali ed applicazioni innovativi e sostenibili per il miglioramento dell'efficienza energetica negli ambiti edilizio e trasporti. Nel settore edilizio le attività di sviluppo prevedono l'utilizzo di fibre naturali organiche (fibra di canapa) e inorganiche (fibre di basalto) sotto forma di fibra sciolta, per il rinforzo della matrice cementizia (entrambe), di pannelli rigidi per l'incremento dell'isolamento termico degli edifici e di barre per il rinforzo strutturale (solo la fibra di basalto).

Nel settore dei trasporti particolare attenzione è rivolta all'utilizzo di leghe metalliche leggere ed innovative a base principalmente di alluminio e titanio. In tali contesti sono state anche approfondite le tematiche inerenti la durabilità, con particolare riferimento allo studio dell'andamento e dell'eventuale decadimento temporale delle prestazioni meccaniche e fisiche dei materiali, a seguito di sollecitazioni ambientali riprodotte in laboratorio.

Tra i progetti in corso nel 2014 si citano:

- Per la realizzazione di componenti (ali e fusoliera) di un aeromobile a medio raggio progettato da Alenia, il progetto AFSIAL (Advanced fuselage and wing structure based on innovative aluminium lithium alloy), coordinato da ENEA, è finalizzato allo sviluppo di tecniche di saldatura ibrida per leghe di alluminio.
- Per lo sviluppo di materiali ed applicazioni innovativi ad elevato contenuto tecnologico ed in grado di fornire prestazioni in termini di risparmio energetico superiori rispetto a quelle offerte dagli attuali standard costruttivi ed operativi, il progetto MATEFF (Materiali per l'efficienza energetica) è finalizzato allo studio su pannelli in fibra di basalto e schiume di alluminio per il settore automotive.
- Per lo sviluppo di processi innovativi di fabbricazione di componenti complessi in titanio di nuova concezione per l'industria aeronautica, utilizzando la tecnologia Laser Beam Welding (LBW), il progetto ELIOS (Strutture di nuova concezione saldate con laser in fibra) è finalizzato allo sviluppo di tecniche di saldatura ibrida per il titanio e di controllo con metodi non distruttivi (RX e liquidi penetranti).
- Per lo sviluppo di componenti di Vettori Ferroviari e di Medie Dimensioni mediante attività di Ricerca Industriale su Tecnologie e Materiali Innovativi, il progetto TEXTRA (tecnologie e materiali innovativi per l'industria dei mezzi di trasporto) mira alla messa a punto di tecniche di
- giunzione su pannelli in schiuma metallica con tecnologia laser e successiva verifica con metodi termografici.
- Per lo sviluppo di una malta cementizia innovativa, il progetto ECOFIBAR (compositi cementizi ecocompatibili realizzati con fibra di basalto e con aggregati di riciclo) punta alla realizzazione di una malta fibrorinforzata con fibra di basalto, con aggregati da riciclo del materiale edile proveniente da demolizioni, ovvero da scarti di lavorazioni o processi industriali, e contenente additivi chimici in grado di limitare fortemente le efflorescenze.
- Per lo sviluppo di un calcestruzzo aerato autoclavato fibrorinforzato, il progetto CAA (Cemento Aerato Autoclavato) è finalizzato alla messa a punto del mix design e lo sviluppo della tecnologia produttiva.
- Per l'implementazione di sistemi innovativi e tecnologie intelligenti per l'organizzazione logistica integrata finalizzata al trasporto su ferrovia dei prodotti "freschi e freddi", il progetto PT2-LOG (Piattaforma Tecnologica Integrata Multiruolo per la Logistica Intermodale del Fresco e del Freddo) prevede la progettazione ed esecuzione di una campagna sperimentale di monitoraggio di temperatura ed umidità con metodi termografici di una cassa refrigerata e la successiva analisi dei risultati.
- Per lo studio e verifica delle caratteristiche meccaniche e di adesione nel tempo di pannelli in materiali diversi (honeycomb alluminio, laterizio, eulite) ricoperti con un mosaico di lastre di



rivestimento da recupero, il progetto PAN-MAR (Pannelli di rivestimento con Marmo di recupero) prevede la verifica della variazione delle proprietà adesive del materiale che “lega” il pannello con la struttura di supporto e delle proprietà meccaniche dell'intero elemento (mosaico + supporto + collante), in funzione di un invecchiamento accelerato.

Ritornando alle applicazioni energetiche, nel settore del solare termico a bassa e media temperatura l'obiettivo è quello di supportare il settore industriale nazionale nel migliorare la qualità dei prodotti immessi sul mercato attraverso, sia il supporto tecnico-scientifico allo sviluppo di prototipi o sistemi pre-industriali, sia attraverso la qualificazione dei prodotti commerciali per verificarne la performance energetica a supporto degli strumenti di incentivazione esistenti. In tale contesto il laboratorio ha un'esperienza ultradecennale di qualifica componenti in accreditamento, concretizzato dalla qualifica di oltre 200 componenti solari, e ciò ha permesso di rafforzare i rapporti con le PMI del settore, portando anche allo sviluppo e l'ottimizzazione di nuovi componenti o prodotti a vantaggio degli operatori nazionali.

Tra le attività in corso o avviate nel 2014, si citano:

- Laboratorio di qualificazione e certificazione di collettori e sistemi solari: nell'ambito della attività di servizio come laboratorio Accreditato ACCREDIA, sono in corso attività di certificazione e qualificazione di componenti solari a bassa e media temperatura. Riguardo quest'ultima tipologia di sistemi solari, Enea-Trisaia rappresenta l'unico laboratorio nazionale per la certificazione di concentratori solari a media temperatura.
- Accordo di Programma ENEA-MiSE per la Ricerca di Sistema Elettrico: sono in corso attività di ricerca, sperimentazione e qualificazione di componenti solari a concentrazione ottimizzati per applicazioni distribuite di piccola taglia a media temperatura, destinati sia alla climatizzazione degli ambienti in ambito residenziale, commerciale e terziario, sia alla produzione di freddo in ambito industriale. Sono inoltre in corso attività di sviluppo e caratterizzazione di nuovi componenti (mini-CSP, sistemi Fresnel, sistemi integrati concentratore-ricevitore).
- Progetto PON R&C Microperla: sono in corso attività per la caratterizzazione e lo sviluppo di piccoli sistemi Dish/Stirling per la produzione distribuita di energia elettrica e termica.
- Collaborazione sul progetto Smart-City RES-NOVAE su attività finalizzate alla progettazione, lo sviluppo e la sperimentazione di soluzioni innovative di solar-cooling basate su macchine ad assorbimento a doppio effetto, abbinate a collettori a concentrazione.
- Collaborazione nel progetto LabZERO, teso allo sviluppo di piccoli sistemi solari a media temperatura per applicazioni industriali e allo sviluppo di materiali che sfruttano l'effetto termoelettrico.

Sono inoltre in corso collaborazioni anche con altre unità tecniche dell'ENEA (UTRINN e UTTP), sia su attività inerenti la promozione delle tecnologie solari nell'area del Mediterraneo (progetti STS-MED e MED Desire), sia su attività inerenti la caratterizzazione e lo sviluppo di tecnologie ibride termo-fotovoltaiche a concentrazione (Convenzione ENEA-MATTM).

Va citata, infine, la presenza dell'Unità in collaborazioni internazionali, come l'*Implementing Agreement* dell'IEA sulla bioenergie (gassificazione e bioraffineria), i Joint Programmes di EERA sulla bioenergia e il CEN/TC 312, per quanto riguarda gli aspetti di normazione nel settore del solare termico.

## RISULTATI CONSEGUITI

Alcuni principali risultati conseguiti nel 2014 sono riportati nel seguito per le diverse tematiche di interesse dell'Unità tecnica.

### Bioraffineria e chimica verde

- È stato messo a punto un sistema di detossificazione di biomassa trattata con steam explosion su scala pilota, impiegando essiccatoi vibranti e a pale cave (PRIT).

- È stato individuato un metodo di estrazione di carboidrati oligomerici da gusci di nocciola (commessa Ferrero).
- È stato messo a punto un metodo di produzione di brodi zuccherini concentrati su scala pilota a partire da residui lignocellulosici (commessa Comet, Canada).
- È stata avviata la sperimentazione dell'impianto di gassificazione a letto fluido da 1,3 Mwt con integrato sistema di purificazione a biodiesel, ed effettuati dei test sperimentali utilizzando ossigeno e vapore come agente gassificante.
- È stata completata la progettazione del sistema di purificazione con candele ceramiche da integrare nel gassificatore a letto fluido, opera che si intende completare nel corso del 2015.
- È stato realizzato un impianto per l'arricchimento e la separazione dell'idrogeno da syngas, completo di sezione di reforming e membrane al palladio.
- È stata sviluppata una "Strategic Research Agenda" in tema di bioraffineria, incentrata sull'Europa e l'India. L'agenda è stata costruita considerando una filiera che va dalla produzione di biomasse alla loro conversione in bio-raffinerie e alla loro utilizzazione sui mercati.
- È stato sviluppato un prodotto GIS a supporto di una analisi multicriteriale per supportare l'introduzione della coltura del guayule sul territorio della Basilicata.
- Identificazione di consorzi microbici, geni e proteine, coinvolti nei processi di de-costruzione di biomasse ligno-cellulosiche, attraverso caratterizzazione meta-genomica del suolo.
- Isolamento, identificazione e caratterizzazione molecolare di funghi (Bjerkandera) ad elevata attività ligninolitica.
- Messa a punto di metodologie per l'espressione in pianta di enzimi batterici e fungini ad alta attività ossidante e capaci di depolimerizzare substrati complessi.
- Produzione di linee di tabacco transgenico che accumulano l'enzima "versatile perossidasi" di Bjerkandera, sia nel nucleo della pianta che nel cloroplasto.
- Costituzione di una collezione di genotipi di Dandelion (circa 15 accessioni) di origine russa con elevata produzione di gomma naturale di alta qualità. Sono state messe a punto pratiche agronomiche per la loro coltivazione in Basilicata.
- È stato eseguito uno screening molecolare, e tramite NMR, sui genotipi di Dandelion per determinare qualità/quantità della gomma prodotta alle latitudini mediterranee.
- Sono state messe a punto tecniche di coltura in vitro su Dandelion, allo scopo di propagare il materiale genetico collezionato e per valutare l'eventuale recalcitranza alle tecniche di trasformazione genetica via Agrobacterium.
- È stata caratterizzata la struttura del trascrittoma di Dandelion, usando tecnologie di sequenziamento "next generation", allo scopo di identificare i geni coinvolti nella biosintesi della gomma naturale.

#### **Sviluppo sostenibile e agroalimentare**

- Individuazione di microrganismi antagonisti e standardizzazione delle procedure operative per la produzione su scala pilota di preparati biologici per la protezione della frutta in post-raccolta (brevetto in fase di preparazione).
- Messa a punto di metodologie microbiologiche per la verifica della purezza e della vitalità dei prodotti liofilizzati ottenuti alla fine del processo produttivo e durante la fase di conservazione.
- Individuazione di piante officinali e messa a punto di protocolli per l'estrazione di olii essenziali con attività antifungina, con valutazione in vivo ed in vitro contro i principali funghi fitopatogeni della frutta in postraccolta.
- Ottimizzazione delle procedure operative per il controllo delle alterazioni della frutta mediante l'uso dell'ozono.
- Validazione di protocolli a supporto dell'analisi di impatto ambientale degli OGM nell'ambito delle normative comunitarie.



- Individuazione delle migliori specie macrofite in termini di produttività della biomassa vegetale ed efficienza fitodepurativa da destinare alla produzione di bioetanolo.
- Sperimentazione di un ceppo isolato da ENEA di *Saccharomyces cerevisiae* per la produzione di etanolo a partire da matrici vegetali 75%.
- Analisi Sensoriale di alimenti nutraceutici a base di Grano Saraceno.
- È stata preparata una analisi di sostenibilità ambientale per la coltura del guayule.
- Analisi della Shelf Life Sensoriale e analisi molecolare di alimenti di IV gamma.
- Analisi ambientale in aziende della filiera agro-alimentare.
- È stata sviluppata una metodologia di profiling trascrizionale (microarray) e metabolico tramite NMR per la determinazione di profili molecolari in genotipi di alcuni prodotti tipici, al fine di individuare geni chiave associati all'espressione di caratteri legati alla tipicità e all'origine geografica.

#### **Valorizzazione degli rifiuti e materiali strategici:**

- Messa a punto dell'impianto Tygre in grado di trattare 20 kg/h di residui da pneumatico e 10 kg/h di silice. La piattaforma sperimentale consta dell'integrazione di tre processi base: gassificazione del granulato di pneumatico, riduzione carbotermica del char e della silice attraverso l'utilizzo di una torcia al plasma e produzione del syngas ricco in idrogeno e recupero energetico.
- Le attività sperimentali condotte hanno permesso il raggiungimento di una resa di produzione di carburo di silicio con una conversione pari al 70%. La tecnologia messa a punto permette inoltre la produzione di carburo con grana fine (nanometrica),- che può soddisfare le necessità di settori ove il carburo ha un valore aggiunto molto elevato .
- Lato terre rare, identificazione del miglior sistema solvente/estraente/fase acquosa.
- Definizione di un flow sheet di processo di separazione di terre attraverso la preseparazione delle terre rare leggere da quelle pesanti, seguita dalla separazione dell'ittrio ad alto grado di purezza dalle altre terre rare pesanti.
- Determinazione dei coefficienti di distribuzione dei metalli contenuti nelle matrici fornite.
- Determinazione dei parametri necessari alla definizione di un flow-sheet (concentrazione, tempi di equilibrio, velocità dei flussi, parametri chimico-fisici delle soluzioni coinvolte, rapporto di fase, grado di saponificazione dell'estraente, numero di stadi, co-stripping per l'aumento del grado di purezza, ecc.).
- Sperimentazione in scala banco di processi estrattivi con CO<sub>2</sub> in fase supercritica.
- Campagna di test dei flow-sheet individuati sulla batteria scala banco.
- Stesura di un brevetto sull'ottimizzazione di processi termochimici con accoppiata torcia al plasma.

#### **Materiali per l'efficienza energetica:**

- Piena operatività del settore prove non distruttive (termografia, ultrasuoni, liquidi penetranti, RX), grazie alla acquisizione della patente II livello in accordo alla ISO 9712.
- Piena operatività del settore laser con la acquisizione della certificazione "CSWIP Welding Inspector 3.1 (level 2).
- Piena operatività dell'impianto RX, sia con riferimento alla esecuzione delle lastre radiografiche, che rispetto alla analisi ed interpretazione dei risultati.
- Test di durabilità (clima temperato, polare, tropicale, corrosione) e prove meccaniche su un totale di 500 provini in fibra di carbonio, fibra di vetro, fibra aramidica per conto di Magneti Marelli Sistema Sopensioni s.p.a.
- Nell'ambito del progetto MATEFF è stata ampliata la campagna di test sperimentali comparativi per la determinazione della conduttività termica, della resistenza a compressione e

dell'assorbimento parziale di acqua di pannelli in fibra di basalto di spessore variabile tra 10 mm e 30 mm e di pannelli misti fibra di basalto – lana di roccia.

- È stata avviata, nell'ambito del progetto ECOFIBAR, una campagna sperimentale per monitorare, con il sistema a fibre ottiche, il comportamento rispetto a temperatura ed umidità di un simulacro immerso in acqua di mare e costituito da malte cementizie colorate fibrorinforzate con fibre sciolte e reti in fibra di basalto e contenente additivi chimici, in grado di proteggere la malta rispetto a fenomeni di efflorescenza.
- Nell'ambito del progetto AFSIAL è stato progettato e realizzato con risorse interne un sistema di afferraggio innovativo per la saldatura dei componenti delle ali di un velivolo, in grado di ridurre/annullare le deformazioni indotte sulla lamiera dal calore di saldatura.
- Nell'ambito del progetto ELIOS è stato sperimentato un sistema di controllo non distruttivo sulla saldatura di schiume metalliche nella configurazione testa-testa basato sulla tecnica termografica.
- Nell'ambito del progetto CAA è stato recuperato alla piena operatività un reattore da laboratorio per la realizzazione dei provini di cemento aerato autoclavato a pressione di 12 bar e temperatura di esercizio di 200 °C.
- Nel 2014 sono stati realizzati componenti a geometria complessa mediante tecniche di saldatura, sia classica che ibrida, idonee a minimizzare l'estensione e l'entità delle variazioni delle caratteristiche del materiale base.
- Nel corso del 2014 è stata svolta una consulenza richiesta da Magneti Marelli Sistema Sospensioni s.p.a., finalizzata a valutare il decadimento di prestazioni meccaniche di sei differenti tipologie di materiali polimerici fibrorinforzati (fibra di carbonio, aramid, fibra di vetro con lunghezze delle fibre diverse) sottoposti a invecchiamento accelerato in modo da simulare un periodo di vita reale pari a 20 anni, utilizzando come parametro di confronto la resistenza a trazione dedotta da prove standardizzate. La grande messe di dati raccolti su più di 500 provini sottoposti a cicli riproducenti i tre diversi climi operativi (temperato, polare, tropicale), i cui materiali sono sottoposti nel loro normale ciclo di vita, è stata poi analizzata con metodi statistici, ed è stato messo a punto un modello predittivo del comportamento dei materiali in funzione dell'invecchiamento.

Per quanto riguarda invece le applicazioni solari a bassa e media temperatura, di seguito si riportano alcuni dei principali risultati conseguiti nel 2014:

- Qualifica di componenti solari a media temperatura di diversa tecnologia; Collettori parabolici lineari; Fresnel.
- Collaudo di un simulatore solare per prove indoor su collettori solari, attraverso l'implementazione di un sistema in grado di riprodurre lo scambio radiativo nell'infrarosso nelle ore diurne.
- Attività di modellazione ottica e termo-fluidodinamica abbinata a sperimentazioni in campo su concentratori di diversa tipologia al fine di mettere a punto metodiche e tecniche di analisi che tengano conto della particolarità dei componenti da testare soprattutto per quanto riguarda gli aspetti del sistema ottico di concentrazione.
- Sperimentazione di sistemi ibridi (dish/stirling e CPVT) per la produzione distribuita di energia elettrica e termica.
- Mappatura della radiazione solare diretta in Basilicata a supporto di uno studio di fattibilità per la realizzazione di impianti solari di potenza.

#### **PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ**

Le attività dell'Unità sono principalmente svolte nell'ambito di progetti di ricerca sia nazionali che europei in collaborazione con industrie ed organismi di ricerca. Sono inoltre presenti numerose consulenze direttamente finanziate dal settore industriale.

Nel settore della chimica verde e sostenibilità ambientale molte delle attività hanno visto il coinvolgimento di industrie nazionali quali la BIOCHEMTEX, VERSALIS, NOVAMONT, FERRERO ed internazionali (COMET), oltre a quello di enti pubblici nazionali, Università (Padova, Bologna, Siena, Perugia, Basilicata, Calabria, Salento, Catania, Palermo) ed enti di ricerca (CNR, CRA, ISPRA). Le collaborazioni internazionali sono particolarmente numerose nell'ambito dei differenti progetti europei.

Di rilevante importanza sono poi le collaborazioni con le piccole e medie imprese: TecnoAlimenti; Neutron S.p.A; La Linea Verde S.p.A; Campoverde ATENA2; Minerva, Buro Lang, Hochschule Bremerhaven (DE); Centiv GmbH (DE) ; Stiftelsen Sintef (NO); Dbfz Deutsches Biomasseforschungszentrum Gemeinnuetzige GmbH (DE); Vertech Group Sarl (FR); Biozoon GmbH (DE); Genius GmbH - Biotechnologie Beratung und Kommunikation (DE).

Nell'ambito della tematica riconducibile alle terre rare sono state avviate collaborazioni con Treibacher Industrie AG, uno dei principali leader mondiali nel campo della fornitura di prodotti per la chimica idrometallurgia, che produce e commercializza terre rare, materiali ceramici, polveri per l'industria metallurgica delle leghe speciali.

Nel settore dei materiali, sono in corso collaborazioni con partner industriali nel settore del trattamento laser dei materiali. Tra questi la Constellium (società francese leader mondiale nella produzione di alluminio), partner nei progetti AFSIAL e MATEFF, la TWI Ltd (società inglese leader in Europa nel settore delle saldature laser e dei controlli non distruttivi), partner nel progetto AFSIAL, la ESI Group (società francese leader mondiale nel settore della prototipazione virtuale connessa alle proprietà fisiche dei materiali). C'è un'altra proficua collaborazione con la società cinese HG GBF (leader mondiale nella produzione della fibra di basalto) per lo sviluppo di applicazioni innovative della fibra di basalto nell'area tematica della efficienza energetica in edilizia.

In ambito nazionale numerose sono le collaborazioni in atto. Tra queste, quella con la Personal Factory s.r.l. per le malte cementizie, la Monier s.p.a e la Magneti Marelli Sistema Sospensioni s.p.a. per lo studio della durabilità di materiali rispettivamente per l'edilizia (tegole) e per l'*automotive* (fibre di carbonio, fibre di vetro, fibre aramidiche), la RTM s.p.a per il settore laser.

Esistono rapporti di collaborazione con diverse aziende operanti nell'ambito delle applicazioni solari a media temperatura, quali Soltigua, Fera, Ronda, Innova Solar Energy, e con altre che si occupano di solare a bassa temperatura, grazie all'esperienza ormai decennale di qualifica di collettori solari, che ha portato a caratterizzare oltre 200 prodotti.

UTTRI svolge inoltre numerose attività con alcune compartecipate ENEA, in particolare con i Consorzi CALEF, Cetma, Train, TRE e TERN; altre collaborazioni sono attive con Biosistema, Certa, InBio, e con il distretto tecnologico Ditne.

## **RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

La forte connessione con il settore industriale delle attività sviluppate all'interno della Unità tecnica consente il raggiungimento di un elevato potenziale in termini di ricadute economiche sull'intero sistema industriale.

Nel settore della "bioraffineria", alle evidenti ricadute di natura economica, energetica ed ambientale sul territorio si affiancano anche potenziali ricadute occupazionali. Si stima ad esempio che nel 2010 il settore biocombustibili abbia permesso la creazione di 220.000 posti di lavoro nell'UE. Le linee di attività condotte dalla Unità Tecnica hanno come obiettivo finale la realizzazione di prodotti commerciali (bioprodotti e *green building blocks*) attraverso il coinvolgimento di industrie nazionali (BIOCHEMTEX, VERSALIS, NOVAMONT, FERRERO) ed internazionali (COMET).

Nel settore delle terre rare, come noto, la loro estrazione e separazione è un ambito in cui la Cina svolge un ruolo egemone, facilitata in questo dalla particolare circostanza per cui attualmente in Europa non vi sono ancora idonee tecnologie mature e know how necessario per il riciclo dei suddetti materiali. Nuove risorse di terre rare vanno quindi ricercate o attraverso il riciclaggio o attraverso nuovi progetti minerari, che però richiederanno processi tecnologici completamente nuovi e

compatibili con l'ambiente. In conseguenza di ciò lo sviluppo e la messa a punto di processi innovativi in questo settore consente ad ENEA di avere un vantaggio tecnologico strategico sui *critical raw materials* che potrà essere trasferito nel medio periodo sul sistema industriale del Paese.

Nel settore dei materiali, le tematiche affrontate nella Unità Tecnica sono inserite in due ambiti operativi strategici per il sistema economico nazionale: l'edilizia e il settore dei trasporti. In entrambi i casi lo sviluppo di nuove applicazioni e di nuove tecnologie produttive possono divenire il volano della ripresa di settori attualmente in crisi.

## UTTS

### UNITÀ TECNICA TECNOLOGIE SALUGGIA

**Responsabile:** Ricardo Levizzar

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>RISORSE:</b> a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche | 96.568 €        |
| b) Risorse umane disponibili   | 30 persone/anno |

### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

#### **AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO: *Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi.***

L'Unità Tecnica Tecnologie Saluggia (UTTS) svolge il proprio ruolo in base a 3 obiettivi strategici:

- 1) Assicurare il conseguimento degli obiettivi tecnico-scientifici dell'Agenzia nel nord-ovest del Paese, svolgendo il ruolo di collettore tra le diverse Unità Tecniche ENEA, le Università e le amministrazioni locali, regionali e nazionali, in particolare sulle politiche energetiche e sulle politiche di conservazione delle risorse naturali e della biodiversità.
- 2) Sviluppare attività di ricerca sulla produzione di energia, in particolare da biomassa, e sull'analisi delle filiere legno-energia.
- 3) Sviluppare attività di ricerca sull'analisi, la pianificazione e la gestione sostenibile del territorio e delle risorse naturali, con particolare riferimento alla conservazione della biodiversità, alla protezione degli ecosistemi, alla tutela delle acque negli ambiti fluviali e zone umide.

### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Di seguito sono riportate le principali linee di attività, riferite ai tre obiettivi strategici.

#### **Linea di attività 1:**

- a) supporto ad attività normativa e legislativa nel settore biomassa, per gli enti di normazione CTI (Comitato Termotecnico Italiano) e collaborazione con Province, Regioni e Ministeri;
- b) contributi alla revisione della norma UNI 10412 e alla revisione del Testo Unico Ambientale Dlgs. 152/06 e del Conto Termico per le parti relative ad apparecchi ed impianti a biomassa solida;
- c) supporto scientifico al MATTM ed ISPRA per l'applicazione della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE;
- d) supporto alla definizione delle politiche energetiche per le Regioni Valle d'Aosta e Piemonte;
- e) supporto tecnico scientifico ad ARPA Toscana e ARPA Lazio per attività di monitoraggio in applicazione della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE;
- f) supporto scientifico alla Regione Piemonte per la definizione delle linee guida per la valutazione dell'impatto di impianti idroelettrici in ambito montano;
- g) ruolo di Centro di Consulenza Energetica per le Regioni Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia (in collaborazione con UTEE);
- h) ruolo di rappresentanza ENEA all'interno del consiglio di amministrazione di CSEAB s.c.a.r.l.;
- i) stipula di un Protocollo di Intesa con il Comune di Casale Monferrato e il Politecnico di Torino per la collaborazione su tematiche ambiente, cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile, tecnologie per l'energia, fonti rinnovabili, risparmio energetico;
- j) rappresentanza per l'Italia al Gruppo Europeo per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici (ECOSTAT).

**Linea di attività 2:**

- a. partecipazione a gruppi di lavoro europei con istituti di ricerca leader, a livello nazionale, sulle competenze richieste, come EERA (*European Energy Research Alliance*) ed ERA-NET (*European Research Area*);
- b. progettazione ed implementazione di uno strumento di calcolo per la redazione dei bilanci energetici territoriali, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) MSE-ENEA "Ricerca di Sistema Elettrico";
- c. analisi teorica e sperimentale delle proprietà chimico-fisiche del  $TiCl_4$ , della compatibilità dei materiali e approfondimento normativo e tecnico-economico per l'utilizzo in impianti di potenza, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- d. perfezionamento dello strumento di calcolo per l'analisi di sistemi energetici alimentati a biomassa legnosa, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- e. attività di studio e sperimentazione di filtri catalitici per la riduzione delle emissioni inquinanti nei fumi di combustione di biomassa solida, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- f. attività di ricerca e innovazione sulla caratterizzazione delle emissioni generate dai sistemi energetici alimentati a biomassa, in collaborazione con Innovhub-Stazioni Sperimentali per l'industria;
- g. valutazione degli impatti ambientali di sistemi energetici a biomassa, con l'Università di Milano Bicocca, nell'ambito del Bando di Ricerca finanziato dalla Fondazione Cariplo;
- h. valutazione di scenari di riduzione dell'emissione di inquinanti atmosferici nell'ambito del contratto con C.S.E.A.B. s.c.a.r.l.;
- i. stesura di una proposta progettuale sul programma LIFE+ con l'Università di Brescia.

**Linea di attività 3:**

- a) partecipazione al progetto ALCOTRA "Eau Concert", con progettazione di una rete ecologica nell'area del bacino idrografico Dora Baltea-Chiusella;
- b) partecipazione ai gruppi europei di intercalibrazione geografica per l'armonizzazione delle metodiche di valutazione dello stato ecologico nei corsi d'acqua;
- c) partecipazione al progetto finanziato dal PSR Piemonte, in collaborazione con la Provincia di Vercelli, per interventi di tutela della biodiversità nella piana risicola vercellese;
- d) collaborazione con la Città Metropolitana di Torino per la definizione di linee guida per la realizzazione della rete ecologica a scala locale;
- e) valutazione degli impatti di impianti idroelettrici in Regione Piemonte, in collaborazione con il Politecnico di Torino;
- f) realizzazione di progetti di ripristino ambientale a tutela della biodiversità nel territorio della piana risicola vercellese;
- g) valutazione dell'impatto degli impianti idroelettrici sulle componenti idromorfologiche, attraverso l'uso della comunità delle macrofite acquatiche, in collaborazione con ISPRA, Università di Torino e Università di Roma;
- h) partecipazione al tavolo della biodiversità istituito dall'Autorità di Bacino del fiume Po;
- i) partecipazione al tavolo regionale piemontese per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali.

Oltre a quanto descritto, l'UTTS conduce attività di ricerca e sviluppo, con altre UT ENEA (UTFISSM, UTFISST), su tematiche attinenti la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi, anche in collaborazione con Sogin S.p.a.



## RISULTATI CONSEGUITI

### Linea di attività 1:

- contributi ai lavori delle Commissioni Tecniche CT602, CT604, CT609 e dei Gruppi Consultivi GC TUA e GC CTER;
- contributi alla revisione della norma UNI 10412 e alla revisione del Testo Unico Ambientale D. Lgs. 152/06 e del Conto Termico per le parti relative ad impianti a biomassa solida;
- acquisizione del contratto per il corso di formazione professionale per ispettori di impianti termici (ai sensi del D. Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii.), in collaborazione con UTEE, finanziato da Regione Valle d'Aosta e Finaosta S.p.a.;
- definizione del Protocollo Nazionale di campionamento della comunità macrofitica nei corsi d'acqua, in collaborazione con ISPRA;
- definizione del Protocollo Nazionale di campionamento della comunità ittica nei corsi d'acqua, in collaborazione con ISPRA.

### Linea di attività 2:

- progettazione di uno strumento di calcolo per la redazione dei bilanci energetici territoriali;
- analisi delle proprietà chimico-fisiche del  $TiCl_4$ , della compatibilità dei materiali e di aspetti normativi e tecnico-economici per il suo utilizzo in impianti di potenza;
- perfezionamento dello strumento di calcolo per l'analisi di sistemi energetici alimentati a biomassa legnosa;
- test sperimentali di filtri catalitici per la riduzione delle emissioni inquinanti nei fumi di combustione di biomassa solida;
- individuazione di una procedura di campionamento e analisi di speciazione delle polveri prodotte da caldaia a biomassa;
- stipula del contratto per il progetto di ricerca finanziato dalla Fondazione CARIPLO sulla valutazione degli effetti di particolato ultrafine da processi di combustione.

### Linea di attività 3:

- redazione del piano di monitoraggio e valutazione dell'efficacia degli interventi realizzati nell'ambito del Progetto LIFE ECORICE;
- realizzazione dei progetti di ripristino ambientale della piana risicola vercellese, in collaborazione con la Provincia di Vercelli, nell'ambito del progetto "Nuovi strumenti di valorizzazione dell'agroecosistema risicolo" finanziato dal PSR della Regione Piemonte;
- definizione della metodologia e delle Linee Guida per la costruzione della rete ecologica a scala locale (per la Città Metropolitana di Torino);
- collaborazione alla redazione della metodica di valutazione dei corpi idrici definiti come aree protette ai sensi della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE, in collaborazione con ADB Po;
- organizzazione del "VI International Simuliidae Symposium" a Torino;
- organizzazione e conduzione del V Corso Nazionale per l'utilizzo delle macrofite acquatiche per il monitoraggio dei corsi d'acqua a Torino, in collaborazione con Ispra;
- definizione di una metodica per il monitoraggio e la valutazione degli habitat fluviali.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

### Interlocutori nazionali pubblici:

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- ISPRA e Sistema nazionale delle Agenzie Ambientali, ARPA-APPAs;
- Regioni Piemonte e Valle d'Aosta;
- Città Metropolitana di Torino, Provincia di Vercelli, Comune di Casale Monferrato;

- Ente di normazione CTI, Fiper, Itabia;
- Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università di Salerno, Università di Parma, Università di Brescia, Università di Torino, Università di Roma Tre, Università di Napoli;
- Centro Italiano di Biologia Ambientale, Museo di Scienze Naturali di Torino;
- Parco del Po tratto vercellese-alessandrino, Parco del Lura;
- IPLA (Istituto piante da legno e ambiente), CRA (Centro Ricerche in Agricoltura), CNR- IRPI, Autorità di Bacino del Po, Innovhub (Azienda Speciale della Camera di Commercio di Milano);
- Tavolo tecnico interregionale del bacino padano sulla qualità dell'aria.

**Interlocutori nazionali privati:**

- Fondazione EnergyLab, Univer (Consorzio Università ed Impresa Vercelli), AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali);
- Turboden S.p.a., CSEAB S.p.a, Centrale Teleriscaldamento di Valdaora (BZ), Labem S.r.l., Fricke und Mallah Microwave Technology GMBH, F.N. S.p.a.;
- Pawolonia Italia S.r.l. (per l'organizzazione di eventi formativi).

**Interlocutori internazionali:**

- Comitato Europeo di Normazione CEN;
- EERA, ERA-NET;
- ECOSTAT;
- Gruppi europei di intercalibrazione;
- CCR di Ispra;
- British Simuliid Group.

**RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE**

Gli strumenti applicativi progettati all'interno di alcune attività, finalizzati alla gestione delle politiche energetiche e alla gestione e pianificazione del territorio e delle risorse naturali, sono rivolti alle Pubbliche Amministrazioni, con potenziali ricadute sul sistema industriale ed economico produttivo in generale. In particolare il supporto all'attività di normazione e legislazione influisce anch'esso sul sistema produttivo locale e nazionale.

## UTVALAMB

### UNITÀ TECNICA MODELLI, METODI E TECNOLOGIE PER LE VALUTAZIONI AMBIENTALI

**Responsabile:** Gabrielle Zanini

**RISORSE:** a) Entrate da attività di ricerca/Prestazione scientifiche 1.651.120 €

b) Risorse umane disponibili 57,6 persone/anno

I finanziamenti provengono da programmi nazionali, prestazioni di ricerca e da programmi internazionali.

#### POSIZIONAMENTO STRATEGICO E MISSION

**AREA PRIORITARIA DI INTERVENTO:** *Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi.*

L'Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per la Valutazioni Ambientali (UTVALAMB) sviluppa strumenti per l'analisi e la valutazione delle politiche ambientali e strumenti di supporto per le decisioni in tema di politiche energetiche e produttive integrando la dimensione strettamente ambientale con quella socio-economica.

#### PRINCIPALI ATTIVITÀ SVOLTE / PROGRAMMI IN CORSO

Le principali linee di attività di UTVALAMB riguardano: sviluppo di modellistica atmosferica e misura degli inquinanti atmosferici al fine di predisporre strumenti a supporto delle decisioni in ambito nazionale e locale sui temi dell'inquinamento atmosferico; valutazioni quantitative di sostenibilità attraverso metodologie Life Cycle Assessment (LCA) ed ecodesign; sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative per la rimozione degli inquinanti nelle acque reflue e la riduzione dei consumi idrici; sviluppo di modelli e misure per analizzare gli impatti antropici su atmosfera, acqua e suoli.

Nell'ambito delle valutazioni di sostenibilità ambientale, l'Unità partecipa, spesso in collaborazione con altre Unità Tecniche, a progetti di ricerca comunitari, nazionali e regionali (EcoADD; CLIMATE KIC - Pioneers Into Practice programme 2014; GENESI; VIAAI; UNIFHY; TYGRE; BIOMASSVAL; LAMP; NANOREG; SWIM; MER; AdNATURE, commessa del JRC sulle principali banche dati LCA; progetto Egadi per l'implementazione di un sistema informativo dei consumi idrici nelle scuole).

UTVALAMB trasferisce i risultati della ricerca in materia di inquinamento e qualità dell'aria alla Pubblica Amministrazione Centrale e agli Enti territoriali locali attraverso rapporti di collaborazione con il Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare. Ciò avviene principalmente attraverso due azioni, lo sviluppo del modello nazionale MINNI e lo sviluppo di metodi per il disegno ottimo di reti di qualità dell'aria e la caratterizzazione spaziale delle stazioni di misura ("Accordo di Collaborazione per l'avvio delle reti speciali di cui al decreto legislativo 155/2010", siglato tra MATTM, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ENEA e Istituto Superiore di Sanità (ISS)). Queste attività contribuiscono al supporto delle Regioni e del sistema delle Agenzie Ambientali con un sistema modellistico in grado di valutare azioni di riduzione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera ma anche di orientare la scelta degli ambiti di intervento con analisi di *source-apportionment*, analisi costi-efficacia ecc.

Nel corso del 2014 è stato siglato un ulteriore accordo di collaborazione con il MATTM ed il CNR per il supporto alle attività internazionali del MATTM sul tema della qualità dell'aria. L'Unità Tecnica ha il compito di valutare scenari regionali e nazionali di abbattimento delle emissioni di inquinanti atmosferici e di supportare tecnicamente il Ministero di fronte alla Corte di Giustizia europea per il contenzioso sui superamenti dei limiti di Qualità dell'Aria.

Tra le attività di supporto alla Pubblica Amministrazione Centrale, nel 2014 hanno trovato conclusione quelle previste dalla Convenzione mirata al rafforzamento istituzionale del Ministero dell'Ambiente Libanese sui temi dell'inquinamento atmosferico e del riuso delle acque. Nell'ambito delle attività di valutazione del rischio sanitario, UTVALAMB, anche in collaborazione con UTBIORAD, ha valutato il danno sanitario della Centrale ENEL di Torrevaldaliga Nord e ha revisionato lo studio relativo alla centrale di Brindisi. Partecipa al Progetto Nazionale "Metodi per la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (VIAS) dell'inquinamento atmosferico", finanziato dal Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie (CCM) del Ministero della Salute che opera in coordinamento con le strutture regionali, e al Progetto Europeo LIFE+ "Mediterranean Health Interview Surveys Studies: long term exposure to air pollution and health surveillance – MED HISS". L'Unità ha inoltre svolto attività per la valutazione dell'impatto delle centrali termoelettriche a carbone presenti sul territorio nazionale sia in termini di contributo specifico alle concentrazioni locali sia in termini di rischio potenziale sulla salute delle popolazioni.

L'Unità ha condotto uno studio sull'impatto dell'ILVA di Taranto sulla qualità dell'aria della Provincia di Lecce, commissionato dalla stessa società.

UTVALAMB trasferisce metodi e strumenti sviluppati nei progetti di ricerca al sistema produttivo principalmente attraverso tre canali: la partecipazione a progetti di cooperazione transnazionale per il supporto alle PMI (PRESOURCE), per la realizzazione e la gestione di aree industriali sostenibile nei Paesi del bacino mediterraneo (MEID, MER, ECP-SCP-MED) e per la gestione della risorsa idrica in Paesi in Via di Sviluppo (SWIM); la partecipazione alla rete Regionale dell'Emilia Romagna dei Tecnopoli di Ricerca industriale con il Laboratorio LECOP che offre collaborazione tecnica e servizi alle aziende dell'Emilia Romagna e sul territorio nazionale e lo spin-off Ecoinnovazione srl che opera nel mercato della consulenza ambientale.

Sul tema "particolato e qualità dell'aria", UTVALAMB, attraverso il Laboratorio LECOP, ha avviato attività di tipo sperimentale volte alla misura con alta risoluzione temporale, della componente inorganica solubile (anioni e cationi) della frazione fine (PM<2.5 µm) del particolato atmosferico e misure on-line di ulteriori inquinanti atmosferici precursori del particolato. In questo ambito, il Laboratorio ha in corso molteplici Accordi di Ricerca Collaborativa con aziende leader in ambito nazionale nella produzione di nuovi monitor per la qualità dell'aria (Thermo Fisher Scientific S.p.a, Saras Ricerche e Tecnologie S.p.a, ecc.) e ha siglato un Memorandum of Understanding Collaboration con il JRC di ISPRA. Nel corso del 2014 ha partecipato a campagne di misura a livello europeo sulla caratterizzazione del particolato atmosferico.

UTVALAMB partecipa attivamente a Reti, Associazioni scientifiche, organismi internazionali, e gruppi di lavoro di carattere nazionale (Rete Italiana LCA) e internazionale (EERA JP "e3s"; SETAC; FAIRMODE; European Innovation Partnership on Water; Technical Advisory Board per la sperimentazione dei regolamenti PEF/OEF della CE; gruppo di lavoro OECD sulla sostenibilità dei nanomateriali; gruppi di lavoro su certificazione ambientale di prodotto e carbon footprint in ambito UNI; Envifood protocol), ENERO.

## RISULTATI CONSEGUITI

Nel corso del 2014, UTVALAMB ha prodotto 18 pubblicazioni su riviste scientifiche, 35 relazioni pubblicate in proceedings di conferenze, 10 rapporti tecnici ENEA, 2 toolkit per la valutazione della sostenibilità delle aree industriali e PMI.

Altre attività di particolare rilevanza per UTVALAMB nel corso del 2014:

- UTVALAMB ha organizzato nel mese di gennaio 2014, presso la sede ENEA di Bologna, la prima giornata di incontro tra comunità modellistica e sperimentale sul tema "Modellistica della qualità dell'aria: l'aerosol atmosferico". L'evento, a cui hanno partecipato numerosi rappresentanti di Enti Locali/Agenzie Regionali Per l'Ambiente, soggetti imprenditoriali e consulenti ambientali, è stato promosso congiuntamente con la Società Italiana di Aerosol, in collaborazione con ISAC-CNR e RSE, ed ha avuto il patrocinio del Ministero dell'Ambiente.

Obiettivo specifico è stato proprio l'integrazione tra misure sperimentali, convenzionali e non convenzionali, di qualità dell'aria e simulazioni modellistiche ed ha permesso di documentare le attività innovative svolte nell'UT in entrambi gli ambiti.

Si è inoltre assicurata la partecipazione dei ricercatori dell'Unità ai seguenti convegni e fiere:

- Seminario informativo di APRE su Horizon2020 - 29 gennaio ENEA Bologna.
- Presentazione del Nodo Italiano dell'Life Cycle Data Network, Commissione Europea, Brussels, 6 febbraio 2014.
- Energia: Dal Biogas al Biometano. Nuove prospettive di mercato. CNR Bologna 13 febbraio.
- Presentazione ad invito al convegno XXVI Congresso Nazionale AISME – Pisa, 13-15 febbraio 2014, “I nuovi orientamenti europei nell'approccio al ciclo di vita: dal prodotto all'organizzazione”.
- Seminario interno ENEA di presentazione programma Horizon2020. Aula Magna ENEA Bologna 11 marzo.
- "We Starter International by SIMPLER" - 20 marzo.
- Moderatore del LEAP First Annual Meeting per conto della FAO (6 marzo 2014, Roma).
- Docenze al network STAR Agroenergy (12 marzo 2014, Foggia).
- Presentazione al 2° Workshop sulla Gestione Responsabile del Prodotto "Gli strumenti di Valutazione della Sostenibilità dei prodotti e le decisioni aziendali di marketing", organizzato da Federchimica, Milano 25 marzo 2014.
- GreenRetail Forum&Expo 2014, Milano. Partecipante alla tavola rotonda CHE SENSO HA IL CONSUMO OGGI.
- Partecipazione ad invito al 3rd International Meeting on LCA Cooperation, sul tema “GLOBAL NETWORK of INTEROPERABLE LCA DATABASES”, organizzato da UNEP ed USEPA a Washington, 14-16 aprile 2014.
- Intervento dal titolo “Ottimizzazione energetico-ambientale del prodotto industriale” presso il Corso di formazione ed aggiornamento professionale per Energy Manager organizzato da FIRE in collaborazione con ENEA e tenutosi a Roma (16 maggio 2014).
- Workshop L'uso strategico degli acquisti pubblici verdi, Ministero dell'Ambiente, PON GAS, 25 Settembre 2014 Bari.
- Relazione ad invito al Seminario: “Iniziativa per la sostenibilità delle filiere agroindustriali” organizzato dal MATTM al Salone del Gusto-Terra Madre, Torino 24 ottobre 2014.
- Relazione ad invito agli Stati Generali Green Economy, Rimini 5 novembre 2014.

Ha presentato le attività e i risultati intermedi del progetto GENESI presso:

- 8th International Conference on Society & Materials (SAM8), tenutasi a Liège - Belgio (20-21 maggio 2014), con l'intervento dal titolo “Simplification strategies for mechatronic products: the case study of a cooker hood”.
- 10th Going Green - CARE INNOVATION 2014 Conference, tenutasi a Vienna - Austria (17-20 novembre 2014), con l'intervento dal titolo “How to enhance the life cycle concept among small and medium sized enterprises: a proposal for a simplified LCA for household appliances”.
- Convegno “Strumenti per la valutazione della sostenibilità di prodotti/processi: Environmental and Social LCA, Life Cycle Costing, Environmental Footprint, Carbon & Water Footprint, Energy, MFA” organizzato da Ecomondo e Rete Italiana LCA all'interno della fiera Ecomondo, tenutosi a Rimini (6 novembre 2014), con l'intervento dal titolo “Dealing with recycling in mechatronic products”.
- Seminario di Qualityfood - Sicurezza, Qualità & Sostenibilità "Casi studio di LCA (Life Cycle Assessment) di prodotti agroalimentari: aspetti metodologici tra sfide e opportunità", Fiera di Cremona, 10 giugno 2014; presenti circa 30 persone.

- Docenza tenuta presso la Camera di Commercio di Reggio Calabria, 11 Novembre 2014, sul tema “Carbon footprint e Life Cycle Assessment. Misurare la CO2 per migliorare la competitività dell'impresa”.
- Docenza tenuta al corso organizzato da ENEA per “Energy Manager”, 14 novembre 2014, Milano sul tema “Ottimizzazione energetico ambientale del prodotto industriale”.
- Docenza tenuta all'interno del Modulo di sviluppo competenze “L'approccio interdisciplinare ai cambiamenti climatici”, organizzato dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Governance e Azioni di Sistema FSE 2007-2013, 6 novembre 2014, Lecce e 21 novembre 2014, Lamezia Terme (RC) dal titolo “Strumenti per conoscere e comunicare le prestazioni climatico-ambientali delle filiere agroindustriali”.
- Docenza tenuta all'interno della Summer School “Consumo e produzione sostenibili: strumenti innovativi per l'uso efficiente delle risorse” (Università della Magna Grecia, Catanzaro, 30.06-04.07 2014), realizzata nell'ambito del Progetto PON GAS 2007-2013. Titolo dell'intervento: “Banche dati di LCA”.

Nell'ambito dei progetti ECOSCPMED e MER UTVALAMB ha assicurato la partecipazione ai seguenti eventi:

- Workshop “Sviluppo Sostenibile: prodotti, consumo, promozione e marketing territoriale” (Bologna, 14 maggio 2014) Chair e reporting della Sessione World Cafè “Aree industriali sostenibili”.
- Presentazione del “Toolkit for sustainability of industrial areas” alla Conferenza finale ECO-SCP-MED “Sustainable Consumption & Production in the Mediterranean: territorial approaches to match global challenges” Marseilles – 2nd December 2014 ECOSCPMED Marsiglia.
- Presentazione della attività ENEA nel progetto alla conferenza internazionale ERSCP 2014 Portorož, Slovenia 15 October 2014.
- Il 10-11 dicembre 2014 si è svolta a Bologna presso l'Accademia delle Scienze la Conferenza finale del progetto di capitalizzazione MER: “Smart Green Communities”. L'evento, organizzato dalla Provincia di Bologna, ha visto la partecipazione dei partner di progetto, delle autorità locali, accademici, associazioni di categoria e imprenditori. Obiettivi: promuovere il confronto sui temi del marketing territoriale e delle smart communities; costruire sinergie e concrete opportunità di cooperazione a livello europeo; presentare strumenti e buone pratiche atti ad accrescere l'attrattività dell'area MED e illustrare i risultati del progetto.
- Il 6 novembre 2014, l'Unità LEI ha inviato un relatore al Corso di Formazione “Marketing Territoriale, Eco-Innovazione e Sviluppo Locale” presso l'Accademia Anusca a Castel San Pietro Terme (BO). Per presentare la piattaforma per la formazione online sviluppata dal GdL dell'ENEA nel progetto MER.
- Il 26-27 maggio 2014 relazione ad invito al corso di formazione “ Sustainable Industrial Areas: environmental management, green competitiveness and eco-innovation” organizzato dal Mediterranean Action Plan of the United Nations Environment Programme a Beirut (Libano). È stato presentato il modello di gestione MEID illustrando gli strumenti per favorire la sostenibilità nelle aree industriali e le opportunità per le PMI.

Nell'ambito del progetto PRESOURCE, l'Unità ha partecipato:

- Al “Transnational Workshop on Tools and Experiences” tenutosi a Berlino (8 aprile 2014) e organizzato dall'Agenzia Federale per l'Ambiente tedesca, presentando lo strumento Tespi e le attività del laboratorio.
- Attività di promozione delle attività del laboratorio al “Transnational Workshop on Innovative Financing Instruments for Eco-Innovation in Central Europe” tenutosi a Vienna (9 ottobre 2014).
- Intervento dal titolo “Progettare prodotti a ridotto impatto ambientale con un approccio a ciclo di vita” relativo ad analisi e progettazione del ciclo di vita presso l'evento “Progettare il tempo” all'interno del Festival della Scienza, tenutosi a Genova (9 ottobre 2014).



- Alla Conferenza finale del progetto Presource tenutasi a Berlino l'11 e il 12 novembre 2014 con un intervento orale e 2 poster di presentazione della fase di test dello strumento EDIT Value effettuata con le due PMI italiane.

UTVALAMB ha inoltre organizzato corsi e convegni, e realizzato materiali promozionali per imprese, consulenti, Enti Locali:

- Un corso sui temi *Life Cycle Assessment ed Eco-design* per l'azienda CMS Spa, presso la sua sede a Marano sul Panaro - MO (17 e 29 aprile 2014).
- Attività di promozione delle attività dell'Unità LEI e presentazione dello strumento EDIT Value alle imprese regionali (e non solo) durante il Transnational Workshop "Application of EDIT Value Tool in Central European SMEs" organizzato dall'Unità a Bologna il 17 settembre 2014.
- Una Brochure (sia in lingua italiana che inglese) dello strumento EDIT Value e delle attività del laboratorio LECOP.

Nell'ambito delle attività della Rete Italiana LCA, UTVALAMB ha organizzato:

- Convegno "Strumenti per la valutazione della sostenibilità di prodotti/processi: Environmental and Social LCA, Life Cycle Costing, Environmental Footprint, Carbon & Water Footprint, Emery, MFA", nell'ambito della fiera Ecomondo 2014 in collaborazione con CTS Ecomondo, Rete Italiana LCA, Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei Beni culturali, Università di Bologna. Nel corso del convegno ricercatori del Laboratorio hanno presentato le proprie attività di ricerca e presieduto sessioni di lavoro.
- VIII Convegno della Rete Italiana LCA 2014, Università di Firenze, "I nuovi orizzonti dell'LCA: verso un approccio sistemico ed integrato alla progettazione di prodotti, processi e servizi. 19 - 20 giugno 2014, Università di Firenze. Nell'ambito del convegno ricercatori del Laboratorio hanno tenuto presentazioni orali.
- Corso Base di Life Cycle Assessment. (16, 17, 18 giugno 2014, Centro Didattico Morgagni, Firenze), con l'obiettivo di fornire delle conoscenze di base sulla metodologia della Life Cycle Assessment (LCA) e guidare i partecipanti nella realizzazione di uno studio LCA di base e nell'analisi dei risultati ottenuti.

Sui temi della gestione e introduzione di buone pratiche nelle aree industriali, eco-efficienza degli edifici industriali ed efficienza energetica UTVALAMB ha partecipato alla organizzazione dei seguenti eventi:

- Nell'ambito del progetto ECO-SCP-MED la conferenza regionale "Aree industriali: sostenibilità e competitività" (10 ottobre 2014) sui temi della gestione e introduzione di buone pratiche nelle aree industriali, eco-efficienza degli edifici industriali e efficienza energetica in collaborazione con l'ordine degli Architetti ed il Comune di Piacenza. Il convegno, con circa 200 partecipanti, ha coinvolto Enti Locali, professionisti, ordini professionali e imprese della logistica (IKEA), in una discussione sul futuro delle aree industriali in Provincia di Piacenza.
- La tematica della gestione delle aree industriali e le metodologie di supporto alle valutazioni di sostenibilità sono state inoltre oggetto di un seminario formativo "Eco-innovation and competitiveness in Italian industrial areas", per gli studenti del corso di laurea Magistrale "Resource Economics and Sustainable Development" dell'Università degli studi di Bologna, Scuola di Economia di Rimini (Rimini, 20-21 Ottobre 2014).
- Il 16 e 17 settembre 2014 in collaborazione con la Facoltà di Ingegneria di Messina, l'Ordine degli Ingegneri di Messina, l'Ordine degli Architetti ed INBAR ha organizzato un convegno sulla gestione innovativa delle aree industriali nell'ambito del progetto europeo MER (Marketing and governing innovative industrial Areas, <http://www.merproject.eu>). Il convegno si è rivolto a professionisti, Amministrazioni Locali, Imprese e Gestori di Aree e ha rappresentato un'occasione per condividere, confrontare e scambiare esperienze diverse, discutendo il tema della competitività delle aree industriali in un'ottica di Sviluppo Sostenibile.

Per il coinvolgimento di imprese in progetti di ricerca, UTVALAMB ha svolto le azioni seguenti:

- Sono stati attivati contatti con alcune aziende della Regione Emilia-Romagna per valutare possibili collaborazioni a progetti di ricerca. In particolare, incontri con Softer Spa si sono tenuti il 17 ottobre 2014 e il 28 ottobre 2014 e con BIO-Pro Srl il 17 ottobre 2014 e il 10 dicembre 2014.
- Ha partecipato all'incontro con le aziende (SACMI Imola S.C., Andalò Gianni s.r.l., LaserWave s.r.l.), con il Laboratorio CNR ISTECH e con l'Istituto Nazionale di Ottica (Firenze) per lo sviluppo della proposta di progetto "Processi di lavorazione laser nella produzione di materiali ceramici" (Imola, 4 novembre 2014).

UTVALAMB ha inoltre:

- Aderito al progetto "linguaggio della ricerca" Progetto di Divulgazione Scientifica, promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna, che prevede l'organizzazione di corsi di formazione su richiesta degli Istituti scolastici <http://www.bo.cnr.it/linguaggiodelricerca/>. Il 17 febbraio 2014, l'Unità ha organizzato una giornata di studio, comprendente una parte teorica e un'esercitazione pratica presso ITIS "Leonardo da Vinci" di Carpi presentando i principi base della sostenibilità ambientale e organizzando poi una sessione specifica sull'applicazione dell'LCA e sull'uso del software di LCA semplificato eVerDEE. Gli elaborati degli studenti sono stati premiati nel corso del XI Convegno Annuale del Progetto "Il Linguaggio Della Ricerca (LdR)" Palazzo dei Congressi (Sala Europa), Bologna 1 ottobre 2014.
- Assicurato l'aggiornamento continuo della piattaforma sviluppata in seno al progetto Presource (<http://presource.eu/competence/>) con informazioni riguardanti eventi, con pubblicazioni, con strumenti ed esempi di buone pratiche sui temi dell'efficienza delle risorse e dell'eco-innovazione in Italia e nei paesi partner.
- Curato l'organizzazione scientifica del convegno SETAC Europe Basel, maggio 2014.
- Curato l'organizzazione scientifica del convegno SETAC LCA Case Study Symposium Novi Sad, novembre 2014.
- Partecipato alla fiera H2O nell'ambito della quale ha collaborato alla realizzazione del convegno *Water Ideas*.

## PRINCIPALI INTERLOCUTORI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

### In ambito nazionale:

Ministero dell'Ambiente; Ministero degli Affari Esteri - Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo; Ministero della Salute - Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie (CCM); Ministero dello Sviluppo Economico; Ministero delle Politiche Agricole e Forestali; ISTAT; CNR - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico IIA, e ISAC; Rete Italiana LCA; Diverse Amministrazioni e ARPA Regionali; Diverse Università italiane ed europee; CNA Emilia Romagna, Lega Coop ER.

### In ambito europeo e internazionale:

EERA; OECD; FAIRMODE (Forum for Air quality Modelling in Europe); ACTRIS (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure Network); SETAC; UNEP; FAO; Joint Research Centre della Commissione Europea di ISPRA; International Institute for Applied System Analysis (IIASA) - Mitigation of Air Pollution and Greenhouse Gases; WSST piattaforma europea per le acque; Task force European innovation Partnership on water, ENERO, JP on water.

## RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Il trasferimento tecnologico viene operato a tre livelli attraverso:

- 1) la partecipazione a programmi europei di cooperazione e trasferimento (Central Europe, MED ecc.) che permette di condividere i risultati delle ricerche e le migliori pratiche con partner di aree geografiche affini;
- 2) il laboratorio di ricerca industriale LECOP del Tecnopolo ENEA della Regione Emilia Romagna, che offre servizi di ricerca applicata e industriale principalmente alle imprese del territorio, ma non solo;
- 3) la promozione dello spin-off della ricerca Ecoinnovazione srl, che offre consulenza e servizi basati sugli strumenti e conoscenza sviluppata nell'ambito di progetti di ricerca al sistema produttivo nazionale, con la flessibilità che il mercato richiede.

The logo for ENEA, consisting of the letters 'E', 'N', 'E', and 'A' in a bold, stylized, blue font. The 'E' and 'A' are connected to the 'N', and the 'N' and 'E' are connected to each other.

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

# **Attività e risultati delle Unità Tecniche ENEA**

**Allegato al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2014**

**Marzo 2015**



# INDICE





# PREMESSA

---

Il Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2014 è corredato di questo Allegato che ha l'obiettivo di presentare nel dettaglio il ruolo delle Unità Tecniche dell'ENEA - nonché delle Unità UTT, IRP, UPRSE, e UCSTUDI - all'interno delle quali vengono svolte le attività di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile.

È attraverso le Unità Tecniche che l'ENEA risponde al proprio mandato istitutivo, mettendo a disposizione del sistema Paese le competenze multidisciplinari e la grande esperienza nella gestione di progetti complessi andate consolidandosi nel corso degli anni.

Questo documento consta di tre parti: la prima, **La strategia e le risorse**, ha lo scopo di contestualizzare il ruolo delle Unità Tecniche attraverso la descrizione delle funzioni-obiettivo, delle aree di intervento e della struttura dell'ENEA; la seconda, **La struttura territoriale**, si focalizza sulle infrastrutture diffuse territorialmente, i nove Centri di Ricerca, che rendono possibile l'organizzazione del lavoro nei diversi ambiti di intervento; l'ultima parte, **Le attività e i prodotti delle Unità Tecniche**, è costituita dalle schede descrittive delle singole Unità, delle quali vengono evidenziati nel dettaglio il posizionamento strategico e la *mission*, le principali attività svolte, i risultati conseguiti, i principali interlocutori nazionali e internazionali, le ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale.



# **Parte Prima**

## **LA STRATEGIA E LE RISORSE**



## FUNZIONI-OBIETTIVO E AREE DI INTERVENTO

---

L'art. 37 comma 2 della Legge n. 99 del 23 luglio 2009 istituisce l'Agenda Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), sotto la vigilanza del Ministro dello sviluppo economico, assegnandole le due principali finalità, o **Funzioni-obiettivo**:

### 1. Ricerca e innovazione tecnologica

### 2. Prestazione di servizi avanzati

La complementarità fra queste Funzioni costituisce la sfida attraverso la quale l'ENEA intende misurare il proprio potenziale di intervento, mettendo a disposizione del Paese competenze, esperienze e capacità operative al fine di produrre innovazione, contribuire ad una maggiore sicurezza energetica del paese e sostenerne la competitività, promuovendo quello sviluppo economico sostenibile che è nella sua missione.

L'ENEA realizza le Funzioni-obiettivo in tre **Aree prioritarie di intervento** che derivano dall'incontro fra le principali tematiche attinenti agli obiettivi dello sviluppo sostenibile e competitivo del Paese, con quanto l'Agenda è in grado di esprimere in termini di competenze, esperienza, strutture e potenzialità complessiva di intervento. Data la complessità e l'ampiezza dei settori considerati, esse possono presentare interazioni.

Le Aree individuate sono le seguenti:

- Area 1: **Sostenibilità del sistema energetico**
- Area 2: **Competitività dei sistemi produttivi**
- Area 3: **Energia per il futuro**

Esse rispondono ai fabbisogni scientifici e tecnologici del Paese nel campo dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile e rappresentano una declinazione della *mission* dell'ENEA, in coerenza con le linee programmatiche definite nella Strategia Energetica Nazionale (SEN), nel Programma europeo Horizon 2020 e nelle altre linee di programmazione europee.

## Funzioni-obiettivo *Ricerca e innovazione tecnologica*

---

La **Funzione-obiettivo *Ricerca e innovazione tecnologica*** favorisce la realizzazione di tecnologie innovative e competitive orientate al mercato, nell'interpretazione dei bisogni che provengono dal sistema paese.

In un contesto sempre più competitivo su scala globale, dove i tempi connessi al processo d'innovazione tecnologica si riducono progressivamente, risulta fondamentale la capacità di anticipare i futuri fabbisogni tecnologici connessi alla transizione verso un sistema economico sostenibile.

In quest'ottica, il ruolo di “**garante tecnologico**” dell’Agenzia è fondamentale per mettere a sistema le risorse e le competenze pubbliche e private presenti sul territorio, favorendo soprattutto la transizione tecnologica nelle fasi più critiche del processo d’innovazione, come quelle di “ricerca e sviluppo”, dove l’innovazione rischia di rimanere intrappolata a causa di ridotte risorse finanziarie e limitato supporto pubblico. In questo senso, le **partnership pubblico-private** costituiscono un elemento essenziale, in quanto stimolano e accelerano gli investimenti attraverso una condivisione del rischio tra imprese private e settore pubblico, favorendo al contempo la riduzione della dipendenza tecnologica del Paese dall’estero e accelerando il processo di transizione energetica.

In questo ambito l’ENEA:

- progetta prototipi di tecnologie e impianti per la sostenibilità;
- realizza progetti dimostrativi finalizzati alle prove di componentistica;
- individua le migliori tecniche produttive per il mercato;
- valuta e confronta soluzioni tecnologiche fra loro alternative;
- prova sistemi e componenti critici anche in condizioni estreme;
- definisce standard tecnologici per la sicurezza.

## Funzioni-obiettivo *Prestazione di servizi avanzati*

---

Questa Funzione si sviluppa su tre principali linee di intervento:

- 1) **Servizi alle imprese e trasferimento tecnologico** per la **diffusione e la promozione delle tecnologie** a supporto del sistema produttivo, con la messa a disposizione di informazioni, competenze e strumentazione tecnologica.

