



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2021

Allegato 5

Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio

Marzo 2022

Indice

Introduzione	3
Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN)	4
Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN).....	34
Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT)	45
Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DU EE).....	58
Istituto di Radioprotezione (IRP)	72
Unità Tecnica Antartide (UTA).....	77
Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV).....	80
Unità Relazioni e Comunicazione (REL).....	86
Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV).....	89
Tabella 1. Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza (FSN).....	95
Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)	97
Tabella 3. Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)	98
Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DU EE).....	99
Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP).....	100
Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)	101
Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (ISV, REL, STAV).....	102
Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento.....	105

Introduzione

Al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2021 è allegato il documento programmatico *Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio* (nel seguito "Piano") riferito alla medesima annualità, che ha lo scopo di presentare, nel dettaglio di ogni singola Struttura, le finalità e strategie, i risultati più significativi raggiunti nel 2021 - con riferimento agli obiettivi fissati nel Piano della performance 2021-2023 -, i principali interlocutori e le ricadute economiche e tecnologiche più rilevanti.

Il Piano è stato redatto secondo le linee guida generali emanate con DPCM 15 settembre 2012 e quanto indicato nella nota del 1° agosto 2016 – Prot. n. U.0257030 del Ministero dello sviluppo economico, nelle more dell'emanazione dei provvedimenti del Dipartimento della Funzione pubblica, d'intesa con il Ministero dell'economia e delle finanze, che devono contenere le istruzioni tecniche ed i modelli da utilizzare per la predisposizione del medesimo Piano e per il monitoraggio dei risultati.

La prima parte del documento è dedicata alle attività centrate prevalentemente sui quattro settori di competenza dei Dipartimenti – Efficienza Energetica, Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare, Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili –, con i quali 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 andata consolidandosi nel corso degli anni.

Si passa poi alla descrizione delle Unità tecniche – Istituto di Radioprotezione e Unità Tecnica Antartide –, preposte allo svolgimento di compiti previsti dalla normativa vigente e all'esecuzione di attività di ricerca o di servizio destinate sia all'interno che all'esterno dell'Agenzia.

Il documento si chiude con i contributi dell'Unità Studi Analisi e Valutazioni, della Direzione Innovazione e Sviluppo e dell'Unità Relazioni e Comunicazione, volti rispettivamente alla elaborazione di studi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulle ricadute economiche e sociali delle tecnologie energetiche e ambientali, a cogliere e sostenere le iniziative di finanziamento, a promuovere e diffondere le conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN)

Direttore: Alessandro Dodaro

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN) opera nei settori della Fusione Nucleare, delle Applicazioni Nucleari, della Sicurezza nucleare e delle Applicazioni delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti; inoltre, ai sensi della Legge 273/1991, garantisce al Paese il ruolo di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti, mantenendo e sviluppando, secondo gli standard raccomandati a livello internazionale, gli apparati di misura campione. FSN gestisce inoltre il servizio integrato per la raccolta dei rifiuti radioattivi non elettronucleari, affidato per legge all'ENEA (D.lgs. n. 101/2020). La missione del Dipartimento si è ulteriormente estesa con il progetto di realizzazione della facility Divertor Tokamak Test (DTT), nel campo della Fusione Nucleare.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività del Dipartimento sono prioritariamente i grandi programmi/progetti di ricerca nazionali e internazionali sul tema della Fusione Nucleare (a titolo esemplificativo, EURATOM, *European Joint Fusion Programme* e *Horizon 2020*), nonché la normativa negli altri settori di intervento del Dipartimento.

Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali e di infrastrutture di ricerca, con il fine di fornire al sistema Paese conoscenze e metodi volti a fronteggiare sfide sempre crescenti, quali la ricerca di nuove fonti innovative di energia come la fusione, la necessità di garantire risposte adeguate nel campo della sicurezza nucleare ricorrendo a tecnologie d'avanguardia e in quello della protezione (*security*) verso i rischi chimici, batteriologici, radiologici e nucleari (CBRN), nonché del settore medico, che richiede nuovi sistemi per le cure oncologiche e la produzione di radio-farmaci sempre più efficaci ed efficienti, così come nella protezione dell'ambiente e nella tutela del patrimonio artistico.

Le attività del Dipartimento vengono svolte prioritariamente all'interno di grandi programmi/progetti di ricerca a valenza internazionale, quali: il consorzio EUROfusion, cui è stata demandata l'esecuzione delle attività dello *European Joint Fusion Programme* di Euratom, per il quale FSN svolge la funzione di Program Manager in rappresentanza dell'Italia; *Fusion for Energy*, l'agenzia europea incaricata di fornire il contributo europeo a ITER, in cui FSN funge da Liaison Officer.

In ambito nazionale il Dipartimento riveste il ruolo di coordinatore delle attività del programma Fusione italiano, svolge azioni di consulenza ad alto contenuto tecnologico verso la PA centrale (in particolare, al MiSE per la gestione del Protocollo di non proliferazione e al MAECI per le attività di sicurezza e salvaguardia in ambito IAEA) e, seppure con minore rilievo, mette in campo attività commerciali volte ad operatori pubblici e privati. Nel ruolo di Istituto Metrologico Primario, offre inoltre prestazioni di servizi avanzati consistenti nei servizi di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale FSN.OS.01 – Avviare la costruzione di nuove infrastrutture di ricerca e garantire l'upgrading di infrastrutture esistenti (DTT; Techea; Triga Molibdeno; Sorgentina RF)

L'infrastruttura **Divertor Tokamak Test facility (DTT)**, compresa nella roadmap europea sulla fusione, ha l'obiettivo di dare un contributo alla soluzione del problema dei carichi termici sulle pareti del reattore a fusione. Consiste in una macchina tokamak superconduttiva con un raggio maggiore di plasma di circa 2,16 metri, che presenta una regione di divertore sufficientemente ampia da consentire lo studio di diverse configurazioni magnetiche, forme geometriche di divertore e la sperimentazione di diversi

materiali, inclusi i metalli liquidi in condizioni rappresentative di quanto previsto su DEMO in termini di densità di potenza su questo componente. Il valore relativamente elevato del campo toroidale (6 T) darà la possibilità di ottenere prestazioni di plasma non lontane da quelle di DEMO.

Tutte le azioni dell'anno 2021 sono state finalizzate al mantenimento della programmazione delle attività previste dal piano di realizzazione, nonostante le difficoltà conseguenti lo stato emergenziale da COVID-19. I principali risultati conseguiti:

- è stata effettuata la consegna all'ENEA delle prime tre tranches di strand multifilamentari superconduttivi in Nb₃Sn, per complessive 16 tonnellate da parte di Kiswire Advanced Tech (Corea del Sud), in accordo al cronoprogramma del contratto stipulato a valle dell'aggiudicazione del primo lotto di gara, avvenuta nel terzo trimestre 2019;
- è stata aggiudicata la gara per la fornitura dello strand multifilamentare superconduttivo aggiudicando gli ultimi lotti andati deserti nel 2019; la fornitura di 27,5 tonnellate di strand in NbTi; 31 tonnellate di strand di rame con coating di cromo e 23 tonnellate di strand di rame con coating di niobio;
- nell'anno 2021 è avvenuto l'ingresso di altri partner nella Società e di conseguenza la nuova compagine societaria è così ridefinita: INFN 1%, Consorzio RFX 0,75%, Politecnico di Torino 0,5%, Università degli Studi della Tuscia 0,5%, Università di Roma Tor Vergata 0,5%, Università di Milano Bicocca 0,5%, mentre il CNR aderirà con lo 0,5%. La quota di partecipazione ENEA si attesta al 70%, quella di Eni al 25% e il Consorzio CREATE è allo 0,75%;
- è stato acquisito il parere favorevole dell'Avvocatura di Stato per considerare le forniture dei componenti per la realizzazione dell'impianto DTT tra gli appalti rientranti nei settori speciali di cui al codice degli appalti (D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.);
- nell'ambito dell'accordo di costruzione tra l'ENEA e la società DTT s.c.a.r.l., in cui l'ENEA ha affidato a quest'ultima la gestione per la costruzione della macchina, si sono conseguiti i seguenti risultati:
 - è stata assegnata la gara per la fornitura dei cavi superconduttori, dei 18 moduli del sistema magnetico toroidale, delle 18 casse di contenimento dei moduli del magnete toroidale. Inoltre è stata avviata la gara per le indagini geognostiche ed ambientali;
 - avvio della gara per l'individuazione della società che svolge il servizio di revisione legale dei conti della DTT s.c.a.r.l.
 - nel 2021 sono state lanciate le gare per la fornitura e posa in opera di un alimentatore (TFPS Toroidal Field Power Supply) e delle protezioni (3 FDU Fast Discharge Units) dei magneti toroidali di DTT, il cui avvio delle attività contrattuali è previsto entro il primo trimestre 2022.

Nel corso del 2021, presso il reattore TRIGA RC-1, sono continuati gli interventi di manutenzione straordinaria sugli impianti elettrici in previsione dell'utilizzo intensivo del reattore nell'ambito del progetto TRIGA Molibdeno. Sono in fase conclusiva i lavori di rifacimento della consolle, l'up-grade di strumentazione varia in sala controllo e i lavori sul ramo di ventilazione dell'impianto, inclusa la sostituzione del ventilatore, per il ripristino della funzionalità del Laboratorio Radiochimico. È in corso l'avvio della gara di progettazione di tutti gli interventi di revamping dell'Edificio Reattore TRIGA (edile, elettrico, condizionamento, antincendio) È stato presentato dal Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica della Sapienza, all'interno del Contratto di Servizio con ENEA CIG 77407626E0, il progetto preliminare per la macchina di carico-scarico da utilizzare nel processo di movimentazione della capsula contenente il ⁹⁸Mo irraggiato presso il reattore TRIGA RC1. È stato potenziato il laboratorio di spettrometria gamma, fondamentale per l'esecuzione di tutte le misure di attivazione presso gli impianti. Si sono conclusi la riapertura, lo svuotamento e i controlli radiometrici della Cella Blindata ad Alta Attività, presente presso il locale 19 del C.R. Casaccia del Laboratorio di Radiochimica. Il progetto di ripristino è completato nelle sue parti essenziali e le operazioni di rifacimento sono iniziate con la sostituzione degli elementi mobili della porta schermata. Quest'ultima risulta quindi operativa e funzionante. I lavori di ripristino procederanno nel corso del 2022 e, al termine di questi, sarà possibile effettuare le prime manipolazioni dei provini irraggiati provenienti dal reattore TRIGA, in attesa della effettuata manipolazione

dei provini irraggiati per il caricamento dei generatori. Le attività sperimentali eseguite nella Cella Blindata ad Alta Attività sono necessarie per la definizione delle caratteristiche della Clean Room entro cui verrà effettuato il processo definitivo. Il ripristino della Cella Blindata ad Alta Attività sarà funzionale anche a una eventuale attività di formazione di personale esterno che deve operare mediante telemanipolatori nonché alla possibilità di operare in un ambiente ad alto schermaggio per campioni sospetti, qualora il Sistema Paese ne necessiti. Contestualmente si sta avviando il processo di individuazione di edifici presenti nel centro Casaccia idonei per l'allestimento di una Clean Room in conformità alle norme legislative vigenti.

Relativamente all'infrastruttura TECHEA, la cui realizzazione in corso presso il C.R. ENEA di Frascati è stata prorogata di un anno, sono proseguite le attività per la realizzazione dei prototipi, finalizzati allo sviluppo di tecnologie per la sicurezza alimentare, l'utilizzo di acceleratori lineari di elettroni miniaturizzati in radioterapia, lo sviluppo di dosimetri per imaging e di sistemi indossabili basati su tecnologia in fibra ottica per il monitoraggio di pazienti. L'infrastruttura, costituita da tre WP, ha conseguito i seguenti rilevanti risultati.

Nel WP1, dedicato alla LPAS per la sicurezza alimentare, durante il 2021 è stato ottimizzato il prototipo per linea di produzione (su carrello). In particolare, l'amplificatore lock-in compatto è stato integrato e il programma LabVIEW che controlla tutti i sottosistemi è stato aggiornato. Inoltre, è stato finalizzato il prototipo per analisi speditive (in valigetta, funzionante a batteria). Particolare cura è stata dedicata alla realizzazione della cella con inserimento automatico del campione. Parallelamente, è continuata l'applicazione dei prototipi a casi di studio: sofisticazione di succhi di frutta, latte, olio di oliva, origano e riso. Entrambi i prototipi sono stati operati in condizioni "stand alone" da personale che non ha partecipato al loro sviluppo, dimostrando così di poter essere dispiegati efficacemente in qualsiasi scenario operativo.

Nel WP2 dedicato alla realizzazione del prototipo di sistema per trattamento di tumori alla mammella con paziente in posizione prona basato su linac compatto di elettroni da 3 MeV, sono stati effettuati i test di accelerazione del fascio di elettroni fino alla massima frequenza di ripetizione prevista dal progetto (100 Hz). Il fascio di elettroni accelerato è stato caratterizzato in termini di corrente, dimensione trasversa ed energia in varie condizioni di operazione all'uscita dell'acceleratore verificando la coerenza con quanto atteso dal progetto. È stato montato in uscita dal linac il convertitore elettroni-raggi X e sono stati effettuati i primi test di produzione di radiazione X. È stata inoltre ultimata la procedura per l'assegnazione di un contratto a IFO (Istituti Fisioterapici Ospedalieri-Laboratorio di Fisica dei sistemi esperti) per la caratterizzazione dosimetrica della sorgente e della misura della radiazione ambientale che avrà durata prevista di dieci mesi.

Nel WP3 dedicato alle applicazioni della fotonica per la salute sono proseguite le attività di R&S di dosimetri luminescenti basati su fluoruro di litio (LiF) e la realizzazione di prototipi di sensori e sistemi in fibra ottica indossabili. L'upgrade del microscopio ottico utilizzato per l'imaging di centri di colore indotti da radiazione nel LiF ha aumentato la sensibilità della lettura di un fattore 3.5, migliorando il rapporto S/N ed il contrasto delle immagini, consentendo di rivelare dosi di ~50 Gy con film di LiF cresciuti su Si(100) colorati con raggi-X presso il sincrotrone SOLEIL (F), nell'ambito di una collaborazione con École Polytechnique (F), Università di Osaka (J) e Russian Academy (RU). Nei rivelatori a film sottile realizzati su substrati compositi altamente riflettenti (Brevetto ENEA) per evaporazione termica, irraggiati con protoni da 35 MeV presso l'acceleratore TOP-IMPLART, l'amplificazione della risposta sale fino ad un ordine di grandezza per lettura con microscopia confocale laser, proposta per la ricostruzione 3D in modalità fluorescenza e Raman. Misure sistematiche della risposta spettrale con eccitazione laser di set di cristalli di LiF irraggiati gamma a dosi cliniche (1-50 Gy) presso INMRI (ENEA C.R. Casaccia) confermano: a) linearità della risposta vs dose per l'emissione rossa dei centri F2; b) buona stabilità nel tempo, entro il 5% in 39 mesi; c) riproducibilità dopo annealing entro il 2%.

Sono stati realizzati e caratterizzati sensori di umidità relativa funzionalizzando sensori in fibra ottica di tipo FBG (Fiber Bragg Gratings) con il chitosano, un polimero igroscopico di origine naturale, inglobati in mascherine protettive di tipo chirurgico e FFP2 per verificarne la corretta risposta alle variazioni di umidità. In collaborazione con l'Università Campus Biomedico di Roma sono stati realizzati due prototipi di dispositivi per il monitoraggio della respirazione, basati su sensori di umidità di tipo FBG funzionalizzati

con agar, alloggiati in una matrice siliconica. Sia il dispositivo posizionato sotto le narici che quello sistemato all'interno di una mascherina FFP2 rilevano la frequenza respiratoria tramite il flusso di aria nasale e sono stati validati eseguendo studi pilota su gruppi di volontari. Inoltre è stato messo a punto un dispositivo non intrusivo per il monitoraggio contemporaneo della frequenza respiratoria e del battito cardiaco, composto da sensori commerciali di tipo FBG inglobati in una matrice di un polimero silossanico commerciale (Dragon-Skin) posta sullo schienale di una sedia da lavoro a contatto con la schiena di un volontario. I risultati dello studio pilota mostrano ottime prestazioni del prototipo realizzato nella rilevazione cardiorespiratoria.

Per l'infrastruttura **Sorgentina RF** è stata finalizzata la progettazione del dimostratore termomeccanico sia attraverso calcoli numerici di termo fluidodinamica che di sollecitazioni dovute ai carichi termici e di pressione. Questa attività ha portato alla definizione delle specifiche tecniche che poi sono state parte di una gara che si è aperta ad agosto 2021 dopo una intensa attività di ricerca di mercato e colloquio con numerose ditte italiane.

Si sono concluse le indagini di mercato con ditte ed istituzioni internazionali per la fornitura della sorgente ionica deuterio/trizio da 250 kW di potenza di fascio e si è lanciata la gara internazionale basata sul cosiddetto dialogo competitivo. Questo ha permesso di individuare una ditta statunitense (Muons Inc.) come potenziale ditta fornitrice della sorgente ionica. Si sono svolte prove di laboratorio per l'attacco chimico del molibdeno a basso impatto ambientale con il cosiddetto processo idrotermale che ha dato indicazioni preziose sull'efficacia dello stesso. Queste prove hanno permesso di iniziare la progettazione di una sistema di dissoluzione chimica dimensionato per trattare fino a 1-2 kg di Molibdeno.

Si sono svolti test di laboratorio su tenute da alto vuoto sia meccaniche che ferrofluidiche che hanno permesso di iniziare la progettazione di un sistema di prove di tenute ferrofluidiche con dimensioni simili a quelle che potranno essere utilizzate nell'impianto finale. Allo scopo di poter installare le tenute ferrofluidiche sul prototipo finale, è stata riprogettata la configurazione finale della macchina con conseguente redistribuzione delle posizioni e dei volumi dell'evaporatore e del condensatore.

Dopo una ricognizione delle esigenze impiantistiche si è lanciata la gara ed affidata la progettazione degli interventi di ristrutturazione essenziali dell'area denominata CPC1 dove verrà installata SORGENTINA-RF.

Infine si sono svolti calcoli numerici per una prima valutazione della produzione di rame-64 (Cu-64) e Lu-177 con i neutroni da fusione previsti sull'impianto finale SORGENTINA-RF.

Si sono svolti calcoli numerici e simulazioni Monte Carlo per una progettazione di massima di sistemi di moderazione per i neutroni di fusione per le applicazioni previste su SORGENTINA-RF.

Obiettivo triennale FSN.OS.02 – Assicurare l'avanzamento del programma EUROfusion, sviluppando anche gli studi relativi alla fisica della fusione e alle tecnologie di componenti e di materiali nel campo della Fusione Nucleare

È stato coordinato lo svolgimento del programma EUROfusion da parte di ENEA e dai Partner al Consorzio EUROfusion, ed è stata effettuata la rendicontazione degli obiettivi raggiunti per le attività svolte cui è seguita l'approvazione da parte del MiSE e del MEF della quota di cofinanziamento all'ENEA. È stata intensificata l'attività di monitoraggio e conseguente reporting di progetto, permettendo un maggiore controllo in itinere delle attività EUROfusion nel loro insieme ed un maggior tasso di raggiungimento degli obiettivi. È stato svolto il ruolo di Industrial Liaison Officer per F4E tramite la diffusione delle informazioni relative alle gare di ITER, il supporto alle imprese per la partecipazione alle gare, la promozione e la partecipazione di ENEA a rilevanti eventi nazionali e internazionali tramite teleconferenza.

L'attività sui materiali per i superconduttori tipo REBCO è proseguita sulle tecniche di crescita di film sui substrati metallici necessari per lo sviluppo di nastri. In parallelo è proseguita l'attività sul nuovo materiale superconduttore a base di Ferro focalizzandola sullo studio delle proprietà del materiale stesso e sullo sviluppo di una tecnologia per la produzione di fili. Sono inoltre stati costruiti e testati altri conduttori con slot di alluminio e tape YBCO per un loro eventuale uso in DTT. Infine prosegue la caratterizzazione dei fili superconduttori forniti da KAT.

Nell'ambito dei progetti Breeding Blanket e balance of Plant sono state effettuate attività di progettazione, sviluppo codici, simulazione e sperimentazione. Le attività di progettazione hanno riguardato il WCLL Breeding Blanket e Balance of Plant focalizzandosi sull'analisi del comportamento neutronico, termo-idraulico e termo-meccanico dei segmenti centrale e laterale di outboard al fine di ottimizzare figure di merito quali il TBR e l'ottenimento di un campo termico e tensionale tale da soddisfare i requisiti imposti dai codici di design. Le modifiche suggerite sono state infine implementate nei modelli CAD di riferimento. Inoltre, si è effettuato il dimensionamento meccanico, termoidraulico del generatore di vapore di DEMO attraverso il supporto di tecniche ingegneristiche analitiche e di simulazione. Attività di progettazione hanno anche riguardato la concettualizzazione e modellazione delle infrastrutture sperimentali che saranno costruite presso il CR Brasimone. Essi sono: 1) Water Loop (impianto acqua in pressione, potenza 1MW, altezza 25m) rilevante per lo sviluppo della tecnologia dei breeding blanket refrigerati ad acqua, incluso il sistema di riscaldamento previsto basato su una camera da vuoto e sistema Electron Beam da 800kW; 2) impianto STEAM (impianto acqua in pressione, potenza 3MW) rilevante per la qualifica del generatore di vapore di DEMO; e 3) impianto LIFUS5/Mod4 (PbLi) finalizzato allo studio della sicurezza dell'analogo circuito del TBM di ITER. Attività di sviluppo modelli e codici di interesse F4E sono state condotte ed hanno riguardato avanzamenti sulle capacità del codice RELAP5 nella simulazione del circuito del PbLi (modelli di scambio termico e magnetoidrodinamica) e sviluppo di interfacce di accoppiamento tra SIMMER e REALP5. Attività sperimentali hanno riguardato l'esecuzione ed il completamento delle campagne sperimentali nell'impianto LIFUS5/Mod3.

Riguardo allo sviluppo tecnologico delle barriere antipermeazione trizio, l'analisi degli esperimenti di caratterizzazione ha evidenziato le necessità di ulteriori approfondimenti sperimentali per quantificare il comportamento di lungo termine dell'allumina in presenza di litio e la necessità di individuare una soluzione tecnologica di backup. Sono stati installati simulacri sperimentali del sistema PAV e del sistema GLC che saranno sperimentati entrambi nel 2022. I primi test sul GLC hanno mostrato un danneggiamento inatteso delle piastre verticali che determinano il contatto tra liquido e gas. È stata riscontrata la necessità di approvvigionare un materiale più idoneo o di operare il dispositivo in diversa modalità. Si sono registrati importanti avanzamenti nei tasks WPENS di EUROfusion relativi alla progettazione, al coordinamento e al management delle attività di DONES nonché alla sperimentazione sul comportamento e la gestione del litio liquido. In particolare sono state avviate, sull'impianto ANGEL recentemente installato presso il C.R. ENEA Brasimone, le sperimentazioni sui materiali getter per la rimozione delle impurezze di azoto nel litio. Inoltre, sono state condotte attività di ripristino e manutenzione del circuito a litio liquido Lifus 6 in preparazione alla prossima campagna sperimentale per quanto riguarda i test di corrosione sui diversi tipi di acciai utilizzati in DONES e con differenti concentrazioni di azoto nel litio.

Con riferimento allo sviluppo dei materiali strutturali per la Fusione, le attività più significative sono di seguito riportate. È proseguito lo sviluppo degli acciai a bassa attivazione per impiego a temperature prossime al limite inferiore di utilizzo (300 °C) come richiesto dal blanket WCLL. È stata prodotta una nuova colata in cui, senza modificare la composizione chimica dell'Eurofer 97 è stata conseguita una microstruttura più idonea all'impiego in prossimità dei 300 °C. Le prove di caratterizzazione sono state avviate. In ambito TBM è stata avviata, con la realizzazione dei campioni, la campagna sperimentale dedicata alla caratterizzazione a fatica oligociclica dell'Eurofer 97 nelle condizioni richieste dalla normativa RCC-MR. In ambito MAT-Tech è stata condotta la corrosione in piombo-litio, di provini rivestiti con allumina, deposta mediante tecnica PLD. L'esposizione e la caratterizzazione sono state effettuate presso il laboratorio materiali del Brasimone. Sono stati effettuati studi teorici e calcoli numerici di radiolisi dell'acqua finalizzati alla messa a punto e alla pianificazione delle campagne sperimentali di corrosione acquosa per il divertore e per il breeding blanket. È stata altresì progettata la configurazione del set-up sperimentale.

A supporto del progetto ITER, attraverso attività di R&S commissionate da ITER-IO, si stanno studiando presso il C.R. ENEA del Brasimone tecnologie per la realizzazione di un coating antipermeazione per il trizio da applicare sulle tubazioni dell'Helium Coolant Pipes (HCPs). Mediante una campagna sperimentale realizzata ad hoc si procederà alla caratterizzazione di diverse tipologie di coating (basate tutte sull'utilizzo di allumina come barriera antipermeazione) e successivamente a questo screening tecnologico si

procederà poi con la realizzazione di un mock-up per caratterizzare l'Effective Permeation Reduction Factor (PRFe) sulla tipologia di coating proposto per l'HCPs di ITER.

Nell'ambito del progetto WP EUROfusion "WP18-MST2-20" sono continuate le misure su campioni di interesse fusionistico con il sistema LIBS (Laser-Induced-Breakdown-Spectroscopy) compatto utilizzato sul tokamak FTU nel 2019. Il sistema si è rivelato efficiente e versatile anche in laboratorio ed è stato impiegato in varie configurazioni: in modalità doppio impulso laser (DP-LIBS) effettuando misure in vuoto e in flusso di gas (He e Ar). Le misure LIBS sono state effettuate su campioni con strati superficiali metallici dello spessore di pochi micron, che riproducono la condizione degli strati superficiali previsti per ITER, e in generale negli impianti di prossima generazione quali il DTT. Lo studio è stato focalizzato sull'ottimizzazione delle condizioni sperimentali per la quantificazione degli isotopi dell'idrogeno (H e D) su campioni drogati.

Sono proseguiti gli studi previsti (Task Agreement ENR-MFE19.ENEAE-04) mediante spettroscopia di fotoemissione XPS di nanoinclusioni di Gd disperse in diverse percentuali in film sottili di YBCO ottenuti per via chimica al fine di interpretare le proprietà elettroniche del Gd nanometrico nel film di YBCO.

Prosegue lo studio di film a base carbonio (diamante, grafene, ecc.) mediante spettroscopia confocale Raman. È inoltre proseguita la caratterizzazione di film di 6LiF cresciuti mediante evaporazione termica per rivelatori di neutroni termici ibridi a base silicio e diamante.

Nell'ambito del programma EUROfusion è stato rinnovato il WPPFC SP3, comprendente le attività svolte in collaborazione con l'Istituto di Fisica del Plasma Max-Planck-Institut di Garching (DE) e che riguardano la caratterizzazione e il controllo del danneggiamento di materiali di interesse fusionistico bombardati mediante LINAC di elettroni da 5 MeV.

Nell'ambito delle attività di EUROfusion sul divertore, il concetto ITER-like proposto da ENEA è stato posto come concetto di riferimento per DEMO. Tutti i prototipi ENEA hanno superato il test di fatica termica di 500 cicli a 20 MW/m^2 e hanno raggiunto picchi di flusso termico assorbito di 32 MW/m^2 .

Utilizzando la tecnologia HRP (brevetto ENEA), nell'ambito del contratto con ITER per "Validation of a representative Blanket Manifold pipe bundle", sono stati realizzati tutti gli elementi necessari alla costruzione del prototipo finale che riproduce in scala reale tutte le possibili configurazioni del circuito di raffreddamento del Blanket di ITER. Il prototipo è stato completato con successo ed è risultato conforme alle specifiche contrattuali di ITER.

Sono state effettuate le campagne di misura su detto prototipo utilizzando il braccio di misura portatile a coordinate (CAM2), che consente di verificare la qualità dei manufatti attraverso ispezioni 3D, comparazioni con il modello CAD, analisi dimensionali e reverse engineering.

Tutti i prototipi suddetti, sia EUROfusion che ITER, sono stati controllati con il sistema non distruttivo ad ultrasuoni (ULTRAS, brevetto ENEA), la cui validità è ormai riconosciuta in campo europeo.

Nel 2021 FSN si è aggiudicata la call EUROfusion CfP-FTD-AWP21-TFV-07 (WPTFV) che prevede attività di sviluppo e di design di alcuni dei principali processi di detritizzazione del ciclo del combustibile di DEMO. L'attività da svolgersi nel periodo 2021-2025 ha come scopo la definizione del conceptual design del ciclo del combustibile di DEMO (loop esterno). Il design dovrà dimostrare la fattibilità dell'intera architettura e di tutte le tecnologie proposte. Oltre alle attività di design, che verranno svolte anche con il supporto di RINA (ENEA linked third party), la call prevede anche analisi di sicurezza da effettuare sempre all'interno di FSN.

Ancora in ambito WPTFV, FSN ha vinto uno degli Engineering Grant (EEG) previsti nella call CfP-TRED-AWP22-TRED-01. Nello specifico, la posizione EEG21-10 DEMO coolant purification system ha una durata di 3 anni e ha lo scopo di supportare lo sviluppo professionale di un giovane ingegnere nell'ambito delle tematiche relative al sistema di purificazione del refrigerante primario di DEMO.

Nel 2021 sono state ultimate le attività del progetto TRANSAT (TRANSversal Actions for Tritium) che prevedevano attività sperimentali per il trasferimento di tecnologia in condizioni operative di interesse sia

per la fusione che per la fissione. Sono stati quindi riportati i risultati delle prove sperimentali effettuate presso i laboratori di Frascati e del Brasimone. Le prime hanno riguardato prove di water gas shift per il possibile trattamento dell'acqua triziata all'interno di un reattore a membrane, le seconde hanno interessato la caratterizzazione di materiali zeolitici e letti riducenti all'interno della facility HYDREX di Brasimone. Nell'ambito delle analisi nucleari per DEMO, sono stati effettuati calcoli di neutronica con il codice Monte Carlo MCNP5 di supporto alla progettazione del divertore, del blanket di tipo Water Cooled Lithium Lead (WCLL) e dell'Upper Port. Inoltre, è proseguita l'attività di sviluppo e ottimizzazione del codice Advanced D1S dynamic per le dosi allo shutdown. Nell'ambito degli studi sugli Activated Corrosion Products (ACPs) per il Water Cooled Lithium Lead Test Blanket Module (WCLL-TBM) di ITER è stato effettuato il confronto tra PACTITER 2.1 e OSCAR-Fusion ed è stato sviluppato un codice accoppiato OSCARFusion/MCNP per la valutazione della dose gamma. Sono proseguite le misure e le analisi dello Shutdown dose rate benchmark al JET e i test dei rivelatori a diamante per il TBM in TT and DT. È stata completata la post-analisi del WCLL TBM mock-up experiment a FNG e sono state effettuate le pre-analisi per l'ottimizzazione della configurazione del futuro W-experiment a FNG. Sono stati inoltre effettuati studi per la progettazione di diagnostiche neutroniche e gamma per JT-60SA.

Nell'ambito dei Framework Contracts No. 6000000304 "Design Analysis for the ITER Tokamak Engineering" e 6000000323 "Diagnostic Infrastructure Development and Engineering Service" sono state effettuate le analisi nucleari con il codice D1SUNED per la progettazione e integrazione dei port plug diagnostici di ITER. Sono stati inoltre eseguiti calcoli di neutronica e studi di schermaggio per la progettazione e il licensing di DTT.

Le attività riguardanti le analisi di sicurezza ed affidabilità per il futuro reattore DEMO hanno ottenuto come principali risultati: a) contributo al "generic site safety report" relativo alla identificazione dei sistemi rilevanti per la sicurezza, alle analisi probabilistiche e deterministiche delle sequenze incidentali definite da guasti nei circuiti di refrigerazione dei componenti affacciati al plasma, alla valutazione della dose occupazionale, alla valutazione dei prodotti corrosione attivati e dei rifiuti radioattivi; b) analisi di affidabilità dei sistemi di Blanket e dei circuiti di refrigerazione, definizione della procedura di analisi probabilistica per l'identificazione dei guasti nel sistema ECRH, definizione di una procedura per l'ottimizzazione dell'affidabilità dei sistemi del ciclo del combustibile, nonché una prima analisi di rischio.

Nell'ambito delle analisi di sicurezza promosse da EUROfusion, sono state condotte analisi di sicurezza probabilistiche e deterministiche per i sistemi di uno dei Test Blanket Modules di ITER, il WCLL.

Nell'ambito delle attività di progetto di DEMO, stesura del "Room Book", che consiste di una raccolta di dati rilevanti per la sicurezza all'interno delle varie zone di impianto.

Nell'ambito del progetto DONES le attività principali hanno riguardato: le analisi di sicurezza per l'identificazione di incidenti durante le operazioni di manutenzione robotizzata, la raccolta ed analisi di esperienza operativa acquisita nell'acceleratore LIPAc situato a Rokkasho (Giappone) ed il coordinamento delle analisi di affidabilità dei sistemi di impianto.

Nell'ambito del progetto DTT, analisi di sicurezza per identificazione eventi incidentali e preparazione di modelli di calcolo per la valutazione dei prodotti di corrosione attivati.

Altre attività hanno riguardato la raccolta dei dati operativi sulla dose occupazionale del JET.

Nel 2021 sono stati forniti servizi di irraggiamento con il generatore di neutroni a 14 e 2.5 MeV FNG a vari operatori esterni (INFN, CEA, CNR-Milano). Nel 2021 sono state eseguite modifiche dell'anello di guardia della macchina di deposizione CVD volte a ridurre la presenza di scariche. Inoltre, sono state condotte specifiche sperimentazioni su differenti geometrie di substrati al fine di ottimizzare il confinamento del plasma ed il posizionamento della scarica sul campione, che hanno permesso di ottenere campioni di migliore cristallinità verificata dall'indagine Raman.

Nell'ambito del Framework Partnership Agreement (F4E-FPA-327) tra F4E ed un Consorzio di Istituti Europei (IFJ-PAN e IPPLM (Polonia), IST (Portogallo), PTB (Germania), IPPCAS (Repubblica Ceca), Università di Trieste, CREATE ed ENEA (Italia)) guidato dall'ENEA, è continuato il contratto SG07 dedicato ad attività

di prototipazione ed alla progettazione finale della Radial Neutron Camera (RNC) di ITER. Per la RNC In-Port ed il cabinet schermato per i preamplificatori sono state completate la progettazione su CATIA-5, l'analisi meccanica, nucleare e termica e sono state definite le interfacce con gli altri sistemi di ITER per il Final Design Review che ha avuto luogo a Dicembre 2021. Sono stati inoltre effettuati a) test di performance su un prototipo di camera a fissione a ^{238}U mediante irraggiamenti con neutroni da 14 MeV sia presso FNG che PTB; b) test sulla resistenza ai cicli termici in ITER di prototipi di rivelatori neutronici (single Crystal Diamond a matrice) presso IFJPAN, c) test su prototipo di electrical feedthrough (verifica delle saldature, tenuta da vuoto, performance elettrica, cicli termici, pressione e vibrazione). Per la RNC Ex-Port è stato definito il design di riferimento dei vari sottosistemi (schermaggio, modulo rivelatori, sistema di raffreddamento dei rivelatori, cavi ed elettronica) e prodotto il relativo disegno 3D (CATIA-5). È iniziata la progettazione di un secondo cabinet (comprendente componenti PIC), associato alla RNC, contenente il secondary vacuum system per l'In-Port ed il sistema di raffreddamento per i rivelatori Ex-Port.

Nell'ambito del cooperation agreement tra ENEA e ITER Organization relativo alla promozione e incentivazione scientifica è proseguita la partecipazione di un Project Associate distaccato per le attività di Interface & Control per tutte le diagnostiche di ITER, la partecipazione allo sviluppo di sistemi di produzione dati da misure real-time provenienti da più diagnostiche e le attività di supporto alla diagnostica RNC.

Si è concluso il task EUROfusion WP20-MST2-15 sulla diagnostica Runaway Electron Imaging and Spectroscopy – Extended (REIS-E) con la produzione del rapporto finale ed il completamento dell'analisi dei dati precedentemente raccolti su COMPASS ed FTU. La diagnostica, che misura la radiazione di sincrotrone prodotta da elettroni runaway in tokamak, è stata poi installata nel 2021, nell'ambito di un nuovo task EUROfusion TCV_TE-4.Upgrade.TCV, su TCV (Svizzera) e sono stati acquisiti dati durante la campagna sperimentale 2021. Gli spettri ed immagini raccolti su TCV sono stati analizzati, in collaborazione con l'Università Chalmers di Göteborg (Svezia), mediante il codice SOFT (Synchrotron detecting Orbit Following Toolkit) allo scopo di ottenere informazioni sulla funzione di distribuzione dell'energia degli elettroni runaway.

Sono stati prodotti film di diamante monocristallino fino a 0,5 mm di spessore ad elevata purezza. È stato inoltre messo in opera un sistema di deposizione dei contatti metallici per costruire dispositivi e rivelatori a diamante sintetico. Ciò consentirà la partecipazione diretta dell'ENEA ad attività di ricerca e sviluppo sulle diagnostiche e sulla sensoristica basata sul diamante e, a breve termine, una riduzione dei costi di approvvigionamento dei sensori utilizzati nelle varie attività sperimentali in cui è coinvolta l'ENEA.

Nell'ambito delle campagne JET DTE2 sono state realizzate misure di spettroscopia neutronica e profilo di emissione neutronica, rispettivamente, tramite gli spettrometri neutronici KM12 (CNS) e KM13 (VNS) e la Neutron Camera (KN3NB e KN3NU).

Nell'ambito dell'Interim Design Report ("Green Book") della facility DTT sono stati effettuati una revisione con riferimento al sistema di riscaldamento mediante risonanza ciclotronica ionica alle frequenze 60-90 MHz e lo sviluppo e applicazione di modelli e codici di calcolo tra i più avanzati per lo studio dell'interazione mutua tra particelle energetiche e modi magnetoidrodinamici di tipo Alfvénici, di grande rilevanza per i plasmi di interesse fusionistico, nell'ambito delle attività di ricerca di EUROfusion.

Nella campagna sperimentale del 2021 effettuata sulla macchina Proto-sphera si sono purtroppo evidenziati alcuni problemi dovuti alle modifiche apportate alla macchina. Queste hanno provocato una forte iniezione di impurezze dai componenti isolanti esposti al plasma, che hanno limitato la durata della scarica di plasma a 300ms, da 1 s raggiunto in passato. Inoltre l'isolamento della parte bassa del divertore inferiore, si è rivelato insufficiente provocando delle indesiderate asimmetrie alto/basso della configurazione di plasma. Anche la struttura del catodo ha rivelato dei problemi che hanno aggravando la dissimmetria e provocato il degrado dei filamenti in Tungsteno.

Nel corso del 2021 si sono approntate delle modifiche alle strutture interne della macchina per risolvere i problemi osservati. La prossima campagna sperimentale di Proto-Sphera è prevista nella primavera 2022.

Contemporaneamente si è provveduto a portare avanti le modifiche nell'edificio F23 (ex Hall FT) che dovrà ospitare l'esperimento Proto-Sphera, attualmente collocato nell'edificio F87. In particolare è stata realizzata la struttura di sostegno in AISI304 sulla quale dovrà poggiarsi la macchina.

Nell'ambito delle attività volte a rendere disponibili gli ambienti che dovranno essere utilizzati per l'infrastruttura DTT si sono effettuate le misure della presenza di radionuclidi in tutti i componenti presenti all'interno della camera da vuoto di FTU. Si è inoltre completato, senza imprevisti, lo spostamento del Centro di Calcolo di FTU dall'edificio 84, destinato a DTT, all'edificio 23, dopo aver riadattato il locale che doveva riceverlo.

Relativamente alle attività di collaborazione nazionali e internazionali (Progetti Europei, ITER, campagne sperimentali JET, EUROfusion) nel campo della Fisica della Fusione:

- sono proseguite le attività relative alla realizzazione dello spettrometro VUV da destinare al JT-60SA;
- sono stati curati i contributi al programma del WP TE (Tokamak Exploitation) di Eurofusion, che prevede la partecipazione alle campagne sperimentali sulle macchine internazionali AUG, TCV, WEST, e MAST-U nonché ai programmi già in corso presso il JET per FP9 2021-25;
- è stato curato il contributo al programma del WPDC (DEMO diagnostics) di Eurofusion, che prevede lo sviluppo e il design della diagnostica Electron Cyclotron Emission (ECE) per l'esperimento DEMO per le misure di temperature sul plasma e l'attuazione del real-time control della macchina;
- sono state avviate le attività EUROfusion nell'ambito del progetto "enabling research" AWP21-ENR-03/MPG-01 (PI Ph. Lauber; co-PI M. Falessi), con inizio ritardato al 01/06/2021;
- sono state avviate le attività EUROfusion nell'ambito dei progetti "theory, simulation, verification and validation" TSVV/MPG-04 (PI A. Mishchenko) e TSVV/EPFL-01 (PI E. Ball), con inizio ritardato al 01/04/2021;
- sono continuate le attività del Center for Nonlinear Plasma Science (CNPS) per coordinare la collaborazione bilaterale con la CINA (University of Science and Technology of China, Hefei, e Institute for Theory and Simulation, Zhejiang University, Hangzhou) su teoria e simulazione. In particolar modo, la collaborazione ha riguardato CFETR, il Burning Experimental Superconducting Tokamak (BEST) e DTT;
- le attività del CNPS sono state estese a KSTAR (Daejeon, Corea del Sud) con la "Trilateral Collaboration on Energetic Particle Physics";
- in ambito ITPA si è contribuito al capitolo "Physics of energetic ions" su ITER che comparirà in un numero speciale di Nuclear Fusion come aggiornamento della precedente pubblicazione del 2007;
- è stata svolta, in collaborazione con INAF, l'attività sperimentale per ripristinare l'analizzatore di particelle neutre, originariamente sviluppato nell'ambito dei pre-test sul rivelatore U-GAS;
- è stata effettuata la progettazione e lo sviluppo di un prototipo del sistema di acquisizione dati per i test in Port Plug Test Facility (PPTF) della Radial Neutron Camera (RNC) di ITER;
- sono state emesse le specifiche per hardware e software per l'integrazione del sistema di controllo e acquisizione dati della RNC;
- è stata effettuata la gestione delle interfacce (meccaniche, elettriche, idrauliche e con altri sistemi) per il sottosistema In-Port della RNC a livello di Preliminary Design;
- è stata effettuata la definizione preliminare delle interfacce del sottosistema Ex-Port della RNC;
- sono proseguite le attività di coordinamento delle attività di progettazione del Sistema di Strumentazione e Controllo dell'impianto IFMIF/DONES e del disegno preliminare della logica di controllo di DONES;
- nell'ambito delle campagne sperimentali JET si evidenziano le attività: analisi e modellizzazione dell'MHD per lo sviluppo degli scenari; sviluppo codici di analisi per la diagnostica KG1 - interferometro

multi canale a infrarossi - del JET; monitoraggio del sistema di diagnostiche magnetiche; esecuzione test elettrici e interpretazione dei segnali acquisiti per individuare eventuali malfunzionamenti nei sistemi di sicurezza a protezione della macchina. Nella campagna con Deuterio-Trizio si è dato supporto fornendo un nutrito gruppo di esperti, fra cui un esperto di operazioni (Session Leader), ed un Diagnostic Coordinator (DCO) specificamente formato oltre ad esperti di diagnostiche, acquisizione ed elaborazione dati. Le principali attività svolte sono state: studio attività MHD, e analisi scariche JET; studio del piedistallo del JET mediante tecniche avanzate di machine learning, e sviluppo di un codice per la symbolic regression dello stesso; supporto alle attività di modellazione del plasma di bordo utilizzando codici di simulazione integrati (JINTRAC, EDG2D/EIRENE); coordinamento degli sviluppi della libreria EPROC; studio della relazione delle misure di temperatura effettuate con Thomson Scattering ed ECE; Controllo Real Time del plasma, utilizzando le diagnostiche Fast ECE come monitor;

- si è fornito un contributo ai lavori del gruppo diagnostiche per ITER ITPA, con particolare riferimento alle diagnostiche a microonde. Partecipazione alla redazione dell'articolo di review ITPA su Nuclear Fusion, con un contributo sulle diagnostiche THz-FIR e microonde;
- in collaborazione con Hefei si è partecipato alla sperimentazione sul reattore EAST, dove la camera GEM per soft X-ray imaging di Frascati, già funzionante da anni, è stata equipaggiata con la nuova microelettronica (chip GEMINI). È stata anche installata e testata una diagnostica innovativa per la rilevazione e misura delle onde a radio frequenza emesse durante la formazione di fasci di elettroni runaway;
- le attività associate ai due progetti Enabling Research Eurofusion IFE, con partecipazione FSN-FUSPHY-SDL: "Study of Direct Drive and Shock Ignition for IFE: Theory, Simulations, Experiments, Diagnostics development" (P.I. D. Batani, CEA) e "Routes to High Gain for Inertial Fusion Energy" (P.I. P. Norreys, CCFE) sono continuate nel 2021, a causa dei ritardi legati alla pandemia Covid. Per lo stesso motivo il progetto ENR-IFE "Advancing shock ignition for direct-drive inertial fusion", risultato vincitore del bando Enabling Research IFE 2020, ha iniziato le sue attività solo a metà 2021.
- nell'ambito delle attività dei predetti progetti Enabling Research IFE, sono stati proposti due Expert/Interest Groups presso l'associazione Laserlab-Europe AISBL, riguardanti tematiche di primario interesse in ambito inerziale;
- è stata sottomessa alla call 2021 dell'organizzazione COST la proposta "PROton BORon Nuclear fusion: from energy production to medical applicatiOns ("PROBONO");
- nell'ambito del Programma Proof of Concept ENEA 2020.02, sono state avviate le attività della proposta "Generazione di campi elettromagnetici ad alta intensità, con rapidi tempi di salita e distribuibili su grandi estensioni volumetriche, ottenuti mediante interazione laser-materia ad alta energia e potenza" attraverso l'assegnazione di una borsa di studio e l'acquisizione di componenti di un sistema avanzato di rivelazione elettroottica di campi elettromagnetici RF;
- il brevetto "Method of generation of electromagnetic fields of high intensity", (PCT/IB2020/057464) (rif. ENEA n. 884) è stato esteso a livello internazionale e si è provveduto ad specificare la sua applicazione ad Europa ed USA;
- nell'ambito dei Coordinated Research Projects (F13020) dell'IAEA (International Atomic Energy Agency): "Pathways to Energy from Inertial Fusion: Materials Research and Technology Development", è stata approvata la proposta triennale: "Advanced research activity on materials, technologies and devices for Inertial Confinement Fusion", portando alla sottoscrizione da parte IAEA ed FSN-ENEA dell'IAEA Research Agreement No: 24232/R0;
- nell'ambito dell'Horizon Europe Work Programme 2021-2021 "Research Infrastructures", è stata sottoposta alla call "HORIZON-INFRA-2021-SERV-01-04" la proposta ReMade@ARIE, coordinata dall'Istituto HZDR (Germania), per l'accesso di utenti esterni agli impianti ABC e CETRA;

- nell'ambito dell'applicazione delle radiazioni, è stato messo a punto un dispositivo per la sanificazione ottica di superfici mediante radiazione UV-C emessa da matrici di LED, ed è stata avviata una collaborazione con il Dipartimento Scientifico del Policlinico Militare del Celio per la validazione biologica del dispositivo nell'inattivazione del SARS-Cov2. È proseguito l'accordo di collaborazione con la ditta Payprint di Modena al fine di integrare il dispositivo di sanificazione mediante radiazione UV-C all'interno di validatori di banconote;
- l'esperienza sopra indicata è stata messa a frutto anche nella partecipazione al progetto FISR2020IP_04150 SAVE (Sistema di sanificazione automatico UV-C Safety integrato in lampada da soffitto) presentato da ENEA-FSN-PROIN, Brasimone ed approvato dal MIUR;
- sono state messe a punto proposte progettuali nell'ambito del nuovo programma quadro comunitario sulla Fusione Nucleare in particolare riguardo Enabling Research per il biennio 2021-2023 e i topics Theory, Simulation, Verification and Validation;
- sono proseguite le collaborazioni con l'INFN inerenti, prevalentemente, il progetto Sabina, per la realizzazione di un FEL nella regione spettrale del medio e lontano infrarosso, ed il progetto EuPRAXIA per lo studio dell'accelerazione a plasma indotta da elettroni. EuPRAXIA ha ottenuto la certificazione ESFRI di infrastruttura di ricerca strategica in Europa;
- il Progetto CompactLight ha terminato i suoi studi di sorgenti compatte di FEL a raggi X, che vedranno presto la luce sul Conceptual Design Report di imminente pubblicazione;
- nell'ambito dell'accordo INFN-ENEA: sono proseguite le attività del progetto premiale PLASMAR "Plasma Wakefield Acceleration", con la realizzazione del primo esperimento al mondo di generazione di radiazione FEL pilotato da fascio accelerato a plasma con tecnica beam-driven; è stato stipulato un accordo di collaborazione ENEA-INFN per lo sviluppo di sorgenti FEL compatte e attività sperimentale su FEL pilotati da acceleratore a plasma; sono stati sviluppati i modelli magnetici di un onduttore di tipo AppleX per la generazione di radiazione THz con polarizzazione variabile, e di un secondo onduttore di tipo AppleX, compatto a periodo corto, per la produzione di radiazione FEL a polarizzazione variabile.

Attività in ambito DTT:

Si è proceduto allocando tutto il personale disponibile alla partecipazione alle call bandite dal consorzio DTT, e specificatamente:

- coordinamento del disegno e dello sviluppo delle diagnostiche magnetiche, magnetoidrodinamiche e di macchina per l'esperimento DTT;
- preparazione delle specifiche e dei requisiti per il sistema di mitigazione delle disruzioni per DTT;
- coordinamento delle attività di calcolo dei campi di radiazione al fine di definire gli schermaggi necessari all'ottenimento del Licensing di DTT;
- sviluppo dell'Architettura preliminare CODAS e studio del Real Time control per operazione e diagnostiche;
- gestione della struttura IT della scarl DTT (Alfresco, portale Helpdesk, wiki, ecc.);
- coordinamento delle attività di teoria e simulazione nell'ambito del gruppo di lavoro di teoria di DTT (1.4.3 – Plasma Theory Activities for DTT);
- utilizzo e sviluppo di modelli di calcolo per la definizione della geometria e energia degli NNBI nell'ambito del task 1.4.3-6.2.1;
- utilizzo e sviluppo di codici di calcolo per studio della dinamica lineare e non lineare dei modi Alfvénici in DTT nell'ambito del task 1.4.3-6.1.1;
- coordinamento delle attività di studio della stabilità del plasma di DTT nell'ambito del gruppo di lavoro "MHD Stability, Control and Disruptions" (1.4.4 – MHD Stability Studies);

- studio della stabilità ideale con bassi numeri d'onda toroidai n per lo scenario di riferimento Full Power, e studio dei margini di stabilità, nell'ambito del subtask 1.4.4_2.1.1;
- studio preliminare per scenario a Triangolarità Negativa e confronto con scenari analoghi a Triangolarità Positiva, nell'ambito del sub-task 1.4.4_2.1.2;
- studio delle proprietà di stabilità di modi peeling-Ballooning con medio-alto numero d'onda toroidale n per lo scenario di riferimento Full Power, nell'ambito del sub-task 1.4.4_2.1.3;
- studio della stabilità resistiva per lo scenario Full Power, nell'ambito del subtask 1.4.4_2.2.1.
- coordinamento Gruppo di Lavoro su "Data Storage Tools, Database modelling e dati sperimentali" (completamento dei lavori);
- partecipazione al subtask 1.4.5_1.1.5 relativa ad esplorare la possibilità di utilizzare il codice di trasporto europeo ETS nell'ambito dell'ambiente di modelling integrato IMAS;
- partecipazione al progetto pilota TSVV Thrust 2b (PI P. Tamain) su "Fisica del bordo: morfologia dei codici Tokam3X e SOLEdge2D";
- studio dell'antenna ICRH per DTT e attività di modelling, nell'ambito del task 1.4.5_10.1 e 4.11.2.3.1_001;
- design e sviluppo del sistema di controllo di DTT, nell'ambito del subtask CODAS 4.9.4_2;
- analisi di fattibilità di scenari a bassi valori del fattore di sicurezza q_{95} (nell'ambito del subtask 1.5.2_7.2.3) e uso preliminare di un modello real-time per DTT con RAPTOR (nell'ambito del subtask 1.5.2_7.2.4);
- applicazione dell'ICRH al problema del Wall Cleaning (nell'ambito del subtask 1.4.5_10.3.1)
- design del sistema di bobine non-assialsimmetriche con sviluppo e implementazione di codici per la modellizzazione integrata del plasma in real-time;
- studi di definizione dei sistemi di riscaldamento ICRH e ECRH per DTT nell'ambito delle Call HCD con le due proposte ICH System Integration e ICH Antenna System;
- studi ECE e Riflettometria, in risposta alla Call DTT-Hall;
- studi relativi alla proposta "Bolometria e Spettroscopia passiva VIS/IR" e ai due task di diagnostiche Soft-X ray, DSI_SXR_IMAGING, DST_SXR TOMOGRAPHY, basate su rivelatori a gas di tipo GEM, sviluppate interamente Frascati, in risposta alle Call Diagnostiche di DTT; in questo contesto sono continuati gli studi di rivelatori basati su ASUC Timepix 3 con sensore al silicio per rivelazione di radiazione Hard-X e gamma e con altri sensori (fluoruro di litio o diamante policristallino) per neutroni, con test preliminari di irraggiamento neutronico sulla facility FNG di Frascati;
- studi su rivelatori a diamante come nuove diagnostiche del plasma mediante l'utilizzo della sorgente EUV (Estremo UltraVioletto) a scarica capillare, nell'ambito del task "DST- Diagnostics-SXR TOMOGRAPHY";
- studi su diagnostiche avanzate THz e FEL in risposta alla call DTT-Physics.

La diagnostica THz ha avuto sviluppi anche nell'ambito delle attività extra-Fusion della facility CETRA, con la messa punto di un nuovo set-up THz-TDS basato su laser Ti:Sa e di un set-up di imaging tomografico a 100 GHz.

Sono proseguiti gli accordi di collaborazione con: l'Institute Lebedev sugli studi dell'interazione laser-materia; INAF, per la gestione, utilizzo, fornitura di nuove diagnostiche, interpretazione dei dati sperimentali dell'esperimento Protosphaera; AISBL con l'inserimento della facility ABC nell'associazione Laserlab-Europe.

Obiettivo triennale FSN.OS.03 – Mantenere l'impegno nel campo delle applicazioni nucleari sviluppando attività di R&S sui reattori innovativi, i dati nucleari, la security e la produzione tramite facility di radioisotopi; garantire il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la caratterizzazione radiologica e la gestione dei rifiuti radioattivi

Presso il Laboratorio Sistemi Nucleari Innovativi si sono concluse le attività previste nell'ambito del Progetto ARDECO (in collaborazione con il CEA) condotte mediante l'impiego dell'impianto HPOL, al fine di validare il comportamento di oli diatermici refrigeranti da impiegare in sistemi di mitigazione in condizioni di incidente severo per un reattore di piccola taglia di IV generazione, refrigerato mediante sodio liquido. Sono state inoltre effettuate analisi di laboratorio in condizioni più estreme di quelle realmente previste, al fine di misurare i margini ultimi di operabilità del sistema, studi di diagnostiche e metodi di prevenzione innovativi della possibile degradazione del refrigerante, analisi termo fluido dinamiche e a modelli di cinetica chimica, validati mediante le misure effettuate sull'impianto stesso. Sono in corso contatti con altri Laboratori per la pianificazione di ulteriori attività, relative anche ad impianti industriali non strettamente legati al campo nucleare.

Durante gli ultimi mesi del 2021 ha avuto inizio un'attività di test di irraggiamento e di studio delle prestazioni di tenute da vuoto che impiegano materiale ferrofluidico, nell'ambito del progetto SORGENTINA RF. Tale attività continuerà anche nel 2022.

Nel corso del 2021 sono stati condotti numerosi test di irraggiamento di componenti ottici, sensori ed optoelettronici e test di qualifica per sistemi e componenti elettronici per applicazioni spaziali, richiesti sia da utenti pubblici (ASI, INFN, Università) che privati (Thales Alenia Space, INAF, Leonardo Co., IMT s.r.l., SITAE S.p.A., Progetto Speciali Italiani s.r.l., Smartec, Medialario srl, Alter Technology). Sempre in ambito Spazio, sono state instaurate collaborazioni con l'Università degli Studi della Tuscia (contratto di collaborazione in via di definizione) per attività nel campo dell'Astrobiologia e con il CNR per lo studio di componenti magnetici. Proseguono inoltre le collaborazioni con il Dipartimento SSPT (Progetto GREENCUBE) e con l'Università di Roma La Sapienza (DIAEE, Progetto ESA IGLUNA).

Sono stati infine presentati il Progetto FLUTES (Bando ASI "Ricerche e dimostrazioni tecnologiche sulla Stazione Spaziale Internazionale – VUS3: ISS4EXPLORATION") per lo studio di fluidi refrigeranti sintetici per la ISS ed il Progetto INTENSIVE (Bando ESA, IAP.FS.EV.007 SPACE RESOURCES FS OC - EXPRO+) per il *mining* e lo sfruttamento delle risorse spaziali *in situ*.

Sono state sviluppate le trattative per la definizione del Programma "ASIF – fase 2, Sviluppo Operativo" che vede la partecipazione, oltre che della facility Calliope, FNG ed i reattori Triga e Tapiro già presenti nella fase precedente, anche degli impianti Top-Implant e Rex. Questa fase (inizio previsto a febbraio 2022) vedrà la piena operatività degli impianti e l'apertura del ASIF gateway per l'accesso degli utenti interessati agli irraggiamenti in ambito Spazio.

È stato inoltre stipulato un Contratto di collaborazione (durata 3 anni) con il Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università di Milano Bicocca per lo studio di materiali e scintillatori nanostrutturati.

Prosegue una proficua collaborazione con INFN, CERN (CMS – fase 2) e SuperKEKB (Belle 2, Giappone) per diverse tipologie di materiali, rivelatori e sistemi che trovano applicazione in esperimenti di Fisica delle Alte Energie. Tali collaborazioni comprendono anche lo svolgimento di Tesi di Laurea Magistrale e di Dottorato, svolte presso il Laboratorio FSN FISS SNI; il Laboratorio è stato inoltre coinvolto in attività relative allo studio dei reattori ibridi fusione-fissione attraverso la simulazione neutronica di numerose tipologie di reattori basate su differenti macchine a fusione (RFP e tokamak compatti ad alta densità e campo) e di Blanket fissili (reattori veloci e termici con combustibile fresco ed esausto). Sono in progetto anche attività sperimentali per studiare un simile accoppiamento per le quali sono state fatte alcune valutazioni e considerazioni preliminari. Le attività sono state svolte in collaborazione con il Consorzio RFX, INFN sezione di Genova, Sogin, Massachusetts Institute of Technology (MIT), laboratorio di Reattori Nucleari di Ricerca (FSN-FISS-RNR) e con il C.R ENEA Bologna. È in corso di verifica la fattibilità di un accordo con l'ente russo Rosatom.

Nel corso del 2021 sono continuate le iterazioni per la conclusione e definizione del nuovo accordo ASIF che dovrebbe prevedere per il 2022 la continuazione della campagna sperimentale eseguita nel contesto ASIF 1 (2017-2019). Oltre alle campagne di irraggiamento finalizzate a test di danneggiamento neutronico su campioni di vario genere, richiesti da enti di ricerca esterni e Università, è stata eseguita la prima parte della campagna sperimentale prevista dall'accordo con il CEA incentrato sull'analisi di dati nucleari di attinidi minori, d'importanza sia per la fase finale del ciclo del combustibile nucleare che per il trattamento dei rifiuti radioattivi a lunga vita media. Nel corso dell'anno si è anche stabilito di porre le basi per il rinnovo della collaborazione a partire dal 2022.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica e Gestione Rifiuti Radioattivi, ha svolto e svolge tuttora numerose attività di servizi analitici e di consulenza specialistica per conto terzi per la determinazione e quantificazione, ai fini dello smaltimento, di radionuclidi alfa, beta e gamma emettitori presenti in campioni di diverse matrici e individuazione, in situ e in laboratorio, di materiali nucleari.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Radiologica, nell'ambito della caratterizzazione dei rifiuti, partecipa al Progetto MICADO, al Progetto PREDIS e al Progetto CLEANDEM, nell'ambito del programma Horizon 2020. Il primo ha l'obiettivo di migliorare la gestione dei rifiuti radioattivi e le attività di smantellamento proponendo un metodo economicamente efficace per la caratterizzazione non distruttiva dei rifiuti radioattivi, definendo un processo di digitalizzazione associato e creando un "database" su cloud per la gestione dell'inventario dei rifiuti; il secondo ha il duplice obiettivo di sviluppare soluzioni per il trattamento e il condizionamento di particolari rifiuti in quei paesi dove attualmente non sono disponibili soluzioni adeguate, e di migliorare la sicurezza durante le fasi di gestione dei rifiuti stessi. Il Progetto CLEANDEM propone, invece, una rivoluzione tecnologica nelle fasi operative di smantellamento e disattivazione (Decommissioning and Dismantling, D&D) di siti nucleari: la strategia CLEANDEM si baserà su sistemi tecnologici innovativi che costituiranno una "cassetta degli attrezzi" per equipaggiare una piattaforma robotica intelligente per operazioni completamente remote con lo scopo di fornire un "cyber" sistema fisico che supporterà le operazioni degli utenti finali, effettuando inizialmente una valutazione radiologica dell'area e quindi monitorando le operazioni di D&D durante tutta la caratterizzazione dell'impianto.

È stato garantito il ruolo di Gestore del Servizio Integrato per la caratterizzazione radiologica e la gestione dei rifiuti radioattivi attraverso tutte le fasi del ciclo di gestione dei rifiuti stessi nonché delle sorgenti non più utilizzate del settore medico-sanitario, dell'industria e della ricerca scientifica. In tale ambito, il D.lgs. 101/2020, attuativo della Direttiva EURATOM 2013/59 Euratom, ha attribuito al Servizio Integrato ulteriori funzioni quali:

- accordo con il Gestore del Servizio Integrato che disciplina il trasferimento a quest'ultimo della proprietà della sorgente e il pagamento dei fondi necessari per il relativo condizionamento, stoccaggio di lungo periodo e smaltimento in un deposito finale;
- gestione delle sorgenti radioattive esaurite ad alta attività dismesse;
- collaborazione con le autorità e gli operatori del settore nel rinvenimento e messa in sicurezza di sorgenti orfane.

Tali funzioni sono svolte dall'ENEA in collaborazione con la società partecipata NUCLECO, la quale assicura che siano svolte tutte le attività di trattamento, condizionamento, deposito temporaneo o smaltimento in esenzione, quando possibile. Annualmente viene effettuato un incontro con gli Operatori afferenti al Servizio Integrato con lo scopo di favorire il confronto tra gli Operatori e soprattutto con l'Agenzia, nel suo ruolo di Gestore del Servizio Integrato.

Nell'ambito dei sistemi nucleari di quarta generazione refrigerati a piombo (GEN-IV LFR), ENEA partecipa alla realizzazione della facility ATHENA e CHEMLAB, parti essenziali della ALFRED Research Infrastructure (RI), polo tecnologico dedicato alle attività di R&S a supporto del DEMO LFR / Prototipo SMFR ALFRED, da realizzarsi sul sito di nucleare di Mioveni, Romania. La ALFRED-RI costa di 2 large-scale multipurpose facility (ATHENA, ELF), un laboratorio di coolant chemistry (CHEMLAB), 2 separate-effect facility (HELENA-2, HANDS-ON) e di una facility nucleare operante in cella calda (MELTIN'POT). La ALFRED-RI è stata inoltre

concepita per ospitare ALFRED come research reactor, provvisto di test-ring per irraggiamento di materiali e combustibili innovativi. Si è provveduto inoltre a dare seguito alla progettazione concettuale del reattore ALFRED nell'ambito delle azioni previste dal Consorzio FALCON. ENEA ha provveduto a rivedere il progetto della pompa del primario e a supportare la verifica termofluidodinamica del sistema primario.

Le attività di R&D sono state svolte principalmente nell'ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2021 hanno avuto luogo le attività preparatorie inerenti lo studio delle vibrazioni fluido indotte su elementi di combustibile nucleare per reattori a piombo, e sullo studio della stabilità della circolazione naturale in sistemi a piscina. Le attività ricadono rispettivamente nell'ambito del progetto PASCAL (coordinamento ENEA) e del progetto PATRICIA. Nell'ambito della partecipazione al GIF (Generation IV International Forum) si è contribuito a diversi meeting tecnici dedicati alle analisi di sicurezza dei reattori raffreddati a piombo. Nel gruppo di lavoro NEA-NSC-WPEC è stata prodotta una libreria di dati nucleari per il codice ERANOS basata su ENDF/B-VIII.0, e sono state aggiornate le analisi preliminari di sensibilità ed incertezza della configurazione di riferimento del reattore ALFRED rispetto ai dati nucleari. Nel Comitato NEA-CNRA si è partecipato alla stesura di un rapporto sullo stato dell'arte dei codici di analisi per reattori nucleari avanzati.

La prestazione di servizi tecnologici forniti dal Laboratorio FSN-SICNUC-PSSN per l'analisi e progettazione di nocciolo di reattori innovativi ha riguardato la definizione dei programmi di attività, e la contrattazione preliminare di due progetti: nell'ambito del costituendo accordo quadro con la società neoformata *newcleo*, un'attività commerciale per la progettazione dei noccioli dei diversi reattori che la società intende proporre, con particolare riguardo al progetto di nocciolo per un micro-reattore inteso alla propulsione navale; nell'ambito dell'accordo quadro stipulato con la società svizzera Transmutex, un progetto commerciale con la duplice finalità di supportare la validazione di un codice Monte Carlo perfezionato da Transmutex, per applicazione a sistemi LFR, ed il progetto di nocciolo del sistema ADS di riferimento sviluppato dalla società nell'ambito di una più ampia collaborazione internazionale. Entrambi i progetti commerciali saranno avviati nel corso del 2022.

Le attività di R&D sono state svolte principalmente nell'ambito di Progetti EURATOM H2020 e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nel corso del 2021 è proseguito il coordinamento del progetto europeo "PASCAL" di EURATOM H2020, avviato alla fine del 2020. Sono inoltre stati forniti contributi per la preparazione di due proposte progettuali nell'ambito della prima *call* del nuovo programma quadro EURATOM H-EU: nella proposta ANSELMUS, sullo sviluppo tecnologico di reattori a piombo, relativamente allo sviluppo di tecniche di ispezione ad ultrasuoni in ambiente LFR ed alla progettazione di tecniche di rilevamento ed identificazione di elementi di combustibile soggetti a rottura della guaina; nella proposta HARMONISE, sull'analisi del contesto regolatorio europeo relativamente all'applicabilità di questo al licensing di reattori innovativi, relativamente allo studio dei quadri normativi con particolare riferimento a reattori a piombo ed a sistemi a fusione. In entrambe le proposte – che, se approvate, verranno avviate nel 2022 – ci si è riservati un ruolo da Work Package leader. Nel gruppo di lavoro NEA NSC-WPRS-EGPRS sono state preparate le specifiche per un benchmark internazionale sulla fisica di un reattore a piombo, basato sul progetto del nocciolo del reattore ALFRED. Nel gruppo di lavoro NEA CNRA-WGSAR sono state preparate le specifiche per un benchmark internazionale sull'applicabilità di codici di calcolo a condizioni incidentali in sistemi LFR, basato sul progetto del reattore ALFRED, in ragione del quale è stata acquisita la *chairmanship* del Task Group associato (NEA CNRA-WGSAR-TGACM). Nell'ambito del programma di ricerca AMR (Advanced Modular Reactor) finanziato dal BEIS (UK) e coordinato da Westinghouse, ENEA partecipa sia mediante attività sperimentali da svolgere presso il C.R. ENEA del Brasimone sia mediante attività di progettazione e analisi a supporto della realizzazione di 6 facility sperimentali in UK.

Causa emergenza pandemica COVID-19 le collaborazioni con la Cina hanno subito un brusco rallentamento. Ad ogni modo sono proseguite le interlocuzioni con SPICRI (Pechino) e CGN (Shenzen) per lo sviluppo delle tecnologie dei reattori LFR.

Con INEST (Cina) si sono invece avviate nuove interlocuzioni per la implementazione di un nuovo piano di ricerca e sviluppo a supporto dei sistemi LFR, che prevede la realizzazione di una nuova facility da 5 MW in Hefei.

Nell'ambito del progetto PIACE (H2020-EC), coordinato da ENEA, si è proceduto con le analisi termofluidodinamiche di un sistema di rimozione della potenza di decadimento passivo, basato sull'utilizzo di gas incondensabili applicati all'isolation condenser del generatore di vapore, sia per il sistema LFR che per i sistemi ADS, PWR e BWR.

La convalida sperimentale delle analisi numeriche, limitata a tre casi studio di riferimento, prevista sulla facility SIRIO per il 2021, presso SIET ma di proprietà ENEA, ha subito notevoli ritardi, a causa della pandemia, per l'adeguamento della facility SIRIO ai tre diversi casi studio. A tal riguardo un'estensione della chiusura del progetto, da maggio a novembre 2022, è stata richiesta alla Commissione Europea.

In ambito EURATOM sono continuate le attività sui progetti PUMMA e PATRICIA. PUMMA (Plutonium Management for more agility) ha lo scopo di valutare l'impatto del ciclo del combustibile GEN IV sulla sicurezza e sulla performance del reattore, e PATRICIA (Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action) è dedicato ad attività di Partitioning & Transmutation. Il progetto è suddiviso in cinque macroaree ed ENEA è impegnata nella progettazione di una sezione di prova da inserire all'interno della facility CIRCE per condurre test sperimentali atti a dimostrare la sicurezza dei sistemi termoidraulici dedicati al design dei reattori innovativi di IV generazione. Lo scopo è dimostrare che il raffreddamento del nocciolo può essere assicurato in circolazione naturale attraverso sistemi di rimozione del calore di decadimento. Pertanto in tale ambito verranno condotte simulazioni incidentali che comportino la transizione da circolazione forzata a circolazione naturale con attivazione dei sistemi di rimozione del calore di decadimento. È in via di positiva conclusione il progetto ORIENT-NM il cui intento è quello di progettare un piano comune europeo European Joint Programme (EJP1) sui materiali nucleari. Nello stesso ambito è stato effettuato un intenso sforzo sperimentale per portare a conclusione ed a rendicontazione entro l'anno 2021 il progetto GEMMA, su cui erano stati accumulati ritardi a causa del COVID 19. In GEMMA sono state concluse le prove meccaniche e di corrosione in piombo stagnante, mentre sono state sostituite le prove in piombo fluente avviate in LECOR, con altre analoghe prove condotte nel nuovo impianto BID 1 che si è rivelato estremamente funzionale ed adatto allo scopo. Gli esiti sperimentali del progetto GEMMA hanno consentito di comprendere a fondo i meccanismi della corrosione da metallo liquido pesante e di proporre un modello descrittivo. Il progetto ha evidenziato l'efficacia di alcuni acciai nella protezione da corrosione e la loro superiorità rispetto ai rivestimenti. Inoltre ha consentito di determinare la temperatura massima a cui la corrosione può essere considerata trascurabile. Un altro importante risultato è stato l'osservazione della maggior resistenza dei giunti saldati, rispetto al materiale base, verso la corrosione da piombo fuso. È stato completato il progetto INSPYRE in cui sono stati sviluppati i modelli di conducibilità e di temperatura di fusione del combustibile nucleare ed utilizzati nella simulazione di un transitorio incidentale per il progetto di reattore MYRRHA, nell'ambito di un benchmark. Inoltre, si è contribuito al progetto PUMMA (Plutonium Management for More Agility) contribuendo alla progettazione di un esperimento del reattore HFR e all'attività di benchmark basate sugli esperimenti CAPRIX e TRABANT I e II.

Obiettivo triennale FSN.OS.04 – Assicurare la funzione assegnata all'ENEA dalla legge 273/1991 di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti

La principale attività dell'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI) nel 2021 è stata incentrata sull'avvio del Programma triennale (2021-2023) di rilancio dell'Istituto a seguito della stipula di una Convenzione tra ENEA e MiSE "Realizzazione di iniziative in materia di tutela dei consumatori, con particolare riferimento alla sicurezza, all'affidabilità ed alla qualità degli strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti, anche in adempimento degli obblighi europei ed internazionali in materia Ex. Art. 3, D.M. 10 agosto 2020". Il programma prevede attività finanziate dal MiSE e dall'ENEA per il rinnovo della strumentazione che costituisce i campioni nazionali, per interventi sugli edifici che ospitano i laboratori dell'INMRI, per il potenziamento della pianta organica e per il rafforzamento dell'INMRI nel suo ruolo istituzionale (Rif. INMRI-467, 419).

Questa convenzione garantisce il necessario investimento nel settore della metrologia primaria delle radiazioni ionizzanti con l'obiettivo di superare l'autosospensione delle Calibration and Measurement

Capabilities (CMC) dell'INMRI e consentire il regolare svolgimento del compito assegnato all'ENEA dalla Legge 273/91.

Per quanto riguarda la altre attività dell'INMRI, nel 2021, esse sono proseguite secondo le tradizionali linee programmatiche dell'Istituto:

1. sviluppo campioni nazionali;
2. standardizzazione dei metodi di misura;
3. accreditamento e certificazione;
4. didattica, organizzazione interna e Sistema Qualità,

con le specifiche attività riportate nel seguito.

1 - Nell'ambito dello *sviluppo dei campioni nazionali* si evidenziano i seguenti risultati:

- conclusione dell'attività di sviluppo del nuovo campione di attività di Fe-55 con lo svolgimento del confronto BIPM CCRI(II).K2-Fe55 di validazione internazionale e la pubblicazione del rapporto conclusivo (Rif. INMRI-436);
- proseguimento delle attività d'implementazione dei dati di base del nuovo rapporto ICRU 90, Key Data For Ionizing-Radiation Dosimetry: Measurement Standards And Applications per raggi x e per la radiazione gamma del Co-60 (Rif. INMRI-286, 287, 447);
- ricostruzione da spettri sperimentali e simulazioni Monte Carlo della distribuzione spettrale di fasci x dosimetrici (Rif. INMRI-311);
- sviluppo dei nuovi campioni nazionali di attività di Co-60 e Ho-166 in vista di nuovi confronti in ambito BIPM e del rinnovo delle relative "Calibration and Measurement Capability" dell'INMRI presso il BIPM (Rif. INMRI-452, 313, 312);
- definizione delle specifiche tecniche di un nuovo irradiatore al Co-60 per dosimetria fotonica di riferimento ad alte dosi nel campo medico ed industriale (Rif. INMRI-315);
- aggiornamento del campione MONO-sorgente trasportabile per tarature in situ di monitori ambientali e portali radiometrici (Rif. INMRI-409);
- realizzazione e caratterizzazione di nuovi campioni e irraggiatori mono e multi sorgente per radiazione x-gamma per dosimetria e tarature all'interno e all'esterno dell'INMRI (Rif. INMRI-410);
- revisione e ri-caratterizzazione di alcuni campioni primari (Long Counter) e banco d'irraggiamento per la metrologia dei neutroni (Rif. INMRI-417, 418);
- potenziamento hardware e software del campione primario calorimetrico di dose assorbita in acqua per i raggi x di medie energie e Co-60 (Rif. INMRI-314, 437);
- avvio della fase d'implementazione della norma ISO 4037 (2019) con definizione delle specifiche tecniche di partitori di tensione su due impianti campione per produzione Rx dell'INMRI (Rif. INMRI-448);
- avvio delle attività di aggiornamento e revisione del Campione nazionale di densità di flusso di neutroni termici (Rif. INMRI-456);
- sviluppo di un nuovo campione nazionale di Thoron (Rn-220) basato sulla tecnica del conteggio alfa integrale con Celle di Lucas (Rif. INMRI-461);
- proseguimento di nuovi confronti internazionali sull'attività di radionuclidi (Ho-166, C-11) e di neutroni (AmBe) in ambito BIPM (Rif. INMRI-292, 318, 319);
- partecipazione al Confronto Internazionale CCRI(II)-S13, organizzato dal BIPM, per la realizzazione di un materiale di riferimento di Cs-134 e Cs-137 in farina di frumento (Rif. INMRI-301);

- proseguimento delle attività di Controllo Qualità dei Campioni secondari per dosimetria di alte dosi con prove di riproducibilità della strumentazione del laboratorio, taratura periodica dei campioni di lavoro e della strumentazione annessa (condensatori, termometri etc.) (Rif. INMRI-320);
- proseguimento dell'attiva partecipazione ai comitati tecnici metrologici nazionali, europei ed internazionali (BIPM, CIPM, IAEA, EURAMET, EA, MiSE, INRiM) (Rif. INMRI-321, 466);
- proseguimento della collaborazione con BIPM ed EURAMET nel quadro dell'Accordo Internazionale di Mutuo riconoscimento (MRA) per la revisione delle Calibration and Measurement Capabilities e per la definizione degli indirizzi metrologici internazionali (BIPM-CCRI) (Rif. INMRI-407).

2 - Relativamente alla *standardizzazione dei metodi di misura* si evidenziano i seguenti risultati:

- conclusione, con l'analisi e la certificazione di Materiali di Riferimento marmorei, del progetto CORSAIR finanziato dalla Regione Toscana, in collaborazione con CAEN S.p.A., per la caratterizzazione metrologica di nuovi apparati sperimentali per la misura della radioattività naturale in marmi e materiali lapidei (Rif. INMRI-338);
- partecipazione ai progetti triennali Prism-eBT, METRODecom2, TraceRADON, MIRA, SupportBSS, finanziati dal Programma Europeo di Ricerca Metrologica (EMPIR) e ai progetti MICADO e CLEANDEM nel Programma H2020 (Rif. INMRI-438, 322, 457, 458, 459, 430, 463);
- collaborazione con CAEN S.p.A. per la caratterizzazione di un sistema dosimetrico al bromuro di lantanio per misure di equivalente di dose ambientale basate su spettrometria gamma (Rif. INMRI-380);
- supporto metrologico al Progetto Sorgentina RF, per la produzione di radionuclidi a breve emivita, di interesse della medicina nucleare (Rif. INMRI-326);
- collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Foggia (Centro di Riferimento Nazionale) per la riferibilità delle misure di attività dei radionuclidi in matrici di interesse zootecnico (foraggi, mangimi, ...), in particolare per quanto riguarda i metodi di correzione rapidi per effetto somma (Rif. INMRI-416);
- caratterizzazione di rivelatori scintillatori plastici per il monitoraggio radiologico continuo di acque destinate al consumo umano, in collaborazione con l'Università di Padova (Rif. INMRI-428);
- diffusione e/o pubblicazione dei risultati del Progetto europeo 16NRM03 RTNORM (k_Q factors in modern external beam radiotherapy applications to update IAEA TRS-398) (Rif. INMRI-439);
- completamento della messa a punto di un sistema dosimetrico basato su rivelatori a termoluminescenza TLD100 per lo svolgimento di Confronti Interlaboratorio (ILC) a carattere nazionale nel settore della radioterapia (Rif. INMRI-440);
- collaborazione con SIT/SORDINA per la fornitura di un servizio Tecnico-scientifico finalizzato alla messa a punto di procedure dosimetriche per la caratterizzazione di fasci di elettroni per Flash-Therapy (Rif. INMRI-441);
- studi di ricombinazione ionica in fasci di elettroni ad elevata dose per impulso (Rif. INMRI-443);
- collaborazione con l'Università di Catania, nell'ambito dell'Accordo Quadro con ENEA, per un progetto di messa a punto di un rivelatore portatile per misura di beta-gamma emettitori approvato nell'ambito del PON R&I 2018 per una borsa di Dottorato di Ricerca Industriale, completamente finanziata dall'Università di Catania (Rif. INMRI-460);
- Collaborazione con ELETTRA (SYRMEP) sincrotrone di Trieste per tarature in situ delle loro camere a ionizzazione e determinazione di coefficienti di attenuazione in aria per le camere di riferimento di INMRI (Rif. INMRI-462);

- collaborazione con l'IAEA per la revisione dei protocolli dosimetrici IAEA TRS-398 e IAEA TRS-457 (Rif. INMRI-332, 449);
- svolgimento, nell'ambito di una Convenzione con il Ministero dello Sviluppo Economico, di N. 6 Confronti Interlaboratorio (ILC) nazionali da svolgere nel 2021-2023 nei settori medico e ambientale con adesione di circa 200 laboratori (iscritti anche a più di un ILC) distribuiti sul territorio nazionale. (Rif. INMRI-426):

ILC N.	Tematica generale
1	Attività di radionuclidi (gamma-emettitori + Sr-90) in una soluzione liquida acquosa
2	Attività di radiofarmaci (Tc-99m, F-18, Lu-177)
3	Concentrazione di attività del Rn-222 in aria
4	Dose assorbita in acqua in fasci di fotoni per radioterapia con campi piccoli
5	Equivalente di dose personale, $H_p(10)$, con dosimetri di tipo passivo (Cs-137, raggi x di medie energie)
6	Contaminazione superficiale (Am-241, Sr-90) con sorgenti piane ed estese (SPE)

- proseguimento delle attività contrattuali con SOGIN riguardanti l'organizzazione di Confronti Interlaboratorio (ILC) su misure di spettrometria gamma per analisi di matrici di impianti nucleari (Rif. INMRI-432, 453);
- supporto metrologico al progetto OPRORA (Optimization PROCesses in Radiotherapy) finanziato dal Ministero della Salute e coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità (Rif. INMRI-442);
- supporto tecnico all'organizzazione ed esecuzione di un confronto interlaboratorio a livello internazionale su misure di radon, con influenza di toron con fornitura di esposizioni di riferimento in camere radon (Rif. INMRI-446);
- organizzazione e svolgimento, in collaborazione con l'Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione (ISIN), di un Confronto nazionale su misure di radionuclidi naturali in una matrice di sabbia lacustre per i Laboratori della Rete Nazionale di Sorveglianza della Radioattività Ambientale (Rif. INMRI-455);
- prosecuzione, in collaborazione con l'Associazione Italiana di Fisica Medica e Sanitaria (AIFM), di un Audit Dosimetrico Nazionale Certificato (ADNC) per i Centri radioterapici nazionali (Rif. INMRI-331);
- conclusione della collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità e con alcuni Centri di radioterapia nazionale per l'aggiornamento delle Linee Guida per la Garanzia di Qualità nella Radioterapia Intra-Operatoria (rapporto ISTISAN 03/1) con contributo INMRI centrato sulla definizione delle raccomandazioni per la dosimetria di riferimento, analisi dei dati di letteratura e produzione di nuovi dati sperimentali (Rif. INMRI-333).

3 - Nel settore dell'*accreditamento e della certificazione* si evidenziano i seguenti risultati:

- prosecuzione delle attività, svolte in convenzione con ACCREDIA, per l'accreditamento di Laboratori secondari di taratura (LAT), riguardanti analisi della documentazione gestionale e tecnica, visite ispettive e resoconto ad ACCREDIA per i LAT, in fase di primo accreditamento, rinnovo e/o mantenimento, operanti sulle grandezze "radiazioni ionizzanti" e "temperatura" (Rif. INMRI-387, 388, 404);
- svolgimento regolare dei servizi di taratura della strumentazione di misura delle radiazioni ionizzanti e di fornitura di Confronti Interlaboratorio (ILC) certificati per soddisfare la richiesta nazionale nel settore (Rif. INMRI-335, 336);

- irraggiamenti di riferimento a dosi prefissate, taratura e qualificazione di strumentazione radiometrica, fornitura di sorgenti campione e materiali di riferimento a supporto delle attività di ricerca dell'ENEA (Rif. INMRI-337);
- svolgimento di un programma di taratura e qualificazione della strumentazione radioprotezionistica di siti SOGIN e NUCLECO (Rif. INMRI-398);
- attività di peer review in misure di attività dei radionuclidi per organismi di accreditamento del Regno Unito (UKAS) e sloveno (SA) (Rif. INMRI-302, 303);
- partecipazione, ai lavori del Comitato Settoriale di Accreditamento per Laboratori di Taratura (CSA-DT) di ACCREDIA (Rif. INMRI-307);
- svolgimento di una Peer Review al Sistema di Gestione Qualità (DOL QMS) del laboratorio dosimetrico dell'IAEA (Seibersdorf) (Rif. INMRI-451);
- partecipazione al Programme Advisory Committee (PAC) per selezione dei progetti di ricerca sottoposti all'European facility for nuclear reaction and decay data measurements (EUFRAT) del JRC-Geel (Rif. INMRI-305).

4 - Infine, nel settore della *didattica, organizzazione interna e Sistema Qualità* si evidenziano i seguenti risultati:

- proseguimento delle attività contrattuali con SOGIN riguardanti la formazione su misure di spettrometria gamma per analisi di matrici di impianti nucleari (Rif. INMRI-432, 453);
- proseguimento delle numerose attività gestionali e tecniche volte all'organizzazione e gestione delle attività di ricerca e di servizio svolte dall'INMRI, anche con riferimento al Sistema di Gestione della Qualità quali: gestione del sito web e server dell'Istituto, gestione archivi, Didattica, Presentazioni a Congressi, Pubblicazioni, Revisione di articoli, Tutoraggio, Audit esterni, partecipazioni a Commissioni) (Rif. INMRI-293, 345, 295, 346, 296, 297, 298, 340, 341, 342, 343, 344, 394);
- predisposizione della documentazione per l'aggiornamento del Nulla Osta per gli edifici nei quali sono ospitati i laboratori dell'INMRI (Rif. INMRI-315, 316);
- proseguimento delle numerose attività gestionali e tecniche volte a garantire la conformità alla norma ISO 17025:2017 per i servizi offerti dall'INMRI (Rif. INMRI-395, 348, 347, 349, 454).

Obiettivo triennale FSN.OS.05 – Rafforzare il contributo in campo internazionale volto a fornire sistemi e strumenti nel campo della sicurezza nucleare

Nel 2021 sono continuate le attività che vedono coinvolti il laboratorio RNR, ed in particolare il reattore RSV TAPIRO, la IAEA ed EURATOM, nel contesto delle salvaguardie per il materiale nucleare. Nella fattispecie IAEA utilizza il reattore RSV TAPIRO per l'esecuzione di misure finalizzate all'ottimizzazione di un metodo di misura della quantità di fissile presente in un nocciolo di un reattore in condizioni di arresto. La collaborazione continuerà anche nel 2022.

Presso il C.R. Brasimone si sono implementate le attività relative al progetto EXADRONE (finanziato dalla Regione Emilia-Romagna), proseguendo con la progettazione, realizzazione e collaudo di droni innovativi per il monitoraggio di infrastrutture di rilevanza nazionale in calcestruzzo armato e il monitoraggio ambientale di installazione nucleari. Si è proceduto alla progettazione di un nuovo sistema a fluorescenza indotta da laser (LIF) da realizzare come payload LIDAR "Laser Imaging Detection and Ranging" per drone. Questa tecnologia rappresenta un valido strumento diagnostico in svariate applicazioni, quale osservazione ambientale (analisi delle acque, identificazione della dispersione contaminanti superficiali con delimitazione delle aree e possibile identificazione delle sostanze oleose e/o petroli, analisi e quantificazione del contenuto algale, analisi di parametri ottici legati alla torbidità delle acque, identificazione e quantificazione di materiali plastici), valutazione della sicurezza di impianti (raffinerie, fabbriche, porti), osservazione delle superfici nell'ambito dei beni culturali (analisi dell'attacco biologico da parte di specie vegetali con clorofilla, analisi delle superfici per la ricerca di composti chimici usati nella

produzione di dipinti murali e restauro, come leganti/consolidanti superficiali, pigmenti organici, substrati, ecc.).

L'impiego del drone come vettore amplia le possibilità operative in un ventaglio senza precedenti sia per l'osservazione di zone difficilmente accessibili (specchi d'acqua bassa come canali, laghi, porti, ma anche pareti di edifici e costruzioni in genere) sia come strumento sentinella per indirizzare l'investigazione (ricerca di sversamenti e/o variazioni dell'ecosistema acquatico).

Per il drone DJI Matrice 600 Pro in grado di monitorare la contaminazione nucleare e radiologica è stato realizzato il progetto di un sensore a semiconduttore con scintillatore per il rilievo di raggi gamma. È stato progettato lo schema principale del sensore, il PCB e la procedura di collaudo e utilizzo. Infine si è inoltrata procedura di accreditamento ad ENAC per una accademia di volo anche in ambiente critico.

Nell'ambito di tale progetto, la Sezione FSN-PROIN si è accordata con la Divisione FSN-TECFIS per sviluppare componentistica elettro-ottica da installare su uno dei UAV ivi disponibili. La collaborazione vede un contributo con MetaProjects, partner di EXADRONE, allo sviluppo di elettronica di controllo ed interfaccia dei sensori. Sono stati approvati due payloads: uno per l'analisi della biomassa, operante in notturna, ed uno per la misura di inquinanti ed altri componenti organiche, operante su 32 canali con gate risolti in tempo. È iniziata la progettazione dei due payloads e l'acquisizione dei materiali necessari alla realizzazione. Presso il C.R. Brasimone è inoltre in fase di allestimento una accademia di volo per il pilotaggio di droni per il conferimento della licenza di volo ENAC a privati e operatori del settore.