In questo ambito l’ENEA:

- promuove e facilita l’incontro fra domanda e offerta di innovazione anche attraverso la partecipazione a reti nazionali e internazionali e a progetti di ricerca comunitari;
- tutela e valorizza la proprietà intellettuale, come i brevetti di invenzione, di modello, di marchio e i diritti d’autore, attraverso accordi di *licensing* e la creazione di imprese ad alto contenuto tecnologico come gli *spin-off*;
- supporta i processi di trasferimento tecnologico, fornendo consulenza tecnica specialistica e promuovendo l’adozione di tecnologie ICT per l’interoperabilità e la dematerializzazione dei processi produttivi;
- orienta le politiche di investimento delle imprese verso le nuove tecnologie “pulite”, riducendo costi e rischi connessi all’avvio di programmi di innovazione;
- offre servizi avanzati di prova, qualificazione e certificazione di materiali, componenti e sistemi, mettendo a disposizione delle imprese *facility* sperimentali, banchi di prova, laboratori e strumentazione d’avanguardia;



- offre servizi avanzati di diagnosi energetica e tecnologica, con ricognizioni delle opportunità per le imprese sul fronte dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili e dell'innovazione tecnologica;
- mette a disposizione la propria rete dei laboratori di radioprotezione per la fornitura di servizi connessi alle misure di radioattività, dosimetria e taratura di strumentazioni.

2) **Advisor alla Pubblica Amministrazione centrale e territoriale** per affiancare il decisore pubblico nella definizione e attuazione di politiche energetiche e ambientali sia in sede centrale che locale.

In questo ambito l'ENEA:

- realizza studi e analisi di scenari energetici e tecnologici del sistema Italia che, a partire dalla conoscenza della situazione e dalla interpretazione dei trend in atto, traggano gli obiettivi strategici, prefigurando e costruendo i percorsi necessari al loro perseguimento;
- garantisce un sistema di informazione e monitoraggio sulle tecnologie energetiche che fornisca un quadro referenziato, aggiornato e imparziale sullo stato dell'arte e sulle prospettive di tali tecnologie, individuandone l'impatto della penetrazione a livello territoriale sia in termini ambientali che socio-economici;
- formula piani e programmi per il conseguimento degli obiettivi nazionali assunti in campo energetico e ambientale, contribuendo a identificare termini, modalità e strumenti per promuovere l'uso razionale e sostenibile delle risorse, avvalendosi anche di attività specifiche di monitoraggio sull'uso delle fonti di energia, sugli effetti delle politiche di incentivazione, sugli effetti ambientali;
- verifica e monitora i progetti realizzati e le misure adottate per il risparmio e l'efficienza energetica.

3) **Comunicazione e formazione tecnico-scientifica** per accrescere la conoscenza scientifica e una cultura della sostenibilità.

In questo ambito l'ENEA:

- predisporre, gestire e diffonde programmi di informazione e comunicazione verso cittadini, imprese, pubblica amministrazione e operatori economici sugli strumenti, i meccanismi e il quadro finanziario e giuridico predisposti a livello nazionale e locale per la promozione del risparmio e dell'efficienza energetica;
- promuove e sostiene l'interazione tra il mondo della scuola, della formazione e delle imprese nei settori di propria competenza;
- svolge attività di formazione - sia in presenza che a distanza - per favorire il trasferimento delle conoscenze e creare nuove figure professionali;
- sviluppa programmi per l'alta formazione e la diffusione delle conoscenze scientifiche;
- offre servizi di informazione, analisi e valutazioni in merito alle normative di incentivazione dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili, e alle tecnologie commerciali utilizzabili per gli investimenti.

## Aree di intervento

---

L'ENEA realizza le sue Funzioni-obiettivo nelle seguenti tre Aree prioritarie di intervento:

Area 1: **Sostenibilità del sistema energetico**

Area 2: **Competitività dei sistemi produttivi**

Area 3: **Energia per il futuro**

### Area1: Sostenibilità del sistema energetico

---

L'Area ***Sostenibilità del sistema energetico*** è quella in cui si sviluppano le capacità di analisi e valutazione del sistema energetico nazionale a supporto del decisore pubblico, nonché le attività di ricerca e sviluppo di tecnologie per la sostenibilità ambientale ed economica dei sistemi energetici.

I settori di intervento dell'Area sono i seguenti:

- Fonti rinnovabili
- Efficienza energetica
- Sistemi di accumulo
- Infrastrutture energetiche
- Smart Energy
- Modellistica energetica
- Carbon Storage e Sequestration

### Area 2: Competitività dei sistemi produttivi

---

L'Area ***Competitività dei sistemi produttivi*** è relativa al supporto al sistema della produzione e dei servizi, attraverso lo sviluppo di metodologie e tecnologie finalizzate ad aumentarne la competitività nei diversi settori, garantendone al contempo la compatibilità ambientale e la sostenibilità economica.

I settori di intervento dell'Area sono i seguenti:

- Caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale
- Modellistica ambientale
- Gestione integrata dei rifiuti
- Gestione delle risorse idriche
- Eco-innovazione dei processi produttivi
- Gestione, certificazione ambientale ed eco-progettazione
- ICT
- Materiali innovativi

- Protezione sismica
- Protezione della salute dell'uomo
- Conservazione dei beni culturali
- Innovazione e sostenibilità del sistema agroambientale ed agroindustriale

## Area 3: Energia per il futuro

---

L'Area **Energia per il futuro** riguarda lo sviluppo a medio-lungo termine di attività di ricerca volte a garantire una produzione di energia su larga scala, sicura e rispettosa dell'ambiente, e a competere nelle sfide del mercato energetico del futuro.

I settori di intervento dell'Area sono i seguenti:

- **Fusione nucleare:** la ricerca sulla Fusione in ENEA si concentra in particolare sul confinamento magnetico, con attività relative sia alla fisica dei plasmi sia allo sviluppo di tecnologie di rilevanza reattoristica, ma include anche attività sul confinamento inerziale. Nell'ambito della sperimentazione di fisica per il confinamento magnetico, ENEA conduce esperimenti con il reattore FTU (Frascati Tokamak Upgrade), che consente di studiare plasmi a campi magnetici elevati e ad alta densità. In ambito tecnologico sono state sviluppate numerose tecnologie per la fusione che hanno riguardato in particolare i magneti superconduttori, i componenti ad alto flusso termico affacciati al plasma, i materiali, la neutronica e i dati nucleari, la tecnologia dei metalli liquidi. La ricerca sulla Fusione vede impegnati tutti i Paesi tecnologicamente più avanzati che hanno concentrato il loro impegno nella realizzazione del reattore a fusione sperimentale ITER. ENEA è stata protagonista nella progettazione e nel programma di ricerca e sviluppo di ITER attraverso la realizzazione di componenti ad alto contenuto scientifico e tecnologico, ed è stata di supporto al sistema industriale italiano per la realizzazione delle forniture e dei componenti che costituiscono il cuore di ITER.
- **Fissione nucleare:** le attività sono focalizzate principalmente sulla ricerca e sviluppo di sistemi nucleari avanzati per impianti produttivi innovativi (Nucleare di IV generazione) e per la soluzione di problematiche di medio-lungo termine legate alla disponibilità delle risorse di combustibile e alla minimizzazione dei rifiuti radioattivi.
- **Sviluppo del vettore Idrogeno:** seppure in un'ottica di incertezza sui possibili utilizzi di tale vettore in termini di sicurezza e di infrastrutture, l'attività è incentrata sullo sviluppo di processi per la sua produzione, sia da fonti rinnovabili (cicli termochimici alimentati da energia solare, gassificazione delle biomasse, processi biologici), che da combustibili fossili (metano, GPL, per applicazioni di piccola taglia e con sistemi alimentati da energia solare), e sullo studio di materiali e sistemi per il suo accumulo.

## PERSONALE E STRUTTURA

---

L'organico dell'Agenzia al 31 dicembre 2014 risulta costituito da 2.726 persone, di cui 1.997 nelle Unità Tecniche, 307 nelle Unità Centrali, 401 nelle Unità Centri Ricerca e 21 in altre unità ed uffici.

Esse operano in una struttura organizzativa articolata in tre tipologie di Unità:

- **28 Unità Tecniche** (UT), di cui 2 Istituti ed 1 unità di Progetto, impegnate nel raggiungimento degli obiettivi programmatici dell'Agenzia; sono responsabili delle attività di ricerca, innovazione tecnologica e della prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile, come previsto dalla legge di riforma ed operano nei nove centri di ricerca distribuiti sul territorio nazionale;
- **6 Unità Centrali** (UC) impegnate nel coordinamento delle attività di gestione e di supporto agli organi decisionali; esse assicurano il necessario supporto al vertice dell'Agenzia per le materie relative alla valorizzazione e gestione delle risorse umane, assicurano inoltre l'attività amministrativa, il ciclo di gestione della performance e l'attività di controllo di gestione dei progetti, attraverso il coordinamento dei relativi processi;
- **9 Centri di Ricerca** (CR) impegnati ad assicurare il supporto tecnico e di funzionamento alle attività programmatiche delle Unità tecniche. Tali infrastrutture, oltre ad operare nell'ambito dei programmi dell'Agenzia, possono essere impiegate dagli altri operatori tecnico-scientifici e dal sistema imprenditoriale del Paese.

L'ENEA è inoltre dotata di:

- una rete di **sportelli territoriali**, distribuiti su tutto il territorio nazionale, che forniscono servizi di informazione e consulenza alle amministrazioni pubbliche e alle realtà produttive locali sotto la responsabilità delle Unità Tecniche competenti;
- un **Ufficio di rappresentanza a Bruxelles** che ha il compito di promuovere e rafforzare l'immagine e la partecipazione dell'ENEA a livello comunitario, oltre a fornire informazione, consulenza operativa e supporto logistico alle Unità tecniche ENEA.

**Parte Seconda**

**LA STRUTTURA TERRITORIALE**



## I CENTRI DI RICERCA ENEA

---

Le attività scientifiche dell'ENEA, si esplicano, a livello territoriale, attraverso nove centri e cinque laboratori, oltre a numerosi uffici. La dislocazione di tali sedi interessa, in modo abbastanza omogeneo, il Nord, il Centro e il Sud del Paese.

In termini di numerosità del personale, gran parte si concentra nel Lazio, dove i due centri di Casaccia e Frascati, rappresentano da soli circa il 60% del totale dei dipendenti.

Dal punto di vista delle aree di ricerca, si va dalla vasta gamma di attività scientifiche di competenza istituzionale dell'ENEA del Centro della Casaccia, ad attività monotematiche di alcuni centri più piccoli.

Il ruolo della rete delle infrastrutture tecnico-scientifiche dell'ENEA, oltre a quello di rappresentare il luogo delle attività programmatiche delle Unità Tecniche dell'Agenzia, è anche quello di operare come punto di riferimento per lo sviluppo di collaborazioni con il mondo scientifico e imprenditoriale, nonché di interloquire con le istituzioni locali, a vari livelli, sulle tematiche oggetto delle attività ENEA.

Il più grande centro di ricerca dell'ENEA è quello della **Casaccia**, sulla via Anguillarese, a circa 30 km a nord di Roma, esteso su 90 ettari, con 190 edifici destinati a impianti, laboratori, infrastrutture di servizi, e uffici. Ospita 1185 dipendenti, di cui circa un terzo donne e, quotidianamente, decine di borsisti italiani e stranieri, laureandi, e visitatori di vari paesi.

Nel corso degli anni, il centro ha mantenuto la sua connotazione di centro di ricerca, sviluppo, applicazione e trasferimento di tecnologie innovative e, attualmente, vi opera la maggior parte delle unità tecniche dell'Agenzia (dodici insieme ad un'unità di progetto, quest'ultima con compiti di coordinamento delle attività ENEA di ricerca di sistema elettrico nell'ambito del relativo accordo di programma con il MISE).

Le attività di ricerca riguardano vari settori:

- *efficienza energetica*, relativa alle tecnologie avanzate per l'industria e a supporto della PA;
- *fonti rinnovabili*, nel solare termico, termodinamico, fotovoltaico, idrogeno, biomasse;
- *fissione nucleare*;
- *ambiente e clima*, prevenzione e risanamento ambientale, tecnologie ambientali, modellistica energetica ambientale, gestione della logistica del Programma Nazionale Ricerche in Antartide;
- *sicurezza e salute*, protezione sismica, biologia delle radiazioni ionizzanti e salute dell'uomo, radioprotezione, metrologia delle radiazioni ionizzanti;



- *nuove tecnologie*, tecnologie dei materiali, sviluppo sostenibile e innovazione del sistema agro-industriale;

- *ricerca di sistema elettrico*, per l'innovazione, l'economicità e la compatibilità ambientale del sistema elettrico.

Le Unità Tecniche presenti nel centro attuano numerose collaborazioni con gli enti territoriali. Tra queste si possono ricordare le iniziative per la formazione nel campo delle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica, con la Provincia di Roma e quelle di carattere sociale con la Regione Lazio, il XV Municipio di Roma Capitale e i comuni di Anguillara e Bracciano.

Nel centro operano la società NUCLECO, per la raccolta, trattamento e deposito provvisorio di rifiuti radioattivi a media e bassa intensità e la società SOGIN, responsabile della gestione e della messa in sicurezza degli impianti legati al ciclo del combustibile nucleare.

Il secondo centro, per dimensione e personale - ospita 460 dipendenti, di cui un terzo è composto da donne e giornalmente circa 100 tra borsisti italiani e stranieri, laureandi e visitatori appartenenti a organismi scientifici pubblici e privati - è quello di **Frascati**. Distante circa 20 km da Roma, occupa una superficie di 15 ettari, con 25 edifici adibiti a impianti, laboratori e uffici. L'area in cui è collocato il centro è caratterizzata da una forte presenza di organismi di ricerca, quali gli istituti dell'area di Tor Vergata, l'ESA-ESRIN, l'INAF, l'INFN, l'INGV, e l'ASI, con i quali ENEA collabora proficuamente.

L'insediamento ENEA di Frascati, dove operano le due unità tecniche Fusione e Applicazione delle Radiazioni ionizzanti, è uno dei maggiori centri di ricerca, a livello nazionale e internazionale, nel campo dello studio e dello sviluppo della fusione nucleare, delle sorgenti laser, degli acceleratori di particelle e delle applicazioni delle radiazioni.

Grande attenzione viene prestata all'attività di trasferimento tecnologico verso il mondo industriale, volto al miglioramento della competitività, nel quadro dello sviluppo sostenibile.

Il centro svolge anche un importante ruolo nel campo della divulgazione scientifica rivolta a università italiane e straniere e a istituti superiori, attraverso seminari e visite didattiche. Nel 2013 hanno visitato il centro 140 ospiti di cinque università italiane, 35 dell'università di Calgary (Canada), 370, tra studenti e docenti, di otto istituti superiori.

È proseguita nel 2013 la collaborazione con altri istituti dell'area sud-est di Roma, la partecipazione ai progetti e alle manifestazioni europei "Settimana della Scienza" e "Notte dei Ricercatori", nel campo della divulgazione scientifica, attraverso eventi, tavole rotonde, giochi, con esperti. In occasione della "Notte dei ricercatori" il centro è stato visitato da oltre 500 persone.

Va infine ricordato che, nel corso del 2013, due delegazioni straniere hanno visitato il centro. La prima era composta da addetti scientifici di varie ambasciate straniere in Italia, la seconda da rappresentanti di realtà scientifiche cinesi di Jiangsu, Nanjing, Changzhou e Yangzhou.

Il **Centro Ricerche di Bologna** conta 238 dipendenti, e quattro unità tecniche, corrispondenti alle quattro linee di ricerca. La prima di esse riguarda la ricerca e sviluppo di metodi per la sicurezza dei reattori nucleari innovativi, nonché il mantenimento e il rafforzamento delle competenze esistenti in settori contigui come la fusione nucleare, la security e la non-proliferazione. In quest'ambito, si sviluppano metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari, alla luce dell'evento di Fukushima Dai-ichi e delle risultanze degli stress test europei.

Il secondo settore d'attività concerne la ricerca, l'innovazione e la fornitura di servizi per l'applicazione di tecniche antisismiche, per la protezione di impianti a rischio di incidente rilevante quali i nucleari - con particolare riferimento a quelle di III e IV Generazione - e quelli chimici e di edifici sia nuovi che esistenti. Si svolgono anche attività di valutazione del rischio sismico, con particolare riferimento alla vulnerabilità degli edifici, sia prima che dopo un evento sismico e nel campo della prevenzione e della diagnostica del danno nel settore della conservazione dei beni culturali, attraverso l'utilizzo di tecnologie innovative e con l'ausilio dei laboratori di Microscopia Elettronica e di Telerilevamento, incluso l'utilizzo di droni e termo-camera per rilievi.

La terza linea d'attività riguarda lo sviluppo di strumenti per l'analisi e la valutazione delle politiche ambientali e degli strumenti di supporto alle decisioni in tema di politiche energetiche e produttive, integrando la dimensione ambientale a quella socio-economica, con particolare focus sulla sostenibilità del sistema energetico e sulla competitività dei sistemi produttivi. Attraverso tre laboratori si realizzano attività di LCA (*life cycle assessment*) ed eco-design, di sviluppo di modelli e misure per la qualità dell'aria, nonché di gestione e tutela della risorsa idrica.

Infine, il quarto ambito d'attività concerne la promozione e facilitazione dell'incontro fra domanda e offerta di innovazione, attraverso la partecipazione a reti nazionali e internazionali e a progetti di ricerca comunitari, come pure la tutela e valorizzazione dell'innovazione di prodotto, attraverso accordi di *licensing* e la creazione di imprese *spin-off*, promuovendo l'adozione di tecnologie ICT per l'interoperabilità e la de-materializzazione dei processi produttivi.

Il **Centro Ricerche della Trisaia** si trova nell'omonima località, nel comune di Rotondella (MT), nella piana di Metaponto e rappresenta il più esteso centro ENEA nel Mezzogiorno. In un'area di cento ettari, in cui insistono venti laboratori e quindici impianti pilota, lavorano 150 dipendenti, di cui il 30% donne. Ogni giorno visitano il centro oltre 200 tra borsisti italiani e stranieri, laureandi, esperti italiani e stranieri.

Le principali attività di ricerca riguardano la bioenergia, le tecnologie ambientali, le tecnologie dei materiali. Per quanto riguarda la prima linea di attività, sono operativi nel centro vari impianti pilota per la produzione di energia elettrica e un laboratorio per il solare termico. Circa le tecnologie ambientali, le attività riguardano i materiali compositi ricavati da scarti di carbonio e altri scarti industriali, incluse quelle per il recupero di materiali strategici (è presente il più grande impianto pilota di estrazione delle terre rare). Rispetto alla terza linea di ricerca, le attività del

centro si articolano principalmente sulle tematiche dei materiali per l'efficienza energetica e sulle applicazioni avanzate delle tecnologie laser per il trattamento di materiali metallici.

Operano nel centro altri soggetti come SOGIN e i consorzi CALEF (applicazioni industriali del laser e del fascio elettronico) e TRAIN (tecnologie per il trasporto innovativo).

Il Centro Ricerche di Portici, presso Napoli, si estende su 2,5 ettari ed ospita quattro edifici adibiti a laboratori e uffici e impianti di ricerca per lo più nel settore fotovoltaico. Vi lavorano circa 150 dipendenti. Le attività di ricerca riguardano principalmente il settore fotovoltaico, nell'ambito del quale il centro è diventato un punto di riferimento di primo livello in tema di film sottili a base organica e inorganica, utilizzati insieme ai materiali nano-strutturali, in diverse applicazioni. Attualmente le attività di ricerca riguardano il fotovoltaico di terza generazione, il fotovoltaico organico, l'OLED (Organic Light Emitting Diode), la sensoristica, il *coating* speciale per il solare termodinamico, l'uso del grafene per il fotovoltaico. Il centro ospita il supercalcolatore CRESCO (Centro computazionale di RicErca sui Sistemi COmplessi) utilizzato nel calcolo multidisciplinare per lo studio dei sistemi complessi di natura biologica e tecnologica.

Intenso è il rapporto del centro con il territorio e con le realtà produttive pubbliche e private operanti nell'area. Sono attive alcune convenzioni con il CNR, Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici, e con l'Università degli Studi di Foggia. Presso il Centro ha inoltre sede l'Ufficio BRIDG€conomies dell'Unità di Trasferimento Tecnologico, che fornisce servizi a supporto della competitività, dell'innovazione e del trasferimento tecnologico alle piccole e medie imprese delle regioni del Sud Italia ed ai centri di ricerca sul territorio. Il Centro svolge anche un importante ruolo di supporto alle autorità locali in materia ambientale, in particolare nell'individuazione di siti a rischio per la salute e nel risanamento ambientale anche fluviale e marino.

Il **Centro Ricerche del Brasimone** si trova sull'Appennino Tosco-Emiliano, nel comune di Camugnano, in provincia di Bologna, a circa 60 km di distanza da Bologna e Firenze. La sua superficie totale è di 400 ettari, di cui circa 100 sono urbanizzati, gli altri destinati a bosco. Nell'area urbanizzata si trovano 17 edifici e 4 hall sperimentali per una superficie utile pari a circa 31.000 m<sup>2</sup>, dei quali circa il 60% attrezzati per attività sperimentali e il rimanente per servizi e accessori. Nel centro operano circa 100 dipendenti, il 25% dei quali donne, e una dozzina di ospiti tra borsisti, laureandi e tirocinanti, provenienti da varie Università. Il Brasimone è uno dei maggiori centri di ricerca a livello nazionale e internazionale dedicato allo studio e allo sviluppo delle tecnologie e dei materiali nei settori della fissione e fusione nucleare. Queste attività si inseriscono nei programmi internazionali di Euratom e Generation IV, nonché nei progetti nazionali con vari Ministeri, per reattori di quarta generazione e per la fusione termonucleare controllata. Vengono inoltre portate avanti altre importanti attività relative alla radioecologia ambientale, alla radioprotezione fisica, alla tracciabilità alimentare e al supporto tecnico e logistico al Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA).

Il centro ospita spesso visitatori, sia italiani che stranieri, dipendenti di enti, amministrazioni e altri soggetti pubblici e privati.

Il **Centro Ricerche di Saluggia** sorge sul territorio dell'omonimo comune, in provincia di Vercelli. Si estende su una superficie di circa 17 ettari, e conta 12 edifici destinati a uffici, laboratori, impianti e infrastrutture di servizio. I dipendenti ENEA con sede di lavoro nel centro sono 65 (di cui circa il 20% donne). Afferiscono al Centro anche i laboratori esterni di Ispra posti all'interno del Centro Comune di Ricerca (CCR) della Commissione Europea situato sulla riva sinistra del Lago Maggiore in provincia di Varese, in cui sono presenti 20 dipendenti ENEA (9 donne e 11 uomini).

Nel centro vengono svolte attività di ricerca e sviluppo, tramite l'Unità Tecnica Tecnologie Saluggia, su tematiche energetiche, con particolare riferimento all'impiego delle biomasse e all'analisi della filiera legno-energia, nonché su tematiche ambientali attraverso l'analisi, pianificazione e gestione sostenibile del territorio e delle risorse naturali e la conservazione della biodiversità. L'Unità Tecnica assicura anche il conseguimento degli obiettivi tecnico-scientifici dell'ENEA nel Nord Ovest del Paese svolgendo un ruolo di interfaccia con le università e le amministrazioni locali, regionali e nazionali, in particolare sulle politiche energetiche e sulle politiche di conservazione delle risorse naturali e della biodiversità. È attivo nel centro l'Istituto di Radioprotezione (IRP), che opera precipuamente nel campo della rilevazione della radioattività in ultra-tracce, sia per scopi dosimetrici, sia per la caratterizzazione dei materiali finalizzata al *decommissioning*, associando ricerca e qualificazione con una consistente attività di servizio di fornitura di prestazioni tecnico-scientifiche avanzate, rivolta agli Organi di Controllo ed agli operatori del settore.

Per la gestione dell'Emergenza Nucleare Esterna, inizialmente concepita come Centro di supporto al Compensorio Nucleare di Saluggia, sono svolte attività a supporto di SOGIN SpA finalizzate ad assicurare l'intervento di Emergenza nucleare con sistemi di monitoraggio, attrezzature di controllo e servizi integrati, e con un interesse prevalente per le problematiche radiometriche.

Attualmente il centro ospita altre due società: la SOGIN Spa impegnata nel ciclo di ricerca del combustibile nucleare e la consociata ENEA FN SpA.

Il **Centro Ricerche di Brindisi** è inserito all'interno del comprensorio denominato "Cittadella della Ricerca", situato sulla Statale Brindisi-Mesagne, divenuto nel corso degli anni un contenitore di iniziative di ricerca pubbliche e private. Conta attualmente circa 80 unità tra personale amministrativo e ricercatori, e svolge attività di ricerca, innovazione tecnologica nel settore dei materiali metallici, polimerici e ceramici per applicazioni strutturali e funzionali. I 43 laboratori del centro sono dotati di strumentazione di elevato livello, che consente le varie fasi di preparazione, caratterizzazione microscopica, micro-strutturale e micro-analitica, nonché lo studio delle proprietà chimico-fisiche e caratterizzazione funzionale dei materiali oggetto di ricerca. Oltre all'attività strettamente scientifica, il centro organizza convegni scientifici, anche di carattere internazionale, ed eventi di promozione della cultura della conoscenza, in collaborazione con i soggetti formativi istituzionali presenti sul territorio.

Il **Centro Ricerche di S. Teresa** è ubicato sulla costiera orientale del Golfo della Spezia nel territorio del Comune di Lerici ed occupa una superficie di poco più di mezzo ettaro. Si caratterizza per

attività riguardanti il clima globale e l'ambiente marino Mediterraneo, realizzate attraverso laboratori ed attrezzature per studi e ricerche sperimentali nel campo della fisica, chimica, biologia, sedimentologia e radioattività ambientale. I dipendenti con sede di lavoro nel centro sono 33 (20 donne, 13 uomini). Afferiscono però al centro anche gli uffici ENEA di Pisa, Firenze e Genova. Sono inoltre ospitati nel centro quindici ricercatori del CNR. Oltre al personale ENEA, ogni giorno sono presenti in media altre 10 persone tra borsisti e laureandi italiani e stranieri e visitatori di vari paesi.

Il centro ha carattere mono-tematico, a supporto di un programma complesso riguardante il monitoraggio marino. Tutte le attività fanno riferimento ai grandi programmi di ricerca nazionali e internazionali sui cambiamenti globali. Importanti collaborazioni sono in corso, nel campo della formazione, della sicurezza e per altre iniziative, con gli enti pubblici territoriali (comuni di Lerici, di La Spezia e Provincia di La Spezia), e con gli altri enti di ricerca presenti sul territorio CNR, INGV, Università di Genova e il DLTM (Distretto Ligure delle Tecnologie Marine).

# Parte Terza

## LE ATTIVITÀ E I PRODOTTI DELLE UNITÀ TECNICHE





# IRP

Istituto di Radioprotezione

Responsabile: Elena Fantuzzi

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Istituto di Radioprotezione (IRP) assicura la sorveglianza di radioprotezione ai sensi di legge per tutte le attività ENEA con rischi da radiazioni ionizzanti, inclusi gli impianti nucleari di ricerca. Fornisce servizi tecnici avanzati e svolge attività di ricerca e sviluppo, nonché di formazione nel campo della radioprotezione.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Per le attività ai sensi di legge per conto dell'ENEA assicura il supporto ai Datori di Lavoro per la predisposizione delle istanze autorizzative e/o per qualsiasi altro disposto di legge. Garantisce, inoltre, attraverso i propri Laboratori: il monitoraggio individuale di tutto il personale esposto per esposizione esterna e contaminazione interna, il monitoraggio degli ambienti di lavoro, inclusa l'esposizione ai radionuclidi naturali (i.e. radon) *ex lege*, nonché, a cura degli Esperti Qualificati, l'aggiornamento della documentazione di radioprotezione individuale e dei registri di radioprotezione e le valutazioni periodiche di dose. Nei Centri di Casaccia, Saluggia e Trisaia è garantito anche il monitoraggio ambientale della radioattività dei siti ENEA (comprensivi degli impianti in gestione a SOGIN e Nucleco). Nel Centro di Casaccia è garantita la gestione dell'emergenza nucleare per le azioni e valutazioni di radioprotezione.

Le attività di ricerca e sviluppo sono rivolte principalmente alla dosimetria individuale, al monitoraggio dei radionuclidi naturali, alla messa a punto di nuove tecniche di misura radiometrica per matrici complesse e/o specifici radionuclidi nonché alle valutazioni di radioprotezione per grandi acceleratori per la fusione nucleare e applicazioni sanitarie.

Infine, l'Istituto partecipa a tutte le iniziative internazionali di interconfronto e verifica di prestazione per qualificare e validare tutte le procedure di misura alla base dei servizi tecnici forniti.

## Risultati conseguiti

---

Le *attività istituzionali* di legge sono state svolte in ottemperanza alla normativa nazionale nonché alle prescrizioni specifiche per le 53 pratiche con radiazioni ionizzanti in 9 Centri ENEA (di cui 3 Impianti nucleari ex capo VII, 6 Nulla Osta di Categoria A, 15 Nulla Osta di Categoria B, 23 Comunicazioni di pratica, 6 in via di definizione) sulla base delle priorità e degli obiettivi delle Unità

Tecniche e Direzioni di Centro che si avvalgono dell'Istituto.

È stata assicurata la sorveglianza di radioprotezione individuale per oltre 300 lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti dell'ENEA, per i quali è stata anche fornita la formazione specifica *ex lege* in tutti i Centri ENEA.

A supporto alla Direzione di Centro Casaccia ed all'Esercente ENEA è stata garantita la gestione dell'emergenza nucleare e la formazione delle squadre ad essa dedicata per gli aspetti di radioprotezione e, presso il tavolo della Prefettura di Roma, per la revisione del Piano di Emergenza Esterna del CR Casaccia.

Per le attività di smantellamento dell'Impianto RB3 di Bologna-Montecuccolino, oltre alla sorveglianza fisica di radioprotezione, è stata fornito supporto alla Direzione del CR Bologna, delegata dal vertice dell'Agenzia come titolare della autorizzazione di smantellamento, per la verifica delle condizioni di rilascio dei materiali e per il piano di caratterizzazione dell'edificio ai fini del rilascio definitivo, sottoposto all'approvazione da parte ISPRA,.

In relazione a progetti in corso presso il CR Frascati (UTAPRAD), è stata completata la progettazione radioprotezionistica della prima sezione di sviluppo del progetto TOP-IMPLART da realizzare presso il CR Frascati ed effettuata la prima valutazione, finalizzata alla sicurezza radiologica in caso di incendio, per le installazioni fisse del progetto EDEN.

Nell'ambito delle *attività di ricerca* in dosimetria esterna è stato sviluppato un nuovo dosimetro per il cristallino con performance di misura adeguate alle nuove raccomandazioni attraverso simulazioni Monte Carlo specifiche per l'ottimizzazione della risposta accompagnate da prove di laboratorio per la caratterizzazione dei rivelatori, test in campo presso Aziende Ospedaliere, e da una indagine di fattibilità per la produzione e commercializzazione del nuovo dosimetro. Il prototipo verrà presentato all'International Conference on Individual Monitoring of Ionising Radiation (IM2015). Nel campo della dosimetria neutronica si è concluso lo studio per la messa a punto di un nuovo sistema di lettura per rivelatori a tracce con migliori prestazioni di analisi di immagine, anch'esso presentato a Im2015. Nel campo delle tecniche radiometriche, sono state messe a punto ed implementate nuove tecniche di analisi, per uranio e transuranici, per la caratterizzazione radiologica di matrici complesse finalizzata al *decommissioning* ed alla sorveglianza ambientale.

Ottimi risultati sono stati ottenuti nelle partecipazioni ad interconfronti: per misure di radiotossicologia sia per attività di routine (PROCORAD) che in situazioni emergenziali (EURADOS), di misura diretta della contaminazione interna (IRSN), di radioattività in matrici ambientali (ALMERA e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - ISPRA), di concentrazione del radon in aria (HPE-UK; BfS-Germania), di dosimetria personale esterna per fotoni per dosimetria ambientale e per la dose al cristallino (EURADOS).

Ciò ha permesso di dare evidenza nuovamente della qualità ed affidabilità dei servizi forniti.

I *servizi avanzati di radioprotezione* forniti all' Utenza esterna sono stati molto numerosi (decine di migliaia di misure eseguite). I servizi forniti sono stati prevalentemente di: dosimetria esterna, monitoraggio di contaminazione interna (*in vivo*), misure di radiotossicologia, misure radiometriche in campioni di varia natura, misure di concentrazione radon in aria e calibrazione di

strumentazione. Particolare rilevanza hanno assunto le forniture di misure di caratterizzazione legate al decommissioning di impianti nucleari.

Le competenze multi-disciplinari inerenti il monitoraggio e misura della radioattività hanno consentito di ricoprire il ruolo di Ente Terzo, rispetto alle Autorità vigilanti e di riferimento nazionale, nelle attività di decommissioning della piscina del reattore Galileo Galilei svolte dal CISAM. In tale veste IRP ha avuto l'incarico di provvedere alla redazione e alla realizzazione operativa dei piani di monitoraggio ambientale sia interno che esterno (sito di rilascio delle acque trattate della piscina), nonché di caratterizzazione radiologiche delle acque trattate e dei rifiuti metallici ai fini del loro allontanamento.

Anche nel 2014, nel campo del monitoraggio del radon, le attività si sono suddivise tra attività di Servizio ed azioni volte al mantenimento della qualità della misurazione del radon.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Per svolgere la propria funzione, l'Istituto è in costante rapporto e confronto con la realtà internazionale nell'ambito di comitati, commissioni e gruppi di lavoro delle seguenti organizzazioni: *EURADOS* (European Radiation Dosimetry group di cui è membro votante e a chi aderiscono i principali istituti "omologhi" europei), *ICRU* (International Commission on Radiation Units and Measurements), *CRPPH* (Committee on Radiation Protection and Public Health) della *NEA* (OCSE) oltre che i principali enti di normazione tecnica internazionale ISO e IEC.

È membro della rete di Laboratori ALMERA, istituita da IAEA ed a cui aderiscono su mandato governativo laboratori fra i più accreditati a livello internazionale nel campo del monitoraggio della radioattività ambientale.

È inoltre membro del consiglio scientifico di PROCORAD, associazione privata cui aderiscono i principali laboratori a livello internazionale nel campo delle misure radiotossicologiche.

È consulente tecnico-scientifico del Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, per tutti gli aspetti radioprotezionistici, inclusa formazione del personale, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare.

In relazione alla normativa tecnica nazionale, presiede la Sottocommissione 2 *Protezione dalle radiazioni* della Commissione tecnica *Tecnologie nucleari e radioprotezione* dell'UNI e in questo ambito coordina rappresentanti di altre organizzazioni nazionali (ISPRA, ARPA regionali, ANPEQ, AIRP, AIFM, INFN, SOGIN, VVFF) e private (Ametek, Unsider, Atlaservice) per la redazione ed il recepimento della normativa tecnica internazionale a livello italiano.

Collabora all'attività di divulgazione scientifica e di organizzazione di eventi congressuali svolta dall'Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP) con membri attivi all'interno del consiglio direttivo e con la corrispondente associazione internazionale (IRPA: International Radiation Protection Association).

I principali interlocutori ed utenti dei servizi tecnici avanzati sono NUCLECO, SOGIN, ISPRA, Eni oltre a varie aziende ospedaliere, enti di ricerca (ISS, CNR, INFN), industrie ed aziende private.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

La messa a punto di nuove tecniche, come quelle rivolte alle attività di smantellamento di impianti nucleari, permettono di acquisire nuove commesse esterne e di ampliare a nuove applicazioni le potenzialità dei servizi tecnici avanzati forniti dall'ENEA.

# UCSTUDI

Unità Centrale Studi e Strategie

Responsabile: Carlo Tricoli

## Posizionamento strategico e mission

---

Aree prioritarie di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico, Competitività dei sistemi produttivi, Energia per il futuro***

L'Unità Centrale Studi e Strategie (UCSTUDI) effettua analisi su temi riguardanti l'energia e lo sviluppo economico sostenibile in ambito nazionale e internazionale, fornendo studi ed elementi di valutazione ai decisori pubblici e privati per la messa a punto di strategie e strumenti di *governance*, in coerenza con le politiche e gli indirizzi nazionali ed europei.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Una delle principali linee di attività dell'Unità consiste nella **elaborazione di analisi di scenari energetico-ambientali** attraverso il ricorso a modelli tecnico-economici in grado di rappresentare in maniera semplificata il sistema energetico nazionale nella sua interezza (TIMES-Italia). Elaborazioni ed analisi di Scenario vengono svolte per fornire *supporto al decisore pubblico*, come nell'ambito della Convenzione fra l'ENEA e MSE (DG Politica Industriale e Competitività (DGPIC)) siglata nel marzo 2012: "Sviluppo di nuove metodologie per l'analisi quantitativa dell'impatto sul sistema produttivo nazionale delle misure di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>", in collaborazione con UTMEA e UTTAMB, per la creazione di strumenti integrati per il monitoraggio e la valutazione dell'impatto delle politiche di mitigazione del cambiamento climatico) sul sistema industriale Italiano.

Un altro esempio di questa attività è stato condotto nell'ambito di un gruppo di lavoro che ha coinvolto l'ENEA e l'RSE con un ruolo di supporto tecnico al MiSE, al MATT e alla Presidenza del Consiglio, per la valutazione di impatto dei nuovi obiettivi su energia e clima al 2030 sul sistema produttivo italiano.

Tale attività si rivolge anche a soggetti privati, come nel caso dello studio condotto per Federchimica/Assogasliquidi per valutare sia l'impatto di politiche di sostegno all'uso di biomasse sulla qualità dell'aria, sia sulla domanda di GPL per il riscaldamento nel settore residenziale e commerciale.

L'impegno su questo fronte richiede anche di condurre attività di ricerca applicata: fra queste vi sono lo sviluppo di routine per legare a cascata il modello TIMES-Italia con il modello ambientale Gains di qualità dell'aria, e lo sviluppo di strumenti per la **valutazione di impatto economico e sociale delle politiche energetiche**.

Oltre a quelle già menzionate, UCStudi effettua attività nel campo delle **statistiche dell'energia**, che hanno l'obiettivo di realizzare un sistema integrato di dati di tipo energetico, tecnologico ed

economico di riferimento per la realizzazione degli scenari e di studi di settore.

UCSTUDI porta avanti attività anche in ambito internazionale:

- Con il Joint Research Center di Petten sul progetto SAPS (System Adequacy in the Power System).
- Nell'ambito dell'EERA Joint Program "*Economic, environmental and social impacts of energy policies and technologies (e3s)*", in cui UCStudi-AS è coordinatore del sottoprogramma 4 "*Energy models for a system assessment of European low-carbon energy futures*".
- Con l'International Renewable Energy Agency (IRENA), progetto REMAP sull'utilizzo di risultati modellistici per costruire curve del costo di offerta per le tecnologie rinnovabili.
- Partecipazione all'"Ad hoc Expert Group Electricity Generating Costs" costituito dal gruppo di ricerca IEA/NEA, con l'incarico della realizzazione del rapporto "Projected Cost in Electricity Generation 2015".
- Nell'ambito del network IEA-ETSAP, progetto "Tools for Analysis of a Future Energy Revolution"), per lo sviluppo e affinamento di strumenti modellistici per l'analisi della transizione energetica.
- Nell'ambito del Deep Decarbonization Pathways Project, con l'IDDRI/SciencesPo (Fr) e il Sustainable Development Solutions Network delle Nazioni Unite (UN-SDSN), per elaborare scenari nazionali di decarbonizzazione spinta e fare confronti internazionali sui loro impatti.

Nell'ambito della valutazione delle **prospettive tecnologiche per la sostenibilità**, l'Unità svolge attività mirate alla realizzazione di un quadro referenziato e aggiornato delle tecnologie energetiche presenti sul mercato, o in fase di sviluppo e ricerca, e del loro potenziale impatto a livello territoriale. Ai sensi del DLgs 28/2011, l'ENEA deve infatti effettuare attività di monitoraggio sullo stato e le prospettive delle tecnologie energetiche in Italia (con l'impegno di fornire su base biennale al MSE il Rapporto sulle Tecnologie Energetiche).

UCSTUDI effettua inoltre attività di **analisi sul comportamento dei consumatori** e mette a punto strumenti per la definizione di **policy energetiche territoriali** attraverso la progettazione e l'applicazione di modelli di valutazione energetico-ambientale di piani e programmi, predispone indicatori inerenti gli aspetti sociali (demografici, residenziali, infrastrutturali, formativi ecc.), economici (import-export, costi delle tecnologie, costi della governance ecc) e ambientali (effetti energetico-ambientali, climatici, di impatto, coefficienti di emissione, consumi energetici, consumi del suolo e del territorio, valore del paesaggio ecc.). In tale ambito ha predisposto negli anni una serie di modelli, quali l'Atlante del Paesaggio, l'Atlante Urbano Solare, il Monitoraggio dei Piani Regolatori Generali Comunali.

UCStudi svolge attività nell'ambito della **diffusione dell'informazione**, relativamente all'acquisizione, trattamento e diffusione all'interno dell'Unità e attraverso il sito Web UCStudi, della documentazione, nazionale e internazionale, relativa ad analisi, valutazioni, piani e misure di intervento nei settori dell'energia e dell'innovazione tecnologica per lo sviluppo sostenibile, avvalendosi di strumenti mediatici quali la Biblioteca Virtuale e la Newsletter settimanale *ENEASTudi Informa*, presenti sul sito dell'Unità ([www.studi.enea.it](http://www.studi.enea.it)).

L'Unità è inoltre sempre attiva sui temi della *Green Economy* (Stati Generali Green Economy, Fondazione Symbola, Unioncamere, Eurispes, Energy Lab (Accesso all'energia), ACCREDIA (Comitato di Garanzia e Indirizzo), Università, che nella partecipazione a tavoli di *organismi internazionali* (IEA (SLT), OECD (CSTP), TPWIND (WG Eolico Offshore), NEA (NDC)), nonché al Joint Programme E3s (*Economic, environmental and social impacts of energy policies and technologies*) dell'European Energy Research Alliance. Partecipa inoltre al Comitato di valutazione tecnica a supporto delle attività istruttorie del fondo rotativo Kyoto, istituito dal MATTM e CC.DD.PP.

UCSTUDI partecipa a numerosi progetti europei, fra i quali, negli ultimi anni:

- ERKC "Energy Research Knowledge Center" – 7PQ, finalizzato alla costruzione di un portale sulla ricerca energetica e a fornire, attraverso una serie di Thematic Research Summaries (TRS) e Policy Brochures (PB).
- "Consumer preferences for smart homes: a comparative study between the United Kingdom, Germany and Italy", finanziato da E.ON International Research Initiative 2012 "Smart Home a new customer relationship with energy.
- MILESECURE-2050 "Multidimensional Impact of the Low-carbon European Strategy on Energy Security, and Socio-Economic Dimension up to 2050 perspective", finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro per il tema Scienze socio-economiche e umanità.
- TyGRe "High added value materials from waste tyres gasification residues", finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro per il tema Ambiente, in collaborazione con UTVLAMB.
- Eco-innovation EcoADD "Sustainable Additives for Paints & Coatings and concrete", finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma Competitività e Innovazione (2007-2013), in collaborazione con UTVLAMB.

Nel 2014 ha lavorato alla formulazione di due proposte di progetto:

- "Engaging the Public in Innovative and Co-operative energy pathways" (EPIC) in risposta alla call LCE 20-2014 The Human Factor in the Energy System, nell'ambito del programma Horizon 2020, con il coordinamento di VITO (Belgio).
- COBRA, in risposta ad un bando della Regione Lazio (Lr 13/2008), finalizzato alla valorizzazione dei risultati della ricerca e rivolto a Università e Centri di Ricerca operanti nella Regione, con il coordinamento di UCSTUDI e il coinvolgimento di diverse UT ENEA (UTAPRAD, UTTMAT, UTICT).
- Presentazione della proposta di programma biennale (2014-2015) SIMTE (Sistema Informativo nazionale per il Monitoraggio delle Tecnologie Energetiche) ai sensi dell'Art 40, comma 7, del Dlgs 28/2011.

## Risultati conseguiti

---

Nel corso del 2014 UCSTUDI ha conseguito i seguenti risultati:

- Quantificazione di scenari energetici (di Riferimento e di Decarbonizzazione) per valutare la fattibilità e i costi per l'Italia di obiettivi di abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> intorno al 40% al



2030.

- Nell'ambito della Convenzione con MiSE-DGSAIE, finalizzazione dell'indagine sui consumi di energia delle famiglie Istat-ENEA relativamente alle operazioni di analisi e pubblicazione dei risultati ottenuti.
- Realizzazione di un link tra i modelli TIMES-Italia e GAINS-Italia che permette di valutare scenari energetici anche in termini di scenari di emissione.
- Tool di ottimizzazione dei costi per il modello GAINS-Italia che permette di quantificare per gli scenari prodotti con quel modello i costi derivanti da un vincolo ambientale (concentrazione di PM2.5, NO2 ecc.) o sulla salute (variazione dell'aspettativa di vita), in collaborazione con l'Unità UTVALAMB e lo IIASA.
- Realizzazione di un link fra il modello Times-Italia (ENEA) ed il modello Plexos (dell'University College of Cork), che ha permesso una prima analisi degli impatti sulla sicurezza e affidabilità del sistema elettrico di un incremento sostenuto delle rinnovabili elettriche.
- Predisposizione della sezione "Ricerca energetica in Italia" dell'Indagine IEA propedeutica all'elaborazione IEA/Italy In-Depth-Review, 2014 e partecipazione all'incontro programmato di confronto con gli esperti IEA.
- Studi puntuali per il MiSE sulla metodologia per la costruzione del Bilancio Energetico Nazionale secondo le indicazioni Eurostat e di un software per automatizzare la generazione del BEN a partire dai questionari di settore.
- Strumento di supporto al consumatore finale per un utilizzo consapevole e razionale dell'energia, nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico.
- Questionario di rilevazione contenente indicatori per misurare l'impatto del telelavoro ("smart working") su emissioni e consumi energetici.
- Studio sul costo-utilità relativamente al trattamento di patologie attraverso terapia adronica (Proton Therapy).
- Nell'ambito della Convenzione ENEA - Roma Capitale, Dipartimento Tutela Ambientale del Verde, Protezione Civile:
  - redazione delle Linee Guida Grandi Eventi Sostenibili;
  - aggiornamento dei dati PAES;
  - sviluppo di metodologie di validazione dell'efficacia delle azioni di efficientamento energetico del patrimonio edilizio, residenziale, storico-culturale e produttivo in senso lato, sito nel territorio di Roma.
  - Nell'ambito del progetto ERKC elaborazione di 11 rapporti sullo stato e i trend della ricerca in campo energetico, realizzati con le Unità Tecniche dell'ENEA, sui seguenti temi di ricerca tecnologica: Energy Efficiency in Buildings, Ocean energy, Wind, Photovoltaics, Geothermal energy, Concentrated Solar Power, CO<sub>2</sub> Capture and storage e Other alternative transport fuels.
- Nell'ambito del progetto TyGRe, UCSTUDI ha collaborato alla stesura di due studi relativi alla valutazione di sostenibilità ambientale, economica e sociale del processo innovativo per la

gestione del fine vita dei pneumatici.

- Organizzazione di due workshop internazionali sulla modellistica energetica tenutisi a Bruxelles (8 aprile e 24-25 giugno) nell'ambito delle attività del Joint Program E3s dell'EERA.
- Organizzazione e gestione del 6° meeting internazionale del Low Carbon Society Research Network, a Roma il 1-2 ottobre.
- Presentazione dell'esperienza di ENEA sui modelli ibridi al 66° meeting semestrale IEA-ETSAP sui metodi per legare modelli energetici e modelli macroeconomici (Copenhagen, 17-21 Novembre 2014).
- Relazioni a un ciclo di seminari organizzati nell'ambito del progetto NUVAL "Azioni di Sostegno alle attività del Sistema Nazionale di Valutazione e dei Nuclei di Valutazione", cofinanziato dal PON Governance e Assistenza Tecnica (FESR) 2007-2013, sull'uso del modello CO<sub>2</sub>MPARE per la stima degli impatti dei Programmi Operativi sulle emissioni di CO<sub>2</sub>.
- Organizzazione del convegno per la presentazione ufficiale in Italia del Rapporto IEA "Energy Technology Perspectives" 2014, in collaborazione con il MiSE.
- Relazione sul tema "La pianificazione energetica territoriale, regionale e locale" in occasione del seminario "Covenant of Mayors and Mayors Adapt", organizzato nell'ambito del Progetto Trasferimento Tecnologico del Polo Formativo Energia e Ambiente della Regione Lazio.
- Volume Enea "Idee per la ricerca sociale in campo ambientale ed energetico", a cura di G. Borrelli e R. Franzese, contenente vari contributi di ricercatori in organico presso UCSTUDI, e rivolto agli studenti dei corsi di laurea di Scienze politiche, Economia, Sociologia, Scienze della comunicazione.
- Volume Enea "La sostenibilità ambientale. Un manuale per prendere buone decisioni" a cura di G. Borrelli, con vari contributi di ricercatori in organico presso UCSTUDI, libro dedicato alle scelte di politica energetica e ambientale dei decisori pubblici.
- Gaeta M., Rao M. – RI2014 26° Rapporto Italia, Eurispes, Le Rinnovabili e la Crisi Economica: quale futuro?
- IRENA supporto a REmap 2030 – A Renewable Energy Roadmap summary
- Gaeta M.: "Analisi comparata dei driver della domanda di energia del settore industriale per l'Italia e alcuni paesi UE. Un approccio basato sull'analisi di decomposizione mediante numeri indice per gli anni 2000-2008 e 2008-2010"
- Nell'ambito della Convenzione con MiSE-DGPIC "Sviluppo di metodologie innovative per l'analisi quantitativa dell'impatto sul sistema produttivo nazionale delle misure di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>", sono state prodotti i seguenti rapporti tecnici: "Nota descrittiva scenari di analisi coperti dalle simulazioni", "Sistema di Supporto alle Decisioni v1 SW test plan and procedure"; "SSDv2 Software Requirements"; "SSDv2 Specifica Algoritmica"; "SSDv2 Software Architectural Design".
- Elaborazione di due rapporti tecnici per Federchimica/Assogasliquidi ("*Valutazione di impatto sui mercati del GPL di politiche relative allo sviluppo dell'uso di biomasse*" e "*Analisi di sensitività sulle tecnologie di utilizzo delle biomasse per riscaldamento*").

- Rapporto Tecnico su “Costruzione di una Matrice di Contabilità Sociale allargata al settore energetico (Energy SAM)” (autori: M. Rao, U. Ciorba, G. Trovato, C. Notaro, C. Ferrarese) (RT/2014/12/ENEA, ISSN/0393-3016).
- Rapporto Tecnico ENEA, M. Rao e M. C. Tommasino “Updating technical coefficients of an Input-Output matrix with RAS – The triOBAL software: A VBA/GAMS Application to Italian economy for years 1995 and 2000”, 2014.
- Pubblicazione su riviste scientifiche internazionali (Energy Research & Social Science, Technology Analysis & Strategic Management) dei risultati delle attività svolte nell’ambito del progetto E.ON “Consumer preferences for smart homes: a comparative study between the United Kingdom, Germany and Italy”.
- Partecipazione come co-autori alle seguenti pubblicazioni:
  - ✓ Tronchin L., K. Fabbri, M.C. Tommasino “On the cost-optimal levels of energy-performance requirements for buildings: A case study with economic evaluation in Italy”, International Journal of Sustainable Energy Planning and Management Vol. 03, 2014 49-62.
  - ✓ Antimiani A., V. Costantini, A. Markandya, C. Martini, A. Palma & M. C. Tommasino, 2014. "A dynamic CGE modelling approach for analyzing trade-offs in climate change policy options: the case of Green Climate Fund," SEEDS Working Papers 1614, SEEDS, Sustainability Environmental Economics and Dynamics Studies, revised June 2014.

## Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

---

Gli interlocutori nazionali coinvolti includono:

fra quelli **istituzionali**: Ministero per lo Sviluppo Economico (e particolarmente la DG per la Sicurezza degli Approvvigionamenti e le Infrastrutture Energetiche e la DG Politica Industriale e Competitività) in quanto committenti, Ministero per l’Ambiente il Territorio e il Mare (Segreteria Tecnica del Ministro), Regione Lazio, ISPRA, ISTAT, le Università di Roma “La Sapienza” (Facoltà di Economia e Facoltà di Scienze Politiche, Sociologia, Comunicazione), Roma Tor Vergata e Roma III, LUISS, Politecnico di Torino, Università del Lazio meridionale e di Cassino, Politecnico di Milano, il Laboratorio Scienze delle Cittadinanza, ISFOL, ACCREDIA, l’Osservatorio Ambientale sui Cambiamenti Climatici di Roma Capitale (Dipartimento Tutela Ambiente – Protezione Civile), A.L.E.SS. don Milani, Rete Nazionale delle Agenzie Energetiche Locali (RENAEL), Associazione Nazionale Tutela Energie Rinnovabili (ANTER).

Fra quelli **privati**: Confindustria, ANIE Rinnovabili, Unione Petrolifera, Assogasliquidi, TERNA, ENEL, Federazione ANIMA, Coordinamento FREE, Fondazione Symbola, Unioncamere, Dintec.

- Gli interlocutori **internazionali** includono: la Commissione Europea, l’International Energy Agency (IEA), l’Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), la Nuclear Energy Agency, l’EURATOM, il JRC-Petten, e numerosi centri di ricerca europei, pubblici e privati (CEA, Tecnalìa, ECN, VTT, Fraunhofer, UKERC, CEDEFOP, CRES, Energies Demain, University

College of London, Policy Studies Institute at the University of Westminster, University of Cardiff, Ecologic Institute, VITO, Freie Universität Berlin (FUB) - Environmental Policy Research Centre, ecc.) con cui si intrattengono rapporti di collaborazione e partnership su progetti europei.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

Le ricadute economiche e tecnologiche delle attività summenzionate sul sistema industriale sono limitate e di difficile quantificazione. Esse consistono infatti in attività di analisi a supporto di attori principalmente pubblici nell'orientare le loro decisioni di politica energetica o tecnologica.



# UPRSE

Unità Progetto Ricerca Sistema Elettrico

Responsabile: Vincenzo Porpiglia

## Posizionamento strategico e mission

---

Aree prioritarie di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico, Energia per il futuro***

L'Unità Progetto Ricerca Sistema Elettrico (UPRSE) coordina i progetti di ricerca ENEA inseriti nell'Accordo di Programma con il Ministero dello Sviluppo Economico sulla Ricerca di Sistema Elettrico nazionale (RdS).

I progetti riguardano la razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica, lo sviluppo e diffusione di fonti rinnovabili, la produzione di energia elettrica.

Lo sviluppo delle attività avviene attraverso la gestione dei Piani Annuali di Realizzazione (PAR) inquadrati all'interno dei Piani triennali della ricerca definiti dal MSE e coinvolge oltre 500 ricercatori presso 12 Unità Tecniche afferenti ai centri di ricerca di Casaccia, Frascati, Bologna, Brasimone, Saluggia, Ispra, Portici e Trisaia.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le principali funzioni e i compiti svolti dall'Unità possono essere sintetizzati nei seguenti obiettivi strategici:

- Partecipazione con MSE e CERSE (Comitato di Esperti per la Ricerca di Sistema Elettrico) alla definizione dei Piani Triennale per la ricerca nell'ambito del sistema elettrico nazionale.
- Elaborazione, insieme con le unità tecniche coinvolte e sulla base degli indirizzi del Vertice dell'Agenzia, dei Piani Annuali di Realizzazione (PAR), definendo le attività da svolgere e le risorse da impegnare e la partecipazione di altri soggetti interessati: società partecipate da ENEA, Università o altri centri di ricerca leader nelle tematiche di ricerca individuate.
- Coordinamento dello svolgimento delle attività di ricerca presso le Unità Tecniche dell'Agenzia, le consociate, le Università ed i centri di ricerca coinvolti.
- Diffusione dei risultati delle attività di ricerca di sistema elettrico.

Nell'ambito dell'attuale Accordo di Programma ENEA-MSE 2012-2014, l'Unità coordina lo svolgimento da parte delle Unità Tecniche coinvolte, dei seguenti 13 progetti di ricerca suddivisi nelle due aree prioritarie di intervento:

*Area prioritaria Sostenibilità del sistema energetico:*

1. Sistemi avanzati di accumulo dell'energia
2. Sviluppo di sistemi per la produzione di energia elettrica da biomasse e *l'upgrading* di biocombustibili

3. Energia elettrica da solare fotovoltaico
4. Energia elettrica da solare termodinamico
5. Studi e valutazioni sulla produzione di energia elettrica dalle correnti marine e dal moto ondoso
6. Cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> prodotta da combustibili fossili
7. Risparmio di energia elettrica nei settori civile, industriale e servizi
8. Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico
9. Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione
10. Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità

*Area prioritaria Energia per il futuro:*

11. Attività di Fisica della Fusione complementari ad ITER
12. Sviluppo di competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare
13. Collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione

Per i dettagli sulle attività che si svolgono all'interno dei 13 progetti si rimanda alle schede delle Unità Tecniche di competenza.

## Risultati conseguiti

---

Nel corso del 2014 sono stati conseguiti i risultati seguenti:

- Elaborazione del Piano Annuale di Realizzazione delle attività di ricerca e redazione della documentazione specifica richiesta dagli esperti esterni nominati dal CERSE/AEEG per l'approvazione.
- Consuntivazione tecnica/economica delle attività svolte all'interno delle 13 linee progettuali, come previsto per ogni annualità dei piani triennali.
- Produzione della documentazione contrattuale relativa agli accordi di collaborazione con i cobeneficiari (Università e società partecipate).
- Acquisizione da parte delle Unità tecniche e verifica dei 13 rapporti tecnici redatti per ogni linea progettuale, contenenti in dettaglio la descrizione delle attività svolte e dei prodotti ottenuti per ogni singolo *deliverable* del progetto.
- Redazione di rapporti tecnici di sintesi per ogni linea progettuale.
- Organizzazione di eventi come workshop e seminari su tematiche di ricerca specifiche e pianificazione del convegno annuale di presentazione di tutti i risultati ottenuti nell'ambito dell'annualità svolta.



- Preparazione di materiale tecnico informativo destinato a vari target di riferimento, beneficiari finali delle attività (Sistema delle imprese, professionisti ecc.) nonché al grande pubblico.
- Elaborazione del materiale tecnico informativo pubblicato sul sito web ENEA della Ricerca di Sistema Elettrico.
- Pubblicazione del libro “Accordo di Programma MSE-ENEA 2012-14. Risultati del secondo anno di attività”.
- Pubblicazione della minuta “Accordo di Programma MSE-ENEA 2012-14. Sintesi dei risultati del secondo anno di attività”.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Nella fase di approvazione dei Piani (triennali ed annuali) e di consuntivazione delle attività svolte l'Unità si interfaccia con la Direzione generale per l'energia nucleare, le energie rinnovabili e l'efficienza energetica del MSE, con la Cassa Conguaglio per il Settore Elettrico (CCSE), che svolge la funzione di segreteria operativa dell'Accordo di Programma, con l'AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas) nelle sue funzioni di CERSE e con gli esperti indipendenti incaricati per le valutazioni.

Coordinamento con CNR e RSE su alcune tematiche di ricerca (accumulo elettrico, correnti marine, efficienza negli usi finali).

Coordinamento della partecipazione allo sviluppo delle attività della società partecipata Sotacarbo e delle principali Università italiane. Per ogni annualità vengono coinvolti circa 27 Atenei di tutto il territorio attraverso i 44 dipartimenti a loro afferenti ed il consorzio interuniversitario CIRTEN (quest'ultimo per le attività sul nucleare da fissione).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Le ricadute economiche e tecnologiche interessano tutte le Unità Tecniche ENEA coinvolte nelle attività dell'Accordo di Programma. Le ricadute tecnologiche riguardano in generale tutti gli aspetti dell'innovazione tecnologica di potenziale interesse per lo sviluppo del settore elettrico; le ricadute industriali sono diversificate in base alla tipologia di attività considerata, ma principalmente riguardano la possibilità, da parte del sistema industriale, di poter acquisire ed implementare le tecnologie, i materiali e gli impianti dimostrativi sviluppati nell'ambito delle ricerche svolte.



# UTA

## Unità Tecnica Antartide

Responsabile: Vincenzo Cincotti

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide del MIUR.

## Principali attività svolte/programmi in corso

---

Con il Decreto Interministeriale MIUR-MISE del 30 settembre 2010, è stato affidato all'ENEA il compito relativo all'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide che, sulla base del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), comprende le azioni tecniche, logistiche e la responsabilità dell'organizzazione nelle zone operative, nonché la programmazione, costruzione e gestione degli interventi, l'approvvigionamento di materiali e servizi, la manutenzione degli impianti e degli strumenti installati presso le Stazioni Antartiche italiane. A noi inoltre fanno affidamento per la loro realizzazione operativa tutti i progetti scientifici in Antartide finanziati dal PNRA.

## Risultati conseguiti

---

È stata realizzata la XXX Spedizione italiana in Antartide, in attuazione di quanto previsto nel Programma Esecutivo Annuale (PEA 2014) del PNRA, con una partecipazione complessiva di personale logistico e scientifico pari a circa 170 unità. Sono state mantenute efficienti e funzionali le due basi antartiche italiane, una stagionale estiva (Stazione Mario Zucchelli) ed una permanente (la stazione italo-francese Concordia). Si è inoltre fornito tutto il supporto necessario alla realizzazione dei 28 progetti di ricerca del PNRA che hanno svolto attività in Antartide.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Il PNRA è un programma scientifico del MIUR che coinvolge direttamente, oltre all'ENEA, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), la Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide (CSNA) e Università ed Enti di ricerca nazionali (INGV, OGS, ISPRA). La gestione della base antartica permanente Concordia avviene in collaborazione strettissima con l'Istituto Polare francese (IPEV), con il quale annualmente si concordano e realizzano le attività logistiche e scientifiche in base. Inoltre, le attività logistiche in Antartide sono frequentemente realizzate in collaborazione con altri Programmi antartici stranieri, attraverso i rispettivi organismi attuatori. Nel corso della XXX

Spedizione del PNRA sono stati stretti accordi con i Programmi polari statunitense (NSF), coreano (KOPRI), neozelandese (AntNZ), australiano (ADD), cinese (CAA), inglese (BAS) e tedesco (BGR).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

L'Antartide è caratterizzato da condizioni climatiche estreme (vento e temperatura) che lo rendono un sito particolarmente adatto a test di nuove tecnologie e studi sul comportamento umano. Lo sfruttamento di queste potenzialità e delle loro ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale (principalmente PMI e programmi spaziali) è ancora all'inizio ma appare molto promettente.

# UTAGRI

## Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agroindustriale

Responsabile: Massimo Iannetta

### Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-industriale (UTAGRI) persegue obiettivi di innovazione del sistema produttivo Agro-industriale nazionale per ottenere prodotti alimentari competitivi con processi più sostenibili e più efficienti in termini energetici. Si valorizza il prodotto agro-alimentare *made in Italy* operando lungo tutta la filiera con competenze trasversali, attraverso dotazioni infrastrutturali e strumentali e piattaforme tecnologiche e di servizio. Il contributo dell'Unità è duplice: 1. creare nuova conoscenza e 2. metterne a frutto i risultati, ovvero realizzare un sistema vitale e dinamico con le imprese del settore agro-alimentare.

### Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività dell'Unità si caratterizzano per l'approccio multisetoriale su agricoltura, ambiente, industria e multidisciplinare per l'innovazione tecnologica, la sostenibilità ambientale e l'efficienza energetica. Tale approccio consente di coniugare la promozione dello sviluppo industriale e della competitività delle produzioni alimentari con la gestione sostenibile degli agro-ecosistemi, le azioni a sostegno della salute e della sicurezza dei consumatori. Le attività dell'Unità sono concentrate sulle diverse fasi della filiera agroindustriale: produzione, protezione, trasformazione, diagnostica, packaging, conservazione, logistica e consumo, e sono orientate al raggiungimento di 2 obiettivi strategici:

1. Qualità, sicurezza, tracciabilità e sostenibilità delle produzioni agro-alimentari
2. Servizi Avanzati per l'Agroindustria - trasferimento tecnologico

Il primo viene perseguito attraverso attività di ricerca di punta nelle aree di competenza: biotecnologie verdi, innovazione agro-industriale, gestione sostenibile degli agro-ecosistemi, qualità delle misure chimiche e biologiche per la sicurezza e la tracciabilità delle produzioni agroalimentari. Più nel dettaglio, le attività sono finalizzate alla **diversificazione e selezione di specie vegetali** per l'ottenimento di materie prime e prodotti agroalimentari ad alto valore biologico; allo sviluppo, sperimentazione e trasferimento di **tecnologie e metodologie innovative di produzione**, protezione e conservazione a basso input energetico; alla messa a punto ed applicazione di **tools, tecniche e metodologie a supporto della diagnostica molecolare**, microbiologica e chimico-fisica e della rintracciabilità di materie prime e prodotti agroalimentari.

Il secondo obiettivo viene perseguito attraverso il **Centro Servizi Avanzati per l'Agro-industria** (CSAgri), che affianca da una parte le imprese del settore agro-alimentare, dall'altra le amministrazioni sul territorio per raccogliere le più attuali sfide sociali, legate alla sostenibilità ambientale ed energetica.

UTAGRI è coinvolta in programmi e progetti regionali, nazionali ed europei con attività fortemente legate alla *vision* della nuova programmazione europea di Horizon 2020, della Piattaforma Tecnologica Europea *Food for Life* e del Cluster Tecnologico Nazionale *AgriFood*, di cui condivide la leadership a livello nazionale. Il partenariato pubblico-privato delle suddette attività favorisce il perseguimento degli obiettivi strategici descritti. In particolare le attività svolte afferiscono ai seguenti programmi finanziati:

- UE (Horizon2020-KIC FoodBest, FP7, MED, ENPI-CBC MED, LIFE+, IEE, FACCE-JPI, CIP ECO-Innovation, EMRP)
- NATO (Science for Peace and Security)
- IAEA (Peaceful use of Nuclear Energy)
- MiSE (Industria 2015, EUROTRANS-BIO)
- MiUR (Smart Cities, Cluster, Distretti & Laboratori, PON, EUROSTARS)
- MiPAAF (Ricerca avanzata sistema agricolo)
- MAE (Progetti congiunti)
- MiSal (Ricerca finalizzata)
- MATTM (Life)
- Programmi Operativi Regionali (Basilicata, Puglia, Sardegna, Umbria, Marche)

## Risultati conseguiti

---

Nell'ambito dell'Obiettivo Strategico 1 *Qualità, sicurezza, tracciabilità e sostenibilità delle produzioni agro-alimentari*:

- a. 4 Varietà registrate: 1 lupino e 1 triticale brevettati, 1 triticale, 1 segale e 1 cartamo in registrazione.
- b. 28 pubblicazioni scientifiche con Impact Factor (I.F.) su rivista internazionale o nazionale.

Nell'ambito dell'Obiettivo Strategico 2 *Servizi Avanzati per l'Agroindustria - trasferimento tecnologico*:

7 contratti del Centro Servizi Avanzati per l'Agroindustria (CSAgri) di UTAGRI con imprese ed amministrazioni.

I contratti sono relativi a vari ambiti, dalle tecnologie separative per il recupero e la valorizzazione degli scarti e reflui delle filiere agroalimentari al sequenziamento dei genomi e al miglioramento genetico, dal controllo delle specie invasive alle biotecnologie entomologiche.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Le attività di UTAGRI vengono svolte in collaborazione con le Università, i principali enti di ricerca nazionali (CNR, CRA, ISPRA, INEA, PTP, Fondazione Mach, ecc.) ed internazionali (Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), FR, University of California, Berkeley (USA), Center for the Analysis of Sustainable Agro-ecological Systems (USA), National Authority for Scientific Research

(RO), Netherlands Organisation for Scientific Research, ecc.), organizzazioni di rappresentanza delle imprese (Federalimentari, Confagricoltura, Food&DrinkEurope, ecc.) e le imprese stesse.

Alcune attività vedono il coinvolgimento di:

#### Società partecipate ENEA

- Consorzio IN.BIO che ha il compito di promuovere presso i Centri di Ricerca dell’Agenzia la creazione di incubatori di imprese innovative (spin-off e start-up);
- Il Consorzio TeRN , finalizzato alla realizzazione del distretto tecnologico sui rischi naturali in Regione Basilicata;

#### Spin-off e Start up

- Ylichron, società che progetta e realizza sistemi elettronici e informatici ad alte prestazioni;
- Genelab, società che offre servizi specialistici nel settore della separazione e filtrazione a membrana per trattamento dei reflui agro-alimentari.

Oltre alle reti pubblico-private della Piattaforma Tecnologica Europea Food for Life, del Cluster Tecnologico Nazionale AgriFood e della KIK FoodBest, le attività UTAGRI fanno riferimento alle reti di infrastrutture internazionali di ricerca AnaEE (Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems), CASAS (Center for the Analysis of Sustainable Agro-ecological Systems), FACCE JPI (The Joint Research Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change), LifeWatch (E-Science European Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem research), ecc.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

Con Disposizione Commissariale ENEA del 19 giugno 2012 è stato costituito il Centro Servizi Avanzati per l’Agroindustria (CSAgri) nell’ambito di UTAGRI, con le seguenti finalità:

- Favorire l’investimento in R&S da parte delle Imprese (ricerca collaborative e sostegno alla domanda di innovazione delle imprese) attraverso il Credito d’imposta su spese in ricerca e sviluppo (2014-16), istituito con “Decreto Legge 13.12.2013”, a favore delle imprese che svolgono attività di ricerca e sviluppo con Università e/o Enti pubblici di ricerca o Organismi di Ricerca;
- Creazione di nuove imprese innovative (Decreto Crescita 2.0 del 2012 F. Garanzia): spin-off, start up e incubatori certificati a partire da idee innovative, miglioramento della competitività di impresa, creazione di nuove imprese di interesse della Pubblica Amministrazione;
- Attivazione di Reti di impresa e networking interregionale e transnazionale per la creazione di un sistema di collaborazione permanente tra imprese e tra imprese e operatori della ricerca attraverso partenariati nazionali ed esteri, cluster pubblico-privati per attività integrata di *business/research*;
- Partecipazione delle Imprese a bandi nazionali ed europei per incrementare la partecipazione delle Imprese a progetti di R&ST e di TT tramite interventi di informazione, formazione e assistenza a livello locale e internazionale.

I risultati sono legati ai contratti in corso del 2014 sia con imprese del settore agroalimentare che con ditte sementiere per la moltiplicazione e la commercializzazione in Italia e all’estero di varietà vegetali, oggetto di brevetto ENEA.





# UTAPRAD

## Unità Tecnica Sviluppo di Applicazioni delle Radiazioni

Responsabile: Roberta Fantoni

### Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Sviluppo di Applicazioni delle Radiazioni (UTAPRAD) svolge attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico, attraverso l'implementazione di tecnologie per l'applicazione delle radiazioni ionizzanti e non, lo sviluppo di acceleratori di particelle e di sistemi, microcomponenti e nanostrutture per optoelettronica e fotonica, curando anche la modellistica matematica dei fenomeni fisici alla base dello sviluppo tecnologico perseguito.

### Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Nel corso del 2014 l'Unità ha orientato la propria azione secondo sei linee di attività principali, sviluppando metodologie e tecnologie abilitanti finalizzate ad aumentarne la competitività nei settori della caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale, della protezione della salute dell'uomo, della conservazione dei beni culturali, della modellistica ambientale, dei materiali innovativi.

Una **prima linea di attività** ha riguardato la realizzazione di dispositivi e apparati strumentali per aumentare l'affidabilità dei sistemi di **sorveglianza e sicurezza** innovando gli apparati antintrusione per la rilevazione di sostanze pericolose, per migliorare i sistemi di controllo per la qualità dei prodotti alimentari e per innovare processi di monitoraggio industriale.

In particolare, nel quadro di riferimento dei progetti finanziati dall'Unione europea sono stati sviluppati e validati sensori elettro-ottici innovativi nel settore della *security* attraverso azioni dimostrative in ambiente simulato (progetto EDEN), un lidar fluoro sensore per applicazioni forensi (FORLAB), un sensore SERS per la rilevazione di batteri (RAMBO), un lidar atmosferico per applicazioni di intelligence (BONAS) utilizzato nelle due campagne finali di progetto.

Nel campo della Fusione, l'Unità ha continuato la collaborazione con UTFUS relativa alla progettazione di IVVS (In Vessel Viewing and ranging System) per ITER.

A livello nazionale (INDUSTRIA 2015) l'attività ha riguardato lo sviluppo di un apparato Laser per la conservazione e il controllo degli alimenti e la progettazione di sensori di controllo di un reattore a metano (SAL@CQO e ProGeo), ed una collaborazione con UTAGRI per diagnostiche laser su frutta (MAGAZZINO VIAGGIANTE).

La **seconda linea di attività** è consistita nel realizzare sistemi e strumentazione per la **diagnostica ambientale** adatti al controllo di ecosistemi marini e di traccianti atmosferici (tecnologie per il monitoraggio, integrazione e validazione con immagini satellitari). In particolare sono stati sviluppati algoritmi per analisi di dati satellitari (EU Environment PERSEUS), un lidar fluoro sensore per il monitoraggio di parametri marini da nave per il MIUR (RITMARE) e uno per il monitoraggio

dell'inquinamento marino da postazione aerotrasportata per la Regione Liguria (RIMA). Sempre nel campo della sensoristica sono stati sviluppati tre sensori lidar atmosferici, uno per la misura di CO<sub>2</sub> da una postazione aerea (ERC CO2VOLC), un altro per la misura di CO<sub>2</sub> da una postazione fissa (ERC BRIDGE) ed infine per l'Università di Palermo, un terzo sensore compatto, per la misura di CO<sub>2</sub> vulcanica (PON VULCAMED), quest'ultimo completato e consegnato al committente.

A livello internazionale, nel quadro di riferimento della Cooperazione Italia (MAE)-Israele, l'Unità ha sviluppato un sensore sottomarino per la qualità delle acque (UNELAS) e condotto i test finali sul prototipo. Per la cooperazione Italia (MAE)-USA è stato iniziato lo sviluppo di un sistema (COSIMO) per la ricostruzione del ciclo diurno della temperatura superficiale del mare nel Mediterraneo basato sull'uso combinato di dati di satellite in situ e modelli numerici: impatto sul bilancio di calore e sul clima.

Sono stati elaborati i dati raccolti nella campagna australe 2013/14 per il Programma Nazionale di Ricerca in Antartide con il lidar fluoro sensore e quelli relativi alla campagna oceanografica WMED-BIOOPT2013 con misure HPLC di pigmenti fitoplanctonici.

Sulla base delle competenze di eccellenza disponibili è stata svolta una qualificata consulenza per conto di ILVA riguardante l'analisi dei dati raccolti da sistemi di rilevazione ottico-spettrali "DOAS" e "LIDAR".

La **terza linea di attività** ha riguardato la realizzazione di apparati strumentali, sviluppando ad hoc tecniche di indagine non invasive per la **tutela e la conservazione dei beni artistici e monumentali**. In questo settore sono stati sviluppati due sistemi laser scanner, da postazione fissa e sottomarino, per il sistema terrestre si è proceduto all'integrazione dei dati con quelli dello scanner di fluorescenza (PON MIUR IT@CHA).

Sono proseguite le misure RGB-ITR e applicazioni di sensori FBG sul Duomo di Orvieto per l'attività di studio e monitoraggio per la Direzione Regionale Beni Culturali Umbria, in collaborazione con UTTMAT.

In ambito internazionale sono state eseguite ed analizzate misure di laboratorio su campioni di interesse in interventi di restauro su opere d'arte con l'Università Pablo de Olavide di Siviglia, con l'Istituto di Restauro di Belgrado (accordo bilaterale Italia (MAE)-Serbia) e con altri partner europei (azione COST 12MHB).

Nell'ambito dei Programmi Esecutivi di Cooperazione Scientifica e Tecnologica del MAE, in collaborazione con il National Institute for Information and Communications Technology, NICT-Tokyo, sono state sviluppate tecniche di indagine non-invasive a frequenze del Terahertz (progetto THz-ARTE).

La **quarta linea di attività** è consistita nello sviluppo di macchine, strumentazione ed impianti dimostrativi per applicazioni in **campo biologico e medico-scientifico**, definendo nuovi approcci anche per la cura di patologie tumorali.

In questo contesto sono proseguite le attività sul progetto di un impianto innovativo per protonterapia (energia massima dei protoni 230 MeV), in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità e l'IFO-Istituti Fisioterapici Ospedalieri, Roma (Progetto TOP-IMPLART (Intensity Modulated Proton Linear Accelerator), con la realizzazione e messa in funzione del primo modulo accelerante di tipo SCDTL. Nell'ambito di un contratto con la ditta elvetica ADAM SA è stata condotta un'analisi di fattibilità con definizione delle specifiche tecniche di un pre-acceleratore lineare. Sono state inoltre sviluppate applicazioni di dosimetria clinica anche in collaborazione con il Tom Baker Center e l'Università di Calgary (Canada).

Sono stati inoltre studiati gli effetti sui sistemi biologici causati dalle radiazioni elettromagnetiche in un vasto intervallo spettrale, dalle microonde alla regione del TeraHertz (Progetto GREAM).

Sono stati sviluppati sensori termici basati su tecnologie in fibra ottica FBG per applicazioni biomedicali.

Infine, vanno citate le ricerche finalizzate alla messa a punto di una piattaforma innovativa per l'ingegneria tissutale del tessuto muscolare striato in collaborazione con Dipartimento Aging and Inflammation - Univ. P & M Curie Parigi, Indian Institute of Technology Delhi, Regenerative Medicine Centre Leipzig e Fondazione San Raffaele Ceglie.

La **quinta linea di attività** è consistita nello studiare, realizzare, caratterizzare e ingegnerizzare micro e nano strutture e sviluppare tecnologie per la fotonica con **applicazioni in campo industriale, bio-medico e dell'energia rinnovabile**. In particolare sono state studiate, realizzate e caratterizzate nano strutture (nanofili di silicio) per elettrodi di batterie al litio e caratterizzate elettronicamente le interfacce in celle fotovoltaiche CZTS.

Altre ricerche sono state condotte nel campo del Progetto di ricerca STT n. 20140227 "Synchrotron-Based Mass Spectrometry to investigate the photoionization and photofragmentation thresholds of ferulic acid isomers" - per la caratterizzazione in fase gassosa, mediante spettroscopia, di composti di interesse industriale. Attività di caratterizzazione ottica avanzata hanno riguardato le guide d'onda luminescenti per la fotonica nel fluoruro di litio (LiF), anche in collaborazione con l'Università Tecnologica del Paraná (Brasile).

Completano le azioni previste in questa quinta linea di attività, i 3 contratti per le applicazioni dei sensori FBG in fibra ottica, rispettivamente con SWS Engineering SpA (implementazione di sensori industriali in fibra ottica), iWIM (pesatura dinamica di veicoli) ed Enginsoft (Progettazione, realizzazione, caratterizzazione e fornitura di un sistema di sensori strutturali basati su tecnologia FBG per il monitoraggio strutturale di conci per la galleria "Pavoncelli BIS" dell'acquedotto SELE-CALORE).

La **sesta linea di attività** ha l'obiettivo di potenziare il patrimonio delle **infrastrutture di ricerca** attraverso lo sviluppo di strumentazione, tecniche progettuali e di misura, software innovativi e modelli fisico-matematici per sistemi complessi, in supporto alla realizzazione di acceleratori di particelle e di sorgenti laser dedicati all'indagine di sistemi biologici, alla caratterizzazione di materiali, a nuove tecniche litografiche e ad applicazioni innovative nel settore della meccanica di precisione e dell'elettronica.

Pertanto, sempre nell'ambito di progetti nazionali e internazionali, l'Unità ha provveduto a svolgere attività in coda al precedente progetto SPARC relative a: potenziamento della sorgente laser ad elettroni liberi attraverso la realizzazione di un sistema di moltiplicazione di frequenze (cascata superradiante), della iniezione con seme di ingresso (seeding) e di operazione simultanea su più frequenze (two colors) in collaborazione con INFN, realizzazione e caratterizzazione di un ondatore di tipo innovativo di periodo corto per la generazione di armoniche di ordine superiore.

È stato iniziato il progetto CARM su commessa UTFUS per lo studio e progettazione di una sorgente di radiazione coerente a 250 GHz per il riscaldamento di plasmi mediante risonanza elettronica di ciclotrone (ECRH).

Per la microlitografia è proseguita la sperimentazione mediante una sorgente di Radiazione EUV a Scarica DPP (Discharge Produced Plasma) di radiazione EUV (Estremo Ultravioletto) finalizzata allo sviluppo di materiali fotosensibili innovativi (CARIPLO).

Nel campo dello sviluppo di metodologie e sistemi, si cita la partecipazione allo sviluppo e all'operazione del laser ad elettroni liberi FERMI in collaborazione con Sincrotrone Trieste.

È stato inoltre acquisito un contratto con CNR-ISM per la realizzazione di un rivelatore per radiazioni elettromagnetiche di tipo FROG.

Sono stati realizzati sistemi ottici per tecnologie solari con particolare riferimento alle problematiche di posizionamento rispetto al sole (bussola solare).

Per il settore industriale, in collaborazione con il Consorzio CALEF, sono state infine sviluppate piattaforme hardware e software per emulazione della realtà ambientale e per la gestione dei movimenti di un manipolatore in grado di muoversi autonomamente nell'ambiente (FLEX-PROD).

## Risultati conseguiti

---

L'Unità Tecnica ha svolto attività complesse e variegata: ciò ha portato alla realizzazione di numerosi prodotti di elevata qualità tecnologica che possono essere sintetizzati per ognuna delle sei linee di attività precedentemente descritte.

**Linea di attività 1:** Sono stati realizzati 2 prototipi (sensore scansione remota laser a fluorescenza FORLAB, sistema LPAS compatto per SAL@CQO) e allestito 1 dimostratore (per la misura di parametri ottici in campioni biologici tramite spettroscopia ultraveloce); è stato inoltre conseguito 1 brevetto (Ferri De Collibus M., Neri C., Rossi P., Mugnaini G., Pollastrone F., Monti C., Fornetti G., Francucci M., Guarneri M., Nuvoli M. "Sistema ottico di scansione compatto per sensori laser radar in ambienti ostili" n. RM2014A000702, depositato il 04/12/2014).

I risultati conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 16 altre pubblicazioni.

**Linea di attività 2:** Sono stati realizzati 3 prototipi (lidar fluoro sensore compatto da nave, 2 lidar per vulcani BILLI per BRIDGE e VULCAMED) ed è stato conseguito 1 brevetto (V. Lasic, A. Palucci, R. Fantoni, M. Ciaffi, "Metodo e dispositivo per le analisi ultra-sensibile di liquidi con la tecnica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy)", n. RM2014A000250, depositato il 16/05/2014).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 5 altre pubblicazioni.

**Linea di attività 3:** Sono stati realizzati 2 prototipi (laser scanner tricromatico RGB-ITR upgraded e laser scanner sottomarino compatto per IT@CHA).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 5 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 13 altre pubblicazioni.

È stato inoltre firmato l'accordo di collaborazione con i Musei Vaticani.

**Linea di attività 4:** È stato realizzato il primo dimostratore SCDDL di TOP IMPLART (accelerando i protoni da 7 a 11,6 MeV).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 7 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 18 altre pubblicazioni.

**Linea di attività 5:** Sono stati realizzati 1 dispositivo (rivelatore a film di LiF per imaging di protoni) e 1 dimostratore (apparato per la generazione/rivelazione del segnale di seconda armonica su nanoparticelle).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 14 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 10 altre pubblicazioni.

**Linea di attività 6:** Sono stati realizzati 1 dispositivo (sistema FROG) e 2 prototipi (versione della bussola solare elettronica realizzata per gli impianti solari a concentrazione, manipolatore autonomo per ambienti industriali).

I risultati scientifici conseguiti sono stati pubblicati in 22 lavori scientifici internazionali su riviste referate con Impact Factor ed in 11 altre pubblicazioni.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

SELEX S.E., CREO, INSIS, IAI, INGV, Università di Palermo, Università Cattolica, Università di Urbino, Politecnico Milano, San Raffaele Pisana-IRCC e Fondazione, INSTM, RIS Carabinieri, AM-CSV, Polizia Scientifica, Aeronautica Militare, INFN: LNF e Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Università di Roma Tor Vergata, Università di Roma Tre, FEL-X FERMI, Campus Biomedico Roma, CNR (Roma): ISM, ISC, IFT, Università di Roma Sapienza, Sincrotrone Elettra Trieste, ISS (Istituto Superiore di Sanità), IFO (Istituti Fisioterapici Ospedalieri) di Roma, CNAO (**Italia**).

CEA, UCBL, Alcatel Thales III-V Lab, ASTRIUM, ONERA, DNRED, Nucléides, Université P & M Curie Parigi, Université di Parigi Jussieu (**Francia**).

Fraunhofer Institute, BKA, Biosaxony, Partec, Helmutz Center, University of Leipzig, Microfluidics, Regenerative Medicine Centre Leipzig, EADS, KIT-Karlsruhe Institute of Technology, ANKA Synchrotron (**Germania**), TNO (**Olanda**), FOI, Serstech (**Svezia**), SAS (**Belgio**), Astri Polska, PRIAP, Polish Academy of Science (**Polonia**), CSEM, UNIL, EPFL - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (**Svizzera**), Tekever (**Portogallo**), INDRA; INAS-Tecnalia; Università Pablo de Olavide, Siviglia (Spagna), National Institute of Materials Physics, Bucharest (**Romania**), BAE System; Queen Uni. Belfast, King College; ICONAL, CBNRE Ltd; Università di Liverpool (**Gran Bretagna**), AALTO, NBI, Uni. Turku (**Finlandia**), LDI Innovation (**Estonia**), National Academy of Sciences of Belarus (**Bielorussia**), New York Medical College, Università di Yale; Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida, (**USA**), Indian Institute of Technology Delhi; Department of Physics, Kanya Maha Vidyalyaya, Jalandhar (**India**), Università Tecnologica Federale del Paraná (**Brasile**), Università di Calgary e Tom Baker Cancer Centre (**Canada**), China University of Science and Technology, Shanghai (**Cina**), National Institute for Information and Communications Technology, Tokyo (**Giappone**).

### Reti di ricerca

Piattaforma Nazionale per la Security (SERIT), Network Detection of Explosives (NDE - EU DG HOME AFFAIRS), Integrated Mission Group for Security - Stakeholders forum from Industry, SMEs, Research and Technology Organisations (RTOS) and Academia, European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSEL), ISAC Associated Society, Mediterranean Operational Network for the Global Ocean Observing System (MONGOOS), Commissione Oceanografica Italiana, EcoOne (www.ecoone.org), rete internazionale di professionisti operanti nel settore delle scienze ambientali, Azione Europea COST - MP1203 (Advanced spatial and temporal X-ray metrology), nell'ambito del

dominio MPNS, Materials, Physical and NanoScience Piattaforma Tecnologica Italiana Sorgenti e Sensori Fotonici, Piattaforma Tecnologica Italiana Solid State Lighting (SSL), Gruppi di lavoro ENEA nell'ambito del JP EERA (European Energy Research Alliance): "Basic Sciences for Energy", "Shale-Gas" , Sottocomitato 86C (Attività di standardizzazione dei Sensori a Fibra Ottica) del Comitato Elettrotecnico Italiano, Bioelectrics Consortium, Norfolk, VA (USA), THz-Bio Network, Seoul (Korea), IRMMW-THz Society.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

In sintesi nell'anno di riferimento sono stati realizzati 14 fra prototipi, dimostratori e dispositivi, distribuiti fra le 6 linee di attività perseguite.

Inoltre nell'anno di riferimento sono state condotte attività miranti a verificare le possibilità di sfruttamento di 9 brevetti, di cui 1 nel settore della security, 1 nel monitoraggio marino, 1 nell'analisi di liquidi (nuovo), 1 nella ricostruzione laser 3D per le Belle Arti, 3 per la Visione in ambienti ostili (di cui uno nuovo), 1 per le micro e nano strutture per la fotonica ed 1 per l'estensione internazionale della bussola solare elettronica di precisione.

# UTBIORAD

Unità Tecnica Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo

Responsabile: Carmela Marino

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità tecnica Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo (UTBIORAD) sviluppa metodologie, modelli e tecnologie per la valutazione degli effetti delle radiazioni ionizzanti e di agenti nocivi fisici e chimici sulla salute umana a seguito di esposizioni ambientali, occupazionali o terapeutiche.

Trasferisce al Sistema Sanitario Nazionale e all'industria di settore prodotti, farmaci e sistemi d'avanguardia per terapia e diagnosi di patologie ad alto impatto sociale.

Svolge attività didattica e formazione a livello universitario e post-universitario nei settori di competenza per nuove risorse di personale scientifico nel mercato del lavoro a elevata qualificazione e specializzazione in campo radiobiologico e biomedico.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

All'Unità Tecnica Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo afferiscono i tre Laboratori di Radiobiologia e Biomedicina (RAB), Tossicologia (TOSS) e Biotecnologie (FARM).

### **Radiobiologia e biomedicina**

Il laboratorio di Biologia delle Radiazioni e Biomedicina focalizza le proprie attività su diverse discipline, tra cui la **radiobiologia classica e molecolare**, la cancerogenesi da radiazioni, l'oncologia sperimentale, anche a supporto delle terapie fisiche innovative, e la citogenetica applicata alla dosimetria biologica. Costituiscono inoltre aree di interesse primario lo studio degli **effetti biologici delle radiazioni non ionizzanti**, l'**immunologia molecolare** e le basi molecolari delle malattie infiammatorie croniche. **Un ulteriore campo di ricerca riguarda l'efficacia di composti naturali per la salute umana e animale.**

Le attività del laboratorio riguardano anche la partecipazione a diversi progetti europei finanziati in ambito Programma Quadro, e a progetti nazionali finanziati dai diversi ministeri, dall'Istituto Superiore di Sanità e dalla Regione Lazio.

### **Tossicologia**

Il Laboratorio di Tossicologia conduce le proprie ricerche nelle aree della **tossicologia ambientale**, dell'**epidemiologia** e della **sicurezza occupazionale**. Le attività sono principalmente concentrate su tossicologia riproduttiva e mutagenesi delle cellule germinali, nanotossicologia, neurotossicologia ambientale ed epidemiologia ambientale e salute del lavoro. Le attività del laboratorio hanno riguardato anche la partecipazione ad un progetto in ambito FP7 e a un progetto in ambito PON.

## **Biotecnologie**

Il laboratorio di Biotecnologie svolge le proprie attività nell'ambito della **biologia molecolare**, delle **scienze 'omiche'**, utilizzando le biotecnologie avanzate per la salute umana e veterinarie e formulando farmaci e diagnostici di nuova generazione. Le attività del laboratorio hanno riguardato anche un Accordo di Collaborazione con il CNR per lo sviluppo di biofarmaceutici innovativi per terapie anti-metastatiche, un progetto finanziato dal Ministero degli Affari Esteri sui biofarmaceutici da pianta, un contratto con ASI a seguito di una Acquisizione di Progetto (bando 2012, BIOEXTREME: BIO-fabbriche vegetali per la formulazione di molecole bioattive ad attività microbica, immunostimolatoria e antiossidante per la vita in condizioni estREME), ed un Contratto di ricerca con l'Università Cattolica del Sacro Cuore in tema di diagnostici biotecnologici.

## **Risultati conseguiti**

---

Sono stati predisposti ed inviati i consuntivi di attività scientifiche per tutti i progetti che lo prevedevano: CNR, Biofarmaci; AIRC, TOP-IMPLART. Si sono inoltre svolte riunioni informative e di reporting per il progetto BIOEXTREME. Le attività portate avanti nel corso dell'anno 2014 hanno permesso la stesura dei lavori scientifici, di numerose partecipazioni a congressi nazionali ed internazionali. Molti ricercatori di UTBIORAD hanno mantenuto la partecipazione a commissioni e comitati in istituzioni nazionali ed internazionali come OCSE, Azioni COST, OMS.

Nell'ambito delle nanotecnologie e dei nanomateriali, in collaborazione con altre Unità Tecniche che si occupano di sicurezza alimentare, nuovi materiali e ambiente, sono stati effettuati studi per determinare i meccanismi di azione e gli effetti di nanomateriali con definite caratteristiche chimico-fisiche sulle cellule, i cromosomi ed i geni per mezzo di analisi citometriche e microscopiche. In collaborazione con l'Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per le Valutazioni Ambientali, è stata sviluppata e standardizzata la procedura di calcolo e mappatura territoriale del rischio cancerogeno e dell'indice di pericolo inalatorio.

Le attività sviluppate hanno portato a un totale di 58 Pubblicazioni su riviste con revisione e index, di cui 35 dal laboratorio di Radiobiologia e Biomedicina, 16 da Tossicologia, 7 da Biotecnologie.

Inoltre i ricercatori sono stati membri di comitati scientifici ed organizzatori di congressi nazionali ed internazionali, docenti di corsi di laurea presso le Università di Roma La Sapienza e Tor Vergata; hanno partecipato inoltre a più di 50 congressi nazionali ed internazionali, con un centinaio di presentazioni orali e a poster.

Nell'Unità sono state assegnate 1 tesi di laurea triennale e 4 di laurea magistrale.

## **Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività**

---

Le reti a cui partecipiamo sono MELODI in ambito EURATOM ed alcune azioni COST. Facciamo parte della International Society for Plant Molecular Farming. A livello nazionale siamo soci del consorzio Cluster Tecnologico Nazionale ALISEI.



Di seguito elenchiamo i principali partner dei progetti europei in corso, i partner nazionali, ed alcuni istituzioni con cui sono attive collaborazioni non inquadrare al momento in specifici programmi.

Helmholtz Center Munich, D; Health Protection Agency, Chilton, UK; University of Göttingen, D; Erasmus Medical Center, Rotterdam, NL; University College of London, Institute of Child Health, London, UK; Thomas Jefferson University, Kimmel Cancer Center, Philadelphia, USA; Leiden University Medical Center, NL; Centre for Arctic Environmental Medicine, Nuuk, Greenland; Aarhus University, Department of Environmental and Occupational Medicine, Danimarca; Lund University Hospital, Department of Occupational and Environmental Medicine, Svezia; University of Toronto Scarborough, Department of Physical and Environmental Sciences, Canada; McGill University, Montreal, Quebec, Canada; Université Laval, Quebec, Canada; Osaka University, Giappone; Queen's University Belfast, UK; Goldman School of Dental Medicine, Boston University, Boston, USA; National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene Budapest, Hungary; Lab. Bio-EM/IMS, CNRS, Université de Bordeaux, Francia; Department of Biochemistry, University of Cambridge, UK; University of Gent, Belgio; University of Glasgow, Scozia; St. George's University, London, UK; National Medical University, Kharkiv, Ucraina; Skåne University Hospital, Reproductive Medicine Centre, Malmö, Svezia; Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), France; Università La Sapienza, Roma, Italia; Università Tor Vergata, Roma, Italia; Università Roma Tre, Roma, Italia; Istituto Nazionale Tumori, Milano, Italia; Ospedale Bambino Gesù, IRCCS, Roma, Italia; Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia; Università di Parma, Italia; Università di Chieti "Gabriele D'Annunzio", Italia; Università 'Federico II', Napoli, Italia; Scuola Normale Superiore di Pisa, Italia; Università di Padova, Facoltà di Biologia, Padova, Italia; Università La Tuscia, Viterbo, Italia; Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e Sanità Pubblica, Università di Modena e Reggio Emilia, Italia; Istituto Superiore di Sanità (ISS) Roma, Italia; Università di Milano, Italia; Università di Torino, Italia; Università dell'Aquila, Italia; Dipartimento Igiene del Lavoro, INAIL Roma, Italia; Istituto Tumori Regina Elena, Roma, Italia; Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", CNR, Firenze Italia; Istituto di Ingegneria Biomedica, CNR, Milano, Italia; Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente CNR, Napoli, Italia; CNR, Istituto di Biomedicina e Immunologia Molecolare, Palermo, Italia; HS Hospital Service S.p.A., Roma, Italia; Istituto Nazionale Tumori "G. Pascale", Napoli, Italia; Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani, Cremona, Italia; Università degli Studi Guglielmo Marconi, Roma, Italia; Associazione Medici per l'Ambiente (ISDE), Italia; Società Italiana di Tabaccologia (SITAB), Italia.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Alcune attività nell'ambito delle biotecnologie applicate alla farmaceutica hanno permesso di conseguire brevetti e attivazioni di spin off, tra cui le significative risultano al momento:

Estratto di iperico in olio di neem (medicamento cicatrizzante e biocida), noto come MIX 557, ideato dalla dr.ssa Carnevali e dal dr. Van der Esch, tutelato da brevetto ENEA concesso in licenza in forma non esclusivo alla RI.MOS S.r.L. fino a giugno 2012, ed in seguito anche a PHYTOCEUTICALS L.T.D. da febbraio 2013.

Studio e messa a punto di una nuova miscela di probiotici e molecole anti-infiammatorie da utilizzare nel trattamento delle malattie infiammatorie intestinali, spin-off Farma id srl, dr.ssa Laura Stronati per ENEA con Università La Sapienza ed Italchimici.

Franconi R, Spanò L, Venuti A, Massa S. 'Vaccines based on genetic chimera of viral and/or tumoral antigens and plant proteins'. Italian Patent n.° 0001394887; PCT/IT2010/00324, EP10747517.0 (Sottomesso 04 Settembre 2012). European patent n. 2456785 (European Patent Bulletin 14/47 of 19.11.14).

# UTEE

**Unità Tecnica Efficienza Energetica**

**Responsabile: Pasquale Di Franco**

**Responsabile Aggiunto: Ilaria Bertini**

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico***

L'Unità Tecnica Efficienza Energetica (UTEE), in qualità di Agenzia nazionale per l'efficienza energetica, ai sensi del DLgs. n. 115/2008, è impegnata a promuovere e supportare il conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio e di miglioramento dell'efficienza energetica da parte degli operatori pubblici e privati operanti nei settori di uso finale.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Con riferimento all'obiettivo strategico di promozione dell'efficienza e il risparmio energetico in coerenza con la Strategia Energetica Nazionale, la nuova Direttiva europea n. 27/2012 per l'efficienza energetica e il decreto lgs. 102/2014 di recepimento della stessa, le attività svolte e i programmi in corso, aggregati nelle principali linee di attività, sono:

***Consulenza e supporto tecnico-scientifico alla pubblica amministrazione primaria e periferica e agli operatori privati per l'elaborazione, l'attuazione e il monitoraggio delle politiche e misure dell'efficienza energetica:***

- Predisposizione, su incarico del MiSE, del Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014).
- Redazione del Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica. Il RAEE 2013 (quarto rapporto predisposto in ordine cronologico) fornisce il quadro sullo stato e gli sviluppi dell'efficienza energetica in Italia e sull'impatto, a livello nazionale e territoriale, delle politiche e misure per il miglioramento dell'efficienza negli usi finali. Il Rapporto ha aperto uno spazio di dialogo e di confronto con i principali *stakeholders*.
- Valutazione delle proposte progettuali nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica<sup>1</sup> e attività di promozione della misura ai sensi del Decreto 28 dicembre 2012 che include un sforzo indirizzato a stimolare lo sviluppo e la presentazione di nuove proposte progettuali da parte delle imprese anche PMI.
- Sviluppo applicativo informatico per l'inserimento delle richieste presentate nell'ambito della misura di incentivazione "Detrazioni fiscali 55-65%", assistenza tecnica agli utenti su aspetti normativi e predisposizione del rapporto annuale che presenta i risultati ottenuti.
- Monitoraggio dei risparmi energetici conseguiti a seguito dell'attuazione delle misure di miglioramento dell'efficienza energetica previste dal PAEE2014.

---

<sup>1</sup> Dal 2006 al 2012 l'ENEA ha valutato oltre 12.000 proposte progettuali per un risparmio energetico cumulato pari a oltre 20 Mtep.

- Analisi energetica ed ambientale di scenari di efficientamento tecnologico ed operativo del trasporto merci multimodale italiano (Progetto SIFEG).
- Partecipazione alla redazione della norma nazionale sugli “audit” energetici nel relativo gruppo di lavoro del CTI.
- Progettazione di applicazioni dimostrative ed esemplari, che possano essere riprodotti a livello nazionale (Impianti di climatizzazione di serre basati “Solar Cooling” progetto ADRIACOLD, prototipo per la realizzazione di transizioni verso reti energetiche attive: Isola di Pantelleria).
- Sviluppo di strumenti semplificati di progettazione e pianificazione dei consumi energetici a livello di distretto (piattaforma SW-ODESSE).
- Sviluppo di una metodologia per la verifica della sostenibilità energetica e della fattibilità tecnico-economica dell’elettrificazione di linee per il trasporto pubblico locale.
- Supporto alla Regioni per la definizione dei piani energetici, la predisposizione dei Bilanci Energetici Regionali e i programmi di riqualificazione energetica di aree urbane.
- Sviluppo della metodologia per il monitoraggio del conseguimento degli obiettivi di Burden Sharing regionale per le FER, su incarico del MiSE e in collaborazione con il GSE.

***Accelerazione del processo di conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico:***

- Raccolta di dati relativi a consumi e “best practices” per la certificazione energetica degli edifici;
- Elaborazione dei dati relativi alle prestazioni funzionali e energetiche del patrimonio immobiliare pubblico o in uso pubblico nazionale provenienti dal censimento degli edifici pubblici, ai fini del recepimento dell’art. 5 della Direttiva 27/2012;
- Definizione dei *benchmark* di consumo energetico degli edifici a destinazione d’uso scuole, uffici, alberghi e centri commerciali;
- Sviluppo e messa a disposizione di un SW per il calcolo delle caratteristiche termiche e luminose di serramenti equipaggiati con sistemi schermanti (WIN SHELTER);
- Studio e sviluppo di algoritmi e applicazioni software per l’analisi del comportamento delle persone in città, al fine di agevolare e guidare il processo decisionale di pianificazione della sicurezza della mobilità urbana e di gestione del traffico in caso di incidente (Progetto “Roma Sicura”).
- Partecipazione ai Comitati e Gruppi di lavoro della IEA su temi connessi all’efficienza energetica;
- Partecipazione a network internazionali per lo scambio di informazioni sulle tecnologie e buone pratiche nel settore dell’efficienza energetica: MEDENER, EnR, Energy Charter;
- Partecipazione alle attività della *Concerted Action* sulla *Energy Efficiency Directive* su mandato MiSE;
- Partecipazione al gruppo di trainers WEACT (Worldwide Energy Efficiency Action through Capacity Building & Training);
- Partecipazione a progetti co-finanziati da programmi comunitari (IEE, EACI,..) riguardanti lo sviluppo di metodologie, tecnologie e sviluppo e applicazione di materiali ad alta efficienza energetica (ATLETE2, BUY SMART+, ECOPLIANT, MED DESIRE, CAEED, ADRIACOLD, TESLA, ODYSSEE, CREEM, BRICKS, REQUEST2, Elih-Med).

## ***Promozione e diffusione dell'efficienza e del risparmio energetico nei settori di uso finale***

- Gestione del “Portale Efficienza Energetica” per assicurare un sistema di comunicazione e informazione di riferimento per i cittadini, le imprese, la pubblica amministrazione e gli operatori economici;
- Organizzazione annuale della “Summer School” in Efficienza Energetica;
- Corsi di Formazione per Energy Manager;
- Workshop tematici sui temi dell'efficienza energetica (Detrazioni fiscali 55%, EE negli edifici ospedalieri, RSE);
- Elaborazione di materiale divulgativo (Newsletter, brochure, flyer..);
- Iniziative per l'informazione e l'educazione energetica (Stati generali per l'efficienza energetica, Se queste mura potessero parlare di energia, Ecologicamente street course efficienza energetica, “I want your ideas” giovani idee per l'Efficienza Energetica, Isola della sostenibilità, Mi illumino di meno).

## **Risultati conseguiti**

---

I principali risultati conseguiti sono quelli appresso elencati:

- **Certificati Bianchi.** Nell'anno 2014, il gruppo di lavoro ENEA, costituito da circa 40 esperti, ha valutato oltre 8.100 proposte progettuali per circa 6.100.000 TEE ed un risparmio energetico complessivo pari a circa 2,1 Mtep. Ha avuto inoltre più di 60 incontri con operatori del settore industriale e con società di servizi energetici, elaborato proposte di 15 nuove schede standardizzate e pubblicato 13 Linee guida settoriali;
- **Detrazioni fiscali 55/65%** - Supporto per l'Inserimento delle richieste (oltre 250.000 domande presentate, 46.000 risposte prima informazione), supporto all'utenza su aspetti normativi (7.000 risposte e-mail a quesiti tecnici complessi), predisposizione del rapporto annuale e quadri di sintesi pluriennali.

## **Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività**

---

MiSE, MATTM, CE, Regioni, Enti Locali, Associazioni di categoria, principali operatori nazionali operanti nel settore dell'EE (ENEL, ENI, Università e Istituti di Ricerca, ESCO, ..) e reti internazionali di Agenzie energetiche nazionali quali EnR, MEDENER, EERA.

## **Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale**

---

Le sole attività svolte, nel 2014, nell'ambito del meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica hanno avuto una ricaduta, in termini di incentivazione economica, pari a circa 600 M€ sulle ESCO e sulle imprese del sistema industriale coinvolte.



# UTFISSM

## Unità Tecnica Metodi per la Sicurezza dei Reattori e del Ciclo del Combustibile

Responsabile: Paride Meloni

### Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Energia per il futuro**

L'Unità Tecnica Metodi per la Sicurezza dei Reattori e del Ciclo del Combustibile (UTFISSM) si occupa di sviluppo ed applicazione di metodi per la sicurezza nucleare, focalizzandosi principalmente sulla ricerca e sviluppo di reattori innovativi e sul mantenimento e rafforzamento delle competenze esistenti nel settore. In parallelo, queste competenze sono ulteriormente valorizzate in settori contigui come la fusione nucleare, la *security* e la non-proliferazione.

### Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività tecnico-scientifiche di ricerca e sviluppo e di supporto alle istituzioni sono svolte nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali perseguendo tre obiettivi principali: **conservazione e rafforzamento delle competenze esistenti nel settore dell'energia nucleare da fissione** per garantire la capacità di effettuare valutazioni indipendenti sulla sicurezza dei reattori in operazione ed in fase di sviluppo, per supportare la preparazione e risposta alle emergenze e per valutare la sostenibilità di futuri scenari a medio e lungo termine (linea progettuale LP1 del PAR 2013 dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico; progetti FP7 EURATOM Fissione CESAM, ASAMPESA\_E, NURESAFE, CAST, FREYA; accordi bilaterali con istituzioni di ricerca straniere, in particolare le francesi IRSN e CEA; gruppi di lavoro e comitati nell'ambito di organizzazioni internazionali ed iniziative europee quali OECD-NEA, IAEA, NUGENIA, IGD-TP); **ricerca finalizzata alla progettazione e realizzazione di sistemi nucleari avanzati**, quali Reattori di IV Generazione e Sistemi Sottocritici (linea progettuale LP2 del PAR 2013 dell'AdP MSE-ENEA sulla Ricerca del Sistema Elettrico; progetti FP7 EURATOM Fissione JASMIN, MAXIMA, SEARCH, THINS, PELGRIMM, ESNII+, ARCADIA, MATISSE); **attività nel campo della non proliferazione e security nucleare** e, più in generale, alla riduzione dei rischi nucleari, radiologici, chimici e biologici (progetti P13 e P31 dell'EU CBRN CoE Initiative dell'Instrument for Stability (IfS) della Commissione Europea; convenzione con il Ministero degli Affari Esteri (MAE) relativamente al Trattato per il Bando Totale degli esperimenti nucleari (CTBT); supporto al MAE in materia di non-proliferazione, disarmo e nuclear security; progetto EDEN di FP7-Security).

Le competenze di sviluppo di metodologie numeriche e supporto informatico presenti nell'Unità oltre ad essere di supporto ai progetti dell'Unità stessa sono state coinvolte in progetti di altre Unità ENEA (UTA per il sistema di navigazione MyWay a supporto delle campagne oceanografiche del PNRA, UTPRAD per applicazioni a Free Electron Laser e CARM-FEL).

Inoltre nell'Unità opera il Laboratorio di Tracciabilità che utilizza tecniche per analisi di isotopi stabili e non stabili per applicazioni in ambiti diversi, quali la sostenibilità delle fonti energetiche

fossili, il monitoraggio ambientale (compreso quello di siti con installazioni nucleari) la qualità e la sicurezza alimentare. Nel corso del 2014 il laboratorio ha fatto parte del Progetto Tecnopolo finanziato dalla Regione Emilia Romagna per la costituzione di laboratori di ricerca industriale ed ha fornito supporto al programma di Decommissioning del reattore di ricerca RB3 (Bologna Montecuccolino).

## Risultati conseguiti

---

I principali risultati riferiti ai diversi obiettivi sopra elencati sono stati i seguenti:

- 1) Nell'ambito della LP1 del PAR2013 dell'AdP ENEA-MSE e degli accordi di collaborazione con IRSN e CEA:
  - ✓ Acquisizione, sviluppo e validazione di codici e metodi per studi ed analisi di sicurezza e sostenibilità, relativi alle diverse tematiche presenti in un impianto nucleare ed in funzione delle diverse tipologie di reattore (PWR, BWR, AP1000, EPR).
  - ✓ Sviluppo ed applicazione di metodologie avanzate per la valutazione delle conseguenze incidentali in impianti nucleari e per gestione delle emergenze.
  - ✓ V&V di codici termo-idraulici di sistema a fronte dei dati sperimentali delle facility integrali in SIET (Piacenza)
  - ✓ Definizione di approcci analitici integrati per il monitoraggio di un deposito di rifiuti radioattivi (superficiale o geologico), sia in fase pre-operativa e sia in fase operativa
- 2) Nell'ambito della LP2 del PAR2013 dell'AdP ENEA-MSE:
  - ✓ Sviluppo e validazione di strumenti di simulazione avanzati per l'analisi di sensitività a parametri neutronici di reattori a Piombo, revisione del progetto di nocciolo del reattore dimostrativo a Piombo ALFRED
  - ✓ Studi per la definizione di esperienze rappresentative in facility sperimentali di ALFRED come reattore di riferimento.
- 3) Nell'ambito di progetti europei FP7:
  - ✓ Sviluppo e la validazione di modelli avanzati per la valutazione dell'intervento di sistemi passivi e/o attivazione di procedure per assicurare il confinamento del corium e la rimozione del calore di decadimento in caso di Incidente Grave, ed il raffreddamento del combustibile presente nelle piscine di stoccaggio (CESAM); analisi multi-scala della T/H del nocciolo per sviluppo e validazione di moduli DNS/LES nei codici CFD, validazione del codice termo-meccanico DRACCAR e valutazione di una metodologia di accoppiamento multi-scala (NURESAFE); .
  - ✓ Definizione di metodologie sperimentali per la determinazione del termine sorgente di  $^{14}\text{C}$  nelle frazioni volatili/non volatili nelle resine a scambio ionico provenienti dal decommissioning di centrali nucleari (CAST).
  - ✓ Analisi di propagazione delle incertezze termoidrauliche sul comportamento incidentale per valutazioni sulla robustezza del progetto ALFRED (ESNII+); predisposizione di quadri di riferimento per le azioni necessarie all'avanzamento del progetto ALFRED (ARCADIA); definizione di una configurazione di nocciolo di VENUS rappresentativa di ALFRED (FREYA).



- ✓ Analisi di Post-test con i codice SIMMER, RELAP5 e CATHARE delle campagne sperimentali sulla circolazione naturale in reattori HLM (impianto CIRCE nel CR Brasimone e Loop Tall del KTH Sweden), interpretazione della campagna sperimentale sugli effetti dell'interazione Piombo-Acqua sulle strutture del reattore (impianto LIFUS-5 nel CR Brasimone) con un CFD in-house model e con i codici termo-meccanici ANSYS and LS-DYNA (THINS).
- ✓ Estensione delle analisi neutroniche del reattore MYRRHA operante in modalità critica e sotto-critica ai noccioli massimi e completamento dell'analisi di eventi Design Basis Conditions (DBC) e Design Extension Conditions (DEC) (MAXIMA); proseguimento delle analisi di sistema in regime transitorio a supporto del pre-licensing di MYRRHA (SEARCH).
- ✓ Realizzazione delle analisi di post-test degli esperimenti a Sodio CABRI e KASOLA coi codici ASTEC-Na, CATHARE, SIMMER and RELAP5\_3D e coordinamento di un benchmark tra codici (JASMIN); valutazione delle correlazioni per la temperatura di fusione del Combustibile MOX per reattori veloci (PELGRIMM).
- ✓ Pianificazione di prove sperimentali per l'utilizzo di tecniche di spettrometria gamma e di attivazione neutronica prompt per la rilevazione di esplosivi improvvisati (EDEN).
- ✓ Sviluppo e gestione di un Virtual Research Environment europeo per favorire il networking e la collaborazione tra i ricercatori appartenenti alla vasta comunità (32 centri di ricerca ed università di 15 diversi paesi) JPNM (Joint Program on Nuclear Materials) (MATISSE).

#### 4) Nell'ambito dei Progetti dell'IfS:

- ✓ Coordinamento di due progetti relativi alla mitigazione del rischio CBRN per aumentare la consapevolezza di tale rischio in paesi dell'Africa Sub-Sahariana (EU CBRN CoE - P 13); creazione di un network di università e istituti sul rischio chimico dual-use (EU CBRN CoE - P 31); organizzazione di seminari regionali sul rischio chimico e CBRN nel Nord Africa, Africa sub-sahariana, Medio oriente, Est Europa, Sud Est asiatico.

#### 5) Nell'ambito della Convenzione CTBT e del supporto al MAE:

- ✓ Collaborazione con l'Autorità Nazionale a supporto degli adempimenti per la verifica del Trattato; partecipazione all'esercizio internazionale di ispezioni in situ (IFE14-Giordania) per l'allestimento e l'operatività di un laboratorio mobile per l'analisi ambientale di radionuclidi; realizzazione di un sistema sperimentale per il campionamento e l'analisi dei gas nobili per la verifica del trattato CTBT; partecipazione alle attività del Nuclear Security Summit e del gruppo del G8 Nuclear Safety and Security Group (NSSG.).

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

In ambito nazionale, UTFISSM collabora con: SIET S.P.A., SOGIN, ISPRA, Università del CIRTEN (Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare), Servizio cartografico regionale dell'Emilia -Romagna, Università di Ferrara, Università del Salento, CNR (Istituto di Biometeorologia, Istituto Nazionale di Ottica), Ministero degli Affari Esteri, Ansaldo Nucleare e Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Insubria Center on International Security (ICIS), Ospedale Sacco dell'Università di Milano. Nell'ambito della partecipazione ai numerosi progetti finanziati dalla Commissione Europea per il nucleare da fissione e l'IfS, UTFISSM

collabora con le principali organizzazioni attive in questi settori: centri di ricerca JRC (EC), (CEA (F), SCK-CEN (B), KIT, FZJ e HZDR (D), KTH (S), CIEMAT (E) PSI (CH), ICN (RO), CVR (CZ), NRG e TNO (NL), ICRI e SGSP (Polonia), STCU (Ucraina), MESIS (Giordania), UAE (Marocco), LEI (Lituania) ed istituti di sicurezza IRSN (F), GRS (D), BEL-V (B), oltre ad alcune industrie ed utility AREVA, ANDRA ed EdF (F), AMEC e NDA (GB), NucleoCon (Slovacchia). La partecipazione a progetti e gruppi di lavoro internazionali estende le collaborazioni sul nucleare oltre i confini europei: US-NRC e INEL (USA), Seoul University (ROK), JAEA (J).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

A seguito del raggiungimento della completa operabilità del Laboratorio Tracciabilità sono proseguiti i contratti e le manifestazioni di interesse per progetti congiunti da parte di soggetti industriali di rilievo dell'economia italiana: tracciabilità analitica isotopica di prodotti alimentari quali vino, latte, formaggi (Granarolo SpA, Scriba Nanotecnologie, Federcoop), soluzioni tecnologiche per misure analitiche di supporto al decommissioning di impianti nucleari, analisi di bioplastiche per il packaging industriale, analisi di rilasci gassosi per il monitoraggio di impianti di stoccaggio di CO<sub>2</sub>.

# UTFISST

Unità Tecnica Tecnologie e Impianti per la Fissione e la Gestione del Materiale Nucleare

Responsabile: Massimo Sepielli

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Energia per il futuro**

L'Unità Tecnica Tecnologie Fissione e Gestione Materiale nucleare (UTFISST) si posiziona sulle tematiche della sicurezza dei reattori nucleari in operazione e in sviluppo, progettazione di sistemi nucleari innovativi, chiusura ciclo combustibile nucleare, gestione rifiuti radioattivi e supporto tecnico-scientifico per il deposito nazionale e geologico, a supporto istituzionale. L'Unità interviene inoltre nei progetti tecnologici complessi anche non prettamente nucleari, in sinergia con le altre UT ENEA. Esercisce i due principali reattori di ricerca nazionali, TRIGA e TAPIRO, pianificandone le attività nei settori dell'ingegneria, della fisica nucleare e delle applicazioni mediche, tecnologiche e didattiche.

## Principali attività svolte / programmi in corso

---

UTFISST opera nelle seguenti aree:

- Ricerca e sviluppo (nazionale ed internazionale) dell'energia nucleare, e sue applicazioni e ricadute industriali
- Servizio Paese per la *safety* e *security* dei materiali nucleari e dei radioattivi
- Partecipazioni ai principali organismi nazionali ed internazionali di settore

La R&S si articola fundamentalmente su tre direzioni:

1. Reattori di ricerca e laboratori per la caratterizzazione radiologica
2. Reattori di nuova generazione (reattori SMR e IV generazione)
3. Sistemi e processi ad elevata complessità e applicazioni nucleari non energetiche

**Reattori di ricerca** - L'esercizio dei reattori nucleari di ricerca RSV-TAPIRO e TRIGA-RC1, siti presso il Centro Casaccia, avviene sin dagli anni '60-'70 su licenza MSE ad ENEA; dal 2010 l' esercente è direttamente UTFISST, nella persona del direttore Ing. Sepielli, su procura Commissariale. L' esercente è responsabile della gestione economica ed è datore di lavoro, ai sensi del DLgs. 230/95, e recentemente anche ai sensi del DLgs. 81/2008. L'esercizio degli impianti nucleari (Capo VII del DLgs. 230/95) è svolto da 2 squadre di esercizio composte da direttori, supervisor ed operatori patentati dall'Autorità di Controllo. L'istituto di radioprotezione IRP cura la radioprotezione, attraverso RPO. L'esercizio avviene sotto la sorveglianza ispettiva di IAEA-EURATOM e ISPRA. Il loro utilizzo avviene attraverso attività di ricerca scientifica e tecnologica di base ed applicata di fisica ed ingegneria nucleare. Le applicazioni includono la R&S dei reattori a fissione e fusione (ITER), ricerche nei settori dell'elettronica, aerospazio, radiomedicina, materiali,

biologia, metrologia, radioprotezione, sicurezza nucleare, calibrazione strumentazione, simulazione e modellistica ecc.

**Laboratori di caratterizzazione e radiochimica** - Ai reattori si affiancano i laboratori di caratterizzazione e radiochimica. Vengono svolte attività di ricerca/servizio conto terzi di caratterizzazione radiologica di materiali radioattivi e consulenza tecnico scientifica nell'ambito del *radwaste management*, irraggiamento e test di materiali nucleari.

La R&S in questo settore punta: a) allo sviluppo di reattori nucleari sostenibili in termini di impatto ambientale, di accettabilità sociale e competitività economica. Tali reattori sono caratterizzati da un consumo minimo di risorse primarie, una produzione di rifiuti ridottissima, sia in termini di volumi che di radio tossicità ed un livello di sicurezza intrinseca molto elevata; b) ad attività finalizzate al *radwaste management* e al deposito finale, superficiale e geologico, al riciclo e sistemazione finale in sicurezza dei rifiuti radioattivi a lunga vita.

In quest'ambito, l'Unità ha in corso di svolgimento le seguenti specifiche attività, partecipando alle piattaforme europee del SET-PLAN ed a numerosi progetti nazionali ed internazionali, in particolare nei programmi FP7 e Horizon 2020, fra i quali:

- PELGRIMM - Sviluppo di combustibili contenenti attinidi minori per reattori veloci di IV Generazione, a sostegno dell'agenda di ricerca strategica (SRA) e della Sustainable Nuclear Energy-Technology Platform (SNE-TP) europea.
- MATTER e GETMAT - Ricerche sperimentali su materiali innovativi utilizzabili in reattori di IV generazione.
- ESNII+ - Analisi di dati e metodi di calcolo per la simulazione neutronica/termoidraulica del nocciolo di un reattore veloce di IV generazione raffreddato a piombo.
- CHANDA - Analisi di dati nucleari ed esperienze integrali per la sicurezza dei reattori attuali e lo sviluppo di reattori di nuova generazione.
- JASMIN - Analisi e simulazione termoidraulica di esperimento su reattore CABRI di barretta di combustibile per SFR.
- MARISA - Partecipazione alla costituzione di un Consorzio finalizzato alla realizzazione del reattore Europeo MYRRHA presso SCK-CEN (Belgio).
- CAST - Analisi dei meccanismi di rilascio di Carbonio 14 dai materiali in condizioni di smaltimento geologico, con l'obiettivo di rendere più realistiche le relative valutazioni di sicurezza.
- SACSESS - Attività sperimentale, in collaborazione con il Politecnico di Milano, finalizzata allo studio ed alla caratterizzazione di una nuova matrice per il condizionamento di rifiuti a base di cloruri derivanti da processi pirometallurgici per il riprocessamento del combustibile nucleare, iniziato il primo marzo 2013 e termina il 29 febbraio 2016.
- FREYA - Analisi sperimentale della fisica di sistemi veloci critici e sottocritici raffreddati a piombo. Coordinamento Work Package 3.
- EDEN - Sviluppo di strumenti e procedure innovative nell'ambito della prevenzione e della gestione di situazioni di emergenza derivanti da atti terroristici anche su larga scala. Sviluppo di sensori per la rivelazione di esplosivi e delle cosiddette "bombe sporche", robot avanzati per l'analisi di integrità degli elementi di combustibile in centrali nucleari e demo sulla risposta in campo locale ad un incidente ("location" nel reattore di ricerca TRIGA di Casaccia) e sulla comunicazione e gestione di una emergenza nucleare su scala internazionale.

- Progetto DEVCO (ora INSC) I e II, già applicato per la fase III - Coordinamento del programma europeo DEVCO, finalizzato alla formazione avanzata (training e tutoring) di personale esperto appartenente o destinato ad Agenzie di sicurezza e loro TSO in Paesi emergenti e partner dell'UE.

## Risultati conseguiti

---

L'Unità UTFISST ha raggiunto risultati positivi in tutte le attività sopra descritte e in particolare: Nel corso del 2014, la UTFISST ha presentato i seguenti *proposals* per la Call settembre 2014 Horizon 2020 ed altri programmi Europei su Security ed E&T:

- TEAMING (Infrastrutture in Romania a supporto dimostratore ALFRED, Coordinamento).
- SANER (Aspetti storici e sociali dell'energia nucleare, Coordinamento).
- NUSMOR (Sviluppo Reattori SMR).
- EULER (Sviluppo Reattori IV generazione).
- FREYA + (Analisi neutronica sperimentale di reattori veloci critici e sottocritici raffreddati a piombo).
- EXPECTANCY (Conservazione e valorizzazione delle competenze in campo nucleare nelle regioni europee baltiche e dell'est europeo).
- REJOIN (Studio della resilienza di Sistemi I&C per reattori nucleari).
- MODERN2020 (Sviluppo monitoraggio avanzato deposito geologico).
- COMS-WD (Sviluppo deposito geologico Europeo consortile).
- Progetto regionale per lo sviluppo di un sistema di radiografia neutronica (in via di valutazione).
- Collaborazione con UTRINN per la preparazione congiunta di proposte HORIZON2020 in tema di simulazione dei sistemi energetici ad alimentazione solare.

Ha realizzato gli obiettivi dell'Accordo di Programma ENEA - MSE, Ricerca di Sistema Elettrico, elaborato su indirizzi dell'Autorità per Energia e Gas e a valere sulla Cassa Conguaglio.

È in corso attualmente il Piano Triennale 2013-15, seconda annualità, PAR 2014. UTFISST è impegnata insieme alle UTFISSM e UTIS nel Progetto Nucleare, che si articola su due linee progettuali:

- Sviluppo reattori veloci di IV generazione al piombo e reattori SMR. Vengono effettuati studi ed analisi sul reattore veloce ALFRED, il dimostratore refrigerato mediante piombo liquido. UTFISST è impegnata sul progetto di sistema, la chimica, i materiali, la termoidraulica e strumentazione, simulazione ingegneristica, analisi di sostenibilità, economiche e di scenario, analisi sul ciclo del combustibile finalizzate alla minimizzazione del combustibile utilizzato e alla proliferazione, analisi di possibili sinergie internazionali per la riduzioni dei costi.
- Sicurezza nucleare, in particolare studi, progettazione, modellistica, impiantistica e sperimentazione, finalizzate alla sicurezza dei reattori ad acqua, dei reattori veloci di quarta generazione e alla chiusura ciclo del combustibile. Coordinamento delle attività della linea LP2 b.1 "Qualifica coatings e materiali strutturali per sistemi LFR".

Quanto alle attività prettamente di servizio, la UTFISST ha proseguito nelle seguenti attività:

- Servizio Integrato nazionale per la raccolta, trattamento e stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi e delle sorgenti orfane, accreditamento degli operatori nazionali in convenzione con la Società partecipata NUCLECO S.p.A. Gestione del Contratto ENEA-Nucleco raccolta rifiuti radioattivi ENEA e Gestione attività tecniche impianti ENEA in affitto a Nucleco (ENEA-Casaccia è il sito nazionale di riferimento per il trattamento dei materiali radioattivi). *National focal point* per informazioni sul trasporto dei rifiuti radioattivi. UTFISST ha in organico l'attuale Presidente della Nucleco, che è di nomina dell'Agenzia, ed opera insieme ad altri due membri del Consiglio, nominati da Sogin.
- Gestione dell'Atto di affidamento (A.A.G.) degli impianti ENEA ex-ciclo combustibile alla Sogin attraverso personale comandato e attività di servizio. Supporto all'operatore nazionale Sogin per il decommissioning degli impianti nucleari e per il condizionamento e smaltimento in sicurezza dei rifiuti radioattivi di origine elettronucleare.
- Supporto istituzionale e tecnico-scientifico a Sogin (Direttiva UE n.70 e D.Lgs.45 di recepimento) per la realizzazione del Parco Tecnologico Deposito Nazionale dei rifiuti radioattivi, con significativa ricaduta scientifica, sociale, industriale ed occupazionale. Analisi preliminare con SOGIN per la realizzazione di un simulatore ingegneristico e di addestramento dell'Impianto di processamento rifiuti liquidi CEMEX di Saluggia.