Le attività relative ad acquisizione, sviluppo ed applicazione di metodologie per la preparazione e gestione di emergenze radiologiche e nucleari e l'analisi degli incidenti gravi sono state svolte dal Laboratorio FSN-SICNUC-SIN principalmente nell'ambito di Progetti EC, EURATOM H2020, e di Gruppi di Lavoro Internazionali. Nell'ambito del progetto MUSA si è proceduto all'analisi dell'esperimento FPT-1 di Phebus sviluppando l'accoppiamento MELCOR-DAKOTA, all'analisi di incertezza di un transitorio di station black-out per un PWR da 900 MWe sempre mediante MELCOR e DAKOTA, allo sviluppo del modello ASTEC della SFP e la simulazione di un transitorio incidentale con analisi preliminare di incertezza. Nell'ambito del progetto R2CA sono state ultimate le analisi di DBA e di DEC-A per PWR ed è stato redatto lo stato dell'arte dei modelli implementati nel modulo ELSA di ASTEC. Il progetto BARCO di ETSO (European Technical Safety Organization Network) è stato portato a termine, con la realizzazione dei calcoli di dispersione in atmosfera a lungo raggio e le stime di impatto radiologico avendo sempre come impianto di riferimento la centrale nucleare di Rivne in Ucraina. Sempre in ambito Emergency Preparedness and Response, sono iniziate le intense attività per lo svolgimento dei compiti previsti per ENEA nel Tender di DG-ENER, in particolare è stato preparato lo scenario incidentale di riferimento per i "case studies", sono state elaborate le domande per testare la maggiore o minore coerenza nella risposta all'incidente tra paesi confinanti, e sono state fatte le analisi dei risultati dei questionari rivolti alle autorità di sicurezza europee. In ambito del CRP dell'IAEA "Advancing the State-of-Practice in Uncertainty and Sensitivity Methodologies for Severe Accident Analysis in Water Cooled Reactors" sono state ultimate le analisi di incertezza e sensibilità dell'esperimento QUENCH-06, è stata coordinata l'intera attività relativa all'organizzazione dei TECDOC e del NES, e sono stati organizzati alcuni Consultancy Meetings.

Anche lo sviluppo e l'applicazione di approcci e metodi per le valutazioni di sicurezza di impianti attuali e reattori innovativi sono stati svolti per progetti EURATOM H2020 e in collaborazioni internazionali. Per il progetto NARSIS sono stati revisionati i documenti finali prodotti in vari Work Package da emettere entro la conclusione del progetto prevista a marzo 2022. Nell'ambito del progetto ESMR-SMART sono stati simulati i transitori incidentali selezionati, utilizzando i modelli RELAP e Cathare dell'impianto SFR. Per il progetto ELSMOR si è sviluppato ed utilizzato il modello della facility sperimentale per la rimozione del calore residuo in Small Modular Reactor (SMR), da realizzarsi presso i laboratori SIET, per eseguire i calcoli di pre-test a supporto della costruzione della facility stessa. Per il progetto PASTELS è stato organizzato un benchmark con relativo workshop, dove è stato fornito supporto ai partecipanti con informazioni sulla facility da simulare e sui dati sperimentali. È stata fatta altresì una nuova calibrazione del modello RELAP5 di HERO-2 e sono stati calcolati 21 test stazionari a differente potenza e massa d'acqua nel loop. Sono poi stati acquisiti i modelli base della facility PKL (Germania) per RELAP5 e per CATHARE3, ed informazioni

relative alla facility PASI (Finlandia). Nell'ambito del Progetto ASCOM di NUGENIA/SNETP è stata fatta un'analisi di incertezza su di un transitorio DBA in un reattore tipo PW-SMR; i risultati sono stati presentati all'ETSON Award di EUROSAFE. Nell'ambito del NEA/CSNI/WGAMA si è contribuito allo Specialist Meeting sulla Termoidraulica con tre contributi tecnico-scientifici ed il coordinamento di una sessione.

Il Laboratorio FSN-SICNUC-SIN ha inoltre contribuito alla preparazione di 6 nuovi proposal di progetti di ricerca finanziati EURATOM per la call che si è da poco chiusa, relativi alla sicurezza dei reattori nucleari esistenti ed innovativi: SASPAM (di cui ENEA è potenziale coordinatore), ASSAS, SEAKNOT, OPERA, TANDEM e ESR-SIMPLE.

Il Laboratorio FSN-SICNUC-TNMT ha proseguito le attività di R&D riguardanti la radioecologia nell'ambito dei progetti EURATOM: analisi del rilascio di CO₂ da grafite sottoposta ad invecchiamento in ambiente alcalino e messa a punto della procedura per la misura del Cl₃₆ tramite scintillazione liquida (progetto CHANCE); simulazione tramite Geant4 dell'efficienza di moderazione e rivelazione di neutroni tramite array di 4x4 rivelatori SiLiF (progetto MICADO). Nell'ambito della collaborazione con INFN si è finalizzata la simulazione della risposta di sensori ultrasottili per il rilevamento di sorgenti radioattive, per ispezioni in situ, per diverse attività e geometrie. Nell'ambito del progetto PON RAFAEL, che si occupa di analisi del rischio per le infrastrutture critiche, sono state effettuate, in collaborazione con altri gruppi ENEA, OGS, INGV, Università di Ferrara, NUVAP e U-Series le ultime campagne di misura di gas sotterranei da pozzi profondi. Sono state finalizzate le simulazioni di materiali avanzati per l'energia per Industria 4.0. tramite l'utilizzo di software e codici specifici sul supercalcolatore CRESCO 6 nell'ambito del progetto regionale POR FESR "SUPER" (Supercomputing Unified Platform).

Per quanto riguarda il supporto alle Istituzioni per la sicurezza nucleare (safety e security), la proliferazione nucleare e più in generale la riduzione dei rischi nucleari, radiologici, chimici e biologici l'attività principale riguarda la verifica del Trattato per il Bando Totale degli esperimenti nucleari (CTBT) a supporto dell'Autorità Nazionale (MAECI) e la gestione del Centro Dati Nazionale, componente radionuclidi (NDC-RN). Le attività di R&D a supporto hanno riguardato l'elaborazione statistica dei dati di attività di gas nobili nella rete di monitoraggio internazionale (IMS) e la partecipazione a circuiti di interconfronto internazionali per la validazione delle analisi di radioxeno in atmosfera e per le analisi di trizio nelle acque condotte nel laboratorio Tracciabilità del Brasimone. Altre attività di supporto al MAECI e MiSE hanno riguardato: il supporto per la preparazione di un esercizio nell'ambito della Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism (GICNT) relativo alle tematiche forensi e di rilevazione di attività illecite; la partecipazioni al G7 (Chemical Sub Group, Nuclear Sub group, CBRN Sub Group Global Partnership Working Group), alle attività IAEA sulla Security, quali il Nuclear Security Contact Group, il Nuclear Security Guidance Committee, e il Nuclear Support and Training Centre (NSSC) Network.

Obiettivo triennale FSN.OS.06 – Sviluppate le tecnologie basate sull'utilizzo di radiazioni ionizzanti e laser per applicazioni nei campi della salute e della security, dell'antifrode, della conservazione dei beni culturali e del monitoraggio ambientale

Il Laboratorio regionale "Tracciabilità" ha ottenuto l'accreditamento istituzionale come Centro di Ricerca con ricadute di Interesse Industriale della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna. Le attività del laboratorio si inseriscono nelle tematiche della sicurezza alimentare (rete nazionale METROFOOD e CLUST-ER regionale "Agroalimentare", piattaforma europea S3 "Traceability and Big data", progetto INTERREG Regions4Food), della radioecologia e della tracciabilità e monitoraggio ambientale. In particolare sono state finalizzate le simulazioni dell'irraggiamento con elettroni per la rimozione di composti perfluoroalchilici (PFAS) nelle acque di scarto, in collaborazione con la ditta TINTESS spa, e le analisi di elementi in tracce e microinquinanti in campioni di farine alimentari, in collaborazione con la facoltà di chimica Industriale dell'Università di Bologna.

Da dicembre 2021, il Laboratorio Tracciabilità fa parte anche del CLUST-ER regionale HEALTH della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna, all'interno del quale ha partecipato ad una proposta HORIZON2020 nell'ambito medicale per la produzione di radiofarmaci (proposta SECURE).

Nell'ambito del progetto regionale LINC-ER, le divisioni SICNUC e ING hanno collaborato attivamente per concludere le attività di progettazione per la realizzazione del bunker per la sperimentazione del sistema innovativo di radiazione intraoperatoria con neutroni. In collaborazione con la ditta Theranosti Centre (accordo di collaborazione ENEA-Theranosti Centre) è stato concluso l'iter di verifica delle specifiche tecniche del generatore di neutroni, prodotto dalla ditta Berkion Ltd. Il generatore è stato collocato presso l'area sperimentale del CR ENEA del Brasimone, dove verrà sottoposto a collaudo per la finalizzazione del progetto LINC-ER. Sono proseguite le simulazioni Montecarlo con il codice MCNP6.2 per la caratterizzazione del fascio neutronico.

Nell'ambito del progetto regionale Sorgentina è stato messo a punto il metodo di dissoluzione chimica a ridotto impatto ambientale del target di Mo ed è stato progettato un impianto in scala 1:10.

Sono altresì continuati gli studi sul sistema per rivelazione di muoni nell'ambito dell'esperimento CSM presso il CERN (aggiornamento del codice relativo ai rivelatori DT del sistema Muoni e produzione di dati simulati per lo studio del fondo neutronico presente all'interno di tali rivelatori).

È stata presentata una proposta su fondi dell'Agenzia per la Coesione Territoriale, di supporto al Piano nazionale PNRR, per la riqualificazione del sito di Priolo Gargallo (Siracusa), in collaborazione con le Università di Catania, Messina e Palermo, INGV, CNR, Politecnico di Torino, Università di Ferrara, con le imprese nazionali ENI, ERG Power srl, SASOL Italy S.p.A., Sonatrach Raffineria Italiana S.r.l., GTS Consulting S.r.l. ed il Comune di Priolo Gargallo. In tale proposta il laboratorio Tracciabilità supporterà insieme agli altri partner la realizzazione di un Tecnopolo per l'Innovazione che sostenga il tessuto imprenditoriale per l'utilizzo di nuovi vettori energetici e per la tutela ambientale.

Causa la situazione pandemica, che ha ridotto l'accessibilità dei laboratori, le attività del PoC afferente al Laboratorio FSN- SICNUC-TNMT (PROTIUM) sono state rallentate e verranno completate nel corso del 2022.

Le attività di sviluppo di sistemi e sensori per la Security sono incrementate sia in ambito NATO ed europeo con due nuovi progetti EU Security *RISEN* (Real-Time on-site forenSic tracE qualification) e *HADES* (Hazards Detection with Quantum Sensors) NATO SPS (Science for Peace and Security), entrambi a coordinamento ENEA (Laboratorio DIM). *RISEN* ha lo scopo di sviluppare una serie di sensori per l'identificazione e interpretazione in loco della traccia forense. *HADES* avrà come oggetto lo sviluppo di tecnologie innovative basate su quantum sensors da impiegare nella rivelazione di potenziali minacce CBRN.

Sempre per il programma NATO SPS, il progetto *DEXTER* (Detection of EXplosives and firearms to counter TERRORism) coordina al suo interno i progetti tecnologici *EXTRAS* (EXplosive TRace detection Sensor) ed *INSTEAD* (INtegrated System for Threats EARly Detection), ambedue a coordinamento ENEA (Laboratorio DIM). In *EXTRAS* è continuato il lavoro di progettazione e prove sperimentali in laboratorio con la collaborazione dei partner, mentre in ambito *INSTEAD* è continuato lo sviluppo di un sistema di Comando e Controllo e si è iniziato ad attrezzare un'area sperimentale presso la stazione Anagnina di Roma ove sono iniziate le simulazioni in vista della prova finale del progetto *DEXTER*.

Per la EU Security, continua l'attività ENEA nell'ambito del progetto *RESIST* (RESilience Support for critical Infrastructures through Standardized Training on CBRN), mirato alla formazione di operatori di sicurezza di infrastrutture critiche per affrontare emergenze CBRN. Attività incentrata allo sviluppo di un approccio standard al fine di ottenere un "Label CBRN" alla metodologia RESIST con un focus sulle linee guida dettato dalla NATO per operatori civili. Il progetto *ENTRAP* ha concluso le sue attività con le valutazioni dei precedenti attentati terroristici sviluppando dei tools di simulazione di un attacco terroristico con tutti i suoi preparativi, a partire da circa 2 anni prima di un attacco pianificato. Nell'ambito del progetto *EXERTER* è continuata l'attività finalizzata a colmare le difficoltà per gli operatori della sicurezza di acquisire e utilizzare i risultati della ricerca e di colmare le lacune tecnologiche per le sfide future.

Per il progetto INCLUDING che vede la collaborazione delle divisioni SICNUC e TECFIS, la cui Joint Action a Bologna è stata rinviata a settembre 2022 causa covid, è stato predisposto parte del materiale necessario allo svolgimento della Joint Action stessa (inject, codici di calcolo a supporto, mappe, ecc.). ENEA, tramite i

propri esperti, ha fornito supporto per la verifica dei metodi di training per l'emergenza radiologica e per la nuclear forensic. Il progetto si sta rivelando un importante strumento per promuovere negli Stati Membri una implementazione operativa delle linee guida internazionali (IAEA, NATO) sulla Nuclear Security.

Per quanto riguarda le tecnologie lidar marine, nel 2020 si è svolta una campagna di misura con il fluorimetro Casper 2 per la misura della concentrazione di materia organica disciolta e clorofilla nell'Oceano Artico (Campagna HighNorth20, in collaborazione con NATO, Marina Militare e altri istituti nazionali e internazionali). È ripresa l'attività di simulazioni mediante il codice PREMAR, un codice Montecarlo semianalitico sviluppato in ENEA che studia il trasporto della radiazione elettromagnetica nella regione che va dal visibile all'ultravioletto, nell'atmosfera e nell'ambiente marino. Il codice è stato importato sul Cluster CRESCO dell'Ente (ENEAGRID), testando la coerenza dei risultati rispetto a casi test disponibili, ottenuti durante una campagna precedente in Antartide con lidar marino.

Nell'ambito dei Progetti di ricerca in Antartide presso la stazione Concordia è iniziato il progetto CIRCE per l'utilizzo di tecniche di telerilevamento da terra e da satellite per osservare i cirri dell'Antartide, determinare i parametri ottici e creare un database climatologico sfruttando i sistemi lidar già operativi a terra.

Nell'ambito delle tecnologie per la Salute, i risultati del progetto Adviser (Automatic DeVlce for Smart dEtECTION of tumouRs - finanziato dalla Regione Lazio e terminato a fine 2019), hanno ricevuto i complimenti del valutatore scientifico e dato luogo alla sottomissione del brevetto congiunto con l'impresa KELL s.r.l. per la funzionalizzazione dei substrati SERS commerciali (Metodica di funzionalizzazione di substrati solidi nanostrutturati per la rivelazione ultrasensibile di bio-marcatori – domanda n. 10202000012310 del 26/05/2020).

Il progetto SMARTIES, finanziato dalla Regione Lazio, volto alla comprensione dei fenomeni della rigenerazione muscolare e dell'atrofia del muscolo scheletrico in ambiente di microgravità, ha focalizzato la sua attività nella progettazione e realizzazione di scaffold biomimetici, costituiti da matrice extracellulare decellularizzata e componenti bioattive (organiche e non) in grado di modulare correttamente la risposta immunitaria e promuovere la rigenerazione del tessuto muscolare scheletrico. Le attività di ricerca nel 2020 si sono concentrate sulla bioinformatica e sulla ricerca computazionale, grazie anche alle piattaforme di Big Data, disponibili nel cloud.

Nell'ambito della Ricerca Finalizzata "Elf induced maturation and differentiation of Human cardiac stem cells and their implantation in nude mice: a preclinical study for treating heart attacks" è stato realizzato un incubatore che consente l'impostazione dei parametri desiderati (temperatura e umidità) e il controllo del livello di CO₂ attraverso un apposito programma software. Il sistema è stato inviato all'Università dell'Insubria per la prevista sperimentazione.

Vista l'emergenza sanitaria della pandemia dovuta al virus SarsCov-2, il Laboratorio DIM si è attivato per la realizzazione di un sensore ottico che permetta la rilevazione non invasiva e in tempo reale del virus. Sulla base delle competenze presenti, è maturata la proposta di progetto AsDECO' (Asymptomatic DEtECTION COronavirus), in cui si propone un sensore per la diagnostica aerobica che, attraverso le goccioline di aerosol dell'esperto, effettua un'analisi precoce e non invasiva del virus SARS-CoV-2 negli asintomatici. La scelta, per il sensore AsDeCO' è ricaduta sulla tecnica SPR, molto versatile e dotata di altissima sensibilità nell'analisi in tempo reale di interazioni di legame tra molecole. La tecnica è promettente per la realizzazione di un futuro sensore portatile a basso costo. La proposta è stata presentata al bando FISRMUR 2020; in attesa dell'esito il Dipartimento ha investito sul progetto permettendo di effettuare gli acquisti dei componenti elettroottici necessari per la realizzazione e validazione del primo prototipo del sensore (attesi nel primo trimestre 2021).

Relativamente alle macchine acceleratrici per produzione di fasci di particelle ionizzanti le attività sono state focalizzate sul progetto TOP IMPLART (acceleratore lineare innovativo per protonterapia), sul linac da 5 MeV per applicazioni industriali e ai Beni Culturali, e sul già citato impianto basato sul linac compatto da 3 MeV per il Progetto TECEHEA-WP2. L'acceleratore di protoni è stato sempre operativo a 35 MeV,

effettuando varie campagne di misura di macchina e di sperimentazione radiobiologica e per altri tipi di irraggiamenti, anche sulla linea verticale con energie di fascio comprese fra 3 e 7 MeV. Le nuove strutture SCDTL 5 e 6 sono state allineate e alimentate (con il vecchio impianto a radiofrequenza 15 MW in attesa della consegna dei nuovi impianti acquistati durante l'anno) ottenendo un fascio di particelle di 55 MeV di energia di 30 microAmp di picco. Le strutture 5 e 6 possono anche essere disattivate singolarmente per ottenere all'uscita anche un fascio di energia 35 o 45 MeV. Il bunker B1 è stato predisposto per la successiva installazione della struttura SCDTL 7 che permetterà di raggiungere l'energia clinica di 63 MeV. È stata completata la progettazione a radiofrequenza dei 4 moduli di tipo CCL che seguiranno le strutture SCDTL a partire da una energia di 71 MeV fino a 120 MeV, mentre è in via di completamento l'elettronica Low Level RF, che garantirà la distribuzione corretta dei segnali di input ai vari klystron dell'impianto, monitorandone fase e ampiezza. Quanto alla dosimetria, sono stati effettuati alcuni irraggiamenti con i cristalli LiF, che hanno stimolato la presentazione di un articolo di teoria semi-analitica sulla ottimizzazione della distribuzione della dose (SOBP, Spread Out Bragg Peak). Inoltre sono state realizzate due camere monitor integrali per campo grande (10x10 cmxcm), un software di simulazione rapido, e una nuova elettronica basata su sample-and-hold.

Il linac di elettroni da 5 MeV (impianto REX) è stato utilizzato per applicazioni in diversi settori: fusione nucleare, scienza dei materiali, salute, beni culturali e aerospazio. Nel campo della salute il linac è stato impiegato per la generazione di raggi X nell'ambito del progetto Neural Stem Cells resistance to irradiation, in collaborazione con i Laboratori LNF ed il Dipartimento Charles Darwin di UniRM1, con lo scopo di testare la resistenza di cellule staminali neurali di mammiferi e la loro capacità di innescare un processo di senescenza differenziativa. Nel settore dell'aerospazio sono state avviate le campagne sperimentali del programma di sviluppo operativo del Progetto ASIF (ASI supported Facilities), sono stati eseguiti test di irraggiamento e studi per la caratterizzazione della risposta alle radiazioni prodotte da REX di componenti elettronici e materiali innovativi (fluids and materials vessels) per sistemi spaziali. Sempre in questo settore sono stati avviati studi inter-confronto della risposta alla radiazione X ed elettronica di microrganismi colonizzanti in ambiente estremo (Regione Antartica, Spazio).

Le attività riguardanti la sintesi e la caratterizzazione di nanostrutture luminescenti per la fotonica, in particolare per display LED/OLED, si sono svolte nell'ambito di un progetto europeo e di uno regionale. Nel progetto H2020 MILEDI, l'attività sperimentale è stata focalizzata su due aree di ricerca: il laser patterning di nanomateriali (CdTe e CdSe ottenuto sia in soluzione che in film sottile) con deposito di brevetto ENEA ["Metodo di scrittura laser diretta di nanoparticelle mediante l'uso di sensibilizzante" n. 10202000020464 depositato il 26/08/2020] e la sintesi di sistemi core/shell ad alta luminescenza, entrambe svolte in stretta collaborazione con i partner nazionali ed internazionali. Nel progetto regionale NANOSCRILA, l'attività è stata focalizzata su due aree di ricerca: sintesi di nuovi precursori a base xantato di nanoparticelle di CdS per lo studio della loro decomposizione termica e mediante laser; sintesi di nanoparticelle di silicio attraverso pirolisi laser e trattamenti post-sintesi per miglioramento delle proprietà di fotoluminescenza nel visibile, per applicazioni come nuovi materiali emettitori di luce.

Relativamente allo sviluppo ed applicazione di sistemi di sensori in fibra ottica per applicazioni di monitoraggio nel campo della ingegneria civile e geotecnica e smart road, per il progetto PoC ASCANIO (*A Sensing Custom Array Network Inspecting Optical Outfit*) sono stati sviluppati componenti prototipali utilizzabili come parti componenti di sistemi di monitoraggio geotecnico, in particolare piezometri e distometri. Nell'ambito del progetto RAFAEL è stato definito in dettaglio il sistema di monitoraggio delle installazioni dimostrative presso il Viadotto Sordo e la Galleria San Demetrio, nei pressi di Catania. Il sistema di monitoraggio prevede sensori basati su tecnologia in fibra ottica di tipo Fiber Bragg Grating (FBG), del tipo accelerometrico, tiltmetri e distometri. Nell'ambito del progetto SENTINEL si è svolto lavoro di sviluppo di sistemi prototipali per la pesatura dinamica di veicoli in transito su tratte autostradali. Il sistema si basa su sensori in fibra ottica del tipo FBG ed è in fase di sperimentazione presso strutture della facoltà di Ingegneria Meccanica dell'Università di Salerno.

Per le attività di sviluppo ed applicazione di tecnologie per i beni culturali, si è concluso il progetto ADAMO del DTC Lazio (CoE fase1), con l'esecuzione di un'ultima campagna presso le catacombe Ad Decimum di

Grottaferrata. Nell'ambito di un accordo di collaborazione tra ENEA e la Sovrintendenza Capitolina all'inizio di marzo del 2020 è stata effettuata una campagna di misure presso la Loggia della Casa dei Cavalieri di Rodi (Roma), impiegando il sistema laser scanner RGB-ITR ed il LIF, al fine di effettuare un'analisi remota e puntuale relativa allo stato di conservazione degli affreschi della Loggia dal punto di vista sia strutturale che colorimetrico. Sono inoltre state portate a termine le campagne sperimentali attive sul tema del recupero dal biodegrado mediante utilizzo di radiazioni ionizzanti (da linac). Nell'imminenza dell'inizio della fase 2 del CoE, sono state presentate 7 proposte al DTC Lazio in collaborazione con i partner e gli end user. In previsione del proseguimento delle attività, nell'ambito dell'accordo di collaborazione con l'Università di Cassino e del Lazio Meridionale è stata allestita e messa in opera una postazione per il monitoraggio di parametri ambientali e strutturali del Mausoleo Ponari nell'area archeologica di Cassino. È stata inoltre formalizzata la collaborazione dell'ENEA con la Diocesi di Frascati relativa all'esecuzione di misure di monitoraggio strutturale sul Duomo di Monte Porzio Catone. La Divisione TECFIS è coinvolta nell'applicazione di un sistema prototipale basato su sensori in fibra ottica e rilievi 3D mediante sistemi di scansione commerciale e tecniche fotogrammetriche. Per il progetto ATAP (Gruppi di ricerca della Regione Lazio, coordinato da Univ. Roma Tor Vergata) si è proceduto all'elaborazione e all'analisi dei dati acquisiti durante la campagna di misure eseguita l'anno precedente con i sistemi laser scanner RGB-ITR ed IR-ITR nella Sala delle Muse presso l'Istituto Salesiano Villa Sora (Frascati, Roma). A novembre 2020 sono iniziate le attività di diagnostica remota e digitalizzazione del progetto VADUS (Virtual Access and Digitalization for Unreachable Sites) nell'ambito del programma MITS reference AO10065 - Artes Integrated Applications Promotion (IAP) - Cultural Heritage Activity, Feasibility Study Demonstration Project di ESA: 5G for Cultural Heritage.

Nell'ambito dell'AdP 2019-2021 ENEA-MiSE, progetto Sviluppo di Sistemi di Accumulo Elettrochimici Innovativi (batterie) gestito dal Dipartimento TERIN, attività WP1 Linea di attività LA17 - "Nanofili di silicio come materiale anodico per batterie litio-ione", prosegue la crescita mediante CVD di nanofili di silicio su carbon paper per studiarne le proprietà elettrochimiche in un sistema di batterie litio-ione in cui il materiale è utilizzato come anodo. Sono stati sintetizzati coatings di carbonio mediante CVD da acetilene per la copertura in situ dei nanofili di silicio, per migliorare la conducibilità e le proprietà dell'interfaccia elettrolita-materiale attivo.

Per la sensoristica in ambito energetico, è iniziato nel 2020 il progetto 3BELIEVE che ha come obiettivo lo sviluppo di sistemi di accumulo dell'energia (batterie "3b") per veicoli elettrici ed ibridi utilizzando celle al litio con tecnologia LNMO. Nel progetto, condotto in collaborazione con TERIN, la Divisione TECFIS si occupa della configurazione elettrica di celle e sensori e dell'integrazione di sistema nel modulo batteria.

In considerazione della ridotta accessibilità ai laboratori, causa pandemia, le attività dei tre PoC afferenti alla Divisione TECFIS (ASCANIO, LIBS-compatto, SAFEFOOD) sono proseguite a regime ridotto, privilegiando quelle progettuali a rendicontazione esterna, e verranno completate l'anno successivo. Analogamente le attività del nuovo PoC Lock-in-amplifier andranno a regime successivamente.

Nell'ambito del progetto ENEA LINC (Laboratorio Interdipartimentale per la Spettroscopia CARS) sono state effettuate misure su campioni di riferimento volte a perfezionare lo strumento e consolidare le modalità operative.

Sono proseguite le attività del progetto SPEED (Spettrometro Raman coerente a bassi numeri d'onda), finanziato dal MAECI come progetto "Grande Rilevanza" di collaborazione Italia-USA: nel corso del 2020, secondo anno di attività, lo spettrometro Raman è stato modificato in modo da rendere possibile la misura di campioni non perfettamente trasparenti e l'acquisizione dei dati in tempo reale. Nell'ambito del progetto MAECI "Realizzazione di biomateriali per il restauro sostenibile dei beni culturali attraverso la valorizzazione di specie vegetali multifunzionali: *Opuntia ficus-indica* e *Capsicum spp.*" del Dipartimento SSPT sono state effettuate caratterizzazioni spettroscopiche di estratti vegetali da utilizzare come additivi in malte.

Il Laboratorio FSN-FISS-SNI ha proseguito il suo impegno nelle attività nel campo dei Beni Culturali. In particolare, l'utilizzo delle radiazioni gamma (facility Calliope) per il recupero dal biodegrado di beni archivistici e documentali e di materiali lapidei aggrediti da microorganismi (funghi, muffe) è stato oggetto

di studio in ambito internazionale proseguendo le attività già iniziate in precedenza (Progetto CRP IAEA). È in corso di preparazione un nuovo Progetto CRP IAEA che dovrebbe aver inizio nel 2022. Le collaborazioni instaurate hanno portato alla partecipazione dei ricercatori ENEA, cui sono state richieste presentazioni e lezioni, a workshop e corsi internazionali. Nello stesso ambito è stato finanziato il Progetto Pergamo (DTC Lazio) della durata di 18 mesi, che vede la partecipazione sia di numerosi stakeholder pubblici (musei, Istituti culturali, associazioni di categoria) sia di aziende private operanti nel settore. Il partenariato è costituito, oltre che da ENEA (FSN FISS SNI proponente e coordinatore), dall'Università di Roma La Sapienza e dall'Università di Cassino e del Lazio Meridionale. Per la prima volta in Italia quindi le radiazioni ionizzanti saranno utilizzate per trattamenti di recupero dal biodegrado. Già alcune richieste sono state presentate da vari Dipartimenti della facoltà di Giurisprudenza della Sapienza Università di Roma.

Ulteriori collaborazioni sono state inoltre instaurate con l'Università della Tuscia per lo studio della resistenza a radiazioni di biodeteriogeni ancora poco studiati e che rappresentano un fattore dannoso per manufatti lapidei e cellulositici.

Attività in campo ambientale vengono svolte in collaborazione con il Dipartimento SSPT per il controllo di insetti infestanti (cimice asiatica, punteruolo rosso) mediante Steril Insect Technique (SIT) nell'ambito di un progetto CRP IAEA e nuove collaborazioni e progetti in corso di definizione con l'Università Federico II (Napoli), il Parco naturale di Pantelleria e CNSTN (Tunisia).

Il Laboratorio FSN-FISS-SNI partecipa al Progetto H2020 Metrofood per attività di *mutation breeding*, *food processing* e SIT. È stato inoltre presentato il Progetto AgroServ - Integrated SERVICES supporting a sustainable AGROecological transition, presentato nell'ambito della call Horizon Europe HORIZON-INFRA-2021-SERV-01-02 "Research infrastructure services to support health research, accelerate the green and digital transformation, and advance frontier knowledge (RIA)". Il progetto ha la durata di 60 mesi, è risultato vincitore e sarà finanziato (15MEuro) a partire dal 2022.

Nell'ambito dell'accordo di programma ENEA-MiTE per RSE, sono stati ottimizzati i parametri di crescita dei nanofili ottenuti via CVD usando Cu come catalizzatore e C-Paper come substrato. In questo modo si sono ottenuti fili molto fitti e di diametro inferiore ai 100 nm che hanno mostrato un notevole miglioramento delle proprietà elettrochimiche. In particolare si sono potuti superare i 50 cicli di scarica e carica mantenendo capacità molto elevate.

Nell'ambito del progetto ENEA LINC (Laboratorio Interdipartimentale per la Spettroscopia CARS) sono state effettuate misure di micro-CARS su campioni di tessuto biologico.

Nell'ambito del progetto MAECI "Recupero di antiche tecnologie messicane per lo sviluppo di prodotti sostenibili per il restauro dei beni culturali" del Dipartimento SSPT sono state effettuate le misure di spettrofotometria infrarossa su estratti vegetali di *Opuntia ficus* da utilizzare come protettivi e consolidanti per materiali cartacei.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

La partecipazione dell'ENEA alle attività di ricerca sulla Fusione Nucleare controllata e l'avvio della realizzazione dell'infrastruttura DTT hanno un'ampia ricaduta sui partner industriali e di ricerca nazionali e internazionali.

In particolare l'ENEA ha contribuito, con la sua funzione di Industrial Liaison Officer, all'ampio successo delle industrie nelle gare di ITER e F4E. L'ENEA coordina le reti nazionale (ILO NETWORK ITALIA TRA CNR, ENEA, INAF E INFN) e internazionale (PERIIA NETWORK PRESSO CERN, ESO, ESRF, ESS, XFEL, F4E/ITER, ILL e SKA) di Industry Liaison Officers per progetti Big Science. Sempre in ambito EURATOM, l'ENEA coordina tutta la comunità scientifica e industriale che partecipa alle ricerche in ambito EUROfusion, consistente in 19 partners.

Nell'ambito delle tecnologie per la Fissione, gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che richiedono analisi di caratterizzazione radiologica mediante tecniche non distruttive e distruttive, sia in

situ sia in laboratorio, nonché tutte le istituzioni e società private interessate alla esecuzione e preparazione delle campagne di irraggiamento nei reattori TRIGA RC-1 e RSV TAPIRO.

L'ENEA fornisce supporto tecnico-scientifico e operativo sia alle Pubbliche Amministrazioni che agli Organismi di Ricerca, nonché alla società Sogin nelle attività di decommissioning degli impianti afferenti all'ex-ciclo del combustibile nucleare affidati da ENEA all'Operatore Nazionale. Questo avviene mediante il comando di personale del laboratorio sui siti di Trisaia, Casaccia e Saluggia, per la scelta e realizzazione del deposito nazionale e geologico, quale supporto istituzionale, e attraverso la partecipazione ad attività di caratterizzazione di matrici ambientali e rifiuti radioattivi prodotti dal decommissioning degli impianti.

L'ENEA è membro permanente del Network dei laboratori di riferimento nell'ambito della caratterizzazione radiologica di rifiuti radioattivi dei paesi membri dell'Unione Europea, definito ENTRAP - European Network of Testing facilities for the quality checking of Radioactive waste Packages. Nel corso del 2021 l'ENEA ha fatto il suo ingresso nel working group europeo ERDO (Working on a shared solution for radioactive waste) per lo studio ed il successivo sviluppo di un deposito geologico per rifiuti radioattivi condiviso a livello europeo.

Le attività di caratterizzazione neutronica del reattore RSV TAPIRO vengono svolte, con la partecipazione di Francia, Giappone e USA, in ambito NEA (Expert Group on New integral Experiments in Support of Innovative nuclear Systems - EGNESIS). È in essere la collaborazione fra i reattori di ricerca e l'Argonne National Laboratory (USA) in seno al programma US/DOE Global Threat Reduction Initiative.

ENEA collabora inoltre con numerosi laboratori europei ed extraeuropei, tra cui l'Istituto di Scienze Fisiche di HEFEI presso l'Accademia delle Scienze Cinese (CASHIPS), SCK-CEN (Belgio), CEA (Francia), CIEMAT (Spagna), IST (Portogallo), IPP (Germania), KIT (Germania), PTB (Germania), KIT (Svezia), HZDR (Germania), CV-REZ (Repubblica ceca), IPPCAS (Repubblica Ceca), ICN (Romania), JAEA (Giappone), JRC Petten (EC), JRC Karlsruhe-ITU (EC), NNL (Regno Unito), JSI (Slovenia), IPPLM (Polonia), IFJAN (Polonia), Wingner (Ungheria), CCFE (Inghilterra); IPPE (Obnisk, Russa) e il Consorzio FALCON "Fostering Alfred Construction".

Inoltre, il Dipartimento ha numerosi e importanti interlocutori nel mondo industriale: Ansaldo Nucleare Spa, ELDOR, SRS Servizi e Sviluppo Srl, SIET Spa, CSM Spa, LIMAINOX Srl, CRIOTEC Impianti Srl, TRATOS Cavi, Tecno Project Industriale, Telerobot S.p.A., SaesGetters, Greenpumps, Marlusi Srl; Fucine Italia S.r.l., THERMOCOAX SAS (Francia), SAAS GmbH (Germania), Westinghouse LLC (USA) e NEWCLEO (UK).

Le attività di R&D per la sicurezza degli impianti nucleari sia attuali che innovativi sono svolte in particolar modo nell'ambito di una cooperazione bilaterale con l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) francese ed attraverso la partecipazione alle Associazioni ETSON (European Technical Safety Organisations Network), che è composta dalle principali Technical Safety Organizations europee (IRSN, GRS, BEL V, VTT, JSI, PSI ecc.) e SNETP AISBL (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - International Association). In quest'ultima, il Dipartimento, tramite la Divisione SICNUC, partecipa attivamente alle attività di due Pillar: NUGENIA (NUclear GENeration II & III Association), che raggruppa più di cento membri di cui fanno parte la quasi totalità delle industrie, delle utility, delle organizzazioni di ricerca e delle Università operanti nel settore del nucleare da fissione in Europa, ed ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), che è finalizzata alla dimostrazione delle tecnologie dei reattori GENIV. Queste collaborazioni e partecipazioni hanno permesso l'acquisizione di più di 10 progetti in ambito EUROFUSION H2020 di cui 2 nel corso del 2020 (PASCAL e PASTELS).

Sulla base del JRU sottoscritto da ENEA con INFN e CNR per la partecipazione all'infrastruttura europea distribuita sui Beni culturali E-RIHS.it, nel 2019 ENEA ha vinto un finanziamento per il nodo regionale E-RIHS Lazio, nella cordata guidata dal CNR. L'acquisizione del finanziamento e il conseguente inizio dell'attività è slittata a gennaio 2021 per un ricorso al TAR, poi risolto in sede giudiziaria. È stata inoltre formalizzata la costituzione dell'"Associazione centro di Eccellenza DTC-Lazio" con gli altri partner (5 università pubbliche, CNR ed INFN) per avere accesso ai finanziamenti dei progetti di ricerca previsti nella fase2. Le attività internazionali in tale ambito sono proseguite con partner spagnoli con l'università Pablo de Olavide di Siviglia (accordo pluriennale) e con l'Università di Valencia, questa ultima per l'approvazione del loro progetto regionale "Roma Hispana: Inteligencia Artificial y Nuevas Tecnologías aplicadas al estudio, la musealización y la puesta en valor de Patrimonio Cultural español en Roma: la Spezeria de Santa Maria della Scala".

In ambito ricerca polare, continua la partecipazione al Tavolo Artico (organo di coordinamento tra università, imprese ed EPR attivi al Polo Nord, convocato dal MAECI) e in rappresentanza del MAECI, al PAME (gruppo di lavoro del Consiglio Artico). Per la ricerca in ambienti estremi sono stati consolidati contatti con partner interessati ad applicazioni spaziali (THALES) in ambito ESA ed ASI, nonché con ASI medesima per gli irraggiamenti di materiali e campioni biologici.

Collaborazioni internazionali sono state avviate/proseguite per la caratterizzazione di rivelatori di LiF irraggiati mediante facility X-FEL e raggi-X monocromatici da sincrotrone con l'Università di Osaka, Giappone, il CNRS-CEA in Francia e il JIHT in Russia.

In ambito internazionale il Laboratorio di spettroscopia ultraveloce della Divisione TECFIS collabora con l'Università A&M del Texas, per un progetto di grande rilevanza finanziato dal MAECI; sempre in ambito MAECI inoltre, il Laboratorio è partner di una proposta di progetto industriale per lo sviluppo di vetri per pannelli solari con la Gujarat Borosil Glass (India), approvato dal Ministero e in attesa di finanziamento.

Per la metrologia delle radiazioni ionizzanti, gli interlocutori nazionali sono tutti i soggetti pubblici e privati che effettuano misure di radiazioni ionizzanti nei seguenti campi: Radioterapia e radiodiagnostica medica; Radioprotezione in campo ambientale e industriale (ISIN, ARPA, PPAA, 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 ed 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 Past-President svolta da INMRI-ENEA), IAEA, EA, EURAMET, ISO, IEC, UNI, UKAS.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

In ambito fusionistico, per la realizzazione della facility DTT, in considerazione della riconosciuta importanza socio-economica dell'esperimento, il finanziamento della BEI è stato inserito nel programma ESFI (piano Juncker).

Inoltre, è stata promossa la partecipazione del sistema industriale nazionale ai progetti in ambito fusione contribuendo al buon successo delle industrie nelle gare di ITER e F4E. L'ENEA coordina attualmente le reti nazionale (ILO NETWORK ITALIA tra CNR, ENEA, INAF e INFN) e internazionale (PERIIA NETWORK presso CERN, ESO, ESRF, ESS, XFEL, F4E/ITER, ILL e SKA) di Industry Liaison Officers per progetti Big Science.

A tutto ciò si aggiungono i finanziamenti ricevuti dall'EURATOM per il programma di ricerca sulla Fusione Nucleare, per le ricerche nel campo della fusione e della fissione. Queste attività hanno comportato ricadute, dirette ed indirette, soprattutto sul sistema industriale.

Il sistema italiano, guidato da ENEA, da diversi anni svolge un ruolo di leadership nelle attività di ricerca e sviluppo in ambito LFR Gen. IV e ADS, 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, MYRTE, SESAME, TRANSAT, INSPYRE, PIACE, PATRICIA, PUMMA, ORIENT-NM) che bene si integrano con le attività condotte nell'ambito del Consorzio FALCON per lo sviluppo tecnologico del reattore ALFRED. Inoltre, a partire dal 2021 si sono avviate collaborazioni molto intense con NEWCLEO per un programma di ricerca e sviluppo nell'ambito di tali tecnologie, che prevedono un forte investimento in infrastrutture e attrezzature presso il C.R. ENEA del Brasimone, a valorizzare il parco impianti esistente.

Nell'ambito della ricerca internazionale per il miglioramento della sicurezza dei reattori nucleari attuali e di nuova concezione, ENEA ha valorizzato i risultati ottenuti nelle attrezzature sperimentali della società partecipata SIET di Piacenza, come per il benchmark PERSEO della NEA e il recente progetto PASTELS, favorendo inoltre l'ottenimento di contratti internazionali e il finanziamento della Commissione Europea alle attività sperimentali in progetti EURATOM H2020 (ELSMOR e PIACE).

In campo metrologico l'attività di certificazione svolta dall'Istituto di Metrologia dell'ENEA è essenziale per i "Sistemi Qualità" di tutti gli interlocutori pubblici e privati, garantendo nel Paese le condizioni per l'affidabilità e la riferibilità delle misure, essenziali per un pieno sviluppo economico e tecnologico.

Fra i partner e gli stakeholder dei progetti di Security è stato ribadito l'interesse di importanti aziende nazionali fra cui RFI e ATAC come stakeholder, e la collaborazione come partner di ricerca con CREO s.r.l. e NEXT (Ingegneria dei Sistemi) S.p.a., e S.R.S. s.r.l.

Le ricadute sul tessuto industriale regionale e nazionale del progetto TOP-IMPLART riguardano principalmente ditte laziali specializzate in meccanica di alto livello e tecnologie da ultra-alto vuoto (CECOM s.r.l., TSC s.r.l.). Inoltre a seguito del protocollo d'intesa siglato alla fine del 2019 tra ENEA e LINEARBEAM, spin-off della società ITEL (Ruvo di Puglia), che sta sviluppando il progetto ERHA, analogo a TOP IMPLART, è in corso una collaborazione basata su un fitto scambio di informazioni finalizzato all'ottimale sviluppo di entrambi i progetti. Le attività, coordinate da un comitato misto di gestione ENEA-ITEL, sono volte a far convergere le competenze tecnologiche e scientifiche di ENEA con quelle ingegneristiche ed industriali di ITEL/Linearbeam.

Nell'ambito dei PoC in corso sono proseguite le interazioni con le imprese partner di ASCANIO (GEI s.r.l. e EARTH System s.r.l.), di LIBS_H2O (BTS s.r.l.) e di SAFEOD (Chelab s.r.l., Orsell S.p.a, Tecnoalimenti scpa), mentre è iniziata quella di Lock-in amplifier (SENSICHIP s.r.l.).

Le ricadute sul tessuto nazionale delle attività di trasferimento tecnologico per i Beni Culturali hanno riguardato nel 2020 l'impresa di restauro EURESARTE srl per attività in provincia di Macerata, mentre sono stati allacciati rapporti con Umbria 24 Soc. Coop. A.r.l. per un intervento da loro finanziato nell'ambito della Regione Umbria "Campagna Save the Beauty" nel complesso templare di San Bevignate e nella cappella di San Severo, pianificato per il 2021.

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN)

Direttore: Giorgio Graditi

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili (TERIN) opera nei settori dello sviluppo, sperimentazione e ottimizzazione di nuove tecnologie, componenti e dispositivi in campo energetico, con particolare riferimento alle fonti rinnovabili e alle tecnologie, componenti, sistemi e metodi a supporto delle stesse e della rete elettrica (smart grids e reti energetiche integrate), all'efficienza energetica (*smart cities, local energy districts, energy communities*), alla decarbonizzazione dei settori hard to abate, alla mobilità sostenibile, alle tecnologie abilitanti e digitali, alle tecnologie per l'accumulo energetico e l'idrogeno e alla conversione e usi finali dell'energia.

Il Dipartimento svolge attività di studio, analisi, ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione avanzata, realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati, trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo con il fine di contribuire a potenziare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, diversificare nel medio-lungo termine le fonti di energia e nel contempo ridurre le emissioni e la dipendenza energetica dalle fonti fossili, a favorire e diffondere la decarbonizzazione energetica - anche efficientando i processi industriali energivori, ottimizzando l'utilizzo e razionalizzando il consumo dell'energia - a concorrere ad accrescere la competitività dell'industria italiana attraverso la riduzione dei costi dell'energia.

Il quadro di contesto internazionale e europeo in cui si inquadrano le attività prioritarie del Dipartimento sono le principali direttive in materia di energia varate dalla Commissione europea, Green New Deal, le vision del SET Plan, l'EERA (European Energy Research Alliance), il programma Horizon Europe, Mission Innovation. Il contesto nazionale è rappresentato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Piano Nazionale Energia e Clima 2030, dall'Accordo di Programma con il MiTE per la Ricerca di Sistema Elettrico e per Mission Innovation.

Le attività del Dipartimento sono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni e Accordi di Programma con la PA: a titolo esemplificativo si citano quelli con il MiTE, quali l'Accordo di Programma per la Ricerca di Sistema Elettrico e l'Accordo di Programma Mission Innovation sottoscritto con il MiSE nel febbraio 2021 e l'Accordo di Programma con il MiTE relativo al Piano ricerca idrogeno del PNRR in fase di sottoscrizione. TERIN, inoltre, presiede e coordina il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, associazione riconosciuta di soggetti pubblici e privati di alta qualificazione che opera sul territorio nazionale in settori quali la ricerca industriale, la formazione e il trasferimento tecnologico; nonché partecipa alla Clean Hydrogen Alliance, piattaforma per l'idrogeno dell'Unione Europea che riunisce al suo interno industria, ricerca, istituzioni pubbliche e società civile. Il Dipartimento ha, inoltre, partecipato al secondo importante Progetto Comune di Interesse Europeo (IPCEI) dedicato al settore delle batterie innovative (IPCEI-EUBatIn) ottenendo un finanziamento di circa 27 milioni di euro per lo svolgimento di attività di ricerca, sperimentazione, innovazione e dimostrazione. In particolare, ENEA realizzerà presso il C.R. Casaccia una *pilot line* flessibile su scala preindustriale rappresentativa dell'intero processo di produzione delle batterie al Li-ione e di nuove chimiche con importanti interventi in termini di infrastrutture, attrezzature e laboratori.

Da dicembre 2020, il Dipartimento, nell'ambito dell'accordo di collaborazione istituzionale col MiSE avente per oggetto la predisposizione di proposte progettuali IPCEI nella catena del valore dell'idrogeno, supporta il MiSE con il ruolo di advisor tecnico-scientifico nel coordinare il sistema dell'industria, della ricerca nazionale e delle PA per la creazione di una filiera italiana dell'idrogeno.

Le attività del Dipartimento sono, inoltre, oggetto di erogazione di servizi tecnico-scientifici e di ingegneria, nonché di collaborazioni con soggetti pubblici e privati, anche finalizzate alla partecipazione a progetti nazionali e internazionali su temi quali quelli delle fonti rinnovabili, smart grids, smart cities, reti energetiche integrate, comunità energetiche, decarbonizzazione del settore hard to abate, mobilità sostenibile, biocarburanti, CCUS, produzione e uso dell'idrogeno, accumulo elettrico, termico e chimico,

tecnologie abilitanti e sistemi di controllo e gestione evoluta del dominio produzione-usi finali, e si concretizzano nella fornitura di servizi tecnici avanzati e nel trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale TERIN.OS.01 – Sviluppare nuove tecnologie per il fotovoltaico, il solare a concentrazione, la bioenergia, gas rinnovabili

Per quanto concerne il **fotovoltaico**, è stato ottenuto un risultato di assoluto rilievo con il record di efficienza per celle solari a singola giunzione a base di perovskite pari a 20,08%. Il materiale, una perovskite a triplo catione, ha consentito anche di valutare l'effetto dello storage sulle prestazioni della cella per gli approfondimenti sulla stabilizzazione delle relative proprietà ottiche ed elettriche. Da segnalare è anche il miglioramento dell'efficienza delle celle al silicio cristallino a eterogiunzione con un valore di 21,6 %, una tecnologia che costituisce il presupposto per la realizzazione di celle bifacciali e tandem monolitiche ad alta efficienza. In merito alla tecnica dell'accoppiamento meccanico per la realizzazione di celle tandem perovskite/silicio, si conferma il valore di efficienza massimo raggiunto del 24% con buone prospettive di incremento. Sono state anche sviluppate attività di notevole valenza per la smartizzazione e l'integrazione dei sistemi fotovoltaici in contesti urbani e nel paesaggio che hanno riguardato sia sviluppi hardware e software per la gestione di impianti PV, sia la produzione di energia da fotovoltaico in ambito agricolo (agrivoltaico). È stata testata una versione evoluta del software di gestione della previsione di carico elettrico giornaliero per un impianto PV connesso a un edificio "tipo", con un'accuratezza sull'errore di previsione del carico del 14% sull'intera giornata. Inoltre, è stato completato lo sviluppo di un'applicazione basata sull'impiego di intelligenza artificiale per la diagnosi preventiva delle anomalie funzionali degli impianti in un'ottica di automazione delle azioni di O&M. Nel corso di questa annualità è stato dato grande impulso al settore del PV in ambito agricolo con il lancio della Rete Nazionale per l'Agrivoltaico Sostenibile, coordinata da ENEA TERIN, e la costituzione di una task force multidisciplinare "Agrivoltaicosostenibile@ENEA" a sostegno tecnico-scientifico della Rete suddetta. L'attività tecnica prevista in quest'ambito ha consentito il completamento della progettazione di due serre fotovoltaiche finalizzate alla ricerca sui sistemi agrivoltaici con moduli PV innovativi. Strettamente connesso alla pianificazione regionale e nazionale per la realizzazione di nuova capacità di generazione fotovoltaica, è l'attività di finalizzazione dello sviluppo di un applicativo GIS per la mappatura di siti idonei all'installazione di impianti PV, anche in relazione al contesto antropico ed ambientale definito in maniera accurata dai dati meteorologici e di qualità dell'aria ad alta risoluzione. In quest'ambito è stata dimostrata la possibilità di alimentare tale applicativo con i dati di monitoraggio cooperativo della qualità dell'aria, comprensivi dei valori delle polveri sottili, avendo raggiunto l'obiettivo della completa integrazione dei nodi di misura a basso costo (costituiti dal dispositivo Monica) nel sistema DSS reso disponibile al Comune di Portici nel contesto del progetto AIR Heritage. Da segnalare, infine, che il know how e il marchio Monica sono stati oggetto di acquisizione di licenza e trasferimento tecnologico verso due importanti operatori di mercato.

Nell'ambito del **solare termico a concentrazione** è stato avviato il potenziamento delle infrastrutture di ricerca e sperimentazione presenti nei centri di Casaccia, Portici e Trisaia. In particolare, presso il C.R. Casaccia è stato progettato, nell'ambito del PTR 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico, l'impianto sperimentale ENEA-SHIP (in fase di installazione), un dimostratore pilota in grado di simulare il funzionamento di un impianto CSP reale asservito ad utenze termiche industriali di diversa natura. Presso il C.R. Portici, nell'ambito del progetto Solargrid, è stata avviata la progettazione di un circuito sperimentale in grado di integrare innovativi accumuli termici e sistemi di gestione del calore ad alta temperatura (> 600 °C) con sistemi di eliostati per impianti CSP (Concentring Solar Power) ed è stata completata la costruzione di una rete termica di quarta generazione per la sperimentazione del teleriscaldamento a temperature inferiori a 50-60°C. Presso il C.R. Trisaia, nell'ambito del progetto SUNSTORE, è stato realizzato un impianto pilota composto da un innovativo sistema di accumulo di energia termica a base di zeoliti ed un campo solare di tipo Fresnel per la produzione di energia termica a media temperatura. In parallelo, nell'ambito

del progetto europeo H2020 IN-POWER è stata eseguita, presso l'impianto PCS del C.R. Casaccia, una campagna di prove sperimentali che ha permesso di caratterizzare, in ambiente reale di funzionamento, il comportamento e le performance di una serie di innovativi tubi ricevitori per collettori parabolici solari lineari a sali fusi e ad alta temperatura, realizzati dall'istituto di ricerca spagnolo TKN. Nell'ambito delle attività del progetto H2020 SFERA III è stata eseguita una campagna di prove di resistenza alla corrosione dinamica di lunga durata su materiali strutturali esposti all'azione di sali fusi ad alta temperatura e, in cooperazione con diversi istituti di ricerca europei, sono state definite le linee guida per i protocolli di caratterizzazione dei prototipi sperimentali di accumulo di energia termica. Nell'ambito del progetto ERANET EuroPaTMos è stata eseguita una campagna di prove sperimentali di congelamento/scongelo dei sali binari all'interno di tubi ricevitori al fine di definire le procedure di gestione di un impianto solare a concentrazione, sia in condizioni di funzionamento a regime che in condizioni di emergenza. Con riferimento al progetto 1.9 "Solare Termodinamico" del Piano Triennale 2019-2021 della RdS, sono stati sviluppati coating solari a film sottili con elevata stabilità, sia nel vuoto che in aria, rispettivamente per applicazioni fino a 550 °C e 400 °C, e sono stati realizzati prototipi su scala di laboratorio di specchi solari autopulenti e/o a basso consumo di acqua di lavaggio. Inoltre, sono state caratterizzate sperimentalmente nuove miscele ternarie e quaternarie di sali fusi, allo scopo di valutarne la stabilità termica e completare l'elaborazione dei database di miscele di sali fusi multi-componenti.

Nell'ambito della **bioenergia e bioraffineria**, è in corso il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca PIBE presso il C.R. Trisaia attraverso l'avvio della realizzazione dell'impianto pilota per la sintesi di biolubrificanti a diversa viscosità a base di poli-alfa olefine a partire da monomeri di origine rinnovabile, incluse le attività di sperimentazione a supporto. È stata completata la realizzazione di un nuovo impianto (brevetto ENEA) di gassificazione a letto fluido bollente ricircolante internamente da 1 MW ed è stata completata la modellazione termo-fluidodinamica in funzione del rapporto di equivalenza. È stato realizzato un circuito sperimentale per valutare le capacità di assorbimento del biodiesel e una "test facility" per valutare le problematiche di combustione in motori a combustione interna e in caldaia. Sono state condotte prove sperimentali con l'utilizzo di una torcia al plasma a radiofrequenza da 50 kW per l'abbattimento dei tar contenuti nel syngas. I risultati hanno mostrato un abbattimento del tar e degli idrocarburi (soprattutto metano) del 100%, con arricchimento in idrogeno e monossido di carbonio.

Nell'ambito del progetto Revine, utilizzando gli impianti di pirolisi in dotazione, sono stati prodotti e caratterizzati campioni di biochar da biomasse da usare come ammendanti funzionali alle prove di crescita di biomassa vegetale, al fine di individuare le condizioni di processo e il migliore biochar da utilizzare in funzione della tipologia di terreno. Nell'ambito del progetto COMETA (PON 2014-2020) sono state sviluppate soluzioni di processo innovative per la valorizzazione della biomassa lignocellulosica da filiere locali di cardo in intermedi chimici green e bioenergia attraverso processi sia biotecnologici che termochimici. Sono stati implementati processi di estrazione e conversione dell'inulina in fruttosio, prodotto intermedio per acido furandicarbossilico (FDCA), con efficienze superiori rispetto allo stato dell'arte. In termini di applicazioni nel settore della bioedilizia, sono stati prodotti pannelli a base di biomassa residuale di cardo con ridotto contenuto di prodotti fossili. Sono stati sviluppati processi eterogenei per la conversione microbica di substrati gassosi contenenti monossido di carbonio, idrogeno ed anidride carbonica da gas di sintesi in chemicals. Il processo è di grande interesse in quanto potenzialmente applicabile anche alla valorizzazione di gas esausti in settori come l'industria siderurgica, che richiede lo sviluppo di processi più puliti. Nell'ambito dello sviluppo di processi catalitici per la valorizzazione della lignina residuale da biomasse lignocellulosiche, è stato messo a punto un processo di idrodeossigenazione (HDO) in cui la lignina viene depolimerizzata e deossigenata utilizzando l'idrogeno sui catalizzatori a base di argille pilastrate. Tale processo consente di trasformare la lignina in idrocarburi aromatici o compatibili con combustibili del tipo jet-fuel. Le attività sulla valorizzazione della lignina hanno anche incluso lo sviluppo di processi biotecnologici a base di enzimi. È stato studiato un processo di depolimerizzazione ossidativa della lignina mediante enzimolisi finalizzato ad applicazioni nell'ambito della pannellistica per bioedilizia. Sono proseguite attività di R&D sulla produzione di bio-oli, a partire da sottoprodotti agro-industriali attraverso processi di pretrattamento, idrolisi e conversione microbica, che possono sostituire gli oli vegetali nella produzione di biodiesel o di green diesel mediante processi di trattamento con idrogeno (hydrotreating). In

particolare, è stato sviluppato il processo per l'ottenimento dei bio-oli su un bioreattore da 50 litri e ottenuto un green diesel con circa l'80% di resa.

Obiettivo triennale TERIN.OS.02 – Sviluppare sistemi e metodologie a supporto delle fonti energetiche rinnovabili, compresi lo storage e l'idrogeno “pulito”

Lo sviluppo di sistemi e metodologie a supporto delle fonti energetiche è proseguito in parallelo su diverse linee di attività definite all'interno dei vari progetti di ricerca. In particolare, nell'ambito del progetto nazionale ComESto, sono stati sviluppati modelli dinamici e non, per l'ottimizzazione e la progettazione delle strategie di funzionamento ottimali di una nanogrid DC integrante molteplici tecnologie di accumulo (batteria Li-ione, batteria a flusso, supercapacitore, accumulo a idrogeno del tipo Power to Power, accumulo termico, accumulo idrico) e si è proceduto all'implementazione del relativo controllo basato su logica DBS (DC Bus Signaling). Nell'ambito del progetto H2020 INTERPLAN, sono state sviluppate, implementate e validate le logiche di gestione e controllo di reti elettriche interconnesse. La validazione è stata eseguita attraverso la co-simulazione real-time, la pianificazione operativa e la simulazione semi-dinamica di reti equivalenti. Nell'ambito del progetto nazionale (PON) Solargrid, sono stati sviluppati modelli di ottimizzazione multi-obiettivo per la gestione dell'energia in impianti a fonti rinnovabili. Per quanto concerne il progetto europeo Ambience, sono state proposte metodologie innovative per estendere i modelli relativi ai contratti di rendimento energetico agli edifici attivi, mediante l'utilizzo di tecnologie smart per l'integrazione delle FER e dei sistemi di accumulo. Nell'ambito del Piano Triennale 2019-2021 della RdS sono stati studiati e sviluppati, in ambiente simulativo, modelli “affidabilistici” per la caratterizzazione delle tecnologie di reti di distribuzione ibride AC/DC, è stato implementato un tool per la valutazione e l'ottimizzazione dell'affidabilità di reti ibride AC/DC e dei relativi componenti, ed è stato progettato e sviluppato un prototipo di dispositivo elettronico di protezione di tipo DC/DC per reti elettriche in corrente continua o ibride. Per quanto riguarda il progetto SUNSTORE, è stato caratterizzato e validato sperimentalmente l'impiego della tecnologia degli accumuli termici a zeoliti, analizzandone il loro possibile utilizzo in applicazioni solari per la produzione di calore di processo o per il recupero di calore di scarto a bassa entalpia. Nell'ambito del progetto POR WoW SUN, è stata effettuata la progettazione di un innovativo sistema di accumulo a sali fusi termocline integrato con generatore di vapore alimentato con sistemi fotovoltaici che possa essere impiegato come sistema ancillare alla rete elettrica nazionale per i servizi di dispacciamento. Per ciò che concerne i progetti ComESto e AdP Mission Innovation, è stato avviato il potenziamento delle infrastrutture del C.R. Portici attraverso il completamento della realizzazione di una nanogrid con impianti di generazione da fonte rinnovabile, sistemi di accumulo e convertitori bidirezionali per l'integrazione di reti DC e AC (progetto ComESto) e la progettazione di un dimostratore di una micro rete energetica multi vettore di tipo intelligente in ambiente reale (progetto Mission Innovation Smart Grid). Nell'ambito del progetto europeo eNeuron, coordinato da ENEA TERIN è stata avviata la fase di studio relativa all'attività di definizione di metodologie innovative per progettare e gestire le energy community mediante l'uso ottimale di vettori energetici multipli.

Le attività sull'accumulo elettrochimico sono proseguite con lo sviluppo e la sintesi di nuovi materiali anodici, catodici ed elettroliti per batterie Li-ione e post Li-ione (Na-ione e Li-S) nel contesto del Piano Triennale 2019-2021 della RdS. A seguito dell'approvazione dell'IPCEI Batterie (EuBatIn) alla fine del 2020, che prevede la realizzazione di un Advanced Battery Laboratory e di una linea pilota a supporto dell'industria per la produzione di batterie innovative presso il C.R. ENEA Casaccia, si è dato avvio allo studio di prefattibilità del nuovo edificio che ospiterà le nuove infrastrutture. Sempre con riferimento alla tematica batterie, nell'ambito dell'AdP Mission Innovation è stato avviato un progetto per la realizzazione di una piattaforma per la ricerca e lo sviluppo “accelerato” dei materiali attraverso il ricorso all'intelligenza artificiale.

Sul tema pompe di calore (PdC) è stata definita la metodologia di prova dinamica di pompe di calore su impianto “hardware in the loop”. Gli impianti sperimentali sono dotati di apparecchiature e sistemi da utilizzare per un più puntuale test di sistemi integrati. Tra l'altro, è stata completata la realizzazione di un campo geotermico per PdC single-source (PTR 2019-2021) e sono state montate due differenti tipologie di collettori termo-fotovoltaici evaporativi sulla PdC a CO₂ impiegata nel progetto SOLAIRHP. È proseguita

l'attività di ricerca di soluzioni a elevata sostenibilità energetica e ambientale, anche attraverso misurazioni prestazionali di PdC con refrigeranti a basso impatto ambientale.

Con riferimento al tema dell'idrogeno, nell'ambito dell'AdP Mission Innovation, a maggio è stato avviato il progetto Hydrogen demo Valley ed è stato assegnato l'appalto per lo studio di pre-fattibilità relativo all'infrastruttura principale (pipeline gas, campo fotovoltaico ed elettrolizzatore). È stato anche avviato il progetto sulla ricerca "accelerata" di nuovi materiali per l'energia, nell'ambito del quale è presente un WP specificamente indirizzato ai materiali per l'elettrolisi. Ad agosto, inoltre, è stata sottoposta a pre-notifica la proposta progettuale ENEA presentata su IPCEI H2 "Technology" che prevede presso il CR ENEA Casaccia la realizzazione di "pilot lines" dedicate agli elettrolizzatori, alle celle a combustibile, ai sistemi di storage ed alla mobilità. Infine, sul tema dell'idrogeno, la collaborazione ENEA-Confindustria si è concentrata sulla regolamentazione e sull'analisi delle potenzialità dell'industria nazionale rispetto all'utilizzo dell'idrogeno (in particolare nei settori Hard to Abate). In ultimo, sono da valorizzare le attività di ricerca e sviluppo condotte sugli elettrolizzatori, in particolare sulle tecnologie a bassa temperatura (alcalina, PEM, AEM) focalizzate sui materiali e sul Balance of Plant per la gestione degli stack elettrolitici. Tali attività sono condotte in collaborazione con l'industria nazionale di settore (ERREDUE GAS, CTS H2).

Obiettivo triennale **TERIN.OS.03 – Sviluppare tecnologie per l'uso sostenibile dell'energia**

Con riferimento al tema del Power-to-X, è stato progettato e acquisito un impianto pilota di metanazione da H₂ rinnovabile e CO₂ di scarto, e un piccolo impianto da laboratorio per attività di testing sul processo di produzione del DME, da idrogeno rinnovabile. In parallelo è stato condotto uno studio economico di possibili configurazioni P2G con stima di costo specifico in funzione del costo dell'energia elettrica e del fattore di carico. Sono stati effettuati studi numerici sulla combustione in modalità EGR a diverse pressioni, atti alla valutazione delle migliori condizioni operative per la riduzione delle emissioni di NO_x. È stata avviata la progettazione di una facility per la sperimentazione in pressione (fino a 10 bar) di bruciatori alimentati con miscele CH₄/H₂ e/o ammoniacca. Nel laboratorio di diagnostica della combustione è stato progettato e implementato il sistema di controllo sia a livello hardware che software per la gestione simultanea di tutti i sottosistemi dell'impianto AGATUR (micro-turbina, emulatore EGR, rampa H₂, rampa CH₄, sistema di analisi dei gas). Sono stati, inoltre, collaudati i due sistemi di analisi dei gas all'ingresso ed all'uscita della micro-turbina e sono stati anche individuati i criteri di valutazione prestazionale della tecnologia di decarbonizzazione di impianti siderurgici e cementifici attraverso l'impiego di nuovi sorbenti altamente rigenerabili a base di CaO. È stato, infine, realizzato un reattore al plasma freddo per la valorizzazione della CO₂ in un combustibile rinnovabile. In particolare, è stato ottenuto CO dalla dissociazione di CO₂ a temperatura inferiore a 100 °C mediante processo DBD (*Dielectric Barrier Discharge*). Sono stati sviluppati nuovi catalizzatori a base di rutenio per la produzione di H₂ da reforming del metano a temperatura più bassa (650 °C) rispetto alla produzione industriale di H₂ da metano (> 850 °C). Con riferimento al tema delle celle a combustibile, tecnologia di elezione per l'utilizzo di idrogeno, è proseguito il coinvolgimento dell'ENEA in numerosi progetti europei H2020, che hanno tra gli obiettivi principali la validazione di protocolli di test accelerati di stack di celle a combustibile SOFC reversibili (SOEC) insieme a caratterizzazioni post-test. Sono proseguiti gli studi sulla tolleranza delle celle a combustibile all'avvelenamento da zolfo e composti carboniosi (tar) ed è stata preparata una campagna per la valutazione degli effetti combinati tramite alimentazione con bio/syngas sintetici. Sono stati effettuati test di celle singole a carbonati fusi (MCFC), utilizzate in modalità reversibile per la produzione di idrogeno, scalando le prove a celle di maggiore area superficiale.

Per l'elettrificazione della mobilità sono stati svolti ulteriori test, su celle a tecnologia LTO (litio-titanato), inerenti l'invecchiamento e la sicurezza in sovraccarica. Inoltre, sono stati progettati e realizzati un sistema di ricarica per il TPL ad accumulo inerziale, ed un sistema di ricarica a tecnologia wireless per il Vehicle to Home. Per il supporto all'elettrificazione nella consegna in ultimo miglio delle merci, sono stati verificati e integrati nuovi algoritmi per la realizzazione di un sistema software per la gestione di flotte elettriche adibite al servizio di distribuzione urbana, e sono stati aggiornati e potenziati software per la valutazione dei consumi elettrici derivanti dall'elettrificazione del trasporto privato e pubblico (eMu).

In seno alla progettualità afferente alla KIC Mobility, con il progetto "Cityflow" è stato realizzato e verificato un sistema di gestione dei flussi pedonali in aree ad alta frequentazione (Stazione di Milano Centrale), o nei grandi eventi, per migliorare la sicurezza e la vivibilità dei luoghi. Infine, nell'ambito del Programma Horizon 2020, per il progetto "User-Chi", è stato ultimato il task riguardante le analisi e proiezioni di utilizzo delle infrastrutture di ricarica elettrica in alcune città europee.

In tema di "Mobilità elettrica sostenibile" è stato avviato il "Progetto di Mobilità Elettrica Sostenibile (PMES)" presso il C.R. ENEA Casaccia con l'obiettivo di sperimentare e validare componenti, soluzioni tecnologiche e di sistema, tecniche di gestione e controllo delle infrastrutture di ricarica al fine di favorire il processo di sostituzione dei veicoli convenzionali a combustione interna con veicoli elettrici di tipo BEV o PHEV, con le conseguenti ricadute positive in termini socio-economici e ambientali. In particolare sono stati installati presso il CR ENEA Casaccia, 14 punti di ricarica per veicoli elettrici, che saranno messi a disposizione dei dipendenti che avranno necessità di ricaricare il proprio veicolo elettrico.

Nel quadro più generale della chimica verde, all'interno del progetto denominato FOREST COMP, sono continuate le attività progettuali di utilizzo di fibre naturali organiche all'interno di compositi cementizi.

Sul tema della Smart Energy è stato fatto un importante passo avanti nella messa a disposizione del sistema Italia di piattaforme software innovative, il cui sviluppo è iniziato negli anni scorsi. In particolare, il Public Energy Living Lab (PELL) per il monitoraggio prestazionale di infrastrutture energivore (illuminazione pubblica, smart services, edifici pubblici) sta supportando la maggior parte delle riqualificazioni dei sistemi di illuminazione pubblica in Italia (il PELL è stato inserito da Consip quale requisito obbligatorio nella convenzione Luce4) ed è iniziata l'implementazione della sezione scuole ed ospedali. La piattaforma CipCast per il monitoraggio territoriale dei rischi e danni potenziali alle infrastrutture critiche (resilienza urbana) è stata applicata in due aree urbane (Roma e L'Aquila), dove è entrata nel processo di gestione delle reti elettriche e antisismiche. La piattaforma SCP (Smart City Platform) per la governance interoperativa e integrata dei dati urbani ha consentito la formulazione di specifiche standardizzate e condivise con molti stakeholder e reti internazionali, da trasferire alle città per avviare i loro processi di digitalizzazione. È stata consolidata la sperimentazione della SCP presso la città di Livorno come progetto pilota di riferimento per tutte le altre città italiane ed è in fase di avvio la sua applicazione nei principali comuni della regione Umbria. Infine, sul tema delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), è stato avviato lo sviluppo di una piattaforma ICT per il supporto alle comunità sia sugli aspetti prettamente legati alle stesse e sia per l'ampliamento di tali concetti verso una visione delle comunità più ampia, dotata di infrastrutture smart ed aggregante, includendo i temi delle smart communities. In tal senso la piattaforma Smart Energy Community mira alla realizzazione di una vera e propria economia di comunità (basata su principi di token economy e smart contract) orientata verso la flessibilità e l'abbattimento del consumo energetico, attraverso modelli di business ibridi che coniugano sostenibilità energetica, economica e sociale. Tale piattaforma si configura come un portale multiservizi integrato e i primi ad essere stati implementati e resi operativi sono il servizio Recon, per lo studio della fattibilità tecnico-economica delle comunità energetiche, e Dhomus, per l'ingaggio e la partecipazione attiva degli utenti domestici nella comunità stessa.

Per quanto riguarda lo sviluppo di sistemi per l'informatica e l'ICT, è stato fornito un servizio HPC con supporto alle attività progettuali a tutta l'utenza ENEA. È continuato l'upgrading della connettività delle LAN a 10 e 40 Gb ed è stata aumentata la capacità di storage oltre 800 TB. È stata attivata la nuova infrastruttura CRESCOC per consentire l'HPC 24x7 per i servizi di previsione ambientale ed è stato attivato XCRESCO, un sistema di calcolo eterogeneo basato su GPU. È stata realizzata l'infrastruttura dati per lo storage di grandi volumi e l'acquisizione automatica degli stessi (MongoDB) ed è stata resa disponibile una parte delle infrastrutture di calcolo alla ricerca sul COVID, dandone anche supporto applicativo. È stato realizzato un primo prototipo di portale per l'accesso ai BigData e al supercalcolo (DYDAS), ed è in corso l'attività per federare le infrastrutture cloud e dati a livello italiano (ICDI). È stata realizzata una valutazione delle politiche di data management nel settore energia (EERA data). È stato reso operativo un workflow per la progettazione numerica di nuovi materiali. Infine, il Dipartimento è fortemente impegnato nell'accelerazione del processo di digitalizzazione dell'Agenzia, in particolare con il progetto SAP4ENEA e con l'introduzione di numerosi strumenti per lo smart working. Sono proseguiti i lavori del progetto

SAP4ENEA che hanno come obiettivo la migrazione dei servizi gestionali di Agenzia verso il prodotto SAP in Cloud. In particolare, dopo una prima implementazione del modulo EmployCentral relativo all'anagrafica dipendenti e struttura organizzativa dell'Agenzia, sono state avviate una serie di personalizzazioni per rispondere a specifiche esigenze del servizio del personale. Parallelamente a questo, è stata completata l'analisi dei requisiti per il modulo TimeManagement e sono stati svolti gli UAT (User Acceptance Test), con relativo rilascio di una prima versione del sistema. È stata completata la definizione delle specifiche del modulo del Payroll per la gestione paghe e stipendi. L'attività di migrazione dei sistemi gestionali verso SAP ha anche iniziato ad esplorare l'aspetto della contabilità attualmente gestita con il sistema EUSIS. Il modulo Lotus/Notes si è arricchito di nuove funzionalità, che ne permettono l'utilizzo in modo più immediato e integrato. È stata sviluppata una versione beta di un ambiente capace di gestire il flusso documentale non protocollato. Un'intensa attività è stata operata per innalzare il livello di sicurezza della rete e delle infrastrutture. È iniziato lo svecchiamento di numerosi firewall di frontiera con apparati di nuova tecnologia. Vi è ora una forte interazione con i client utilizzati dagli utenti per individuare e reagire anche a minacce del tipo "zero-day" (minacce che si basano sul comportamento del dispositivo dell'utente indipendentemente da firme conosciute). È stato anche predisposto l'innalzamento della banda disponibile verso internet di diversi Centri: si passa da flussi a 1+1 Gbps a flussi da 10+10 Gbps con backbone LAN a 40 Gbps. Contestualmente in molti datacenter è avvenuto uno svecchiamento totale degli apparati portando le connessioni verso i dispositivi a 10 Gbps e le dorsali a 40/100 Gbps.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Il Dipartimento partecipa a progetti, gruppi di lavoro, commissioni nei principali organismi nazionali e internazionali del settore energetico quali, tra gli altri, EERA (European Energy Research Alliance), BIC (Bio-based Industries Consortium), SET (Strategic Energy Technologies) Plan, IEA (International Energy Agency), CEN (Comitato Europeo di Normazione), EoCoE (The European Energy oriented Center of Excellence: toward exascale for energy), Hydrogen Energy Research Centre, IEC (International Electrotechnical Commission), CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), CUNA (Commissione tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo), ETIP Batteries Europe, Batteries European Partnership Association (BEPA), European Battery Alliance, European Clean Hydrogen Alliance, Clean Hydrogen Partnership, Hydrogen Europe Research, CSLF (Carbon Sequestration Leadership Forum).

Il Dipartimento, per conto di ENEA, partecipa al Consorzio MOBILus "MOBility for Liveable Urban Spaces" a cui è stata assegnata la KIC Urban Mobility dell'Istituto Europeo di Innovazione Tecnologica e al consorzio Sisal della KIC Raw Materials del suddetto Istituto. Inoltre, il Dipartimento è presente con un proprio rappresentante nel Consiglio Direttivo di H2IT (Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile) e partecipa con propri rappresentanti ai numerosi Tavoli sull'idrogeno che sono stati istituiti nel corso dell'anno da diverse Regioni. Il Dipartimento è membro dell'Executive Board dell'associazione ICDI (Infrastruttura di Calcolo e Dati Italiana), partecipa all'associazione BigData e alla Fondazione "International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development" ed è membro del Software Heritage. Il Dipartimento, per conto di ENEA, rappresenta l'ENEA negli organi gestionali del GARR, essendo membro del CDA e del CTS.

Nella logica di un contributo integrato di sistema Paese, il Dipartimento coordina, presiedendone la relativa associazione, il Cluster Tecnologico Nazionale Energia, approvato dal MiUR, avente la funzione di descrivere le traiettorie tecnologiche in linea con le politiche nazionali e regionali della ricerca e dell'innovazione, e partecipa al Cluster Nazionale sui Beni Culturali (TICHE) e a quello sulle Smart Communities; infine è partner fondatore della Italian Blockchain Service Infrastructure (IBSI) .

Gli interlocutori nazionali del Dipartimento sono soggetti sia pubblici che privati, alcuni di questi partner di progetti, committenti o nell'ambito di semplici accordi di collaborazione. In ambito pubblico sono attive collaborazioni con le principali università nazionali, i principali centri di ricerca quali, ad esempio, CNR, RSE, IIT, INFN, GARR, CINECA, alcune società partecipate ENEA quali CALEF, CETMA, DITNE, TRAIN, T.R.E., TERNA, DITNE, SOTACARBO, il Ministero della Transizione Ecologica, il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Università e della Ricerca, Cluster Tecnologici Nazionali Regionali, altre Amministrazioni

pubbliche quali Agenzia Entrate, INPS, ANAC, Acquirente Unico, AGID, ASI, CIRA, Consip, LazioInnova, ANAS S.p.A., INVITALIA, ACI, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e alcuni Enti locali. In ambito urbano interagisce con diverse amministrazioni urbane tra cui Livorno, Brescia, Roma, L'Aquila, Bari, Torino, Genova, Ravenna, Reggio Emilia, Bologna, Palermo, Ragusa e Bergamo. In ambito privato, le attività del Dipartimento vedono il coinvolgimento di varie aziende quali, a titolo esemplificativo, COMET BIOrefining, Versalis, Novamont, Matrica, Materbiotech, Magneti Marelli, Ladurner S.r.l., ASCOT, Rise Technology S.r.l., 3SUN SpA, STMicroelectronics, Hiltron, ECO-PV, AIRBUS S.r.l., Alenia Aermacchi, ENEL, ENEL GP, ENEL X, Hera, A2A, ARETI, Iren, Eni, SNAM SpA, SGI SpA, Acea, IBM, General Electric Transportation, Toyota Europe, AIRBUSAvio, HP, Olivetti, Poste Italiane, Baker Hughes (Nuovo Pignone), Cantieri Navali, Trenitalia, ABB, Ansaldo Nucleare, Centro Ricerche FIAT, Italcementi, MAGALDI, Maire Tecnimont SPA, Processi Innovativi S.r.l., Exergy, Techint SPA, Tenaris, Fata S.p.A e Gruppo Danieli S.p.A, Manz Italy, Angelantoni Test Technologies, AC Boilers SpA, Valmet SpA, Clp srl, Soltigua srl, Elianto srl, Biomasse Italia SpA, Brembana e Rolle S.p.A., Ferrari, GardaUno. Con riferimento al tema dell'idrogeno, numerosi sono stati gli accordi di collaborazione ed i protocolli d'intesa stipulati. Si citano i principali: ENEL GP, CIRA, SIAD, SAIPEM, SHELL, YOKOGAWA, CNVVF, FBK, Ordine degli ingegneri di Roma, CIG, etc.

Infine, si citano le collaborazioni con diverse associazioni di categoria/agenzie quali ANCMA, ANFIA, ANIE, ART-ER, Confindustria.

Gli interlocutori internazionali sono primarie università europee ed extraeuropee quali, ad esempio, Strasburgo (F), Leeds (UK), Bratislava (SVK), DTU (DK), The Queen's University of Belfast (UK), University of Tennessee (USA), Universität Mannheim (D), Universität Passau (D), Universidad Rey Juan Carlos (E), Université Libre de Bruxelles (B), Cranfield University (UK), Università di Brighton (UK), Università di Birmingham (UK), Imperial College of Science, Technology and Medicine (UK), KAUST (King Abdullah University of Science and Technology) (Arabia Saudita), Université Paris Descartes (F), Technische Universität München (D), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH), Università Politecnica di Valencia (E), Scuola Politecnica Federale di Losanna (CH), Aristotle University of Thessaloniki (GR), Norwegian University of Science and Technology (NOR), University of Sopron (HU), Hirosaki University (J), Utsunomiya University (J), University of Connecticut (USA), Tel Aviv University (ISR), Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics (CHI), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (CHI), Ecole Polytechnique Montreal (CAN), Universidad Nacional Autónoma de México (MEX), Universidade Federal de Santa Catarina (BRA). Il Dipartimento partecipa a varie iniziative internazionali, tra cui il Joint Programme "Smart Grids", il Joint Programme "Photovoltaic Solar Energy", il Joint Programme Smart Cities, il Joint Programming Initiative Urban Europe e il Joint Programme trasversale "Digitalization for energy" della EERA (European Energy Research Alliance). Molti i contatti con importanti centri di ricerca europei quali, a titolo d'esempio, JRC, IT-USA Joint Collaboration on Science and Technology ICT Working Group (coordinato da un rappresentante TERIN), IMEC (Belgio), Fraunhofer (CSP, IPA) (Germania), INES CEA (Francia), DBFZ (D), NTNU (Norvegia), Forschungszentrum Jülich (D), Fraunhofer Gesellschaft (D), Oak Ridge National Laboratories (USA), CEA (F), ESA (European Space Agency), NIST (USA), Austrian Institute of Technology (A), DLR (Institute of Combustion Technology) (D), CIRCE (Centro de Investigación Recursos y Consumos Energéticos) (E), CNRS (F), INSA (F), Karlsruher Institut für Technologie (D), Fraunhofer Institut (D), Shibaura Institute of Technology (J), KIST (KOR), Israel Institute of Technology (ISR), Center for Research and Technology (GR), Jülich Supercomputing Centre (D), Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung – BAM (D). Numerosi sono stati anche i contatti con aziende estere quali, ad esempio, BEWARRANT (Belgio), Calisolar (Germania), Freemind Group (B), CREATE-NET, Gas Natural FENOSA (E), GE-Global Research Monaco (D), Euro Heat Pipes s.a. (B), Convion (FIN), VTT (FI), DLR (D), SGL Carbon GmbH (D), Solvionic (F), Acktar Ltd (ISR), EnergyMatters (NL), KHT (SWE), Sandvik (SWE), Korean Gas Safety Corporation (KR), SINTEF (NOR), ZegPower (NOR), EPFL (CH), Johnson Matthey (UK), Axon Technologies (UK), Active Audio, Simigon L.t.d., Institute of Inorganic Chemistry Slovak Academy of Sciences, Insolight SA. Il Dipartimento è, infine, presente in organizzazioni e comitati normativi.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le molteplici attività del Dipartimento presentano interessanti ricadute economiche sul sistema industriale. Per quanto concerne le attività nel settore della bioenergia e la bioraffineria, l'ENEA conta numerose collaborazioni industriali per lo sviluppo e la qualificazione in esercizio di impianti preindustriali e lo sviluppo di tecnologie di gassificazione e successivo *upgrading* del syngas. Le ricadute investono sia attori industriali operanti nella produzione di energia e biocarburanti avanzati, sia attori del settore della chimica. L'esigenza di estendere il paradigma della sostenibilità in maniera trasversale a tutti i settori produttivi rende le filiere basate sull'impiego di biomasse e, più in generale, di diverse fonti biogeniche, di grande impatto derivante dalla possibilità di valorizzare sottoprodotti agro-industriali e/o di creare nuove filiere del valore in territori agricoli caratterizzati da basso reddito o poco idonei a coltivazioni alimentari. In analogia alle raffinerie da fonte fossile, le bioraffinerie da fonti rinnovabili investono il settore degli intermedi chimici da biomasse di scarto, dei combustibili e in particolare di biocarburanti avanzati, biocarburanti drop-in, *jet-fuels* e trasporto marittimo. Per quanto riguarda il settore chimico, ENEA ha in atto collaborazioni con interlocutori progettuali quali Novamont nel settore delle bioplastiche e Versalis per i biolubrificanti destinati ad alcuni settori di nicchia tipo aerogeneratori eolici. È stato predisposto un accordo di collaborazione triennale con ENI su temi di comune interesse tra cui la produzione di bio-oli attraverso processi biotecnologici innovativi per la sostituzione di alcuni oli vegetali convenzionali come l'olio di palma, il solare a concentrazione e lo storage termico e il supercomputing.

Nel settore fotovoltaico si segnala la collaborazione con ENEL Green Power nel filone dello sviluppo di moduli bifacciali ad alta efficienza, con ENEL Innovation Rem Tec, Gala SpA, Kenergia, Neoruralehub, per approcci sinergici tra agricoltura e fotovoltaico, con Rise Technology per lo sviluppo di tecniche di metallizzazione a basso costo e con il Consorzio ECO-PV e con COVEME per la sostenibilità e il design di moduli di nuova generazione.

Nell'ambito del solare a concentrazione sono proseguite le attività del contratto di servizio con la società Sol.In.Par. nel cui ambito è stato messo a punto un codice di calcolo per la valutazione degli incentivi di cui usufruirà l'impianto CSP di Partanna e, contestualmente, è stata redatta la relativa documentazione a supporto richiesta dal GSE. In parallelo sono state sviluppate le procedure per l'avvio della circolazione dei sali fusi e l'entrata in esercizio dell'impianto; si è inoltre proceduto alla definizione di tutte le grandezze necessarie per la misura delle performance dell'impianto. Nell'ambito del contratto di servizio con la società Stromboli Solar, è proseguita l'attività di revisione della documentazione relativa al progetto esecutivo di un impianto CSP da 4 MWe con 15 ore di accumulo. L'impianto Stromboli, che dovrebbe entrare in servizio nel 2022, conferma che i meccanismi ed i piani di incentivazione sul solare a concentrazione previsti dal DM 23/06/2016 sono un valido strumento per lo sviluppo della tecnologia anche in Italia, e per la creazione di una filiera industriale CSP nazionale che possa competere a livello internazionale nella realizzazione di impianti CSP di grande taglia di nuova generazione. Sono state inoltre avviate le attività di ricerca previste nell'ambito del progetto ERANET EuroPaTMoS, principalmente focalizzate sulle prove di caratterizzazione dei componenti degli impianti CSP a sali fusi. Si evidenzia, infine, che nell'ambito del progetto europeo SFERA III è proseguita la campagna di accessi transnazionali che ha visto la presenza di tecnici della società norvegese WSP Norge AS presso l'impianto PCS per l'acquisizione delle tecniche di gestione degli impianti CSP a sali fusi. In parallelo sono state completate le attività di fornitura di servizi tecnici avanzati alle società Valmet SpA e CLP srl dove sono state analizzate la fattibilità tecnica economica dell'impiego dei sali fusi sia come vettore di energia termica che come sistema di accumulo per la decarbonizzazione dei processi produttivi dei settori dell'industria cartaria e siderurgica. È stata, inoltre, avviata una collaborazione con Ansaldo Nucleare, AC Boilers per lo scambio di informazioni relative al brevetto ENEA, relativo ad un sistema di accumulo di energia termica di tipo termoclino a sali fusi, per il suo impiego nei sistemi solari termodinamici a torre. Nell'ambito del progetto nazionale SolairHP (Bando RdS- CCSE - Tipo B) e del Piano Triennale 19-21 della Ricerca di Sistema Elettrico, è proseguito il percorso tecnologico d'integrazione tra PdC e apparecchiature solari in grado di incrementare l'efficienza del sistema complessivo e fornire all'industria strumenti per una corretta progettazione di sistemi integrati, tali da garantire soluzioni impiantistiche competitive nel settore della climatizzazione. In particolare, è stata

sviluppata e testata un'innovativa PdC elettrica a compressione del tipo aria/sole-acqua, reversibile e "multisorgente", in grado di sfruttare sia l'irraggiamento solare che l'aria esterna, quali sorgenti esterne da fonte rinnovabile. Tale PdC utilizza inoltre CO₂ come fluido di lavoro e pannelli ibridi termo-fotovoltaici, in maniera tale da massimizzarne il rendimento nel periodo invernale quando le condizioni termoigrometriche dell'aria esterna comportano inevitabilmente una penalizzazione delle prestazioni delle PdC attualmente in commercio.

Nell'ambito della generazione di potenza mediante turbine a gas alimentate con miscele idrogenate, l'attività in corso contribuirà a colmare il gap tecnologico tra le turbine a gas di grande taglia e le micro-turbine. Con riferimento ai cicli bottoming a CO₂ supercritica, l'impatto atteso è un sensibile aumento della flessibilità operativa con conseguente riduzione degli oneri di bilanciamento della rete elettrica a carico del sistema. Le attività di ricerca sulla CO₂ supercritica sono sinergiche rispetto ad altri progetti, già finanziati in ambito H2020, sul recupero di cascami termici nel settore industriale. Inoltre, il riuso della CO₂ per la produzione di aggregati, attraverso la carbonatazione di scorie o la produzione di combustibili innovativi con processi al plasma freddo, rende economicamente sostenibile la decarbonizzazione di settori industriali ad alta emissione di carbonio.

Per quanto attiene alla tematica idrogeno, la realizzazione della Hydrogen demo Valley presso il CR ENEA Casaccia, un incubatore tecnologico per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno, costituito da un insieme di infrastrutture hi-tech per la ricerca e sperimentazione lungo tutta la filiera per valorizzarne il suo utilizzo come vettore energetico e combustibile pulito per ridurre le emissioni di CO₂ nell'industria, nella mobilità, nella generazione di energia e nel condizionamento ambientale nel settore civile e residenziale, avrà certamente ricadute su imprese, associazioni di categoria, istituti di ricerca ed università che a vario titolo collaboreranno al progetto. L'Hydrogen Valley ha l'ambizione di essere il primo progetto dimostrativo dell'intera catena del valore dell'idrogeno e intende rappresentare un ecosistema che integra domanda e offerta di idrogeno, offrendo l'opportunità alle aziende nazionali di settore di fare innovazione e validare le proprie tecnologie in un ambiente dedicato, con il supporto di infrastrutture di rilievo e di personale qualificato. La collaborazione tra ENEA e Confindustria sulla mappatura delle tecnologie, del know-how, dell'evoluzione tecnologica e dei processi industriali che utilizzano idrogeno e dei potenziali in termini di consumo e di capacità produttiva nel breve, medio e lungo termine e per l'analisi della domanda e dell'offerta rispetto alle potenzialità di produzione e utilizzo in Italia dell'idrogeno green e degli investimenti necessari per lo sviluppo di una filiera dedicata, ha sollecitato l'interesse da parte di numerose aziende afferenti al settore Hard to Abate. In particolare, tali aziende potrebbero richiedere il supporto ENEA per studi di fattibilità volti a valutare il potenziale utilizzo dell'idrogeno in settori produttivi specifici.

Per quanto concerne le celle a combustibile, tecnologia d'elezione per un uso pulito ed efficiente dell'idrogeno, il Dipartimento è un punto di riferimento per l'interlocuzione fra l'industria del settore, la comunità scientifica e gli utilizzatori/consumatori. Il Dipartimento continua, infatti, a essere presente sia come partner che come coordinatore in diversi progetti H2020 che hanno come obiettivo lo sviluppo della tecnologia delle celle a combustibile ad alta temperatura, operanti anche in modalità reversibile; in particolare, l'ENEA fornisce supporto alle aziende (nazionali ed europee) che sviluppano la tecnologia, attraverso l'esecuzione di test di validazione e caratterizzazione dei loro prodotti.