Relativamente alla Security nucleare, nel 2014 la UTFISST ha fornito:

- Supporto alle Istituzioni per il Protocollo aggiuntivo al trattato di non proliferazione nucleare e al controllo esportazioni materiali (*dual use*). Attività in applicazione al Protocollo aggiuntivo in esecuzione dell'articolo iii, paragrafi 1 e 4 del trattato di non proliferazione delle armi nucleari, ratificato con la legge 332/03. Laboratorio nazionale di caratterizzazione e certificazione dei materiali nucleari. Partecipazione al Comitato consultivo beni duplice uso del MiSE/D.G. Internazionalizzazione.
- Partecipazione al Programma internazionale GTRI (Global Threat Reduction Initiative). In tale ambito ENEA-UTFISST è fortemente coinvolto a livello Nuclear Security Summit, MAE, governo USA e sue istituzioni per quanto riguarda la fattibilità (al momento da escludere) di una riconversione del combustibile del reattore TAPIRO da alto arricchimento a basso arricchimento. Sempre in ambito GTRI, ENEA-UTFISST concede autorizzazione all'operatore SOGIN al trasferimento all'estero di materiale nucleare di proprietà dell'Agenzia.

Sulla *safety nucleare*, nel 2015 la UT ha fornito supporto all'autorità di controllo per gli impianti nucleari in esercizio attraverso attività di sperimentazione, modellistica e calcolo. Partecipazione alla redazione dei piani di emergenza nucleare locali e provinciali. Partecipato alla redazione dei piani di emergenza nucleare del CRE Casaccia Roma e di 10 Province (Venezia, Treviso, Firenze, Catania, Terni, Potenza, Matera, Perugia, Rovigo, Cuneo).

Quanto infine alle attività di formazione ed informazione, la UT ha organizzato e partecipato a conferenze internazionali, alla formazione del personale interno, universitaria e post-universitaria, e informazione didattica e divulgativa sull'energia nucleare, tutoring per tesi di laurea in collaborazione con l'Università, alla redazione e pubblicazione su riviste sia nazionali che internazionali di circa 100 articoli e rapporti tecnici.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

- Partecipazione ai principali organismi internazionali: IAEA, OCSE-NEA. Attività di rappresentanza istituzionale, formazione e training, informazione, partecipazione ai comitati scientifici (URANIUM GROUP, CSNI, ecc.). In ambito IAEA – OECD/NEA, sono in corso i progetti IRPHE, Analisi della facility critica B&W SSCR - Core VIII (combustibile U/Th) con integrazione in NEA Handbook ed il progetto Oskarshamn-2: analisi integrata neutronica/termoidraulica di un transitorio di instabilità di BWR. Partecipazione a relativo benchmark internazionale. In ambito IAEA UTFISST partecipa al Forum dei TSO (Technical Safety Support Organisations) ed al WG sulla considerazione degli Eventi Naturali Estremi nei processi di progettazione e licensing.
- Partecipazione alle piattaforme europee del SET-PLAN (produzione CO<sub>2</sub>-free) per il settore dell'energia nucleare da fissione fra cui SNETP, ESNII, NUGENIA, IGDTF, EERA-NM, ENEN, EN-TRAP, ENSTTI, FORATOM, ESARDA. Rappresentanza nei board ed Executive Committee di SNETP.
- Rapporti bilaterali con CEA e IRSN, MOU con DOE (USA) che si svolgono attraverso riunioni periodiche di indirizzo (Steering Committee). Invito per potenziale accordo con CNEA (Argentina).
- Partecipazione a European Network of Testing Facilities for the quality checking of RAdioactive waste Packages ([www.en-trap.ue](http://www.en-trap.ue)), network dei laboratori di riferimento europei per la caratterizzazione radiologica dei rifiuti radioattivi; gli altri laboratori partner sono: Austria (NES), Belgio (SCK-CEN), Finlandia (VTT), Francia (CEA), Germania (FZJ e TUM), Italia (ENEA e Nucleco), Olanda (NRG), Regno Unito (AMEC), Repubblica Ceca (UJV), Spagna (ENRESA e CIEMAT), Unione Europea (JRC-Ispra).
- UTFISST ha relazioni con Istituzioni, Enti di ricerca, utilities, industrie e Società di Ingegneria. Fra queste: CEA, IRSN, SCK-CEN, NNL, CIEMAT, COVRA, EDF, AREVA, VTT, HRP, ICN, CVRez. A livello nazionale: MSE, MIUR, MATTM, ISPRA, Prefetture ed Autorità, CNR, INFN, ANSALDO NUCLEARE, Mangiarotti, SOGIN, NUCLECO, SIET, FN, CSM, SRS., L3-Mapps, GSE Systems, GE.
- UTFISST collabora con Università Italiane afferenti al Consorzio CIRTEN e anche non CIRTEN, come L'Aquila, Ancona, Roma 2, Roma 3, Pavia.
- Partecipazione agli organismi nazionali e internazionali di standard e normazione nucleare (CEN, CENLEC, UNICEN, Ordine degli ingegneri di Roma).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Nel 2014 UTFISST ha utilizzato le sue competenze nucleari per collaborare sinergicamente con le altre Unità Tecniche dell'Agenzia ENEA allo sviluppo e l'ottimizzazione di processi e sistemi ad alta complessità, **nucleari e non nucleari**, in particolare sui temi della efficienza energetica, fisica, biologia, informatica, ingegneria e simulazione, calcolo e progettazione. Fra le attività comuni, si riportano quelle con UTIS, UTFISSM, IRP, METR, UTTMAT, UTRINN, UTMEA, UTTEI, UTEE, UTAGRI:

- Le attività presso i reattori ed i laboratori vengono svolte su accordi di collaborazione/progetto o commessa diretta. Esempi: IAEA, Euratom, CNR, INFN, ASI e Società che operano nel settore aerospaziale, settore radio-farmaceutico, bio e radio chimico, della sicurezza e security nucleare, della metrologia e radioprotezione. Fra queste,

di forte interesse la collaborazione di ricerca commissionata con la UT-FUS all'interno del programma F4E per prove funzionali di componenti di ITER sotto irraggiamento neutronico flusso veloce presso il reattore RSV-Tapiro.

- Consorzio FALCON insieme con UTIS e UTFISSM per Reattore dimostrativo Europeo di IV Generazione ALFRED Creazione del Consorzio industriale FALCON costituito fra ENEA-Ansaldo Nucleare ed ICN (Romania). Contratto bilaterale ENEA-CEA "ARDECO" per reattore dimostrativo Europeo ASTRID in cui si inserisce il progetto di attività sperimentali su termoidraulica e materiali avanzati per IV generazione. Sistema ELOI in sinergia con UTTEI e UTRINN.
- Contratto di Cooperazione ENEA-SOGIN, per supporto tecnico-scientifico alla Società SOGIN per le attività di decommissioning degli impianti del ciclo del combustibile nucleare e realizzazione parco tecnologico deposito nazionale. Coinvolte 12 UT dell'ENEA.
- Progetti di simulazione di sistemi energetici integrati (centri di produzione, trasmissione, utilizzatori finali) con UTRINN e UTMEA. Sinergia con lo sviluppo del Sistema NUTEMA presso Università di Pisa. Progetto "Blue-green" separazione terre rare in territorio Mozambico (attivazione e prosecuzione)
- Attività a supporto dell'UTEE-IND per la valutazione dei Progetti a Consuntivo per efficienza energetica ai fini dell'ottenimento di Certificati Bianchi. Dato supporto all'UTEE-IND per la valutazione di circa 150 Progetti a Consuntivo per efficienza energetica ai fini dell'ottenimento di Certificati Bianchi.
- Collaborazione tra UTFISST-SIMING e UTMEA per la partecipazione al progetto CockpitCI ([www.cockpitCI.eu](http://www.cockpitCI.eu)), installazione e configurazione dei sistemi di Network Intrusion Detection (Snort) per l'analisi del traffico di rete per la rilevazione di attacchi informatici.
- Collaborazione con UTAGRI per sterilizzazione insetti nocivi.



# UTFUS

## Unità Tecnica Fusione

Responsabile: Aldo Pizzuto

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Energia per il Futuro**

L'Unità Tecnica Fusione (UTFUS) sviluppa conoscenze nel campo della fusione a confinamento magnetico (reattore FTU) ed inerziale, attraverso attività di ricerca di fisica, di tecnologie e ingegneristica destinate alla acquisizione di competenze sistemiche per l'utilizzo della fusione termonucleare come fonte di energia.

L'Unità opera in qualità di Leader nazionale nel settore della fusione nucleare nell'ambito della comunità scientifica internazionale e la sua missione è quella di contribuire a sviluppare una nuova fonte di energia sostenibile, attraverso attività svolte in ambito europeo e internazionale, ma con ampie ricadute tecnologiche nel sistema industriale italiano.

In particolare l'ENEA, in qualità di coordinatore del Programma nazionale sulla Fusione, ha contribuito a creare un efficace sistema tra Ricerca, Industria e Innovazione.

## Principali attività svolte/programmi in corso

---

Oltre a svolgere attività di ricerca di base ed applicata nell'ambito del Programma Euratom di Horizon 2020, l'Unità Tecnica Fusione è protagonista nel programma per la realizzazione internazionale del reattore ITER, gestito a livello europeo da F4E. L'aggiudicazione di numerose forniture di componenti per la costruzione di ITER ha comportato ampie ricadute tecnologiche e produttive nel sistema industriale italiano. Attività nazionali e internazionali sulla fusione sono state svolte nel passato nell'ambito dei Contratti di associazione ENEA-Euratom, ed oggi nell'ambito di Eurofusion (JET, ITER e DEMO), del "Broader Approach" e di numerosi contratti con ITER e F4E.

Più in generale, le attività di UTFUS consistono nella sperimentazione di fisica, negli studi teorici e nello sviluppo e messa a punto di processi tecnologici per la costruzione di componenti e soluzioni impiantistiche critici della macchina ITER.

In relazione a F4E, sono state svolte attività negli ambiti di due contratti, il primo relativo alla analisi dei dati nucleari dei materiali di interesse fusionistico, il secondo relativo al progetto della Radial Neutron Camera di ITER.

Le principali attività svolte si possono sintetizzare nei seguenti programmi e contratti in cui UTFUS è direttamente coinvolta:

- Grant Agreement 633053, nell'ambito del quale coordina 16 partner nazionali tra cui CNR, Consorzio RFX, Consorzio CREATE, e 10 tra la più qualificate Università italiane oltre a 3 soggetti industriali: ANN, CSM, LT Calcoli.

- Sfruttamento Scientifico di FTU.
- Sviluppo tecnologie: Superconduttività, componenti ad alto flusso termico, sistemi di visione e metodologia laser, dati neutronici, sicurezza, ciclo del combustibile.
- Collaborazione internazionale per lo studio e la progettazione di una nuova infrastruttura di ricerca Divertor Task Tokamak facility, inclusa nella Road Map fusione di Horizon 2020.
- Collaborazione e partecipazione al programma sperimentale di EAST (Cina) e KSTAR (Corea).
- Contratto con F4E per “Design and development of the European Test Blanket modules”.
- Contratti per calcoli neutronici per ITER.
- Contratto per la realizzazione del Mock-up del divertore di ITER.
- Partecipazione al progetto ICAS per la realizzazione di cavi superconduttori ad alta temperatura critica ad alte correnti.
- Contratto con l’Unione Europea “EuroTapes – European development of superconducting tap” per lo sviluppo di processi di produzione di nastri superconduttori operanti alla temperatura dell’azoto liquido.
- Costruzione di componenti per il “Japan Tokamak 60 Super Advanced” (JT60SA) nell’ambito del programma internazionale “Broader approach” in supporto a ITER, secondo l’accordo bilaterale siglato da Giappone e UE e in cui è previsto la realizzazioni prototipiche di alto contenuto tecnologico da parte dell’ENEA.
- Progetto FIRB - Futuro in Ricerca del MIUR.
- Programma per irraggiamenti con neutroni per EFDA, F4E, INFN e CNR.
- Programma per l’analisi microscopiche della morfologia e dei Materiali.
- Programma NAFASSY - “National Facility for superconducting systems” del PON - Ricerca & competitività del MIUR - per la realizzazione di una facility per lo studio dei materiali.
- Programma MICROGEN30 per l’efficienza energetica del MISE.
- Vari ordini in qualità di subcontraente da committenti privati quali ad esempio: Ansaldo nucleare, Centro sviluppi materiali, ICAS, EADS, Kraftanlagen Heidelberg, SRI International ecc.
- Ricerca e Sviluppo in vari campi quali diagnostiche e rivelatori neutronici, studio ed ottimizzazione di superconduttori ad alta e bassa temperatura di transizione, studio di materiali innovativi, simulazione con codici ecc.

## Risultati conseguiti

---

Nell’ambito del programma internazionale per la costruzione della macchina ITER, UTFUS ha acquisito commesse per le attività di sviluppo di componenti critici, come i cavi superconduttori, il divertore, gli anelli di pre-compressione del solenoide centrale, l’alimentazione del plasma attraverso iniettori di pellet di trizio ed il sistema di ispezione e metrologia, tecnologie per il ciclo del combustibile.

È stata costituita una società con TRATOS cavi e CRIOTEC impianti per la produzione dei cavi superconduttori di ITER.

Fra i risultati più significativi conseguiti dall’Unità nell’ambito delle molteplici attività programmatiche si citano:

- Avvio del progetto e dello studio di fattibilità di una sorgente di potenza di tipo CARM (Cyclotron Auto Resonance Maser) a 250 GHz, in vista delle richieste di DEMO.

- Realizzazione di uno spettrometro TDS (Time Domain Spectroscopy) nel range di frequenza del THz.
- Realizzazione e installazione con successo di un rivelatore a tripla GEM (Gas Enhanced Multiplier) per imaging X sul tokamak KSTAR in Corea.
- Completamento della realizzazione dei Farady Shields e front ends delle due antenne ICRH realizzate per il Tokamak AUG (Asdex Up Grade) in Germania.
- Realizzazione dell'interferometro multicanale per le antenne ICRH di AUG.
- Caratterizzazione con codici tridimensionali delle performance delle antenne LH a 2.45 GHz e 4.6GHz del tokamak EAST in Cina.
- Realizzazione della prima configurazione di divertore con topologia magnetica di tipo Snow Flake sul tokamak EAST in Cina.
- Test elettrici (@4.2 K e 77 K) e meccanici (bending load) di prototipi di cavi superconduttori operanti alla temperatura dell'azoto liquido (HTS).
- Sviluppo di un concetto di nastro HTS a basso aspect ratio.
- Sviluppo di substrati a base di rame per nastri superconduttori HTS.
- Semplificazione del processo di produzione di nastri HTS con l'introduzione di tecniche di deposizione chimica.
- La fabbricazione dei cavi superconduttori: a) per i magneti toroidali e poloidali di ITER e di JT-60SA; b) per la facility Olandese "45T Hybrid Magnet", della Radboud University, Nijmegen; c) per il magnete della facility sperimentale NAFASSY, in fase di costruzione presso l'Università di Salerno.
- Studio concettuale e fabbricazione di campioni di cavi superconduttori per i magneti toroidali di DEMO.
- Sviluppo di metodologie e codici di calcolo per le analisi di neutronica e le analisi di sicurezza.
- Progettazione e realizzazione di moduli a membrana per la separazione di idrogeno ed isotopi nel campo del ciclo del combustibile dei reattori a fusione (programma Eurofusion).
- Prototipi qualificati attraverso prove di flusso termico dedicate, per essere impiegati nella macchina ITER. Il sistema ANN-ENEA è quindi qualificato per la partecipazione della intera fornitura del divertore, che è composto di circa 60 cassette il cui costo previsto è di circa 100M€,
- Tecnologia di costruzione degli anelli, messa a punto e qualificata per gli standard di ITER, e messa a disposizione delle ditte europee.
- Progettate, costruite ed installate linee di avvolgimento e prova delle bobine superconduttrici di JT60-SA.
- Impianti di integrazione consistenti in:
  - ✓ sistema di impregnazione e attrezzature di contenimento e riscaldamento per il processo di impregnazione nella cassa;
  - ✓ impianto per la finitura della bobina dopo il processo di impregnazione;
  - ✓ impianto di movimentazione e posizionamento della bobina e dei componenti della cassa;
  - ✓ impianti di saldatura dedicati alla chiusura della cassa di contenimento delle bobine.
- Completamento dei programmi di qualifica dei processi speciali e realizzati i componenti necessari alla composizione di tre casse di contenimento.
- Ingegnerizzazione e selezione dei componenti industriali e sviluppo dei disegni di fabbrica relativamente allo sviluppo dei 4 Switching Network Unit (SNU) per la commutazione rapida della corrente delle bobine del solenoide centrale.
- Costruzione del primo SNU.

- Ingegnerizzazione della realizzazione di otto alimentatori AC/DC e dei sei trasformatori associati. È stato definito il layout di tutte le apparecchiature elettriche e completate le attività di simulazione.
- Realizzazione e test di primi prototipi di cavi operanti a 20 kA alla temperatura dell'azoto liquido.
- Riduzione dei costi di produzione dei nastri grazie all'utilizzo di lamine a base di rame in associazione temporanea di impresa Poseico-Jema.
- Semplificazione del processo di produzione con l'introduzione di tecniche di deposizione chimica.
- Realizzazione di un magnete superconduttore e dei suoi componenti.
- Fabbricazione dei cavi superconduttori per i magneti toroidali di ITER e di JT60 SA.

Per quanto concerne i risultati relativi allo studio della fusione inerziale: produzione di reazioni di fusione protone Boro in un plasma mediante laser di durata di alcuni nanosecondi.

Nel 2014 sono stati inoltre prodotti: 91 pubblicazioni tra articoli su riviste internazionali, proceedings e libri; 3 brevetti; prototipi; campagne sperimentali.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

### Principali interlocutori nazionali:

Ansaldo Nucleare, Centro sviluppo materiali, CNR, Consorzio RFX, Criotec Impianti, ICAS-Italian Consortium for applied superconductivity, INFN, 3M Italia, MIUR – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, MAE – Ministero degli Affari Esteri, Mangiarotti, MISE – Ministero dello Sviluppo Economico, SIMIC, Tecnomare, Tratos Cavi, Walter Tosto, varie Università e centri ricerca, ANN, VITROCISSET, THALES-Alenia, SELEX-Galileo, De Pretto, Angelantoni.

### Principali interlocutori internazionali:

ASIPP, Commissione Europea, EFDA, EADS Casa Espacio, Euratom, F4E - Fusion for Energy, Istituti di ricerca europei nel settore (KIT, IPP, CEA, CCFE, CIEMAT, ecc.), ITER Organisation, JET, KAIST - Korea Advanced Institute of Science and Technology, ASIPP, Kraftanlagen Heidelberg, Max-Planck-Institute für Plasmaphysik, MIT, PPPL Nucléudes, SRI International, SWIFT China, United States of America-Department of Defense, Unione Europea, varie Università internazionali ecc.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Sebbene la progettazione delle grandi macchine per la fusione sia stata condotta dalla comunità scientifica, l'industria ha assunto un ruolo crescente per sviluppare l'ingegnerizzazione e produzione delle tecnologie richieste da ITER. Dunque lo sviluppo di tecnologie avanzate per la costruzione del reattore internazionale ITER ha una importante ricaduta produttiva, grazie alle numerose commesse assegnate da F4E/ITER al sistema industriale italiano. Ciò ha favorito un elevato trasferimento di competenze in tecnologie avanzate tra centri di ricerca e Industrie nel campo della fusione, sia a livello nazionale che internazionale.

Tra alcune ricadute tecnologiche sul sistema industriale si possono annoverare:

- sviluppo di nuovi processi di produzione innovativi nel campo dei superconduttori elettrici;
- sviluppo di nuovi materiali e di loro possibili applicazioni future per diversi usi energetici anche elettrici;
- trasferimento di know-how all'Industria;
- possibilità di avere importanti applicazioni nell'ambito dei beni culturali, avionica, apparecchi medicali, biochimica ecc.

Grazie all'azione di promozione e trasferimento tecnologico l'Industria italiana ha acquisito quasi il 60% degli ordini europei per la costruzione di componenti di ITER tra cui i magneti, i superconduttori e la camera da vuoto, e altre prestigiose commesse potranno a breve essere acquisite. Il valore complessivo a fine 2014 sfiora il miliardo di euro.



# UTICT

Unità Tecnica Sviluppo Sistemi per l'Informatica e l'ICT

Responsabile: Silvio Migliori

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Sviluppo Sistemi per l'Informatica e l'ICT (UTICT) svolge la propria attività nel campo della ricerca, sviluppo, e implementazione di tecnologie nei settori dell'informatica, delle telecomunicazioni, del calcolo scientifico e delle reti ad alte prestazioni, assicurando all'Agenzia e ai suoi partner tecnico-scientifici la disponibilità di una completa infrastruttura di elaborazione, trattamento, storage e trasmissione di dati.

Partendo dal carattere assolutamente trasversale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, *enabling technologies* in grado di incidere in tutti i settori produttivi ed applicativi, il ruolo dell'Unità Tecnica ICT investe in primo luogo l'area della **competitività dei sistemi produttivi**. Vanno tuttavia tenute in conto anche le importanti interazioni con il settore dell'energia, sia per quanto riguarda gli aspetti di sostenibilità, sia per quanto attiene allo sviluppo di nuove forme di approvvigionamento energetico. Si pensi, a tale proposito, alle attività in corso in ENEA nei settori della modellistica per la combustione e per i nuovi materiali, e delle applicazioni per l'efficienza energetica in vari settori, compresi i *datacentre* stessi.

In un panorama molto articolato, la specificità di ENEA risiede in primo luogo nell'essere un soggetto pubblico che ha sviluppato, nel corso degli anni, un'infrastruttura ICT per la R&S fra le più avanzate, e che è ormai accreditato come uno dei riferimenti nel contesto nazionale. In questo modo si rendono disponibili ai partner industriali risorse hardware e soluzioni software il cui accesso è normalmente precluso a causa dei costi e delle difficoltà tecniche nel mantenimento di un'infrastruttura complessa, aprendo un ventaglio molto ampio di nuove opportunità di business e di crescita professionale.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività svolte da UTICT possono essere raggruppate nei seguenti filoni:

- 1) sviluppo ed evoluzione tecnologica dell'infrastruttura e dei servizi per l'High Performance Computing, attraverso l'implementazione di nuove classi di apparecchiature di calcolo, storage e trasmissione di dati, e lo sviluppo o personalizzazione di opportune soluzioni software per l'accesso alle risorse e l'esecuzione di elaborazioni;
- 2) attività di Ricerca e Sviluppo nei settori del calcolo ad alte prestazioni e distribuito, delle reti di trasmissione dati ad altissima prestazione, dell'integrazione di sistemi eterogenei quali grandi strumenti e laboratori scientifici, per specifiche applicazioni rivolte al sistema produttivo e/o alla Pubblica Amministrazione;

3) sviluppo ed implementazione di nuove applicazioni web-based, e di tecnologie e strumenti per la comunicazione web, la formazione a distanza, la produzione di contenuti, la videocomunicazione, la condivisione geografica dei dati;

4) funzionamento, evoluzione tecnologica, e supporto all'utenza dell'infrastruttura ICT di base dell'Agenzia, ovvero del complesso di strutture di elaborazione, reti trasmissione dati, software, archiviazione e trasmissione dei dati, telefonia, garantendo il supporto a tutte le sue attività programmatiche attraverso l'erogazione di numerosi servizi e la messa a disposizione di un ampio spettro di applicazioni informatiche. In questo filone è inclusa l'attività di sviluppo e mantenimento dei sistemi informativi gestionali.

## Risultati conseguiti

---

Relativamente allo **sviluppo ed upgrading dell'infrastruttura di High Performance Computing**, nel 2014 è entrato in produzione il nuovo cluster CRESCO4 che con i suoi 100 TFlops di potenza di calcolo di picco ha permesso un salto di un fattore 5 rispetto ai maggiori sistemi già disponibili nell'Agenzia. La facility di calcolo è realizzata nell'ambito del progetto PON 2007-2013 "TEDAT - Centro di Eccellenza per le Tecnologie e la Diagnostica Avanzata nel settore dei Trasporti". L'accesso al sistema è stato organizzato in modo tale da privilegiare le attività focalizzate sui temi di maggior interesse per l'Agenzia e per le Unità che più utilizzano la modellistica come strumento per lo sviluppo delle attività programmatiche. In tal senso sono stati stesi dei precisi programmi di attività che hanno coinvolto le unità dell'agenzia che si occupano di scienza dei materiali, di diffusione degli inquinanti nell'atmosfera, della modellistica del clima, della fusione nucleare, della metrologia delle radiazioni ionizzanti e delle fonti rinnovabili. Il tasso di utilizzo di CRESCO4 nell'anno è risultato essere vicino al 90%.

Dal punto di vista di aggiornamento dei sistemi hardware nel corso 2014 è stata predisposta l'acquisizione di alcuni sistemi speciali caratterizzati da grande memoria, dall'uso di coprocessori GPU di tecnologia NVIDIA e di coprocessori PHI di INTEL. I sistemi di caratterizzati da grande memoria (768 GB per singolo nodo) sono stati messi in produzione a fine 2014. Nel quadro delle attività di efficientamento energetico dei sistemi per il calcolo scientifico a fine 2013 era stato disattivato il sistema IBM SP5 sul centro di Frascati e a fine 2014 sul centro di Portici sono stati spenti i cluster CRESCO1 e CRESCO2, originariamente installati nel quadro del primo progetto CRESCO, PON 2000-2006. La potenza di calcolo dei sistemi dismessi è largamente compensata da quella dei nuovi sistemi in produzione, caratterizzati da una efficienza energetica migliore almeno di un fattore 5.

Le attività di **Ricerca e Sviluppo per applicazioni HPC** sono state svolte nell'ambito di numerosi progetti afferenti al PON 2007-2013:

- IT@CHA - Tecnologie Italiane per applicazioni avanzate nei Beni Culturali.
- LAMRECOR – Logistica Avanzata per la Mobilità di Persone e Merci: Modelli Matematici e Sperimentazioni per Nuovi Protocolli di Recapito della Corrispondenza.
- EDOC@WORK 3.0: Education and Work on Cloud (PON 2007-2013).
- DIRECT FOOD: Valorizzazione delle Produzioni agroalimentari dei Sistemi Locali e di quelli tradizionali del *Made in Italy* attraverso la gestione integrata delle filiere e di canali innovativi produttore-consumatore(PON 2007-2013).



- VIS4FACTORY - Sistemi Informativi Visuali per i processi di fabbrica nel settore dei trasporti.
- AQUASYSTEM - Procedure e tecnologie innovative per una gestione pianificata ed integrata delle risorse idriche, l'ottimizzazione energetica ed il controllo della qualità nel Ciclo Integrato delle Acque.
- SI.MON.A. – Sistema integrato per l'individuazione e il monitoraggio di scarichi in fogna e in ambiente (POR Campania).

nonché nell'ambito di alcune commesse dirette provenienti dall'industria.

Si tratta di interventi su un complesso piuttosto eterogeneo di tematiche applicative, aventi però come caratteristica unificante quella di basarsi sulle tecnologie Grid e Cloud implementate sull'infrastruttura HPC dell'ENEA, e sulle soluzioni software di condivisione di risorse di calcolo e storage distribuite ed eterogenee. Le applicazioni sviluppate in collaborazione con i partner industriali o pubblici dei diversi progetti sono basate su soluzioni Open Source, e sono pertanto più facilmente trasferibili in altri contesti applicativi. Sulla produzione scientifica e tecnologica realizzata coi i cluster CRESCO anche nel corso dell'anno 2014 è stato realizzato un report di attività, che ha raccolto 36 contributi provenienti da utenti interni all'Agenzia e anche di utenze esterne, per attività avvenute nell'ambito dei progetti e delle collaborazioni in corso.

Relativamente all'area di attività riguardante le **applicazioni e la comunicazione web-based**, le attività di sviluppo hanno riguardato:

- lo studio di metriche e metodologie di misura per l'efficienza energetica nell'ICT, e di metodologie e soluzioni tecnologiche per l'uso di energie rinnovabili nei datacentre (progetto DC4Cities, 7° Programma Quadro UE);
- lo sviluppo e l'implementazione di sistemi per il controllo di consumi energetici e di monitoraggio di key performance indicators in edifici e/o in contesti urbani (progetto Ricerca Sistema Elettrico e progetto PON 2007-2013 RES NOVAE);
- l'aggiornamento, manutenzione evolutiva, servizi di hosting e sicurezza del sito istituzionale ENEA e di altri siti di comunicazione istituzionale dell'Agenzia;
- lo sviluppo, manutenzione evolutiva ed hosting dei siti di molte Unità Tecniche e progetti dell'Agenzia, di siti web dedicati a specifiche tematiche tecnico-scientifiche, quali ad es. il Patrimonio Culturale e la Robotica;
- lo sviluppo della piattaforma di Simbiosi industriale e del sito [www.simbiosiindustriale.it](http://www.simbiosiindustriale.it) (su commessa UTTAMB);
- la gestione operativa e manutenzione evolutiva del "Sistema informativo SCORTE/SISEN", nell'ambito di una Convezione con il MiSE;
- sviluppo dell'ambiente di supporto alla cittadinanza per il sistema di raccolta delle dichiarazioni relative agli interventi di riqualificazione energetica con detrazione fiscale del 55% per il 2013, e del portale per l'accesso ai dati raccolti da ENEA dal 2007 al 2011 riservato alle regioni;
- la manutenzione evolutiva e l'attivazione di nuovi contenuti e servizi relativamente numerosi servizi web-based, quali la piattaforma di e-learning, ii sistemi di videocomunicazione, ii sistemi di authoring di contenuti formativi, la WebTV;
- l'implementazione di alcuni questionari web-based, in risposta ad esigenze istituzionali dell'Agenzia, quali ad es. l'indagine sul Benessere Organizzativo, o a richieste di specifiche aree programmatiche.

Nel seguito una sintesi delle numerose attività di **infrastrutturazione ICT di base** svolte nel corso dell'anno.

- Per quanto riguarda l'infrastruttura di rete, nel corso del 2014 è continuato il progressivo svecchiamento degli apparati più obsoleti mediante acquisizioni di switch; in tale ambito sono state aggiornate anche le protezioni di frontiera con nuovi dispositivi firewall collocati e da collocare in 10 sedi ENEA.
- Si è aggiornata anche l'infrastruttura wireless attraverso l'ammodernamento del sistema di controllo centralizzato, l'affiancamento di una nuova soluzione decentrata basata sui dispositivi firewall in corso di configurazione. Con questo sviluppo si amplierà ulteriormente la copertura wireless non solo per le aree di interesse condiviso (sale riunioni ecc.) ma anche per garantire la mobilità negli uffici e nei campus. E' stata infine verificata sul campo una nuova soluzione tecnica che consentirà a tutti gli Uffici Territoriali di presentarsi in rete come se fossero all'interno dell'infrastruttura ENEA e potendo quindi usufruire in trasparenza di tutti i servizi ENEA.
- È stata fornita una piattaforma completa per il Telelavoro rivolta ai vincitori dei progetti 2014-2015; in tale ambito, oltre agli strumenti già ampiamente rodati come videoconferenza e VoIP, è stata introdotta anche una nuova tecnologia per la condivisione documenti denominata EneaBox e volta sia a favorire il lavoro collaborativo, sia a facilitare la conservazione delle attività in mobilità.
- È iniziato lo sviluppo dell'architettura necessaria all'implementazione della federazione IDEM che consentirà alle utenze ENEA di utilizzare applicazioni di altri enti federati, utilizzando le proprie credenziali ENEA, e viceversa consentirà ad ENEA di mettere a disposizione degli enti federati le proprie applicazioni.
- E' proseguita l'opera di divulgazione, formazione e supporto per i servizi erogati; attraverso interventi seminariali, aggiornamenti dell'apparato informativo, aggiornamento delle procedure di richiesta dei servizi.
- Per la telefonia le attività hanno riguardato la progettazione e lo sviluppo di piattaforme VoIP per i centri di Brindisi, Frascati e Casaccia, con l'obiettivo di affiancare o sostituire completamente le relative centrali legacy; sempre in ambito telefonico è stata aggiornata e ridefinita la procedura ENEA per la contabilizzazione del traffico telefonico, anche in previsione del porting della stessa in ambito VoIP.

Per quanto riguarda il **Sistema Informativo Gestionale di Agenzia**, è proseguita l'attività istituzionale di servizio all'utenza delle procedure gestionali di competenza (contabilità, personale, sistemi in ambiente Lotus, gestione presenze), l'assistenza ordinaria e la cooperazione nella soluzione di problemi contingenti ed estemporanei. la gestione della manutenzione ordinaria ed evolutiva. È stata eseguita l'analisi e attività iniziali per il passaggio del sistema di contabilità (SCI) alla nuova versione (Eusis). Sono state adeguate le procedure di gestione delle missioni (SIGME) alle richieste dell'Unità UTFUS per EUROfusion. Sono state create applicazioni a supporto dell'Unità Centrale Personale per la gestione delle progressioni di fascia, ed eseguiti numerosi adeguamenti necessari all'ottemperanza alle norme del Codice dell'Amministrazione Digitale e più in generale a quelle sulla digitalizzazione dei processi nella P.A. È infine proseguita l'attività di consolidamento e migrazione parziale dei server fisici in ambiente virtuale.

Sono inoltre proseguite le attività di messa a punto di numerosi **nuovi progetti**, alcuni dei quali sono stati approvati ed il cui iter di avvio è in corso di perfezionamento. Le proposte presentate includono:

- ILEARNTV anywhere, anytime (Bando Smart Cities Smart Communities).
- COBRA - Metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la conservazione dei Beni culturali (Bando Regione Lazio).
- FUSELAGE 2.0 (Bando Clean Sky 2).
- SYMBAD - Industrial Symbiosis for Advanced Resource Efficiency (Bando WASTE).
- CMMST-VRE - Chemistry, Molecular Materials Sciences and Technologies Virtual Research Environment (Bando eInfrastructures).
- EOCOE - Energy Oriented Centre of Excellence for Computer Applications (Bando eInfrastructures).

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

**Imprese:** ENEL, IBM, General Electric Transportation, Elettronica, Avio, HP, Olivetti, Poste Italiane, Infobyte, Freemind Group (Belgio), CREATE-NET, Ayuntamiento de Barcelona, Gas Natural FENOSA (Spagna), MER.MEC., Vitrociset e numerose PMI.

**Enti Pubblici di Ricerca e Consorzi:** CNR (vari istituti), INFN, GARR, INRIA (Francia), Forschungszentrum Julich (Germania), Fraunhofer Gesellschaft (Germania), Oak Ridge National Laboratories (USA), CEA (Francia), CETMA, CALEF, CIRP, Fondazione Bruno Kessler.

**Università:** di Calabria, del Salento, Bari, Palermo, Trento, Mediterranea di Reggio Calabria, Napoli "Federico II", Politecnico di Milano, University of Tennessee (USA), Mannheim, Passau, Rey Juan Carlos (Madrid), Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya.

**Reti di ricerca:** Associazione IGI - Italian Grid Infrastructure, EGI - European Grid Infrastructure.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Le Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (ICT) sono fra le tecnologie abilitanti definite come prioritarie in qualunque indagine o position paper, sia a livello europeo che nazionale, e sulle quali vengono effettuati imponenti investimenti tanto dai programmi di ricerca europei che da quelli nazionali.

Si tratta inoltre di un settore nel quale la rapida velocità del cambiamento e le limitate barriere all'ingresso consentono l'ingresso di sempre nuovi operatori, che immettono nuovi prodotti sul mercato, costituiscono nuove imprese, danno vita a nuove opportunità economiche.

Il calcolo ad alte prestazioni (HPC) è oggi in grado di fornire, ad una platea di utenti sempre più vasta, rappresentazioni numeriche di fenomeni e processi complessi, alla base di molte applicazioni in campo scientifico e industriale. La modellistica e la simulazione numerica hanno così assunto un ruolo sempre più importante nella progettazione e nello studio delle tecnologie energetiche grazie alla rapida evoluzione tecnologica nel settore del calcolo avanzato che rende

disponibili, a costi sempre più bassi, le potenze di calcolo necessarie ad eseguire studi e calcoli in tempi compatibili con le sue esigenze produttive dell'industria.

Questo stato di cose si riflette nell'esperienza ENEA degli ultimi anni, nel corso dei quali la disponibilità di strumenti ed applicazioni di calcolo e trasmissione dati estremamente performanti ha contribuito allo sviluppo delle attività ed al conseguimento di risultati di un numero molto vasto di laboratori e gruppi di ricerca dell'Agenzia e di partner esterni pubblici e privati. A tale proposito, si può affermare che il potenziale di sviluppo è molto elevato, e la dimensione dei risultati fin qui conseguiti è stata limitata in primo luogo dall'entità delle risorse, sia strumentali che umane.

Vanno inoltre citate le numerose opportunità di ricaduta sul sistema produttivo delle tecnologie web-based. Senza la pretesa di essere esaustivi, si citano qui alcuni esempi di tematica sulle quali è in corso un'attività di R&S in ENEA:

- Le ICT sono la principale tecnologia abilitante per favorire politiche di penetrazione delle fonti rinnovabili e di adozione di comportamenti energeticamente efficienti. Attraverso lo sviluppo di strumenti hardware ed applicazioni software è possibile implementare soluzioni smart nelle reti di distribuzione energetica, nei processi e nei prodotti industriali, nelle reti e sistemi di trasporto, negli edifici e nel territorio urbano, nei sistemi di illuminazione.
- Tecnologie e soluzioni ICT possono rendere possibile la smaterializzazione di prodotti e servizi e portare, pertanto ad una riduzione della domanda di risorse. Appartengono a questa categoria tematiche vaste ed eterogenee come il telelavoro, l'e-learning e la scuola digitale, l'e-commerce, l'e-health, le varie tematiche connesse con lo sviluppo dei media digitali.
- Un'ulteriore famiglia molto vasta di possibili applicazioni è fornita dall'intersezione fra tecnologie delle reti e telecomunicazione, sistemi sensoristici ed embedded, sistemi distribuiti di elaborazione che costituiscono la "internet of things". I campi di applicazione possibili spaziano dal contesto urbano (pianificazione e gestione dei servizi, gestione delle emergenze, gestione del traffico) a servizi rivolti al cittadino/consumatore o a gruppi/contesti specifici.

# UTIS

Unità Tecnica Ingegneria Sperimentale Brasimone

Responsabile: Pietro Agostini

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Energia per il futuro**

L'Unità Tecnica Ingegneria Sperimentale Brasimone (UTIS) svolge attività di ricerca e sviluppo tecnologico in supporto alla realizzazione (nel medio e lungo termine) di sistemi nucleari innovativi tanto nel campo della fissione di quarta generazione che della fusione nucleare.

L'impegno dell'Unità nel campo della fissione è concentrato nei sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido pesante, sia critici (Lead cooled Fast Reactor di quarta generazione LFR Gen. IV) che sottocritici (Accelerator Driven System ADS). In tale contesto dispone di un ampio parco di impianti sperimentali (CIRCE, NACIE, HELENA, LIFUS5, TxP, LECOR), unico in Europa, e di tutte le competenze scientifico-tecnologiche necessarie al raggiungimento dell'obiettivo.

L'impegno nel campo della fusione nucleare è principalmente volto allo sviluppo del blanket triziogeno tanto per ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor reattore sperimentale a fusione) che per il futuro reattore dimostrativo DEMO, e allo sviluppo delle tecnologie per IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility) in ambito Broader Approach. Gli impianti sperimentali sono: HEFUS 3, IELLLO, TRIEX, LIFUS 6.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

L'Unità coordina le attività Gen. IV dedicate allo sviluppo di sistemi Lead cooled Fast Reactor (LFR) e Small Modular Reactor (SMR-LFR), finanziate dal MiSE tramite apposito Accordo di Programma. Tali attività si articolano su tre macro-aree d'intervento:

- progettazione di sistema, studi di sostenibilità e analisi di sicurezza;
- sviluppo e qualifica materiali strutturali, studi di fabbricazione e chimica del refrigerante;
- termoidraulica, sperimentazione, modellistica e qualifica componenti.

In tali attività UTIS valorizza in maniera sinergica le competenze disponibili presso UTFISSM e UTFISST, e collabora con le controllate ENEA SIET e FN SPA.

UTIS effettua in questo ambito numerosi studi finalizzati alla tecnologia del sodio ma sinergiche anche con la tecnologia dei metalli liquidi pesanti di proprio interesse, alcune delle quali sono state proposte di recente dal CEA francese.

In ambito europeo, nella medesima area di intervento, UTIS partecipa attivamente a diversi progetti europei finanziati in ambito EURATOM (EC-FP7), tra cui THINS, SEARCH, MAXSIMA, ESNII+, MATISSE, MARISA in cui grazie alle infrastrutture di ricerca disponibili, supporta attivamente lo sviluppo tecnologico in appoggio al sistema ADS MYRRHA e al DEMO LFR ALFRED.

A tale proposito è stato recentemente siglato, fra ENEA, Ansaldo Nucleare e ICN (Romania), il Consorzio FALCON “Fostering Alfred Construction” che si propone di promuovere la costruzione del reattore DEMO ALFRED in Romania attingendo ai fondi infrastrutturali europei. Nell’ambito del consorzio, UTIS rappresenta ENEA, sia a livello strategico, gestionale che tecnico-scientifico. Al consorzio ha recentemente aderito anche l’istituto Ceca CV-Rez.

Il background tecnico-scientifico sviluppato da UTIS in ambito LFR/ADS, ha inoltre permesso a ENEA di stipulare prima un MoU e in seguito un contratto per il conferimento di servizi tecnico-scientifici con l’Istituto di Scienze Fisiche di HEFEI presso l’ Accademia delle Scienze Cinese (CASHIPS). Tale collaborazione, non solo ha permesso all’industria nazionale del settore tecnologico di affacciarsi al mercato cinese, ma sta aprendo interessanti prospettive di collaborazioni future tra ENEA, industria italiana e sistema di ricerca cinese.

In ambito Fusione alcune delle tecnologie fondamentali per i progetti europei di blanket hanno nel Brasimone il principale centro di sperimentazione.

In particolare, fin dagli anni ’90 vengono realizzati dei sistemi sperimentali per:

- la caratterizzazione della compatibilità dei materiali strutturali con la lega eutettica piombo-litio;
- l’analisi delle conseguenze in termini di sicurezza di piccole e grandi perdite di acqua in metallo liquido con validazione sperimentale;
- la qualificazione dei fenomeni di scambio termico tra blanket ed elio refrigerante;
- lo sviluppo di barriere alla permeazione del trizio;
- la misura dei parametri di trasporto del trizio in materiali strutturali o in piombo litio.

ENEA, insieme con le principali associazioni di ricerca europee, come KIT e CEA, ha costituito il TBM-CA, consorzio tra le associazioni di ricerca europee avente come fine la progettazione e realizzazione dei moduli di blanket e relativi circuiti ausiliari per ITER ed, in prospettiva, DEMO.

UTIS è fortemente impegnata nelle attività di progettazione del blanket e dei suoi circuiti ausiliari, rivestendo una posizione di leadership nelle tecnologie di estrazione del trizio e nella termoidraulica del piombo litio; le competenze acquisite nel corso degli anni hanno consentito a UTIS di essere leader del progetto europeo di sviluppo del blanket WCLL per DEMO, nonché responsabile delle tecnologie del piombo litio e di estrazione del trizio.

Sempre nell’Area prioritaria di intervento “Energia per il futuro” si collocano le attività del *Broader Approach*. In tale ambito UTIS è responsabile delle attività di progettazione e sviluppo di componenti critici per l’impianto denominato International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF). In particolare effettua attività di progettazione ed integrazione dei componenti, studio dei fenomeni di corrosione/erosione indotte dal litio negli acciai, studio dei sistemi di purificazione del litio, studio e validazione delle operazioni di manutenzione remotizzata dei componenti.

Trasversali ed a supporto delle attività descritte sono poi le gli studi finalizzati a sviluppare, caratterizzare e testare materiali innovativi utili per le tecnologie di Fissione GenIV e Fusione. L’uso di metalli liquidi come refrigeranti o breeder in questi sistemi infatti, impone la scelta di materiali strutturali e funzionali in grado di resistere contemporaneamente a fenomeni corrosivi, sollecitazioni meccaniche, elevate temperature ed effetti dell’irraggiamento neutronico.

Le attività di UTIS finalizzate allo sviluppo di questi materiali vanno dalla selezione di quanto esistente allo sviluppo di nuove soluzioni, all’effettuazione di test di corrosione in piombo e sue leghe, stagnanti o fluenti; da prove meccaniche classiche ad una completa caratterizzazione

tribologica dei materiali, fino allo svolgimento di test di irraggiamento neutronico (o ionico), in ambiente rappresentativo. Lo studio ed il controllo della chimica dei metalli liquidi e delle leghe eutettiche liquide, insieme allo sviluppo di relative tecnologie innovative, è complementare ai suddetti studi. La caratterizzazione di acciai e acciai saldati a contatto con sali fusi, fluido termovettore per il solare termodinamico, completa il panorama degli ambiti di interesse.

Nel seguito viene riportata una descrizione più accurata delle principali linee di ricerca:

Le Attività svolte per l' Accordo di Programma (ADP) ENEA-MiSE, PT2012-2014 riguardano:

- Studio ed analisi della sostenibilità e analisi economica dei reattori LFR.
- Esperienze di trasporto neutronico e studi spettrali rappresentativi dei sistemi LFR.
- Attività di ottimizzazione del progetto di nocciolo del reattore ALFRED.
- Misure riflettometriche per sistemi bifase ad elevate pressioni e temperature.
- Supporto alla progettazione del combustibile nucleare per reattori veloci.
- Analisi numerica di scenari operativi ed incidentali.
- Analisi numerica di fenomeni di flow-blockage in sistemi LFR.
- Studi e simulazioni dell'interazione tra refrigerante e prodotti di fissione in sistemi LFR.
- Qualifica coating e materiali strutturali.
- Modellazione dei fenomeni di corrosione/dissoluzione.
- Caratterizzazione materiali strutturali.
- Sviluppo acciai austenitici doppio stabilizzati.
- Prove di fabbricabilità per sviluppo elemento di combustibile LFR.
- Implementazione laboratorio chimica del refrigerante.
- Prove di corrosione in piombo fluente in ambiente ossidante.
- Implementazione facility di scambio termico (HERO) e strumentazione innovativa.
- Studio dell'interazione metallo liquido acqua in sistemi di larga scala.
- Studi per l'accoppiamento fra codici di calcolo.
- Implementazione impianto HELENA per prova qualifica componenti.
- Studi sul congelamento del refrigerante in sistemi a metallo liquido pesante.
- Up-grade Impianto NACIE per prove di sicurezza.

Nel contesto del Programma Europeo: FP7 EC EURATOM le attività svolte, tutte afferenti all'area prioritaria di intervento "Energia del futuro", riguardano:

- Studi sulla termoidraulica dei sistemi nucleari a piscina e qualifica codici di calcolo (THINS, FP7-EC).
- Studi sulla stratificazione termica e mixing convection in sistemi a piscina (THINS, FP7-EC).
- Studi sulla caratterizzazione dell'interazione metallo liquido - acqua (THINS, FP7-EC).
- Caratterizzazione fuel-pin bundle per sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido (SEARCH FP7-EC).
- Implementazione sistemi di controllo della chimica del refrigerante in sistemi a piscina (SEARCH FP7-EC).
- Sviluppo tecnologico di filtri e sonde a ossigeno per sistemi LFR/ADS (SEARCH FP7).

- Prove su larga scala dell'interazione metallo liquido acqua in condizioni safety-relevant (MAXSIMA FP7-EC).
- Caratterizzazione Small-leakage da generatori di vapore e scambiatori di calore per sistemi LFR/ADS (MAXSIMA FP7-EC).
- Sviluppo strumentazione innovativa per il rilevamento del gas trapping (MAXSIMA FP7-EC).

In riferimento alla collaborazione ENEA-CASHIPS (Cina) le attività svolte, tutte afferenti all'area prioritaria di intervento "Energia del futuro", riguardano:

- Progettazione, installazione e messa in esercizio, presso INEST (HEFEI, Cina) dell'impianto a metallo liquido KYLIN-II per prove di termoidraulica e analisi di sicurezza in supporto allo sviluppo dell'ADS cinese CLEAR-I.
- Progettazione concettuale di un impianto a metallo liquido per gli studi pool thermalhydraulic in condizioni rilevanti per il sistema CLEAR-I.

In relazione al Broader Approach, all'interno dell'accordo Europa-Giappone a supporto di ITER l'Unità svolge da anni attività di progettazione, realizzazione e qualificazione di materiali e tecnologie. Le attività svolte nell'ambito del progetto IFMIF, tutte afferenti all'area prioritaria d'intervento *Energia per il futuro*, sono:

- Partecipazione alle attività sperimentali dell'impianto ELTL di Oarai (Giappone) per il rilevamento dei fenomeni di cavitazione.
- Sviluppo di un sistema di misura online per la determinazione del contenuto di Azoto in litio
- Progettazione e realizzazione dell'impianto LiFus6 per lo studio dei fenomeni di corrosione da litio.
- Progettazione e realizzazione dei sistemi di purificazione del litio dalle impurezze non metalliche.
- Ottimizzazione della procedura offline per la determinazione della quantità di Azoto disciolto nel litio.
- Progettazione e realizzazione dei prototipi di componenti critici di IFMIF, come il Target, ai fini della validazione delle operazioni di manutenzione remotizzata.
- Progettazione, realizzazione ed integrazione dei dispositivi robotici da impiegare per la validazione delle procedure di manutenzione remotizzata.
- Progettazione del Target Assembly di IFMIF (comprende la progettazione meccanica, l'analisi termo fluidodinamica del getto di litio, l'analisi termo meccanica, l'analisi neutronica e la determinazione del tempo di vita del target assembly).
- Analisi di sicurezza della lithium facility di IFMIF.
- Analisi per l'affidabilità, disponibilità, manutenibilità e ispezionabilità (RAMI) della *lithium facility*.

All'interno del programma EFDA, che ha come fine lo sviluppo progettuale e la validazione delle tecnologie per DEMO, il primo reattore dimostrativo a fusione nucleare, le attività svolte dall'unità tecnica riguardano in particolare lo sviluppo di modelli numerici e la verifica termomeccanica dei moduli di blanket refrigerati ad acqua ed elio.

In riferimento ai Contratti F4E (F4E è l'agenzia europea per il supporto ad ITER, assegna contratti di ricerca e sviluppo e contratti di tipo commerciale secondo la missione che le viene assegnata da ITER), UTIS è attivamente coinvolta nello sviluppo degli ausiliari dei blanket europei per ITER, in consorzio con KIT, e si occupa dello sviluppo di tutti i sistemi di purificazione del refrigerante ed



estrazione del trizio, nonché della integrazione dei diversi sistemi in ITER. Nello sviluppo del contratto sono inoltre coinvolti fornitori italiani ai quali viene data la possibilità di sviluppare ed adattare tecnologie sviluppate per l'industria convenzionale in un ambito completamente diverso quale può essere quello del trattamento di refrigeranti nucleari o estrazione e concentrazione del trizio. Le principali attività nelle quali UTIS è impegnata sono:

- Selezione delle tecnologie di riferimento per la purificazione di elio.
- Progettazione di sistemi per la separazione e concentrazione del trizio.
- Definizione di strumentazione di classe nucleare compatibile con le specifiche condizioni TBM
- Integrazione dei diversi sottosistemi del TBM in ITER.

Nell'ambito dei Contratti ITER il cui obiettivo è la qualifica sperimentale delle chiavette meccaniche *shear keys* deputate a sopportare gli elevati carichi statici e pulsanti che si verranno a sviluppare durante le condizioni di esercizio del reattore a fusione ITER, due moduli prototipici delle suddette chiavette verranno testati per mezzo di una sezione di prova *ad hoc* appositamente progettata da UTIS, che è anche responsabile della progettazione e approvvigionamento della sezione di prova completa della relativa strumentazione, nonché del suo interfacciamento con i sistemi di prova. Il contratto prevede quattro fasi principali:

- Stress analysis e progettazione della sezione di prova.
- Fabbricazione e acquisizione dell'attrezzatura e della strumentazione.
- Commissioning della sezione di prova ed esecuzione dei test di qualifica.
- Analisi dei risultati e reporting.

## Risultati conseguiti

---

Di seguito i principali risultati ottenuti nell'ambito dell'Accordo di Programma ENEA-MSE:

- Analisi economica del DEMO-LFR ALFRED.
- Progetto neutronico del DEMO-LFR ALFRED.
- Qualifica codici neutronica, fuel-pin mechanic code, termoidraulica per supporto all'analisi di sicurezza e progettazione dei sistemi LFR/ADS.
- Analisi di sicurezza su scenari di riferimento dei sistemi LFR.
- Qualifica coating per materiali strutturali.
- Caratterizzazione materiali strutturali.
- Progetto e prototipo griglia spaziatrice reattore ALFRED.
- Strumentazione innovativa (e.s. flow meter).
- Caratterizzazione sperimentale dell'interazione metallo liquido acqua.
- Qualifica componenti prototipici (pompa per sistemi LFR).
- Caratterizzazione sperimentale di sistemi a piscina refrigerati a metallo liquido.
- Implementazione sistemi di coolant-chemistry per reattori LFR.

Tra i risultati conseguiti nell'ambito del programma europeo FP7 EC EURATOM:

- Caratterizzazione sperimentale della termoidraulica dei sistemi nucleari a piscina su sistemi di larga scala (CIRCE) e sulla stratificazione termica e mescolamento in sistemi a piscina.
- Caratterizzazione fuel-pin bundle per sistemi nucleari refrigerati a metallo liquido.
- Sviluppo tecnologico di filtri e sonde a ossigeno per sistemi.
- Prove su larga scala dell'interazione metallo liquido acqua in condizioni safety-relevant.
- Caratterizzazione Small-leakage da generatori di vapore e scambiatori di calore per sistemi.
- Strumentazione innovativa per il rilevamento del gas trapping (MAXSIMA FP7-EC).

Alcuni dei principali risultati ottenuti nell'ambito della Collaborazione ENEA-CASHIPS Cina:

- Analisi di sicurezza in supporto allo sviluppo dell'ADS cinese CLEAR-I.
- Concettualizzazione di un impianto di larga scala a metallo liquido per la qualifica componenti per il sistema CLEAR-I.

I principali risultati in riferimento al Programma internazionale Broader Approach:

- Procedure offline per la determinazione del contenuto di Azoto in litio.
- Impianto Lifus 6, incluso circuito di purificazione, per lo studio dei fenomeni di erosione/corrosione da litio.
- Prototipi per la qualifica delle operazioni di manutenzione remotizzata del Target di IFMIF.
- Prove di qualifica delle operazioni di manutenzione del target di IFMIF.
- Progetto di dettaglio del Target assembly di IFMIF.

I risultati salienti ottenuti nell'ambito del Programma internazionale EFDA:

- Analisi termomeccanica dei moduli di blanket europei: HCLL, HCPB, WCLL.
- Sviluppo progettuale di tecnologie di manutenzione remotizzata.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

I partner coinvolti sono:

**Industria nazionale (principali):** Ansaldo Nucleare Spa, SRS Servizi e Sviluppo Srl, SIET Spa, CSM Spa, FER Strumenti Srl, LIMAINOX Srl, CRIOTEC Impianti Srl, Bettati Antincendio Srl, Tecno Project Industriale, Telerobot S.p.A., Saes Getters, Greenpumps, Marlusì Srl.

**Industria europea (principali):** THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania), OCAS NV (Belgio).

**Università italiane, e in particolare consorzio CIRTEN**

**Centri di ricerca europei:** SCK-CEN (Belgio), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), KIT (Germania), KTH (Svezia), HZDR (Germania), CV-REZ (Repubblica Ceca), OECD-NEA, ICN (Romania), JAEA (Giappone), JRC Petten (EC), JRC Karlsruhe-ITU (EC), NNL (Regno Unito), Wigner (Ungheria), CCFE (Inghilterra).

**Centri di ricerca internazionali:** IPPE (Obnisk, Russia), INEST-CASHIPS (Hefei, Cina).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Nell'ambito delle attività di ricerca e sviluppo in ambito Gen IV e ADS, Il sistema Italiano, guidato da ENEA, da diversi anni svolge un ruolo di leadership, investendo significative risorse materiali ed umane nello sviluppo di una filiera nucleare basata sui metalli liquidi pesanti. Gli investimenti, iniziati con le attività ADS finanziate dai fondi TRASCO (MIUR), hanno trovato continuità nella partecipazione ENEA allo sviluppo dei progetti ELSY e LEADER per un prototipo LFR e nei principali progetti di ricerca e sviluppo europei del settore (THINS, GETMAT, MATTER, ADRIANA, HELIMNET, SEARCH, MAXSIMA) che bene si integrano con le attività nazionali finanziate nell'ambito dell'Accordo di Programma fra ENEA e MiSE.

Da tutto ciò ne consegue che il sistema italiano ha sviluppato un know-how che da una parte favorisce l'inserimento dell'industria italiana nel settore nucleare di quarta generazione (es. in Belgio per MYRRHA, in Romania per ALFRED, in Cina per CLEAR-I, in Russia per SVBR e BREST), consentendo di mettere a frutto gli investimenti realizzati da ENEA nell'ambito della tecnologia dei metalli liquidi pesanti, e contemporaneamente colloca ENEA in una posizione privilegiata nel contesto internazionale dello sviluppo della tecnologia nucleare di nuova generazione.

L'impegno nello sviluppo di tecnologie a supporto della realizzazione dei blanket europei di ITER vede un diretto e costante impegno dell'industria italiana in settori strategici. In particolare lo sviluppo di sistemi per l'estrazione del trizio costituisce la naturale evoluzione di tecnologie nelle quali l'Italia è leader ma che non erano mai state proposte in questo specifico settore. Lo stesso può dirsi per la purificazione dell'elio che vedrà, nella fase di sperimentazione, l'industria italiana principale partner nella fornitura dei sistemi.

Sviluppare e brevettare materiali adatti a sistemi energetici innovativi ha ovvie ricadute immediate strategiche sull'industria del settore.

Inoltre, individuare materiali in grado di sopportare sollecitazioni come quelle sopra descritte ha ricadute immediate anche per altre applicazioni industriali, quali ad esempio quella aeronautica o petrolchimica.



# UTMAR

**Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile**

**Responsabile: Roberta Delfanti**

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile (UTMAR) svolge attività di ricerca e sviluppa metodologie e strumenti per la protezione e gestione sostenibile dell'ambiente marino.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Ricerche multidisciplinari nel settore dell'oceanografia sperimentale per la valutazione dell'impatto delle pressioni antropiche e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini e costieri.

Studi, interventi e consulenze per la valorizzazione e conservazione delle risorse biologiche marine e per l'applicazione a livello nazionale e Mediterraneo della Marine Strategy Framework Directive EU.

Sviluppo di tecnologie e servizi per l'ambiente marino: progettazione e gestione di sistemi integrati per il controllo ambientale marino, sistemi informativi per accesso a dati ed informazioni e sistemi di supporto alle decisioni.

Formazione: Organizzazione e realizzazione di corsi di formazione su tematiche ambientali marine, in collaborazione con Istituzioni internazionali. Docenze Universitarie. Supervisione tesi di laurea e dottorati di ricerca in Scienze marine.

## Risultati conseguiti

---

### STUDI E CONSULENZE

- Impatto dei cambiamenti climatici e delle pressioni antropiche sugli ecosistemi marini: i) identificazioni dei meccanismi di risposta degli organismi marini all'aumento del pH; ii) valutazione degli effetti climatici sulla filobiogeografia di organismi vulnerabili e resistenti al cambiamento; iii) definizione degli impatti di alterazioni trofiche, invasioni biologiche, sovrappesca e nuovi usi dell'ambiente marino su comunità batiali e pelagiche; iv) individuazione di 'serbatoi di biodiversità' (habitat a coralli bianchi profondi) minacciati dall'impatto della pesca. Prodotti: pubblicazioni scientifiche, proposte progettuali, partecipazione a congressi.

- L'osservatorio marino multidisciplinare ENEA della Spezia, operativo a diversi livelli dal 1992, e centrato sulla variabilità a lungo termine degli ecosistemi costieri nel Mar Ligure Orientale, entra a far parte della Rete Italiana ed Europea Lter per la ricerca ecologica di lungo termine. La rete include i siti (solo 8 sono i siti marini italiani) in cui si raccolgono lunghe serie temporali di dati ecologici per la valutazione dell'evoluzione dell'ecosistema. Requisito fondamentale per l'inclusione nella Rete è una solida serie di pubblicazioni scientifiche internazionali, che testimonino la rilevanza dell'attività svolta.
- Definizione del Piano Nazionale di Monitoraggio Marino in attuazione della Marine Strategy Framework Directive, attraverso partecipazione e coordinamento dei Gruppi di Lavoro ad hoc istituiti dal Ministero dell'Ambiente. Prodotti: Linee guida e protocolli operativi
- Interventi in Aree Marine Protette: i) Realizzazione di prodotti divulgativi per un turismo sostenibile relativamente alle emergenze naturalistiche presenti sui fondali delle Isole di Marettimo e Levanzo (Arcipelago Egadi); Prodotti: libro divulgativo, rapporti tecnici, sito web. ii) Valutazione dell'efficacia di dissuasori antistrascico nei confronti della pesca illegale; Prodotti: Rapporti tecnici.

### **SERVIZI**

- Concluso il Progetto di cooperazione transfrontaliera Grecia-Italia "IONIO", con cui il Centro Euromediterraneo per i cambiamenti climatici, ENEA e l'Hellenic Centre for Marine Research hanno realizzato Osservatorio Marino Integrato del Mar Ionio a supporto della sicurezza del traffico marittimo e per la riduzione del rischio da inquinamento.
- Coordinamento ed attuazione del programma di monitoraggio del Mar Mediterraneo da navi di opportunità, a supporto delle attività di modellistica previsionale del bacino.
- Partecipazione ai programmi internazionali per la creazione ed il mantenimento di infrastrutture per l'accesso ai dati oceanografici.

### **FORMAZIONE**

- Organizzazione e realizzazione dell'International workshop on Ocean Acidification (IAEA – Coordination Centre on Ocean Acidification).
- Docenze al Corso di Laurea in Scienze Marine – Università di Pisa : i) corso di "Ecologia Molecolare e Filogeografia Marina" presso l'Università di Pisa, ii) Corso di Ecologia marina e delle acque interne; Corso per Dottorandi "Ecologia Marina e Geobotanica Applicate" presso l'Università degli studi di Pavia.
- Corsi e supervisione tesi di 2 dottorati Europei MARES - Doctoral Programme in Ecosystem Health and Conservation – Erasmus Mundus).