Nel settore dell'accumulo elettrochimico, sono attive collaborazioni con interlocutori industriali ai quali poter trasferire le conoscenze acquisite sulla preparazione dei materiali e la realizzazione degli elettrodi per batterie Li-ione, nonché la progettazione e il test di pacchi di batterie, ivi compreso il relativo sistema elettronico di gestione e controllo (BMS) del sistema di gestione termica. Le attività di ricerca sui sistemi di accumulo Li-ione hanno condotto alla richiesta di brevetto di una metodologia per la diagnosi dello stato di salute di batterie, che si differenzia dallo stato dell'arte per semplicità/rapidità di esecuzione ed efficacia, trovando già applicazione nell'ambito di contratti con prestigiosi partner industriali.

Nel settore della mobilità elettrica, il risparmio unitario "del sistema Paese", legato alla sostituzione del termico con l'elettrico per autovettura, è valutato in circa 800.000 tep, oltre a benefici in termini di produzione industriale e di occupazione, al momento difficilmente quantificabili.

Nell'ambito delle attività sul Biocalcestruzzo Aerato Autoclavato (BAAC) è stato depositato un nuovo brevetto denominato BIOAERMAC, sviluppato a partire dal precedente brevetto BAAC all'interno di un progetto PoC ENEA, denominato INNCED, condotto assieme alla società FLUORSID S.p.A. Il nuovo brevetto si inserisce nei settori operativi dell'efficienza energetica e dell'uso sostenibile dell'energia per la produzione di componenti. Inoltre, il brevetto BAAC è stato concesso in licenza d'uso alla società Personal factory s.r.l. per la produzione e commercializzazione di un loro preparato realizzato sulla base del citato brevetto ENEA.

Nell'ambito delle smart cities, della protezione delle infrastrutture critiche, della robotica e dell'Industria 4.0, la principale ricaduta sul sistema industriale è quella di costruire un sistema di filiere industriali che forniscono servizi di valore aggiunto, fornendo un contributo fondamentale alla transizione ecologica e digitale del paese (Smart Nation) in cui la transizione delle città italiane assume un ruolo chiave. Nel settore delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), anche grazie all'avvio del nuovo laboratorio presso il tecnopolo Kilometro Rosso a Bergamo, grazie agli strumenti implementati (Recon ha registrato oltre 800 progettualità, Dhomus è già applicato in alcune aree di Roma e a Pinerolo) sono state avviate numerose iniziative a driver sia privato (industriale) che pubblico, indice di nuovi mercati e opportunità che stanno nascendo. Inoltre, si sta fornendo supporto alle regioni nei programmi di sviluppo (Lombardia e Lazio) per implementare un adeguato modello di governo e sviluppo delle CER. Sono attive collaborazioni con STm e trasferimenti tecnologici con VIASAT e SOLERZIA sulla sensoristica avanzata. Infine, nel settore ICT, va rilevato che la disponibilità di infrastrutture integrate ICT, cloud e HPC consente di fornire servizi di calcolo sempre più performanti a disposizione delle attività progettuali dei vari Dipartimenti e delle numerose collaborazioni esterne nel campo dell'HPC e dell'analisi dei dati con tecniche di intelligenza artificiale, sia nell'ambito della ricerca pubblica che in quella delle imprese industriali. Nel corso del 2021 si è provveduto ad espandere la capacità dei sistemi di storage ad alte prestazioni da circa 1000 TBytes a 5000 TBytes e a rendere disponibile per il progetto di EuroHPC, TEXTAROSSA, un cluster di nodi ibrido con acceleratori FPGA completo degli ambienti di sviluppo disponibile per attività di ricerca sulla sostenibilità energetica dei sistemi della classe exascale. Sono state inoltre avviate numerose proposte progettuali che vertono a portare l'infrastruttura HPC ai massimi livelli nazionali.

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT)

Direttore: Roberto Morabito

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT) svolge attività di ricerca e sviluppo, implementazione, validazione di strumenti, metodologie e tecnologie innovative, modellistica, sistemi esperti nel quadro generale della transizione verso modelli di produzione e di consumo più sostenibili. Opera in particolare nei settori dell'uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli nei processi produttivi e sul territorio, dei nuovi materiali, dello studio dell'atmosfera e dell'oceano a diverse scale spazio temporali, dell'ingegneria sismica e del rischio idrogeologico, della salvaguardia e sicurezza della popolazione e dei territori, per la conservazione e valorizzazione del capitale naturale e del patrimonio artistico, del sistema agro-industriale per la valorizzazione e la competitività delle produzioni alimentari in termini di qualità, sicurezza e sostenibilità, dei meccanismi e degli effetti degli agenti chimici e fisici in relazione alla protezione della salute.

L'offerta del Dipartimento si rivolge alla Pubblica Amministrazione centrale, regionale e locale, al settore delle imprese e ai cittadini. Il Dipartimento, grazie alle competenze multidisciplinari presenti e alla capacità di integrazione e messa a sistema delle stesse, opera con un approccio di tipo sia "verticale", sulle tematiche proprie delle Divisioni, sia "orizzontale" su diverse tematiche trasversali per rispondere in modo sinergico alla domanda proveniente dal Sistema Paese.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività del Dipartimento sono i programmi dei principali organismi internazionali (ONU e Unione europea, riportando a titolo esemplificativo la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite, la EU strategy on adaptation to climate change, il Circular economy package, Horizon Europe e Green Deal) nonché, in ambito nazionale, i programmi delle istituzioni principali nei settori di intervento del Dipartimento (MiTE e MiSE), il Piano Energia Clima 2030 e la Strategia Energetica Nazionale, nonché il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. Le attività del Dipartimento vengono svolte nell'ambito di convenzioni e accordi di programma con la PA centrale, in particolare MiTE e MiSE, con riferimento ai temi dell'economia circolare e delle misure di adattamento ai cambiamenti climatici, e MUR con l'impegno nelle piattaforme e nei Cluster tecnologici nazionali; della fornitura di servizi avanzati alle Amministrazioni pubbliche a livello regionale e locale, e del supporto per l'individuazione di possibili finanziamenti nazionali e comunitari; del trasferimento dei risultati della ricerca al sistema produttivo, sociale e culturale; della partecipazione a progetti nazionali e internazionali con altri enti/amministrazioni e soggetti pubblici.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale SSPT.OS.01 – Sviluppare tecnologie, metodologie e strumenti per la gestione efficiente delle risorse al fine di supportare l'attuazione di politiche e pratiche di economia circolare e di chiusura dei cicli

Nel corso del 2021 il Dipartimento ha consolidato il suo ruolo nelle attività legate alla transizione verso modelli di Economia Circolare e Bioeconomia.

Sono proseguite le attività di coordinamento a livello europeo sia nella rete europea European Circular Economy Research Alliance (ECERA, costituita da 10 enti di ricerca di differenti nazioni europee) sia tramite la presenza nei leadership groups della Piattaforma Europea ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform). A livello nazionale l'ENEA coordina l'*Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP)* che nel 2021, tramite i sette gruppi di lavoro attivati che raccolgono circa 150 adesioni rappresentative di organizzazioni di stakeholder e circa 800 esperti, ha elaborato e mappato oltre 180

buone pratiche per filiere produttive e aree urbane e periurbane e ha formulato i commenti alla strategia nazionale di economia circolare, sulla base delle nove priorità per l'Agenda strategica nazionale, per l'economia circolare e per la ripresa post COVID-19 identificate nel 2020, ribadendo la necessità di creare l'Agenzia per l'Economia Circolare, sfruttando competenze e strutture esistenti, e candidando di fatto ENEA a svolgere tale ruolo. È stata organizzata la Quarta Conferenza Annuale ICESP su "Gli Approcci collaborativi come strumento per favorire la transizione circolare dei modelli di produzione e consumo e delle città", nel quadro del processo di ripresa e resilienza con il quale il nostro paese si trova a confrontarsi.

Inoltre, l'ENEA, con la Presidenza della Commissione Tecnica UNI per l'Economia Circolare (CT 057), svolge il ruolo di coordinamento a livello italiano della iniziativa "mirror" della corrispondente iniziativa internazionale "ISO/TC 323 Circular economy", che ha lo scopo di sviluppare uno standard per l'economia circolare.

A livello europeo, il ruolo di coordinamento dell'ENEA sui diversi ambiti dell'economia circolare, e in particolare sull'aspetto delle materie prime critiche, trova riscontro nella partecipazione al progetto europeo SCRREEN2 con l'obiettivo di creare un network di esperti per fornire consulenza alla Commissione Europea su tutte le materie prime esaminate dalla lista CRM 2020 e le relative catene del valore.

Sempre a livello europeo, il progetto B-Blue, finanziato dal Programma Interreg-Med e coordinato ENEA, ha rafforzato il ruolo dell'Agenzia nel panorama della Blue Economy tramite la definizione di modelli di governance volti alla transizione verso una crescita blu circolare e sostenibile nei settori che sfruttano le biorisorse del mare.

A livello nazionale, i rapporti con la Pubblica Amministrazione centrale sono proseguiti tramite le attività di supporto al MiSE nell'implementazione del Regolamento REACH e sulle tematiche delle materie prime critiche e dell'economia circolare in generale. In particolare si ricordano le collaborazioni nell'ambito del programma Ricerca di Sistema Elettrico sul tema dell'efficienza energetica dei sistemi di trattamento delle acque reflue, nella "realizzazione di strumenti e iniziative sull'economia circolare a vantaggio dei consumatori" e l'avvio delle attività di supporto e gestione dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" di cui al Decreto del Ministero dello sviluppo economico 11 giugno 2020, nel corso dell'anno sono state valutate oltre 100 proposte di finanziamento. Proseguono anche le attività del Progetto ARCADIA (2019-2023) - Approccio ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse finanziato da ACT nell'ambito del PON - GOVERNANCE.

Nel 2021 sono state avviate le attività di collaborazione con il MiTE relative all'accordo sulla gestione delle Aree Industriali, del loro rapporto con il territorio e per la valutazione ambientale dei processi di bioraffinazione.

Nell'ambito del tema della Bioeconomia, l'ENEA continua la partecipazione al MoU tra la FAO e i più importanti Enti di Ricerca nazionali (CNR, ENEA, CREA e ISPRA) e, a livello europeo, continua l'impegno di ENEA in qualità di partner beneficiario ai progetti "iNEXT-Discovery - Infrastructure for transnational access and discovery in integrated structural biology" nell'ambito della call H2020 INFRAIA-01-2018-2019 *Integrating Activities for Advanced Communities – Integrating and opening research infrastructures of European interest* - Azione RIA, FNS-CLOUD e PROVIDE, progetti finalizzati alla creazione e coordinamento di centri di ricerca pan europei.

A livello nazionale continua ad essere rilevante il ruolo svolto nell'ambito della Strategia Nazionale sulla Bioeconomia attraverso il coordinamento interministeriale di MiSE, MUR e MiPAAF, oltre alla partecipazione a gruppi di lavoro dei *Clusters Tecnologici Nazionali "Fabbrica Intelligente"* sulla manifattura, *CL.A.N.* sull'*AgriFood* e *Blue Growth* sulle biotecnologie marine, così come a livello regionale la partecipazione ai Clusters Lucani sulla Bioeconomia e Basilicata Creativa e al Consorzio TeRN-Tecnologie per l'Osservazione della Terra ed i Rischi Naturali.

Nel 2021 si sono ulteriormente consolidate le collaborazioni anche con la PA locale; in particolare, con la Regione Lombardia sono proseguite le attività del Laboratorio "Tecnologie della sostenibilità" con focus sull'economia circolare, ospitato presso l'Università di Brescia e sono proseguite le attività di 10 borse di dottorato coordinate da ENEA in collaborazione con Università del Territorio lombardo (Uni Brescia,

POLIMI, Univ. di Milano Bicocca).

Nella Regione Puglia a fine 2021, in collaborazione con la Provincia di Brindisi e altri partner locali, si è partecipato ad una Manifestazione di Interesse promossa da ACT con un progetto per la riqualificazione della Cittadella della Ricerca per la creazione di un Ecosistema dell'innovazione per l'Economia Circolare. La proposta, coordinata da ENEA, per un valore di 45 milioni è passata alla seconda fase di valutazione che si concluderà nel 2022.

Nella Regione Marche si è consolidato il rapporto con UNICAM e le imprese afferenti all'iniziativa BIO-KIC, per la realizzazione di un *Centro per l'Innovazione e la Valorizzazione dei Bioprodotto*. La prima iniziativa che si è concretizzata è stata l'attivazione della piattaforma tecnologica MARLIC, piattaforma collaborativa dedicata ai Nuovi Materiali sul tema della manifattura sostenibile, sull'eco-sostenibilità dei prodotti e dei processi per i nuovi materiali e del De-Manufacturing. Nella piattaforma MARLIC, ENEA partecipa alla creazione del Laboratorio, alle attività di ricerca (al momento su due settori: valorizzazione dei bio-scarti per nuovi bio-materiali innovativi, attività relativa alla simbiosi industriale).

Infine nel 2021 sono stati firmati due Protocolli di Intesa, uno con il Comune di Ventotene e uno con il Commissario per la riqualificazione dell'ex carcere borbonico di Santo Stefano, per lo sviluppo di un piano congiunto per la transizione ecologica e circolare del territorio.

Nell'ambito delle attività in supporto alle imprese sono state avviate attività nel settore della gestione integrata dei rifiuti e della risorsa idrica con ACEA, HERA, AQUASER, WATER ALLIANCE, UTILITALIA, ENEL, CONAI, ENI.

Sul tema della Simbiosi Industriale sono proseguite le attività del Progetto finanziato dalla Fondazione CARIPLO *"CREIAMO - Economia Circolare delle filiere olivicola e vitivinicola, valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business"*, con un focus sul territorio lombardo.

In merito ai servizi avanzati per l'agroindustria, grazie anche alle attività di CSAgri, continua la collaborazione con MATISUD, ECOENERGY, EDILGEN e GREENFUEL per la valorizzazione dell'impiego di risorse biologiche, matrici vegetali, sottoprodotti e scarti (materie seconde) in linea con i principi dell'uso razionale delle risorse e dell'economia circolare, così come con Biovec-Block, Special Product's Line, Janssen, FOS e AlfaSigma per applicazioni nel campo della salubrità e salute umana.

Il Dipartimento ha anche promosso diverse iniziative territoriali legate alla formazione sui temi dell'economia circolare. Si ricordano il Progetto *"SMILE"*, nell'ambito del Bando "Laboratori territoriali per l'innovazione e la sostenibilità delle imprese in Emilia-Romagna" e la formazione, su temi di competenza del Dipartimento, per i docenti della rete 'Ambito 18' con capofila l'Istituto Comprensivo Statale Giovanni Falcone di Copertino (Lecce).

Sul tema della divulgazione il Dipartimento ha promosso e realizzato in collaborazione con REL, un numero speciale della rivista Energia, Ambiente e Innovazione dedicata ai giovani (Green Generation - Giovani, ambiente e innovazione per un futuro sostenibile, n.2), in occasione della pre-COP 26 svoltasi a Milano a settembre 2021. Inoltre è stata portata avanti l'attività per il supporto scientifico alla rivista online Economicircular.com, promossa da ERION e CDCA.

Obiettivo triennale SSPT.OS.02 – Sviluppare materiali innovativi, studiati anche sotto il profilo della sostenibilità, favorendone l'applicazione in diversi settori

Si sono concluse regolarmente le attività, relative a due progetti H2020 coordinati dal Dipartimento, di sviluppo di nuovi materiali per il settore energetico, in particolare per la generazione di energia elettrica, sia attraverso la realizzazione di materiali innovativi da collaudare in un impianto pilota basato sul solare termodinamico presso il C.R. Brasimone (H2020 NEXTOWER), che mediante ricerche su materiali esplorativi per la conversione del calore in elettricità (H2020 NANOPYROMAT).

Il collegamento con i materiali per l'energia, si sviluppa ulteriormente con le attività del Tema 1.3 dell'Accordo di Programma per la Ricerca sul Sistema Elettrico, assegnato al coordinamento di SSPT-PROMAS, che comprende lo studio di materiali per la conversione del calore disperso in energia elettrica

(effetto termoelettrico e piroelettrico). A questa azione si aggiungono lo sviluppo di sorgenti di luce integrabili in componenti edilizi, nano-catalizzatori magnetici, materiali attivi e di processamento per la realizzazione di batterie a stato solido. Le attività ADP-RSE 2019-2021 si sono concluse con successo, e sono oggetto di rinnovo nella proposta ENEA al MiSE per ADP-RSE 2022-2024. Il medesimo Tema 1.3 ha avviato contestualmente delle ricerche per materiali e tecnologie di "stampa 3D", che si accoppiano ad un imponente sforzo amministrativo-gestionale per l'espletamento delle gare – oramai ultimato - per la realizzazione dell'Infrastruttura MAIA, da localizzarsi presso l'edificio F23 di Casaccia, per il quale sono in corso di appalto i necessari lavori di bonifica e ristrutturazione. MAIA sarà dedicata alla realizzazione di materiali, processi e manufatti per componenti del settore aeronautico e biomedico. Le attività di MAIA inizieranno formalmente l'anno venturo, con tutte le apparecchiature disponibili per la richiesta di servizi, sulla base del Regolamento di Accesso approvato dalla Regione Lazio.

Le attività di "stampa 3D" di materiali riguardano in realtà un ventaglio più ampio di applicazioni, perseguite con attrezzature di taglia più piccola: sviluppi di materiali ceramici 3D, qualifica di rame secondario per stampa 3D, compositi polimerici arricchiti con nanoparticelle funzionali sintetizzate con plasma termico. Tali apparecchiature costituiscono una rete articolata e sinergica di competenze e di offerta di innovazione che verrà supportata da uno specifico gruppo di lavoro.

A tale rete si aggiungono le apparecchiature del nuovo Laboratorio "Materiali e processi industriali sostenibili 4.0", parte delle attività ENEA presso il Parco Scientifico Tecnologico KmRosso di Bergamo. Nel 2021 sono stati consegnati i laboratori preallestiti con gli impianti di servizio ed è iniziata la installazione delle apparecchiature tecnico-scientifiche. A supporto di tali attività operano fino al 2022 ben 7 dottorandi, finanziati dalla Regione Lombardia.

Le attività di ispezione e test non distruttivi, che sono condotti avvalendosi della ampie disponibilità strumentali della Divisione PROMAS, sono stati sviluppati e perfezionati con successo, sia tramite commesse finanziate dalle industrie aerospaziali (AVIO e SHEETMETAL), che con commesse finanziate da vari operatori del settore del patrimonio artistico, ma anche tramite progetti transfrontalieri dedicati alla messa a punto di metodologie di misura della efficienza energetica negli edifici (REEHUB, REEHUB+). Tale offerta arriva a coprire nel 2021 anche la Pubblica Amministrazione, attraverso un ampio lavoro di ispezione termografica sulle coperture edilizie degli ambienti interni ed esterni del Palazzo della Farnesina sede del MAECI.

Molto rilevante, per le attività connesse al settore Aerospazio, il coinvolgimento richiesto da ASI, HYPATIA, INFN, affinché ENEA assumesse il ruolo di organismo di ricerca cardine mandatario, nel contesto del Bando della Regione Lazio sui Progetti Strategici. ENEA ha realizzato eventi e raccolto partner, confezionando la proposta LAEROSPAZIO che è stata decretata a finanziamento nell'anno 2020. In questo ambito ENEA riceve l'incarico da parte della Regione Lazio per la gestione dell'intera piattaforma di 7 progetti, in cui l'Agenzia va ad esercitare il ruolo di interfaccia unica, come Mandatario Unico, tra le regioni ed un partenariato di 15 stakeholder (EPR, GI, PMI).

Tutti i progetti acquisiti con la partecipazione all'ultimo Bando MIUR-PON 2017 (la maggiore concentrazione di progetti finanziati ad ENEA in quel bando) sono ora regolarmente in corso. Le attività vertono nel settore della mobilità terrestre (2 progetti con FCA) e navale, lo sviluppo di materiali e test per il settore aeronautico, metodi di fabbricazione sostenibili e innovativi.

Proseguono le attività di sviluppo del Regional Center Southern Italy della Knowledge Innovation Community on Raw Materials, che consistono in attività di disseminazione e formazione per il settore delle materie prime nel Sud Italia e espandono le relazioni con gli stakeholder europei del settore.

Obiettivo triennale SSPT.OS.03 – Sviluppare tecnologie, strumenti e modelli per la prevenzione e riduzione dei rischi naturali e antropici, per la protezione degli ecosistemi e della biodiversità e per la preservazione del patrimonio culturale

Sul tema della riduzione del rischio da attività antropiche, il Dipartimento ha operato sulle seguenti linee: la caratterizzazione e la definizione dei pathways di contaminanti nell'ambiente e in siti contaminati da attività industriali, finalizzate anche alla bonifica e al restauro degli ecosistemi (CISAS, Marine Hazard OR1 e

OR2), alla messa a punto di strumenti di innovazione, sviluppo e sostenibilità dei processi produttivi in coerenza con la strategia europea di lungo periodo sulla Blue Growth (Progetto FEAMP Campania). Valutazioni su contaminazioni ambientali sono state effettuate anche come supporto e servizi a Enti (Univ. Federico II e IZSM).

Biosensori innovativi per il controllo di emissioni gassose sono stati testati nell'ambito del Progetto KET Lazio "SENSI", con applicazioni nel campo dei Beni Culturali, sullo stesso tema sono iniziate le attività del PoC "BBC".

Sono proseguite le attività del Progetto BRIC INAIL con la caratterizzazione dei processi di degrado e di caratterizzazione di materiale aerodisperso e la valutazione degli effetti sulla salute e l'ambiente. Sul tema degli effetti sulla salute di micro e nanoplastiche è iniziato il Progetto HE Polyrisk, con la collaborazione di altri 14 enti di ricerca e università europee. Le microplastiche sono anche oggetto di un accordo con ACEA a supporto della gestione di impianti di depurazione.

Biotecnologie microbiche per la bonifica di siti industriali e per il recupero di suoli degradati da impatti dovuti a cambiamenti climatici e/o uso agricolo sono state sviluppate e testate in ambito di progetti EU e Nazionali (ERANET-SUPREME, TESTARE). Con biotecnologie microbiche sono state condotte applicazioni di pulitura e conservazione di beni culturali di grande rilievo (Statue di Michelangelo Sagrestia Nuova di Firenze, Colosseo, Domus Aurea).

Si è avviato un accordo col quale si fornisce supporto al MiTE per la gestione della banca dati sull'uso di prodotti fitosanitari (SifWeb). Sono terminate le attività del progetto MAECI-Messico sulla realizzazione di biomateriali per il restauro sostenibile.

Nell'ambito della gestione efficiente e sostenibile della risorsa idrica sono continuate le attività dei due progetti: BLOOWATER che propone soluzioni tecnologiche innovative allo scopo di sviluppare un approccio metodologico basato sull'integrazione di tecniche di monitoraggio e di trattamento di acque interessate dal fenomeno di fioriture tossiche, ed il LIFE BLUE LAKES finalizzato alla prevenzione e riduzione dei rifiuti di plastica nei laghi attraverso un approccio integrato, che combina la messa a punto di protocolli per il monitoraggio, la governance e le attività di formazione.

Sono state sviluppate soluzioni integrate per aumentare la resilienza dei territori e favorire il loro sviluppo sostenibile, con particolare riguardo alle "nature-based solutions", anche con appositi accordi con enti locali quali l'Autorità di Bacino del Po e del Parco del Lura.

Sono state condotte attività a supporto di Aree Marine Protette, nell'ambito di collaborazioni con Paesi in via di Sviluppo (PVS) come Vanuatu e Tonga, finalizzate all'habitat mapping tramite remote sensing di vaste aree il cui valore ambientale era ancora poco noto. Con il progetto Guardiani della Costa, rinnovato per una annualità, sono state svolte attività di Citizen Science legate alla salvaguardia dell'ambiente marino costiero. Le attività legate all'ambiente marino sono state svolte anche in Antartide (ICE CLIMALIZERS, GRACEFUL e BIOROSS) ed in Artico (campagne High North) allo scopo di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sul biota e sull'ambiente fisico dei Poli. Inoltre sono state valorizzate le competenze di radioecologia tramite il progetto RECOMARES.

Sono state completate le attività dei progetti SeaDataCloud ed Emodnet Data Ingestion 2 con approfondimenti di aspetti legati alla gestione dei dati marini ed allo sviluppo di linguaggi comuni necessari allo scambio dati a livello globale. Sulla qualità dei dati oceanografici, ed in particolare sugli aspetti metrologici di questi, è stato avviato il Progetto H2020 "MINKE".

Nell'ambito del progetto ES-PA (azioni 3.2.1/3.2.2/3.2.3/3.2.4) si sono sviluppate azioni destinate alla Pubblica Amministrazione finalizzate al turismo sostenibile ed alla realizzazione di linee guida per la gestione sostenibile e la valorizzazione del territorio.

Per quanto riguarda l'obiettivo di sviluppare e applicare tecnologie per la mitigazione del rischio sismico e geomorfologico è stato siglato un accordo con la Regione Siciliana per la valutazione della pericolosità da colate detritiche nel territorio provinciale di Messina. Nell'ambito dei bandi del Distretto Tecnologico del Lazio, sono stati selezionati due progetti: RIPARA e SIS-DAT. Il primo si propone di mettere a punto una

tecnologia innovativa per la protezione sismica del patrimonio architettonico, ricorrendo ad una ristilatura armata attiva dei giunti di malta mediante micro-trefoli di acciaio inossidabile.

SIS-DAT affronta e, soprattutto implementa in unico apposito sistema GIS, una metodologia di analisi multidisciplinare per la produzione di mappe di danneggiamento atteso dei centri storici in relazione a definiti livelli di sismicità. Sono continuati i contatti con il mondo imprenditoriale per la realizzazione del brevetto "Elemento di Rinforzo Antisismico in Fibra Naturale" e alla fine del 2021 è stato selezionato un partner industriale che porterà al trasferimento una tecnologia innovativa finalizzata ad incrementare la sicurezza degli edifici. È stata sviluppata una proposta per l'analisi ed il monitoraggio delle fessure esposte al moto ondoso e si è iniziato un processo di integrazione fra i dati sull'innalzamento del livello medio del mare nelle prossime decadi e gli effetti sulla linea di costa e l'ingresso del cuneo salino con l'uso delle proiezioni modellistiche, le analisi satellitari e i modelli digitali del terreno. Sempre tenendo conto delle proiezioni climatiche che hanno dirette ripercussioni sui servizi ecosistemici di alto valore economico e sociale forniti dai sistemi lacustri del Lazio, si è progettato un sistema di gestione di quegli ambienti. Gli interventi di manutenzione sugli impianti relativi ai test vibrazionali (Tavole Vibranti, shakers e muro di reazione) hanno incrementato l'offerta di servizi per le imprese. Nel corso del 2021 con code nel 2022 si sono effettuati test sul comportamento di strumenti e strutture cementizie sottoposti a moti vibrazionali, ricavandone indicazioni utili alla progettazione esecutiva. Nel 2021 ENEA è entrata formalmente nell'infrastruttura di ricerca EMBRC (EU Marine Biology Resource Center) e l'Agenzia è rappresentata anche nell'Executive Committee.

Obiettivo triennale SSPT.OS.04 - Sviluppare tecnologie, strumenti e modelli e condurre studi relativi ai cambiamenti climatici con l'obiettivo di favorire l'attuazione di politiche di contrasto e la realizzazione di azioni di mitigazione e adattamento

Nel corso del 2021 si è portata avanti l'attuazione di due Progetti PON-Infrastrutture di ricerca (PRO-ICOS-MED e PER-ACTRIS-IT), concludendo tutte le procedure di acquisto ad eccezione di una, ed organizzando l'installazione di molti dei beni acquisiti. Sempre nel corso dell'ultimo anno sono stati avviati i progetti relativi al Potenziamento del Capitale umano legati ai due PON-Infrastrutture di ricerca.

Nel contesto del PON Marine Hazard si sono sviluppate le attività inerenti il terzo Obiettivo Realizzativo che prevedono lo sviluppo di un laboratorio per il telerilevamento finalizzato a misure di verifica e calibrazione di osservazioni dallo spazio e si sta realizzando una banca dati di osservazioni dallo spazio inerenti tematiche oceanografiche che ora si trova in uno stato di realizzazione avanzata. Nell'ambito delle attività satellitari del laboratorio OEM è partito l'Accordo di Partenariato tra ENEA e CNR legato alle Attività di CAL/VAL della missione ASI PRISMA, denominato PRISCAV.

I progetti che hanno come focus gli studi in Antartide, sono proseguiti anche con le attività dell'Osservatorio Meteo-Climatologico Antartico sia presso la stazione "Mario Zucchelli" a baia Terranova, che presso la stazione Concordia sul plateau antartico. Per ciò che riguarda le attività in artico si sono riavviate, dopo l'interruzione dovuta alla pandemia, le attività in campo presso l'Osservatorio THAAO nel nord della Groenlandia legate allo svolgimento del progetto CLARA2, Nubi e radiazione in Artide ed in Antartide. Sempre presso l'Osservatorio di Thule, si è avviato il progetto triennale ECAPAC relativo allo studio degli effetti di precipitazione e albedo sul clima dell'Artico.

Nell'ambito del progetto PULVIRUS è stato valutato l'impatto della riduzione delle emissioni legate alla pandemia sulla concentrazione atmosferica di fondo dei gas serra grazie alle misure acquisite dalla Stazione di Lampedusa.

La partecipazione al consorzio EC-Earth ha consentito di collaborare alla creazione dell'Earth System Model (ESM) europeo. Con l'ESM si è contribuito alle proiezioni climatiche CMIP6, utilizzate per le valutazioni del Sixth Assessment Report on Climate Change dell'IPCC.

Nel progetto CORDEX sono state sviluppate simulazioni climatiche ad alta risoluzione spaziale sull'area Euro-Mediterranea per il presente e futuro. È stato messo a punto un modello regionale in grado di simulare la dinamica dell'atmosfera, dell'oceano ed i processi biogeochimici sulla superficie terrestre, come ciclo del carbonio e ciclo idrologico.

Nel 2021 è stato finanziato un progetto per lo studio della biodiversità marina e della sua risposta al cambiamento climatico per diverse scale temporali e spaziali, con il quale saranno migliorati i modelli biogeochimici marini e aggiornati i modelli climatici che consentiranno la previsione dell'innalzamento del livello del mare e la valutazione dell'impatto sulle aree costiere del Mediterraneo.

Il consolidamento delle esperienze sull'energia dal mare ha condotto alla conferma della linea progettuale nel nuovo Programma nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico e ad una posizione di rilievo nei tavoli europei che disegnano le nuove call sull'argomento. Nel corso del 2021 è entrato pienamente in fase di operatività il sistema di previsione dell'energia da moto ondoso sull'intero bacino Mediterraneo ed uno che fornisce previsioni orarie a cinque giorni di velocità, temperatura, salinità e livello del mare. Anche il modello di previsione delle onde per l'arcipelago delle Maldive è operativo mentre è solo iniziata la fase di valutazione delle prestazioni.

È continuato lo sviluppo dei Servizi Climatici in ambito nazionale e internazionale per i settori dell'energia, della gestione delle acque e regioni costiere, dell'emergenza alimentare, del turismo e dell'agricoltura. Questa linea di sviluppo, già segnalata in precedenti documenti di bilancio è stata sancita anche dalla creazione di una Task Force Dipartimentale. Sono state sviluppate metodologie innovative multi-modello per massimizzare la performance delle previsioni stagionali e sono state poste le basi metodologiche per effettuare analisi multirischio basate sui più aggiornati strumenti di simulazione degli hazard e su valutazioni innovative di vulnerabilità ed esposizione, in un approccio transdisciplinare, concentrandosi, in particolare, sui rischi congiunti derivanti dagli effetti di lungo periodo dei cambiamenti climatici (ad es., l'innalzamento del livello del mare) e dai rischi di origine geologica.

Inoltre, è stato acquisito un progetto Horizon che mira a produrre una valutazione completa e integrata del potenziale di mitigazione del clima da parte delle foreste Europee al fine di fornire utili indicazioni di policy.

Nell'ambito delle azioni per la lotta ai cambiamenti promosse a livello internazionale, Il MiTE ha designato l'ENEA come rappresentante nel Technology Executive Committee - TEC. Mentre si è concluso il mandato ENEA nell'Advisory Board del Climate Technology Center and Network – CTCN. Nell'ambito della Low Carbon Research Network, il Dipartimento ha coordinato, da presidente e moderatore, la sessione dedicata alla collaborazione internazionale in ambito clima, nell'evento annuale.

Nel 2021 si è avviato un accordo con l'Agenzia Italiana per la Cooperazione Internazionale, per fornire assistenza per il rafforzamento della dimensione della sostenibilità ambientale e la lotta ai cambiamenti climatici e la promozione della transizione ecologica nelle attività di cooperazione allo sviluppo.

E' stato avviato il Progetto Internazionale LIFE AIRFRESH, per la valutazione degli impatti delle foreste urbane e periurbane sulla qualità dell'aria e la temperatura nelle città. Il progetto fornirà gli strumenti ai decisori per la selezione delle specie più opportune da piantumare per ridurre l'inquinamento urbano.

L'ENEA infine collabora nel progetto LIFE MODERN NEC, nell'ambito della direttiva NEC, per implementare le metodologie di monitoraggio della qualità dell'aria negli ecosistemi naturali.

Obiettivo triennale SSPT.OS.05 – Sviluppare modelli atmosferici integrati e metodi di misura innovativi per la valutazione degli impatti sulla salute e sugli ecosistemi delle politiche per migliorare la qualità dell'aria

La partecipazione al Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS_50 Regional (previsione europea di Qualità dell'Aria) nel triennio 2018-2020 come modello candidato ("new model") si è conclusa positivamente e, nel 2021, FORAIR è stato valutato meritevole di entrare ufficialmente nel consorzio degli 11 modelli individuali nazionali che eseguono le previsioni giornaliere di qualità dell'aria a livello europeo. Questo risultato garantirà finanziamenti più sostanziosi nel futuro ed è il riconoscimento dell'eccellenza di un lavoro di ricerca avviato nel 2015 con lo sviluppo del modello previsionale Qualità dell'Aria (FORAIR_IT), che dal 2017 è operativo con attività di validazione sistematica con le osservazioni.

Questo risultato, fra l'altro, consolida la posizione di riferimento per lo sviluppo di strumenti di supporto alle policy sia nazionali che europee per il MiTE, e ci conferma nei principali network europei ed internazionali su queste tematiche (FAIRMODE e UNECE-CLRTAP).

Sempre nel 2021, è stato sviluppato l'Air Quality Model Gateway per l'accesso ai dati di previsione e a quelli storici, è stato aggiornato il modello GAINS Italia per gli scenari regionali e sono stati consegnati al MiTE scenari emissivi e relative simulazioni di qualità dell'aria nell'ambito del negoziato per l'applicazione della Direttiva NEC sui tetti nazionali di emissione. Sono state prodotte simulazioni e studi sui superamenti dei limiti legge per l'inquinamento atmosferico che saranno utili nel negoziato per la nuova direttiva europea e nelle fasi previste dalla Procedura di Infrazione a carico del Paese.

Nel 2021 è stato siglato l'Accordo quadro con il MiSE per la partecipazione all'Azione di Accompagnamento nell'ambito delle "Analisi Dei Fabbisogni Del Buyers Group Mirror Copernicus: Identificazione Dei Servizi Tematici Di Riferimento".

Il progetto integrato Pulviris, di cui una linea specifica è orientata a produrre uno scenario emissivo nazionale "COVID-19" che riesca a ricostruire l'impatto delle misure di contenimento sulle concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici, ha raggiunto risultati molto importanti che dimostrano l'attualità degli strumenti simulativi messi a punto ed indicano quanto profonde debbano essere le misure da intraprendere per ottemperare ai limiti imposti dalla legge.

Seppure con grandi difficoltà dovute alla pandemia, proseguono le attività del progetto "Visibility" in collaborazione con il Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri per determinare le variazioni dell'indice di visibilità di parchi naturali e aree protette, come proseguono le valutazioni dell'inquinamento atmosferico prodotto dai forni delle pizzerie a legna. Nel 2021 è stata avviata una commessa con TERNA sulla previsione delle incursioni e deposizioni di sale marino sugli impianti di rete e quindi sulla valutazione del rischio di scarica elettrica sugli impianti. Il lavoro è in corso ed i risultati modellistici sono molto promettenti. Infine è stato attivato un gruppo di lavoro interdipartimentale e interdisciplinare su "cambiamento climatico-inquinamento e salute", i primi risultati di tale azione sono stati pubblicati in un articolo scientifico con il focus sulle aree metropolitane di Milano e Roma.

Obiettivo triennale SSPT.OS.06 - Sviluppare tecnologie e strumenti con l'obiettivo di favorire la sostenibilità nei sistemi produttivi agroalimentari

A livello nazionale prosegue la collaborazione con ASI su nuovi progetti sul tema dell'AgroSpace (*GREEN CUBE, MIG 2, HORTSPACE e REBUS*), ponendo l'ENEA in una posizione di leadership nel panorama nazionale. Questa attività si consolida e si rafforza con nuovi filoni di ricerca e sviluppo sul tema della chiusura dei cicli di produzione in ambienti estremi e sulla messa a punto di un microsatellite da lanciare nello spazio per il monitoraggio remoto della produzione di microverdure, con importanti ricadute applicative per l'esplorazione nello spazio e per tutte le attività di "Indoor precision farming". Un prototipo di tale microsatellite è esposto alla Mostra "La Scienza a Roma" allestita presso il Palazzo delle Esposizioni. Sempre a livello nazionale proseguono importanti progetti finanziati nell'ambito dei PON MUR (TEBAKA) e MiSE (NUTRI3D e PACK-CHAIN), così come l'iniziativa SOIL-HUB a supporto della partecipazione dell'Italia alla Global Soil Partnership e alla rete di eccellenza europea sulla ricerca sul suolo (EJP – SOIL), con l'obiettivo di arginare e mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi agricoli.

A livello regionale prosegue l'attività di 6 progetti PSR della Regione Basilicata su diverse filiere agroalimentari.

A livello europeo rimane forte il collegamento con le attività afferenti ad ESFRI con la fase conclusiva della Preparatory phase dell'iniziativa METROFOOD-RI, la grande infrastruttura di ricerca, coordinata da ENEA, nel dominio Health and Food, così come in ambito *Horizon 2020*, che ha visto la prosecuzione del progetto DataCloud - Sharing food and nutrition security data towards 2030, per lo sviluppo di sistemi di sicurezza e tracciabilità in ambito food, unitamente all'avvio di FOODSAFETY4EU. Prosegue l'attività su altri importanti progetti nell'ambito di *Horizon 2020*, G2P-SOL, NEWCOTIANA e HARNESSTOM per la valorizzazione con ricadute industriali delle risorse genetiche delle Solanacee, INNOCOCELL nel campo del molecular farming per lo sfruttamento commerciale sostenibile di ingredienti cosmetici (scientificamente validati) derivati da risorse vegetali sottoutilizzate, con colture cellulari e coltivazione fuori suolo in aeroponica indoor. Sempre a livello europeo, proseguono le attività nell'ambito del progetto H2020 SIMBA che hanno portato alla messa a punto di bioinoculanti costituiti da consorzi microbici multifunzionali con un potenziale utilizzo in

agricoltura, in grado di favorire l'aumento della produttività e la sostenibilità delle catene alimentari e la riduzione degli input chimici. Continua l'impegno nell'ambito del nuovo Programma Quadro Europeo Horizon Europe 2021-2027, soprattutto sul Cluster 6 "Food, Bioeconomy, Natural resources, Agriculture and Environment", con la partecipazione alle prime call.

Si conferma l'impegno nell'ambito dell'iniziativa europea *PRIMA* per i sistemi agroalimentari sostenibili e competitivi nel Mediterraneo all'interno del gruppo di coordinamento nazionale e delle iniziative di networking, partecipando al comitato di indirizzo dell'iniziativa *AgriFoodNext*. Nell'ambito dell'ultima call 2021 è stato approvato il progetto *PROMEDLIFE* "Novel food products for the PROMotion of MEDiterranean LIFEstyle and healthy diet" nell'ambito della Section 1. Scopo del progetto *PROMEDLIFE* è quello di analizzare, attraverso una serie di approcci socio-economici, gli attuali sistemi agro-alimentari in diversi paesi del bacino del Mediterraneo (Italia, Slovenia, Grecia, Tunisia, Marocco), e di migliorarne una serie di componenti tipici della dieta mediterranea, attraverso la generazione di un set di nuovi prodotti (yoghurt, crema amlou, barrette, snacks), diversificati in relazione all'origine geografica e culturale dei diversi paesi partecipanti al progetto. Continua inoltre il Progetto *IMPRESA* per il miglioramento della resilienza agli stress abiotici nel grano duro mediante approcci genetici, fisiologici e "omici" e aumentare la biodiversità del germoplasma mediterraneo mediante introgressi basata sui parenti selvatici delle colture.

Sempre a livello europeo e nazionale è significativo il ruolo svolto nell'ambito della infrastruttura di ricerca *MIRRI*, per la messa in rete e la conservazione di ceppoteche microbiche di ampio interesse applicativo.

A livello internazionale sono continuate le attività di supporto alla formazione di ricercatori e PhD students nell'ambito del MoU con la FAO su temi afferenti alla sostenibilità dei sistemi agroforestali in Africa e alla sicurezza alimentare dei prodotti trasformati per ridurre le perdite delle materie prime agricole. È stato inoltre confermato il ruolo ENEA di membro del Multi-stakeholder Advisory Committee (MAC) sui Sistemi Alimentari Sostenibili, nell'ambito dell'iniziativa UNEP "One Planet".

Nell'ambito delle nuove applicazioni, un interesse sempre maggiore sta riscuotendo l'attività di Plant Molecular Farming, una piattaforma biotecnologica che utilizza il sistema biosintetico della cellula vegetale per la produzione di farmaci biologici. Nel corso del 2021, l'ENEA ha dimostrato, grazie ad una sperimentazione condotta in collaborazione con la Fondazione Toscana Life Science (TLS), l'assoluta comparabilità tra l'anticorpo J08 (anticorpo che neutralizza la SARS CoV-2) replicato in piante rispetto a quello prodotto da fermentatori con cellule animali.

Infine un'attenzione crescente si sta mettendo, all'interno della Divisione SSPT-BIOAG ai programmi dell'Agrospazio e dei sistemi biorigenerativi per il supporto alla vita in ambito extraterrestre, e della Decarbonizzazione dei sistemi agroalimentari.

Obiettivo triennale SSPT.OS.07 – Sviluppare tecnologie innovative - diagnostiche e terapeutiche - per la tutela della salute

Conclude le attività del progetto *SUMCASTEC*, finanziato nell'ambito del progetto EU di Horizon 2020 *FET-OPEN – Novel ideas for radically new technologies*, le attività di innovazione tecnologica nel settore biomedico proseguono con il progetto *DTA* ("Dosimetria di un nuovo trattamento rTMS in colture 3d della malattia di Alzheimer per l'identificazione di marcatori di efficacia terapeutica"), finanziato nell'ambito del bando "Progetti Gruppi di Ricerca 2020" Regione Lazio. Proseguono, inoltre, le attività del progetto *NANOCROSS*, giunto al V° anno di finanziamento da parte dall'Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC), che ha messo a punto un sistema di somministrazione sempre più sicuro ed efficace di agenti chemioterapici e di cui sono stati pubblicati i risultati dei primi obiettivi raggiunti. Sempre nell'ambito della programmazione Horizon 2020 *FET-OPEN – Novel ideas for radically new technologies*, il 2021 ha visto l'avvio del progetto a coordinamento ENEA "Regeneration of Injured Spinal cord by Electro pULsed byo-hybrid aPproach (RISEUP)", che prevede la creazione e validazione di un metodo altamente innovativo per la riparazione e la rigenerazione delle lesioni del midollo spinale.

Lo sviluppo di tecnologia con applicazioni di impulsi elettrici, anche e soprattutto con modalità non invasive, è una delle attività che maggiormente sta caratterizzando le attività sperimentali di questi ultimi anni: è stato sottomesso il progetto *NEED* (Non-invasive intense Electric fiEld Delivery for the care of non-

superficial cancers) al bando HORIZON-EUROPE ERC-2022-SYG in fase di valutazione con l'obiettivo di dimostrare l'efficacia terapeutica della combinazione di impulsi elettrici e radioterapia e l'associazione con l'ECT non invasiva.

I tre progetti PoC attivati nel 2020, *“Validazione di una piattaforma per vaccini genetici”*, *“Sviluppo di kit analitici di biomarcatori”* e *“Sviluppo di un prototipo di tumore vascolarizzato mediante biostampa 3D per lo screening di farmaci chemioterapici”*, sono ancora in corso in quanto prorogati a causa del rallentamento delle attività durante la pandemia da Covid-19.

Nell'ambito del progetto TOP IMPLART, proseguono gli studi degli effetti dei protoni finalizzati alla valutazione della risposta cellulare in combinazione con altre terapie oncologiche. In particolare, sono cominciate le attività sperimentali relative all'utilizzo di nano-diamanti per radiosensibilizzare le cellule tumorali al successivo trattamento con fotoni e protoni; questa attività, svolta in collaborazione con il Politecnico di Torino, si avvale del lavoro di un dottorato di ricerca co-partecipato.

Con riferimento all'individuazione di nuovi biomarcatori diagnostici e prognostici di malattie ad alto impatto sociale sono stati assegnati i fondi 5xmille relativi all'anno 2020 a sostegno del progetto MENTAL (Approccio multi-omico per l'identificazione di biomarcatori fecali in pazienti con malattia di Alzheimer) che consentirà di rafforzare una importante collaborazione con la Fondazione Santa Lucia, eccellenza italiana nell'ambito della cura delle malattie neurodegenerative.

Il consolidamento delle attività di radiobiologia prosegue con la partecipazione di ENEA in qualità di beneficiario al consorzio PIANOFORTE nell'ambito della Call HORIZON-EURATOM-2021-NRT-01-09 - European Partnership for research in radiation protection and detection of ionizing radiation. È stata valutata positivamente anche la proposta del progetto SEAWave - *“Scientific-Based Exposure and Risk Assessment of mm-Wave Systems (5G and Beyond)”* con ENEA in qualità di partner.

Sono inoltre proseguite le attività sperimentali del progetto W-SHIELD che, in collaborazione con SSPT-PROMAS, è finanziato dalla Regione Lazio nell'ambito della call *“Progetti Strategici 2019”*, settore Areospazio.

Nell'ambito della tematica *“qualità dell'aria indoor-outdoor e salute”*, si sono concluse le attività sperimentali relative al Progetto Aerotrazione con Biocarburanti (ABC), per lo studio tossicologico comparativo tra un biodiesel innovativo per aviotrazione e un combustibile fossile, finanziato dal MATTM (adesso MiTE). Raggiunti gli obiettivi principali identificati dal progetto, sono nate nuove iniziative nell'ambito della collaborazione con la Divisione SSPT-MET, orientate ad estendere a innovativi indicatori molecolari ed epigenetici il pannello di marcatori di risposta dell'epitelio bronchiale ai diversi tipi di combustibile. Prosegue, inoltre, il progetto finanziato BRIC-INAIL *“Studio integrato dell'esposizione dei lavoratori al particolato atmosferico in ambienti indoor, che prevede una sperimentazione in campo in avvio nel marzo 2022 presso l'Università La Sapienza di Roma”*.

Si è conclusa la prima parte di attività sperimentali relativa alla progettazione e sviluppo di un contenitore innovativo per il riconoscimento, la raccolta e il trattamento delle mascherine anti-covid usate, in collaborazione con la Divisione SSPT-USER. I risultati ottenuti hanno fornito le indicazioni preliminari per l'avvio della seconda parte di validazione del reale prototipo di SmartBin (chiamato MaskBin) che verrà fornito nel corso del 2022 dalla azienda partner del progetto, per la verifica dell'effettiva capacità di sanificazione.

Proseguono le attività di revisione sistematica della letteratura scientifica in tema effetti biologici delle radio-frequenze, nell'ambito di due attività progettuali finanziate in un caso dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e assegnato ad ENEA nel ruolo di coordinatore quale *“Systematic reviews of exposure to radiofrequency fields and adverse reproductive outcomes (animal and in-vitro studies)”*, nel secondo attraverso una convenzione ENEA-ISS per un progetto INAIL, per la valutazione del nesso di causa tra esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e patologie neoplastiche. Per entrambi i progetti sono stati raggiunti il primo obiettivo, relativo alla pubblicazione del protocollo sia sulla piattaforma *“Prospero”* del National Institute for Health Research, che su riviste di settore.

Infine, nel corso dell'anno 2021, le attività del progetto SPS NATO BioPhyMeTRE ("Novel Biological and Physical Methods for Triage in Radiological and Nuclear (RIN) Emergencies") sono proseguite sia per gli aspetti sperimentali che per le attività di training online a favore del partner del Kazakistan (IRSE) attraverso la creazione di video didattici e di esercizi di inter-confronto focalizzati sui criteri di screening dei danni genetici.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

In ambito nazionale i principali interlocutori sono i Ministeri (in particolare il MiTE, il MiSE, il MAECI, il MIPAAF, il MUR, il MIBACT, la Difesa), l'Agenzia per la Coesione Territoriale, l'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo, la Presidenza del Consiglio, il Comitato Nazionale per le Biotecnologie, la Biosicurezza, e le Scienze della vita (CNBBSV), l'INAIL, la Protezione Civile, l'ASI, le Regioni (in particolare Lazio, Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Umbria, Lombardia e Basilicata), numerosi Comuni, l'ANCIM, la Aeronautica Militare Italiana, diversi Cluster tecnologici del MUR (Alisei - Scienze della Vita, Agrifood - filiera agroalimentare, BIG - sviluppo sostenibile nella economia del mare, Fabbrica intelligente, Trasporti, Beni culturali, Chimica Verde), Cluster Regionali (Cluster Regionale "Basilicata Creativa, Cluster Lucano della Bioeconomia," Cluster Regionale Bioeconomia Regione Puglia), i Distretti tecnologici (in Liguria il Polo DLTM per le Tecnologie Marine, federazioni, associazioni ed organizzazioni di categoria, i Distretti Aeronautici di Puglia e Campania, SSICA, i consorzi partecipati CETMA, DTA, CALEF, CERTIMAC, DTA, IMAST, In.BIO e TeRN, gli acceleratori di start up innovative come AGROFOOD-BIC e Food Innovation Hub. AIRC e AIG sono interlocutori per le azioni relative alle terapie innovative per la cura di tumori e di malattie rare.

Fra le 161 organizzazioni membri della Piattaforma ICESP, coordinata da ENEA e nata nel 2018 sul modello e richiesta della Piattaforma europea ECESP, si menzionano: ACEA Ambiente, CNA, Confartigianato, UTILITALIA, Unioncamere, CGIL, CISL, UIL, Confindustria, il Cluster Agrifood, ArTer, FICO, Legacoop Puglia, i Politecnici di Milano e di Bari, CONFETRA, FISE Assoambiente, Italtotec, Consorzio Italiano Compostatori e Amici della Terra che si affiancano ai Ministeri della Transizione Ecologica e dello Sviluppo Economico, all'Agenzia per la Coesione Territoriale e a realtà quali ENEL, ENI, HERA, Novamont, Nespresso, CNA, Unioncamere, FISE UNICIRCULAR, diverse Regioni (Emilia Romagna, Puglia, Lombardia, Umbria) e comuni (Pesaro, Prato, Cagliari) e rappresentanti della comunità scientifica e della società civile.

A livello industriale i principali interlocutori sono, oltre alle associazioni di categoria e Consorzi per il riciclo e recupero (ad esempio Corepla, CONAI ed Ecompeus), multiutility come AMA di Roma, ACEA, AQUASER, HERA, UTILITALIA e società come Eni, ENEL Produzione, ENEL Green Power, CSM, FCA-Stellantis, Leonardo, AVIO, Telespazio, Aeroporti di Roma, Federdistribuzione, Viveracqua, FOS, Beghelli, Scianatico, Bosch, Brembo, Novamont, United Genetics Seeds, Loro Piana, ALFRUS SpA, FILENI SpA, Special Product's Line, G&A Engineering, Alfasigma, Accademia Nazionale del Caffè espresso, Janssen SpA, Simitecno, TERNA.

In ambito comunitario e internazionale, i principali interlocutori sono la Commissione Europea, il JRC di Ispra, l'UNIDO, la FAO, la IAEA, l'OMS, le Piattaforme tecnologiche europee. Tra le collaborazioni attivate nell'ambito della KIC "RawMaterials" e della "Climate KIC" si citano quelle con organizzazioni nazionali e internazionali tra i quali il Fraunhofer (Germania), ARKEMA, SUEZ Environment, il Centro Ricerche FIAT (Italia), CEA, IVL, VITO, SINTEF, RVO, IETU, TECNALIA, numerose Università.

Sempre a livello internazionale, come follow-up delle attività svolte in collaborazione con il MiTE, si citano le collaborazioni con i Governi e diversi Istituti di ricerca pubblici di alcuni Paesi in Via di Sviluppo, tra i quali le Maldive, Vanuatu, Tonga, il Lesotho, l'Etiopia, il Sudan, il Botswana, Cuba, l'ufficio UNDP dello Swaziland, le Isole Salomone. Sono inoltre state attivate due borse di studio internazionali in ambito TWAS con ricercatori della Repubblica del Congo e del Cameroon su temi afferenti ai sistemi agro-industriali sostenibili.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le ricadute sono di tipo tecnologico e metodologico, e sono frutto delle attività di progetto, di accordi di

collaborazione e servizi alle imprese. Tali ricadute si concretizzano nella realizzazione, applicazione, promozione di innovazioni di prodotto, di processo e di sistema in singole imprese (in particolare PMI) ed aree industriali, di *capacity building*, in tutti i settori di competenza del Dipartimento, e nella fornitura di servizi tecnologici avanzati.

Nel settore dell'agroindustria il Dipartimento lavora con realtà che afferiscono a diverse fasi della filiera produttiva: dalla difesa fitosanitaria delle colture (BiovecBlock), alla shelf life dei prodotti ortofrutticoli (Alegra), alla produzione di packaging sostenibile (MP3), alla produzione di alimenti ad alto valore aggiunto stampati in 3D (Rigoni di Asiago) e di migliore qualità (Accademia nazionale del caffè espresso), alla produzioni di microverdure in sistemi di contenimento (G&A Engineering). Le promettenti applicazioni nel settore biotecnologie farmaceutiche hanno permesso di consolidare i rapporti con importanti imprese come Alfasigma, VIVATIS Srl e Special Product's Line Spa.

Il brevetto riguardante l'Elemento di Rinforzo Antisismico in fibra Naturale ha riscosso l'interesse dell'azienda VE.CAM per verificarne la possibile industrializzazione. Altre aziende produttrici di componenti per la Difesa o il settore aeronautico-spaziale hanno richiesto prove vibrazionali per la qualifica dei componenti stessi. Anche alcune grandi imprese cantieristiche hanno manifestato interesse per l'industrializzazione dei prototipi di macchine per l'energia dal mare e dalle correnti.

Particolarmente rilevante è la collaborazione pluriennale con FCA (su svariati temi come elettronica innovativa per auto, materiali leggeri per i trasporti, batterie, sensoristica), che ora dovrà essere rivisitata dopo la fusione di FCA e PSA in Stellantis. Nel 2021 sono continuate le attività con Brembo per la ricerca sui materiali ceramici per i sistemi frenanti, mentre con AVIO si sono sviluppate attività di ispezione ultrasonica robotizzata per componenti aerospaziali.

Importante anche il progetto ARCADIA-PONGovernace, che ha come obiettivo favorire l'approccio di ciclo di vita negli appalti pubblici e acquisti verdi, e dove ENEA sta realizzando una banca dati italiana LCA (Life Cycle Assessment) relativa a 15 filiere nazionali tra cui, ricordiamo, edilizia, energia, industria del legno della carta e dell'editoria e industria alimentare, delle bevande e del tabacco. Particolarmente importanti le ricadute "metodologiche" che derivano dal supporto ENEA all'Helpdesk REACH presso il Ministero dello Sviluppo Economico relativo all'assistenza sugli obblighi in caso di utilizzo, fabbricazione o importazione di sostanze chimiche. Il Servizi mette a disposizione delle imprese italiane informazioni sulla regolamentazione, offre una serie di strumenti per agevolare le imprese negli adempimenti normativi, promuove attività di formazione e informazione per le imprese sulle tematiche di maggiore interesse (seminari, conferenze, webinar, etc).

Sotto il profilo dell'impatto "metodologico" va sottolineato il ruolo di Mandatario conferito all'ENEA dai 15 partner dell'iniziativa "LAerospaZIO" descritta in precedenza. Il ruolo di Mandatario nei confronti della Regione Lazio si concretizza nella possibilità di offrire i consueti servizi di coordinamento tecnico e procedurale ad alto livello della compagine da parte di SSPT, accoppiata alle competenze generali sul trasferimento tecnologico assicurate dalla Direzione ISV, che è parte integrante dell'iniziativa.

L'attività di trasferimento tecnologico ha consentito di mettere in diretto contatto l'offerta delle imprese nazionali con la richiesta proveniente dai PVS, che riguarda normalmente tecnologie e servizi con un elevato grado di maturità, che trattano un ampio spettro di tematiche che vanno dalla gestione dei rifiuti, all'approvvigionamento della risorsa idrica, al trattamento di reflui, all'inquinamento atmosferico e delle acque, alla bonifica di siti inquinati e di miniere, alla sicurezza sismica degli edifici strategici e delle infrastrutture, al settore agroalimentare, alla fornitura di servizi climatici per il turismo, l'energia e l'agricoltura e allo sviluppo di materiali e processi di fabbricazione e diagnostica per il settore dei beni culturali.

Continua la collaborazione con le aziende nell'ambito dei progetti POC dove il Dipartimento ha avuto ampia partecipazione e successo, si ricorda il POC - "Fase 2" SAMUT, ove l'impresa AVIO partecipa finanziariamente, per lo sviluppo di un sistema di ispezione ultrasonica di componenti per motori aerospaziali. Le competenze di biologia molecolare e delle tecniche di PCR su cellule umane hanno permesso di collaborare con aziende nel settore di macchine dedicate all'analisi dei tamponi naso-

orofaringei, con aziende del settore farmaceutico per lo studio di molecole e principi attivi per la valutazione dell'efficacia terapeutica e di possibili effetti collaterali.

Le ricadute economiche delle attività di trasferimento tecnologico per le imprese nazionali sono valutabili quindi, per quanto riguarda l'impegno di SSPT, in numero di contatti tra imprese nazionali e domanda pubblica e privata locale, a seguito delle attività di informazione e disseminazione (svolte con visite, convegni e workshop). Le ricerche prodotte nell'ambito dell'Accordo di Programma per la Ricerca sul Sistema Elettrico, per l'energia dal mare e i materiali di frontiera per usi energetici, divengono patrimonio della comunità scientifica nazionale grazie alla disseminazione, completa e istituzionale, praticata dal MiSE. Si vuole sottolineare infine l'estrema rilevanza delle ricadute che le attività del Dipartimento hanno anche sull'intero Sistema Paese a livello nazionale e anche locale con benefici nei sistemi produttivi, nella gestione del territorio intesa sia in termini di miglioramento delle prestazioni/condizioni ambientali sia in termini di miglioramento della governace locale dei processi di transizione grazie alle azioni di coinvolgimento partecipativo degli stakeholder locali promossi da ENEA in collaborazione con le PA locali.

Dipartimento Unità Efficienza Energetica (DUEE)

Direttore: Ilaria Bertini

FINALITÀ E STRATEGIE

Il Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica (DUEE) è l'istituzione di riferimento nazionale sul tema dell'efficienza energetica, nell'ambito delle funzioni proprie di Agenzia Nazionale per l'Efficienza energetica assegnate all'ENEA dal d.lgs. n. 115/2008, finalizzate al conseguimento degli obiettivi assunti dal Paese volti al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia, nel rispetto degli obblighi derivanti dalle direttive comunitarie. Le attività del Dipartimento trovano indirizzo nelle linee di intervento del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), nei provvedimenti correlati e nei programmi europei in materia di efficienza energetica.

DUEE fornisce supporto tecnico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PAEE, RAEE...), per la definizione e l'attuazione delle politiche di incentivazione (Ecobonus, Superbonus, energivivi...), per la verifica del raggiungimento degli obiettivi indicativi nazionali, per il rafforzamento delle politiche di coesione territoriale.

Il Dipartimento svolge inoltre attività di studio, analisi, sviluppo di metodi, strumenti e prodotti, controlli sugli interventi richiedenti detrazioni fiscali, certificazioni, diagnosi energetiche, interventi di formazione e informazione finalizzati a una corretta alfabetizzazione dei cittadini e una qualificata professionalità degli operatori del settore.

Le attività di DUEE vengono svolte principalmente nell'ambito di convenzioni, protocolli e accordi di programma con la PA, le imprese e gli operatori economici, anche attraverso la Rete degli Uffici Territoriali ENEA, che assicura la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica su tutto il territorio nazionale, e svolge un'azione di raccordo tra i decisori pubblici e gli operatori privati, per favorire l'adozione di criteri di sostenibilità energetico-ambientale nei processi di sviluppo locale.

Attraverso i propri laboratori di ricerca e la rete di Uffici Territoriali dislocati su tutto il territorio nazionale, il Dipartimento fornisce supporto tecnico e scientifico al settore industriale e dei servizi per promuovere e facilitare l'adozione di misure di efficienza energetica coerenti ed economicamente vantaggiose ed ai cittadini per promuovere una nuova cultura più attenta alla riduzione degli sprechi e ad un uso efficiente dell'energia.

Le attività di DUEE si concretizzano inoltre attraverso l'offerta di servizi commerciali, nelle azioni di trasferimento di conoscenze, comunicazione e informazione, nonché nella partecipazione a programmi nazionali e internazionali di R&S, per l'implementazione di metodologie e dimostratori che favoriscano la replicabilità e la diffusione capillare di tecnologie efficienti, a vantaggio dell'aggiornamento della domanda tecnologica da parte del mondo produttivo e delle pubbliche amministrazioni, e permettano a DUEE la formulazione di una offerta tecnologica maggiormente sintonica con le richieste.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Il Dipartimento DUEE ha svolto regolarmente le attività istituzionali e programmatiche previste. Anche nel corso del 2021, sono stati utilizzati tutti gli strumenti ed i sistemi informativi disponibili per la condivisione dei dati, delle informazioni e dei risultati, come già avvenuto nel 2020.

Obiettivo triennale DUEE.OS.01 – Nel rappresentare il riferimento nazionale dell'Agenzia sul tema dell'Efficienza Energetica, rafforzare il suo ruolo volto al conseguimento degli obiettivi assunti dal Paese

Al raggiungimento di questo obiettivo concorrono entrambe le Divisioni del Dipartimento DUEE: la Divisione Sistemi, Progetti e Servizi per l'efficienza energetica (SPS), che svolge attività di sviluppo di sistemi, progetti e servizi volti al miglioramento del livello generale di efficienza energetica, al

conseguimento degli obiettivi nazionali e al potenziamento della competitività del Sistema produttivo nazionale, e la Divisione Servizi Integrati per la Sostenibilità Territoriale (SIST) che contribuisce al collegamento tra la programmazione energetica nazionale del MiSE e del MiTE e quella regionale degli assessorati energia, ambiente e attività produttive.

Il 2021 ha visto un ulteriore incremento della domanda di sostegno tecnico-scientifico da parte delle Regioni e degli Enti Locali a cui la Divisione SIST ha risposto rendendo fruibile il patrimonio di conoscenze e di risultati della ricerca dell'Agenzia a livello locale. DUEE-SIST dispone di una rete consolidata di Uffici Territoriali che, anche con il supporto della divisione SPS (e in alcuni casi anche degli altri Dipartimenti), fornisce consulenza, supporto tecnico-scientifico e servizi specialistici a Regioni, Enti Locali e sistema produttivo per assicurare la più ampia e omogenea applicazione della legislazione energetica sul territorio nazionale e, nel contempo, rendere disponibile il patrimonio di conoscenze e i risultati della ricerca dell'Agenzia sul territorio.

Inoltre, gli uffici svolgono un'importante azione di raccordo tra i decisori del settore pubblico e privato per favorire l'adozione di criteri di sostenibilità energetico-ambientale nelle politiche e nei processi di sviluppo locale.

Il ruolo di consulenza e supporto si definisce attraverso servizi e attività di:

- Supporto tecnico-scientifico a Regioni e Enti Locali per la pianificazione energetico-ambientale, la gestione di strumenti incentivanti a valenza territoriale, lo sviluppo di progetti pilota per interventi di efficientamento energetico sul patrimonio edilizio, in particolare quello pubblico;
- Formazione e informazione;
- Trasferimento di know-how;
- Coordinamento e Sviluppo di processi pilota innovativi per il miglioramento dell'efficienza energetica nei diversi ambiti locali;
- Consulenza e supporto nella gestione ed implementazione dei sistemi regionali e provinciali delle certificazioni energetiche e dei catasti impianti termici;
- Supporto nella gestione dei PAES/PAESC, coerentemente con il ruolo di Coordinatore Nazionale del Patto dei Sindaci svolto da ENEA.

La Divisione SPS ha continuato a fornire per tutto il 2021 supporto tecnico-scientifico all'Amministrazione centrale per l'attuazione delle direttive europee, per la programmazione e il monitoraggio delle relative misure (PNIEC, RAEE) e dei sistemi di incentivazione, per la verifica del raggiungimento degli obiettivi indicativi nazionali.

Si indicano di seguito le azioni implementate ed i risultati raggiunti nel 2021 per entrambe le Divisioni.

Supporto alle imprese e al cittadino in adempimento a prescrizioni normative

- Supporto alle aziende energivore e alle grandi imprese per la realizzazione delle Diagnosi Energetiche secondo quanto previsto dall'art. 8 del D.Lgs. 102/14 e ss.mm.ii. Gestione della casella di posta elettronica audit102.assistenzaportale@enea.it per il supporto agli operatori e alle imprese in relazione al funzionamento del portale per il caricamento delle diagnosi Audit102; gestione della casella diagnosienergetica@enea.it per il supporto tecnico agli operatori per la realizzazione delle diagnosi energetiche, gestione verifiche documentali sulle grandi imprese e sulle aziende energivore che hanno inviato la Diagnosi Energetica secondo quanto previsto dall'art. 8 del D.lgs. 102/14; aggiornamento delle linee guida settoriali per la realizzazione delle diagnosi energetiche ai sensi dell'art.8 D.lgs. 102/2014; organizzazione di workshop e seminari on line sulle diagnosi energetiche ex Art.8 per tutti gli stakeholder del settore (operatori, imprese, enti certificati); verifiche in situ previste dal D.lgs. 102/2014 non effettuate, in accordo con il MiSE, a causa dell'emergenza sanitaria, nonostante l'estrazione del campione.
- Definizione delle politiche relative all'etichettatura energetica e all'ecodesign. Supporto al MiSE/MiTE per la discussione con la Commissione Europea e gli altri Stati Membri delle proposte di Regolamenti applicativi

di prodotto per bollitori, unità di ventilazione, smartphone e tablet, condizionatori d'aria e ventilatori, stufe e caminetti, caldaie, scaldacqua, BACS, con la pubblicazione dei Regolamenti (UE) 2021/341 e 2021/341 (GUUE L 62 del 26.02.2021). Delegazione italiana ai Gruppi ADCO Etichettatura energetica ed Ecodesign e partecipazione a "Subgroup EPREL" e al "Subgroup ICSMS" dedicati alle due banche dati europee create dalla Commissione Europea a supporto della conformità dei prodotti. Standardizzazione mondiale, europea e nazionale nell'ambito dell'IEC TC59/WG18 per valutare l'incertezza dei metodi di misura e dell'IEC SC59D, del CLC TC59x e del CEI TC59/61G per la preparazione di nuovi standard per gli apparecchi del lavaggio. Responsabile nazionale a due iniziative europee nell'ambito del Programma Horizon 2020: *EEPLIANT3-Energy Efficiency Compliant Products 3* una Azione Concertata pan-europea di sorveglianza multi-prodotto, e *ANTICSS-Anti-Circumvention of Standards for better market Surveillance* sull'identificazione, definizione e la valutazione del rischio di elusione nella legislazione e relative norme. Diffusione nazionale dell'etichettatura energetica con la pubblicazione dell'opuscolo "Etichetta Energetica 2021" e la partecipazione a seminari dedicati. Realizzazione della nuova indagine sulla presenza delle etichette in 337 punti vendita per i principali apparecchi domestici in 18 regioni.

- Aggiornamento e gestione del portale dedicato alla trasmissione ad ENEA dei dati degli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente ex legge 296/2006 (Ecobonus), delle detrazioni fiscali Super Ecobonus (detrazione del 110%) e delle detrazioni fiscali per le ristrutturazioni edilizie ex art. 16 bis del DPR 917/86 (Bonus Casa).

Il portale è stato dotato di una nuova funzionalità, l'assistente virtuale "Virgilio", con cui si può chattare per avere una prima assistenza sulle misure del Superbonus 110%, dell'Ecobonus e del Bonus Casa.

In particolare, è stata aggiornata la sezione del portale che consente la compilazione, il caricamento, la modifica e la consultazione delle asseverazioni e delle schede descrittive, nonché il controllo automatico della congruenza dei principali dati tecnici e il caricamento degli allegati quali gli attestati di prestazione energetica, il computo metrico, l'assicurazione del tecnico abilitato, le fatture dei lavori eseguiti relativi agli interventi di efficienza energetica e utilizzo delle fonti rinnovabili di energia che usufruiscono delle detrazioni fiscali Super Ecobonus 110%. La sezione dedicata all'Ecobonus è stata inoltre aggiornata per tenere conto dei nuovi requisiti tecnici previsti dalla Legge 30 dicembre 2020, n. 178 (legge di bilancio 2021 – S.O alla G.U. n. 322 del 30 dicembre 2020).

I dati pervenuti del 2021:

- ECOBONUS: pratiche pervenute: **918.758** -, investimenti: €. **6.859.387,24** ; Risparmio di energia primaria non rinnovabile: 2.110 MWh/a (dato approssimato da analizzare);

- BONUS CASA: **489.026** pratiche pervenute;

- SUPERBONUS: **95.718** pratiche pervenute e validate al 31/12/2021, investimenti: €. **16.204.348.017,13**

È stata fornita assistenza agli utenti rispondendo a quesiti su:

Bonus Casa: **7.362** risposte;

Ecobonus : **4.614** risposte;

Superbonus 110%: **12.915** risposte.

Si segnala, inoltre, che da maggio 2021 è entrato in funzione l'assistente automatico Virgilio, che evade circa **3.000** quesiti a settimana.

- A favore dei cittadini e delle associazioni di categoria, la Divisione DUEE-SIST svolge quotidianamente attività di informazione e formazione sui sistemi e le tecnologie per conseguire vantaggi energetici, ambientali ed economici in ambito domestico e attività di consulenza e assistenza su disposizioni di legge in materia di risparmio ed efficienza energetica.

Tra gli strumenti utilizzati a questo fine c'è l'aggiornamento del sito di Dipartimento/Agenzia (www.ufficienzaenergetica.enea.it). Nel corso del 2021 sono state pubblicate 212 news nella homepage e

10 schede sub Pubblicazioni, in aggiunta alle informazioni relative alle detrazioni fiscali di cui al precedente punto.

Nel 2021 il sito www.energiaenergetica.enea.it presenta un certo dinamismo caratterizzato da una utenza che visita il sito consapevole delle informazioni di cui ha bisogno e che lo visita per il tempo strettamente necessario a individuare le informazioni di cui ha bisogno. Il sito si dimostra centrale per le tematiche dell'efficienza energetica grazie a una conoscenza diffusa del suo indirizzo e a un ottimo posizionamento nelle ricerche per parole chiave dei principali motori di ricerca¹, con questi risultati nell'anno:

PANORAMICA DEL PUBBLICO	
UTENTI	1.355.020
NUOVI UTENTI	1.287.962
SESSIONI	2.529.632
NUMERO DI SESSIONI PER UTENTE	1,87
DURATA SESSIONE MEDIA	00:03:32
PAGINE/SESSIONE	3,12
VISUALIZZAZIONI DI PAGINA	7.896.558
VISUALIZZAZIONI DI PAGINA UNICHE	5.781.913

L'attività di informazione si è sviluppata anche attraverso la gestione dei social i cui principali risultati sono stati:

- Facebook

Al 31.12.2021 coinvolgimento di 9.013 follower sulla pagina ufficiale della Campagna Italia in Classe A e di 2.710 follower sulla pagina di Donne in Classe A, attraverso una campagna quotidiana di produzione multimediale informativa, contenutistica e di promozione delle attività interne al Dipartimento.

- Instagram

Al 31.12.2021 realizzazione della campagna di comunicazione sul Glossario dell'Energia con oltre 93 post dedicati sull'account ufficiale di Italia in Classe A. Il canale Donne in Classe A ha invece ospitato il nuovo format di informazione SHE (format ideato e prodotto dal Dipartimento a partire da settembre 2021) che nella sua prima stagione ha realizzato 6 puntate sul tema della transizione energetica.

- LinkedIn - Twitter – Youtube

- È stata svolta una attività collegata al principale canale Facebook.

All'interno del Dipartimento/Divisione SIST sono stati realizzati anche specifici prodotti multimediali per la Summer School (refresh del logo, video pillola di presentazione, grafica coordinata); per il Progetto Greenroad (WP comunicazione), e a Supporto di comunicazione alle esigenze del Dipartimento.

¹ Dati ricavati dall'utilizzo del servizio gratuito di Google chiamato "Google Analytics" che consente di analizzare i dati sui visitatori di un sito web. Vedi doc allegato "DATI 2021 sito www.energiaenergetica.enea.it"

Azioni di coordinamento, consulenza e supporto alla PA Centrale e periferica

- Partecipazione, nell'ambito del Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della PA Centrale (PREPAC), alla cabina di Regia per l'efficienza energetica composta dai Ministeri dello Sviluppo Economico, dell'Ambiente, GSE ed ENEA per la valutazione delle proposte presentate e la stesura della graduatoria di merito definitiva.
- Redazione della GUIDA "Ripartizione delle spese dei consumi di energia termica nei condomini", ai sensi dell'articolo 9, comma 5-quater, del decreto legislativo n. 102 del 2014.
- Supporto al MITE per lo schema di decreto di aggiornamento del "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici" di cui al D.M. 26 giugno 2015.
- Supporto e consulenza al MITE, d'intesa con il CTI, per la revisione della normativa tecnica Impianti Termici e per l'implementazione del Catasto Unico Integrato (APE/CIT).
- Collaborazione per la redazione del "Documento Energetico Ambientale del Sistema Portuale - DEASP" dell'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto, nelle forme indicate dalle linee guida emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Supporto alle Regioni nella programmazione regionale 2021-2027 sui temi dell'efficienza energetica.
- Azioni di supporto tecnico e organizzativo a favore degli Enti Locali (Comuni e Regioni) per lo sviluppo in Italia del programma Europeo "Patto dei Sindaci", nell'ambito del ruolo di Coordinatore Territoriale Nazionale di questa iniziativa, in collaborazione con ISPRA e l'ufficio Patto dei Sindaci di Bruxelles e il supporto di RENAEL.
- Analisi dei dati sui Piani di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) redatti dai Comuni Italiani per l'elaborazione dell'emendamento sul PNIEC in tema di governance multilivello e valorizzazione dell'esperienza di coordinatore nazionale del Patto dei sindaci (in collaborazione con Covenant of Mayors di Bruxelles, ISPRA, GSE, JRC e ANCI).
- Avvio delle collaborazioni richieste dalle Regioni per la revisione e aggiornamento dei PER e PEAR: Friuli Venezia Giulia, Molise, e Puglia.
- Supporto tecnico a Regione Lombardia per lo sviluppo ed implementazione delle strategie e piani per lo sviluppo sostenibile. In particolare: supporto alla redazione del PREAC (Piano Regionale Energia Ambiente e Clima); contributi per Progetto di Legge sul Clima; attività di formazione rivolte a target specifici nell'ambito del Punto Energia e Clima per i Comuni (PEEC); adesione formale e partecipazione attiva al programma di Educazione Ambientale di Regione Lombardia curato da Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA).
- Supporto ai lavori per l'aggiornamento del Piano Energetico Regionale della Regione Lazio.
- Aggiornamento dell'interfaccia del Sistema Informativo nazionale sugli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE).
- Gestione del Catasto APE per le Regioni Abruzzo, Lazio, Calabria, Puglia e Molise e realizzazione del Catasto APE per la Regione Basilicata e per la Regione Marche in cui si è avviata anche una prima sperimentazione sui controlli. Realizzazione, verifiche di operatività, attivazione e gestione del Catasto APE della Regione Siciliana.
- Supporto alle autorità competenti locali sul recepimento normativo per l'attività di ispezione degli impianti termici (Marche, Abruzzo, Basilicata, Sicilia, Città metropolitana di Milano).
- Realizzazione del Catasto Impianti Termici per la Regione Puglia.
- Consulenza alla Regione Basilicata nella stesura del Disegno di Legge "Disciplina sulle attività di certificazione energetica degli edifici" per il recepimento della normativa nazionale e gestione delle attività di certificazione.

- Consulenza all'IRPET - Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana, attraverso la predisposizione del Bilancio Energetico Regionale di dettaglio.
- Collaborazione con la Città Metropolitana di Milano per la definizione sinergica di attività in materia di analisi, progettazione, sperimentazione ed attuazione di azioni per l'implementazione di servizi ad elevato contenuto tecnico e scientifico connessi ad attività di controllo dell'efficienza degli impianti termici civili, anche con riferimento ad indicazioni sperimentali di efficienza edificio-impianto nel settore civile (realizzazione del primo One-Stop-Shop a Milano).
- Collaborazione con la Città Metropolitana di Roma finalizzata all'attivazione di percorsi di formazione professionale per l'acquisizione di competenze e qualifiche certificate nei settori delle energie da fonti rinnovabili, dell'efficienza energetica, delle tecnologie innovative, dell'ambiente nonché di ogni altra attività che possa contribuire alla diffusione e sviluppo di questi temi sul territorio.
- Collaborazione con la Città metropolitana di Genova per attività finalizzate a promuovere l'efficienza energetica, i servizi energetici sostenibili e lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili sul territorio della Città metropolitana di Genova.
- Iniziative formative e informative nell'ambito della Scuola delle Energie, in partnership con Città Metropolitana di Roma Capitale.

Adempimenti normativi nazionali ed internazionali

- Redazione del Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2021.
- Redazione del Rapporto Annuale 2021 (dati 2020) sulle detrazioni fiscali per l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti.
- Elaborazione e redazione del "Rapporto annuale sullo stato della Certificazione Energetica degli Edifici in Italia", in collaborazione con il CTI.
- Attività in ambito SISTAN dell'ufficio di statistica.

Partecipazione a tavoli tecnici istituzionali, gruppi di lavoro, Task Force nazionali ed internazionali (SPS e SIST)

A causa dell'emergenza pandemica le attività di seguito descritte si sono svolte nel 2021 utilizzando piattaforme telematiche e sistemi call conference.

- Incontri ed attività dell'Implementation Working Group per l'efficienza energetica nell'industria (IWG6) dello Strategic Energy Technology Plan (SET Plan).
- Incontri ed attività dell'Energy Efficiency Working Party della IEA - International Energy Agency.
- Aggiornamento degli indicatori di efficienza energetica da inviare alla IEA.
- IEA SHC (Solar Heating e Cooling Programme) incontri internazionali finalizzati alla promozione dell'uso di tutti gli aspetti dell'energia solare termica.
- Incontri ed attività del SR10 - Working Group on Industry e del SR08 - Working Group on Risk assessment dell'Energy Efficiency Financial Institutions Group (EEFIG).
- Incontri ed attività dei Circoli di Qualità dell'ISTAT "Benessere e sostenibilità", "Indicatori e metodologie per la valutazione delle policy", "Popolazione e famiglia; condizioni di vita e partecipazione sociale", "Ambiente e territorio", "Indicatori congiunturali dell'industria e delle costruzioni".
- Gruppo di lavoro per la redazione della Relazione sulla situazione energetica nazionale del Ministero dello Sviluppo Economico.
- Partecipazione alla C.E. Concerted Action EED Support to Member States and participating countries for the implementation of the Energy Efficiency Directive - Progetto CA EED2 e al Progetto Concert Action EPBD V - Programma HORIZON 2020 TRAMITE ENERGISTYRELSEN (DEA).

- Gruppo di lavoro Energy Performance of Buildings Committee and the Expert Group on the EPBD.
- Incontri e attività del Comitato tecnico scientifico del Piano Energetico Regionale della Regione Emilia Romagna.
- Incontri e attività del Comitato direttivo nazionale del Progetto H2020 Build UPON 2 - Boosting low carbon building renovation across Europe.
- Incontri e attività del Comitato direttivo nazionale del Progetto H2020 REFEREE - Real Value of Energy Efficiency.
- Incontri e attività con JRC per il contributo a livello nazionale a Rapporti Tecnici su strumenti di finanziamento per l'efficientamento energetico degli edifici, CAM e dei contratti EPC.
- Partecipazione attiva al Joint Programme dell'European Energy Research Association on Energy Efficiency in Industrial Processes (EERA JP-EEIP), con particolare riguardo al sistema agroindustriale.
- Tavolo nazionale presso il MEF per la standardizzazione degli EPC (Energy Performance Contract) per applicazione nel settore pubblico secondo il regolamento Eurostat (Partenariato Pubblico Privato Riunione Sottogruppo EPC).
- Tavoli Tecnici del Coordinamento Nazionale Energia delle Regioni.
- Tavoli regionali di partenariato per la programmazione 2021-2027.
- Osservatorio economia circolare e transizione energetica, tavolo energie rinnovabili ed efficienza energetica in Regione Lombardia.
- Task Force PACC (Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici) della Regione Abruzzo.
- Comitato di gestione POR FESR della Regione Abruzzo.
- Tavolo tecnico e collaborazione alla elaborazione del Piano Energetico e Ambientale della Regione Siciliana e alla redazione del relativo Rapporto Ambientale, soggetti alla procedura di valutazione Ambientale Strategica (VAS) (PEARS 2020-2030).

Protocolli di intesa, Accordi e Convenzioni

Nel corso del 2021 il Dipartimento DUEE ha formalizzato 13 atti tra nuovi Protocolli d'intesa, Accordi di collaborazione e Convenzioni con Enti istituzionali, Regioni, Università; nell'ambito della stessa tipologia di atti ha, inoltre, sottoscritto il rinnovo o la proroga di 7 contratti.

Con riferimento alle Regioni, le principali collaborazioni attivate nel 2021 riguardano la regione Lazio per la gestione del Catasto degli Attestati di Prestazione Energetica del Sistema Informativo APE Lazio, la regione Marche e la regione Abruzzo insieme alle province di Chieti, Pescara, Teramo e L'Aquila per la realizzazione e gestione del sistema telematico di gestione del processo di certificazione energetica - APE - degli edifici ubicati nelle rispettive regioni; la regione Emilia Romagna per la realizzazione di una campagna di comunicazione per informare e sensibilizzare rispetto ai temi della transizione energetica tramite prodotti di comunicazione "ready to use". Inoltre è stato firmato un accordo (contratto) con Lazio Innova S.p.A, società in house della Regione Lazio, avente per oggetto servizi di supporto specialistico per le attività di revisione ed aggiornamento del Piano Energetico Regionale del Lazio (PER).

Il Dipartimento DUEE ha, inoltre, sottoscritto Atti esecutivi con il Ministero della Difesa, con la Città Metropolitana di Roma Capitale (CMR) e con l'Istituto per la promozione dell'innovazione tecnologica (ISNOVA) nell'ambito della formazione professionale nei settori delle energie e delle fonti rinnovabili, nonché sulle connesse tematiche di natura ambientale e di sviluppo sostenibile.

Sono state avviate collaborazioni con la Città Metropolitana di Genova (CMGE) al fine di promuovere l'efficienza energetica, i servizi energetici sostenibili e lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili sul territorio della Città metropolitana di Genova, realizzando azioni in campo ambientale a sostegno delle attività delle Amministrazioni Locali, delle imprese e dei cittadini; con la Scuola di Ingegneria dell'Università degli Studi della Basilicata per sviluppare un tool per il supporto alla realizzazione di diagnosi energetiche

nelle piccole e medie imprese del settore industriale e terziario; con l'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto (AdSP) per la redazione del "Documento Energetico Ambientale del Sistema Portuale - DEASP" sulla base delle linee guida emanate dal Ministero dell'Ambiente; con organismi di formazione al fine di accrescere le competenze degli operatori tecnici sul tema dei processi di riqualificazione sostenibile.

Il Dipartimento DUEE è stato coinvolto insieme alla regione Lazio, da Città Metropolitana Roma Capitale nell'attuazione del Piano d'azione del progetto europeo "SUPPORT - Support Local Governments in Low Carbon Strategies", finalizzato a una più efficace azione di supporto ai Comuni nella fase di adesione al nuovo Patto dei Sindaci e nella fase di elaborazione dei nuovi PAESC.

Infine DUEE è stato inserito in un gruppo di lavoro interdipartimentale nell'ambito di un Protocollo d'Intesa con l'Unione Italiana delle Camere di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura (UNIONCAMERE) al fine di cooperare per la progettazione, pianificazione e attuazione di specifici programmi ed iniziative finalizzate al Trasferimento Tecnologico verso il mercato di asset della ricerca di Università e istituti di ricerca pubblici e privati presenti del Paese e la valorizzazione congiunta dell'offerta d'innovazione per il Paese stesso, anche attraverso l'impulso alla costituzione e la successiva accelerazione e incubazione di nuove imprese innovative.

Progetti nazionali ed internazionali

Il Dipartimento ha sviluppato nel corso del 2021 i seguenti Progetti europei: CA-EPBD V, CA-EED2, BEST, TEESCHOOLS, FEEDSCHOOLS, ODYSSEE MURE, Progetto MeetMED II, HARP, EEPLIANT3, BMB, ANTICSS, GreenAbility, ANTICSS, LEAP4SME, ENPOR, GEAR@SME, LIGHTNESS, Greenroad, SER.

Di seguito, una breve presentazione delle attività e dei risultati dei principali progetti/tender del DUEE.

- Tender europea "Assistance technique au programme d'appui de l'Union européenne aux secteurs des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Algérie (ENI/2018/404-536) in collaborazione con gli altri Dipartimenti ENEA.
- Progetto "X-tendo" per migliorare la conformità, l'affidabilità, l'usabilità e la convergenza degli attestati di prestazione energetica (APE) tra i vari paesi europei, e allo stesso tempo supportarne l'evoluzione verso uno schema futuro di APE di prossima generazione.
- Progetto IMPRESS II per il supporto agli organi di regolamentazione e agli enti di standardizzazione, per l'implementazione di metodi di campionamento delle emissioni inquinanti prodotte da sorgenti fisse a partire da impianti industriali fino ad arrivare agli impianti termici civili.
- Progetto ENPOR (<https://www.enpor.eu>): mira a rendere visibile la povertà energetica nel settore degli affitti privati (PRS) e testare schemi di sostegno all'efficienza energetica per affrontarla, identificando gli inquilini in povertà energetica (e i rispettivi proprietari di case) e comprendendo e rispondendo ai loro bisogni. A tal fine, nel 2021 è stato istituito il REACT GROUP, un tavolo tecnico nazionale organizzato da ENEA e costituito da diverse tipologie di stakeholder, che promuoveranno azioni volte a mitigare la povertà energetica in particolare nel settore degli affitti privati.
- Progetto SER (Social Energy Renovation: Maximizing social impact and boosting clean energy investment in the no-profit sector through de-risking, aggregation, and capacity building - <https://www.ser4impact.eu/>): ha come obiettivo le ristrutturazioni edilizie sostenibili nel Terzo Settore grazie a uno strumento innovativo che permette di transizione la transizione ecologica e la fine della povertà energetica. Nel 2021 è stata effettuata una mappatura degli enti del terzo settore in Italia potenzialmente destinatari del nuovo strumento finanziario, con una stima di massima dei relativi fabbisogni energetici. Sono state inoltre avviate le attività di sviluppo della App SERVICE4Impact.
- GreenAbility (Green Abilities to tackle social issue - <http://www.fratellosole.org/erasmus-greenability/>). Il progetto GreenAbility mira ad identificare i problemi più critici di povertà energetica che hanno un impatto diretto o indiretto sulla qualità della vita e sul benessere delle famiglie povere e delle persone svantaggiate e sul loro livello di inclusione sociale. Il progetto fornisce ai beneficiari – ovvero manager di enti del Terzo Settore, assistenti sociali, caregiver, volontari – approcci, buone pratiche e competenze

includere in due toolkit contenenti una serie di soluzioni attraverso un'attività educativa specializzata che adotta un linguaggio corretto e non tecnico, applicabile al loro lavoro. Nel 2021, sono proseguite le attività per lo sviluppo dei toolkit, in particolare quello dedicato a interventi e incentivi finanziari per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare degli enti del Terzo Settore.