## **Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività**

---

- Organizzazioni/Enti internazionali: International Atomic Energy Agency, Mediterranean Science Commission (CIESM); Sistemi previsionali marini ed atmosferici, WMO-IOC Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology, UN - Joint Group of

Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection\_GESAMP, International Council for Science - Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR).

- EU: Non Profit Organization EUROGOOS.
- Università di: Pavia, Pisa, Parma, Genova, Firenze, Palermo, Napoli (Parthenope), Lille-Nord de France, Bar Ilan - Israele, Plymouth - UK, Portsmouth - UK, Glasgow - UK, Siviglia, Ghent, Malta, Alterra Wageningen University Centre Water and Climate -The Netherlands, Doctoral School in Ecosystem Health and Conservation MARES, IMS METU Erdemli - Turkey, Utrecht University, Texas A&M University at Galveston, Texas, US, University of Southampton UK, UQAR - Canada.
- Enti di Ricerca: CNR, INGV, ISPRA, Stazione Zoologica di Napoli, GNRAC (Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero), Centre Scientifique de Monaco, Marine Biological Association of UK, Natural History Museum of London, Hellenic Centre for Marine Research -GR; IMS-METU, Turchia; CEFAS – UK, ICM-CSIC Barcellona, Woods Hole Oceanographic Institution, MA, USA. Intitut de Radioprotection e de Surete Nucleaire, Toulon, F.
- Enti Locali:
  - Distretto Ligure per le Tecnologie Marine - La Spezia
  - Autorità di bacino del fiume Magra
  - Comuni di: La Spezia, Lerici, Porto Venere
  - Aree Marine Protette: Egadi, Cinque Terre, Porto Venere
- Marina Militare.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

- Sviluppo, attraverso collaborazioni nazionali ed internazionali, di un concetto innovativo di osservatori marini e collaborazione con imprese nazionali per la realizzazione di sistemi di misura innovativi ed autonomi che soddisfino i requisiti stabiliti.
- Sviluppo di servizi per gli utilizzatori dell'ambiente marino: archiviazione e gestione dei dati per garantire la loro accessibilità da parte di utenti a vari livelli di competenza.
- Sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione di situazioni incidentali in ambiente marino.
- Determinazione delle conoscenze e dei parametri ecologici per la stima del valore economico dei beni e servizi forniti dagli ecosistemi marini (es: difesa dei litorali, ripopolamento, sequestro di carbonio, mitigazione del clima).





# UTMEA

Unità Tecnica Modellistica Energetica e Ambientale

Responsabile: Vincenzo Artale

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi***

L'Unità Tecnica Modellistica Energetica e Ambientale (UTMEA) supporta le innovazioni nella gestione ambientale e lo sviluppo di tecnologie energetiche per lo sviluppo economico sostenibile.

Le attività di ricerca includono la modellistica e l'osservazione del sistema climatico a scala regionale e globale, l'elaborazione di strategie energetiche e lo sviluppo di nuove tecnologie per l'analisi del Rischio e l'adattamento delle Infrastrutture Tecnologiche ed Energetiche e delle attività umane alle problematiche ambientali e ai loro cambiamenti, nella prospettiva di una società decarbonizzata.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

L'area di azione prevalente dell'Unità è quella sugli ***studi e ricerche sul sistema climatico***.

In questo ambito UTMEA effettua attività di analisi climatiche per la predizione della variabilità e degli effetti dei cambiamenti climatici anche in termini di modelli socio-economici; effettua analisi e valutazioni di politiche e misure in termini di impatti energetici, ambientali ed economici di piani e strategie a livello nazionale e regionale, utilizzando metodologie bottom-up e modelli top down al fine di fornire indicazioni ai decisori pubblici e alle imprese. Effettua studi, analisi e monitoraggio dei parametri fisico-chimici della terra fluida e dei gas atmosferici principalmente nel Mediterraneo e nelle regioni polari. Infine, sviluppa particolari ***servizi climatici*** per l'energia, l'agricoltura e il turismo.

Le attività osservative sono effettuate attraverso esperimenti mirati e misure di lungo periodo, in stazioni di misura dedicate nel Mediterraneo, in Antartide, in Artide e nella regione Himalayana. Gli studi riguardano l'evoluzione passata e presente del clima e dei parametri che lo influenzano e sono finalizzati a separare la variabilità naturale dall'influenza antropica.

L'Unità svolge intense attività in campo nazionale ed internazionale riguardanti la ***Sostenibilità del sistema energetico-ambientale***.

In tale ambito, sviluppa sistemi e applicazioni di calcolo ad alte prestazioni e sistemi DSS (Decision Support Systems) per ***l'analisi del Rischio delle Infrastrutture Critiche***, sia in relazione ai pericoli derivanti da eventi naturali, sia in relazione agli scenari di *cyber-risk*.

UTMEA è inoltre molto attiva in molteplici programmi e progetti nazionali ed internazionali (complessivamente oltre venti tra programmi, progetti e convenzioni), in attività a supporto del

decisore pubblico (POR Sicilia, PON Sicilia) ed in progetti di ricerca, in genere in collaborazione con altri istituti di ricerca nazionali ed internazionali.

## Risultati conseguiti

---

In relazione alle attività del paragrafo precedente, possono essere evidenziati i seguenti risultati conseguiti nel corso del 2014:

- Piattaforma software di analisi di conseguenze di scenari di forte perturbazione ambientale utilizzando moduli di circolazione atmosferica e oceanica/marina e *layers* informativi territoriali;
- Sistema di classificazione legato al sistema di *Emission Trading* che consentirà la realizzazione di basi di dati correttamente classificate orientate a fornire servizi per l'*Emission Trading System* (ETS);
- Portali con applicazioni web based utilizzando criteri di "*usability*";
- Modello software per la gestione virtuale di "*cyber enterprise*";
- Software per analisi comunicazioni di telecontrollo per la rete elettrica;
- Piattaforma software (modello regionale climatico PROTHEUS) che consente la generazione di scenari climatici regionali;
- Climate Services – dati e simulazioni basate su modelli climatici al fine di fornire dati relativi a previsioni stagionali a TERNA, indispensabili per le politiche di ottimizzazione della produzione di energia;
- Simulazioni e scenari climatici, nell'ambito del World Food Program (WFP) orientati allo sviluppo ed all'ottimizzazione delle colture agricole nel corno d'Africa;
- Prototipo per l'estrazione di energia dal mare (nell'ambito della Ricerca di sistema elettrico, congiuntamente con gli altri partner partecipanti al progetto);
- Sviluppo di una metodologia top-down, che utilizza un modello integrato, che prevede l'interazione tra diversi strumenti quali matrici di Input/Output, NAMEA, Times Italia e Gains, per la valutazione degli impatti economici (PIL, occupazione) e ambientali (emissioni di GHG) di un piano di investimenti di rilevanza macroeconomica;
- Sviluppo, in collaborazione con altri partner e nell'ambito di un progetto europeo, del modello CO2MPARE: strumento di supporto nelle attività di programmazione, monitoraggio e valutazione dei Fondi Strutturali che consente al decisore pubblico di orientare la pianificazione dei programmi finanziati con fondi comunitari verso una crescita sostenibile in tutti i settori interessati dall'intervento (trasporti, edilizia, energia, ecc.);
- Analisi di serie storiche di dati e/o insiemi di dati da misure intensive per lo studio dell'evoluzione del clima e dei processi che ne determinano la sua variabilità;
- Studi ed analisi del sistema climatico da dati simulati e validati con dati in situ.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

La maggior parte delle attività svolte da UTMEA sono finanziate nell'ambito dei progetti della Commissione Europea (e.g. 7° Programma Quadro (FP7)), o nell'ambito delle azioni di finanziamento Nazionali e Regionale (PON/POR). In tale contesto progettuale interagisce con una molteplicità di interlocutori appartenenti alle diverse categorie quali Enti e Istituti di ricerca, Istituti Universitari, Grandi Industrie, Piccole e Medie Imprese delle quali si fornisce un limitato elenco:

Fraunhofer (D), DELTARES (NL); CNR; Università Italiane e Internazionali; CMCC; IC3 – Spain; MeteoFrance; Selex s.p.a.; TERNA, ACEA, Telecom Italia.

Tra le reti di ricerca internazionali associate si segnalano:

MedCordex; Hymex; ICOS; Carboeurope; MWRNet; AERONET; LCSNet; WMO Global Atmosphere Watch/WDCGG.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Per quanto concerne le attività in ambito “**studi e ricerche sul sistema climatico e sviluppo di servizi climatici**”, è necessario far menzione del rilevante grado di sviluppo ed implementazione sia dei modelli predittivi di variabilità climatica su scala regionale e globale, sia dello sviluppo di prototipi di estrazione di energia dal mare. L'avvio, inoltre, dei Distretti Tecnologici, in particolare in Sicilia, con l'obiettivo di sviluppare conoscenze e applicazioni nel settore delle aree marine e costiere e delle interazioni mare-atmosfera, consentirà un ulteriore rafforzamento delle partnership già consolidate (tra gli altri con CNR, INGV e ISPRA) e un significativo impulso allo sviluppo di ricadute industriali sul territorio.

Le ricadute tecnologiche ed economiche relative all'Area “**Sostenibilità del sistema energetico-ambientale e gestione del Rischio**” possono essere prevalentemente individuate da un lato nello sviluppo di modelli e applicazioni avanzate a supporto dei settori industriali (filiera produttive) operanti sulle energie rinnovabili (in particolare solare termodinamico a concentrazione ed energia dal mare) e dall'altro nello sviluppo di sistemi di governo e di controllo delle interazioni e delle interdipendenze fra infrastrutture critiche al fine della prevenzione e gestione dei rischi da eventi e catastrofi naturali. Le potenziali ricadute economiche derivano dal rafforzamento delle alleanze tecnologiche sui temi sopracitati e dal consolidamento dei network di ricerca internazionali indispensabili per poter accedere alle fonti di finanziamento del nuovo programma quadro dell'UE-HORIZON 2020.

In particolare nel settore dell'**Analisi del Rischio** delle Infrastrutture Critiche, l'Unità ha in corso lo sviluppo di avanzati strumenti tecnologici da dispiegare per la realizzazione di un Centro di Competenza per l'Analisi del Rischio delle Infrastrutture Critiche da realizzare come supporto al Dipartimento della Protezione Civile (nel quadro del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 settembre 2012). Tale Centro, denominato I-EISAC (Italian node dell'European Infrastructures Simulation and Analysis Centre) sarà il primo di una costellazione di Centri europei di grande valenza e con un impatto molto forte sia sulla PA che sugli Operatori (aziende) che operano nel settore delle Infrastrutture Critiche (elettricità, gas, acqua, telecomunicazioni).



# UTMETR

Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti

Responsabile: Pierino De Felice

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'attività dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI-ENEA, UTMETR) è relativa al ruolo di "Istituto Metrologico Primario" nel settore delle radiazioni ionizzanti (legge 273/1991), all'effettuazione di prove per l'omologazione degli strumenti di misura in ambito UE (legge 132/1988) e alla predisposizione di mezzi e procedure per l'assolvimento degli obblighi di taratura e criteri di approvazione dei dosimetri delle radiazioni ionizzanti (D.Lgs. 230/1995 e 241/2000).

## Principali attività svolte/programmi in corso

---

L'attività dell'Istituto è orientata alla ricerca finalizzata allo **sviluppo dei campioni primari** nazionali e alla promozione e **standardizzazione dei metodi di misura** delle radiazioni ionizzanti. A tali attività sono state affiancate quelle di **taratura degli strumenti di misura**, di **formazione** e organizzazione interna. Le attività sono state condotte secondo le seguenti linee tematiche: dosimetria a basse dosi, dosimetria ad alte dosi, misura dei radionuclidi, misura dei neutroni.

## Risultati conseguiti

---

Le attività di ricerca e **sviluppo di campioni primari** sono proseguite nel 2014 sui nuovi campioni di: dose assorbita in acqua (brachiterapia con bassi/alti ratei di dose, radioterapia con  $^{60}\text{Co}$  e raggi X di bassa energia), attività di radionuclidi (camera radon, toron, Tc-99m, F-18), emissione neutronica (bagno  $\text{MnSO}_4$ , sorgenti Am-Be). Per la validazione dei campioni sono stati organizzati/svolti confronti internazionali di dose assorbita dovuta a sorgenti brachiterapiche e misure di radionuclidi (Tc-99m, F-18).

Nell'ambito della **standardizzazione ed affidabilità dei metodi di misura**, è da segnalare la partecipazione a 11 progetti triennali finanziati dalla CE nel quadro dell'European Metrology Research Programme (EMRP), per un contributo finanziario totale di circa 600 k€. Inoltre, è proseguita l'ISPR, riguardo il programma nazionale di promozione dell'affidabilità dei laboratori delle reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale (RESORAD).

È proseguito lo svolgimento del **servizio di taratura** della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti, per soddisfare la richiesta nazionale nel settore. Sono proseguite le attività, svolte in convenzione con ACCREDIA, per l'accreditamento di Laboratori secondari di taratura (LAT).

Come per gli anni passati, l'Istituto ha assicurato, tramite i propri rappresentanti, la realizzazione di corsi di **formazione** post-universitaria nel settore specifico d'interesse. L'Istituto ha continuato a mantenere e aggiornare il proprio Sistema di Qualità conforme alla norma ISO-17025 gestendo positivamente i miglioramenti emersi a seguito di una *peer-review* internazionale in ambito EURAMET.

Nel corso del 2014 l'INMRI-ENEA ha prodotto circa 30 articoli scientifici, 20 rapporti tecnici, 4 confronti internazionali, 130 certificati di taratura, 3 nuovi campioni.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che effettuano misure di radiazioni ionizzanti nei seguenti campi: Terapia e diagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISPRA, ARPA, PPAA, ENEA, Organismi Centrali di Vigilanza e Controllo, Organismi della Protezione Civile e della Difesa); Trattamento, sterilizzazione e diagnosi di materiali mediante radiazioni; Produzione di strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, sorgenti radioattive, radiofarmaci; Ricerca scientifica (Università e Enti di Ricerca), Certificazione di misure e laboratori secondari di metrologia (ACCREDIA, Laboratori accreditati di prova e taratura). Sul piano internazionale gli interlocutori sono gli organismi internazionali di metrologia o di standardizzazione: BIPM, INRIM, ICRM (funzione di Presidenza svolta da INMRI-ENEA), IAEA, EA, EURAMET, ISO, IEC, UNI, UKAS.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

L'attività di certificazione svolta dall'ENEA-INMRI è essenziale per i "Sistemi Qualità" di tutti gli interlocutori pubblici e privati su elencati, garantendo nel Paese le condizioni per l'affidabilità e la riferibilità delle misure, essenziali per un pieno sviluppo economico e tecnologico nei settori di competenza.

# UTPRA

Unità Tecnica Caratterizzazione, Prevenzione e Risanamento Ambientale

Responsabile: Carlo Cremisini

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Caratterizzazione, Prevenzione e Risanamento Ambientale (UTPRA) svolge ricerche finalizzate all'implementazione di innovazione metodologica e tecnologica seguendo un approccio multidisciplinare che coinvolge ingegneria, geologia, chimica ambientale, geochimica, microbiologia, ecotossicologia, sensoristica e modellistica.

I settori nei quali opera sono:

- Caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale
- Protezione dai rischi naturali e ingegneria sismica
- Conservazione dei beni culturali

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

L'Unità fornisce, con approccio multidisciplinare e con particolare attenzione alle necessità delle Amministrazioni Centrali e Locali, un adeguato supporto tecnico/scientifico - sia sul piano della consulenza che sul piano operativo - finalizzato sia all'innovazione dei sistemi di acquisizione dati per una più efficace individuazione dei problemi ambientali, sia alla sperimentazione di nuovi approcci per la loro soluzione. Rilevante è l'impegno nel campo dei beni culturali, sia per la conservazione e restauro tramite l'innovativo utilizzo di ceppi microbici, sia attraverso la progettazione di interventi ingegneristici per la protezione di opere monumentali. L'Unità è inoltre attiva nel campo della prevenzione e riduzione dei rischi legati ai fenomeni naturali e alla mitigazione dei relativi effetti sul territorio e le costruzioni, sviluppando anche specifiche applicazioni GIS; studi e ricerche sulla caratterizzazione dell'*input* sismico, sulla zonazione e microzonazione sismica e sulla risposta sismica locale, nonché sulla vulnerabilità sismica delle opere civili, industriali e di interesse storico-artistico.

Gli **Obiettivi Strategici** dell'Unità sono:

- 1.** la caratterizzazione preliminare e il successivo monitoraggio nell'ambito degli interventi di bonifica, anche su aree contaminate di notevole estensione, con particolare riguardo alla definizione dei valori di *fondo geochimico naturale* di elementi potenzialmente tossici e dei livelli dei microinquinanti organici e lo sviluppo di adeguate tecnologie per gli interventi.

Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:

**0.** . *Tecniche di indagine per caratterizzazione di siti e analisi su matrici ambientali*

**0.a.** *Sensori per il monitoraggio ambientale per i controlli dei processi industriali nel settore alimentare.*

- 0.b. *Miglioramento dello stato attuale delle tecnologie di biorisanamento di suoli contaminati mediante la definizione di approcci innovativi basati su processi bio-geo-chimici.*
  - 0.c. *Sviluppo di tecnologie di fitorisanamento assistito mediante l'accoppiamento di microrganismi e piante, per la riduzione dei rischi per l'ambiente e la salute (fitostabilizzazione /fitoestrazione).*
2. la riduzione dei rischi legati ai fenomeni naturali (terremoti, alluvioni e frane, in particolare) e la mitigazione dei loro effetti sul territorio e sulle costruzioni. In questo ambito supporta anche il Dipartimento di Protezione Civile, partecipando anche alle attività di emergenza e post-emergenza a seguito di catastrofi naturali. Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:
- 2.a. *Analisi della pericolosità sismica*
  - 2.b. *Analisi e progetto strutture*
  - 2.c. *Sviluppo di tecnologie antisismiche innovative*
  - 2.d. *Supporto al Dipartimento di Protezione Civile*
3. la difesa del suolo e la salvaguardia delle risorse idriche, a supporto delle politiche di pianificazione per la gestione dei rischi naturali. Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:
- 3.a. *Definizione del Rischio Geomorfologico*
  - 3.b. *Valutazione dell'Erosione superficiale*
  - 3.c. *Definizione del Rischio Idrogeologico*
4. la conservazione e il restauro dei beni culturali, sia attraverso la progettazione di interventi ingegneristici per la protezione di opere monumentali, sia tramite l'innovativo utilizzo di ceppi microbici. Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:
- 4.a. *Diagnosi del danno biologico mediante tecniche integrate molecolari, colturali e microscopiche.*
  - 4.b. *Approcci innovativi al restauro (biorestauro) mediante lo sviluppo di processi biotecnologici che impiegano microrganismi e loro prodotti per il bio-consolidamento e la bio-pulitura selettiva di materiali di interesse storico-artistico.*
  - 4.c. *Salvaguardia dei beni culturali dai rischi naturali.*
  - 4.d. *Applicazione di moderne tecnologie antisismiche al patrimonio culturale.*
5. lo sviluppo di biotecnologie microbiche applicate alla produzione di energia da biomasse (BIOENERGIA). Relativamente a questo Obiettivo Strategico gli **Obiettivi Operativi** sono:
- 5.a. *Valorizzazione energetica di biomasse residuali (deiezioni animali, acque di vegetazione delle olive, residui dell'industria agro-alimentare, FORSU) mediante l'accoppiamento del processo di digestione anaerobica con sistemi co-generativi.*
  - 5.b. *Eliminazione delle lacune esistenti sulle conoscenze dei processi microbiologici, in relazione alla qualità del biogas prodotto durante la digestione anaerobica, per guidare il processo verso la direzione desiderata (prodotti e impurezze, efficienza).*



## Risultati conseguiti

---

### O.S.1

- Sono state condotte le attività previste per il terzo anno del **Progetto RITMARE** “La ricerca italiana per il mare” (Progetti Bandiera, 2012-2016), che prevedono, per quanto riguarda GEOC, la messa a punto di un modello per la diffusione dei contaminanti in mare. Sono state condotte campagne di campionamento in mare nel Golfo di Napoli (acqua, sedimenti, campionatori passivi) e nel bacino del Fiume Sarno (acque, suoli) finalizzati alla modellizzazione di contaminanti organici (in particolare TBT), in aggiunta a quanto fatto nel secondo anno per i metalli pesanti.
- A seguito della Convenzione fra ENEA e il Soggetto Attuatore per il completamento degli interventi di ricostruzione post-sisma nel territorio del **Comune di S. Giuliano di Puglia**, il Laboratorio GEOC ha effettuato la quarta (e ultima) campagna di campionamento di sedimenti fluviali, di acque superficiali e di falda e le relative analisi, volte a definire le caratteristiche delle risorse idriche della zona e a valutarne la gestione anche tramite strumenti GIS, in collaborazione con il Laboratorio PREV. Di tutta l’attività svolta su questa tematica è stato prodotto un report finale.
- All’interno del Progetto SMERI (Progetto cluster Regione Sardegna) - in collaborazione con le Università di Cagliari e di Cracovia - è proseguita l’attività di fitorisanamento assistito da microrganismi, nel campo sperimentale già allestito durante il progetto PF7 UMBRELLA presso il sito minerario di Ingurtosu (Sardegna). Durante il progetto UMBRELLA era stato definito un “tool-box” come strumento per ridurre la mobilità e, quindi la dispersione dei metalli pesanti. Il “tool-box” era costituito da un’associazione di piante e batteri endemici, da *Euphorbia pythiusa* e da un consorzio di batteri nativi promotori di crescita delle piante (PGP). Nell’anno 2014 i risultati della sperimentazione hanno reso evidente che, a distanza di due anni e mezzo dall’inizio della sperimentazione, senza cure del campo, la migliore sopravvivenza delle piante (>60%) e la migliore qualità del suolo erano osservate nelle sub-aree inoculate con i batteri, mentre, in assenza di inoculo batterico, le piante di controllo non sono state in grado di superare l’ultima stagione arida estiva e l’attività metabolica del suolo originario risulta molto limitata.  
La sperimentazione è quindi proseguita implementando il "tool-box" per fitorisanamento assistito, mediante l’ampliamento dell’associazione vegetale (aggiungendo piante di *Juncus*) e arricchendo l’inoculo batterico con nuove specie di batteri promotori di crescita delle piante, sviluppatasi per successione ecologica all’interno del campo sperimentale.
- È continuata la collaborazione con Sapienza-Università di Roma, nell’ambito del Progetto PRIN “Interazione fra minerali e biosfera: conseguenze per l’ambiente e la salute umana”, con studi sul rilascio di metalli da particolato atmosferico in ambiente biologico (polmoni).
- Sono stati portati a termine due contratti con incarico dall’Insitute for Reference Materials and Measurements (Commission of the European Communities), per analisi di stabilità di composti organolettici in materiali di riferimento.
- Sono state svolte le attività previste per il primo anno del Progetto europeo “SENSING TOXICANTS IN MARINE WATERS MAKES SENSE USING BIOSENSOR – SMS”, finanziato dalla C.E. nel 7FP (Grant Agreement n. 613844), che prevede lo sviluppo di un nuovo sistema integrato di analisi per il monitoraggio in situ in ambiente marino, con particolare riferimento ai cosiddetti “new emerging pollutants”.
- Nell’ambito di tale Progetto è stata attivata una borsa di dottorato, finanziata da ENEA presso l’Università di Tor Vergata, che da un lato sarà utile per il completo raggiungimento degli

obiettivi relativi al progetto SMS, soprattutto per gli aspetti relativi alla validazione analitica dei biosensori, dall'altro risulterà di fondamentale importanza per lo scambio di conoscenza tra il gruppo di ricerca ENEA e di Tor Vergata (coordinatore del Progetto).

- Sono state svolte le attività del primo anno del Progetto URBESOIL ("Influenza dell'attività antropica in ambito urbano tramite lo studio della distribuzione e mobilità di alcuni elementi potenzialmente tossici in matrici ambientali urbane: confronto fra la situazione di Roma e Novi Sad"), che prevedeva l'organizzazione e pianificazione delle attività di campagna partendo dallo studio dei dati disponibili per entrambe le aree. Presso i laboratori dell'Enea e dell'Università di Novi Sad si sono effettuati campionamenti e prove di laboratorio preliminari per sperimentare le tecniche più adatte per lo studio della mobilità dei metalli selezionati nei suoli urbani considerando le differenze fra i suoli di Roma e Novi Sad. Il 21 ottobre 2014 si è tenuto, presso la sede centrale dell'ENEA, un meeting dal titolo "Urban Geochemistry: research activities on PHE (Potentially Harmful Elements) on urban soils in Italy and Serbia", che ha permesso un interessante confronto sui principali aspetti tecno-scientifici delle attività con i colleghi serbi.

## O.S.2

- L'Unità ha fornito supporto al Servizio Nazionale di Protezione Civile (DPC), con una rappresentanza all'interno del Comitato EMERCOM (Comitato delle Emergenze Nazionali del Dipartimento della Protezione Civile), che viene convocato in caso di gravi emergenze e di riunioni per pianificare interventi di emergenza; in particolare, fra le attività a supporto, i rappresentanti dell'ENEA presso l'EMERCOM, dott. M. Proposito e dott. P. Massanisso hanno fatto una ricognizione presso tutti i Centri ENEA della "capacità operativa" da mettere a disposizione della Protezione Civile nel caso di emergenze sul territorio.  
Si è, inoltre, intervenuti a:
  - riunione presso il DPC (Emergenza Vesuvio) (**7 agosto**): Comitato operativo "Disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per rischio vulcanico del Vesuvio";
  - riunione presso il DPC su "Esercitazione programma NEAMTWS - *North- Eastern Atlantic, Mediterranean and connected seas tsunami Warning System* gestito dell'UNESCO" (**23 ottobre**);
  - riunione presso il DPC (Emergenza maltempo - **3 novembre**): evoluzione della situazione maltempo prevista sull'Italia per la settimana 3-9 novembre 2014.
- Monitoraggio sismico e ambientale del Comune di San Giuliano di Puglia, in collaborazione con Dipartimento della Protezione Civile e Comune di San Giuliano di Puglia: sono stati registrati eventi sismici e analizzati i dati su due edifici (Scuola Jovine e Palazzo Marchesale) e in tre postazioni al suolo (le reti erano state installate nel 2012).
- Monitoraggio sismico di strutture del Centro di Protezione Civile Regionale di Foligno, in collaborazione con Regione Umbria: sono stati installati tre sistemi di monitoraggio su altrettanti edifici, effettuate misure di rumore ambientale con strumentazione temporanea e analizzate le registrazioni di alcuni eventi sismici.
- Valutazione dello Structural Health Status di strutture strategiche (in collaborazione con Regione Abruzzo): è stato analizzato come caso di studio pilota un edificio a Pescara di proprietà del Consiglio Regionale dell'Abruzzo, valutandone la vulnerabilità e proponendo un intervento di retrofit.
- Microzonazione sismica di alcuni comuni del Lazio, in collaborazione con Regione Lazio e Sapienza - Università di Roma.
- Verifica delle congruenze vettoriali e tabellari, omogeneizzazione e gestione dei risultati degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1, eseguiti e validati per le UAS della Regione Lazio, e

loro diffusione tramite piattaforma WEB-GIS adottando i criteri definiti per l'infrastruttura INSPIRE, in collaborazione con la Regione Lazio.

- Corso su "Seismic isolation. Basics and Design Criteria", nell'ambito del Progetto DEVCO II, INSC Programme 2011, EuropeAid/131069/C/SER/Multi - PROJECT MC3.01/10 - TRAINING AND TUTORING FOR EXPERTS OF THE NRAS AND THEIR TSOS FOR DEVELOPING OR STRENGTHENING THEIR REGULATORY AND TECHNICAL CAPABILITIES- Lot 2: Training and Tutoring for NRAs and their TSOs: Nuclear Safety Assessment and Inspection - EVALUATION OF THE TRAINING MODULE "Ageing and Mechanical Analysis".
- Analisi delle coperture di Villa Dei Misteri a Pompei, nell'ambito della convenzione con la Soprintendenza Speciale Beni Archeologici Pompei, Ercolano Stabia, in collaborazione con UTSISM.
- Indagini sulle strutture di fondazione e sulla parete nord dell'Anfiteatro Flavio, in collaborazione con INGV e Sapienza – Università di Roma: sono state eseguite misure di tomografia elettrica, georadar e misure in fori; misure di sismica attiva e passiva; rilievi di vibrazioni ambientali su anello di fondazione e parete nord. È stato messo a punto un modello numerico dell'opera.

### **O.S.3**

- Nell'ambito del Progetto RITMARE le misure di trasporto solido in sospensione sul fiume Magra, avviate alla fine di settembre 2013, hanno subito un'interruzione, proprio all'inizio dell'anno, a causa del danneggiamento della stazione torbiometrica a seguito di due eventi di piena avvenuti in concomitanza di una serie di eventi estremi di pioggia e conseguenti inondazioni che hanno interessato tutto il Levante Ligure. In particolare, la stazione ha subito il tranciamento del cavo di collegamento tra sonda e centralina - quest'ultima posizionata ad una quota di sicurezza sopra il livello del fiume - la deformazione del palo di sostegno della sonda e l'escavazione della sponda alla quale la sonda era ancorata. Pertanto le misure si sono interrotte e si è dovuto provvedere al recupero della sonda che è stata successivamente inviata alla casa costruttrice per le verifiche del caso. Si è quindi provveduto al riposizionamento della stazione di misura in un altro punto della sponda del fiume che consentisse una maggior sicurezza in caso di piena. Le misure sono così potute riprendere solo a settembre del 2014. Nel frattempo, l'intero Progetto RITMARE ha subito una pesante battuta d'arresto con la sospensione, da parte del CNR, dei finanziamenti previsti. Ciò ha impedito di potere effettuare le missioni necessarie per la verifica della corretta messa in opera e funzionamento della sonda, nonché per la prevista raccolta di campioni di torbida che sarebbero stati necessari per la validazione delle misure e per le misure speditive di portata. Le attività di campo, quindi, sono state forzatamente sospese.
- Un'altra azione che si sarebbe dovuta svolgere nel corso del 2014, riguardava l'acquisto e l'implementazione di un codice di calcolo in ambiente GIS, da utilizzare sull'infrastruttura di rete ENEA - High Performance Computing, finalizzato allo sviluppo di uno o più modelli di previsione della portata torbida, su base statistico-geomorfologica, sulla base di dati provenienti da circa 50 stazioni idro-torbiometriche diffuse nel territorio nazionale e facenti parte della rete di misura già operata dal Servizio Idrografico e Mareografico. Data l'impossibilità di procedere per tempo con l'invio dell'ordine ad una ditta specializzata, a causa della mancata disponibilità dei fondi previsti, si è riusciti a formalizzare la richiesta di fornitura solo alla fine del 2014. A oggi, si è in attesa della consegna del software da parte della ditta.
- Nell'ambito della Convenzione GIS tra ENEA e Soggetto Attuatore per la ricostruzione post-sisma nel Comune di San Giuliano di Puglia (GIS e monitoraggio di acque e suoli) è stato messo a punto un sistema GIS per la gestione dei dati territoriali e derivanti dal monitoraggio sismico

e ambientale del comune di San Giuliano di Puglia.

- Sono state presentate proposte progettuali in relazione a due diverse situazioni critiche in altrettante aree peruviane di grande importanza: la prima riguarda l'analisi di stabilità della strada dal villaggio di Aguas Calientes porta al famoso sito archeologico di Macchu Picchu; la seconda riguarda l'analisi della pericolosità da frana della strada che unisce Huaraz con la miniera di Antamina, una delle più importanti del Perù, lungo circa 120 km.
- A conclusione del Progetto "ECOINNOVAZIONE Sicilia", sono stati presentati i risultati dello studio della morfologia dei fondali e della dinamica delle spiagge nel corso del Quinto Simposio Internazionale "Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: Problematiche e Tecniche di Misura" tenutosi a Livorno il 17-18-19 giugno 2014 (autori: Pasanisi F., Tebano C., Grauso S.).
- È, inoltre, in corso di pubblicazione il report delle attività sulla rivista ENEA "Energia, Ambiente e Innovazione".
- Nell'ambito della realizzazione della carta dell'erosione dei suoli del Lazio meridionale e senza il supporto di finanziamenti da Terzi, è stato completato il lavoro avviato nel 2013. Con tale lavoro si è inteso testare l'operabilità del modello RUSLE e di alcune tecniche di interpolazione e simulazione geostatistica in ambiente GIS nell'area del Lazio meridionale (circa 4000 km<sup>2</sup>), nella prospettiva di estendere la stessa metodologia all'intera regione e fornire un contributo conoscitivo per le politiche agro-ambientali della Regione Lazio. Lo studio si è basato su dati pluviometrici, pedologici, plano-altimetrici e di uso e copertura del suolo contenuti in pubblicazioni e database disponibili sul web. I risultati verranno pubblicati mediante un articolo su rivista e mediante poster sottoposto alla Conferenza ESRI 2015.
- Nel corso dell'anno si è proceduto alla pubblicazione, sulla rivista Landslides edita da Springer, dello studio per la verifica della correlazione statistica tra eventi franosi ed erodibilità dei terreni parametrizzata mediante il modello RUSLE: Zini A., Grauso S., Verrubbi V., Falconi L., Leoni G., Puglisi C. (2014). The RUSLE erosion index as a proxy indicator for debris flow susceptibility. Landslides, DOI 10.1007/s10346-014-0515-8.

#### **O.S.4**

- Sempre facendo uso di specifici ceppi batterici della collezione di Laboratorio, denominata "ENEA-Lilith", è stata messa a punto, all'interno del Protocollo d'intesa fra ENEA e i Musei Vaticani, una nuova procedura per la rimozione di depositi oleosi (detti "colletta") da dipinti su provini lignei, che dovrà essere applicata sull'opera originale "Madonna della Cintola", dipinto su tavola, situata nei Musei Vaticani.
- In collaborazione con il Consorzio di restauro ARKÈ, operante nel Palazzo dei Papi di Avignone, è stata individuata con successo una via biologica per la biopulitura da patine di colle viniliche (Vinavil) da provini di affreschi riproducenti gli affreschi presenti nel Palazzo dei Papi di Avignone.
- In collaborazione con la Sapienza - Università di Roma e con la ditta TECNO-el sono state condotte ricerche presso il Mitreo delle Terme di Caracalla per la diagnosi e il controllo dei biodeteriogeni, dopo trattamento con lampade UV. A titolo esplorativo è, inoltre, stato applicato un prodotto microbico grezzo, BIO-Z, prodotto da un ceppo di Pedobacter della collezione di laboratorio, con proprietà antimicrobiche verso alcuni biodeteriogeni, per sperimentarlo come possibile prodotto per il controllo dei biodeteriogeni sviluppatasi all'interno del Mitreo.
- Il Laboratorio ha contribuito al restauro di alcune statue marmoree, "La Lupa" di Emilio Quadrelli e "Testa Di Donna" di Giuseppe Graziosi esposte alla mostra "D'après Rodin" allestita presso la Galleria Nazionale di Arte Moderna di Roma, mediante bio-pulitura di depositi persistenti, di origine organica (grassi e cere) e da contaminazione urbana (depositi carboniosi

compenetrati nel marmo) applicando impacchi di laponite contenenti un consorzio di ceppi batterici originali della collezione di laboratorio.

- Sono stati avviati accordi con l'Università di Camerino per la biopulitura di un'opera su carta (inventario 433/299) che raffigura Giuseppe con la moglie di Putifarre ed è attribuito a Guercino (1591-1666).

#### O.S.5

- A conclusione del Progetto V.E.R.O.BIO le attività sono proseguite con un'elaborazione più approfondita dei dati prodotti durante il Progetto, mediante l'applicazione di metodi statistici e di modellistica matematica avanzata, con il coinvolgimento di ricercatori bio-matematici del CNR. L'analisi comparativa tra diversi processi è mirata alla comprensione delle dinamiche delle popolazioni microbiche attive durante le diverse fasi del processo di digestione anaerobica, al fine di individuare i gruppi di microrganismi funzionali al raggiungimento dei prodotti desiderati (biogas con elevato contenuto di metano e bassa concentrazione di acido solfidrico). I risultati sono di grande utilità sia per passare a processi di digestione "knowledge-based" anziché basati su criteri empirici e per rendere possibile l'accoppiamento della digestione anaerobica con le cellule a combustibile a carbonati fusi.

Nell'ambito dei risultati tecnico-scientifici deve essere menzionata la pubblicazione di numerosi articoli su riviste scientifiche, la partecipazione a numerosi Congressi e l'organizzazione di giornate di studi.

Sono stati portati a termine tutte le attività previste da contratti di progetto o di incarico previsti per il 2014. L'Unità, in tutte le tematiche di cui si occupa (afferenti a ingegneria, chimica, geologia, geochimica, microbiologia, sensoristica e nanosistemi) ha condotto lavori e studi che permettono di mantenere le competenze e le capacità del personale e del laboratorio a livelli competitivi, pur nella limitazione della possibilità di acquisire mezzi e strumentazioni che permettono di mantenersi al passo con lo sviluppo tecnologico.

## Principali interlocutori nazionali e internazionali coinvolti nelle attività

---

Acea, Acea-Ato2, CNR, CNR- Istituto per le applicazioni del calcolo "M. Picone", Comune di Antrodoco, Comune di Favignana, Comune di Lagonegro, Consiglio Regionale dell'Abruzzo, Regione Lazio, Regione Umbria, Regione Abruzzo, GNAM - Galleria Nazionale d'Arte Moderna, ISPRA, INGV, Musei Vaticani, Consorzio di restauro ARKE', Sapienza - Università di Roma, SYSTEA, Università degli Studi di Cagliari, Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Università degli Studi - Roma TRE, Università degli Studi della Tuscia, Università di Camerino, Soprintendenza Speciale Beni Archeologici Pompei, Ercolano Stabia, Institute for Reference Materials and Measurements (*Belgio*), Microbia (*Francia*), Forschungszentrum Jülich GmbH (*Germania*), Karlsruher Institut fuer Technologie (*Germania*), University of Jena (*Germania*), University of Thessaly (*Grecia*), University of Mohammedia (*Marocco*), Bioforsk (Norvegia), Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cuzco (Perù), Unsa Arequipa (Perù), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Perù), Polytechnic Institute of Coimbra (*Portogallo*), University of Aveiro (*Portogallo*), Universitatea din București (*Romania*), University of Novi Sad - Faculty of Agriculture (*Serbia*), National Institute of Biology (*Slovenia*), Centro de Investigaciones Energeticas Medioambientales y Technologicas (*Spagna*), Fundació Privada Institut Català De Nanotecnologia

(Spagna), Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (Spagna), Acromed Invest AB (Svezia), Crebro University (Svezia).

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

L'Unità aveva sviluppato nel corso del 2013 un processo biotecnologico per consentire la rimozione da opere d'arte o pitture murali di depositi organici e inorganici, anche stratificati, che era stato oggetto di domanda nazionale di brevetto. La domanda ha ricevuto parere favorevole per i tutti i 3 punti di inventività, innovazione e applicabilità da parte dell'Ufficio EPO e durante il 2014 è stata chiesta l'estensione all'estero: "Biotechnology process for the removal of cohesive deposits of organic and inorganic origin from materials and works of historical and artistic interest" (deposito di domanda brevetto internazionale PCT/IT 2014/000246; inventori: Anna Rosa Sprocati, Chiara Alisi, Flavia Tasso).

# UTRINN

Unità Tecnica Fonti Rinnovabili

Responsabile: Francesco Di Mario

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Sostenibilità del sistema energetico**

L'Unità Tecnica Fonti Rinnovabili (UTRINN) opera per lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie e la crescita della competitività dell'industria nazionale nei settori del solare a concentrazione, del fotovoltaico, delle bioenergie, dell'idrogeno e celle a combustibile e dei sistemi di accumulo.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Nel settore del **solare a concentrazione** l'obiettivo è quello di promuovere l'introduzione nel mercato di questi sistemi di generazione elettrica, con particolare riferimento alla tecnologia a sali fusi sviluppata da ENEA, proseguendo nella messa a punto di componenti innovativi in termini di prestazioni e costo e collaborando alla realizzazione di impianti di diverse taglie.

In particolare, le attività di ricerca e sviluppo, condotte prevalentemente nell'ambito di progetti europei, sia in laboratorio che sull'impianto Prova Collettori Solari (PCS) della Casaccia, riguardano sia componenti critici di nuova generazione (tubi ricevitori, collettori solari, tubi flessibili, giunti, sistemi di riscaldamento), che nuovi fluidi termici (diverse miscele di sali, gas come aria e CO<sub>2</sub>), sistemi di accumulo (materiali solidi a basso costo e a cambiamento di fase) e generatori di vapore di configurazione innovativa. Nel settore degli impianti l'Unità effettua studi di fattibilità e svolge attività di progettazione a supporto di PA e aziende, sia nazionali che estere, e partecipa a progetti per la realizzazione di sistemi di diversa taglia (da qualche kW a 30 MW) e per diverse applicazioni (produzione di energia elettrica, calore, dissalazione, anche in configurazione ibrida con biomasse).

L'Unità ha inoltre in corso progetti per la promozione delle tecnologie solari nell'area del Mediterraneo e collaborazioni con organizzazioni di ricerca europee per l'impiego e lo sviluppo delle infrastrutture sperimentali.

Nel settore **fotovoltaico** obiettivo prioritario è lo sviluppo di dispositivi basati su concetti e/o materiali innovativi, ivi compresi film sottili in materiali diversi dal silicio, multi-giunzioni e materiali per fotovoltaico di terza generazione (alta efficienza, bassi costi). In particolare, le attività in corso, condotte prevalentemente nell'ambito di progetti nazionali, riguardano:

- lo sviluppo di processi di fabbricazione di celle solari in silicio cristallino ed eterogiunzioni silicio amorfo/silicio cristallino con strutture innovative;

- lo sviluppo di materiali semiconduttori per dispositivi fotovoltaici alternativi al silicio ( $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ ,  $\text{Cu}_2\text{SnS}_3$ , perovskiti);
- l'integrazione delle due tecnologie precedenti al fine di sviluppare celle tandem ad alta efficienza.

Inoltre vengono sviluppati sistemi per il monitoraggio di moduli e sistemi fotovoltaici e per studiare la loro integrazione con la rete è stato avviato il progetto "fotovoltaico con accumulo per uso residenziale" presso l'Osservatorio ENEA sito in Lampedusa.

Le attività condotte nel settore delle **bioenergie** si pongono come obiettivo prioritario quello di sviluppare processi e tecnologie innovative che ottimizzino la produzione di biocombustibili e biocarburanti mediante digestione e codigestione anaerobica di scarti e sottoprodotti organici delle filiere agroalimentari. Attraverso studi in laboratorio e realizzazione e sperimentazione di impianti pilota di diversa taglia si punta a migliorare l'efficienza del sistema e la qualità del gas prodotto, oltre che ad estendere le tipologie di biomasse utilizzabili. In tale ambito si inserisce anche lo sviluppo di sistemi di purificazione e di upgrading del biogas, sia di tipo chimico fisico che biologico, per raggiungere una composizione compatibile con l'immissione in rete (biometano) e/o l'uso come biocarburanti per i trasporti. Sono inoltre in corso studi per ridurre i problemi connessi con la gestione del digestato e per valorizzare il glicerolo derivante dalla produzione di biodiesel convertendolo in prodotti a più elevato valore aggiunto. Su quest'ultimo tema, ed in particolare sull'ottenimento dal glicerolo di prodotti di interesse dell'industria chimico-energetica, è in corso un progetto europeo (GRAIL).

Nel settore dell'**idrogeno** l'intervento punta allo sviluppo di alcune tecnologie critiche, come quelle relative alla produzione da fonti rinnovabili, mentre per le **celle a combustibile** si opera prevalentemente per lo sviluppo di componenti e sistemi con celle ad alta temperatura. In particolare, le attività sull'idrogeno, condotte soprattutto nell'ambito di progetti europei, riguardano lo sviluppo di processi di reforming alimentati da energia solare per la conversione di metano in idrogeno e la produzione di idrogeno mediante processi biologici e cicli termochimici. Per le celle sono in corso tre progetti europei, tutti dedicati al miglioramento delle prestazioni e della durata delle celle ad ossidi solidi. Nel campo dell'**accumulo elettrochimico** sono attivi sia programmi nazionali che europei; le attività riguardano prevalentemente lo sviluppo di materiali e componenti delle batterie al litio, con l'obiettivo di incrementarne le prestazioni e la sicurezza, riducendone al tempo stesso l'impatto ambientale, in applicazioni sia stazionarie che di trazione.

L'Unità contribuisce inoltre al progetto sull'energia dal mare (Accordo di Programma con MiSE), con analisi delle diverse tecnologie in sviluppo e studio e progettazione di soluzioni di interesse per la situazione italiana.

Va citata, infine, la presenza in collaborazioni internazionali, come gli Implementing Agreement dell'IEA (su solare a concentrazione, bioenergie, eolico, idrogeno e celle a combustibile), l'Iniziativa Industriale sulla Tecnologia Solare (SEII) nell'ambito del SET Plan, la Fuel Cell&Hydrogen Joint Undertaking e i Joint Programmes di EERA sui temi di interesse dell'Unità.



## Risultati conseguiti

---

I principali risultati conseguiti nel 2014 sono riportati nel seguito per le diverse tematiche di interesse dell'Unità.

### Solare a concentrazione

- È stato collaudato il circuito a sali fusi (Impianto MOSE) nella nuova configurazione realizzata durante il 2013 ed è stata completata presso lo stesso una sezione sperimentale per le prove di scambio termico gas di combustione/sali fusi previste dai progetti MATS e HYSOL.
- Sono state avviate e completate, presso l'impianto PCS, le prove sperimentali di tubi ricevitori di nuovo tipo (con vuoto nell'intercapedine tra tubo metallico e tubo di vetro realizzato sul campo), sviluppati da partner spagnoli nell'ambito del progetto europeo HITECO.
- È stata effettuata, nell'ambito dell'Accordo di Programma con MiSE, la progettazione di un impianto di piccola taglia per la produzione di energia elettrica, che verrà realizzato nel 2015 ed è composto da microturbina a vapore/alternatore, generatore di vapore di piccola taglia per sali fusi da installare nel serbatoio dell'impianto PCS, condensatore, pompa di alimento e sistemi di regolazione e controllo.
- Nell'ambito del progetto OMSOP, che prevede la progettazione e costruzione di un impianto da 5-10 kW costituito da un concentratore solare circolare e una microturbina a gas, è stata svolta un'attività di simulazione sia del collettore che del sistema completo, ai fini della progettazione e della valutazione delle prestazioni dell'impianto, e sono state avviate le attività per l'installazione dello stesso in Casaccia, prevista per i primi mesi del 2015.
- Sono stati effettuati, prevalentemente all'interno dell'Accordo di Programma con MiSE, studi su configurazioni impiantistiche alternative e su nuovi sistemi di accumulo termico: è stata sviluppata la progettazione preliminare di un impianto solare utilizzante, come fluido termico, un gas ad alta temperatura e dotato di un sistema di accumulo termico con materiale solido; sono stati studiati sistemi di accumulo termico sia a calore sensibile con materiale inerte che a calore latente con cambiamento di fase (PCM) e per entrambi i sistemi sono stati realizzati e caratterizzati impianti sperimentali e sviluppati modelli di simulazione per valutare i risultati.
- È stato sviluppato e provato, in collaborazione con l'industria nazionale, un prototipi di giunto di rotazione piano per sali fusi ed è stato progettato un ricevitore lineare innovativo, del tipo a cavità, capace di operare ad alta temperatura (<800 °C) per la produzione di elettricità e lo stoccaggio termochimico dell'energia solare.
- Nell'ambito delle collaborazioni con i paesi dell'area del Mediterraneo sono state svolte attività di supporto al Cyprus Institute per la progettazione del sistema di accumulo termico a sali fusi e del ricevitore solare di un impianto sperimentale a torre, in corso di realizzazione a Cipro; sono stati anche progettati nuovi sistemi di accumulo a sali fusi di piccola taglia a media temperatura per gli impianti sviluppati nel progetto STS-MED.
- Sono proseguite le attività relative a studi di fattibilità/progettazione di massima di impianti solari di diversa taglia, anche ibridizzati con biomasse, nell'ambito di collaborazioni con aziende e pubbliche amministrazioni.

## Fotovoltaico

- Sono stati sviluppati, in supporto all'industria nazionale, processi innovativi per l'ottimizzazione di alcuni passi del processo di produzione delle celle in silicio cristallino e ad eterogiunzione silicio amorfo/silicio cristallino (processi di passivazione superficiale di wafer di silicio, trattamenti di drogaggio per componenti di celle ad eterogiunzione con entrambi i contatti sulla faccia posteriore - cella "BEHIND"-, plating localizzato per contatti metallici, paste serigrafiche "ad hoc" per celle ad eterogiunzione); sono state inoltre definite collaborazioni con aziende nazionali e presentate con le stesse proposte di progetto a livello sia italiano che europeo.
- Per quanto riguarda le celle fotovoltaiche a film sottile con materiali semiconduttori a base di rame ("Indium free"), come  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  (CZTS), sono stati studiati i fattori che al momento limitano l'efficienza di tali celle (realizzato un dispositivo con efficienza del 6%), sia mediante simulazioni numeriche che intervenendo sull'ottimizzazione della stechiometria, sulla riproducibilità dei processi di crescita e sulla migliore comprensione della fisica del materiale; sono stati inoltre studiati materiali per dispositivi tandem CZTS/c-Si, che potrebbero in teoria raggiungere efficienze ben superiori al 30%.
- Sono state realizzate, con risultati preliminari abbastanza soddisfacenti, celle solari a base di  $\text{Cu}_2\text{SnS}_3$  (CTS), materiale considerato un buon candidato per celle solari a film sottile ad eterogiunzione.
- Per quanto riguarda i sistemi fotovoltaici, sono proseguite le attività relative alla progettazione e realizzazione di apparati per la caratterizzazione energetica di moduli fotovoltaici, alla valutazione delle prestazioni di moduli e inverter e al supporto agli organismi incaricati di mettere a punto le normative su moduli e impianti; è stato inoltre avviato il progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico con accumulo per uso residenziale presso l'osservatorio di Lampedusa, definendo le specifiche tecniche dei componenti e dei sottosistemi e mettendo a punto un modello per la simulazione del comportamento dell'impianto in relazione alla rete elettrica dell'isola.

## Bioenergie

- È proseguito lo sviluppo di processi innovativi per la produzione di biogas a più elevato contenuto di metano e/o miscele metano/idrogeno, sia attraverso l'ottimizzazione di un processo di digestione anaerobica a doppio stadio (produzione di idrogeno e metanazione) che mediante lo studio del trattamento biologico di biomasse lignocellulosiche e/o provenienti da colture di microalghe con microorganismi specifici.
- Sono stati stabiliti accordi di collaborazione con aziende nazionali per lo sfruttamento dei brevetti e del know how, sviluppati negli ultimi anni nel settore (digestore anaerobico a doppio stadio, metodo elettrochimico per la riduzione dell'ammonio nel digestato, clean up biologico del biogas).
- Sono state ultimate le attività di ricerca e valutazione tecnico-economica preliminare sulla fattibilità della produzione di etanolo di seconda generazione da biomasse residuali e colture

dedicate svolte da una serie di istituti e centri di ricerca universitari, privati e del CRA nell'ambito del Progetto BIOSEGEN - MiPAAF coordinato dall'ENEA.

- Sono state avviate attività sperimentali sulla produzione di biogas da un mix di FORSU e biomassa da colture dedicate non convenzionali (topinambur) finalizzate allo sviluppo e dimostrazione di un processo innovativo su un impianto reale, nel quadro della partecipazione ENEA ad un Progetto Industria 2015 coordinato da una primaria azienda nazionale del settore.
- Sono state svolte, nell'ambito del Progetto Europeo GRAIL, attività di laboratorio finalizzate all'ottimizzazione del processo di produzione di idrogeno ed etanolo da glicerolo, sviluppato presso i laboratori ENEA, e propedeutiche alla futura sperimentazione su fermentatore pilota da 500 litri presso il Centro della Trisaia.
- È proseguita la sperimentazione con il biodigestore da 6 m<sup>3</sup> (DMM6000), alimentato con scarti alimentari della mensa della Casaccia. Nel corso dell'anno la carica è stata aumentata fino a 25 kg/giorno, pari alla metà della carica di progetto, ottenendo un gas in uscita con una composizione in metano compresa tra il 65 e il 70%.
- È stata completata la realizzazione dell'impianto di desolforazione del biogas, prodotto dal biodigestore di cui al punto precedente, con il reattore a carboni attivi per l'abbattimento dell'H<sub>2</sub>S ed è stato progettato un impianto sperimentale per la rimozione della CO<sub>2</sub> con ammine in soluzione di alcoli (upgrading del biogas a biometano).
- Sono state allestite colture sperimentali di microalghe in vasche aperte del volume di alcuni m<sup>3</sup>, utilizzando come nutrienti la frazione liquida del digestato a diversi livelli di diluizione, ed è stata verificata la fattibilità dell'impiego della biomassa prodotta per l'alimentazione, in codigestione con scarti alimentari, del biodigestore DMM6000.

#### Idrogeno e celle a combustibile

- Nell'ambito del progetto COMETHY è stata completata la progettazione e acquisiti i componenti dell'impianto per la reazione di steam reforming a bassa temperatura (400-500 °C); sono state inoltre avviate le attività per l'accoppiamento del reattore, del tipo a membrana, con un circuito a sali fusi (impianto MOSE), che forniranno il calore necessario alla reazione.
- Per il ciclo termochimico di produzione dell'idrogeno sviluppato nel progetto SOL2HY2 è proseguita la messa a punto dei catalizzatori per la decomposizione dell'anidride solforica, è stata svolta una analisi del processo ed è stata definita la configurazione dell'impianto completo e della interfaccia con la fonte solare ed il sistema di accumulo termico.
- Nell'ambito del progetto europeo SCORED, finalizzato alla messa a punto di materiali e processi di rivestimento dei componenti in acciaio soggetti a corrosione presenti nelle celle ad ossidi solidi, sono stati studiati e sperimentati in laboratorio sia tecniche di spray coating che di dip coating e sono stati provati film protettivi a partire da polveri di Co-Mn-Fe.
- Con il progetto NELLHI sono state studiate le procedure di fabbricazione delle celle ad ossidi solidi ed eseguite le prime caratterizzazione di celle da laboratorio, nel quadro di un programma avente per obiettivo la progettazione di stack adatti per la produzione di serie.
- È stato avviato il progetto SOCTESQA, mirato allo sviluppo e messa a punto di procedure di prova, condivise con l'industria, di celle ad ossidi solidi reversibili.

## Sistemi di accumulo

- Nell'ambito dell'Accordo di Programma con il MiSE sono state completate le attività di ricerca e selezione di materiali anodici e catodici a più alte prestazioni; in particolare sono state eseguite sintesi e caratterizzazioni strutturali e morfologiche, progettate varie configurazioni di cella ed eseguite caratterizzazioni chimiche ed elettrochimiche dei nuovi materiali elettrodici e test in celle complete.
- Nell'ambito dei progetti europei GREENLION e MARS-EV sono state migliorate le procedure di sintesi e purificazione dei liquidi ionici, ne è stata determinata la composizione ottimale, mirata ad una maggiore compatibilità con gli elettrodi, è stata eseguita la caratterizzazione chimico-fisica ed effettuate le prove in cella elettrochimica; sono state eseguite prove di invecchiamento di celle fino a 17 Ah ed è proseguito lo sviluppo di elettroliti polimerici a conducibilità e stabilità elettrochimica migliorate.

## Energia dal mare

- Sono stati realizzati e provati, in collaborazione con università nazionali e nell'ambito dell'Accordo di Programma con MiSE, i prototipi in scala ridotta di due diversi tipi di dispositivi (PEWEC e REWEC), mettendo a punto anche i modelli di calcolo per l'ottimizzazione e la stima della produttività degli stessi.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Le attività sono svolte nell'ambito di progetti nazionali ed europei, che prevedono collaborazioni con strutture di ricerca e industrie dei diversi settori. A livello nazionale le principali aziende coinvolte sono KT, ENEL, ASE, Ronda, DD, Innova, Meccanotecnica Umbra e Ansaldo Nucleare per il settore del solare a concentrazione, Power One, Chimet, Rise Technology ed Elettrosva per il fotovoltaico, Processi innovativi (Gruppo Tecnimont), Biogas Italia, Ladurner S.r.l. e Consorzio IN.BIO per le bioenergie, SOFC Power per le celle a combustibile, Kemet per le batterie; numerose sono inoltre le collaborazioni con strutture di ricerca (CNR, CRA e molti istituti universitari). A livello europeo esempi significativi di partnership nell'ambito dei progetti sono aziende come Cobra per il solare a concentrazione e i principali costruttori automobilistici europei per le batterie, oltre ai maggiori centri di ricerca (CEA, CIEMAT, DLR, Fraunhofer, ECN, VTT, JRC, Cyprus Institute, ecc.). Con gli stessi istituti e con aziende europee si collabora anche per l'utilizzo di infrastrutture di ricerca (SFERA ed EUSOLARIS per il solare, H2FC Infrastructure per idrogeno e celle) e nell'ambito di network come EERA e di iniziative industriali connesse al SET Plan. Vanno citate inoltre collaborazioni internazionali come gli Implementing Agreement dell'IEA e i progetti europei per la diffusione delle rinnovabili nell'area del Mediterraneo (oltre a MATS, che coinvolge aziende e strutture di ricerca egiziane, STS-MED e MED Desire, che prevedono contatti e collaborazioni con gran parte dei Paesi dell'area). Infine, nel settore del solare a concentrazione sono state ottenute commesse da aziende cinesi e possibili collaborazioni sono in discussione con interlocutori di altre aree geografiche.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

La collaborazione con aziende nazionali nell'ambito dei numerosi progetti in corso sui sistemi solari a concentrazione ha rafforzato la filiera industriale nel settore, facendo crescere, oltre agli interlocutori ormai tradizionali, come ASE ed ENEL, nuovi soggetti, sia nel settore della progettazione e costruzione di impianti (KT) che in quello della componentistica (Ronda, DD, Meccanotecnica Umbra). Altre opportunità si presentano in questa fase anche a livello internazionale, per la crescita dell'interesse per l'applicazione della tecnologia a sali fusi sia nei sistemi parabolici lineari che in quelli a torre e con specchi Fresnel, oltre che in settori diversi dal solare, come quelli delle caldaie a biomassa e dei recuperi di calore. Nel settore del fotovoltaico, in forte crisi a livello nazionale, le collaborazioni e il trasferimento di alcune tecnologie, e la definizione di nuove proposte progettuali, riguardano le aziende citate in precedenza. Le soluzioni innovative sviluppate, e brevettate, nell'ambito delle bioenergie possono portare nel breve termine ad un possibile trasferimento delle stesse ad aziende nazionali, con cui sono stati definiti accordi di collaborazione. Infine, nel settore dello sviluppo di batterie al litio le collaborazioni, finora essenzialmente con aziende europee, si stanno ampliando in questa fase anche ad aziende nazionali, mentre per le celle a combustibile alcune ricadute positive sul sistema industriale sono prevedibili per i sistemi di microgenerazione con celle ad ossidi solidi.



# UTSISM

Unità Tecnica Ingegneria Sismica

Responsabile: Massimo Forni

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Ingegneria Sismica (UTSISM) ha per obiettivi la ricerca, l'innovazione e la fornitura di servizi per promuovere l'applicazione di tecniche antisismiche per la protezione di edifici (sia civili che afferenti al patrimonio storico) ed impianti a rischio di incidente rilevante (chimici e nucleari), sia nuovi che esistenti.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

I settori di intervento in cui opera UTSISM sono principalmente la **Protezione Sismica** e la **Conservazione dei Beni Culturali**.

Nel campo della **Protezione Sismica**, UTSISM effettua sia progetti di ricerca mirati allo sviluppo di tecnologie antisismiche innovative, sia contratti di consulenza e servizio, spesso in stretta collaborazione con altre Unità Tecniche dell'ENEA, volti all'applicazione delle suddette tecnologie.

I progetti di ricerca sono principalmente effettuati in ambito europeo ed hanno per oggetto la mitigazione degli effetti del terremoto in impianti a rischio di incidente rilevante (in particolare impianti petrolchimici e reattori nucleari di III e IV Generazione) mediante l'applicazione dell'isolamento sismico e della dissipazione energetica.

I contratti di consulenza e di servizio hanno spesso per committenti le Amministrazioni Locali e le Piccole e Medie Imprese situate in particolare nei Comuni delle zone colpite dai recenti terremoti (Abruzzo 2009, Emilia 2012), ed hanno per oggetto il miglioramento o l'adeguamento sismico di edifici strategici ai fini della protezione civile, come scuole, ospedali e uffici pubblici, oppure edifici industriali (in particolare "capannoni"). Anche in questo settore UTSISM si prodiga per la diffusione e l'applicazione delle più moderne tecniche antisismiche.

Nel campo della **Conservazione dei Beni Culturali**, UTSISM mette a disposizione di Soprintendenze e Amministrazioni Locali (e in alcuni casi anche di privati) le proprie competenze per la salvaguardia del patrimonio storico monumentale, progettando interventi di messa in sicurezza e di conservazione di strutture danneggiate dai recenti terremoti (o minacciate da quelli futuri). Particolare importanza viene data alla diagnostica non distruttiva (sia in laboratorio che in sito) che fa anche uso di metodi di telerilevamento da velivoli radiocomandati (droni).

## Risultati conseguiti

---

Nel settore di intervento **Protezione Sismica**, UTSISM ha confermato di essere un punto di riferimento a livello internazionale per quel che riguarda l'applicazione dell'isolamento sismico ad impianti a rischio di incidente rilevante, con particolare riferimento alle centrali nucleari di III e IV Generazione, grazie al fondamentale ruolo svolto nei progetti Euratom SILER e ESNII Plus. UTSISM ha anche avuto un ruolo di riferimento importante per le amministrazioni locali attraverso il supporto alle attività di valutazione del rischio sismico, con particolare riferimento alla vulnerabilità degli edifici, sia prima che dopo un evento sismico.

In campo nucleare, è da citare il Progetto Euratom SILER, coordinato da UTSISM e volto allo studio dell'applicabilità dell'isolamento sismico ai reattori nucleari al piombo di IV Generazione (con riferimento ai sistemi ELSY e MYRRHA). Il progetto, di cui hanno fatto parte 18 partner europei (inclusi i principali stakeholders in campo nucleare) si è concluso con successo nel Settembre 2014.

Sono inoltre proseguite le attività del Progetto Euratom ESNII Plus, nell'ambito del quale UTSISM coordina il Work-Package 8 (*Seismic Studies*) avente per oggetto la protezione sismica dei reattori di IV Generazione ALFRED e ASTRID. Fra i risultati di maggior rilievo del primo anno di attività è da citare la progettazione del sistema di isolamento sismico del reattore ALFRED, fatta tenendo conto della sismicità locale del sito previsto per la costruzione e l'interazione suolo-struttura.

In campo civile, nell'ambito del protocollo di intesa fra l'ENEA ed il Comune di Sulmona (AQ), sono proseguite le attività di verifica dei progetti di miglioramento sismico di edifici storici e scuole, condotte in stretta collaborazione con UTPRA-PREV. In particolare, sono stati verificati i progetti della scuola Lola Di Stefano e del palazzo storico *Pretorio*.