- GREENROAD (www.greedroadproject.eu): il progetto mira a facilitare il dialogo tra i principali attori pubblici e privati italiani sulle questioni di finanziamento relative all'efficienza energetica nel settore dell'edilizia esistente e di nuova costruzione e favorire la collaborazione, l'innovazione e l'azione attraverso l'istituzione di una tavola rotonda nazionale permanente ed eventi collegati a livello locale. Attraverso questi forum saranno discussi vari temi e verranno elaborate raccomandazioni su quali sono o potrebbero essere gli strumenti finanziari più appropriati per affrontare le problematiche trattate. Il progetto è iniziato a settembre 2021.
- Progetto MeetMED II (<https://meetmed.org/>): la seconda fase ha l'obiettivo di rafforzare l'attuazione delle misure EE e a migliorare il mix energetico dei paesi concentrandosi sui settori dell'edilizia e degli elettrodomestici dei paesi beneficiari (Algeria, Egitto, Giordania, Libano, Libia, Marocco, Palestina e Tunisia), favorendo così la loro transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. A tale scopo, nel 2021 è stato elaborato l'engagement plan ed è iniziata l'organizzazione della prima meetMED week, unitamente all'avvio delle attività della demo action sull'efficientamento energetico delle scuole.
- Il Progetto LIGHTNESS (<https://www.lightness-project.eu/>) contribuisce ad una transizione energetica pulita ed equa con la creazione e il supporto di Comunità Energetiche di Cittadini. Le attività del progetto LIGHTNESS si concretizzeranno attraverso l'impegno attivo, l'inclusione sociale, la programmazione di una roadmap normativa, lo sviluppo di un pacchetto tecnologico a costi contenuti e la definizione di modelli di finanziamento innovativi per le Comunità Energetiche di cittadini. Nel 2021, per i paesi rappresentati dai partner di progetto, è stata effettuata una analisi PESTLE, il benchmarking delle buone pratiche di creazione di comunità energetiche e la mappatura degli stakeholders, delle barriere, dei fabbisogni e dei drivers per la loro creazione.
- ODYSSEE-MURE "A decision support tool for energy efficiency policy evaluation" (<https://www.odysseemure.eu/>) mira a contribuire al monitoraggio delle politiche di efficienza energetica, aggiornando due database completi che coprono tutti gli Stati membri dell'UE: ODYSSEE sugli indicatori di consumo energetico e di efficienza energetica; MURE sulle misure di efficienza energetica. Nel 2021 è stato aggiornato il database ODYSSEE e sono stati pubblicati due policy brief sulla povertà energetica e gli incentivi a disposizione per contrastarla.
- CA EED2 "Concerted Action EED-Support to Member States and participating countries for the implementation of the Energy Efficiency Directive" L'obiettivo è favorire lo scambio di informazioni ed esperienze tra gli Stati Membri e gli altri Paesi partecipanti (Norvegia) al fine di facilitare l'attuazione della Direttiva 2012/27 /UE del Parlamento europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica (EED). L'impatto previsto dell'azione consiste in un approccio più armonizzato e in una migliore attuazione dell'EED in tutti gli Stati membri, nonché nel trasferimento di buone pratiche tra i paesi. Nel 2021 sono proseguiti i lavori e la partecipazione attiva ai meeting periodici.
- Progetto INTERREG EFFECT - EFFECTIVE PLANNING OF SCHOOLS BUILDINGS FOR ENVIRONMENT AND CLIMATECHANGES che mira ad approfondire le tematiche relative all'Efficienza Energetica negli edifici scolastici dell'area di programma. Nel 2021, sono stati supportati gli Enti locali nella definizione di strategie di intervento e miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici di loro proprietà.
- Progetto ES-PA "Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione", nell'ambito del Programma Operativo nazionale Governance e Capacità Istituzionale, principali risultati conseguiti/strumenti realizzati fino ad oggi:
 - il Manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici corredato da schede per la rilevazione dei dati e da un format del rapporto di Diagnosi Energetica (Linea 1.21)

- gli Strumenti per la realizzazione di campagne di sensibilizzazione e promozione per sviluppare e attuare campagne di comunicazione integrate e targettizzate, verso le diverse organizzazioni lavorative e verso la Cittadinanza, per facilitare anche lo scambio di best practice in materia di risparmio ed efficientamento energetico (Linea 3.3.3)
- il Tool-box interattivo per l'acquisizione, analisi e definizione di benchmark relativo al meccanismo di incentivazione delle detrazioni fiscali del 65% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, il cui database è gestito da ENEA (Linea 1.1.3)
- le Linee Guida operative per la pianificazione degli investimenti in efficienza energetica degli edifici pubblici (Linea 1.4.1)
- l'applicativo VICTORIA (Valutazione Incentivi Conto Termico e Risparmi con Interfaccia APE) per effettuare analisi di scenari sia a livello di singolo intervento o considerando un insieme di interventi in materia di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio delle PA Locali (Linea 1.4.3)
- Software per l'autovalutazione del grado di efficienza energetica della PMI allo scopo di progettare interventi di miglioramento (Linea 2.1.2)
- Metodologia per la produzione di dati di scenario a supporto della pianificazione energetica regionale (Linea 1.1.1)
- Metodologia di sviluppo dei Bilanci Energetici Regionali (Linea 1.1.2)
- APP per la definizione di programmi di investimento in materia di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio degli Enti locali (Linea 1.4.2)

Inoltre, nel corso del 2021, sono state predisposte proposte progettuali in ambito H2020, Horizon Europe e INTERREG, in partenariato con enti locali e aziende al fine di promuovere tematiche e best practices per l'efficienza energetica nei vari settori.

Obiettivo triennale **DUEE.OS.02 – Svolgere attività di R&S nell'ambito dell'efficienza energetica**

Il Dipartimento ha svolto attività di R&S nell'ambito dell'efficienza energetica partecipando:

- all'Accordo di Programma sulla Ricerca del Sistema Elettrico attraverso lo sviluppo di due progetti: 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" e 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali".

I principali risultati raggiunti sono di seguito sinteticamente descritti:

- 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica e il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti": il progetto ha l'obiettivo di sviluppare modelli di uso estensivo del vettore elettrico negli edifici per incrementarne la prestazione energetica, aumentare la quota di energia rinnovabile e integrare sistemi avanzati di gestione e controllo. Nel corso della terza annualità (2021) i principali risultati raggiunti riguardano: la messa a punto di metodologie di calcolo più evolute per valutazioni energetiche, economiche ed ambientali più accurate, la valutazione prestazionale di coltri vegetali e sistemi verdi per l'isolamento degli edifici per la mitigazione del clima urbano, l'analisi di sistemi ibridi e impianti di poligenerazione come tecnologia abilitante per incrementare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, lo studio di soluzioni per incrementare l'autosufficienza delle isole non interconnesse e la fattibilità tecnica ed economica della diffusione delle reti TLR a bassa temperatura, neutre e del teleraffrescamento nel contesto nazionale.
- 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali": il progetto ha l'obiettivo di realizzare strumenti e metodologie per la promozione e diffusione delle tecnologie ad alta efficienza energetica, allo scopo di favorire il mercato di prodotti più performanti sia a livello di componenti sia a livello di sistemi energetici e contribuire alla riduzione della bolletta energetica nazionale aumentando la competitività del settore produttivo rispetto ai mercati internazionali. Nel terzo e ultimo anno del programma (2021) le attività di ricerca e le analisi sperimentali, per ciascuna delle tematiche affrontate nel progetto, sono entrate nel vivo della fase dimostrativa e applicativa e si sono concentrate su: realizzazione di campagne

informative e di attività divulgative, realizzazione dei dimostratori e relative campagne di raccolta e analisi dei dati, svolgimento attività sperimentali di laboratorio con messa a punto e test di prototipi, sviluppo di prodotti software per mettere a disposizione delle aziende le basi dati e le conoscenze sviluppate nel corso del progetto. È stata realizzata una campagna informativa sull'etichettatura energetica e fornito un contributo in sede europea alla definizione e messa a punto di standard di ecoprogettazione; in riferimento all'efficientamento dei processi di riqualificazione edilizia off-site, sono stati predisposti un pilot e un dimostratore per la verifica dell'efficienza ed efficacia delle attività di cantierizzazione e sono state raccolte, tramite contatti con aziende sul territorio nazionale, best practices relative alla catena del valore; sulla base di conoscenze (informazioni da letteratura e dati reali da diagnosi energetiche) costruite nelle due annualità precedenti, è stato realizzato un software di supporto alle decisioni per facilitare le aziende nell'adozione di pratiche di recupero di cascami termici e infine è stata condotta un'analisi degli indicatori di efficienza energetica e dei potenziali di risparmio energetico per settore merceologico sulla base dei dati delle diagnosi del 2019, validandone i risultati principali attraverso il confronto con alcune associazioni di settore (l'analisi si è concentrata su settori merceologici diversi rispetto al 2020).

- al bando B della Ricerca del Sistema Elettrico con il progetto "Cool_IT", sviluppato in partnership fra Italcementi ed ENEA, che si prefigge come obiettivo lo sviluppo di Cool Material, che agiscano sulle proprietà legate alla riflettanza di elementi a matrice cementizia. Le attività svolte riguardano principalmente modellazioni in regime dinamico finalizzate a comprendere il comportamento delle aree urbane e degli edifici su cui sono stati utilizzati cool materials. Le modellazioni sono state effettuate in differenti zone climatiche e con differenti destinazioni d'uso degli immobili. Inoltre, è stata messa a punto una serie di protocolli per attivare monitoraggi in campo e test in laboratorio che restituiscono come output le performances dei materiali sottoposti agli agenti atmosferici e a cicli di invecchiamento accelerati. I protocolli elaborati sono stati la base per l'esecuzione del dimostratore che è stato realizzato su un edificio in scala reale ed ha consentito di valutare gli effetti in opera dei materiali studiati. È stato, inoltre, realizzato un secondo pilot mettendo a confronto lastre trattate con materiali riflettenti differenti che ci ha consentito di poter confrontare le diverse prestazioni in opera.

I risultati di tali attività hanno permesso di ottenere informazioni precise sull'efficacia dei materiali sviluppati e di poter affermare che il risparmio ottenuto rientra nei limiti che ci si era posti come obiettivo finale.

A quanto descritto, si aggiunge il Progetto SIMTE2 - Sistema Informativo per il Monitoraggio delle Tecnologie Energetiche: implementazione del Portale Metodologico Piani Energetici Regionali; implementazione della Banca Dati Normativa; sperimentazione Metodologia PER Lazio; sperimentazione Metodologia PER Basilicata; sperimentazione Metodologia PER Piemonte; contributo e revisione Paper tecnico/scientifici predisposti dalle Università sui temi dell'Efficienza Energetica.

Obiettivo triennale DUEE.OS.03 - Realizzare le azioni finalizzate alla creazione di una corretta coscienza energetica nei cittadini e di una professionalità qualificata negli operatori di settore

Di seguito si riportano alcune delle principali azioni finalizzate alla creazione di una corretta coscienza energetica nei cittadini e di una professionalità qualificata negli operatori di settore realizzate nel 2021 da entrambe le Divisioni del Dipartimento. A causa dell'emergenza pandemica le attività si sono svolte utilizzando piattaforme telematiche, sistemi di e-learning e call conference. Alcuni eventi sono stati svolti anche in presenza.

- Circa 10 Workshop sul tema efficientamento energetico dei processi industriali;
- Realizzazione di Linee Guida per la sostenibilità degli Enti del Terzo Settore, in collaborazione con Fratello Sole e Fondazione Amga (<http://www.fratellosole.org/linee-guida-per-la-sostenibilita-del-terzo-settore/>);
- Supporto ai lavori dell'Osservatorio immobiliare nazionale del settore urbano di FIAIP - Federazione Italiana Agenti Immobiliari Professionali, in collaborazione con I-Com (Istituto per la Competitività) (https://www.fiaip.it/wp-content/uploads/2021/05/Oss.-urb-2020-FIAIP_ENEA_ICOM.pdf).

- Elaborazione dei Bilanci Energetici Regionali;
- Analisi di dati ed elaborazione di indicatori di povertà energetica a livello nazionale e regionale
- Partecipazione ai distretti produttivi regionali;
- Partecipazione a workshop/seminari organizzati da Associazioni di categoria, operatori del settore, enti locali, diretti a professionisti, imprenditori e tecnici delle pubbliche amministrazioni, sui seguenti temi, tra gli altri: povertà energetica; riqualificazione energetica degli edifici e meccanismi di incentivazione a disposizione; rigenerazione delle città; nuove tecnologie e le migliori tecniche disponibili per aumentare l'efficienza energetica nel sistema agroindustriale; infrastrutture verdi per edifici, quali tetti e pareti verdi;
- Sviluppo e manutenzione delle piattaforme di E-learning;
- Articoli stampa e web e di servizi radio tv in cui si parla di DUEE e delle sue attività:
 - 7.273 articoli stampa/web;
 - 85 servizi radio/tv.

Obiettivo triennale **DUEE.OS.04 - Ottimizzare l'utilizzo delle risorse in relazione al valore dei risultati**

Il documento Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio verrà pubblicato a valle dell'approvazione del Bilancio Consuntivo 2021; pertanto, per questo obiettivo si rimanda a quanto commentato sulle schede per obiettivo, nella parte relativa agli indicatori contenuti nel suddetto documento di bilancio ad oggi non disponibile.

Obiettivo triennale **DUEE.OS.05 - Favorire l'efficacia organizzativa, l'efficienza operativa, la crescita delle competenze e l'innalzamento della qualità dei processi amministrativo-contabili, promuovendo il benessere organizzativo e le pari opportunità**

Nel corso del 2021 è proseguita l'attività di implementazione dei processi di pianificazione e programmazione della gestione amministrativa, finanziaria e contabile mediante lo sviluppo di report standardizzati e l'utilizzo di moduli informatici di raccolta e catalogazione dei dati. Gli scostamenti tra dati finanziari di previsione e risultati conseguiti sono spesso imputabili a fattori esterni quali ad esempio ritardi nei pagamenti da parte dei committenti o approvazione tardiva delle rendicontazioni dei progetti e delle attività.

Il crescente innalzamento della qualità dei processi amministrativi rimane uno dei principali obiettivi di miglioramento: occorre infatti coniugare la necessaria formalizzazione e standardizzazione dei flussi informativi con l'esigenza di rendere snelle e veloci le procedure, migliorando in tal modo l'efficienza operativa e l'efficacia dell'azione amministrativa nel rispetto degli obiettivi programmatici del Dipartimento, anche attraverso il lavoro a distanza (il personale ha lavorato anche in Smart Working, secondo le modalità e gli indirizzi dei vertici dell'Agenzia).

Nel corso del 2021 le richieste di collaborazione da operatori pubblici e privati hanno trovato soluzioni tempestive ed efficaci, compatibilmente con le necessarie verifiche normative, amministrative e fiscali.

Nel 2020 il Dipartimento ha elaborato i risultati di un questionario sul benessere organizzativo somministrato ai dipendenti DUEE, volto a rilevare eventuali punti di forza e criticità con l'obiettivo di individuare le leve e gli strumenti per migliorare l'efficacia organizzativa e ottimizzare la crescita delle competenze e la loro valorizzazione all'interno dell'unità organizzativa. Nel corso del 2021 sono state individuate alcune possibili azioni correttive. Tuttavia, i risultati gratificanti del test in tutte le aree d'indagine non ha reso necessario attuare alcun meccanismo correttivo.

In un'ottica di Diversity Management, il Dipartimento si è posto l'obiettivo di rendere la "diversità" delle competenze e delle esperienze, ma più in generale le diversità culturali, sociali, di genere ed etniche, un fattore di confronto e di crescita in un'ottica di miglioramento continuo della performance individuale ed

organizzativa, anche attraverso lo sviluppo del "senso di appartenenza", di inclusione e di condivisione degli obiettivi e dei risultati tra tutto il personale.

Nello specifico, in tema di "diversità" di genere, il Dipartimento ha promosso fortemente le pari opportunità: la percentuale di donne che nel 2021 ha ricoperto ruoli di responsabilità di protocolli, convenzioni e progetti di sviluppo e ricerca ha confermato il valore dell'anno precedente (45% circa).

Nella Macrostruttura DUEE è stata promossa la formazione dei dipendenti, soprattutto incentivando e-learning e formazione a distanza (sia quella proposta in house dall'ENEA che corsi gratuiti promossi da altri enti o istituti di formazione, nonché i corsi SNA).

Sono state adottate nel 2021 tutte le misure di prevenzione previsti dal PTPC 2021-2023, attuate nei tempi e nelle modalità ivi indicate, al fine di garantire la legalità e la trasparenza dell'azione amministrativa all'interno del dipartimento ed a garanzia del contesto esterno di riferimento.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

L'emergenza sanitaria del 2021, malgrado le note difficoltà che hanno investito sin dall'anno 2020 la comunità internazionale, non ha impattato sui risultati riportati, che evidenziano una forte eterogeneità degli interlocutori di DUEE, con una importante presenza di istituzioni pubbliche, rappresentate dal MiTE, da altri Ministeri e dalle Regioni, in contemporanea con imprenditori e singoli cittadini, che richiedono consulenza e assistenza tecnica, formazione e informazione. Questa varietà impone al personale di DUEE un aggiornamento tecnico-normativo continuo e di elevato profilo, insieme alla capacità di svolgere attività operative a breve scadenza che si finalizzano attraverso il confezionamento di prodotti end-user. Ciò richiede da parte del Dipartimento, in tutte le sue strutture tecniche e amministrative, grande flessibilità e tempi di risposta veloci, dai primi contatti alla stipula degli accordi all'esecuzione del prodotto finale richiesto, per adeguare l'offerta dei servizi forniti ad una domanda molto articolata.

In considerazione degli impegni previsti dall'art. 13 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, modificato dal decreto legislativo 14 luglio 2020, n. 73 in materia di programma nazionale di informazione e formazione sull'efficienza energetica, si segnala che nel corso del 2021 si è svolta l'attività di analisi e studio del contesto nazionale e internazionale per la redazione del nuovo piano triennale 2021-2023 di Italia in Classe A, attività specifica di: ricerca, adattamento, implementazione e valutazione, anche attraverso consultazione pubblica del testo che è stato approvato dal MiTE a dicembre u.s. Queste attività hanno comportato la cura di relazioni esterne con Associazioni di Categoria, Opinion Leader della Campagna Italia in Classe A, Università.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Il comparto delle imprese riveste carattere di particolare importanza nella definizione delle politiche energetiche a livello nazionale, sia per i valori assoluti in termini di impieghi energetici del comparto imprese, sia per la trasversalità del comparto stesso tra i diversi settori primario, secondario e terziario.

L'attività di bilanciamento di obblighi e opportunità risulta particolarmente interessante e delicata nel caso dell'Italia, ove le caratteristiche di potenza industriale (tra le prime dieci in accordo ai dati FMI) si intrecciano con una concentrazione rilevante di Piccole e Medie imprese, dislocate su un territorio disomogeneo sia in termini climatici che in termini di concentrazione geografica delle attività produttive.

Una delle principali ricadute delle attività svolte dal Dipartimento è rappresentata dall'aver facilitato le interazioni fra gli attori istituzionali e gli operatori privati verso obiettivi e progetti comuni, identificati da provvedimenti normativi e misure di politica energetica, sfruttando le rispettive competenze e le specifiche necessità, oltreché dall'aver fornito servizi operativi ai cittadini e alle principali associazioni di categoria dei settori economici.

In linea con il ruolo che gli è stato assegnato, il Dipartimento DUEE ha dimostrato di essere l'istituzione di riferimento nazionale per il tema favorendo il miglioramento del livello generale di efficienza energetica, il conseguimento degli obiettivi nazionali assunti dal Paese, il potenziamento della competitività del tessuto

produttivo attraverso il trasferimento di soluzioni innovative e metodologie che puntano all'ottimizzazione dei processi, alla riduzione dei consumi energetici e promuovendo lo sviluppo di una coscienza energetica fondata su una corretta alfabetizzazione dei cittadini e una qualificata professionalità degli operatori del settore.

Istituto di Radioprotezione (IRP)

Responsabile: Elena Fantuzzi

FINALITÀ E STRATEGIE

L'Istituto di Radioprotezione, in coerenza con il ruolo assegnatole all'interno dell'agenzia, persegue - attraverso attività di ricerca e qualificazione - l'innovazione dei metodi e l'accrescimento delle competenze costantemente adeguate allo standard europeo e internazionale. Assicura, nel contempo, il rispetto delle leggi e della normativa in materia di protezione dalle radiazioni ionizzanti per tutte le attività svolte nei Centri ENEA e fornisce supporto tecnico scientifico alle istituzioni e autorità operanti nel settore.

L'insieme di competenze e di risorse strumentali, rivolte prevalentemente alle esigenze interne dell'Agenzia, sono quindi anche messe al servizio delle attività nazionali di ricerca, industriali e sanitarie con impiego di radiazioni ionizzanti, nonché di quelle nucleari.

Tutte le attività sono fortemente interconnesse dall'impiego comune di risorse strumentali e competenze professionali, distribuite in 5 centri dell'Agenzia (Bologna, Casaccia, Frascati, Saluggia e Trisaia).

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale IRP.OS.01 - Assicurare la sorveglianza di radioprotezione individuale ed ambientale in ENEA incrementando la fornitura di servizi tecnici avanzati all'esterno e sviluppando e ottimizzando le tecniche analitiche, le valutazioni dosimetriche e di radioprotezione

L'obiettivo triennale dell'Istituto di Radioprotezione perseguito attraverso attività di studio, tecnico-scientifiche ed operative è rivolto a garantire la qualità e la adeguatezza rispetto agli standard internazionali dei metodi di misura e valutazione di radioprotezione impiegati per la sorveglianza fisica e di monitoraggio di radioprotezione, assicurata ex lege all'Agenzia, nonché per i servizi tecnici avanzati forniti ad Utenti esterni secondo procedure e quantitativi consolidate da molti anni (primi fra tutti le società Sogin, Nucleco, gli enti di ricerca ISS, CNR, INFN oltre che varie Aziende Ospedaliere, aziende private e cittadini che impiegano o necessitano di monitorare le radiazioni ionizzanti in ambienti di vita o di lavoro).

Anche con il perdurare dell'emergenza sanitaria nazionale e le problematiche ad essa associate, che hanno limitato l'accesso ai Centri ENEA e che hanno richiesto una specifica organizzazione, le attività di sorveglianza fisica di radioprotezione ex lege sono state tutte garantite senza alcun disservizio.

Nel corso del 2021 è stata assicurata la sorveglianza fisica di radioprotezione (i.e. monitoraggio degli ambienti di lavoro, dei lavoratori esposti, verifiche e valutazioni periodiche nonché tenuta ex lege della documentazione di radioprotezione) per tutte le 58 pratiche in essere al 31/12/2020 (con radiazioni ionizzanti nei Centri ENEA di Bologna (inclusi Laboratori di Montecuccolino e Faenza), Brasimone, Brindisi, Casaccia, Frascati, Portici, Saluggia, Santa Teresa e Trisaia. Nel corso del 2021, 8 pratiche sono cessate, altre sono state riorganizzate e 3 sono iniziate.

Per realizzare tutti gli adempimenti della sorveglianza di radioprotezione, l'Istituto si è avvalso di tutti e 4 i Laboratori della struttura IRP.

Il 2021 è stato contraddistinto dagli adempimenti aggiuntivi, che si protrarranno anche nel 2022, derivanti dalla nuova normativa di radioprotezione (D. Lgs. 101/20). È stato in particolare necessario registrare tutte le attività ENEA nel Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti (STRIMS), istituito nel sito istituzionale dell'Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nazionale e la Radioprotezione (ISIN) ai fini della tracciabilità di tutte le attività con rischio da radiazioni ionizzanti sul territorio nazionale recependo a livello nazionale la Direttiva EURATOM 59/2013. Inoltre, è stato necessario aggiornare ed integrare le valutazioni di radioprotezione per gran parte delle pratiche ENEA.

Gli esperti di radioprotezione (ex art.130 del D.Lgs. 101/20), incaricati dai Datori di Lavoro dell'ENEA ciascuno per le rispettive pratiche con impiego di radiazioni ionizzanti, hanno coadiuvato i Datori di lavoro per gli aggiornamenti previsti dalle norme transitorie (dall'art. 234) del D.Lgs. 101/20 per le 43 pratiche in regime di notifica ai fini delle comunicazioni ex art. 234 alle autorità vigilanti.

Inoltre, sempre in applicazione al D.Lgs 101/20, è stata coordinata la registrazione delle 50 pratiche in essere al dicembre 2021 per i vari esercenti ENEA (individuati nei ruoli apicali delle UO: Dipartimenti FSN, SSPT e TERIN nonché la Direzione ISER e l'Istituto di Radioprotezione stesso) al fine di costituire presso il Sistema STRIMS di ISIN l'inventario iniziale delle attività ENEA con radiazioni ionizzanti completo dei dati delle sorgenti detenute.

Un'ulteriore attività straordinaria ha riguardato l'adempimento (ex artt.110 e 111 del D.Lgs.101/2020) relativo alla formazione di radioprotezione per tutti i lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti nonché ai preposti ed ai dirigenti. L'Istituto, attraverso gli esperti di radioprotezione opportunamente formati per l'occasione ai sensi del Decreto Formatori (D.M. 6 marzo 2013), ha realizzato 8 corsi per lavoratori esposti, 2 corsi per preposti ed 1 corso per Dirigenti per la sicurezza realizzando la formazione per circa 200 lavoratori, 60 preposti e 30 dirigenti per la sicurezza formati. È stata inoltre assicurata la formazione degli addetti alle squadre di emergenza del CR Casaccia con 16 corsi specifici di addestramento e aggiornamento del CR Casaccia, nonché l'esecuzione di 3 prove di emergenza sotto la vigilanza dell'ISIN (1 dell'intero sito e 2 di singoli Impianti).

Sempre in attuazione al D.Lgs. 101/20, che ha recepito nella normativa nazionale l'attenzione alla esposizione al radon (radionuclide naturale) negli ambienti di lavoro e di vita, nel 2021 è stata avviata la campagna di misura della concentrazione di radon in 400 locali di lavoro sotterranei dei Centri ENEA attraverso un monitoraggio periodico con oltre 1000 valutazioni. La campagna, di durata complessiva di un anno solare, è ancora in corso e terminerà nel 2022: i risultati permetteranno di individuare gli eventuali ambienti di lavoro che richiederanno azioni di rimedio e ulteriori campagne di misura ai sensi di legge.

Oltre alle attività straordinarie relative ai nuovi adempimenti del D.Lgs.101/2020, gli esperti di radioprotezione hanno assicurato tutte le valutazioni dosimetriche (circa 500) per i lavoratori ENEA esposti alle radiazioni ionizzanti e predisposto le relazioni tecniche (circa 100) necessarie per l'esercizio delle attività ENEA secondo la vigente normativa in materia di radioprotezione. Il personale tecnico di radioprotezione operativa ha coadiuvato gli esperti di radioprotezione realizzando oltre 400 sopralluoghi di verifica che hanno richiesto l'esecuzione di oltre 9.000 misure di monitoraggio (dirette ed indirette) negli ambienti di lavoro.

Per i Centri di Casaccia è stato inoltre redatto ed inviato alle Autorità vigilanti il rapporto annuale di monitoraggio della radioattività ambientale ex art. 97 D.Lgs. 101/2020, per conto degli Esercenti degli impianti ivi operanti (ENEA, SOGIN e Nucleco), che descrive i risultati di oltre 2.000 misure dirette o su campioni ambientali del sito Casaccia. Per il sito Trisaia, invece, sono state eseguite circa 1.000 misure per la caratterizzazione radiologica ambientale del sito e per la redazione del relativo rapporto annuale ambientale, necessario ai fini della certificazione ambientale del Centro ENEA.

Il monitoraggio individuale di radioprotezione per i 250 lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti nei vari Centri ENEA è stato anch'esso assicurato e gestito dall'Istituto, attraverso la fornitura di oltre 9.000 dosimetri personali ed il coordinamento ed esecuzione di oltre 600 misure di contaminazione interna, sia dirette con Whole Body Counter che indirette di radiotossicologia.

Sono state inoltre garantite 140 tarature periodiche e di verifica di buon funzionamento della strumentazione di radioprotezione, soddisfacendo un sensibile incremento delle esigenze interne.

Anche nel 2021, la consulenza alle Unità dell'Agenzia per valutazioni di radioprotezione e di caratterizzazione radiologica per attività da avviare e/o dismettere o manutenzioni straordinarie dei principali impianti ha richiesto studi e valutazioni specifiche per il CR Frascati, il CR Trisaia, per il CR Casaccia ed il CR Brasimone.

L'attività per il CR Frascati è stata rivolta alle valutazioni per la realizzazione dell'impianto DTT (Divertor Tokamak Test facility), per la disattivazione dell'impianto FTU e per la modifica degli acceleratori dell'edificio 30. Per il DTT, anche attraverso il coordinamento della Task force Licencing, è proseguito lo studio progettuale di radioprotezione attraverso lo sviluppo della programmazione della sorveglianza fisica, della definizione delle zone a rischio radiologico nel nuovo impianto, della definizione delle limitazioni degli accessi del personale e delle relative modalità di realizzazione, dello studio dei campi di radiazione e dell'attivazione neutronica, della valutazione preventiva dell'esposizione dei lavoratori e delle persone del pubblico e dell'analisi delle situazioni incidentali. Per l'impianto FTU gli studi hanno riguardato la caratterizzazione radiologica dei materiali da dismettere e l'analisi delle azioni da condurre per il rilascio dei componenti, anche in seguito al rilascio del nulla osta alla disattivazione dell'impianto. Per gli impianti TOP-IMPLART e FEL-CATS dell'edificio 30 sono state invece necessarie valutazioni straordinarie per la realizzazione di modifiche agli acceleratori e al layout dei laboratori.

Per il CR Trisaia, sono state fornite attività di consulenza e di misura per le varie attività di bonifica riconducibili sia alle attività di rimozione delle parti residue dell'impianto Magnox che per ulteriori condotte interraste oltre che per il monitoraggio delle acque estratte attraverso il sistema MISOP, realizzato per contenere l'inquinamento di tipo convenzionale in aree circostanti il CR ENEA. In particolare sono stati predisposti specifici rapporti di caratterizzazione e documenti necessari, su richiesta delle Autorità vigilanti (ISIN e la Conferenza dei servizi) al completamento delle operazioni, che hanno riguardato: piano di caratterizzazione radiologica della condotta di adduzione, i Piani Operativi per la rimozione della condotta di adduzione di alcuni tratti aggiuntivi di condotta nelle vicinanze dell'Edificio R27- Hall Tecnologica, nonché il Piano di caratterizzazione e operativo per la rimozione serbatoio MAGNOX. Sono state redatte tutte le relazioni di radioprotezione necessarie ai sensi di legge ed al Codice degli Appalti, per l'esecuzione delle operazioni di rimozione realizzate da ditte esterne.

Nel CR Casaccia sono state, invece, necessarie valutazioni straordinarie per l'impianto TRIGA per le operazioni di manutenzione straordinaria attuate dalla direzione di Impianto, così come per il Laboratorio di Caratterizzazione (C-43) nonché per il sistema di monitoraggio della radiazione gamma per l'impianto Tapiro, per il quale è stato redatto uno specifico manuale. È stata inoltre predisposta la raccolta completa delle procedure di radioprotezione ai fini del programma di garanzia di qualità della sorveglianza di radioprotezione dell'intero Centro ENEA.

Per il CR Brasimone, invece, per il progetto ENEA "Sorgentina-RF", si è contribuito alla progettazione del sistema di schermatura dell'impianto attraverso specifici calcoli Monte Carlo, impiegato anche nella versione multiprocessore su sistema ENEA-GRID.

Per tutte le attività di consulenza e di studi specifici di radioprotezione per l'ENEA sopra descritte sono stati redatti 40 specifici documenti tecnici progettuali e/o documenti straordinari richiesti dalle Autorità vigilanti e/o necessarie per l'Agenzia.

La fornitura di servizi tecnici avanzati all'utenza esterna continua ad essere rilevante sia per l'aspetto finanziario (entrate accertate per 1.400 k€) che per il riscontro da parte degli utenti, che ha riguardato:

1. noleggio e lettura di circa 20.000 dosimetri personali per tutti i tipi di radiazioni per oltre 100 utenti;
2. 5.300 valutazioni di monitoraggio della concentrazione di radon per circa 70 utenti, tra cui Eni;
3. 3.000 misure di contaminazione interna, sia dirette che indirette per 10 utenti, fra cui Nucleco, Sogin, ISIN, INFN.
4. 300 misure radiometriche in campioni di varia origine per vari tipi di radionuclidi per 5 utenti, tra cui Nucleco ed Eni.

La qualità e l'affidabilità dei servizi forniti, costantemente a confronto con lo stato dell'arte nazionale e internazionale, è stata verificata e dimostrata attraverso i risultati molto buoni ottenuti nelle partecipazioni a test di prestazione (audit esterni) nell'ambito di 11 interconfronti nazionali ed internazionali per le principali tecniche oggetto di fornitura.

Non sempre è stato possibile realizzare le sessioni sperimentali di alcune attività di ricerca, che in parte è stato necessario differire ai prossimi anni a causa del ridotto accesso ai Centri ENEA e per poter dare priorità alle attività indifferibili di sorveglianza di radioprotezione. Tuttavia, sono state portate a termine alcune linee di studio tra cui quella rivolta all'utilizzo dati monitoraggio continuo ambientale con camera Reuter-Stokes per valutazioni in caso di rilasci radioattivi e/o emergenze radiologiche, oltre che quella per la valutazione dell'esposizione degli operatori sanitari con particolare riguardo alle dosi a particolari organi. Sono proseguite, inoltre, le attività di ottimizzazione delle misure radiometriche e dosimetriche con l'obiettivo di un continuo miglioramento della qualità dei sistemi offerti: per esempio, la caratterizzazione dosimetro ENEA per il cristallino con radiazione beta, la caratterizzazione della prestazione di un nuovo materiale per la dosimetria a tracce, la sperimentazione di tecniche statistiche e radiometriche per la determinazione di radionuclidi in campioni di varia natura, lo studio di sistemi fissi per misure accurate dirette di equivalente di dose ambientale e di sistemi mobili per misure rapide della contaminazione interna in vivo da radionuclidi gamma emettitori. Tali sistemi sono progettati per essere impiegati in caso di eventi emergenziali radiologici o nucleari di tipo nazionale o transfrontaliero su larga scala coinvolgenti la popolazione e l'ambiente.

Le principali attività di studio sono state documentate in 15 pubblicazioni su rivista internazionali con peer review (IF), 2 relazioni in Atti di congressi internazionali, 12 pubblicazioni nazionali e 19 Rapporti Tecnici.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

L'Istituto è in costante rapporto con le seguenti organizzazioni:

1. EURADOS (*European Radiation Dosimetry group*) partecipando alle attività del *Council* con un membro ENEA, oltre che a quelle tecnico scientifiche dei principali *Working Group* sulla dosimetria delle radiazioni ionizzanti (WG2, WG3, WG6, WG7, WG12)
2. ICRU (*International Commission on Radiation Units and Measurements*), CRPPH (*Committee on Radiation Protection and Public Health*) della NEA (OCSE), oltre che con i principali enti di normazione tecnica internazionale ISO e IEC;
3. Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione, con particolare riferimento alla gestione di eventi emergenziali di tipo radiologico e nucleare e in quest'ambito fornisce consulenza al Centro Antiveneni di Pavia;
4. è membro della rete di Laboratori ALMERA, istituita da IAEA e membro del consiglio scientifico di PROCORAD, associazione privata cui aderiscono i principali laboratori nel campo delle misure di radiometria degli escreti;
5. è membro della piattaforma NERIS (*European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery*) di organizzazioni europee coinvolte nei processi decisionali, nell'attuazione delle azioni protettive durante le emergenze nucleari e radiologiche e nelle fasi di recupero delle aree interessate;
6. dal 2020 è socio collettivo della Associazione Italiana di Radioprotezione, la principale associazione scientifica nel campo della radioprotezione a livello nazionale, nell'ambito del quale i ricercatori contribuiscono a iniziative di confronto e collaborazioni.

I ricercatori IRP sono inoltre in costante rapporto con le associazioni tecnico-scientifiche e professionali nazionali nel campo della radioprotezione (FIRR, AIRP, ANPEQ, SIRR).

In relazione alla normativa tecnica nazionale, il Responsabile dell'Istituto è membro, in rappresentanza ENEA, della Commissione Tecnica Tecnologie nucleari e Radioprotezione dell'UNI e ne presiede la Sottocommissione 2 Protezione dalle radiazioni, e in questo ambito coordina rappresentanti di altre organizzazioni nazionali (ISIN, ARPA regionali, ANPEQ, AIRP, AIFM, INFN, SOGIN, VVFF) e private (Ametek,

Unsider, Atlaservice) per la redazione e il recepimento della normativa tecnica internazionale a livello italiano.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Oltre a garantire all'Agenzia stessa i servizi e la consulenza per le esigenze di radioprotezione, di monitoraggio e caratterizzazione radiologica di materiali e siti, le attività dell'Istituto impattano in modo particolare in ambiti che spaziano dal decommissioning nucleare alla medicina e, in generale, alle attività produttive, sanitarie e di ricerca che impiegano le radiazioni ionizzanti (anche di origine naturale). Gli studi sulla radioattività ambientale di origine antropomorfa e naturale rivestono grande interesse in ambito nazionale e internazionale, non solo per gli aspetti di sicurezza nucleare, ma anche per la promozione di un sistema economico sostenibile. D'altra parte, i servizi tecnici avanzati, forniti in alcuni casi in modo esclusivo a livello nazionale e rivolti ad una utenza di settore ormai consolidata, rappresentano una competenza e potenzialità tecnica unica per completezza a livello nazionale che è messa in ogni possibile ed opportuna occasione al servizio del Paese. Anche le collaborazioni instaurate in ambito nazionale ed internazionale per vari aspetti di radioprotezione delle radiazioni ionizzanti testimoniano come l'impegno profuso per mantenere ed implementare competenze, capacità operative e tecniche di indagine permettono oggi di offrire al Paese un sistema di competenze e servizi tecnici avanzati altamente qualificati.

Unità Tecnica Antartide (UTA)

Responsabile: Elena Campana

FINALITÀ E STRATEGIE

L'Unità Tecnica Antartide (UTA) organizza e realizza le Campagne in Antartide nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) del MIUR, in ragione del Decreto Interministeriale MIUR-MISE del 30 settembre 2010 che affida all'ENEA il compito relativo all'attuazione logistica delle spedizioni scientifiche in Antartide.

Il ruolo dell'Unità, in esecuzione del Programma Esecutivo Annuale elaborato insieme al CNR e approvato dal MUR, 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 UTA fanno inoltre riferimento tutti i progetti scientifici finanziati dal PNRA, per la loro realizzazione operativa.

L'Unità si avvale, soprattutto per le operazioni in Antartide, della collaborazione di personale di altre Unità dell'ENEA nonché di Università ed Enti di ricerca, delle Forze Armate italiane e dei Vigili del Fuoco. Mentre il personale di UTA, per le attività organizzative condotte in Italia, si attesta intorno alle 40 unità, alle Spedizioni antartiche partecipano mediamente 200 persone.

Le risorse finanziarie sono messe a disposizione dal MUR su base annua; su 23 M€ di finanziamento del Programma Esecutivo Annuale del PNRA, almeno 16 M€ sono assegnati alle attività di competenza di UTA.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

L'obiettivo triennale dell'Unità - **UTA.OS.01 – Assicurare l'attuazione, quanto alle azioni tecniche, logistiche e organizzative, delle Spedizioni del PNRA in ottemperanza al Decreto Interministeriale MIUR-MISE del 30 settembre 2010** - discende direttamente dalle finalità sopra descritte.

Gli obiettivi annuali di UTA sono perciò ricorrenti, anno dopo anno, nel rispettare tempi e modi di esecuzione del Programma Esecutivo Annuale (PEA) che viene elaborato da UTA insieme al CNR, e approvato dal MIUR.

Nei primi mesi del 2021 è stata portata a compimento la 36ma Spedizione antartica, che si è svolta del tutto in linea con le previsioni del PEA 2020 e che ha visto l'impiego di sole 60 persone veterane tra logistici e scientifici, essendo stata a Campagna limitata alle sole attività ritenute indifferibili. Il rifornimento di carburante e di merci è stato garantito con la Nave Laura Bassi, di proprietà dell'OGS, a bordo della quale si è inoltre svolta la Campagna di ricerca oceanografica.

Nel secondo semestre 2021 si è dato avvio alla pianificazione delle attività previste per la 37ma Spedizione che, pur perdurando l'emergenza Covid 19, in accordo con il CNR, è stata configurata come una normale Spedizione, limitando però la partecipazione al solo personale veterano. La spedizione ha visto la partecipazione di circa 220 persone, tra personale logistico e scientifico e l'esecuzione delle attività relative a 54 progetti di ricerca.

Il finanziamento della Spedizione è stata di 20,650 MEuro.

La Campagna estiva 2021-22 ha avuto inizio il giorno 20 ottobre 2021 con l'arrivo presso la Stazione Mario Zucchelli del gruppo di apertura.

La 17ma Campagna invernale presso la Stazione italo-francese "Concordia" si è conclusa il 2 novembre con il contestuale avvio della Spedizione estiva.

Per quanto riguarda le attività propedeutiche all'avvio della Spedizione, il training riservato ai partecipanti alla 18ma Campagna invernale a Concordia, unici a non essere stati selezionati esclusivamente tra personale veterano, è stato effettuato in presenza.

Per tutti i partecipanti UTA ha inoltre garantito la gestione del personale di Spedizione, gestione che comprende l'organizzazione delle visite mediche presso gli Istituti di Medicina Aerospaziale dell'Aeronautica Militare, la gestione della biglietteria aerea verso l'emisfero australe, la gestione della quarantena obbligatoria prevista dal Governo neozelandese, la copertura assicurativa, ed il trattamento di missione (diaria e indennità antartica).

UTA ha garantito inoltre il trasporto, tramite vettori commerciali, dei beni logistici e scientifici dall'Italia all'emisfero australe.

Per quanto riguarda i trasporti aerei intercontinentali dalla Nuova Zelanda e la base MZS, per merci e persone, ci si è avvalsi del supporto di un C 130J dell'Aeronautica Militare italiana e di un Airbus A319 dell'Australian Antarctic Division.

Per i trasporti continentali, è stato confermato il nolo annuale del velivolo Basler BT-67 e di elicotteri Ecureuil AS-350/B2 per le attività a corta-media distanza da MZS.

Per garantire il funzionamento delle Stazioni antartiche, sono state condotte nel corso del 2021 le necessarie attività di progettazione e di approvvigionamento per l'intera gamma dei servizi tecnici necessari, che spaziano dalle esigenze primarie (mensa, alloggio, riscaldamento, sanità) a quelle tecniche sia di base che di supporto alla ricerca (telecomunicazioni, informatica, impiantistica, laboratori, mezzi di trasporto a corto raggio terrestri e marini, ecc.).

Il progetto nazionale FISR "Avio Superficie in Antartide" è stato sospeso nella 36ma Spedizione a causa dell'emergenza COVID. Nel corso della 37ma Spedizione era previsto il proseguimento dei lavori ma, a causa della mancata erogazione da parte del CNR di quanto rendicontato, le azioni previste non sono state realizzate, pertanto si prevede uno slittamento nel completamento del progetto che era previsto per il 2022.

Il progetto comunitario "Beyond EPICA", sospeso nella 36ma Spedizione a causa dell'emergenza COVID, è proseguito nel corso della 37ma Spedizione con il completamento dell'allestimento del campo remoto presso il sito di Little Dome C e l'avviamento delle attività di perforazione del ghiaccio.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E 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), 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 del 2021 sono state positivamente condotte attività in cooperazione con i Programmi polari statunitense (NSF), neozelandese (AntNZ), inglese (BAS), tedesco (BGR), australiano (AAD), coreano (KOPRI).

Occorre inoltre sottolineare che le attività antartiche sono inserite nel sistema internazionale del Trattato Antartico, al quale l'Italia ha aderito nel 1981 divenendo parte contraente nel 1987 in virtù della istituzione del PNRA. In tale ambito, nel corso del 2021 l'Unità Tecnica Antartide ha partecipato alla XXXIII riunione annuale del *Council of Managers of National Antarctic Programs* (COMNAP) che si è tenuta in modalità on line e alle riunioni annuali dell'*Antarctic Treaty Consultative Meeting* (ATCM) del *Committee for Environmental Protection* (CEP) che si sono tenute sempre in modalità on line.

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. Le ricadute economiche e tecnologiche sul sistema industriale (principalmente PMI e programmi spaziali) sono potenzialmente interessanti, ma di difficile quantificazione, e non possono che essere indirette.

Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV)

Direttore: Alessandro Coppola

FINALITÀ E STRATEGIE

La Direzione Innovazione e Sviluppo (ISV) rappresenta l'ENEA verso il potenziale mercato dell'offerta di ricerca e servizi ad alto contenuto tecnico-scientifico, per un'efficace interrelazione con i soggetti che rappresentano le potenziali controparti contrattuali: Unione Europea, Organismi internazionali, PA centrale, Regioni ed enti locali, Industria e associazioni, cittadini.

Il quadro di contesto in cui trovano indirizzo le attività della Direzione è rappresentato dalla domanda crescente di supporto e consulenza per la definizione ed attuazione di policies ed interventi da parte della PA e della Rappresentanza Permanente d'Italia presso l'Unione Europea, e di richiesta di investimenti in tecnologie, processi e prodotti da parte del settore privato.

La Direzione ISV è organizzata in Servizi, realizzando con essi dei "centri di competenza" per le attività di maggior rilevanza ai fini della propria "mission". La Direzione al suo interno dispone inoltre di un'apposita unità di trasferimento tecnologico (Divisione Sviluppo Tecnologico): ciò con l'obiettivo non solo di promuovere ancora più efficacemente le attività di ricerca e i servizi dell'ENEA verso controparti industriali ed istituzionali, ma anche di ridurre gli oneri burocratici e relazionali delle Unità tecniche attraverso una più efficiente centralizzazione delle competenze specialistiche comunque indispensabili.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale ISV.OS.01 - Promuovere e valorizzare il ruolo dell'Agenzia nel trasferimento al territorio dei risultati della ricerca e nelle collaborazioni con soggetti terzi istituzionali e non

Questo obiettivo triennale della Direzione ISV riveste un'importanza strategica per l'Agenzia, riguardando la promozione del ruolo dell'ENEA nei confronti della committenza ed il trasferimento dei risultati dell'attività di ricerca al mondo produttivo del Paese.