E' stato inoltre completato il progetto *Il Terremoto a Scuola*, finanziato dal MIUR nell'ambito del Bando relativo alla Legge 6-2000 sulla Diffusione della Cultura Scientifica. In particolare, il 28 Marzo 2014 si è tenuto a Bologna, presso la sede del Centro Ricerche "E. Clementel" dell'ENEA, il seminario conclusivo del progetto, durante il quale è stato presentato e distribuito il libro *Il terremoto a scuola – la diffusione della "cultura sismica" per un futuro senza catastrofi*. Al seminario hanno partecipato insegnanti delle scuole medie superiori dell'Emilia-Romagna e province limitrofe (fino al completamento della disponibilità dei posti). Il libro è stato poi spedito alle scuole dei comuni colpiti dal sisma del 2012, conformemente agli obiettivi del progetto, e agli insegnanti iscritti che non hanno potuto partecipare all'evento per il superamento dei posti disponibili.

Infine, sono iniziate nel 2014 le attività di un contratto di servizio con la società francese SNF volto a verificare la possibilità di impiegare nel campo dell'ingegneria antisismica alcune tipologie di gel, della cui produzione SNF è leader mondiale. I primi test effettuati nei laboratori UTTMATF di Faenza e le analisi numeriche condotte da UTTSISM in collaborazione con UTPRA-PREV, hanno fornito risultati positivi.

Nel settore di intervento **Conservazione dei Beni Culturali**, UTSISM ha fortemente contribuito a diffondere l'utilizzo di tecnologie innovative nel campo della prevenzione del danno e della diagnostica, grazie soprattutto ai laboratori di Microscopia Elettronica e di Telerilevamento.

Sono state completate, in collaborazione con UTPRA-PREV, le attività tecnico-scientifiche propedeutiche alla progettazione di interventi sulle coperture della Villa dei Misteri in Pompei Scavi, nell'ambito della convenzione fra ENEA e Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei. I positivi risultati conseguiti hanno permesso di gettare le basi per un secondo atto esecutivo della convenzione, le cui attività partiranno nel 2015.



Nell'ambito delle attività svolte dopo il terremoto dell'Emilia-Romagna (2012), sono state completate le indagini diagnostiche sulle sale nobili del Castello delle Rocche a Finale Emilia per la conservazione e il restauro del Patrimonio storico-artistico del Comune. Lo studio è stato oggetto di pubblicazioni e di una tesi di laurea.

E' stata inoltre realizzata un'applicazione client-server per la catalogazione e la gestione di una delle più grandi raccolte private di arte italiana e mondiale, la fondazione "Massimo & Sonia Cirulli Archive". La fondazione possiede migliaia di opere, organizza mostre in giro per il mondo e pubblica volumi d'arte. L'applicazione, unica nel suo genere, gestisce l'intero lavoro tramite computer, smartphone e tablet e contiene avanzati strumenti di manipolazione immagini, creazione libri via Adobe InDesign e gestione del sito web.

Infine, sono iniziate a fine 2014 le attività del progetto formativo "Talenti per l'archeologia – Antiqua (2015-2016)", rivolto a laureati in Archeologia che prevede, per la parte di competenza ENEA, docenze frontali, attività e applicazioni in situ di tecnologie geomatiche avanzate applicate alla archeologia urbana e di emergenza relativamente al centro storico dell'Aquila (cantieri e recuperi) ed aree archeologiche limitrofe.

In entrambi i settori di intervento, i risultati conseguiti sono stati oggetto di 24 pubblicazioni a livello nazionale ed internazionale (cui si aggiunge la pubblicazione del libro "Il Terremoto a Scuola").

E' da sottolineare che, anche al di fuori dei settori di intervento più strettamente legati all'ingegneria sismica, le professionalità presenti in UTSISM consentono l'effettuazione di altre importanti attività. Come esempio, è da citare il contratto di ricerca commissionato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e delle Telecomunicazione (DIET) dell'Università di Roma "Sapienza", avente per oggetto la realizzazione di un sistema di acquisizione dati da sensori a film sottili. In dettaglio, il contratto si suddivide in due fasi: la prima, completata nel 2014, è consistita nella progettazione di una scheda elettronica in grado di fornire ai sensori a film sottile una tensione di polarizzazione costante a 0V (corto circuito), acquisire le correnti provenienti dai fotosensori e inviarle ad un calcolatore per l'archiviazione e future analisi. La seconda fase, prevista per il 2015, consiste nella verifica della funzionalità della scheda e la caratterizzazione delle sue prestazioni in termini di sensibilità e minimo segnale rilevabile.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Partner privilegiati di UTSISM nei progetti di ricerca internazionali volti all'applicazione dell'isolamento sismico a impianti nucleari sono i principali *stakeholder* europei come EdF, CEA, AREVA, ANSALDO, ENEL, che si aggiungono ad una ventina di Università, Enti di ricerca ed altre Società.

I principali interlocutori di UTSISM a livello nazionale sono Università e Industrie (soprattutto piccole e medie imprese) per le attività di ricerca e sviluppo, e le soprintendenze e le Amministrazioni Locali per il supporto alle realizzazioni di nuove applicazioni (nonché per la formazione). In particolare sono da segnalare quelle dei Comuni delle zone colpite dai terremoti del 2009 e del 2012: L'Aquila, Sulmona, Caporciano, Finale Emilia, Crevalcore.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

La maggior parte dei dispositivi e sistemi antisismici oggetto dei progetti UTSISM sono stati sviluppati e testati da ENEA già a partire dai primi anni '90 in stretta collaborazione con partner industriali sia italiani che europei e sono ormai, fortunatamente, di uso comune. Gli sforzi dell'Unità sono oggi volti a favorirne l'applicazione in strutture strategiche ed importanti ai fini della protezione civile, come scuole, ospedali e impianti a rischio di incidente rilevante. Le ricadute economiche avvengono quindi sul *sistema paese*, in termini di riduzione della vulnerabilità delle strutture e minor impatto in caso di eventi catastrofici (basti pensare che i costi dovuti alle varie "ricostruzioni" relative a terremoti passati ammontano a un miliardo di euro all'anno).

# UTT

## Unità Tecnica Trasferimento Tecnologico

Responsabile: Marco Casagni

### Principali attività svolte / Programmi in corso

---

L'Unità Trasferimento Tecnologico rafforza il ruolo dell'Agenzia come attore dell'innovazione sul territorio e promuove azioni per il trasferimento tecnologico.

In tale senso essa effettua attività di servizio per le altre Unità Tecniche per deposito, mantenimento ed estensione internazionale dei brevetti; creazione di spin-off; negoziazione e stipula di contratti di licenza e accordi su Proprietà Intellettuale nei contratti di ricerca.

Nel campo dell'efficienza energetica e smart grid, l'Unità effettua audit energetici aziendali, definisce benchmarks di riferimento, identifica pattern di risparmio energetico, sviluppa tool di auto-diagnosi energetica e predispone kit formativi. Ciò, in particolare, nell'ambito di due progetti per l'efficienza energetica: uno nell'industria Europea della confezione (SESEC - Sustainable Energy Saving for the European Clothing Industry) e uno del tessile (SET - Saving Energy in Textiles SMEs). Inoltre, implementa una piattaforma di servizi di *tele-health* in 4 città: Ferrara, Vienna, Brno e Kosice, focalizzandosi su 4 differenti disturbi (progetto promosso dal programma CENTRAL EUROPE, co-finanziato da ERDF; SPES Support Patient through E-services Solutions). Per quanto riguarda la promozione dell'utilizzo di energie rinnovabili, ha positivamente concluso nel mese di maggio il coordinamento delle attività del progetto M2RES (From Marginal to Renewable Energy Source Sites) finanziato dal programma europeo South East Europe, finalizzato a valorizzare terreni marginali attraverso investimenti nella produzione di fonti di energia rinnovabili.

L'Unità conduce inoltre attività di assistenza e consulenza diretta alle PMI nell'ambito delle tecnologie cad/cam finalizzate allo sviluppo prodotto e alla ottimizzazione del sistema produttivo mediante attivazione di un tariffario (coinvolte due aziende del settore accessori moda e una della meccanica). Inoltre, partecipa al progetto INDES, in collaborazione con le Associazioni di categoria del Distretto di Arezzo, per lo svolgimento di attività di trasferimento tecnologico e "best practices" nell'ambito delle tecnologie CAD/CAM (modellazione CAD e stampa 3d), con l'obiettivo di fornire a modellisti e designer le competenze per favorire l'inserimento di queste tecnologie all'interno delle PMI.

Tra le attività a supporto delle PMI quelle più rilevanti, afferiscono alla partecipazione come partner della rete Enterprise Europe Network, nel quadro del programma "Competitiveness and Innovation Framework programme 2008-2014". Alla rete, finalizzata a offrire informazioni e servizi alle PMI al fine di migliorarne la competitività attraverso l'innovazione, il trasferimento tecnologico e l'internazionalizzazione, UTT partecipa attraverso il nodo Friend Europe (competenza territoriale su Veneto, Trentino-Alto Adige e Friuli-Venezia Giulia) e attraverso il nodo Bridge Economies (competenza territoriale su Campania, Puglia, Basilicata, Abruzzo). Va sottolineato come, a seguito della partecipazione al bando per la nuova rete EEN 2015-2020, dal prossimo anno UTT sarà partner anche del nodo SIMPLER con competenza su Emilia-Romagna e Lombardia.

L'Unità partecipa inoltre alla rete per l'alta tecnologia della regione Emilia-Romagna con il

Progetto TECNOPOLO in cui effettua:

- l'attività di assistenza alle PMI nell'utilizzo integrato delle tecnologie CAD/CAM con particolare attenzione a quelle di modellazione 3D e prototipazione rapida per lo sviluppo di prodotti ad alto contenuto di design;
- l'attività di sviluppo di tecnologie di interoperabilità e standard per le reti di imprese e metodologie per il test di interoperabilità.

Particolarmente numerose sono le attività rivolte all'industria tessile, che vanno dall'architettura per l'interoperabilità (rivolta all'industria tessile abbigliamento e calzatura), ad attività di standardizzazione per il settore TAC europeo in collaborazione con CEN ed EURATEX (nell'ambito del CEN Workshop on eBusiness in the textile, clothing and footwear sectors), all'analisi e definizione di modelli di servizi IT e strumenti prototipali per ottenere riduzioni significative dei consumi di energia e delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'industria tessile europea (ARTISAN - Energy-aware enterprise systems for low-carbon intelligent operations).

## Risultati conseguiti

---

I principali risultati ottenuti nell'ambito delle attività svolte a servizio delle altre Unità Tecniche ENEA riguardano:

- Sedici (16) nuovi brevetti.
- Undici (11) spin-off attivi a fine anno.
- Diciotto (18) contratti di ricerca commissionata (in collaborazione con Enti e Imprese) nei quali viene negoziata e definita la strategia di Proprietà Intellettuale.
- Ventotto (28) contratti di ricerca collaborativa (in collaborazione con Enti e Imprese) ed otto (8) contratti di consulenza e servizi, nei quali viene negoziata e definita la strategia di IP.
- Quattro (4) contratti di licenza di brevetto.

Si sono pubblicati i benchmark di settore dei consumi energetici dell'industria dell'abbigliamento e i risultati finali del progetto ARTISAN sui sistemi di monitoraggio ed ottimizzazione della produzione dal punto di vista energetico nel tessile.

Nell'ambito dell'efficienza energetica, energie rinnovabili e smart grid:

- Progettazione e sviluppo prototipi nel contesto del progetto ARTISAN (ed iniziate le attività dei piloti).
- Tool di autovalutazione dell'efficienza energetica nei processi industriali del tessile ed abbigliamento.
- Strumento GIS per la mappatura dei terreni marginali in Emilia-Romagna e quattro studi di fattibilità, col coinvolgimento di 30 amministrazioni locali/regionali (M2RES).
- Software KiloWattene per il monitoraggio e l'ottimizzazione dei consumi elettrici nelle abitazioni.
- Audit energetici e raccolta di dati di benchmark di settore per consumi ed usi di energia in tessile abbigliamento.

Nell'ambito delle attività a supporto delle PMI:

- 3 consulenze a PMI per l'utilizzo integrato delle tecnologie CAD/CAM con i processi produttivi tradizionali.
- Messa a disposizione di PMI del Made in Italy di strumenti di modellazione generativa per la progettazione di modelli ad alto contenuto di design.
- 160 Audit tecnologici alle PMI, avviate 95 negoziazioni per partenariati di ricerca transnazionali (nei due progetti Enterprise Europe Network Friend Europe e Bridg€conomies).
- Supporto alla stipula di 27 accordi di trasferimento tecnologico con aziende europee e/o partecipazione a progetti di ricerca transnazionali (nei due progetti Enterprise Europe Network Friend Europe e Bridg€conomies).

Inoltre promossa la Campagna Energia su Misura – coordinata da Euratex a livello europeo - dedicata all'efficienza energetica nel tessile abbigliamento con circa 150 partecipanti in 7 eventi italiani.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

**Partner di progetti europei:** Unioncamere Veneto, Area Science Park Trieste, Trentino Sviluppo, Veneto Innovazione, Museo Archeologico di Bologna per il restauro virtuale, Scintec Bologna per l'applicazione della modellazione generativa, SGI SRL per l'attività di diffusione delle metodologie di restauro virtuale, Assoservizi Arezzo, CNA Bologna per l'attività di trasferimento tecnologico nell'ambito delle tecnologia Cad/Cam finalizzata alla progettazione di modelli ad alto contenuto di design per il settore accessori moda, UniCredit Leasing SpA, Agenzia Regionale mercati telematici INTERCENT-ER, Agenzia Regionale per sanità elettronica CUP-2000 e asl ed enti locali, Domina srl, aziende manifatturiere Piacenza Marc Cain, Club EMAS Puglia per il progetto GO4EMAS, Municipality of Velenje (SLO), CRES (GR), aziende IT INTRASOFT (GR), ATC (GR), AUEB(GR), ENERO (RO), SUNE (RO), SENES-BAS (BG), ENEREA (HU), REC (HU), EEE (A), Albania-EU Energy Efficiency Centre (AL), Municipality of Ulcinj (MT), Ministry of Spatial Planning (SER), CEN comitato europeo di standardizzazione, associazione europea industria TA EURATEX (EU), istituti di ricerca DITF (D), Steinbeis-Europa- Zentrum (D), Centre in North Rhine-Westphalia for Innovation and Technology (D), Instituto Andaluz de Tecnología (ES), Bulgarian Industrial Association (BG), Foundation for Promotion of Entrepreneurship ( PL), Regional Technology Centre North ( UK).

In ambito M2RES si è collaborato anche con Amministrazione Regionale Emilia-Romagna, Amministrazione Regionale Veneto e Comune di Bologna e nell'ambito delle Regioni di competenza di EEN BRIDG€CONOMIES (Campania , Basilicata, Puglia e Abruzzo) si sono avute continue interazioni con Associazioni degli Industriali delle varie province, rete delle Camere di Commercio Industria e Artigianato, Università e Centri di Ricerca, Centri e Distretti Produttivi oltre a singole PMI.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale dei risultati conseguiti

---

- Espressioni di interesse su tecnologie ENEA da parte di soggetti europei potenzialmente interessati ad azioni di trasferimento. Assistenza ad aziende italiane per accordi di

trasferimento tecnologico con aziende europee e/o partecipazione a progetti di ricerca transnazionali, in ambito BridgEconomies e Friend Europe.

- Resi pubblici i tool di autovalutazione dell'efficienza energetica nel TA e nell'edilizia abitativa, con la messa on line dei relativi corsi.

# UTTAMB

Unità Tecnica Tecnologie Ambientali

Responsabile: Roberto Morabito

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico, Competitività dei sistemi produttivi***

L'Unità Tecnica Tecnologie Ambientali (UTTAMB) svolge attività nel settore delle tecnologie ambientali in un'ottica di *Green Economy*, contribuendo al loro trasferimento ed implementazione al sistema Paese, a supporto del sistema industriale e con azioni sul territorio definite secondo un approccio olistico che prende in considerazione tutte le componenti ambientali, tecnologiche, metodologiche, economiche con il coinvolgimento di tutti gli stakeholder.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

### Green Economy

UTTAMB contribuisce alla definizione di una strategia nazionale verso la *green economy*, partecipando attivamente ai lavori degli Stati Generali della Green Economy, patrocinati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Ministero per lo Sviluppo economico, che vedono inoltre coinvolte le principali associazioni di "*imprese green*" italiane, con lo scopo di sviluppare e promuovere una piattaforma programmatica per l'intera economia italiana. La partecipazione attiva è garantita dal coordinamento di uno dei Gruppi di Lavoro "Sviluppo dell'eco-innovazione" e dalla presenza in qualità di esperti in tutti gli altri GdL.

### Simbiosi industriale - la chiusura dei cicli delle risorse

UTTAMB ha sviluppato la prima piattaforma di simbiosi industriale in Italia, applicata alla realtà della Regione Siciliana, che è costituita da strumenti informatici, informativi e decisionali, dalla rete di imprese e stakeholder nonché dagli utenti che, nell'ambito della simbiosi industriale, hanno un ruolo centrale e proattivo attraverso la fornitura delle informazioni sugli input ed output della propria attività che vengono resi disponibili per la realizzazione di sinergie, trasferimenti di risorse, verso altre attività.

Questa attività è condotta nell'ambito dell'Accordo di collaborazione ENEA-CNR: art. 2, comma 44, Legge n. 191 del 23/12/2009 - Legge finanziaria 2010 (c.d. "Progetto Eco-innovazione Sicilia" nell'ambito del Progetto AMBIENTE).

UTTAMB ha ulteriormente sviluppato la metodologia della Simbiosi industriale con una applicazione alla realtà industriale delle Province di Catania e Siracusa, mentre una ulteriore applicazione è stata realizzata con un progetto pilota di simbiosi industriale in Emilia-Romagna con un limitato numero di imprese.

L'Unità ha avviato contatti a livello tecnico con le Regioni Lazio, Emilia Romagna e Friuli Venezia Giulia per ulteriori applicazioni alle realtà industriali di queste Regioni.

## **Tecnologie di recupero e riciclo di materia**

UTTAMB svolge attività di sviluppo di tecnologie eco-innovative per il recupero di metalli ad elevato valore aggiunto (oro, argento, rame, palladio, terre rare, litio, manganese, cobalto, etc.) da prodotti complessi a fine vita: schede elettroniche, schermi LCD, lampade a fluorescenza, batterie al litio, magneti permanenti, LED, OLED, pannelli fotovoltaici. Questa attività è condotta nell'ambito del citato Progetto Eco-innovazione Sicilia.

Infine UTTAMB, in collaborazione con altre UT dell'ENEA, è attivamente impegnata nella preparazione del nodo italiano per il bando di prossima pubblicazione dell'European Institute for Innovation and Technology (EIT) per una Knowledge and Innovation Communities (KIC) sui raw materials.

## **Ciclo sostenibile dei rifiuti**

UTTAMB svolge attività di ricerca, sviluppo, implementazione e divulgazione di tecnologie e sistemi innovativi per il trattamento, recupero e riciclo di rifiuti, con particolare riguardo a:

- valutazioni di sostenibilità dei cicli di gestione dei fanghi di origine urbana;
- analisi e valutazioni delle tecniche di controllo delle emissioni odorigene da impianto di compostaggio;
- dimostrazione della tecnologia innovativa di "compostaggio di comunità" per la valorizzazione della frazione organica dei rifiuti;
- qualificazione di compost e di ammendanti compostati misti;
- recupero, riciclo meccanico e termochimico e valorizzazione di scarti plastici provenienti da raccolte selettive e differenziate, da apparecchiature elettriche ed elettroniche e da lavorazioni manifatturiere.

In particolare sono state implementate le attività relative al Progetto "ASTRO" per il trattamento dei rifiuti organici della mensa della Casaccia e quelle relative alla gestione del ciclo dei rifiuti nell'isola di Favignana (Trapani) come previsto dal "Progetto Eco-innovazione Sicilia".

L'Unità sviluppa inoltre analisi e valutazioni di ciclo e tecnologiche afferenti alle modalità di gestione dei pneumatici a fine vita (PFU).

## **Bonifica e riqualificazione ambientale di siti contaminati**

UTTAMB svolge attività di supporto alla P.A. e al settore privato nella predisposizione e valutazione di programmi di bonifica ambientale e riqualificazione per l'implementazione di piani a livello locale e nazionale, identificando le tecnologie e migliori pratiche utilizzabili.

Le principali attività svolte nel 2014 sul tema sono rappresentate da attività di ricerca di base ed applicata per il supporto tecnico-scientifico al MiSE-Dipartimento per la politica industriale e la competitività ("Recupero e reindustrializzazione dei siti produttivi inquinati"), per la gestione e manutenzione della Banca dati epidemiologica, o nell'ambito di progetti nazionali ed europei (Progetto Ecoinnovazione Sicilia; Progetto europeo COAST-GAP).

## **Strumenti di gestione ambientale e Turismo sostenibile**

UTTAMB svolge attività di gestione, implementazione e diffusione di sistemi, metodologie e strumenti per la gestione e la certificazione ambientale (ISO 14001, EMAS, Agenda 21, reporting ambientale) e di etichette ambientali di prodotto (Etichette tipo I, II e III), a supporto della P.A., del settore industriale e dei servizi; svolge inoltre valutazioni di impatti ambientali, economici e sociali di prodotti e servizi anche tramite l'impiego dell'approccio *Life Cycle Thinking* in combinazione con altre metodologie e strumenti di analisi di scenari.



Le attività nell'anno si sono incentrate soprattutto sulla tematica del Turismo sostenibile, con un intervento pilota nell'arcipelago delle Isole Egadi, attività condotta nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia". L'Unità è impegnata su questa tematica a promuovere presso le Amministrazioni Locali e il settore imprenditoriale interessato, i principi e le strategie per un turismo sostenibile, analizzando e proponendo interventi realizzabili con un approccio integrato che, favorendo la competitività dell'industria turistica, ne riduca gli impatti ambientali e sociali.

Inoltre UTTAMB partecipa a gruppi di lavoro del comitato interministeriale di Gestione del Piano d'azione nazionale sul *Green Public Procurement* e per la definizione di una strategia sulla Politica Integrata dei Prodotti e a gruppi di lavoro UNI (Sistemi di gestione ambientale, Impatto Ambientale, Gestione ambientale di prodotto, Sostenibilità stabilimenti balneari).

Partecipa ancora a gruppi di lavoro della SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e della Rete Italiana LCA.

### **Eco-innovazione dei sistemi produttivi**

UTTAMB svolge attività di ricerca, validazione, sviluppo e diffusione di tecnologie ambientali nei settori dell'eco-innovazione dei processi industriali e dell'eco-sostenibilità degli insediamenti industriali, urbani e turistici, tramite la individuazione e diffusione delle migliori BAT (Best Available Techniques).

UTTAMB ha continuato la collaborazione ormai pluriennale con il MiSe nel fornire supporto tecnico al MISE stesso e alle imprese italiane per l'implementazione del Regolamento REACH in Italia e a livello Europeo, partecipando ai gruppi di lavoro per l'analisi socio-economica della restrizione all'utilizzo di sostanze chimiche pericolose in Europa. E' stata studiata anche l'implementazione del Regolamento REACH ai nanomateriali.

E' stato fornito supporto tecnico ai Paesi in via di sviluppo per l'implementazione di Best Available Techniques nelle attività industriali tramite consulenze UNIDO (United Nations Industrial Development Organization).

### **Valutazione dell'inquinamento atmosferico**

UTTAMB sviluppa scenari emissivi di inquinanti atmosferici e gas serra a livello nazionale e regionale, a supporto delle politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico e di miglioramento della qualità dell'aria sviluppate dallo Stato e dalle Regioni.

Nell'ambito di un accordo di collaborazione con il MATTM ed il CNR, l'Unità fornisce un supporto tecnico-scientifico e negoziale al MATTM nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero, e, nell'ambito delle attività previste dalla Convenzione, con un contributo finanziario dell'UNECE, è impegnata nello sviluppo di mappe territoriali del rischio di corrosione causata dall'inquinamento atmosferico sui materiali (inclusi i beni culturali) su scala continentale.

L'Unità svolge attività di valutazione degli impatti dell'ozono troposferico e dei cambiamenti climatici sulle foreste francesi ed italiane, allo scopo di definire criteri di soglie per la protezione delle foreste.

Nell'ambito di una collaborazione con Società Consortile per le ricerche applicate all'ambiente ed alle energie rinnovabili (CSEAB), UTTAMB ha sviluppato l'analisi ambientale di un sistema di alimentazione dual-fuel per veicoli pesanti sviluppato da CSEAB stessa.

Inoltre l'Unità sviluppa attività di studio delle dinamiche di trasformazione e di trasferimento degli inquinanti atmosferici e delle loro relazioni con i parametri meteorologici.

### **Gestione sostenibile della risorsa idrica**

UTTAMB sviluppa ed implementa tecnologie innovative di risparmio e riuso dell'acqua nei settori urbano, agricolo ed industriale, con particolare riferimento al settore del tessile, e fornisce supporto alla P.A. nella analisi delle tecnologie in uso e dei relativi effetti ambientali, alle diverse modalità di gestione del ciclo idrico integrato e nella analisi del quadro istituzionale, normativo ed economico.

Nel corso del 2014 le attività hanno riguardato principalmente studi ed analisi di fattibilità per una gestione sostenibile della risorsa idrica nell'arcipelago delle Isole Egadi, con la gestione ed analisi dei dati relativi ad un sistema di misura dei consumi idrici nella Scuola di Favignana realizzato nel corso del 2013 (attività svolta nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia").

## **Risultati conseguiti**

---

La partecipazione attiva ai GdL degli Stati Generali della Green Economy, la predisposizione di numerosi rapporti e documenti sul tema, tra cui il Rapporto "*Green Economy 2014: Le imprese della green economy: la via maestra per uscire dalla crisi*" scritto in collaborazione con la Fondazione Sviluppo Sostenibile, il Rapporto "Eco-innovazione e imprese" pubblicato come Speciale nella Rivista Energia, Ambiente e Innovazione, la partecipazione a numerosi convegni e workshop sul tema, hanno consentito ad ENEA di consolidare un ruolo riconosciuto di leader, tra gli Enti pubblici, sulla tematica della *Green Economy*.

Per quanto attiene alla Simbiosi industriale, il principale risultato consiste nella applicazione della Piattaforma di Simbiosi, sviluppata nel corso degli anni 2012-2013, alla realtà della Regione Siciliana, con il coinvolgimento di circa 400 aziende delle Province di Catania e Siracusa e la collaborazione di Confindustria Sicilia, Confindustria Catania e la Camera di Commercio di Siracusa.

In Emilia Romagna è stato inoltre condotto, in via preliminare, anche un progetto pilota di Simbiosi su un numero limitato di aziende.

Questo significativo risultato, insieme alla partnership europea in cui opera UTTAMB in questo settore, ha consentito ad ENEA di consolidare un ruolo riconosciuto di leader in Italia sul tema della simbiosi industriale.

Grazie a tale ruolo e all'opera di disseminazione dell'informazione verso il settore industriale e la Pubblica Amministrazione a tutti i livelli, UTTAMB è attualmente in contatto, ed ha ricevuto diverse manifestazioni di interesse, da parte delle Regioni Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Lazio, Puglia e dai Comuni di Padova e Rieti.

Analogo interesse proattivo è stato mostrato da Confindustria nazionale, da Confindustria Sicilia, da Unioncamere e da alcune Camere di Commercio territoriali.

Relativamente al recupero/riciclo di metalli ad elevato valore aggiunto da prodotti Hi Tech a fine vita, sono stati sviluppati tecnologie di processo idrometallurgiche per il recupero di terre rare da lampade a fluorescenza, litio da batterie esauste, argento da pannelli fotovoltaici, palladio da schede elettroniche (tesi di laurea), indio e stagno da schermi piatti LCD. E' stato in particolare progettato ed è in fase di realizzazione presso il C.R. Casaccia l'impianto pilota ROMEO (Recovery Of METals from printed circuit boards by hydrOmetallurgy) dedicato al recupero di oro, argento,

rame, stagno e piombo da schede elettroniche e basato sul brevetto ENEA RM2013A000549, 2013.

È stato inoltre effettuato uno studio dell'applicazione dei processi ossidativi avanzati per il Recupero dell'acqua e dei materiali dall'acqua di sentina.

Relativamente al Regolamento REACH, UTTAMB ha assolto autonomamente e integralmente alla risoluzione di tutti i quesiti giunti all'Helpdesk REACH (271 quesiti totali), ha partecipato a tutte le riunioni sulle tematiche REACH organizzate dalle altre amministrazioni coinvolte, dalle associazioni industriali e richieste da singole aziende, nell'ambito dei Gruppi di lavoro "Confronto con imprese", "Supporto ai Comitati ECHA" e al Tavolo tecnico sulle sostanze SVHC.

È stata inoltre presentata e approvata una domanda per un deposito per "diritto d'autore" per uno "Strumento di Calcolo per effettuare operazioni di Scaling all'interno degli Scenari "di esposizione in ambito REACH" con Prot. Enea/2014/72879/UTT-BREV. Si tratta uno strumento che serve alle PMI per l'adeguamento agli obblighi imposti dal Regolamento REACH, che permette di effettuare in maniera agevolata l'adeguamento del rischio per la salute e l'ambiente, se lo scenario di esposizione ricevuto dal fornitore della sostanza presenta condizioni d'uso differenti dalle proprie.

In relazione alle attività di supporto all'eco-innovazione industriale, è stata effettuata una consulenza UNIDO per la diffusione delle migliori tecniche disponibili e delle migliori pratiche ambientali (BAT/BEP) in paesi in via di sviluppo (progetto sul settore metallurgico in Thailandia).

Esperti UTTAMB hanno infine contribuito alla redazione di Report della Commissione Europea e dell'Associazione Italiana per la Ricerca Industriale.

Nel settore del ciclo dei rifiuti, oltre ai risultati ottenuti nel corso delle varie attività progettuali già citate, si sottolineano quelli derivanti dalle attività sul compostaggio di comunità, con la sperimentazione e dimostrazione di tecnologie innovative per la valorizzazione della frazione organica. La rilevanza e l'innovazione della attività e dei risultati ottenuti consiste in particolare nella dimensione e tipologia dei compostatori di comunità utilizzate per la sperimentazione: ad oggi infatti sono sviluppati in Italia sistemi di compostaggio domestico e di grandi dimensioni, ma non esistono che pochissimi esempi di compostaggio di comunità (ovvero per circa 500-600 persone).

Nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" un risultato significativo è stato raggiunto con la installazione a cura di ENEA, presso il Centro di raccolta rifiuti dell'isola di Favignana, e la inaugurazione di un compostatore di comunità. Detto compostatore verrà gestito dai tecnici della società responsabile della raccolta dei rifiuti nell'isola e rappresenta il primo di alcuni altri compostatori che il Comune intende installare nelle tre isole.

Sempre nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" altro risultato significativo è stato raggiunto con la installazione a cura di ENEA, presso il Centro anziani dell'isola di Favignana, e la inaugurazione di un "Chiosco dell'Acqua", avente lo scopo di diminuire la quantità di rifiuti plastici (bottiglie per l'acqua) prodotti nell'isola. Anche in questo caso il Comune intende installare nelle tre isole a proprio carico altri "Chioschi" analoghi.

Nell'ambito del Progetto Eco-innovazione Sicilia hanno rilevanza anche le attività relative alla gestione sostenibile della risorsa naturale, con particolare riferimento alla caratterizzazione e gestione delle biomasse vegetali spiaggiate (posidonia oceanica) e al loro riutilizzo nel ripascimento delle praterie sottomarine.

Per questo "modello di impiego innovativo delle biomasse vegetali spiaggiate a sostegno e sviluppo del turismo sostenibile" è stata inoltrata una domanda di Brevetto.

Altro risultato significativo è stato ottenuto nel settore del Turismo sostenibile, dove le attività svolte nell'arcipelago delle Isole Egadi hanno consentito di affrontare per la prima volta in Italia le criticità tipiche delle isole minori del mediterraneo con un approccio di tipo sistemico (*Smart Island*) analogo a quello utilizzato per le *Smart Cities*.

In questo ambito sono stati organizzati due eventi divulgativi presso l'isola di Favignana con la presentazione dei risultati ottenuti nell'ambito del "Progetto Eco-innovazione Sicilia" e di due libri editi da ENEA e realizzati con l'obiettivo di valorizzare le risorse naturalistiche marine delle tre isole dell'arcipelago delle Egadi.

Relativamente alle attività sulla valutazione dell'inquinamento atmosferico, gli scenari emissivi sviluppati da ENEA e resi disponibili on-line insieme al modello di valutazione integrata GAINS\_Italia, parte integrante del sistema modellistico MINNI, sono stati utilizzati dal MATTM per individuare la posizione nazionale nell'ambito del processo di revisione della politica comunitaria su qualità dell'aria ed emissioni, e da alcune Regioni per predisporre Piani Regionali Energetici e sulla Qualità dell'Aria basati su valutazioni preliminari dell'efficacia delle misure da introdurre.

Nell'ambito dell'impatto di inquinanti atmosferici, sono stati sviluppati modelli a scala continentale per la valutazione dell'impatto di cambiamento climatico e dell'inquinamento atmosferico sulla defoliazione degli ecosistemi forestali.

E' stato valutato l'impatto ambientale di un sistema di alimentazione dual-fuel per veicoli pesanti.

L'Unità è stato inoltre coinvolta nell'individuazione di politiche ambientali in siti industriali.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

UTTAMB interagisce con numerosissimi partner nazionali, europei ed internazionali, sia privati che pubblici, con collaborazioni pluriennali di cui di seguito si elencano i più significativi:

- Ministero dello Sviluppo economico
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- Ministero dell'Istruzione della Università e della Ricerca
- Ministero della Salute
- Ministero Difesa/DAP
- ISPRA
- Istituto Superiore di Sanità
- CNR
- Istituto Italiano per la Tecnologia
- Università La Sapienza (con diversi Dipartimenti), Università della Tuscia, Università delle Marche, Università di Catania, Consorzio interuniversitario CINIGeo, Politecnico di Milano e Politecnico delle Marche
- Stati Generali della Green Economy
- Fondazione Sviluppo Sostenibile
- Comitato interministeriale di Gestione del Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement e per la definizione di una strategia sulla Politica Integrata dei Prodotti
- Gruppi di lavoro UNI: Sistemi di gestione ambientale, Impatto Ambientale, Gestione ambientale di prodotto

- Commissione europea: DG Environment, DG Enterprise and Industry
- Gruppo di consultazione della Commissione Europea sui NON ENERGY RAW MATERIALS
- Confindustria Sicilia, Confindustria Catania, Confindustria Siracusa, Camera di Commercio di Siracusa
- Comune di Favignana, Area Marina Protetta delle Egadi
- SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry
- Rete Italiana LCA
- Federambiente, Federlegno-arredo, Federturismo, LegaCOOP, AMA, ASTER, REMEDIA, RELIGHT, RAECYCLE, ESAGERAEE, ICARO Srl, AQUASER, COLOROBBIA, VENETO-NANOTEC, ECOPNEUS, ITALCOM, COSMOB

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Tutte le attività di UTTAMB hanno potenziali ricadute sul sistema industriale.

Nel corso del 2014 le attività che hanno conseguito risultati significativi rispetto agli anni precedenti e che, più di altre, consentono ricadute di tipo economico e tecnologico sul sistema industriale sono state:

- realizzazione ed applicazione della prima Piattaforma regionale di Simbiosi Industriale nella Regione Siciliana, che consente alle imprese di un determinato distretto/area industriale di ottimizzare le risorse utilizzate ed i rispettivi rifiuti e sottoprodotti dei processi produttivi;
- la realizzazione, nel C.R. Casaccia, del prototipo a scala banco per la realizzazione di processi innovativi idro-metallurgici e recupero di metalli ad alto valore aggiunto e terre rare da diverse tipologie di prodotti a fine vita ha interessato numerose aziende nazionali ed europee sia per la eventuale realizzazione presso di loro di impianti a scala preindustriale che per la partecipazione alla fase di sperimentazione ed risultati che si otterranno dall'esercizio del citato impianto pilota ROMEO in fase di realizzazione presso il C.R. Casaccia.
- attivazione di azioni sul Turismo sostenibile nell'arcipelago delle Isole Egadi che rappresentano per il loro approccio sistemico di tipo "Smart Island" un supporto concreto per gli operatori del settore turistico.
- La tecnologia del "compostaggio di comunità" ha un elevato potenziale di diffusione in Italia, potendosi rivelare di grande interesse sia per le Amministrazioni locali che per le aziende che devono gestire la raccolta differenziata dei rifiuti.



# UTTEI

Unità Tecnica Tecnologie Avanzate per l'Energia e l'Industria

Responsabile: Gian Piero Celata

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Sostenibilità del sistema energetico**

L'Unità Tecnica Tecnologie avanzate per l'Energia e l'Industria (UTTEI) fornisce innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia e dell'industria, con particolare riferimento all'uso razionale dell'energia, all'impiego sostenibile dei combustibili fossili e agli usi finali dell'energia.

Il contributo dell'Unità è relativo a:

- ricerca e sviluppo di tecnologie per migliorare i rendimenti e ridurre l'impatto ambientale nella produzione di energia e negli usi finali, per applicazioni industriali nei settori della refrigerazione, del condizionamento, dell'ingegneria aerospaziale, dell'elettronica e dell'industria di processo;
- ottimizzazione di sistemi, componenti e processi per l'impiego sostenibile dei combustibili fossili e per l'uso finale dell'energia (veicoli a basso impatto ambientale, illuminazione pubblica, elettrodomestici);
- sistemi di accumulo di energia elettrica per applicazioni mobili e stazionarie;
- sistemi tecnologici per le *smart cities* e la sostenibilità delle dinamiche urbane;
- sistemi tecnologici per la protezione di infrastrutture critiche e in generale per il miglioramento degli aspetti di Security e Safety del cittadino

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività dell'Unità si sviluppano in 7 settori di intervento.

### 1) Sviluppo di un modello di *smart city* e *smart communities*

**Smart Lighting e smart services:** Sviluppo di un sistema per l'utilizzo dell'infrastruttura della illuminazione pubblica come piattaforma aperta per una serie di servizi *smart* legati alla gestione adattiva della illuminazione, al monitoraggio del traffico, alla sicurezza dei contesti urbani, al monitoraggio della qualità dell'aria. In particolare sviluppo di un modello di illuminazione adattiva in relazione ai flussi di traffico ed utenza pedonale. Progetti applicativi presso aree urbane.

**Smart District/smart buildings network:** Soluzioni tecnologiche integrate per simulazione, supervisione e controllo di reti di edifici e servizi distrettuali. Sviluppo di un approccio "energy on

demand” per il controllo di edifici attrezzati (smart buildings); sviluppo di servizio di rete (Network Intelligence System) per diagnostica e la ottimizzazione remota di reti di edifici; sviluppo di un approccio di demand management per la gestione della flessibilità energetica del distretto rispetto al distributore, al fornitore di energia, all’uso potenziale di rinnovabili e sistemi di storage. Sviluppo di una piattaforma ICT per l’integrazione delle funzionalità di gestione del distretto. Progetti applicativi presso aree sperimentali ed aree urbane.

**Smart Communities:** Sviluppo di contesti di innovazione sociale basati sulla consapevolezza energetica e sullo sviluppo di un insieme di servizi di supporto autogestiti direttamente dalla comunità ed abilitati da infrastrutture tecnologiche ed informatiche avanzate. Sviluppo di un modello di “*social urban network*” composto da infrastrutture di comunicazione (web, social network, app), infrastrutture tecnologiche (sensori/attuatori domestici, installazioni urbane), processi formativi (laboratori sociali) e processi di coinvolgimento della comunità allo scopo di perseguire la sostenibilità a 360 gradi (della consapevolezza energetico-ambientale, coesione e supporto sociale). Applicazioni urbane.

**Smart mobility:** Soluzioni per l’integrazione delle tecnologie ITS (Intelligent Transport Systems, ovvero, sistemi di previsione del traffico, trasporto a chiamata, ecc. ) con quelle dell’elettromobilità (ricarica rapida e “contactless”, “smart metering”, ecc.).

## 2) Sistemi di accumulo dell’energia

Attività di ricerca, sviluppo ed applicazioni finali (sia mobili che stazionarie) a partire dalla ricerca fondamentale fino a quella applicativa con l’analisi e la sperimentazione delle diverse tipologie di accumulo di energia elettrica (batterie al litio e redox a flusso, supercondensatori, accumulo dell’idrogeno e sistemi di accumulo con magneti superconduttori).

## 3) Veicoli a basso impatto ambientale ed infrastrutture di ricarica elettrica

Attività di sperimentazione di componenti e sistemi (batterie, SC, sistemi di ricarica, motorizzazioni tradizionali, ibride, elettriche) per nuove tecnologie di veicoli a basso impatto ambientale, per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti. Sperimentazione componenti e sistemi per l’accumulo elettrico stazionario. Sperimentazione al banco e su strada di veicoli a trazione ibrida ed elettrica e di miscele di combustibili atte alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e valutazioni energetico-ambientali relative. Partecipazione alla CUNA (Commissione tecnica di Unificazione Nell’Autoveicolo) e al segretariato Comitato Tecnico del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) per l’elaborazione delle normative inerenti i veicoli elettrici e le relative strutture di ricarica.

## 4) Termofluidodinamica applicata all’industria

Attività di ricerca, dagli studi preliminari alle prove sperimentali su dimostratori, nel campo del trasferimento di calore e di massa nei sistemi mono e bifase, per applicazioni relative all’industria elettronica, aerospaziale, del freddo alimentare, della climatizzazione e di processo:

- Accumulo termico a cambiamento di fase (PCM-Phase Change Material) sia per applicazioni nel settore della climatizzazione che per ottimizzare sistemi per la rimozione del calore.



- Nuove tecnologie per la climatizzazione (solar cooling, sistema compatto Solar DEC di piccola taglia a letti fissi raffreddati) e la produzione di acqua calda sanitaria (vapor chamber in sistemi solari termici).
- Test in camera climatica di prototipi innovativi di pompe di calore (PdC) a compressione utilizzando fluidi di riferimento (R134a) o a basso impatto ambientale (CO<sub>2</sub>, R290) e ottimizzazione del funzionamento di PdC a CO<sub>2</sub> con radiatori ad elevato salto termico.
- Scambio termico e comportamenti termofluidodinamici in mono/bifase in microgravità e microcanali.
- Pompe di calore ad assorbimento innovative.
- Partecipazione a Comitati di Enti Normativi Nazionali (CTI) e internazionali (IEA) per la climatizzazione.

### 5) **Uso sostenibile di combustibili fossili**

Attività di ricerca focalizzate allo sviluppo e messa a punto di tecnologie per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore termoelettrico e industriale, condotte mediante studi teorici, simulazioni CFD e di processo, sperimentazioni, sviluppo di componenti e di cicli innovativi. Più nel dettaglio:

- Metodi innovativi e più efficienti per la cattura della CO<sub>2</sub>, caratterizzati da minore impatto ambientale e penalizzazioni energetiche, applicabili anche a settori della produzione industriale fortemente energivori.
- Cicli energetici ad alta efficienza basati sul ricircolo della CO<sub>2</sub> (cicli EGR), e in prospettiva di medio termine a ossi-combustione e “capture ready”.
- Progettazione e test di dispositivi a combustione efficienti, poco inquinanti, caratterizzati da alta la flessibilità di carico e di alimentazione.
- Sviluppo e applicazione di codici di calcolo e modelli avanzati per la simulazione stazionaria e dinamica di processi termofluidodinamici e chimici.
- Tecnologie per la rimozione permanente della CO<sub>2</sub> basati sul confinamento geologico, il sequestro chimico e il riutilizzo della stessa.

Sviluppo di tecnologie finalizzate alla produzione di metano, combustibili sintetici e *chemicals* da carbone o basati sul ri-utilizzo della CO<sub>2</sub>, integrate con fonti rinnovabili.

### 6) **Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia**

- Attività sperimentale su interazione luce – essere umano, in particolare sulla valutazione della qualità della luce.
- Attività di progettazione di prodotti efficienti, in particolari con utilizzo di fosfori remoti in interni, e relativi dispositivi di controllo.
- Diffusione dei risultati ottenuti sul territorio e coinvolgimento di comuni e altri stakeholders del settore per l'aumento dell'efficienza energetica nell'illuminazione pubblica.
- Attività sperimentale su elettrodomestici innovativi sviluppati all'interno del progetto: in particolare individuazione e svolgimento di prove specifiche per simulare il comportamento dell'utenza.
- Contributo a sperimentazione di sensori per monitoraggio di parametri legati alla qualità dell'aria.

- Partecipazione a lavori normativi a livello nazionale. Supporto all'autorità di vigilanza di mercato per la Direttiva Etichetta Energetica. Partecipazione ai lavori Europei per le Direttive Ecodesign ed Etichetta Energetica (parte della delegazione italiana).
- Partecipazione a vari progetti IEE Europei sull'implementazione dell'Etichetta Energetica e di Ecodesign.

## 7) Robotica

Sviluppo di tecnologie di automazione, percezione, riconoscimento e fruizione visiva, cooperazione multirobot orientate al sostegno dell'industria, al supporto delle esigenze sociali e culturali del Paese e alla protezione dei cittadini. In particolare le tecnologie riguardano:

- I sistemi di monitoraggio e sorveglianza under water per aspetti di security, Save and Rescue. In particolare sono in fase di messa a punto, in questo ambito progetti per la protezione di infrastrutture critiche (MOSE, LNG Rovigo) e progetti per applicazioni di protezione di persone e infrastrutture in ambito militare (progetto PNRM).
- Il supporto alle persone con disabilità di vario tipo, tra cui quella ipoacustica.
- Commessa per l'automazione di impianti di Fusione Nucleare.
- Commessa nell'ambito del Progetto europeo EDEN per sistemi di Border Control.
- Una Commessa Industriale per la robotica aerea.
- Una Commessa industriale Robot indoor per *clean rooms*.

## Risultati conseguiti

---

### Sviluppo di un modello di smart city e smart communities

- **Smart lighting e smart services:** Applicazione urbana presso L'Aquila dove sono stati installati led, un sistema di telegestione punto-punto, sensori smart-eye (sviluppati da ENEA ed una start-up) ed un sistema di analisi della qualità dell'aria montato su mezzo mobile comunicante con i lampioni intelligenti. Si tratta del primo prototipo italiano di questo genere in scala reale. Una seconda applicazione limitata alla illuminazione adattiva è stata effettuata a Bracciano. Sviluppato un algoritmo innovativo di dimmerazione dei flussi luminosi sulla base dei flussi di traffico ed un modello per l'analisi del sovra o sottodimensionamento degli impianti illuminotecnici.
- **Smart district:** Sviluppo del sistema NIS (Network Intelligence System) per la ottimizzazione remota ed active demand di uno smart district urbano (rete di edifici). Applicazione di controllo di smart building e funzionalità NIS presso lo Smart Village in fase di realizzazione presso il CR Casaccia (10 smart buildings) dove sono stati integrati sistemi di varia natura (buildings, flussi pedonali, public lighting) ed applicato il principio dell'energy on demand. Una importante applicazione urbana è stata realizzata presso un quartiere di Bari (ufficio, scuola, residenziale) nel contesto del progetto Res Novae (23 ML budget) con significativa componente industriale (IBM, ENEL, GE...) di cui ENEA ha il ruolo di coordinamento scientifico. Una terza applicazione è stata effettuata presso lo Smart Ring de L'Aquila (due scuole). Sviluppo di una piattaforma ICT per il controllo dello smart village ed integrazione con sistemi commerciali (piattaforma "SEM"

di Al maviva, piattaforma “IOC”. “Service Hub” e “Tririga” di IBM, piattaforma “EasyCon” di UMPI). Coordinamento di un Sub-Programme del Joint Programme Europeo sulle smart cities e della rete italiana di Urban Europe.

- **Smart Communities:** Avvio di un “Social Urban Network” a L’Aquila: sviluppato il progetto della infrastruttura tecnologica (ICT, installazione urbana “smart node”, architettura di networking con la comunità) ed avviato un processo formativo presso il liceo scientifico Bafile.

### **Sistemi di accumulo dell’energia**

- Nuovi materiali (a base di silicio, di grafene e di fosfati diversi di ossidi metallici, liquidi ionici) e processi per la realizzazione di batterie al litio di alta potenza e di alta energia per applicazioni mobili e stazionarie.
- Avvio dello studio di sistemi redox a flusso con vanadio a basso costo per le applicazioni alle reti elettriche.
- Caratterizzazione di materiali superconduttori per la realizzazione prototipale di sistemi di accumulo con magneti superconduttori ad alta potenza.
- Aspetti di sicurezza e di potenziale impatto ambientale delle batterie al litio.
- Sistemi di accumulo al litio per applicazioni nell’illuminazione intelligente ed innovativa e nella trazione elettrica ed ibrida con lo sviluppo di specifiche metodologie di prova.
- Dispositivi di gestione, controllo (BMS = Battery Management Systems) e di interfaccia verso la rete elettrica dei sistemi di acucmulo più innovativi.
- Sviluppi e studi per applicazioni commerciali di moduli Li-Io autogestiti (bilanciamento elettrico e condizionamento termico).
- Applicazioni dei cicli rappresentativi dell’uso dei sistemi di accumulo elettrochimico con campagne sperimentali in laboratori appositamente sviluppati ed in reali dimostrazioni pilota (in accoppiamento con impianti a fonti rinnovabili o in veicoli elettrici ed ibridi di piccola e grande taglia).
- Definizione potenzialità tecniche ed economiche dell’accumulo in idrogeno od in batterie redox a flusso per l’uso in reti elettriche con fonti rinnovabili non programmabili.
- Acquisizione di contratti per la caratterizzazione e l’esecuzione di prove vita di batterie Litio-ione e ad alta temperatura per conto di TERNA.

### **Veicoli a basso impatto ambientale e infrastrutture di ricarica elettrica**

- Risultati della sperimentazione in città (L’Aquila) di sistema di trasporto pubblico a chiamata.
- Risultati della sperimentazione in azienda (BredaMenariniBus) di autobus elettrici ed elettrico-ibridi da 9 e 12 m.
- Sviluppo e realizzazione di un sistema di ricarica contactless per micro vettura.
- Sviluppo e realizzazione di un “power pack” ibrido-parallelo per micro vettura.
- Progettazione e pre-valutazioni sperimentali in scala reale di un convertitore per stazione di ricarica rapida in c.c. con accumulo elettrico stazionario, per l’integrazione nel sistema dei trasporti di energia elettrica da FER non programmabili.

- Studio su base statistica (utilizzo di data base costituito da milioni di dati, acquistati “allo stato grezzo” a questo scopo) dell’elettrificazione della mobilità passeggeri, sia per le autovetture, in funzione di diverse tipologie di veicoli, elettrici “puri” ed ibridi “plug-in”, che per il trasporto pubblico locale, con applicazione (fattibilità tecnico-economica) alla città dell’Aquila.

### **Termofluidodinamica applicata all’industria**

- Rafforzamento della presenza/visibilità ENEA nel settore della climatizzazione eco-sostenibile in ambito sia nazionale (Accordo di Programma ENEA-MSE) che internazionale (progetti europei NxtHPG e HEAT4U) anche con la realizzazione di dimostratori e importanti infrastrutture strategiche (camera climatica).
- Consolidamento delle conoscenze nel settore della termofluidodinamica nel raffreddamento delle batterie e dei sistemi di accumulo elettrici (MECCANO, Accordo di Programma ENEA-MSE).
- Sviluppo di conoscenze nel campo dell’accumulo termico, con uso anche di PCM, in sinergia sia con il settore della climatizzazione (serbatoi di accumulo per vari usi del solare termico) sia per la corretta gestione termica di sistemi di protezione degli accumulatori elettrici da sovratemperature (Accordo di Programma ENEA-MSE).
- Mantenimento di una presenza di eccellenza in settori di punta della ricerca termofluidodinamica, in particolare, oltre alla nanofluidica e microfluidica, applicata nel settore aerospaziale con esperienze in microgravità (ESA) e partecipazione a due esperimenti dell’ESA (RUBI e SELENE) per la stazione spaziale (ISS).

### **Uso sostenibile di combustibili fossili**

- Sviluppo di un sorbente di CO<sub>2</sub> multifunzionale caratterizzato da elevata rigenerabilità.
- Ottimizzazione del processo di gassificazione del carbone in letto fluido presso la Piattaforma Sperimentale “ZECOMIX” a scala pilota, realizzata per la decarbonizzazione del combustibile, e integrazione di una micro Turbina a Gas per la produzione di energia da idrogeno.
- Validazione delle performace predittive del codice proprietario HeaRT, applicato alla simulazione di un combustore premiscelato operato in condizioni di instabilità termo-acustica.
- Simulazione, progetto e sperimentazione di bruciatori innovativi per turbine a gas Heavy Duty, caratterizzati da elevata “load-flexibility”. Deposito di un brevetto.
- Definizione, attraverso simulazioni dinamiche, del dominio di funzionamento stabile di una micro turbina operante con tenore crescente di CO<sub>2</sub> per applicazioni EGR.
- Avvio dell’esercizio sperimentale del dimostratore “FENICE”, relativo al processo di produzione di metano da CO<sub>2</sub>. Valutazione dell’influenza delle variabili di processo sull’efficienza di conversion.
- Avvio dell’attività sperimentale sull’impianto “GESSYCA” per lo sviluppo di metodologie di controllo della gassificazione e di componenti innovative.
- Modellazione del processo di produzione di Synthetic Natural Gas da carbone, e suo efficientamento. Messa a punto di un processo di purificazione dal TAR, e sintesi in laboratorio di un catalizzatore innovative.
- Ottimizzazione energetica e di ciclo per un processo Coal To Liquid e Coal and Biomass To Liquid con inclusa cattura della CO<sub>2</sub> e sviluppo nuovi catalizzatori.
- Avviamento ed esercizio di una rete per il monitoraggio della CO<sub>2</sub> sequestrata geologicamente nel bacino carbonifero del Sulcis.

## Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia

- Aumento conoscenze sulla valutazione di indicatori della resa dei colori e sulla potenziale influenza delle nuove sorgenti sui compiti cognitivi.
- Presenza attiva nella rete di stakeholders per l'azione di coinvolgimento del territorio.
- Metodi di prova per la simulazione di abitudini di utilizzo per forni elettrici, lavatrici, lavastoviglie, frigocongelatori.
- Realizzazione prototipale di sistema di illuminazione innovativo a LED con controllo intelligente per applicazione nell'industria.
- Test prestazionali su elettrodomestici del freddo per valutare nuovi metodi di prova proposti per la standardizzazione in confronto con i metodi attuali.
- Supporto ad Autorità per la vigilanza del mercato per Etichettatura Energetica su prodotti di illuminazione e refrigerazione.

## Robotica

- Sviluppo di un modem ultracustico innovativo di comunicazione per reti di sensori e di robot underwater.
- Sviluppo di un modem di comunicazione ottica underwater coordinato con il modem acustico.
- Algoritmi di potenziamento della informazione sonora.
- Algoritmi di cooperazione tra unmanned aerial platforms.
- Robot di cleaning.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

**Reti di Ricerca internazionali:** EERA, Urban Europe, Smart City Stakeholders Platform, Covenant of Mayors, ESA, UE, European Turbine Network, IEA, ZEP, SETPlan.

**PA:** MiSE, MIUR, Ministero Ambiente, Comuni di Bari, L'Aquila, Brescia, Matera, Potenza, ANCI, Consip, UPI, Regione Emilia Romagna, ATC di Ravenna.

**Associazioni industriali:** Confindustria, AGESI, ASSIL, AIDI, ASSOLUCE, Assoimmobiliare, Confindustria digitale, ANIE, CRIET.

**Aziende:** IBM, ENEL, Almagora, Telecom, A2A, Energy Team, Enel Sole, Guzzini, UMPI, IVECO, Centro Ricerche FIAT, Piaggio, FIAMM, Kemet, Toshiba, NEC, Terna, Gruppo Luccioni, Renault, Volvo, Magna, AVL, Altra-IVECO, BredaMenariniBus, Elettronica Santerno, Indesit, ROBUR, Ansaldo Sviluppo Energia, General Electric, CEA, MVG, Deep Blue, Array Industries (NL), SOTACARBO, ILVA, QUANTIS (CH), Johnson Matthey (UK), Calix Europe (UK), 8 Rivers Capital (USA), Skytech, DUNE, Arakne, Mechanimata, A.M., SELEX ES.

**Enti di Ricerca/Università:** CNR, Politecnico di Bari, Università Politecnica delle Marche, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università Roma3, Università Brescia, RSE, Università di Bologna, Università di Camerino, Università di Palermo, Università di Pisa, Università di Parma, Università di Milano, Sapienza Università di Roma, Università di Perugia, Università di Roma Tor Vergata, IIT (Italian Institute of Technology), Imperial College (UK), TUE (Technische Universiteit of Eindhoven), Politecnico di Milano, Università di Cagliari, Università de L'Aquila, SINTEF (N), INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, FR), CSIC (Consejo superior de

investigaciones scientificas, E), IFE (Institut for Energiteknikk, N), ZEG Power (N), MTEC (Marion Technologies, FR), ECN (Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland); Cranfield University (UK), DLR (D), KAUST (King Abdullah University of Science and Technologies – Saudi Arabia), CTS (Composite Technical Systems), Scuola Superiore S. Anna.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

### **Sviluppo di un modello di smart city e smart communities**

Esistono molte richieste al momento da parte di amministrazioni pubbliche di avviare percorsi verso lo sviluppo delle smart cities e da parte di aziende di entrare in questo dominio sviluppando dei nuovi modelli di business. ENEA, grazie alla partecipazione a progetti applicativi, alla forte integrazione nelle reti di eccellenza europee ed alla partnership con le realtà industriali è in grado di:

- a. guidare le pubbliche amministrazioni verso le soluzioni più efficaci e competitive anche prospettando progetti integrati su larga scala;
- b. organizzare filiere industriali intorno specifici interventi progettuali e modelli di business fornendo sia capacità progettuali sistemiche sia specifiche tecnologie normalmente posizionate in modo strategico; dare supporto nella penetrazione delle soluzioni a livello internazionale;
- c. fornire ad associazioni industriali, associazioni di comuni ed istituzioni pubbliche centrali il proprio supporto come ente “tecnico-scientifico terzo” per trovare soluzioni di intermediazione, pianificazione di policy, valutazioni indipendenti.

### **Sistemi di accumulo dell’energia**

Le attività svolte hanno generato conoscenze e risultati di varia natura, scientifica, tecnica ed economica, tutte trasferibili al contesto industriale direttamente ed indirettamente. Le ricerche di base hanno fornito indicazioni a realtà industriali nazionali ed europee che hanno potuto definire e prevedere le potenzialità ed i limiti delle diverse filiere tecnologiche dell’accumulo, nonostante diversi risultati ed attività sono ancora in corso e non hanno ancora portato a risultati definitivi. Le attività di caratterizzazione e sperimentazione e di analisi dei possibili impatti hanno aiutato a valutare le effettive potenzialità applicative e le possibili ottimizzazioni tecnologiche ed ingegneristiche per migliorare i benefici connessi all’uso dei sistemi di accumulo. Inoltre, la partecipazione a vari gruppi di lavoro nazionali ed internazionali ha consentito un migliore orientamento dei programmi e delle attività svolte con un aggiornamento continuo dello stato delle tecnologie dell’accumulo e delle possibili applicazioni.

I risultati e le conoscenze acquisiti hanno infine favorito una crescita generale delle capacità del sistema di ricerca ed industriale nazionale di sviluppare, valutare ed utilizzare le diverse tecnologie dell’accumulo oggi disponibili.

### **Veicoli a basso impatto ambientale ed infrastrutture di ricarica**

Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale dei risultati conseguiti: sviluppo di moduli batteria Li-Ione per l’uso della ricarica rapida nel trasporto pubblico locale; studi sull’“ageing” delle batterie Li-Ione per il life-cycle-assessment (LCA) di sistemi d’accumulo stazionari e per applicazioni mobili (autobus elettrici).

## **Termofluidodinamica applicata all'industria**

La presenza in progetti EU e nell'AdP ha comportato il contatto diretto con diversi operatori industriali della climatizzazione. Grazie alla capacità ENEA di effettuare e analizzare prove sperimentali ottenute da dimostratori e/o impianti dedicati e alla disponibilità di una camera climatica, le industrie hanno potuto sviluppare i loro prototipi, portando a una maggiore visibilità di ENEA nel settore.

La possibilità di disporre di conoscenze complementari di scambio termico (PCM, scambio termico in condizioni di microgravità, micro canali e nanofluidi, sistemi di refrigerazione avanzati) consente di proporsi per lo studio e sviluppo di sistemi di Thermal Management innovativi per settori quali aeronautica, aereospaziale, elettronica, agroalimentare e, in generale, ovunque ci sia la necessità di asportare potenze specifiche elevate.

## **Uso sostenibile di combustibili fossili**

L'attività ENEA in questo settore funge da apripista per la dimostrazione tecnologica di tecnologie CCUS (Carbon Capture Utilization or Storage).

Lo sviluppo di tecnologie energetiche orientate all'incremento di efficienza, la progressiva de-carbonizzazione dei combustibili fossili, la riduzione dei costi e la flessibilità operativa, caratterizzate da un orizzonte temporale applicativo di medio-lungo periodo (de-carbonizzazione tramite sorbenti solidi: "calcium looping", cicli turbo-gas EGR e a CO<sub>2</sub> supercritica), ha il principalmente obiettivo di mettere in grado l'industria nazionale di competere, nei prossimi decenni, sul più vasto mercato internazionale, non solo italiano.

In una prospettiva di breve-medio periodo, hanno ricadute economiche e tecnologiche significative:

- l'esplorazione di metodi efficienti di cattura della CO<sub>2</sub>, caratterizzati da minore impatto ambientale e minor penalizzazioni energetica, applicabili a settori industriali fortemente energivori (siderurgia, cemento, ...);
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la produzione di combustibili e chemicals direttamente dal carbone o dalla CO<sub>2</sub> separata (CCU), integrate con fonti rinnovabili, con particolare riferimento a surplus energetici prodotti;
- lo sviluppo di sistemi a combustione più efficienti, meno inquinanti, tesi a incrementare la flessibilità di carico e di alimentazione.

## **Sistemi sperimentali per l'uso razionale dell'energia**

Le possibilità di trasferimento tecnologiche sono garantite dalla partecipazione di partner industriali per la realizzazione di prototipi, facilitando quindi la possibilità di industrializzazione dei prodotti di illuminazione progettati. Essendo pubblici i risultati della ricerca svolta nell'ambito dell'accordo ENEA-MiSE per RdS, il trasferimento tecnologico può avvenire anche sulla base del trasferimento delle conoscenze: questo trasferimento viene favorito da eventi a cui UTTEI-SISP partecipa, lungo il corso dell'anno.

## **Robotica**

Le possibilità di trasferimento tecnologico sono garantite per tutte le attività in essere dal carattere delle attività medesime (che punta al prodotto) e dalla partecipazione di partner industriali interessati alla sua commercializzazione. In particolare sono in fase di avvio il trasferimento dell'impiego dei sistemi di security sottomarina verso imprese che ne cureranno la produzione e la commercializzazione con particolare riferimento a Skytech e SELEX. E' inoltre già attivo il trasferimento verso A.M. nell'ambito del progetto omonimo. Si stanno inoltre concordando gli aspetti di trasferimento tecnologico verso industrie end-user con particolare riferimento alla robotica avionica.



# UTTMAT

Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali

Responsabile: Marco Vittori Antisari

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali, è impegnata a promuovere lo sviluppo di tecnologie integrate abilitanti, in particolare nel settore dei materiali avanzati, della fotonica e delle tecnologie di lavorazione avanzate a supporto della sostenibilità dello sviluppo tecnologico nel settore industriale e della gestione del patrimonio culturale del Paese.

## Principali attività /programmi in corso

---

Le attività dell'Unità, sulla base, oltre alle competenze disponibili, di una valutazione della evoluzione tecnologica dei settori di riferimento, desunta da documenti strategici nazionali e comunitari e da una valutazione dell'impatto delle tematiche più promettenti sulla operatività delle compagini industriali di riferimento, possono essere così schematizzate:

### **Materiali per applicazioni strutturali e ad alta temperatura**

Queste attività hanno trovato negli anni applicazione in svariati campi. Infatti attraverso collaborazioni industriali in progetti finanziati o tramite apposite convenzioni, vengono sviluppati materiali metallici e loro tecnologie di fabbricazione e trattamento termo meccanico, mediante un approccio integrato sperimentale e modellistico/teorico.

### **Materiali per energie rinnovabili e l'efficienza energetica**

L'obiettivo di queste attività è contribuire, mediante lo sviluppo di materiali e dispositivi, al portafoglio di tecnologie disponibili nell'Agenzia, attraverso la collaborazione con un ampio partenariato esterno appartenente sia al mondo accademico che a quello della ricerca industriale e della produzione. Più in dettaglio le principali attività riguardano:

- Sintesi di materiali per elettrodi e componenti di celle a combustibile
- Sviluppo di materiali per lo stoccaggio di idrogeno a stato solido
- Sviluppo di ossidi trasparenti e conduttori per celle solari, sorgenti di luce e relativi materiali sostitutivi
- Sviluppo di materiali e tecnologie per celle solari organiche DSSC
- Sviluppo di pannelli con funzione di isolamento termico

### **Materiali e dispositivi per l'ottica e l'illuminazione**

L'obiettivo di queste attività, fortemente consolidate e inserite strategicamente in un ampio e qualificato partenariato è costituito da:

- Realizzazione di componenti ottici multistrato destinati a spettrometri per uso terrestre e spaziale

- Test di materiali scintillatori mediante irraggiamento gamma

### **Materiali e dispositivi per monitoraggio ambientale**

Le competenze sulla realizzazione di dispositivi a base di semiconduttori e sulle tecnologie dei film sottili e dei nanomateriali, sono la base per la realizzazione di sensori che, integrati con le opportune metodologie di controllo, consentono di progettare e realizzare dispositivi completi e semplici sistemi per specifiche applicazioni in campo industriale, ambientale e agroalimentare, inclusa la integrazione in sistemi più complessi, fissi e mobili.

### **Materiali e tecnologie per alleggerimenti strutturali, isolamento acustico e sismico**

Queste azioni accorpano attività tradizionali legate ai laboratori di qualifica dinamica (tavole vibranti) per lo sviluppo di materiali e dispositivi per l'isolamento sismico ed il rafforzamento strutturale soprattutto in edilizia, con le nuove esigenze di sviluppo di materiali per la riduzione del peso nel settore dei trasporti. La necessità di sviluppo di materiali metallici a bassissima densità e delle relative tecnologie di processamento offrono interessanti prospettive nel settore allargato dei trasporti.

### **Metodologie di prova di materiali e componenti**

Fra gli obiettivi strategici viene annoverata anche la fornitura di servizi al sistema pubblico e delle imprese. Infatti la ampiezza di offerta e la disponibilità di laboratori e attrezzature di grande rilevanza, spesso con carattere di unicità sul territorio nazionale, soprattutto per la capacità di approccio integrato alle problematiche affrontate, danno a questa attività la dimensione di un vero e proprio filone programmatico che necessita di strategie specifiche per un sempre maggiore inserimento e di gestione mirata dei relativi dispositivi sperimentali. Limitandoci solo ai più importanti, i principali servizi offerti riguardano:

- Test di irraggiamento gamma per analisi di durabilità dei materiali e dispositivi;
- Sviluppo di sistemi e metodologie di prova a vibrazione e sismiche;
- Sviluppo di metodologie diagnostiche, anche non distruttive, e di analisi microstrutturali;
- Test dinamici di componenti;
- Prove di compatibilità elettromagnetica;
- Sviluppo di metodi diagnostici dedicati alla conservazione ed al restauro del patrimonio artistico;
- Sviluppo di tecniche di saldatura e giunzione ad alta densità di energia;
- Prove termomeccaniche su varie tipologie di materiali: compositi polimerici, metalli, refrattari, materiali da costruzione, ceramici monoliti e compositi;
- Progettazione e messa a punto di prove meccaniche standard e fuori standard;
- Qualificazione meccanica di componenti e prototipi, mirata all'industrializzazione del prodotto.

### **Materie prime critiche**

A seguito dell'intensa attività, iniziata all'inizio del 2012, per la partecipazione di una cordata italiana al bando pubblicato il 14 febbraio 2014 dall'European Institute of Technology and Innovation (EIT), lo stesso ha assegnato la costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials al consorzio di 120 partner europei in cui è presente l'ENEA.

La KIC è articolata in sei nodi internazionali coordinati da un quartier generale con sede in Germania; uno dei nodi ("co-location centre south", CLCS) avrà la sua direzione in Italia, ENEA-Casaccia, e coordinerà 20 partner principali di Italia, Spagna, Ungheria più altri task partners e supporters (amm. Regionali, ministeri nazionali).

## Risultati conseguiti

---

- Nel Progetto MATTER “MATerials Testing and Rules” (FP7-EURATOM Fission), oltre a contribuire al consolidamento di un programma a medio termine per lo sviluppo di materiali refrattari quali materiali strutturali per i reattori di IV generazione, per la saldatura TIG di piastre in Grade 91, materiale candidato per la realizzazione di alcuni componenti dei generatori a fissione di 4a generazione, sono state concluse le attività di saldatura TIG automatizzate su materiale resistente al creep P91 e sono state effettuate le prove di caratterizzazione a resilienza ed a trazione anche ad alta temperatura.
- Nell’ambito del Cluster Trasporti, sono stati individuati e parzialmente sviluppati precursori innovativi di schiume metalliche anche grazie all’attivazione di una collaborazione con l’Università Roma Tor Vergata.
- Nell’ambito del Progetto Scored 2:0 finanziato dall’UE in FP7, avente come oggetto lo sviluppo di materiali per il coating protettivo degli interconnettori nelle celle ad ossido solido (SOFC), sono stati sviluppati processi mecanochimici che hanno prodotto ossidi misti di varia stechiometria e struttura, a partire da precursori ossidi puri. Tali materiali di “prima generazione” sono stati accuratamente caratterizzati sotto il profilo strutturale e termico; quindi i processi sono stati ottimizzati in scala più grande in modo da produrre campioni distribuiti ai partner del Progetto.
- Nell’ambito del progetto europeo HP-ACS “Metal hydride heat pump for waste heat recovery in van refrigeration systems”, coordinato da ENEA UTTMAT-CHI, si è provveduto, attraverso la caratterizzazione chimico-fisica e termodinamica dei materiali, a selezionare le leghe metalliche da utilizzare nel sistema di refrigerazione e alla loro nanostrutturazione e stabilizzazione in matrice polimerica.
- Nell’ambito del progetto Ortofrulog (Industria 2015) e dell’Accordo di Programma RSE (Tema C, ObiettivoD1, Tecnologie del Freddo) è stato progettato un laboratorio per la caratterizzazione e lo sviluppo di nodi sensoriali wireless in grado di monitorare prodotti alimentari deperibili con applicazioni sia nella logistica che per il risparmio energetico.
- Nell’ambito del progetto iSense è stato prodotto per conto dei committenti Sistemica e Logos un software che consente di sviluppare una piattaforma prototipale integrata con una rete di sensori distribuiti sul territorio, sia su supporti fissi (pali) che mobili (smartphone) con finalità di osservazione sismica.
- Nell’ambito del progetto HDomo per conto e in collaborazione con Safeway e Proietti Planet si è contribuito alla realizzazione di smart objects che mirano a seguire il comportamento e lo stato di salute della persona anziana in casa, e alla realizzazione di un sistema di ricarica wireless del telecomando oggetto del progetto.
- Nell’ambito del Progetto Industria 2015 LASERALLUMINIO è stata allestita una stazione di lavorazione laser innovativa con sorgente laser in fibra di potenza 2300W upgradabile a 4000W. La stazione è stata corredata di testa di saldatura laser Wobling con sistema di controllo dell’ampiezza e della frequenza che è unica nel panorama nazionale e permette lo sviluppo di particolari processi di saldatura laser.
- Nel campo della crescita del grafene utilizzando tecniche di tipo CVD sono state sviluppate applicazioni del grafene per lo sviluppo di sensori, e di celle solari all’interno del progetto “CNR ED ENEA PER IL MEZZOGIORNO” Area tematica “ENERGIA” che hanno permesso di ottenere celle basate su eterogiunzioni silicio-grafene con efficienza fino al 8% rispetto al 6% del 2013, inoltre

calcoli atomistici ab-initio sono stati eseguiti per studiare l'interfaccia tra il grafene o i suoi derivati con il catalizzatore durante il processo di crescita CVD in particolare è stata studiata l'adesione del grafano sul rame applicando la teoria del funzionale densità per determinare le configurazioni più stabili.

- Nell'ambito del Progetto MAE Grande Rilevanza Italia-Cina "Plasmonica per il Filtraggio della Luce" la collaborazione tra ENEA e SIOM, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, al fine di individuare le combinazioni di coppie conduttore/dielettrico aventi risposta plasmonica, ha creato dei modelli di metamateriali di tipo "fishnet" per il range ottico ed è stato scritto un pacchetto di programmi in MatLab che permette il calcolo del problema inverso dell'indice di rifrazione.
- Nell'ambito dell'utilizzo delle radiazioni ionizzanti, in collaborazione con INFN, sono state effettuate misure e test di irraggiamento gamma che hanno messo in evidenza che una tipologia di cristalli scintillanti (usati come rivelatori di radiazione) proposti per l'upgrade di un rivelatore per esperimenti di Fisica delle Alte Energie (KEK, Giappone) non risultano idonei allo scopo.
- In collaborazione con ICRCPAL (l'Istituto centrale per il restauro e la conservazione del patrimonio archivistico e librario) del MiBAC è stata dimostrata l'efficacia del trattamento con radiazioni gamma per la disinfestazione/disinfezione di materiale archivistico (cartaceo e fotografico) di interesse per i beni culturali e l'ottimizzazione delle condizioni di irraggiamento per garantire la salvaguardia del bene trattato.
- In collaborazione con ECUST (East China University of Science and Technology) sono stati studiate matrici vetrose con proprietà fotocromiche sottoposte ad irraggiamento gamma per applicazioni in campo informatico ed elettronico.
- Nell'ambito del Progetto di Industria 2015 Hydrostore che si pone l'obiettivo di sviluppare sistemi innovativi d'accumulo dell'idrogeno si è provveduto alla realizzazione delle pastiglie di materiale, a base di idruro di magnesio, che opportunamente trattate permettono un'ottima resistenza al ciclaggio in idrogeno (cicli ripetuti di assorbimento e desorbimento) senza mostrare peggioramenti in termini di cinetica di reazione e di capacità massima di idrogeno stoccato e, risultato di particolare rilievo dotate di elevata resistenza meccanica al ciclaggio.
- Nell'ambito del progetto META- Materials Enhancement for Technological Application (FP7-PEOPLE-2010-IRSES-Marie Curie Actions, PIRSES-GA-2010-269182) che vede coinvolti diversi ricercatori ENEA-UTTMAT, di Università della Sapienza e del CNMS (Center for Nanophase Materials Sciences, Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge Tennessee USA) è stata sviluppata una metodologia basata su calcoli e simulazioni ab-initio e di dinamica molecolare classica che ha permesso di comprendere il meccanismo di adesione a livello atomico di alcune piccole molecole biologiche (amino acidi e peptidi) su superfici inorganiche di grande rilevanza quali ossido di titanio e ossido di zinco per applicazioni nel campo della microelettronica e della biomedicina.
- Nell'ambito delle attività per la salvaguardia dei beni culturali è stato progettato il sistema di supporto della copia della statua di S. Michele Arcangelo e drago per la loro collocazione sulla facciata del Duomo di Orvieto e progettato il sistema di supporto interno dell'originale delle stesse e il basamento antisismico e musealizzazione della statua nel Museo dell'Opera del Duomo di Orvieto (MODO). Si è inoltre provveduto al monitoraggio dei macro elementi strutturali del Duomo di Orvieto.
- Nell'ambito delle attività del working group europeo CEN/TC346 /WG5-"Conservation of Cultural property- Transportation and Packaging Methods" si è provveduto al Coordinamento del gruppo

italiano per la redazione del documento di norma CEN (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION) sul trasporto di opere d'arte "Conservation of Cultural Heritage-Transport methods" e al Progetto del sistema di trasporto della statua di "Augusto da Prima Porta" dai Musei Vaticani - Scuderie del Quirinale (Roma) – Grand Palais (Parigi) nell'ambito delle manifestazioni del bimillenario dell'imperatore Augusto.

- Nell'ambito delle attività di servizio sono state eseguite prove di qualificazione sismica e di compatibilità elettromagnetica su componenti e apparecchiature di diverse aziende nazionali e eseguiti controlli non distruttivi su importanti opere d'arte per conto sia di operatori pubblici che privati; inoltre sono stati eseguiti test di irraggiamento su componenti elettronici per applicazioni in campo aerospaziale o ambienti ostili e su matrici cementizie per lo stoccaggio di rifiuti radioattivi.
- Nell'ambito delle azioni mirate alla partecipazione alla KIC Raw Materials con l'adesione di ENEA alla costituzione della European Innovation Partnership on Raw Materials, dove l'ENEA è stata presente ai massimi livelli e diversi esperti sono presenti nei gruppi tecnici a seguito della Costituzione e strutturazione della cordata italiana, che ha visto la presenza di più di trenta istituzioni comprendenti le maggiori Università, i più importanti enti di ricerca pubblici e privati, importanti Aziende o gruppi aziendali oltre a portatori di interesse non tecnici come: il MISE, le Regioni Lombardia ed Emilia Romagna, la Provincia autonoma di Trento, ICE si è ottenuto prima l'importante risultato concretizzatosi con l'adesione alla cordata europea denominata Raw MatTERS, e infine alla assegnazione della costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials dove ENEA coordinerà uno dei sei nodi internazionali, il "co-location centre south" che avrà la sua direzione in Italia, ENEA-Casaccia.

I risultati summenzionati hanno portato a 52 Pubblicazioni scientifiche con Impact Factor (I.F.) su rivista internazionale o nazionale.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Le attività programmatiche sono rese possibili grazie alla fitta rete di rapporti con una ampia e qualificata partnership comprendente sia protagonisti del mondo accademico sia della ricerca industriale e della produzione.

UTTMAT detiene collaborazioni contrattualizzate con decine di aziende e diversi Istituti CNR e Dipartimenti universitari. Si tratta sia di Aziende di grande dimensioni le cui esigenze di innovazione rappresentano una ben definita strategia interna che trova risposta nel supporto pubblico sia di aziende di dimensione inferiore, le quali richiedono anche suggerimenti strategici ed aggiornamenti di scenario. A titolo di esempio, anche se non esaustivo si possono citare alcune importanti Aziende con le quali si è partecipato alla stesura delle più recenti proposte progettuali finanziate o in corso di finanziamento: Alenia, Centro Ricerche FIAT, SAES Getters, ENEL, Nuovo Pignone, Ansaldo Energia. UTTMAT rappresenta l'Agenzia nella partnership del cluster nazionale sulla mobilità e, indirettamente attraverso il DTA, al Cluster tecnologico nazionale sull'aerospazio che costituiscono le compagini industriali di riferimento per i rispettivi settori. Inoltre UTTMAT è presente sui tavoli nazionali di coordinamento programmatico quale A4Mit e alle piattaforme europee EUMAT e PHOTONICS 21 e AMPEA (EERA). A livello internazionale UTTMAT coordina per conto MIUR l'azione COST, MP1103 Action Chair, su materiali nanostrutturati per lo stoccaggio di Idrogeno cui partecipano più di 40 partners appartenenti a più di 20 nazioni europee e non. La

ampiezza e la qualità del partenariato industriale e pubblico di per se rappresenta sia un attestato della qualità dei laboratori coinvolti sia un supporto alla strategia di sviluppo adottata in quanto in grado di contribuire allo sviluppo di tematiche di sicuro interesse tecnologico e di impatto per lo sviluppo di prodotti ad alta tecnologia.

In particolare la costituzione della Knowledge Innovation Community (KIC) on Raw Materials è stata assegnata al consorzio di 120 partner europei in cui è presente l'ENEA, tra questi ricordiamo: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) – Germania, VITO – Flemish Institute for Technological Research NV (VITO) – Belgio, Luleå University of Technology (LTU) – Svezia, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (Fraunhofer) – Germania, VTT Technical Research Centre of Finland (VTT) – Finlandia, Université de Lorraine (UL) – Francia, Katholieke Universiteit te Leuven (KU Leuven) – Belgio, Wrocławskie Centrum Badań EIT (EIT) - Polonia. ENEA, inoltre, coordinerà i partner del “co-location centre south” che avrà sede in Casaccia e tra questi Aster, Atlantic Copper, Bay Zaltàn, CSIC, IGME, Marangoni, Mondragon, Politecnico di Milano, Tecnia, Trentorise, Univ. Basque Country, Politecnico di Madrid, Univ. Milano Bicocca, Univ. Padova, Zanardi.

Alcune attività vedono anche il coinvolgimento di Società partecipate ENEA tra cui i consorzi CETMA; CALEF, TRE, PROCOMP e TRAIN e il Distretto Tecnologico DTA.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Le attività programmatiche sono inserite in progetti di dimensione nazionale o sovranazionale di ampia dimensione cui partecipa una qualificata compagine industriale.

Nell'immediato i progetti costituiscono un contributo alle spese di innovazione del sistema industriale valutabile nell'ordine di una decina di milioni di Euro.

La strategicità delle tematiche accoppiata con una attenta valutazione delle esigenze di sviluppo del sistema industriale consente di stimare la ricaduta economica ampiamente superiore all'investimento.

Per quanto riguarda invece le attività di servizio, queste si inquadrano come passaggi critici nella filiera di sviluppo di prodotto di definiti sistemi industriali. Si tratta quindi di un passaggio abilitante per la commercializzazione di prodotti specifici ad alta tecnologia.

# UTTMATB

Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Brindisi

Responsabile: Leander Tapfer

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Brindisi (UTTMATB) svolge attività di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati dell'ENEA nei settori dell'energia e dello sviluppo economico sostenibile attraverso la ricerca, lo sviluppo e l'ingegnerizzazione nel settore dei materiali metallici, polimerici e ceramici per applicazioni strutturali e funzionali al fine di minimizzare i contenuti energetici e l'impatto ambientale nelle fasi di realizzazione, di utilizzo e smaltimento, e in generale, al fine di migliorarne le prestazioni.

Corollario di tale attività è rappresentato dalla qualificazione di materiali e componenti attraverso lo sviluppo ed applicazione di metodologie di indagine micro-strutturale e microanalitica (microscopia elettronica, microscopia a stilo, diffrattometria a raggi X, spettroscopia ottica e spettroscopia elettronica) e non distruttiva per applicazione in differenti settori tecnologici nonché lo sviluppo e l'utilizzo di tecnologie innovative di produzione e trasformazione di materiali/componenti avanzati.

Nell'ambito della diagnostica e della tecnologia dei processi di sintesi, sono in corso le attività di realizzazione del progetto di potenziamento infrastrutturale TEDAT "Centro di eccellenza per le TECnologie e la Diagnostica Avanzata nel settore dei Trasporti". La realizzazione del Centro è di importanza strategica, oltre che per la sua rilevanza a livello locale (nazionale e regionale), anche in ambito comunitario per creare alleanze e collaborazioni per possibili progetti futuri (HORIZON 2020) e di sicuro interesse per la sua collocazione nel bacino del Mediterraneo.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività di ricerca riguardano, in particolare, lo studio e lo sviluppo di metodologie di sintesi di materiali (anche per il settore trasporti), nanomateriali e di deposizione di strati sottili e spessi in riferimento all'ottimizzazione di specifiche proprietà, sia di superficie che di bulk (rivestimenti idrofobici, autopulenti e anti-imbrattanti per superfici in vetro per ottica, edilizia e industria), strutturali, anche funzionali, meccaniche, chimiche, ottiche e sensoristiche (trasduttori), queste ultime rivolte all'ambito della qualificazione ambientale.

Peraltro, a questo proposito, l'Unità svolge un ruolo di rilievo in ambito comunitario (coordinatrice dell'Azione Europea focalizzata sulle nuove tecnologie dei sensori per il monitoraggio ambientale ("European Network on New Sensing Technologies for Air-Pollution Control and Environmental Sustainability – EuNetAir").

Degno di nota risulta il progetto MATRECO "Materiali Avanzati per TRasporti ECOsostenibili", per lo sviluppo di compositi strutturali con matrice polimerica rinforzati con fibre di basalto per la realizzazione di materiali e componenti applicati nel settore dei trasporti.

Lo stesso dicasi per il progetto SEB “Smart energy boxes” per lo sviluppo di materiali nanostrutturati ibridi per applicazione nel settore dei sistemi di accumulo di energia. In particolare sono stati realizzati materiali polimerici ibridi e dimostratori per applicazioni nella tecnologia dei supercapacitori e per membrane in celle a combustibile.

## Risultati conseguiti

---

- Nell’ambito del progetto HICOGI sono stati sviluppati rivestimenti sol-gel autopulenti ed è stato realizzato un impianto pilota (dimostratore) per la loro deposizione.
- Nell’ambito del progetto MATRECO sono stati messi a punto processi di produzione di fibre di basalto (processo di filatura) e realizzati *compound innovativi rinforzati con fibre di basalto* (compositi polimerici), nonché componenti e dimostratori.
- Nell’ambito del progetto SMATI è stata messa a punto ed ottimizzata la deposizione di *coating* tramite tecnica di *electrosparc-deposition* e relativa caratterizzazione meccanica, morfologica e microstrutturale; impiantazione ionica di carbonio e azoto su superfici in acciaio inox per migliorare la resistenza all’usura e alla corrosione.
- Nell’ambito del progetto ELIOS sono state messe a punto metodologie di analisi non-distruttive, microanalitiche e morfologiche per la caratterizzazione di materiali e componenti complessi in titanio realizzati con processi innovativi di saldatura con fibre laser.
- Nell’ambito del progetto MIPER sono stati realizzati due dimostratori (pale di aerogeneratori di piccola taglia e pannelli solari piani sottili) in composito termoplastico con altrettanti partner industriali.
- Nell’ambito del progetto INNOVASOL sono state sviluppate e messe a punto tecniche di deposizione per film sottili di solfuro di molibdeno ed ossido di zinco drogato con alluminio come conduttore trasparente per celle fotovoltaiche innovative.
- Nell’ambito del progetto SEB sono stati messi a punto processi di elettrosintesi di materiali polimerici ibridi nanostrutturati. Sono stati fabbricati materiali (dimostratori) per applicazioni in sistemi avanzati di accumulo di energia: supercapacitori e membrane in celle a combustibile.
- Nell’ambito del progetto EFFEDIL sono stati effettuati studi su materiali per l’involucro edilizio e sviluppo di materiali laterizi innovativi, in particolare in termini di caratteristiche di isolamento termico e schermatura solare.
- Nell’ambito del progetto RES-NOVAE sono stati realizzati sistemi di sensori e reti di sensori per la qualità dell’aria outdoor utilizzando tecnologie wifi per la rivelazione e gestione dati (smart city).
- Nell’ambito del progetto BE&SAVE sono stati acquisiti e realizzati due impianti pilota con membrane ceramiche e polimeriche a spirale per applicazioni in ambito agroindustriale e in particolare per la valorizzazione di scarti biologici.
- Nell’ambito del progetto SAFE&SMART (cluster Agrifood) sono state effettuate sperimentazioni per la fabbricazione di film a compositi polimerici “intelligenti” per applicazioni nel settore del “food packaging”.



- UTTMATB, insieme all'Unità di Trasferimento Tecnologico (UTT), ha portato a conclusione il progetto ILO2-FASE 2 "Sostegno delle Alleanze per l'Innovazione in Puglia", con la realizzazione di un Ufficio ILO nell'Unità di Brindisi; è stata costituita inoltre una rete pugliese degli Uffici ILO (Università, ENEA, CNR, INFN). L'Ufficio ILO ENEA Brindisi continuerà la sua attività per la diffusione dei risultati e conoscenze, l'innovazione e il trasferimento tecnologico. L'ufficio ILO Brindisi sarà anche lo strumento dell'Unità per i programmi da attivare nell'ambito delle iniziative di HORIZON2020.

I risultati ottenuti nell'ambito delle principali attività (tutti progetti finanziati: nazionali, regionali o internazionali) descritte brevemente nel punto precedente sono riportati nei rapporti tecnici (e pubblicazioni) a consuntivo dei vari SAL di riferimento.

Per diversi progetti sono previste, a conclusione delle attività, le realizzazioni di dimostratori (materiali o componenti) e/o di prototipi. Le attività correnti sono nella fase intermedia di realizzazione.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Le attività progettuali finanziate ed indicate precedentemente vedono il coinvolgimento di diversi attori nazionali ed internazionali. Di seguito sono riportati alcuni dei partner più significativi:

### Partner nazionali

Pubblici (con il maggior numero di collaborazioni e interazioni):

Politecnico di Bari (Bari), Università del Salento (Lecce), Università di Bari (Bari), Università, CNR-IMM (Lecce), CNR-NANO (Lecce), Università dell'Aquila, Università La Sapienza di Roma.

### Privati

Adler Plastic spa, Centro Ricerche Fiat scpa, Nuovo Pignone S.p.a., EnginSoft S.p.A., CCA-Centro Combustione Ambiente srl, ETA - EnergieTecnologie Ambiente spa, TCT srl, Rivalta Scrvia S.P.A., Datamanagement S.p.A., Elettronika S.r.l., Enel Distribuzione S.p.A., ENEL Ingegneria e Ricerca S.p.A., GE Transportation System S.p.A., IBM Italia S.p.A., Exprivia S.p.A., Avio S.p.A., ITEA S.p.A., Omnia Energia S.P.A., TSEM Research S.R.L., Synopsis, Alter, Benco, Ferioli, Teknisol, STEsas, Matrix srl, Item Oxygen, Isopharma, Cupersafety, TecnoMarche, DIDA Network, Montanaro G., Jonica Impianti soc.coop.ar.l., Costruzioni Solari s.r.l., Processi Speciali s.r.l., DAI Optical Industries s.r.l., Vetreria Calasso s.a.s., Tiberina, Borrone srl, Cosmob scpa, Camillo Sirianni di Sirianni Angelo Francesco S.A.S., Filadel srl, Seal Marine, Consorzio Cetma, SAL.GEL. S.R.L., FutureSpace S.P.A., I.TRA.e.S.R.L.

### Partner internazionali

L'Azione COST, riportata precedentemente, vede il coinvolgimento di *60 Istituzioni* (30 Università, 13 Centri di Ricerca, 2 Agenzie Ambientali, 15 PMI inclusi 5 spin-off) da *21 Paesi COST* (Belgio, Bulgaria, Svizzera, Germania, Danimarca, Grecia, Spagna, Finlandia, Francia, Ungheria, Islanda, Italia, Lettonia, Norvegia, Olanda, Polonia, Romania, Svezia, Slovenia, Turchia, Inghilterra).

CSIRO, Accademia Cinese delle Scienze, Istituto Nazionale di Ricerca Kurchatov, Università di Waterloo, Università dell'Illinois Sud Carbondale, NASA, provenienti da *5 Paesi Non-COST* (Australia, Cina, Russia, Canada, USA), partecipano con interesse all'Azione.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

L'Ufficio ILO dell'UTTMATB, in collaborazione con l'Unità di Trasferimento Tecnologico, sta valutando concretamente la possibilità di valorizzare i risultati e i prodotti (p.e., know-how di processi tecnologici) di ogni singolo progetto attualmente in corso. Particolare attenzione viene data alla proprietà intellettuale e suo sfruttamento (anche attraverso brevetti).

# UTTMATF

Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Faenza

Responsabile: Sergio Sangiorgi

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali Faenza (UTTMATF) persegue gli obiettivi di ricerca, innovazione tecnologica e prestazione di servizi avanzati nel settore dei materiali strutturali e funzionali e delle relative tecnologie, con particolare attenzione ai materiali ceramici e monolitici per applicazioni ad alta temperatura.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Avvalendosi di un know-how interdisciplinare, l'Unità Tecnica sviluppa diverse tipologie di materiali: ceramici monolitici e compositi per le alte temperature, ceramici biocompatibili, materiali per l'isolamento elettrico e termico, rivestimenti e film sottili ceramici per la protezione e la funzionalizzazione superficiale di vetri, metalli e ceramici, ceramici funzionali trasparenti e materiali per la realizzazione di dispositivi a elevata efficienza energetica. Tra le attività svolte dall'Unità Tecnica vi è anche la valorizzazione di scarti industriali da riutilizzare nella preparazione di materiali e componenti innovativi.

Nell'ambito dell'obiettivo strategico ID 75, le attività svolte da UTTMATF nel 2014 hanno riguardato lo sviluppo e la realizzazione di materiali e tecnologie, in particolare per:

- Sviluppo di materiali ceramici monolitici per applicazione nel settore automotive.
- Sviluppo di materiali ceramici compositi con elevate proprietà termostrutturali e di rivestimenti protettivi e funzionali per applicazioni nel settore aerospaziale.
- Sviluppo di tecnologie e materiali resistenti ad ambienti severi (materiali ceramici e compositi, rivestimenti ceramici per la protezione ad elevate temperatura e alla corrosione) per l'incremento dell'efficienza dei processi industriali di produzione di energia e ad elevato consumo energetico.
- Sviluppo di materiali e tecnologie di produzione di componenti ceramici e rivestimenti protettivi per sistemi ottici riflettenti radiazioni IR, UV e RX.
- Sviluppo metodi di produzione di componenti in materiali compositi fibrorinforzati per applicazioni termostrutturali, l'alleggerimento, l'aumento della sicurezza e il comfort per il settore automotive.
- Sviluppo di materiali ceramici e metodi di produzione finalizzati all'ottenimento di protesi ortopediche e componenti per il settore dentale con elevata biocompatibilità, osteo-integrazione ed eventualmente funzionalizzati con rivestimenti bioattivi.
- Sviluppo di malte fibrorinforzate e resistenti al fuoco, per il rinforzo strutturale di strutture esistenti.
- Sviluppo delle applicazioni delle tecniche di prototipazione rapida.

- Sviluppo di nuovi fertilizzanti a base organica in sostituzione di fertilizzanti chimici tramite valorizzazione di sottoprodotti e scarti.
- Sviluppo di prodotti tecnici ottenuti da fonti rinnovabili in sostituzione di formulati chimici nel settore della concia delle pelli.
- Caratterizzazione di carboni attivi ottenuti da materie prime seconde da utilizzare come sorbenti per emissione nocive (per es: mercurio) da processi industriali (per es: inceneritori).
- Caratterizzazione meccanica di materiali mediante test standard o fuori standard e qualificazione di componenti in condizioni simulanti l'esercizio od incidentali.
- Servizi qualificati al sistema delle imprese e della pubblica amministrazione e azioni di trasferimento tecnologico, mettendo a disposizione il patrimonio strumentale e le specifiche competenze.
- Collaborazioni con le Università per lo svolgimento di progetti formativi di studenti.

## Risultati conseguiti

---

I risultati conseguiti nel corso del 2014 sono i seguenti:

- prima fase di realizzazione di rivestimenti anticorrosione/antiossidazione per compositi C/C.
- realizzazione di campioni in alluminio con rivestimenti nanostrutturati super-idrofobici/olefobici per interni abitativi (finiture, infissi).
- Materiale a base di carburo di silicio ad elevata resistenza meccanica tramite processo innovativo.
- Caratterizzazione e innovazione di processo produttivo di componenti ceramici utilizzati nel settore automotive (anelli di tenuta in carburo di silicio per le pompe del circuito di raffreddamento).
- Processo per la produzione di preforme ceramiche porose.
- Materiali per il recupero energetico in impianti per la produzione del vetro.
- Sintesi di materiali nanofasici per dispositivi a minor impatto energetico.
- Sviluppo di processi originali per la produzione, in forme semplici e complesse, di materiali e ceramici fibrorinforzati, di basso costo e basso peso specifico, con capacità termostrutturali, di coibentazione termica e resistenza al fuoco (per applicazioni nei settori trasporti e costruzioni).
- Dimostrazione della fattibilità tecnica/economica di sostituzione di formulati chimici con prodotti ottenuti da sottoprodotti dell'industria agroalimentare (es. di simbiosi industriale) con riduzione dell'impatto ambientale nella settore della concia delle pelli.
- Messa a punto dei parametri di processo dell'impianto di stampa 3D (selective laser sintering) di materiali a base PA12.
- Messa a punto di caratterizzazione termomeccanica di CREEP a flessione fuori standard di un ceramico refrattario.
- Prove di caratterizzazione termomeccanica a CREEP di materiali metallici, sia in aria sia in ambiente ostili.
- Progettazione, sviluppo e messa a punto di tecniche per la caratterizzazione meccanica di gel per applicazioni sismiche.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

Nel 2014 UTTMATF ha interagito con i seguenti interlocutori per lo svolgimento delle suddette attività di ricerca:

**Enti di Ricerca/Università:** Centro Ricerche Fiat, CNR-ICCOM (Istituto dei composti organo-metallici), CNR-IENI, CNR-IMEM, CNR-INO, CNR-ISMN, CNR-ISOF, CNR-ISTEC, Joanneum Research, POLIMI, POLITO, RWTH–Aachen University (Germania), UNIBO, UNINA, UNIGE, UNIVPM (Università Politecnica delle Marche).

**Consorzi:** CERTIMAC, CETMA, PROCOMP, TRE.

**Aziende:** ARPA-ER, Brembo, CARNJ SOC. COOP., CeramTec (Germania), Comune di Imola (BO), Confindustria Emilia Romagna, CSM spa, Ekspla UAB, Ferrari spa, ETRA (Belgio), Fileni S.r.l., Finceramica Faenza spa, Ghimas, HP Composites srl, IBIX srl – divisione Tecnosupply, Europea Microfusioni Aerospaziali S.p.A, IMA spa, INESCOP–ES., LiqTech (Danimarca), Lualma anodica s.r.l., MeccanoTecnica Umbra, Rauschert Italia, Plastic Sort, Bart, NEUBOR GLASS, RIBA Composites srl, Romagna Innovaz. S.r.l, SCE srl, SIMAM spa, SITAEL S.p.A, Scuderia Toro Rosso spa, SGM spa, SNF Group, Stafer S.p.A STARA GLASS spa, St Microelectronicsl.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

La stretta collaborazione con le aziende che da sempre caratterizza l'attività di ricerca ENEA ha consentito di mettere a punto importanti brevetti, che possono considerarsi una quantificazione delle ricadute tecnologiche. Nel 2014 UTTMATF ha depositato le seguenti domande di brevetto:

- RM2014A000259 Antolini F., Ortolani L. Procedimento per la preparazione di nanocompositi all'interno di una matrice polimerica.
- Procedimento di Realizzazione di un Manufatto in Composito Termo-Strutturale Fibrorinforzato, Mingazzini C., Bedeschi A. - RM2014A000726.
- Procedimento per la preparazione di prepreg preceramico siliconico utile alla produzione di compositi termostrutturali fibrorinforzati, Mingazzini C. - RM2014A000725.



# UTTP

Unità Tecnica Tecnologie Portici

Responsabile: Ezio Terzini

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Sostenibilità del Sistema Energetico**

L'Unità Tecnica Tecnologie Portici (UTTP) svolge attività di ricerca e sviluppo nei settori del solare fotovoltaico e termodinamico, delle nanotecnologie e della chimica ambientale.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività dell'Unità sono organizzate secondo 5 linee principali, che si articolano nell'ambito di progetti.

**Linea di attività 1:** Studio e realizzazione di materiali e celle solari di nuova generazione per la competitività della produzione energetica da fotovoltaico e da solare termodinamico. Azioni specifiche:

- Sviluppo di materiali ed architetture di dispositivo per celle solari tandem micromorfe.
- Studio ed applicazioni di film intrinseci e drogati a base di ossido di silicio.
- Sviluppo di strati microcristallini Si/Ge per celle tandem.
- Sviluppo di TCO ad alta efficienza di confinamento ottico per celle a film sottile di silicio.
- Processi innovativi per la fabbricazione di celle ad eterogiunzione su silicio cristallino.
- Studio e realizzazione di substrati di vetro trattati per applicazione in dispositivi fotovoltaici a film sottile di silicio.
- Sviluppo di celle organiche.
- Applicazioni del grafene a dispositivi fotovoltaici.
- Celle innovative a base di perovskite.
- Miglioramento e qualificazione del prodotto "coating solare" per tubo ricevitore Archimede Solar Energy. Nuovi filtri ottici interferenziali, spettralmente selettivi, per tubi ricevitori per il solare termodinamico .

**Linea di attività 2:** Sviluppo di nuovi componenti, sistemi fotovoltaici e relative funzionalità smart per l'integrazione della poligenerazione distribuita nelle reti elettriche intelligenti e lo sviluppo delle *smart cities*. Azioni specifiche:

- Ingegneria dei sistemi fotovoltaici, piani ed a concentrazione, connessi in rete.

- Progettazione e sperimentazione di sistemi ibridi fotovoltaico-termico in assetto cogenerativo.
- Caratterizzazione e qualificazione di componenti e sistemi PV (standard e innovativi).
- Integrazione architettonica e paesaggistica del fotovoltaico in contesto residenziale e industriale (BIPV, BAPV).
- Sistemi di controllo e condizionamento della potenza e dispositivi di conversione dell'energia (convertitori DC-DC DMPPT).
- Progettazione e sperimentazione di componenti e sistemi di accumulo termico per applicazioni in edilizia residenziale e industriale, media-alta temperatura.
- Modellazione e simulazione di microreti energetiche in presenza di generazione distribuita da FER ed accumulo elettrico.
- Sviluppo ed implementazione di strategie di management e controllo di distretti energetici e reti.
- Ingegneria dei sistemi di accumulo termico per applicazioni a media-alta temperatura.

**Linea di attività 3:** Studio e realizzazione di dispositivi ad emissione di luce a base organica per l'efficientamento energetico dei sistemi di illuminazione in ambito urbano e residenziale. Azioni specifiche:

- Realizzazione di strati emissivi a base di materiali inorganici ultrasottili e ultracompati su substrati polimerici.
- Realizzazione di dispositivi con strutture nanometriche con tecniche innovative.
- Sviluppo una piattaforma tecnologica per l'elettronica stampata. Sperimentazione di tecniche di stampa in continuo, su substrati flessibili, a basso costo ed a ridotto impatto ambientale e scalabili verso l'applicazione industriale.
- Studio della stabilità di dispositivi ad emissione di luce a base organica. Prestazioni ed incapsulamento di dispositivi optoelettronici flessibili.

**Linea di attività 4:** Studio e realizzazione di dispositivi sensoriali innovativi e relative reti di sensori intelligenti per l'efficienza energetica e la qualità ambientale. Azioni specifiche:

- Sviluppo di dispositivi sensoriali innovativi, a basso consumo e alta sensibilità, (applicazioni *food industry*, monitoraggio ambientale e biomedicali).
- Progettazione e sviluppo di sistemi multisensoriali (applicazioni industria aeronautica, industria alimentare).
- Reti di sensori intelligenti (applicazioni monitoraggio dei consumi energetici, qualità dell'aria, efficienza energetica).
- Sistemi di supporto alle decisioni basati su modelli numerici e geo-spaziali e algoritmi di intelligenza computazionale.



**Linea di attività 5:** Caratterizzazione di siti e delle risorse idriche ai fini del risanamento ambientale. Nano-ecotossicità e LCA dei dispositivi optoelettronici e fotovoltaici di nuova generazione. Azioni specifiche:

- Valutazione stato dell'ambiente (livello di inquinamento e diffusione dei contaminanti). Sviluppo, ottimizzazione e applicazione di metodologie e sistemi innovativi di analisi su matrici ambientali.
- Valutazione degli effetti genotossici di nuovi contaminanti nell'ambiente.
- Sistemi di gestione sostenibile di ecosistemi ed agroecosistemi: studio degli effetti di contaminanti inorganici su componenti biotici degli agro ecosistemi.
- Applicazione e valutazione della sensoristica ambientale di nuova generazione.
- Gestione della risorsa idrica: sviluppo di processi e tecnologie su acque superficiali e reflui industriali mediante metodi di depurazione innovativi.
- Attività di supporto alla pubblica amministrazione: consulenze e servizi specialistici in merito alla salvaguardia dell'ambiente con particolare riferimento all'adeguamento dei sistemi integrati dei cicli depurativi delle acque, alla mitigazione del degrado ambientale del territorio, alla bonifica dei siti contaminati e alla salvaguardia delle coste.

## Risultati conseguiti

---

### **Linea di attività 1**

- Sintesi ed applicazione di materiali nanostrutturati di tipo n a base di ossido di silicio come strati n della cella top delle tandem con la doppia funzione di strato drogato e di riflettore intermedio. Incremento della corrente totale della tandem.
- Sintesi ed applicazione di uno strato assorbente innovativo ad alta gap a base di ossido di silicio amorfo idrogenato depositato mediante tecnica VHF PECVD per celle multigiunzione. Misurata una tensione di circuito aperto superiore a 1 V per una cella p-i-n di test con tale assorbente.
- Sintesi ed applicazione di film di silicio germanio microcristallino per la cella bottom della tandem in sostituzione del silicio microcristallino. Evidenziata la criticità del materiale sulla raccolta delle cariche fotogenerate in relazione a contaminazioni di ossigeno in fase di sintesi.
- Sviluppo di substrati a base di vetro microstrutturato con tecnica AIT (Aluminium Induced Texture) e coating di di TCO (ZnO sia per sputtering che per MOCVD). Applicazione a celle fotovoltaiche a film sottile con incremento della corrente fotogenerata del 30% rispetto a substrati flat.
- Controllo della testurizzazione di vetri commerciali del tipo SodaLime con metodi di attacco chimico a base di acido fluoridrico.
- Realizzazione di strati passivanti a base di silicio amorfo idrogenato e ossido di silicio amorfo, depositati mediante VHF PECVD, alla interfaccia cristallino/amorfo di celle ad eterogiunzione. Misurata un'efficienza del 17,4% su strutte di test non ottimizzate per la verifica delle proprietà passivanti.
- Realizzate celle fotovoltaiche polimeriche a base di blend a bassa gap con struttura inversa ITO/ZnO/ PBDTTT-CF:[70]PCBM/MO<sub>3</sub>/Ag con efficienza di conversione raggiunta pari al 10,1%.

- Realizzate celle organiche nanostrutturate a base di QD di PbS con struttura inversa vetro/ITO/ZnO/QDs(TBAI)/QDs (EDT)/MoO<sub>x</sub>/Ag con efficienza pari al 3,2%. Con queste celle si è investigato lo scambio di legante dell'acido oleico con ioduro di tetrabuttilammonio (TBAI).
- Realizzata cella ad eterogiunzione grafene/c-Si con efficienza pari al 5,4% attraverso ottimizzazione delle condizioni di crescita e di trasferimento del grafene (attività in collaborazione con UTTMAT-SUP) e del processo di drogaggio molecolare del materiale.
- Realizzate celle polimeriche flessibili per stampa rotocalco con l'utilizzo di inchiostri innovativi. Risultati preliminari con celle a struttura "diretta" con efficienze in linea con i valori di letteratura (PCE=1,1%, fill factor (FF)= 27,5%, corrente di corto circuito (Jsc)=10.0 A/cm<sup>2</sup> e potenziale a circuito aperto (Voc)= 401 mV, resistenza serie (RS) = 34 Ohm×cm<sup>2</sup> e resistenza di shunt (RSH)=49 Ohm×cm<sup>2</sup>).
- Sintetizzati film di perovskite a base di triioduro di piombo o ioduro di cloro-piombo e metilammonio (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3-x</sub>Cl<sub>x</sub>). Sono stati realizzati dispositivi su substrati mesoporosi in configurazione priva di un trasportatore di lacune, ottenendo un'efficienza pari a 3,3%. Celle in configurazione p-i-n, con strati p (PEDOT:PSS, MoO<sub>x</sub>, P3HT, Spiro-MeOTAD) ed n (ZnO, TiO<sub>x</sub>, PCBM) hanno una efficienza pari al 6,5%.
- Test accelerati di invecchiamento del coating per il solare termodinamico operante ad alta temperatura (tecnologia a sali fusi) con proiezione di affidabilità del prodotto a 25 anni di funzionamento.
- Ottimizzazione del nuovo coating solare ad elevatissima efficienza foto-termica, realizzato con back reflector in argento, e verifica della sua stabilità termica in cicli condotti ad alta temperatura.
- Fabbricazione e caratterizzazione di strati sottili metallici e dielettrici, a struttura compatta, per la realizzazione di filtri solari del tipo interferenziale.
- Sperimentazione preliminare della tecnica MetaMode mediante l'utilizzo della sorgente IBAD per la fabbricazione di ossidi e nitruri.

### ***Linea di attività 2***

- Test validazione di prototipo di puntometro per inseguitori solari e relativo controllore.
- Sperimentazione e validazione di prototipi di convertitori elettronici di potenza (DC/DC - DMPPT).
- Test componenti e sistemi CPV e ibridi PV-T.
- Certificazioni prestazioni moduli commerciali con laboratorio accreditato ENEA - PVSMART.
- Sperimentazione di sistemi di accumulo termico tradizionali ed innovativi (PCM) integrati in impianti cogenerativi.
- Analisi predittiva e management della produzione e dell'utilizzo di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica. Soluzioni per la gestione della generazione non programmabile in presenza di di poligenerazione distribuita.
- Modelli operativi di microgrids-smartgrids in aree industriali o residenziali con generazione distribuita da FER.

### **Linea di attività 3**

- Completamento della linea tecnologica per l'elettronica stampata e per la sintesi di materiali innovativi con l'implementazione di:
  - ✓ MASK ALIGNER con NIL
  - ✓ SISTEMA DI DEPOSIZIONE ALD
  - ✓ SISTEMA STAMPA ROLL-TO-ROLL
  - ✓ SISTEMA CARATTERIZZAZIONE ELETTRO-OTTICA
  - ✓ SISTEMA CARATTERIZZAZIONE ELETTRO-OTTICA-LASER IN CONTINUO
  - ✓ SISTEMA DEPOSIZIONE per NANOPOLVERI (torcia al plasma)
  - ✓ SISTEMA DEPOSIZIONE con TRATTAMENTO PLASMA
  - ✓ SISTEMA EFFETTO CORONA per TRATTAMENTI SUPERFICIALI
- Progettazione e realizzazione di una nuova struttura di OLED bianco a basso peso molecolare. L'OLED utilizza l'emissione blu fluorescente dell'NPD, e ospita un materiale host, la SimCP, con due droganti fosforescenti: l'Ir(ppy)<sub>3</sub> per emissione verde e l'Ir(btp)<sub>2</sub>(acac) per l'emissione rossa. La struttura dell'OLED è la seguente:  
Vetro/ ITO/ PEDOT:PSS/ NPD/ SimCP (5 nm)/ SimCP:Ir(btp)<sub>2</sub>(acac) 3% wt (10 nm)/ SimCP (5 nm) /SimCP:Ir(ppy)<sub>3</sub> 7% wt (25 nm)/ BCP (9 nm)/ Alq<sub>3</sub>/ Ca/Al.  
Il dispositivo emette con coordinate CIE: x=0,32, y=0,347 (il bianco, white Colorless (CW) ha coordinate CIE x= 0.333, y=0.333) ed ha una efficienza in corrente di circa 7,5.
- Sostituzione dell'ITO (per superare l'impiego dell'indio) con polimeri e ossidi conduttivi trasparenti. Realizzati film di AZO e GaZO (film di ZnO drogati con Al e Gallio rispettivamente) con tecnica sol gel con trasmittanza superiore all'85% ed una conducibilità di un ordine di grandezza inferiore al riferimento ITO.
- Realizzazione di strati emissivi, in dispositivi OLED, a base di QDs formati con polimero F8BT e nanocristalli di CdSe/ZnS, sia in blend a diverse concentrazioni sia come multilayer sovrapposti.
- Studio della stabilità dei dispositivi a base organica con tecnica Calcium test elettrico, da affiancare a quello ottico. Il sistema è idoneo per valutare barriere al vapor d'acqua con valori inferiori a 10<sup>-3</sup> g/m<sup>2</sup>/24h. Eseguite misure di permeabilità al vapor d'acqua su dispositivi organici su substrato flessibile con layers barriera di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ottenuto per sputtering.
- Realizzazione di OTFT a base di TIPS-pentacene ottenuti con tecnica "dip-coating" (o "dipping"). L'obiettivo è formare cristalli paralleli al flusso di corrente nei transistor e aumentarne la mobilità per effetto campo.
- Realizzazione di OTFT di tipo "n", utilizzando fullerene C60, riportato in letteratura con buone prestazioni. Risultati sono in fase di ottimizzazione.

### **Linea di attività 4**

- Sviluppo di materiali polimerici per la realizzazione di film sensibili chemiresistivi da utilizzare nei dispositivi sensori per gas ambientali. Lo studio riguarda soprattutto polimeri conduttori e materiali compositi derivati dalla lavorazione dei polimeri conduttori con materiali inorganici

nanostrutturati (progetti Baitah, FUZI e Smartags).

- Funzionalizzazione del grafene esfoliato chimicamente con nanoparticelle metalliche (Ag e Pd) per modulare la selettività dei sensori verso analiti specifici. Caratterizzazione in ambiente controllato di film sensibili chemiresistivi.
- Progettazione e sviluppo di prototipi di nodi sensoriali intelligenti (TinyNose) capaci di stimare un indice qualitativo di maturazione per prodotti ortofrutticoli basato sull'analisi di un'opportuna impronta olfattiva chimico-fisica (progetto ORTOFRULOG).
- Studio e progettazione di nasi elettronici di nuova generazione per la ricerca nel campo dell'olfatto artificiale applicato a nuovi scenari come l'analisi di contaminanti su superfici di carbonio in ambito aeronautico (Encomb) o l'analisi dell'espirsto umano in ambito biomedicale (progetto FUZI).
- Progettazione e realizzazione di una macchina per l'erogazione controllata di sostanze odorogene da sottoporre a pazienti per la determinazione della loro soglia olfattiva. La macchina portatile è al momento in fase di test operativo (dimostrazione) presso l'unità di cura dei parkinsonismi dell'Università MAGNA GRECIA (progetto NEUROSTAR).
- Sviluppo di un'architettura portatile a basso costo per l'analisi della qualità dell'aria (MONICA). Calibrazione multivariata dinamica con lo sviluppo di opportuni algoritmi in collaborazione con l'Università di Cambridge UK.
- Progettazione e realizzazione del sistema di fusione sensoriale che integra i dati provenienti dalle diverse centraline per il monitoraggio statico e dinamico della struttura degli edifici di pregio architettonico (attualmente il sistema è in fase di pre-dimostrazione). (progetto PROVACI).
- Progettazione e realizzazione di un sistema GIS\DSS per il controllo e la gestione della rete fognaria basato su tecnologie di acquisizione ed elaborazione dati (NoSQL, SOS), su modellistica numerica e algoritmi di intelligenza computazionale (progetto SIMONA).
- Studio e sviluppo di algoritmi avanzati e innovativi di elaborazione dati e anomaly detection applicati in vari contesti: previsioni e analisi dei consumi elettrici, monitoraggio e allerta del rischio inondazione e del rischio contaminazione acque reflue (progetti BAITAH, SEM, SIMONA, AquaSystem).
- Progettazione e sviluppo di un sistema di monitoraggio e controllo quali/quantitativo per le reti di drenaggio urbano ed extra-urbano. Ottimizzazione della modellistica di simulazione tramite l'applicazione di metodi di optimal sampling design (schemi ottimali di posizionamento della sensoristica e frequenza ottimale di acquisizione del dato) (progetto Aquasystem).
- Investigazione e messa a punto di procedure di ottimizzazione della gestione dei sistemi acquedottistici in particolare del controllo della qualità delle acque potabili, basate su modelli idraulici e di qualità delle acque, e sperimentazione su acquedotti reali.
- Studio e sviluppo di sensoristica quali/quantitativa a basso consumo energetico per deployment distribuiti nel dominio delle water utility e realizzazione di impianti di test prototipali per reti fognarie e acquedotti (progetto Aquasystem, SIMONA).

### **Linea di attività 5:**

- Valutazione della tossicità ambientale in ambiente marino dei nanomateriali con test su nanoparticelle (ZnO, SiO<sub>2</sub> e TiO<sub>2</sub>).
- Valutazione dell'impatto di nuove applicazioni di MNMs (nanomateriali di sintesi) sull'uomo e sull'ambiente attraverso la definizione di saggi ecotossicologici ad hoc, con batterie di test più idonee alla definizione del problema in funzione delle matrici bersaglio.
- Valutazione del rischio associato alla contaminazione dell'ambiente marino da alcuni biocidi organici ed inorganici presenti nelle pitture antivegetative più utilizzate.
- Studio di Ionomica e metabolomica su sistemi vegetali e sue modifiche in relazione a stress ambientali quali accumulo di metalli pesanti presenti nel terreno.
- Stress test e determinazione dei VOC emessi dalle piante, in Mesocosmo controllato, con metodi analitici basati su Desorbimento Termico e separazione Gascromatografica con rivelatore di Massa.
- Sperimentazione di trattamento acque con sistemi in scala laboratorio utilizzando metodi ossidativi ad ozono e a raggi UV + catalizzatori inorganici. Abbattimento di farmaci "emerging pollutant" per l'ambiente con l'utilizzo di nuove forme di TITANIA, sintetizzate in laboratorio quali catalizzatori di processo.
- Ispezioni subacquee e perimetrazione tramite GPS delle evidenze morfologiche e dei manufatti antropici di interesse archeologico e determinazione della litologia e delle principali biocenosi presenti nei fondali del tratto costiero del Comune di Sessa Aurunca.
- Quarta campagna dei rilievi dei fondali antistanti le spiagge di Cala Azzurra e Lido Burrone per la descrizione ed analisi della morfologia e dei processi di dinamica costiera che interessano le spiagge sabbiose dell'isola di Favignana.
- Georeferenziazione e mappatura con ecoscandaglio del Porto di Torre de Greco (in collab. con Capitaneria di Porto di Torre del Greco).
- Georeferenziazione confini acquaculture al largo di Torre del Greco e Torre Annunziata. (in collab. con Capitaneria di Porto di Torre del Greco).
- Rilievi geomorfologici e geo archeologici dei fondali marini dell'area archeologica sommersa dell'isola della Gaiola (Napoli).

## **Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività**

---

### **Principali imprese nazionali**

STMicroelectronics, ENEL Ingegneria e Innovazione, ENEL Produzione, ENEL distribuzione, ENEL Green Power, ATITECH, ACEA-GORI, General Electric Italia -Nuovo Pignone, D'Appolonia, Becar-Beghelli, Ansaldo, Angelantoni, Archimede Solar Energy, TEGOLA CANADESE SPA, Consorzio COBAT, ACEA, Power One, ALENIA S.p.A, ARIN, FOS, SESMAT, AET, BTP-Tecno, ICIMEN, CRP - Centro Ricerche Plast-Optica, CESI, Consorzio T.R.E., Distretto Edilizia Sostenibile STESS, Distretto Aerospazio Campano DAC, Distretto Energia della Campania Smart Power System, KENOSISTEK,

SAES GETTER, ROBOTECNICA, PERMASTELISA SPA., Consorzio CETMA, ROBOTECNICA, Idinova, Allegra, CSI, PAM.

### **Principali Università e Centri di Ricerca nazionali**

Università degli Studi di Napoli Federico II, II<sup>a</sup> Università di Napoli, Università di Cassino, Università degli studi di Salerno, Università degli studi di Palermo, Università degli studi del Sannio, UNIParthenope, UNICALABRIA, Università degli Studi di Padova, Università di Palermo, di Catania e di Messina, Università del Sannio, Università di Genova, Università degli studi di Ferrara, Università di Modena e Reggio Emilia, Politecnico di Milano, POLIBA, CORISA, IIT, CNR, INGV-OSS.VESUVIANO, Istituto motori CNR di Napoli, Stazione zoologica Anthon Dohrn, CRIAcq Centro Ricerche interdipartimentale per l'Acquacoltura e le risorse idrobiologiche, Centro Studi Materiali (CSM), RSE, MESE, Fondazione Bruno Kessler (BFK).

### **Principali imprese internazionali**

Oerlikon Solar, 3SUN, TECNALIA, CPOWER, SCHOTT SOLAR, SOLAR TEC, Danfoss Solar Inverters, QUANTASOL, New electra, DAIDO STEEL, SHARP, TAKANO, ASAHI, Toshiba, AIRBUS, Cassidian, Teatek, gmi-aero.

### **Principali Università e Centri di Ricerca internazionali**

CEA-INES, CEA, Fraunhofer ISE, Julich, CNRS, EPFL, EADS, UNIPatras, ATHENS UNIV, ECN, CRP, JRC, JRC-HELMHOLTZ, , RISOE-DTUGMBH, SE-SRTIIE, NAREC, CYPRUS Univ., IES-UPM,TOKYO UNIV., Kobe UNIV., Myazaki Univ., Academy of Science (ASA) Tirana,BGU, CYPRUS UNIV.

### **Partecipazioni a reti internazionali e nazionali**

EERA-EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE -Joint Programme Smart Grid, EERA-EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE-Joint Programme on Photovoltaic Solar Energy, Knowledge and Innovation Community (KIC) on Raw Materials, Knowledge and Innovation Community (KIC) on Added Value Manufacturing, ALLEANZA TECNOLOGICA ITALIANA "ILLUMINAZIONE A STATO SOLIDO", Rete di eccellenza regionale "Smart GRID con Sistemi di POLIgenerazione distribuita – Polygrid", Piattaforma Tecnologica Italiana PV e CSP.

## **Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale**

---

L'Unità produce conoscenze tecniche e prototipi/dimostratori, alcuni dei quali protetti da brevetto, sfruttati o sfruttabili da imprese nazionali con potenziali ed interessanti ricadute economiche.

Si elencano:

- 1) **Coating a doppio nitruro**. Concessione onerosa ed esclusiva, ad Archimede Solar Energy, del brevetto su detti *coating* (patent:RM2011308) e la concessione onerosa e non esclusiva di altri due brevetti sulla tecnologia di fabbricazione del tubo ricevitore per il solare termodinamico.
- 2) **Coating** per realizzazione di vetri basso emissivi per finestratura.
- 3) **Sistema LP-MOCVD** innovativo per la deposizione di film testurizzati di ZnO:B (patent RM2008A000405).
- 4) **Coating** per applicazioni aerospaziali.

- 5) **@lisee**: *intelligent sensor network* per l'efficienza energetica di edifici, complessi di edifici, data center ma scalabile anche per applicazioni in ambito SOHO (patent pending).
- 6) **MONICA**. Apparecchio di controllo in mobilità dell'inquinamento atmosferico cittadino (qualità aria, rumorosità, radioattività, citizen science).
- 7) **Chiusino smart**. *Sistema multisensoriale fisico-chimico con on-board processing per la gestione delle reti fognarie.*
- 8) **Naso Elettronico Icaro**: *chemical sensor network* per l'analisi di miscele di composti organici volatili specificamente sviluppato per la qualificazione di incollaggi e assemblaggi di materiali in composito (*patent pending*).
- 9) **Sniffi**. Strumento per il rilievo, la visualizzazione e la registrazione di emissioni odorose.
- 10) **Sistema con tecnologia embedded per la diagnosi precoce di parkinsonismi e malattie neurovegetative.**
- 11) **SmartPVTag**: tag RFID per il tracciamento di filiera di pannelli PV, interrogabile anche con dispositivi *mobile*.
- 12) **Pv-Guardian®**: Sistema antifurto integrato per moduli fotovoltaici (patent: RM2008A75).
- 13) **Distributed Maximum Power Point Tracking (DMPPT)**: tools di progettazione e simulazione per un dispositivo d'inseguimento del punto di massima potenza per moduli fotovoltaici.
- 14) **Processo** di fabbricazione celle a film sottile "micromorph".
- 15) **Processi** di fabbricazione OLED.
- 16) **Servizio** di certificazione moduli fotovoltaici.





# UTTRI

Unità Tecnica Tecnologie Trisaia

Responsabile: Giacobbe Braccio

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Sostenibilità del sistema energetico**

L'Unità Tecnica Tecnologie Trisaia (UTTRI), caratterizzata da una molteplicità di infrastrutture pilota applicabili in differenti settori, opera per lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie e la crescita della competitività dell'industria nazionale nei settori delle fonti rinnovabili, con particolare riferimento all'energia solare a bassa e media temperatura, alle biomasse per utilizzi energetici, a biofuels e bioraffineria, temi questi ultimi legati alla sostenibilità del settore agroindustriale. Altre temi di intervento riguardano la valorizzazione di rifiuti, sia per fini energetici che per recupero di prodotti (Fibre di carbonio, terre rare ecc.), oltre ai materiali per l'efficienza energetica.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le attività condotte nel settore delle bioraffinerie sono finalizzate a sviluppare processi e tecnologie innovative a partire dal pretrattamento delle biomasse con *steam explosion*, che ottimizzano la produzione di biocombustibili di seconda generazione da lignocellulosiche e la produzione di intermedi *biobased* in sostituzione di quelli da origine fossile. Nell'ambito di questa tematica è stato completato il progetto PRIT (finanziamento MISE) finalizzato allo sviluppo di una tecnologia di Pretrattamento Italiana per la produzione di bioetanolo di seconda generazione ed in sinergia il progetto Biolyfe (7PQ), finalizzato all'ottimizzazione delle altre fasi del processo (idrolisi enzimatica e fermentazione), entrambi capitanati dal partner industriale Mossi & Ghisolfi. Tali attività sono state di supporto alla costruzione di un impianto dimostrativo in Piemonte da parte della BIOCHEMTEX (gruppo MG) per la produzione di 40.000 t/a di bioetanolo. Connesse alle tematiche proprie del cluster chimica verde, l'Unità Tecnica ha avviato nel 2014 i tre progetti del piano strategico (BT3G, Rebchiom e Albe), capitanati da Novamont, Materbiotech e Versalis.

Nel settore bioenergia, molte attività sono state finalizzate all'ottimizzazione del processo di gassificazione sia per produzione di energia elettrica che di biocarburanti di sintesi. Più in particolare, attraverso sperimentazioni su impianti a scala laboratorio e la realizzazione e sperimentazione di impianti pilota di diversa taglia, si punta a migliorare il processo e la qualità del gas prodotto, oltre che ad estendere la tipologia di biomasse lignocellulosiche alimentabile, privilegiando gli scarti per impianti distribuiti. In tale ambito si inseriscono le attività sul progetto UNIFY (7PQ), finalizzato allo sviluppo di un sistema di purificazione con candele ceramiche direttamente da inserire all'interno di un gassificatore a letto fluido ricircolante internamente (brevetto Enea) e il progetto HYTRACTOR (MISE), che ha portato da parte del partner capofila CNH alla realizzazione di un prototipo di trattore agricolo in grado di utilizzare idrogeno da rinnovabile come vettore di energia per l'alimentazione del proprio sistema di propulsione a Fuel Cell. La generazione di Idrogeno è conseguita anche mediante gassificazione delle biomasse, che è l'oggetto specifico dell'attività ENEA. In tale ambito si inseriscono anche le attività sulle

infrastrutture di ricerca europee del progetto BRISK (7PQ), finalizzato a realizzare una rete europea sulla gassificazione delle biomasse a servizio del settore industriale. In tale ambito sono state eseguiti due accessi internazionali con partner turchi e lituani.

Le attività svolte nell'ambito dell'AdP con il MiSE, hanno invece riguardato principalmente ricerche su processi di gassificazione in condizioni supercritiche, su biomasse umide e alghe e lo studio di catalizzatori innovativi utilizzabili in processi di gassificazione per la produzione di metano via sintesi.

A supporto del settore industriale, è stata effettuata per la società canadese COMET una nuova consulenza tesa a verificare la possibilità di produrre in scala pilota sciroppi di glucosio e polpa cartaria da scarti agricoli (paglia e stocchi di tabacco) ed ulteriori attività di entità più elevata si prevedono nel 2015, tese a rifinire gli approfondimenti tecnici per lo studio di fattibilità di un impianto industriale di taglia significativa.

Sono in corso anche studi sulla valutazione della sostenibilità tecnica, economica, energetica e ambientale delle diverse filiere di produzione, con individuazione delle aree critiche dei diversi sistemi e delle possibili soluzioni per le stesse, anche a supporto di grandi aziende chimiche italiane (Versalis, Novamont). Obiettivo di questi studi è l'individuazione della collocazione ottimale di nuovi insediamenti industriali che tenga conto della disponibilità della biomassa, di aspetti logistici, disponibilità di servizi ausiliari e connessione elettriche.

Nell'ambito della sostenibilità, l'Unità Tecnica è stata coinvolta in programmi e progetti nazionali ed europei su tematiche connesse agli obiettivi della nuova programmazione europea di Horizon 2020. In particolare, le attività svolte afferiscono ai progetti finanziati UE AMIGA, PreSto-GMO; i primi due in particolare vedono ricercatori dell'Unità impegnati in veste di coordinatori.

Per molti aspetti la tematica della bioraffineria si innesta nel settore agroalimentare e in tale contesto nel 2014 sono stati completati (Food Flavour, Buckfood) e sono nel 2015 in fase di completamento (magazzino Viaggiante e Ortofrulog) diversi progetti Industria 2015, finanziati dal MISE, tutti finalizzati all'aumento di competitività del settore industriale nazionale. In tale contesto si inserisce anche il recente progetto finanziato dalla regione Basilicata (progetto INNAGRI).

Bioraffineria e sviluppo sostenibile hanno molti legami con la valorizzazione di materiali di scarti e rifiuti. In tale ambito l'unità ha una lunga esperienza sul recupero di materiali ed energia da rifiuti, sia per la produzione di fibre di carbonio da materiali di scarto, che di Carburo di silicio e carboni attivi da pneumatici e biomasse. In tale ambito sono state effettuate delle consulenze alla società Karborekrf, affidataria del brevetto Enea, e altre attività sono programmate nel 2015 finalizzate alla messa punto dell'impianto industriale di Martignano, che tratterà circa 1.500 t/anno di scarti del settore aeronautico. Ulteriori attività in corso consistono nell'estrazione e separazione di terre rare pesanti e la dimostrazione della messa a punto su scala pilota. Le attività sono condotte sia su scala banco che pilota (impianto "Terre Rare"–Trisaia) e mirano a sviluppare una tecnologia flessibile, consentendo l'estrazione e la separazione di terre rare sia da preconcentrati provenienti da nuove potenziali miniere dell'Est Europa (soprattutto Terre Rare pesanti), che da materiali di riciclo.

Tra i progetti completati nel 2014 o in corso sulla tematica dei Raw Materials, si citano:

- Il progetto TyGRe (7PQ), coordinato da ENEA, finalizzato allo sviluppo di processi per la valorizzazione di pneumatici in prodotti e energia.
- REREX- progetto di ricerca industriale su attività di estrazione e riciclaggio di terre rare in partnership tra ENEA e Treibacher industrie AG (Austria), leader mondiale nel settore tecnico-

commerciale delle terre rare. Come è noto, la separazione delle terre rare è estremamente difficile nei singoli elementi per la similitudine delle loro caratteristiche chimiche; la tecnica di separazione su cui si è concentrati è stata la separazione con solvente. Si prevede di verificare il flowsheet sull'impianto pilota e completare l'attività entro il 2015. Congiuntamente sono in corso studi sperimentali su scala laboratorio di un processo basato sull'estrazione di terre rare con la CO<sub>2</sub> in fase super-critica.

- Nel 2014 è stato avviato il progetto "MERERIF" - "MEtodologia di REcupero di materia ed energia da Rifiuti e reflui, con conseguente riutilizzo sostenibile dei prodotti ottenuti. Obiettivo del progetto è la sperimentazione, messa a punto e validazione di metodologie tecniche finalizzate al recupero di energia e materia da rifiuti e reflui di Basilicata, attraverso l'utilizzo di sistemi, impianti ed infrastrutture già presenti presso il Centro ENEA della Trisaia. In particolare vengono effettuate attività di recupero di terre rare da RAEE, catalizzatori, ecc. derivanti da scarti di produzione e rifiuti mediante attraverso processi idro-metallurgici. Si prevede di completare il progetto nel corso del 2015.

Nel settore dei Materiali per l'efficienza energetica principale obiettivo è lo sviluppo di materiali ed applicazioni innovativi e sostenibili per il miglioramento dell'efficienza energetica negli ambiti edilizio e trasporti. Nel settore edilizio le attività di sviluppo prevedono l'utilizzo di fibre naturali organiche (fibra di canapa) e inorganiche (fibre di basalto) sotto forma di fibra sciolta, per il rinforzo della matrice cementizia (entrambe), di pannelli rigidi per l'incremento dell'isolamento termico degli edifici e di barre per il rinforzo strutturale (solo la fibra di basalto).

Nel settore dei trasporti particolare attenzione è rivolta all'utilizzo di leghe metalliche leggere ed innovative a base principalmente di alluminio e titanio. In tali contesti sono state anche approfondite le tematiche inerenti la durabilità, con particolare riferimento allo studio dell'andamento e dell'eventuale decadimento temporale delle prestazioni meccaniche e fisiche dei materiali, a seguito di sollecitazioni ambientali riprodotte in laboratorio.

Tra i progetti in corso nel 2014 si citano:

- Per la realizzazione di componenti (ali e fusoliera) di un aeromobile a medio raggio progettato da Alenia, il progetto AFSIAL (Advanced fuselage and wing structure based on innovative aluminium lithium alloy), coordinato da ENEA, è finalizzato allo sviluppo di tecniche di saldatura ibrida per leghe di alluminio.
- Per lo sviluppo di materiali ed applicazioni innovativi ad elevato contenuto tecnologico ed in grado di fornire prestazioni in termini di risparmio energetico superiori rispetto a quelle offerte dagli attuali standard costruttivi ed operativi, il progetto MATEFF (Materiali per l'efficienza energetica) è finalizzato allo studio su pannelli in fibra di basalto e schiume di alluminio per il settore automotive.
- Per lo sviluppo di processi innovativi di fabbricazione di componenti complessi in titanio di nuova concezione per l'industria aeronautica, utilizzando la tecnologia Laser Beam Welding (LBW), il progetto ELIOS (Strutture di nuova concezione saldate con laser in fibra) è finalizzato allo sviluppo di tecniche di saldatura ibrida per il titanio e di controllo con metodi non distruttivi (RX e liquidi penetranti).
- Per lo sviluppo di componenti di Vettori Ferroviari e di Medie Dimensioni mediante attività di Ricerca Industriale su Tecnologie e Materiali Innovativi, il progetto TEXTRA (tecnologie e materiali innovativi per l'industria dei mezzi di trasporto) mira alla messa a punto di tecniche di

giunzione su pannelli in schiuma metallica con tecnologia laser e successiva verifica con metodi termografici.

- Per lo sviluppo di una malta cementizia innovativa, il progetto ECOFIBAR (compositi cementizi ecocompatibili realizzati con fibra di basalto e con aggregati di riciclo) punta alla realizzazione di una malta fibrorinforzata con fibra di basalto, con aggregati da riciclo del materiale edile proveniente da demolizioni, ovvero da scarti di lavorazioni o processi industriali, e contenente additivi chimici in grado di limitare fortemente le efflorescenze.
- Per lo sviluppo di un calcestruzzo aerato autoclavato fibrorinforzato, il progetto CAA (Cemento Aerato Autoclavato) è finalizzato alla messa a punto del mix design e lo sviluppo della tecnologia produttiva.
- Per l'implementazione di sistemi innovativi e tecnologie intelligenti per l'organizzazione logistica integrata finalizzata al trasporto su ferrovia dei prodotti "freschi e freddi", il progetto PT2-LOG (Piattaforma Tecnologica Integrata Multiruolo per la Logistica Intermodale del Fresco e del Freddo) prevede la progettazione ed esecuzione di una campagna sperimentale di monitoraggio di temperatura ed umidità con metodi termografici di una cassa refrigerata e la successiva analisi dei risultati.
- Per lo studio e verifica delle caratteristiche meccaniche e di adesione nel tempo di pannelli in materiali diversi (honeycomb alluminio, laterizio, eulite) ricoperti con un mosaico di lastre di rivestimento da recupero, il progetto PAN-MAR (Pannelli di rivestimento con Marmo di recupero) prevede la verifica della variazione delle proprietà adesive del materiale che "lega" il pannello con la struttura di supporto e delle proprietà meccaniche dell'intero elemento (mosaico + supporto + collante), in funzione di un invecchiamento accelerato.

Ritornando alle applicazioni energetiche, nel settore del solare termico a bassa e media temperatura l'obiettivo è quello di supportare il settore industriale nazionale nel migliorare la qualità dei prodotti immessi sul mercato attraverso, sia il supporto tecnico-scientifico allo sviluppo di prototipi o sistemi pre-industriali, sia attraverso la qualificazione dei prodotti commerciali per verificarne la performance energetica a supporto degli strumenti di incentivazione esistenti. In tale contesto il laboratorio ha un'esperienza ultradecennale di qualifica componenti in accreditamento, concretizzato dalla qualifica di oltre 200 componenti solari, e ciò ha permesso di rafforzare i rapporti con le PMI del settore, portando anche allo sviluppo e l'ottimizzazione di nuovi componenti o prodotti a vantaggio degli operatori nazionali.

Tra le attività in corso o avviate nel 2014, si citano:

- Laboratorio di qualificazione e certificazione di collettori e sistemi solari: nell'ambito della attività di servizio come laboratorio Accreditato ACCREDIA, sono in corso attività di certificazione e qualificazione di componenti solari a bassa e media temperatura. Riguardo quest'ultima tipologia di sistemi solari, Enea-Trisaia rappresenta l'unico laboratorio nazionale per la certificazione di concentratori solari a media temperatura.
- Accordo di Programma ENEA-MiSE per la Ricerca di Sistema Elettrico: sono in corso attività di ricerca, sperimentazione e qualificazione di componenti solari a concentrazione ottimizzati per applicazioni distribuite di piccola taglia a media temperatura, destinati sia alla climatizzazione degli ambienti in ambito residenziale, commerciale e terziario, sia alla produzione di freddo in ambito industriale. Sono inoltre in corso attività di sviluppo e caratterizzazione di nuovi componenti (mini-CSP, sistemi Fresnel, sistemi integrati concentratore-ricevitore).

- Progetto PON R&C Microperla: sono in corso attività per la caratterizzazione e lo sviluppo di piccoli sistemi Dish/Stirling per la produzione distribuita di energia elettrica e termica.
- Collaborazione sul progetto Smart-City RES-NOVAE su attività finalizzate alla progettazione, lo sviluppo e la sperimentazione di soluzioni innovative di solar-cooling basate su macchine ad assorbimento a doppio effetto, abbinata a collettori a concentrazione.
- Collaborazione nel progetto LabZERO, teso allo sviluppo di piccoli sistemi solari a media temperatura per applicazioni industriali e allo sviluppo di materiali che sfruttano l'effetto termoelettrico.

Sono inoltre in corso collaborazioni anche con altre unità tecniche dell'ENEA (UTRINN e UTTP), sia su attività inerenti la promozione delle tecnologie solari nell'area del Mediterraneo (progetti STS-MED e MED Desire), sia su attività inerenti la caratterizzazione e lo sviluppo di tecnologie ibride termo-fotovoltaiche a concentrazione (Convenzione ENEA-MATTM).

Va citata, infine, la presenza dell'Unità in collaborazioni internazionali, come *l'Implementing Agreement* dell'IEA sulla bioenergie (gassificazione e bioraffineria), i Joint Programmes di EERA sulla bioenergia e il CEN/TC 312, per quanto riguarda gli aspetti di normazione nel settore del solare termico.

## Risultati conseguiti

Alcuni principali risultati conseguiti nel 2014 sono riportati nel seguito per le diverse tematiche di interesse dell'Unità tecnica.

### Bioraffineria e chimica verde

- È stato messo a punto un sistema di detossificazione di biomassa trattata con steam explosion su scala pilota, impiegando essiccatoi vibranti e a pale cave (PRIT).
- È stato individuato un metodo di estrazione di carboidrati oligomerici da gusci di nocciola (commessa Ferrero).
- È stato messo a punto un metodo di produzione di brodi zuccherini concentrati su scala pilota a partire da residui lignocellulosici (commessa Comet, Canada).
- È stata avviata la sperimentazione dell'impianto di gassificazione a letto fluido da 1,3 Mwt con integrato sistema di purificazione a biodiesel, ed effettuati dei test sperimentali utilizzando ossigeno e vapore come agente gassificante.
- È stata completata la progettazione del sistema di purificazione con candele ceramiche da integrare nel gassificatore a letto fluido, opera che si intende completare nel corso del 2015.
- È stato realizzato un impianto per l'arricchimento e la separazione dell'idrogeno da syngas, completo di sezione di reforming e membrane al palladio.
- È stata sviluppata una "Strategic Research Agenda" in tema di bioraffineria, incentrata sull'Europa e l'India. L'agenda è stata costruita considerando una filiera che va dalla produzione di biomasse alla loro conversione in bio-raffinerie e alla loro utilizzazione sui mercati.
- È stato sviluppato un prodotto GIS a supporto di una analisi multicriteriale per supportare l'introduzione della coltura del guayule sul territorio della Basilicata.

- Identificazione di consorzi microbici, geni e proteine, coinvolti nei processi di de-costruzione di biomasse ligno-cellulosiche, attraverso caratterizzazione meta-genomica del suolo.
- Isolamento, identificazione e caratterizzazione molecolare di funghi (Bjerkandera) ad elevata attività ligninolitica.
- Messa a punto di metodologie per l'espressione in pianta di enzimi batterici e fungini ad alta attività ossidante e capaci di depolimerizzare substrati complessi.
- Produzione di linee di tabacco transgenico che accumulano l'enzima "versatile perossidasi" di Bjerkandera, sia nel nucleo della pianta che nel cloroplasto.
- Costituzione di una collezione di genotipi di Dandelion (circa 15 accessioni) di origine russa con elevata produzione di gomma naturale di alta qualità. Sono state messe a punto pratiche agronomiche per la loro coltivazione in Basilicata.
- È stato eseguito uno screening molecolare, e tramite NMR, sui genotipi di Dandelion per determinare qualità/quantità della gomma prodotta alle latitudini mediterranee.
- Sono state messe a punto tecniche di coltura in vitro su Dandelion, allo scopo di propagare il materiale genetico collezionato e per valutare l'eventuale recalcitranza alle tecniche di trasformazione genetica via Agrobacterium.
- È stata caratterizzata la struttura del trascrittoma di Dandelion, usando tecnologie di sequenziamento "next generation", allo scopo di identificare i geni coinvolti nella biosintesi della gomma naturale.

#### Sviluppo sostenibile e agroalimentare

- Individuazione di microrganismi antagonisti e standardizzazione delle procedure operative per la produzione su scala pilota di preparati biologici per la protezione della frutta in post-raccolta (brevetto in fase di preparazione).
- Messa a punto di metodologie microbiologiche per la verifica della purezza e della vitalità dei prodotti liofilizzati ottenuti alla fine del processo produttivo e durante la fase di conservazione.
- Individuazione di piante officinali e messa a punto di protocolli per l'estrazione di olii essenziali con attività antifungina, con valutazione in vivo ed in vitro contro i principali funghi fitopatogeni della frutta in postraccolta.
- Ottimizzazione delle procedure operative per il controllo delle alterazioni della frutta mediante l'uso dell'ozono.
- Validazione di protocolli a supporto dell'analisi di impatto ambientale degli OGM nell'ambito delle normative comunitarie.
- Individuazione delle migliori specie macrofite in termini di produttività della biomassa vegetale ed efficienza fitodepurativa da destinare alla produzione di bioetanolo.
- Sperimentazione di un ceppo isolato da ENEA di Saccharomyces cerevisiae per la produzione di etanolo a partire da matrici vegetali 75%.
- Analisi Sensoriale di alimenti nutraceutici a base di Grano Saraceno.
- È stata preparata una analisi di sostenibilità ambientale per la coltura del guayule.

- Analisi della Shelf Life Sensoriale e analisi molecolare di alimenti di IV gamma.
- Analisi ambientale in aziende della filiera agro-alimentare.
- È stata sviluppata una metodologia di profiling trascrizionale (microarray) e metabolico tramite NMR per la determinazione di profili molecolari in genotipi di alcuni prodotti tipici, al fine di individuare geni chiave associati all'espressione di caratteri legati alla tipicità e all'origine geografica.

#### Valorizzazione degli rifiuti e materiali strategici:

- Messa a punto dell'impianto Tygre in grado di trattare 20 kg/h di residui da pneumatico e 10 kg/h di silice. La piattaforma sperimentale consta dell'integrazione di tre processi base: gassificazione del granulato di pneumatico, riduzione carbotermica del char e della silice attraverso l'utilizzo di una torcia al plasma e produzione del syngas ricco in idrogeno e recupero energetico.
- Le attività sperimentali condotte hanno permesso il raggiungimento di una resa di produzione di carburo di silicio con una conversione pari al 70%. La tecnologia messa a punto permette inoltre la produzione di carburo con grana fine (nanometrica),- che può soddisfare le necessità di settori ove il carburo ha un valore aggiunto molto elevato .
- Lato terre rare, identificazione del miglior sistema solvente/estraente/fase acquosa.
- Definizione di un flow sheet di processo di separazione di terre attraverso la preseparazione delle terre rare leggere da quelle pesanti, seguita dalla separazione dell'ittrio ad alto grado di purezza dalle altre terre rare pesanti.
- Determinazione dei coefficienti di distribuzione dei metalli contenuti nelle matrici fornite.
- Determinazione dei parametri necessari alla definizione di un flow-sheet (concentrazione, tempi di equilibrio, velocità dei flussi, parametri chimico-fisici delle soluzioni coinvolte, rapporto di fase, grado di saponificazione dell'estraente, numero di stadi, co-stripping per l'aumento del grado di purezza, ecc.).
- Sperimentazione in scala banco di processi estrattivi con CO2 in fase supercritica.
- Campagna di test dei flow-sheet individuati sulla batteria scala banco.
- Stesura di un brevetto sull'ottimizzazione di processi termochimici con accoppiata torcia al plasma.

#### Materiali per l'efficienza energetica:

- Piena operatività del settore prove non distruttive (termografia, ultrasuoni, liquidi penetranti, RX), grazie alla acquisizione della patente Il livello in accordo alla ISO 9712.
- Piena operatività del settore laser con la acquisizione della certificazione "CSWIP Welding Inspector 3.1 (level 2).
- Piena operatività dell'impianto RX, sia con riferimento alla esecuzione delle lastre radiografiche, che rispetto alla analisi ed interpretazione dei risultati.

- Test di durabilità (clima temperato, polare, tropicale, corrosione) e prove meccaniche su un totale di 500 provini in fibra di carbonio, fibra di vetro, fibra aramidica per conto di Magneti Marelli Sistema Sospensioni s.p.a.
- Nell'ambito del progetto MATEFF è stata ampliata la campagna di test sperimentali comparativi per la determinazione della conduttività termica, della resistenza a compressione e dell'assorbimento parziale di acqua di pannelli in fibra di basalto di spessore variabile tra 10 mm e 30 mm e di pannelli misti fibra di basalto – lana di roccia.
- È stata avviata, nell'ambito del progetto ECOFIBAR, una campagna sperimentale per monitorare, con il sistema a fibre ottiche, il comportamento rispetto a temperatura ed umidità di un simulacro immerso in acqua di mare e costituito da malte cementizie colorate fibrorinforzate con fibre sciolte e reti in fibra di basalto e contenente additivi chimici, in grado di proteggere la malta rispetto a fenomeni di efflorescenza.
- Nell'ambito del progetto AFSIAL è stato progettato e realizzato con risorse interne un sistema di afferraggio innovativo per la saldatura dei componenti delle ali di un velivolo, in grado di ridurre/annullare le deformazioni indotte sulla lamiera dal calore di saldatura.
- Nell'ambito del progetto ELIOS è stato sperimentato un sistema di controllo non distruttivo sulla saldatura di schiume metalliche nella configurazione testa-testa basato sulla tecnica termografica.
- Nell'ambito del progetto CAA è stato recuperato alla piena operatività un reattore da laboratorio per la realizzazione dei provini di cemento aerato autoclavato a pressione di 12 bar e temperatura di esercizio di 200 °C.
- Nel 2014 sono stati realizzati componenti a geometria complessa mediante tecniche di saldatura, sia classica che ibrida, idonee a minimizzare l'estensione e l'entità delle variazioni delle caratteristiche del materiale base.
- Nel corso del 2014 è stata svolta una consulenza richiesta da Magneti Marelli Sistema Sospensioni s.p.a., finalizzata a valutare il decadimento di prestazioni meccaniche di sei differenti tipologie di materiali polimerici fibrorinforzati (fibra di carbonio, aramid, fibra di vetro con lunghezze delle fibre diverse) sottoposti a invecchiamento accelerato in modo da simulare un periodo di vita reale pari a 20 anni, utilizzando come parametro di confronto la resistenza a trazione dedotta da prove standardizzate. La grande messe di dati raccolti su più di 500 provini sottoposti a cicli riproductivi in tre diversi climi operativi (temperato, polare, tropicale), i cui materiali sono sottoposti nel loro normale ciclo di vita, è stata poi analizzata con metodi statistici, ed è stato messo a punto un modello predittivo del comportamento dei materiali in funzione dell'invecchiamento.

Per quanto riguarda invece le applicazioni solari a bassa e media temperatura, di seguito si riportano alcuni dei principali risultati conseguiti nel 2014:

- Qualifica di componenti solari a media temperatura di diversa tecnologia; Collettori parabolici lineari; Fresnel.
- Collaudo di un simulatore solare per prove indoor su collettori solari, attraverso l'implementazione di un sistema in grado di riprodurre lo scambio radiativo nell'infrarosso nelle ore diurne.



- Attività di modellazione ottica e termo-fluidodinamica abbinata a sperimentazioni in campo su concentratori di diversa tipologia al fine di mettere a punto metodiche e tecniche di analisi che tengano conto della particolarità dei componenti da testare soprattutto per quanto riguarda gli aspetti del sistema ottico di concentrazione.
- Sperimentazione di sistemi ibridi (dish/stirling e CPVT) per la produzione distribuita di energia elettrica e termica.
- Mappatura della radiazione solare diretta in Basilicata a supporto di uno studio di fattibilità per la realizzazione di impianti solari di potenza.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

Le attività dell'Unità sono principalmente svolte nell'ambito di progetti di ricerca sia nazionali che europei in collaborazione con industrie ed organismi di ricerca. Sono inoltre presenti numerose consulenze direttamente finanziate dal settore industriale.

Nel settore della chimica verde e sostenibilità ambientale molte delle attività hanno visto il coinvolgimento di industrie nazionali quali la BIOCHEMTEX, VERSALIS, NOVAMONT, FERRERO ed internazionali (COMET), oltre a quello di enti pubblici nazionali, Università (Padova, Bologna, Siena, Perugia, Basilicata, Calabria, Salento, Catania, Palermo) ed enti di ricerca (CNR, CRA, ISPRA). Le collaborazioni internazionali sono particolarmente numerose nell'ambito dei differenti progetti europei.

Di rilevante importanza sono poi le collaborazioni con le piccole e medie imprese: TecnoAlimenti; Neutron S.p.A; La Linea Verde S.p.A; Campoverde ATENA2; Minerva, Buro Lang, Hochschule Bremerhaven (DE); Centiv GmbH (DE) ; Stiftelsen Sintef (NO); Dbfz Deutsches Biomasseforschungszentrum Gemeinnützige GmbH (DE); Vertech Group Sarl (FR); Biozoon GmbH (DE); Genius GmbH - Biotechnologie Beratung und Kommunikation (DE).

Nell'ambito della tematica riconducibile alle terre rare sono state avviate collaborazioni con Treibacher Industrie AG, uno dei principali leader mondiali nel campo della fornitura di prodotti per la chimica idrometallurgia, che produce e commercializza terre rare, materiali ceramici, polveri per l'industria metallurgica delle leghe speciali.

Nel settore dei materiali, sono in corso collaborazioni con partner industriali nel settore del trattamento laser dei materiali. Tra questi la Constellium (società francese leader mondiale nella produzione di alluminio), partner nei progetti AFSIAL e MATEFF, la TWI Ltd (società inglese leader in Europa nel settore delle saldature laser e dei controlli non distruttivi), partner nel progetto AFSIAL, la ESI Group (società francese leader mondiale nel settore della prototipazione virtuale connessa alle proprietà fisiche dei materiali). C'è un'altra proficua collaborazione con la società cinese HG GBF (leader mondiale nella produzione della fibra di basalto) per lo sviluppo di applicazioni innovative della fibra di basalto nell'area tematica della efficienza energetica in edilizia.

In ambito nazionale numerose sono le collaborazioni in atto. Tra queste, quella con la Personal Factory s.r.l. per le malte cementizie, la Monier s.p.a e la Magneti Marelli Sistema Sospensioni s.p.a. per lo studio della durabilità di materiali rispettivamente per l'edilizia (tegole) e per l'*automotive* (fibre di carbonio, fibre di vetro, fibre aramidiche), la RTM s.p.a per il settore laser.

Esistono rapporti di collaborazione con diverse aziende operanti nell'ambito delle applicazioni solari a media temperatura, quali Soltigua, Fera, Ronda, Innova Solar Energy, e con altre che si occupano di solare a bassa temperatura, grazie all'esperienza ormai decennale di qualifica di collettori solari, che ha portato a caratterizzare oltre 200 prodotti.

UTTRI svolge inoltre numerose attività con alcune compartecipate ENEA, in particolare con i Consorzi CALEF, Cetma, Train, TRE e TERN; altre collaborazioni sono attive con Biosistema, Certa, InBio, e con il distretto tecnologico Ditne.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

La forte connessione con il settore industriale delle attività sviluppate all'interno della Unità tecnica consente il raggiungimento di un elevato potenziale in termini di ricadute economiche sull'intero sistema industriale.

Nel settore della "bioraffineria", alle evidenti ricadute di natura economica, energetica ed ambientale sul territorio si affiancano anche potenziali ricadute occupazionali. Si stima ad esempio che nel 2010 il settore biocombustibili abbia permesso la creazione di 220.000 posti di lavoro nell'UE. Le linee di attività condotte dalla Unità Tecnica hanno come obiettivo finale la realizzazione di prodotti commerciali (bioprodotti e *green building blocks*) attraverso il coinvolgimento di industrie nazionali (BIOCHEMTEX, VERSALIS, NOVAMONT, FERRERO) ed internazionali (COMET).

Nel settore delle terre rare, come noto, la loro estrazione e separazione è un ambito in cui la Cina svolge un ruolo egemone, facilitata in questo dalla particolare circostanza per cui attualmente in Europa non vi sono ancora idonee tecnologie mature e know how necessario per il riciclo dei suddetti materiali. Nuove risorse di terre rare vanno quindi ricercate o attraverso il riciclaggio o attraverso nuovi progetti minerari, che però richiederanno processi tecnologici completamente nuovi e compatibili con l'ambiente. In conseguenza di ciò lo sviluppo e la messa a punto di processi innovativi in questo settore consente ad ENEA di avere un vantaggio tecnologico strategico sui *critical raw materials* che potrà essere trasferito nel medio periodo sul sistema industriale del Paese.

Nel settore dei materiali, le tematiche affrontate nella Unità Tecnica sono inserite in due ambiti operativi strategici per il sistema economico nazionale: l'edilizia e il settore dei trasporti. In entrambi i casi lo sviluppo di nuove applicazioni e di nuove tecnologie produttive possono divenire il volano della ripresa di settori attualmente in crisi.

# UTTS

## Unità Tecnica Tecnologie Saluggia

Responsabile: Riccardo Levizzari

## Posizionamento strategico e mission

---

Aree prioritarie di intervento: ***Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi.***

L'Unità Tecnica Tecnologie Saluggia (UTTS) svolge il proprio ruolo in base a 3 obiettivi strategici:

- 1) Assicurare il conseguimento degli obiettivi tecnico-scientifici dell'Agenzia nel nord-ovest del Paese, svolgendo il ruolo di collettore tra le diverse Unità Tecniche ENEA, le Università e le amministrazioni locali, regionali e nazionali, in particolare sulle politiche energetiche e sulle politiche di conservazione delle risorse naturali e della biodiversità.
- 2) Sviluppare attività di ricerca sulla produzione di energia, in particolare da biomassa, e sull'analisi delle filiere legno-energia.
- 3) Sviluppare attività di ricerca sull'analisi, la pianificazione e la gestione sostenibile del territorio e delle risorse naturali, con particolare riferimento alla conservazione della biodiversità, alla protezione degli ecosistemi, alla tutela delle acque negli ambiti fluviali e zone umide.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Di seguito sono riportate le principali linee di attività, riferite ai tre obiettivi strategici.

### **Linea di attività 1:**

- a) supporto ad attività normativa e legislativa nel settore biomassa, per gli enti di normazione CTI (Comitato Termotecnico Italiano) e collaborazione con Province, Regioni e Ministeri;
- b) contributi alla revisione della norma UNI 10412 e alla revisione del Testo Unico Ambientale Dlgs. 152/06 e del Conto Termico per le parti relative ad apparecchi ed impianti a biomassa solida;
- c) supporto scientifico al MATTM ed ISPRA per l'applicazione della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE;
- d) supporto alla definizione delle politiche energetiche per le Regioni Valle d'Aosta e Piemonte;
- e) supporto tecnico scientifico ad ARPA Toscana e ARPA Lazio per attività di monitoraggio in applicazione della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE;
- f) supporto scientifico alla Regione Piemonte per la definizione delle linee guida per la valutazione dell'impatto di impianti idroelettrici in ambito montano;
- g) ruolo di Centro di Consulenza Energetica per le Regioni Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia (in collaborazione con UTEE);
- h) ruolo di rappresentanza ENEA all'interno del consiglio di amministrazione di CSEAB s.c.a.r.l.;
- i) stipula di un Protocollo di Intesa con il Comune di Casale Monferrato e il Politecnico di Torino per la collaborazione su tematiche ambiente, cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile, tecnologie per l'energia, fonti rinnovabili, risparmio energetico;

- j) rappresentanza per l'Italia al Gruppo Europeo per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici (ECOSTAT).

**Linea di attività 2:**

- k) partecipazione a gruppi di lavoro europei con istituti di ricerca leader, a livello nazionale, sulle competenze richieste, come EERA (*European Energy Research Alliance*) ed ERA-NET (*European Research Area*);
- l) progettazione ed implementazione di uno strumento di calcolo per la redazione dei bilanci energetici territoriali, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) MSE-ENEA "Ricerca di Sistema Elettrico";
- m) analisi teorica e sperimentale delle proprietà chimico-fisiche del  $TiCl_4$ , della compatibilità dei materiali e approfondimento normativo e tecnico-economico per l'utilizzo in impianti di potenza, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- n) perfezionamento dello strumento di calcolo per l'analisi di sistemi energetici alimentati a biomassa legnosa, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- o) attività di studio e sperimentazione di filtri catalitici per la riduzione delle emissioni inquinanti nei fumi di combustione di biomassa solida, nell'ambito dell'Accordo di Programma (AdP) ENEA-MSE "Ricerca di Sistema Elettrico";
- p) attività di ricerca e innovazione sulla caratterizzazione delle emissioni generate dai sistemi energetici alimentati a biomassa, in collaborazione con Innovhub-Stazioni Sperimentali per l'industria;
- q) valutazione degli impatti ambientali di sistemi energetici a biomassa, con l'Università di Milano Bicocca, nell'ambito del Bando di Ricerca finanziato dalla Fondazione Cariplo;
- r) valutazione di scenari di riduzione dell'emissione di inquinanti atmosferici nell'ambito del contratto con C.S.E.A.B. s.c.a.r.l.;
- s) stesura di una proposta progettuale sul programma LIFE+ con l'Università di Brescia.

**Linea di attività 3:**

- a) partecipazione al progetto ALCOTRA "Eau Concert", con progettazione di una rete ecologica nell'area del bacino idrografico Dora Baltea-Chiusella;
- b) partecipazione ai gruppi europei di intercalibrazione geografica per l'armonizzazione delle metodiche di valutazione dello stato ecologico nei corsi d'acqua;
- c) partecipazione al progetto finanziato dal PSR Piemonte, in collaborazione con la Provincia di Vercelli, per interventi di tutela della biodiversità nella piana risicola vercellese;
- d) collaborazione con la Città Metropolitana di Torino per la definizione di linee guida per la realizzazione della rete ecologica a scala locale;
- e) valutazione degli impatti di impianti idroelettrici in Regione Piemonte, in collaborazione con il Politecnico di Torino;
- f) realizzazione di progetti di ripristino ambientale a tutela della biodiversità nel territorio della piana risicola vercellese;
- g) valutazione dell'impatto degli impianti idroelettrici sulle componenti idromorfologiche, attraverso l'uso della comunità delle macrofite acquatiche, in collaborazione con ISPRA, Università di Torino e Università di Roma;
- h) partecipazione al tavolo della biodiversità istituito dall'Autorità di Bacino del fiume Po;
- i) partecipazione al tavolo regionale piemontese per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali.

Oltre a quanto descritto, l'UTTS conduce attività di ricerca e sviluppo, con altre UT ENEA (UTFISSM, UTFISST), su tematiche attinenti la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi, anche in collaborazione con Sogin S.p.a.

## Risultati conseguiti

---

### Linea di attività 1:

- contributi ai lavori delle Commissioni Tecniche CT602, CT604, CT609 e dei Gruppi Consultivi GC TUA e GC CTER;
- contributi alla revisione della norma UNI 10412 e alla revisione del Testo Unico Ambientale D. Lgs. 152/06 e del Conto Termico per le parti relative ad impianti a biomassa solida;
- acquisizione del contratto per il corso di formazione professionale per ispettori di impianti termici (ai sensi del D. Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii.), in collaborazione con UTEE, finanziato da Regione Valle d'Aosta e Finaosta S.p.a.;
- definizione del Protocollo Nazionale di campionamento della comunità macrofitica nei corsi d'acqua, in collaborazione con ISPRA;
- definizione del Protocollo Nazionale di campionamento della comunità ittica nei corsi d'acqua, in collaborazione con ISPRA.

### Linea di attività 2:

- progettazione di uno strumento di calcolo per la redazione dei bilanci energetici territoriali;
- analisi delle proprietà chimico-fisiche del  $TiCl_4$ , della compatibilità dei materiali e di aspetti normativi e tecnico-economici per il suo utilizzo in impianti di potenza;
- perfezionamento dello strumento di calcolo per l'analisi di sistemi energetici alimentati a biomassa legnosa;
- test sperimentali di filtri catalitici per la riduzione delle emissioni inquinanti nei fumi di combustione di biomassa solida;
- individuazione di una procedura di campionamento e analisi di speciazione delle polveri prodotte da caldaia a biomassa;
- stipula del contratto per il progetto di ricerca finanziato dalla Fondazione CARIPLO sulla valutazione degli effetti di particolato ultrafine da processi di combustione.

### Linea di attività 3:

- redazione del piano di monitoraggio e valutazione dell'efficacia degli interventi realizzati nell'ambito del Progetto LIFE ECORICE;
- realizzazione dei progetti di ripristino ambientale della piana risicola vercellese, in collaborazione con la Provincia di Vercelli, nell'ambito del progetto "Nuovi strumenti di valorizzazione dell'agroecosistema risicolo" finanziato dal PSR della Regione Piemonte;
- definizione della metodologia e delle Linee Guida per la costruzione della rete ecologica a scala locale (per la Città Metropolitana di Torino);
- collaborazione alla redazione della metodica di valutazione dei corpi idrici definiti come aree protette ai sensi della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE, in collaborazione con AdB Po;
- organizzazione del "VI International Simuliidae Symposium" a Torino;
- organizzazione e conduzione del V Corso Nazionale per l'utilizzo delle macrofite acquatiche per il monitoraggio dei corsi d'acqua a Torino, in collaborazione con Ispra;

- definizione di una metodica per il monitoraggio e la valutazione degli habitat fluviali.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

### Interlocutori nazionali pubblici:

- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- ISPRA e Sistema nazionale delle Agenzie Ambientali, ARPA-APPA;
- Regioni Piemonte e Valle d’Aosta;
- Città Metropolitana di Torino, Provincia di Vercelli, Comune di Casale Monferrato;
- Ente di normazione CTI, Fiper, Itabia;
- Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università di Salerno, Università di Parma, Università di Brescia, Università di Torino, Università di Roma Tre, Università di Napoli;
- Centro Italiano di Biologia Ambientale, Museo di Scienze Naturali di Torino;
- Parco del Po tratto vercellese-alessandrino, Parco del Lura;
- IPLA (Istituto piante da legno e ambiente), CRA (Centro Ricerche in Agricoltura), CNR- IRPI, Autorità di Bacino del Po, Innovhub (Azienda Speciale della Camera di Commercio di Milano);
- Tavolo tecnico interregionale del bacino padano sulla qualità dell’aria.

### Interlocutori nazionali privati:

- Fondazione EnergyLab, Univer (Consorzio Università ed Impresa Vercelli), AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali);
- Turboden S.p.a., CSEAB S.p.a, Centrale Teleriscaldamento di Valdaora (BZ), Labem S.r.l., Fricke und Mallah Microwave Technology GMBH, F.N. S.p.a.;
- Pawolonia Italia S.r.l. (per l’organizzazione di eventi formativi).

### Interlocutori internazionali:

- Comitato Europeo di Normazione CEN;
- EERA, ERA-NET;
- ECOSTAT;
- Gruppi europei di intercalibrazione;
- CCR di Ispra;
- British Simuliid Group.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Gli strumenti applicativi progettati all’interno di alcune attività, finalizzati alla gestione delle politiche energetiche e alla gestione e pianificazione del territorio e delle risorse naturali, sono rivolti alle Pubbliche Amministrazioni, con potenziali ricadute sul sistema industriale ed economico produttivo in generale. In particolare il supporto all’attività di normazione e legislazione influisce anch’esso sul sistema produttivo locale e nazionale.

# UTVALAMB

Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per le Valutazioni Ambientali

Responsabile: Gabriele Zanini

## Posizionamento strategico e mission

---

Area prioritaria di intervento: **Sostenibilità del sistema energetico e Competitività dei sistemi produttivi**

L'Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per la Valutazioni Ambientali (UTVALAMB) sviluppa strumenti per l'analisi e la valutazione delle politiche ambientali e strumenti di supporto per le decisioni in tema di politiche energetiche e produttive integrando la dimensione strettamente ambientale con quella socio-economica.

## Principali attività svolte / Programmi in corso

---

Le principali linee di attività di UTVALAMB riguardano: sviluppo di modellistica atmosferica e misura degli inquinanti atmosferici al fine di predisporre strumenti a supporto delle decisioni in ambito nazionale e locale sui temi dell'inquinamento atmosferico; valutazioni quantitative di sostenibilità attraverso metodologie Life Cycle Assessment (LCA) ed ecodesign; sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative per la rimozione degli inquinanti nelle acque reflue e la riduzione dei consumi idrici; sviluppo di modelli e misure per analizzare gli impatti antropici su atmosfera, acqua e suoli.

Nell'ambito delle valutazioni di sostenibilità ambientale, l'Unità partecipa, spesso in collaborazione con altre Unità Tecniche, a progetti di ricerca comunitari, nazionali e regionali (EcoADD; CLIMATE KIC - Pioneers Into Practice programme 2014; GENESI; VIAAI; UNIFHY; TYGRE; BIOMASSVAL; LAMP; NANOREG; SWIM; MER; AdNATURE, commessa del JRC sulle principali banche dati LCA; progetto Egadi per l'implementazione di un sistema informativo dei consumi idrici nelle scuole).

UTVALAMB trasferisce i risultati della ricerca in materia di inquinamento e qualità dell'aria alla Pubblica Amministrazione Centrale e agli Enti territoriali locali attraverso rapporti di collaborazione con il Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare. Ciò avviene principalmente attraverso due azioni, lo sviluppo del modello nazionale MINNI e lo sviluppo di metodi per il disegno ottimo di reti di qualità dell'aria e la caratterizzazione spaziale delle stazioni di misura ("Accordo di Collaborazione per l'avvio delle reti speciali di cui al decreto legislativo 155/2010", siglato tra MATTM, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ENEA e Istituto Superiore di Sanità (ISS)). Queste attività contribuiscono al supporto delle Regioni e del sistema delle Agenzie Ambientali con un sistema modellistico in grado di valutare azioni di riduzione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera ma anche di orientare la scelta degli ambiti di intervento con analisi di *source-apportionment*, analisi costi-efficacia ecc.

Nel corso del 2014 è stato siglato un ulteriore accordo di collaborazione con il MATTM ed il CNR per il supporto alle attività internazionali del MATTM sul tema della qualità dell'aria. L'Unità Tecnica ha il compito di valutare scenari regionali e nazionali di abbattimento delle emissioni di

inquinanti atmosferici e di supportare tecnicamente il Ministero di fronte alla Corte di Giustizia europea per il contenzioso sui superamenti dei limiti di Qualità dell'Aria.

Tra le attività di supporto alla Pubblica Amministrazione Centrale, nel 2014 hanno trovato conclusione quelle previste dalla Convenzione mirata al rafforzamento istituzionale del Ministero dell'Ambiente Libanese sui temi dell'inquinamento atmosferico e del riuso delle acque. Nell'ambito delle attività di valutazione del rischio sanitario, UTVALAMB, anche in collaborazione con UTBIORAD, ha valutato il danno sanitario della Centrale ENEL di Torrevaldaliga Nord e ha revisionato lo studio relativo alla centrale di Brindisi. Partecipa al Progetto Nazionale "Metodi per la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (VIAS) dell'inquinamento atmosferico", finanziato dal Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie (CCM) del Ministero della Salute che opera in coordinamento con le strutture regionali, e al Progetto Europeo LIFE+ "Mediterranean Health Interview Surveys Studies: long term exposure to air pollution and health surveillance – MED HISS".

L'Unità ha inoltre svolto attività per la valutazione dell'impatto delle centrali termoelettriche a carbone presenti sul territorio nazionale sia in termini di contributo specifico alle concentrazioni locali sia in termini di rischio potenziale sulla salute delle popolazioni.

L'Unità ha condotto uno studio sull'impatto dell'ILVA di Taranto sulla qualità dell'aria della Provincia di Lecce, commissionato dalla stessa società.

UTVALAMB trasferisce metodi e strumenti sviluppati nei progetti di ricerca al sistema produttivo principalmente attraverso tre canali: la partecipazione a progetti di cooperazione transnazionale per il supporto alle PMI (PRESOURCE), per la realizzazione e la gestione di aree industriali sostenibile nei Paesi del bacino mediterraneo (MEID, MER, ECP-SCP-MED) e per la gestione della risorsa idrica in Paesi in Via di Sviluppo (SWIM); la partecipazione alla alla rete Regionale dell'Emilia Romagna dei Tecnopoli di Ricerca industriale con il Laboratorio LECOP che offre collaborazione tecnica e servizi alle aziende dell'Emilia Romagna e sul territorio nazionale e lo spin-off Ecoinnovazione srl che opera nel mercato della consulenza ambientale.

Sul tema "particolato e qualità dell'aria", UTVALAMB, attraverso il Laboratorio LECOP, ha avviato attività di tipo sperimentale volte alla misura con alta risoluzione temporale, della componente inorganica solubile (anioni e cationi) della frazione fine ( $PM < 2.5 \mu m$ ) del particolato atmosferico e misure on-line di ulteriori inquinanti atmosferici precursori del particolato. In questo ambito, il Laboratorio ha in corso molteplici Accordi di Ricerca Collaborativa con aziende leader in ambito nazionale nella produzione di nuovi monitor per la qualità dell'aria (Thermo Fisher Scientific S.p.a, Saras Ricerche e Tecnologie S.p.a, ecc.) e ha siglato un Memorandum of Understanding Collaboration con il JRC di ISPRA. Nel corso del 2014 ha partecipato a campagne di misura a livello europeo sulla caratterizzazione del particolato atmosferico.

UTVALAMB partecipa attivamente a Reti, Associazioni scientifiche, organismi internazionali, e gruppi di lavoro di carattere nazionale (Rete Italiana LCA) e internazionale (EERA JP "e3s"; SETAC; FAIRMODE; European Innovation Partnership on Water; Technical Advisory Board per la sperimentazione dei regolamenti PEF/OEF della CE; gruppo di lavoro OECD sulla sostenibilità dei nanomateriali; gruppi di lavoro su certificazione ambientale di prodotto e carbon footprint in ambito UNI; Envifood protocol), ENERO.



## Risultati conseguiti

---

Nel corso del 2014, UTVALAMB ha prodotto 18 pubblicazioni su riviste scientifiche, 35 relazioni pubblicate in *proceedings* di conferenze, 10 rapporti tecnici ENEA, 2 toolkit per la valutazione della sostenibilità delle aree industriali e PMI.

Altre attività di particolare rilevanza per UTVALAMB nel corso del 2014:

- UTVALAMB ha organizzato nel mese di gennaio 2014, presso la sede ENEA di Bologna, la prima giornata di incontro tra comunità modellistica e sperimentale sul tema "Modellistica della qualità dell'aria: l'aerosol atmosferico". L'evento, a cui hanno partecipato numerosi rappresentanti di Enti Locali/Agenzie Regionali Per l'Ambiente, soggetti imprenditoriali e consulenti ambientali, è stato promosso congiuntamente con la Società Italiana di Aerosol, in collaborazione con ISAC-CNR e RSE, ed ha avuto il patrocinio del Ministero dell'Ambiente. Obiettivo specifico è stato proprio l'integrazione tra misure sperimentali, convenzionali e non convenzionali, di qualità dell'aria e simulazioni modellistiche ed ha permesso di documentare le attività innovative svolte nell'UT in entrambi gli ambiti.

Si è inoltre assicurata la partecipazione dei ricercatori dell'Unità ai seguenti convegni e fiere:

- Seminario informativo di APRE su Horizon2020 - 29 gennaio ENEA Bologna.
- Presentazione del Nodo Italiano dell'Life Cycle Data Network, Commissione Europea, Brussels, 6 febbraio 2014.
- Energia: Dal Biogas al Biometano. Nuove prospettive di mercato. CNR Bologna 13 febbraio.
- Presentazione ad invito al convegno XXVI Congresso Nazionale AISME – Pisa, 13-15 febbraio 2014, "I nuovi orientamenti europei nell'approccio al ciclo di vita: dal prodotto all'organizzazione".
- Seminario interno ENEA di presentazione programma Horizon2020. Aula Magna ENEA Bologna 11 marzo.
- "We Starter International by SIMPLER" - 20 marzo.
- Moderatore del LEAP First Annual Meeting per conto della FAO (6 marzo 2014, Roma).
- Docenze al network STAR Agroenergy (12 marzo 2014, Foggia).
- Presentazione al 2° Workshop sulla Gestione Responsabile del Prodotto "Gli strumenti di Valutazione della Sostenibilità dei prodotti e le decisioni aziendali di marketing", organizzato da Federchimica, Milano 25 marzo 2014.
- GreenRetail Forum&Expo 2014, Milano. Partecipante alla tavola rotonda CHE SENSO HA IL CONSUMO OGGI.
- Partecipazione ad invito al 3rd International Meeting on LCA Cooperation, sul tema "GLOBAL NETWORK of INTEROPERABLE LCA DATABASES", organizzato da UNEP ed USEPA a Washington, 14-16 aprile 2014.
- Intervento dal titolo "Ottimizzazione energetico-ambientale del prodotto industriale" presso il Corso di formazione ed aggiornamento professionale per Energy Manager organizzato da FIRE in collaborazione con ENEA e tenutosi a Roma (16 maggio 2014).
- Workshop L'uso strategico degli acquisti pubblici verdi, Ministero dell'Ambiente, PON GAS, 25 Settembre 2014 Bari.
- Relazione ad invito al Seminario: "Iniziativa per la sostenibilità delle filiere agroindustriali" organizzato dal MATTM al Salone del Gusto-Terra Madre, Torino 24 ottobre 2014.
- Relazione ad invito agli Stati Generali Green Economy, Rimini 5 novembre 2014.

Ha presentato le attività e i risultati intermedi del progetto GENESI presso:

- 8th International Conference on Society & Materials (SAM8), tenutasi a Liège - Belgio (20-21 maggio 2014), con l'intervento dal titolo "Simplification strategies for mechatronic products: the case study of a cooker hood".
- 10th Going Green - CARE INNOVATION 2014 Conference, tenutasi a Vienna - Austria (17-20 novembre 2014), con l'intervento dal titolo "How to enhance the life cycle concept among small and medium sized enterprises: a proposal for a simplified LCA for household appliances".
- Convegno "Strumenti per la valutazione della sostenibilità di prodotti/processi: Environmental and Social LCA, Life Cycle Costing, Environmental Footprint, Carbon & Water Footprint, Energy, MFA" organizzato da Ecomondo e Rete Italiana LCA all'interno della fiera Ecomondo, tenutosi a Rimini (6 novembre 2014), con l'intervento dal titolo "Dealing with recycling in mechatronic products".
- Seminario di Qualityfood - Sicurezza, Qualità & Sostenibilità "Casi studio di LCA (Life Cycle Assessment) di prodotti agroalimentari: aspetti metodologici tra sfide e opportunità", Fiera di Cremona, 10 giugno 2014; presenti circa 30 persone.
- Docenza tenuta presso la Camera di Commercio di Reggio Calabria, 11 Novembre 2014, sul tema "Carbon footprint e Life Cycle Assessment. Misurare la CO2 per migliorare la competitività dell'impresa".
- Docenza tenuta al corso organizzato da ENEA per "Energy Manager", 14 novembre 2014, Milano sul tema "Ottimizzazione energetico ambientale del prodotto industriale".
- Docenza tenuta all'interno del Modulo di sviluppo competenze "L'approccio interdisciplinare ai cambiamenti climatici", organizzato dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Governance e Azioni di Sistema FSE 2007-2013, 6 novembre 2014, Lecce e 21 novembre 2014, Lamezia Terme (RC) dal titolo "Strumenti per conoscere e comunicare le prestazioni climatico-ambientali delle filiere agroindustriali".
- Docenza tenuta all'interno della Summer School "Consumo e produzione sostenibili: strumenti innovativi per l'uso efficiente delle risorse" (Università della Magna Grecia, Catanzaro, 30.06-04.07 2014), realizzata nell'ambito del Progetto PON GAS 2007-2013. Titolo dell'intervento: "Banche dati di LCA".

Nell'ambito dei progetti ECOSCPMED e MER UTVALAMB ha assicurato la partecipazione ai seguenti eventi:

- Workshop "Sviluppo Sostenibile: prodotti, consumo, promozione e marketing territoriale" (Bologna, 14 maggio 2014) Chair e reporting della Sessione World Cafè "Aree industriali sostenibili".
- Presentazione del "Toolkit for sustainability of industrial areas" alla Conferenza finale ECO-SCP-MED "Sustainable Consumption & Production in the Mediterranean: territorial approaches to match global challenges" Marseilles – 2nd December 2014 ECOSCPMED Marsiglia.
- Presentazione della attività ENEA nel progetto alla conferenza internazionale ERSCP 2014 Portorož, Slovenia 15 October 2014.
- Il 10-11 dicembre 2014 si è svolta a Bologna presso l'Accademia delle Scienze la Conferenza finale del progetto di capitalizzazione MER: "Smart Green Communities". L'evento, organizzato dalla Provincia di Bologna, ha visto la partecipazione dei partner di progetto, delle autorità locali, accademici, associazioni di categoria e imprenditori. Obiettivi: promuovere il confronto sui temi del marketing territoriale e delle smart communities; costruire sinergie e

concrete opportunità di cooperazione a livello europeo; presentare strumenti e buone pratiche atti ad accrescere l'attrattività dell'area MED e illustrare i risultati del progetto.

- Il 6 novembre 2014, l'Unità LEI ha inviato un relatore al Corso di Formazione "Marketing Territoriale, Eco-Innovazione e Sviluppo Locale" presso l'Accademia Anusca a Castel San Pietro Terme (BO). Per presentare la piattaforma per la formazione online sviluppata dal GdL dell'ENEA nel progetto MER.
- Il 26-27 maggio 2014 relazione ad invito al corso di formazione " Sustainable Industrial Areas: environmental management, green competitiveness and eco-innovation" organizzato dal Mediterranean Action Plan of the United Nations Environment Programme a Beirut (Libano). È stato presentato il modello di gestione MEID illustrando gli strumenti per favorire la sostenibilità nelle aree industriali e le opportunità per le PMI.

Nell'ambito del progetto PRESOURCE, l'Unità ha partecipato:

- Al "Transnational Workshop on Tools and Experiences" tenutosi a Berlino (8 aprile 2014) e organizzato dall'Agenzia Federale per l'Ambiente tedesca, presentando lo strumento Tespi e le attività del laboratorio.
- Attività di promozione delle attività del laboratorio al "Transnational Workshop on Innovative Financing Instruments for Eco-Innovation in Central Europe" tenutosi a Vienna (9 ottobre 2014).
- Intervento dal titolo "Progettare prodotti a ridotto impatto ambientale con un approccio a ciclo di vita" relativo ad analisi e progettazione del ciclo di vita presso l'evento "Progettare il tempo" all'interno del Festival della Scienza, tenutosi a Genova (9 ottobre 2014).
- Alla Conferenza finale del progetto Presource tenutasi a Berlino l'11 e il 12 novembre 2014 con un intervento orale e 2 poster di presentazione della fase di test dello strumento EDIT Value effettuata con le due PMI italiane.

UTVALAMB ha inoltre organizzato corsi e convegni, e realizzato materiali promozionali per imprese, consulenti, Enti Locali:

- Un corso sui temi *Life Cycle Assessment ed Eco-design* per l'azienda CMS Spa, presso la sua sede a Marano sul Panaro - MO (17 e 29 aprile 2014).
- Attività di promozione delle attività dell'Unità LEI e presentazione dello strumento EDIT Value alle imprese regionali (e non solo) durante il Transnational Workshop "Application of EDIT Value Tool in Central European SMEs" organizzato dall'Unità a Bologna il 17 settembre 2014.
- Una Brochure (sia in lingua italiana che inglese) dello strumento EDIT Value e delle attività del laboratorio LECOP.

Nell'ambito delle attività della Rete Italiana LCA, UTVALAMB ha organizzato:

- Convegno "Strumenti per la valutazione della sostenibilità di prodotti/processi: Environmental and Social LCA, Life Cycle Costing, Environmental Footprint, Carbon & Water Footprint, Emery, MFA", nell'ambito della fiera Ecomondo 2014 in collaborazione con CTS Ecomondo, Rete Italiana LCA, Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei Beni culturali, Università di Bologna. Nel corso del convegno ricercatori del Laboratorio hanno presentato le proprie attività di ricerca e presieduto sessioni di lavoro.
- VIII Convegno della Rete Italiana LCA 2014, Università di Firenze, "I nuovi orizzonti dell'LCA: verso un approccio sistemico ed integrato alla progettazione di prodotti, processi e servizi. 19 - 20 giugno 2014, Università di Firenze. Nell'ambito del convegno ricercatori del Laboratorio hanno tenuto presentazioni orali.

- Corso Base di Life Cycle Assessment. (16, 17, 18 giugno 2014, Centro Didattico Morgagni, Firenze), con l'obiettivo di fornire delle conoscenze di base sulla metodologia della Life Cycle Assessment (LCA) e guidare i partecipanti nella realizzazione di uno studio LCA di base e nell'analisi dei risultati ottenuti.

Sui temi della gestione e introduzione di buone pratiche nelle aree industriali, eco-efficienza degli edifici industriali ed efficienza energetica UTVLAMB ha partecipato alla organizzazione dei seguenti eventi:

- Nell'ambito del progetto ECO-SCP-MED la conferenza regionale "Aree industriali: sostenibilità e competitività" (10 ottobre 2014) sui temi della gestione e introduzione di buone pratiche nelle aree industriali, eco-efficienza degli edifici industriali e efficienza energetica in collaborazione con l'ordine degli Architetti ed il Comune di Piacenza. Il convegno, con circa 200 partecipanti, ha coinvolto Enti Locali, professionisti, ordini professionali e imprese della logistica (IKEA), in una discussione sul futuro delle aree industriali in Provincia di Piacenza.
- La tematica della gestione delle aree industriali e le metodologie di supporto alle valutazioni di sostenibilità sono state inoltre oggetto di un seminario formativo "Eco-innovation and competitiveness in Italian industrial areas", per gli studenti del corso di laurea Magistrale "Resource Economics and Sustainable Development" dell'Università degli studi di Bologna, Scuola di Economia di Rimini (Rimini, 20-21 Ottobre 2014).
- Il 16 e 17 settembre 2014 in collaborazione con la Facoltà di Ingegneria di Messina, l'Ordine degli Ingegneri di Messina, l'Ordine degli Architetti ed INBAR ha organizzato un convegno sulla gestione innovativa delle aree industriali nell'ambito del progetto europeo MER (Marketing and governing innovative industrial Areas, <http://www.merproject.eu>). Il convegno si è rivolto a professionisti, Amministrazioni Locali, Imprese e Gestori di Aree e ha rappresentato un'occasione per condividere, confrontare e scambiare esperienze diverse, discutendo il tema della competitività delle aree industriali in un'ottica di Sviluppo Sostenibile.

Per il coinvolgimento di imprese in progetti di ricerca, UTVLAMB ha svolto le azioni seguenti:

- Sono stati attivati contatti con alcune aziende della Regione Emilia-Romagna per valutare possibili collaborazioni a progetti di ricerca. In particolare, incontri con Softer Spa si sono tenuti il 17 ottobre 2014 e il 28 ottobre 2014 e con BIO-Pro Srl il 17 ottobre 2014 e il 10 dicembre 2014.
- Ha partecipato all'incontro con le aziende (SACMI Imola S.C., Andalò Gianni s.r.l., LaserWave s.r.l.), con il Laboratorio CNR ISTEK e con l'Istituto Nazionale di Ottica (Firenze) per lo sviluppo della proposta di progetto "Processi di lavorazione laser nella produzione di materiali ceramici" (Imola, 4 novembre 2014).

UTVALAMB ha inoltre:

- Aderito al progetto "linguaggio della ricerca" Progetto di Divulgazione Scientifica, promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna, che prevede l'organizzazione di corsi di formazione su richiesta degli Istituti scolastici <http://www.bo.cnr.it/linguaggiodellicerca/>. Il 17 febbraio 2014, l'Unità ha organizzato una giornata di studio, comprendente una parte teorica e un'esercitazione pratica presso ITIS "Leonardo da Vinci" di Carpi presentando i principi base della sostenibilità ambientale e organizzando poi una sessione specifica sull'applicazione dell'LCA e sull'uso del software di LCA semplificato eVerDEE. Gli elaborati

degli studenti sono stati premiati nel corso del XI Convegno Annuale del Progetto “Il Linguaggio Della Ricerca (LdR)” Palazzo dei Congressi (Sala Europa), Bologna 1 ottobre 2014.

- Assicurato l’aggiornamento continuo della piattaforma sviluppata in seno al progetto Presource (<http://presource.eu/competence/>) con informazioni riguardanti eventi, con pubblicazioni, con strumenti ed esempi di buone pratiche sui temi dell’efficienza delle risorse e dell’eco-innovazione in Italia e nei paesi partner.
- Curato l’organizzazione scientifica del convegno SETAC Europe Basel, maggio 2014.
- Curato l’organizzazione scientifica del convegno SETAC LCA Case Study Symposium Novi Sad, novembre 2014.
- Partecipato alla fiera H2O nell’ambito della quale ha collaborato alla realizzazione del convegno *Water Ideas*.

## Principali interlocutori nazionali ed internazionali coinvolti nelle attività

---

### In ambito nazionale:

Ministero dell’Ambiente; Ministero degli Affari Esteri - Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo; Ministero della Salute - Centro Nazionale per la Prevenzione ed il Controllo delle Malattie (CCM); Ministero dello Sviluppo Economico; Ministero delle Politiche Agricole e Forestali; ISTAT; CNR - Istituto sull’Inquinamento Atmosferico IIA, e ISAC; Rete Italiana LCA; Diverse Amministrazioni e ARPA Regionali; Diverse Università italiane ed europee; CNA Emilia Romagna, Lega Coop ER.

### In ambito europeo e internazionale:

EERA; OECD; FAIRMODE (Forum for Air quality Modelling in Europe); ACTRIS (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure Network); SETAC; UNEP; FAO; Joint Research Centre della Commissione Europea di ISPRA; International Institute for Applied System Analysis (IIASA) - Mitigation of Air Pollution and Greenhouse Gases; WSST piattaforma europea per le acque; Task force European innovation Partnership on water, ENERO, JP on water.

## Ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale

---

Il trasferimento tecnologico viene operato a tre livelli attraverso:

- 1) la partecipazione a programmi europei di cooperazione e trasferimento (Central Europe, MED ecc.) che permette di condividere i risultati delle ricerche e le migliori pratiche con partner di aree geografiche affini;
- 2) il laboratorio di ricerca industriale LECOP del Tecnopolo ENEA della Regione Emilia Romagna, che offre servizi di ricerca applicata e industriale principalmente alle imprese del territorio, ma non solo;
- 3) la promozione dello spin-off della ricerca Ecoinnovazione srl, che offre consulenza e servizi basati sugli strumenti e conoscenza sviluppata nell’ambito di progetti di ricerca al sistema produttivo nazionale, con la flessibilità che il mercato richiede.