La Direzione ha continuato ad assicurare alle strutture tecniche dell'Agenzia, tramite la propria Divisione Sviluppo Tecnologico, le competenze giuridiche per la verifica delle clausole relative alla Proprietà Intellettuale/Industriale contenute in varie tipologie di contratti: tale supporto ha riguardato circa 46 Consortium Agreement/Accordi di partenariato, 89 Non Disclosure Agreement, 62 Contratti di ricerca, 34 Accordi Quadro/Protocolli d'Intesa/MoU; ha inoltre redatto e negoziato 10 contratti di licenza, un contratto di opzione per la cessione della quota ENEA di un brevetto, un contratto di cessione del brevetto, 7 Accordi di Gestione della co-titolarità, 9 IPR Agreement. Sono stati anche predisposti disclaimer per siti web e una policy relativa alla gestione di dati scientifici.

Su richiesta, sono stati inoltre forniti ai colleghi specifici pareri legali e consulenze in merito a problematiche legate ad indebita appropriazione di quota di proprietà intellettuale spettante a ENEA, a copyright, a presunte violazioni del marchio ENEA, alla titolarità di un software realizzato nell'ambito di un progetto, alla titolarità di pubblicazioni, alla richiesta di concessione diritti di accesso alla PI ENEA (Eurofusion), al pagamento del 30% spettante all'ENEA derivante dallo sfruttamento di brevetti depositati a nome dall'inventore e ad atti di cessione da parte del costituente di varietà vegetale.

Infine, con la Circolare n. 2/ISV sono state formulate le specifiche clausole da inserire nei format degli Accordi Quadro e MoU (come richiesto dal CdA ENEA) e si è fornito supporto alla gestione della complessa problematica riguardante la tutela del background e del lavoro ENEA nei rapporti con Ansaldo Nucleare, nell'ambito dei contratti sulla Fusione.

Nel corso del 2021 la Divisione ISV-DST ha ricevuto dai Dipartimenti le seguenti richieste, tutte correttamente processate:

- 24 richieste di nuovi depositi o di estensioni internazionali
- una richiesta di partecipazione di un dipendente ad uno spin-off esistente e una richiesta di attivazione di un nuovo spin-off.

La Divisione ISV/DST ha inoltre garantito la presenza ENEA nei progetti della rete Enterprise Europe Network per l'innovazione e l'internazionalizzazione delle PMI attraverso la partecipazione ai progetti del consorzio BRIDGEconomies per le regioni del Sud Italia (Campania e Puglia, in particolare). Inoltre, in collaborazione con i partner dell'attuale consorzio EEN Bridgeconomies (Grant Agreement EEN 879245 per il periodo 01/01/2020-31/12/2021), la Divisione ha partecipato alla Call for proposal Enterprise Europe Network SMP-COSME-2021-EEN mediante presentazione di una proposta progettuale per il periodo 2022-2025 che è stata valutata positivamente e ammessa al finanziamento. Le attività previste nel quadriennio 2022-2025 saranno la prosecuzione delle attività già iniziate e portate avanti positivamente nel biennio precedente nell'ambito del Framework Agreement EEN-649278, e vedranno il coinvolgimento dei Dipartimenti SSPT e TERIN.

Sono inoltre proseguite le attività mirate a implementare la KES (Knowledge Exchange Strategy) per rafforzare il rapporto con l'industria, mediante attività di sensibilizzazione con contatti mirati rivolti ad imprese selezionate, per l'iscrizione al Knowledge Exchange Program che, al 31 dicembre 2021, vede 240 aziende registrate. È stato inoltre avviato il progetto KEP 2.0, presentato nel mese di febbraio 2020 in risposta ad un Bando del MiSE per il potenziamento degli Uffici di Trasferimento Tecnologico di Università, EPR e IRCCS. Per il progetto KEP 2.0, la cui conclusione è prevista al 30 giugno 2023, sono state assunte due risorse aggiuntive di personale a tempo determinato con il ruolo di "Knowledge Transfer Manager" (KTM). I due KTM hanno svolto attività a supporto del programma KEP e dei KEO per il primo contatto e follow-up con le aziende registrate, attività finalizzate all'identificazione di risultati di ricerca valorizzabili verso il sistema industriale attraverso un'attività di scouting all'interno di ENEA, nonché avviato contatti e interazioni con soggetti privati per valorizzare i risultati di ricerca.

La Divisione ha continuato, inoltre, ad assicurare il coordinamento del Programma Proof of Concept (PoC), messo a punto per sostenere lo sviluppo di tecnologie con un basso grado di maturità tecnologica – purtroppo tuttora penalizzato nel suo sviluppo a causa dell'emergenza COVID-19 – cui si è aggiunta una ulteriore iniziativa di Proof of Concept seguita dal Servizio ISV-MARK.

Nel corso dell'anno è poi proseguita l'attività di affiancamento al Dipartimento SSPT per le attività di valutazione tecnico-scientifica dei progetti proposti al finanziamento dell'intervento agevolativo "Economia Circolare" (DM 11 giugno 2020 del MiSE), alle quali la Divisione partecipa gestendo l'attività di interfaccia con lo stesso MiSE e con INVITALIA, soggetto deputato alla valutazione economico-finanziaria delle medesime iniziative, con il quale la Direzione ha sottoscritto apposito accordo di collaborazione.

Si segnala, infine, l'intenso supporto fornito al Dipartimento FSN nell'ambito del Progetto di ricerca industriale Sorgentina RF, in corso presso il Centro di Ricerca ENEA Brasimone e co-finanziato dalla Regione Emilia-Romagna, anche ai fini della definizione delle azioni preliminari per l'evoluzione del prototipo dimostrativo in corso di realizzazione in una ulteriore ampia proposta industriale innovativa per la produzione di radiofarmaci, coinvolgendo tutte le autorità regionali e gli stakeholder della Sanità rilevanti fino ai massimi livelli delle Regioni Emilia-Romagna e Toscana e di ulteriori soggetti Istituzionali nazionali (eg.SCFM).

Il servizio ISV-MARK, in stretta collaborazione con il servizio ISV-DST-KES, ha proseguito nella gestione del Programma PoC dell'ENEA implementando e sviluppando in particolare le attività di monitoraggio e di mentoring per i progetti dei primi due bandi emanati. A tal fine sono stati erogati in collaborazione con l'Italian Business Angels Network (IBAN) tre webinar formativi sugli strumenti del Business Model Canvas e del Pitch Deck e sono state gestite 60 riunioni con i team di 32 progetti afferenti a tutti e quattro i Dipartimenti ENEA, di cui 14 con il coinvolgimento delle aziende partner. Sono state così poste le basi per il deposito, al momento, di 4 nuovi brevetti ENEA, per la valutazione sulla costituzione di 2 nuovi potenziali spin-off ENEA e nuovi contratti di ricerca/licenza. La progettazione dei percorsi di valorizzazione ha inoltre

richiesto la realizzazione di analisi di mercato e delle varie filiere produttive volte all'individuazione e selezione dei potenziali partner necessari.

Il Servizio ha inoltre acquisito un finanziamento di 100.250 euro per il Programma di valorizzazione denominato "Programma di Proof of Concept ENEA 2020.02 – PoC ENEA 2020.02" finalizzata allo sviluppo di tecnologie protette da brevetto ENEA e presentato in risposta ad un Bando del MiSE.

Sono state svolte, in collaborazione con la i Servizi della Divisione DST, attività di consulenza a favore di progetti di spin-off interni e sono state gestite una serie di richieste e problematiche riguardanti potenziali accordi di licenza e/o collaborazione da parte di imprese terze e spin-off ENEA. Oltre a quelle già richiamate e finalizzate a specifici progetti di valorizzazione, è stato elaborato, pubblicato e presentato in collaborazione con Assobiotec-Federchimica l'annuale Rapporto sulle imprese attive nelle biotecnologie in Italia, basato sul lavoro di Rilevazione statistica ENT-00007, previsto dal Programma Statistico Nazionale e di cui l'ENEA è titolare. È stata, inoltre, completata la prima ricognizione su "I programmi e gli strumenti per la valorizzazione e il trasferimento della conoscenza in ENEA".

In collaborazione con tutti i servizi della Direzione, è stato definito il progetto del nuovo sito ISV. Con ISV-DST sono stati, infine, gestiti i rapporti con il Fondo di Venture Capital EUREKA!, costituito nell'ambito della piattaforma ITatech e con cui la Direzione ha sottoscritto nel 2021 un accordo per definire le linee guida per i potenziali investimenti in progetti di PoC e i modelli contrattuali da adottare, proponendo parallelamente alcune tecnologie su cui valutare un investimento.

Obiettivo triennale ISV.OS.02 - Promuovere, facilitare l'accesso e supportare la partecipazione delle Unità Organizzative a programmi e opportunità di finanziamento internazionali, nazionali e regionali. Assicurare il supporto agli Organi di Vertice dell'Agenzia nelle relazioni istituzionali nazionali, europee ed internazionali, con le controparti pubbliche e private maggiormente rilevanti per l'Agenzia

Sono proseguite le attività inerenti al Piano Triennale di Realizzazione ENEA 2019-2021 per la Ricerca di Sistema Elettrico in attuazione dell'Accordo di Programma MiTE-ENEA per le attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale. In particolare, si è provveduto a dare supporto ai coordinatori dei dieci progetti a responsabilità ENEA nella presentazione delle varianti di progetto, si è preso parte agli incontri con gli esperti valutatori e si è provveduto a validare sul portale telematico della Cassa per i Servizi Energetici ed Ambientali le suddette varianti di progetto nella loro versione definitiva. Nel rispetto del ruolo di ENEA quale titolare dell'Accordo di Programma, si è provveduto, a seguito di Delibera di approvazione 1°SAL del Ministero della Transizione Ecologica (G.U. 0010364 del 6/04/2021), al trasferimento dei contributi ricevuti per le attività svolte dai co-beneficiari e successivamente ad erogare un secondo anticipo alle Università che avessero presentato il primo stato di avanzamento. Nel corso dell'anno di riferimento sono state raccolte le rendicontazioni del secondo stato di avanzamento dei lavori da parte dei co-beneficiari e trasmesse ai responsabili di progetto. È stata avviata un'analisi puntuale delle suddette rendicontazioni per rilevare eventuali anomalie o scostamenti rispetto al capitolato approvato; tale analisi sarà condivisa con i responsabili di progetto. Sono, inoltre, stati predisposti e messi a disposizione di ENEA e co-beneficiari i formati accessibili dei report tecnici. Si sono avute interlocuzioni con la DPO di ISV e la DPO ENEA per la valutazione e l'individuazione del Direttore ISV quale Designato al Coordinamento per il Titolare del trattamento dei dati personali e, in collaborazione con le colleghe, è stato predisposto il format di lettera di nomina da redigere per i 151 co-beneficiari.

È stato assicurato un continuo e costante supporto alle richieste da parte di ENEA e da parte dei co-beneficiari. Continua in modo efficace ed efficiente il costante confronto con le referenti della Cassa per i Servizi Energetici ed Ambientali.

Le attività relative alla collaborazione con la Fondazione ENEA Tech per attività di sostegno all'innovazione e al trasferimento tecnologico sono state interrotte da parte del MiSE. Conseguentemente alla decisione del MiSE (DL 73/2021) di conversione della fondazione ENEA Tech in un rinnovato soggetto quale ENEA Tech e Biomedical, non è stato possibile dare seguito alle attività preventivate di cui era in corso la negoziazione tra le parti ai fini di convenzionamento. Tale conversione comporterà una completa

rivisitazione di: obiettivi generali, statuto, governance, risorse finanziarie e convenzioni per cui, al momento, ancora non si ha prospettiva del nuovo ruolo ENEA.

L'ufficio URP ha adempiuto, in coordinamento con l'Unità Relazioni e Comunicazione, agli obblighi normativi in materia di Ufficio per le relazioni con il pubblico.

Il Servizio ISV-FUND ha proseguito e consolidato le attività legate alla progettualità in diversi ambiti: (i) il monitoraggio, la mappatura e la diffusione dei bandi relativi ad opportunità di finanziamento, attraverso i canali identificati e il supporto alle unità tecniche nella preparazione e presentazione delle proposte progettuali; (ii) in collaborazione con il Servizio ISV-STP ed ISV-RELIST sono stati organizzati due corsi di formazione APRE online aventi come oggetto il nuovo programma quadro di ricerca, Horizon Europe ("Elementi Cross Cutting in Horizon Europe: Etica - Gender - Standard", 13-14-15 aprile 2021; "Le regole di partecipazione e come scrivere una proposta di successo in Horizon Europe", 15-16 dicembre 2021); (iii) in collaborazione con ISV-STP, ISV-RELIST ed ISV-DST è proseguita l'attività di analisi degli strumenti a sostegno della progettualità, per avviarne l'aggiornamento; (iv) è proseguito il coordinamento delle attività nel settore della Cooperazione allo Sviluppo, attraverso l'aggiornamento della Task Force, la partecipazione in qualità di osservatore alle riunioni del Consiglio Nazionale per la Cooperazione allo Sviluppo, l'analisi delle proposte da mettere in campo per sostenere le attività ENEA nel settore e la presentazione di tali attività in eventi dedicati (i.e. Codeway Expo e AIEE Symposium); (v) sono state avviate le attività preparatorie al rinnovo di Accordi legati al finanziamento e sviluppo di attività di ricerca e progettualità con AICS e Regione Lazio; (vi) a partire da marzo 2021 ISV-FUND garantisce il coordinamento delle attività di rendicontazione dell'intero progetto ES-PA; (vii) con Determinazione n. 18/2021/ISV di settembre 2021 è stato istituito, internamente ad ISV-FUND, un gruppo di lavoro a supporto delle attività istruttorie inerenti l'Accordo di Programma ENEA/MiTE Ricerca di Sistema Elettrico.

La Direzione, attraverso il Servizio ISV-RELIST, ha garantito le relazioni Istituzionali, con iniziative con Parlamento e Governo in stretta collaborazione con il Vertice, i Dipartimenti e le Unità dell'ENEA (PNR, PNIR, Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)). Attraverso la collaborazione con i Ministeri ha supportato le attività della Ricerca del Sistema Elettrico (MiSE), del G20, del G7. Sotto il profilo regolamentare ha contribuito al processo di aggiornamento delle Direttive RED II ed EPBD (rinnovabili ed efficienza energetica, rispettivamente), *Clean Hydrogen Alliance*; *Italian Batteries Alliance*; SET PLAN, *Clean Energy Transition Partnership* (CETP). Nel contesto dell'alta formazione, della ricerca e del trasferimento tecnologico ha rafforzato la collaborazione con le Università attraverso la sottoscrizione di 2 Convenzioni Quadro, 13 Convenzioni per Tirocini e 2 Accordi attuativi nonché con la Società Italiana Organizzazioni Internazionali (SIOI – Pres. Frattini), favorendo attività di tutorato svolta nel servizio RELIST. Nel quadro delle relazioni internazionali è stato rinnovato il Protocollo d'intesa con il MAECI per continuare nel supporto alla definizione di strategie e linee di azione per la ricerca e l'innovazione italiana sui mercati esteri, rafforzando anche la presenza di esperti ENEA con assistenza in occasione di incontri programmati al MAECI (ad es. Tavolo Cina, Tavolo USA, Tavolo Corea, etc.) o all'estero (Working Group USA, Expo Dubai, evento idrogeno Canberra - Australia, evento tecnico della International Solar Association sul ruolo e le opportunità per le donne nella transizione energetica, cui ha partecipato come relatore personale di ISV-RELIST). Di particolare rilievo il supporto alla Presidenza G20 a coordinamento MiTE e MAECI nell'organizzazione del G20 ed in particolare la Presidenza G20 ha chiamato l'ENEA alla stesura del Rapporto su *Energy Efficiency and circularity in the context of the post pandemic recovery* presentato alla Ministeriale. La Presidenza G20 ha invitato inoltre l'ENEA a contribuire ai lavori preparatori del G20 con presentazioni tematiche e con la redazione di vari papers.

Nel quadro della Presidenza Italiana del G20, l'ENEA ha partecipato ai Gruppi di Lavoro sulla Transizione Energetica (ETWG) e Sostenibilità del Clima (CSWG) nel quale sono affrontate le questioni urgenti della riduzione dei gas climalteranti e della transizione verso un sistema energetico sostenibile e resiliente, temi che in questa sessione del G20 sono legati ai piani di recupero dalla crisi pandemica e conseguente effetto di accelerazione sulla transizione.

Tra le altre attività a supporto del MAECI si è conclusa la selezione di un esperto in qualità di Addetto Scientifico presso l'Ambasciata di Italia Al Cairo in Egitto ed è stato assegnato ad un esperto ENEA in

organico RELIST per un periodo di due anni rinnovabili.

Sono stati assicurati i rapporti con le organizzazioni Internazionali OCSE, AIE, AIEA, con le Rappresentanze delle Ambasciate Italiane all'estero e con gli Enti che operano a livello Internazionale per la promozione di nuove tecnologie energetiche. In stretto coordinamento con la Rapp. Permanente Org. Internaz. presso l'OCSE sono stati organizzati una serie di webinar e workshop-online favorendo la presenza ENEA, in collaborazione con AIE, World Energy Council, nonché con la Nuclear Energy Agency (NEA), la National Nuclear Security Administration (NNSA) del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti. Nel corso del 2021 vi è stato il continuo supporto alle strutture tecniche nell'accesso alle opportunità di finanziamento attraverso azioni di lobby nella ricerca di partner e presso i servizi della Commissione. Infine, il Servizio ha promosso la partecipazione attiva ai tavoli di lavoro per accrescere le relazioni e potenziare le attività e collaborazioni per ENEA per posizionamento strategico in EU (RPUE, CE, Parlamento UE). I maggiori risultati: progetto meetMED II, UfM (REEE Platform), EnR, Batteries Europe, EFIG, SEI Forums ClimSA, EERA. Tender: EU Support to Sustainable Energy Connectivity in Central Asia (SECCA); EU Leading the Global Energy Transition; ENER. Call: Green Deal, M-ERA.NET 3; ZEVsust; Programma ERASMUS+; BEST (Coordination and Support Action per il Segretariato della ETIP Batteries Europe). Ricognizione e analisi di report e papers: regolamento batterie (contributo alla redazione di un expert comment sulla proposta di Regolamento Batterie per il PE); Dossier EU Taxonomy for sustainable finance (aggiornamento normativa o strategie UE, in particolare strategia per la protezione dei suoli; revisione della Direttiva EPBD; Piano di Azione Digitalizzazione Sistema Energetico; Strategia UE per l'Energia solare; revisione della Direttiva Air Quality), Dossier Horizon Europe, (iter legislativi, pianificazione strategica, in particolare partenariati e missioni, lancio dei Work Programme 2021-2022, quest'ultimo aspetto anche in relazione ad altri Programmi di supporto a R&I quali EURATOM e Life e redazione aggiornamenti in merito a revisione della Comunicazione IPCEI, agenda di cooperazione con il Mediterraneo). Iniziativa SAMIRA (iniziativa di posizionamento presso la DG ENER sul tema strategico della produzione di radioisotopi per usi medicali) promuovendo in maniera specifica i progetti di riferimento ENEA nella radiodiagnostica e produzione radioisotopi (progetto Sorgentina; TOP IMPLART); adesione alla European Alliance for industrial data, cloud and edge (piattaforma strategica UE sui dati e sulle tecnologie edge e cloud, centrali nelle policy UE per la Digital Europe); partecipazione alla ETIP Batteries Europe, curando in particolare il coordinamento del WG6 sulle applicazioni stazionarie.

Sono stati inoltre sottoscritti due Manifesti: APRE con firma del Manifesto 'Research and Innovation for the Future of Europe' per la promozione di R&I come tema di discussione della Conferenza per il Futuro dell'Europa e Commissione Europea con firma del "Manifesto for EU COVID-19 Research", in merito alla condivisione tra la comunità scientifica delle azioni intraprese per una rapida ed efficace risposta alla pandemia per massimizzare l'accessibilità dei risultati della ricerca nella lotta contro COVID-19.

Il Servizio STP, successivamente alla fase di analisi e mappatura dei processi lavorativi della Direzione ISV, ha provveduto a dare maggiore armonia e congruenza a tutti i documenti programmatici, supportando la Direzione nella redazione dei documenti strategici, tra i quali il PTA, il PP, il PCPTC, il Bilancio di Previsione e di Consuntivo e tutta la reportistica direzionale. Il Servizio ha fornito anche supporto tecnico scientifico all'ottimizzazione di varie procedure interne, incluso un contributo per la realizzazione del titolare del protocollo generale e la partecipazione all'analisi sulla sicurezza e classificazione della gestione dei documenti. Sono state svolte le numerose attività di interfaccia e supporto previste dai ruoli di Legal Entity Appointed Representative (LEAR) e Account Administrator per la CE, inclusa la reingegnerizzazione della banca dati "contratti UE". Sono stati determinati i costi orari diretti e indiretti, diversi a seconda degli strumenti di finanziamento, con la pubblicazione delle relative circolari ed è stato fornito supporto in fase di audit di progetto. Anche quest'anno, gli obiettivi previsti sono stati raggiunti grazie al massiccio uso di videoconferenze e strumenti di lavoro collaborativo e da remoto.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

I principali interlocutori sono quelli citati nelle collaborazioni e nella struttura dell'ENEA alla quale si fornisce supporto incluse le Istituzioni scientifiche e soggetti di altri Paesi, governativi e non, a livello

nazionale e internazionale. Gli interlocutori principali sono la PA centrale, Governo e Parlamento, le Università, le organizzazioni europee ed internazionali e altri soggetti terzi stakeholder (europei), in considerazione delle attività finalizzate principalmente alla formalizzazione di convenzioni, accordi di programma, protocolli di intesa fra le strutture dell'Agenzia nonché a favorire l'accesso e la partecipazione ai fondi di finanziamento europei e più ampiamente internazionali per attività di ricerca ed innovazione, oltre che alla stipula di accordi commerciali per azioni di trasferimento tecnologico o partnership pubblico-privato con referenti del settore privato. Infine la Direzione partecipa attivamente alle attività organizzate dall'Associazione NETVAL (Network per la valorizzazione della ricerca, che include tra i soci la maggior parte delle Università italiane e i principali Enti pubblici di ricerca) ed è membro di TAFTIE (Network europeo delle Agenzie per l'Innovazione) e del TTO Circle (che include tra i suoi membri i principali enti di ricerca pubblica a livello europeo), nonché di IGLO (Associazione no profit degli Uffici di Rappresentanza degli Enti di Ricerca basati a Bruxelles) e GIURI (Gruppo Informale degli Uffici di Rappresentanza degli Enti a Bruxelles).

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

La Direzione ISV gioca essenzialmente il ruolo di mediatore tra l'offerta tecnico-scientifica dell'Agenzia e le necessità del sistema industriale, con l'ambizione di voler rappresentare il "punto di ingresso" al mondo ENEA e alle sue potenzialità, nella continua ricerca di soluzioni innovative, competenze, risorse strumentali, prodotti e servizi adatte alle esigenze dei diversi interlocutori. Le ricadute economiche e tecnologiche sono dunque indirizzate verso l'intera Agenzia e derivano da un'azione sinergica di knowledge exchange con il mondo industriale al quale viene offerta l'opportunità di acquisire ed implementare i risultati sviluppati nell'ambito delle attività di ricerca svolte dall'Agenzia, anche attraverso specifici accordi per l'accesso ai suoi brevetti e al know how dei suoi ricercatori. La Direzione ISV assicura allo stesso tempo alle unità tecniche dell'Agenzia una tempestiva informazione sui possibili canali di finanziamento pubblico e privato a livello locale, nazionale ed internazionale, promuovendo la presentazione di proposte a bandi di finanziamento ad ogni livello, grazie alle relazioni attive con le potenziali controparti contrattuali quali Unione Europea, Organismi internazionali, PA centrale, Governo e Parlamento, Regioni ed enti locali.

Unità Relazioni e Comunicazione (REL)

Responsabile: Maria Cristina Corazza

FINALITÀ E STRATEGIE

L'Unità Relazioni e comunicazione (REL) è responsabile delle attività di comunicazione, informazione, promozione, relazioni esterne e ufficio stampa dell'ENEA. A tal fine cura l'ideazione, realizzazione e gestione di progetti e iniziative per far conoscere e valorizzare l'impegno dell'Agenzia nel trasferimento di tecnologie innovative, servizi avanzati e know how scientifico alle imprese, alle pubbliche amministrazioni centrali e sul territorio e ai cittadini, anche al fine di contribuire all'acquisizione di progetti e commesse esterne. L'Unità REL opera secondo le indicazioni degli Organi di Vertice e in costante raccordo con i Dipartimenti, le Direzioni e le Unità dell'Agenzia alle quali fornisce supporto nell'ideazione e realizzazione di iniziative di comunicazione interna ed esterna per rafforzare, promuovere e consolidare l'immagine, il ruolo e il posizionamento dell'Agenzia nei confronti degli stakeholder. REL assicura le pubblicazioni sul web, la diffusione dell'informazione fra il personale, gestisce la piattaforma e-learning e iniziative di formazione e informazione anche in modo specifico per il mondo della scuola. Cura l'ideazione, la progettazione e realizzazione di campagne di comunicazione, eventi ed iniziative di promozione quali fiere, manifestazioni, festival, siti web (oltre al portale istituzionale anche siti di progetto e dei Dipartimenti), loghi, brochure, video promozionali, oltre alla redazione, stampa e promozione della rivista scientifica ENEA Energia Ambiente e Innovazione e della newsletter in italiano e in inglese, ENEAinform@. Cura altresì la realizzazione della rassegna stampa, il monitoraggio e la diffusione mirata delle notizie delle agenzie di stampa e la presenza costante sui principali social network, quali Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram, YouTube e, di recente anche Telegram.

In particolare, nel 2021 è stata rafforzata l'attività di produzione di video e materiale girato da mettere a disposizione delle tv, nonostante le difficoltà nell'organizzare e realizzare riprese dirette in periodo di pandemia.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

Obiettivo triennale REL.OS.01 - Rafforzare il posizionamento dell'ENEA nel contesto nazionale e internazionale come soggetto di eccellenza tecnico-scientifica e partner strategico per supportare le imprese e le loro associazioni verso la crescita e la competitività, attraverso l'offerta di servizi e tecnologie innovative, strumenti, progetti, prodotti, infrastrutture, professionalità dedicate e iniziative "su misura"

Nell'ambito dell'unico obiettivo Specifico dell'Unità, con riferimento all'indicatore *Lanci agenzia e articoli su carta stampata e web*, nel corso del 2021 il Servizio Ufficio stampa e rapporti con i media (REL-MEDIA) ha prodotto 303 tra comunicati stampa e news, 45 edizioni del settimanale ENEAinform@ (23 in italiano e 22 in inglese), oltre a innumerevoli video e foto veicolate direttamente ai media e sui social. Le pagine ENEA gestite da REL-MEDIA su Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn, YouTube e Telegram sono presidiate quotidianamente con la pubblicazione di contenuti e l'interazione con i lettori. Quest'attività ha contribuito a generare oltre 25mila articoli tra carta stampa, web e lanci di agenzia (+13% rispetto al 2020) e oltre 450 servizi audiovisivi tra tv, radio e web (-5%), su quest'ultimo dato ha pesato una contrazione dovuta a palinsesti e servizi radio e tv che hanno continuato ad essere monopolizzati dall'emergenza Covid. Sui social aumenti consistenti dei nostri follower in particolare su Instagram (+45%), LinkedIn (+31%), Facebook (+19%), YouTube (+16%) e Twitter (+10%). Tra i risultati principali, la nostra presenza è aumentata del 50% sul TG5, secondo telegiornale nazionale in termini di telespettatori, e cresciuta di circa il 70% sui due notiziari tecnico-scientifici della RAI (Tg3 Leonardo e TG3 Pixel). Per quanto riguarda i quotidiani, da segnalare l'aumento delle evidenze su Sole 24 Ore (405 articoli, +46%), Repubblica (480 articoli, +21%) e Corriere della Sera (154 articoli, +21%).

Con riferimento all'indicatore *Numero di progetti di ricerca nazionali e internazionali per i quali è prevista attività di disseminazione*, nel corso del 2021 il Servizio REL-PROM ha curato l'ideazione, progettazione e la valorizzazione di attività, servizi e iniziative di oltre 20 progetti di ricerca formalmente rendicontati, per i quali è stata progettata l'identità visiva, con la progettazione di loghi e grafiche coordinate (per 15 progetti), siti web (per 12 progetti), newsletter (per 3 progetti), poster o roll-up (per 11 progetti), allestimenti fieristici (per 3 progetti), video promozionali (per 8 progetti), e brochure (per 20 progetti), si citano a titolo di esempio i progetti INSURE, VADUS, PULVIRUS, RISEUP, SOLARGRID, WASTE2H2, HADES, VIPERLAB, BIOTRACK, ACTEA, 3DHsolution, Remedia, Techea, Reactt, Provide etc.). Per il Dipartimento TERIN è stato sviluppato nel 2021 un piano di comunicazione per il progetto Hydrogen Demo Valley Casaccia che offrisse un ventaglio di soluzioni, coordinate tra loro, pronte per l'impiego nelle diverse occasioni di comunicazione (presentazioni, slide, animazioni, video, ecc.); un progetto grafico modulare e un format in un certo senso "ingegnerizzato" che a partire dai video consentisse anche la trasposizione animata delle slide e la creazione di infografiche animate che potessero comunicare al meglio il progetto. Tali strumenti consentiranno di accrescere la visibilità del progetto ed in generale delle competenze ENEA nel settore dell'idrogeno, nonché di favorire le conseguenti azioni di comunicazione e diffusione a livello nazionale ed europeo.

Per quanto riguarda gli Eventi, nel corso del 2021 il *Servizio Informazione ed eventi* (REL-EVENTI) ha organizzato oltre 100 eventi, fra convegni a carattere istituzionale, workshop tecnici, kick off meeting, seminari divulgativi e formativi, ed ha coordinato, laddove richiesto, la partecipazione di colleghi ENEA ad eventi esterni. Persistendo l'emergenza sanitaria, e alla luce dei profondi cambiamenti intervenuti nelle modalità di svolgimento e di fruizione degli eventi, il Servizio REL-EVENTI, nel 2021, si è dotato di una piattaforma che consente, grazie al metodo di broadcasting, di rendere fruibili le dirette web streaming sul canale YouTube ENEA Eventi. Il canale è unicamente dedicato agli eventi organizzati dall'Agenzia e rappresenta un'evoluzione importante nei nostri sistemi di comunicazione digitale. Nel 2021 sono stati concessi circa 70 patrocini; REL-EVENTI ha contribuito alla loro promozione attraverso la relativa sezione del sito ENEA, e ne ha coordinato l'intero iter amministrativo. Il numero dei patrocini richiesti, sempre a causa della pandemia, ha subito anche quest'anno una certa riduzione. Ecco qui di seguito alcuni numeri significativi. n.10149 registrati ai nostri eventi;

- n. 33 webinar dal vivo su piattaforma Streamyard (dall'8 marzo 2021 al 23 dicembre 2021);
- n. 7 video registrati e caricati per fruizione in differita;
- n. 936 iscritti al canale YouTube ENEA Eventi (in data 8 marzo, il numero degli iscritti era pari a 26);
- n. 24.799 visualizzazioni complessive post-evento dei video dei nostri eventi sul canale ENEA Eventi di YouTube.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

Media, comunicatori, Istituzioni, organizzazioni e organismi nazionali e internazionali, associazioni, imprese, pubbliche amministrazioni, enti locali, istituti scolastici e professionali, Università, cittadini. In particolare nell'anno di riferimento è stata avviata una collaborazione con il Parlamento Europeo, Ufficio di Roma, per attività con i media e iniziative nel campo della scuola; attività di networking con la Commissione per la pubblicazione di articoli di Commissari ed altri esponenti istituzionali sulla rivista scientifica ENEA.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le attività prioritarie dell'Unità sono rappresentate dalla diffusione di informazioni/notizie sulle attività dell'ENEA e dalla promozione/valorizzazione dell'Agenzia, per rafforzarne il posizionamento, la notorietà, l'immagine e favorire l'incontro tra l'offerta (ricerca e tecnologie ENEA) e la domanda (stakeholder, portatori di interesse, potenziali committenti). Da segnalare un ulteriore incremento delle richieste dei dipartimenti/direzioni/uffici dell'ENEA di servizi/supporto/collaborazione dell'Unità e della collaborazione

diretta con laboratori, ricercatori e tecnologi per iniziative, progetti, realizzazione di siti, la partecipazione a manifestazioni e premi (p.es il Premio Aspen).

Nel corso del 2021 sono proseguite le attività per posizionare l'Agenzia come soggetto protagonista del settore economico e partner strategico per le imprese che guardano alla crescita e alla competitività attraverso l'innovazione. La rivista Energia, Ambiente e Innovazione è stata utilizzata in tal senso come strumento per ampliare il network di interlocutori istituzionali e non, a livello nazionale e all'estero; inoltre sono state trattate tematiche di diretto interesse delle imprese, dove ENEA ha numerosi progetti in corso o la prospettiva di acquisirne altri quali lo spazio (in occasione della prima giornata nazionale dello spazio) e l'idrogeno. Per quest'ultima tematica è stato realizzato un numero in inglese, *Planet Hydrogen*, coinvolgendo esponenti della ricerca, delle istituzioni, di organismi nazionali e internazionali, player industriali, associazioni e rappresentanti di Paesi leader nel settore.

Sempre nel 2021, sono stati rafforzati i rapporti con i diversi soggetti nazionali e internazionali e con gli stakeholder di riferimento (amministrazioni centrali e locali, imprese, istituzioni private, mondo scientifico, istituti scolastici, cittadini) nei settori tecnologici e scientifici di interesse dell'Agenzia.

Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV)

Responsabile: Diana Anna Maria Savelli (fino al 31 dicembre 2021)

FINALITÀ E STRATEGIE

L'Unità Studi, Analisi e Valutazioni (STAV) elabora studi, analisi e valutazioni sui temi dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile in collaborazione con i Dipartimenti e le Unità tecniche ENEA, nonché con Istituzioni nazionali e internazionali, altri Enti di Ricerca, Università e settore industriale. L'Unità elabora in particolare:

- analisi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulla sua transizione verso un sistema low-carbon;
- studi e valutazioni sulle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale.

Inoltre, all'interno dell'Agenzia, l'Unità cura la predisposizione dei documenti programmatici, in attuazione delle linee strategiche definite dal Vertice e in collaborazione con i Dipartimenti, le Unità Tecniche e le Direzioni Centrali, e assicura gli adempimenti connessi all'attuazione della disciplina sulla Performance. Svolge, inoltre, il ruolo di Segreteria Tecnica del Consiglio Tecnico Scientifico ENEA, garantendo l'istruttoria della documentazione, l'organizzazione e l'assistenza alle riunioni.

PRINCIPALI RISULTATI RAGGIUNTI NELL'ANNO 2021, CON RIFERIMENTO AGLI OBIETTIVI INDICATI NEL PIANO DELLA PERFORMANCE 2021-2023

L'Obiettivo Specifico dell'Unità - **Accrescere la qualità e valorizzare i risultati delle analisi e valutazioni sul sistema energetico nazionale e sulla sua transizione verso un sistema low-carbon; mettere a punto un progetto per lo studio e la valutazione delle tecnologie energetiche e ambientali, con particolare attenzione alle ricadute sull'economia e sull'occupazione; supportare il Vertice ENEA nella predisposizione dei Documenti programmatici e nella gestione del ciclo della Performance, puntando sul miglioramento della qualità dei prodotti** - discende direttamente dal ruolo assegnatole all'interno dell'Agenzia.

Le principali linee di attività di STAV riguardano:

- l'analisi del sistema energetico nazionale e della sua transizione verso un sistema low-carbon
- la messa a punto di studi e valutazioni delle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale
- il coordinamento – a supporto del Vertice ENEA - della predisposizione dei Documenti programmatici e della gestione del ciclo della Performance
- la conduzione di attività di ricerca nell'ambito di programmi europei e di progetti ideati dall'Unità.

Analisi del sistema energetico nazionale

Nell'ambito dell'Unità è stato istituito uno specifico Servizio dedicato a tale attività (STAV-SISTEN).

L'obiettivo del Servizio è produrre analisi rigorose e trasparenti sull'evoluzione del sistema energetico e sulla sua transizione verso un sistema low-carbon, tali da essere utili alla diffusione della conoscenza del sistema, al dibattito pubblico e ai decisori, consolidando il ruolo dell'ENEA in questo campo.

I target fissati per il 2021 sono stati tutti raggiunti e, in alcuni casi, superati; in particolare, sono state avviati ulteriori filoni di attività, oltre a quelli consolidati previsti nel Piano 2021-2023.

Analisi trimestrale e altre pubblicazioni collegate

Le analisi sul sistema energetico nazionale hanno come prodotto principale la pubblicazione dell'*Analisi trimestrale del sistema energetico italiano*, che descrive – con cadenza trimestrale - l'andamento delle principali variabili del sistema e cerca di valutare come il sistema energetico italiano sta affrontando la

transizione rispetto ai tre obiettivi della decarbonizzazione, della sicurezza energetica e della sua capacità di garantire energia a prezzi competitivi e di supportare la competitività dell'economia. Accanto all'Analisi trimestrale, e sulle stesse tematiche, il Servizio si prefigge l'obiettivo di un numero minimo di pubblicazioni sulle principali riviste del settore (scientifiche e non).

Nel 2021 tutti e quattro i numeri dell'*Analisi trimestrale del sistema energetico italiano* sono stati pubblicati nei tempi ipotizzati - cioè entro 90 giorni dalla fine del trimestre di analisi - e sono stati apprezzati all'interno e all'esterno dell'Agenzia, come dimostrano sia il numero di articoli pubblicati sulla stampa specialistica e non che ne hanno ripreso i contenuti sia le richieste di contributi da parte di riviste del settore e in generale dei mass media.

In termini di altre pubblicazioni, sei delle dieci prodotte dal Servizio nel 2021 (rispetto alle cinque previste in fase di programmazione) sono riconducibili a questa attività: due articoli su rivista (*Energia e Nuova Energia*), due contributi a lavori collettivi (*Rapporto annuale dell'Aspen Institute sul sistema energetico italiano* e *Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica 2021 dell'ENEA*) e una relazione invitata al convegno AIEE "Il settore energetico nel 2020 e le prospettive per il 2021" (26 marzo 2021).

Riguardo allo sviluppo di nuove tematiche, si è consolidata l'attività di analisi periodica dell'evoluzione dei brevetti, delle spese in R&S e della dinamica del commercio estero nelle tecnologie energetiche low-carbon (vedi Focus pubblicato sull'Analisi trimestrale n. 2/2021).

Con l'obiettivo di consolidare e rendere trasparenti e accessibili i dati raccolti e le elaborazioni effettuate nella produzione dell'Analisi trimestrale (a partire da tutti i dati utilizzati per l'elaborazione dell'indice composito ISPRED), è iniziato nel 2021 - a seguito della formalizzazione e dell'avvio di un Accordo di collaborazione con l'Energy Security Transition Lab del Politecnico di Torino - lo sviluppo di una piattaforma informatica che organizza i dati in un database relazionale rendendolo fruibile in modo informatizzato, così che possa divenire un riferimento per la conoscenza del sistema energetico nazionale (prototipo previsto nella prima metà del 2022).

Simulazione del sistema energetico e valutazione delle prospettive delle tecnologie di mitigazione delle emissioni

Nel corso del 2021 il Servizio ha incrementato le attività di analisi basate su modelli finalizzate alla simulazione del sistema energetico e alla valutazione delle prospettive delle tecnologie di mitigazione delle emissioni. Tali attività sono state condotte sia nell'ambito del programma Socio-economic Studies di EUROfusion (i cui risultati sono riportati nel seguito, nel paragrafo dedicato alle "Attività di ricerca nell'ambito di progetti e programmi") sia con iniziative autonome.

In collaborazione con il gruppo MAHTEP (Modeling of Advanced Heat Transfer and Energy Problems, prof.ssa Laura Savoldi) del Politecnico di Torino, con il quale è stato stipulato uno specifico Accordo attuativo, il Servizio SISTEN ha intrapreso lo sviluppo di valutazioni - basate su un modello TIMES del sistema energetico italiano - su potenziale e costi delle diverse opzioni di decarbonizzazione; i primi risultati di questo lavoro, che descrivono due scenari energetici italiani al 2050, sono stati pubblicati nel già citato Rapporto annuale dell'Aspen Institute sul sistema energetico italiano. Sempre in collaborazione con il Politecnico di Torino nel 2021, e insieme ai colleghi del Dipartimento TERIN, il servizio SISTEN ha iniziato a partecipare al Task 41 della IEA sull'idrogeno, cui si prevede di contribuire con il modello TIMES-Italia.

Nell'ambito dell'attività di ricerca su metodologie di analisi e simulazione del sistema energetico e di valutazione delle prospettive delle tecnologie di mitigazione delle emissioni, sono stati pubblicati nel 2021 quattro articoli su riviste internazionali peer-reviewed (*Renewable and Sustainable Energy Reviews*; *Frontiers in Energy Research*, *Energies*).

Valutazione delle tecnologie energetico e ambientali

Un altro compito assegnato all'Unità riguarda la messa a punto di una metodologia di valutazione delle tecnologie applicate e in via di sviluppo negli ambiti energetico e ambientale, che tenga conto non solo degli aspetti tecnologici ma anche di quelli ambientali, economici e sociali, oltre che di studi su aspetti

specifici collegati alle tecnologie. Nell'ambito di STAV è stato istituito uno specifico Servizio dedicato a tale attività (STAV-VALTEC).

La metodologia sulla quale il Servizio ha lavorato è particolarmente complessa in quanto intende tenere conto della necessità, da parte di chi opera le scelte, di affiancare alle valutazioni di tipo tecnico il coinvolgimento di cittadini, stakeholder e politici nei processi decisionali. La presenza di più prospettive e differenti priorità comporta che, invece di indicare la "migliore" tecnologia, si punti a presentare in modo coerente tutte le implicazioni legate alle possibili scelte tecnologiche, per favorire la responsabilizzazione e legittimità del processo decisionale.

Nel corso del 2021 le attività hanno subito un rallentamento a seguito del pensionamento del Responsabile del Servizio, avvenuta il primo marzo 2021, che ha influenzato il raggiungimento dei target fissati in fase di programmazione.

Il Servizio ha terminato uno studio approfondito sulle esperienze fatte e sui differenti percorsi intrapresi da Paesi e istituzioni che hanno già affrontato il tema del Technology Assessment ai fini delle decisioni di policy nonché degli sviluppi in corso nel campo. L'approfondimento dello stato dell'arte e la produzione di un documento di analisi si è di fatto rivelato uno step essenziale per l'individuazione della metodologia.

Si è inoltre perfezionata una ipotesi di griglia di dati e informazioni da raccogliere con l'obiettivo di costruire un sistema informativo completo che presenti in modo efficace e trasparente anche tutte le implicazioni sociali, ambientali ed economiche dei progetti tecnologici ed evidenzi le possibili conseguenze di ogni opzione al fine di evitare, o limitare, costi sociali e ambientali.

I due rapporti previsti su tali temi, di cui si era ipotizzata la pubblicazione entro la fine del 2021, sono in fase di stesura finale.

Nel corso dell'anno è stato condotto un solo studio (rispetto ai tre previsti) su aspetti specifici collegati alle tecnologie. Lo studio si è proposto di stabilire il grado di sostenibilità in termini di economia circolare raggiunto dal settore della produzione di energia elettrica a livello nazionale, analizzando gli ultimi bilanci annuali di sostenibilità pubblicati dai 10 maggiori produttori di energia in Italia, secondo la classifica stilata da ARERA nella sua relazione annuale sullo Stato dei Servizi 2019. L'analisi è stata effettuata a partire dai bilanci di sostenibilità o dai bilanci consolidati delle singole società/gruppi, e ha preso in considerazione 56 indicatori diversi, per giungere alla individuazione di un Indice Complessivo di Sostenibilità che descriva il livello reciproco di sostenibilità raggiunto dai produttori del settore elettrico italiano. Pur trattandosi di un approccio che richiede approfondimenti e affinamenti, esso ha consentito di evidenziare punti di forza e di debolezza dei sistemi di rendicontazione aziendale sulla sostenibilità, e ha fornito preziose indicazioni sui livelli raggiunti e raggiungibili in vista dell'obiettivo del 2050. Anche in questo caso, il rapporto è in fase di stesura finale.

Documenti programmatici e ciclo della Performance

STAV assicura supporto al Vertice ENEA nell'azione di indirizzo e coordinamento delle attività che riguardano la predisposizione dei Documenti programmatici e la gestione del ciclo della Performance.

Su queste attività sono stati impegnati anche nel 2021 la Responsabile STAV nonché il Servizio STAV-DOCPRO, istituito a tale scopo, che hanno operato puntando al continuo miglioramento della qualità dei prodotti sulla base di un approfondimento continuo delle norme (in autonomia e/o nell'ambito di Laboratori del Dipartimento della Funzione Pubblica o all'interno di Comitati e Gruppi di lavoro con altri Enti di Ricerca, che consentono un proficuo scambio di idee ed esperienze) e una costante ottimizzazione dei meccanismi di condivisione e collaborazione con le altre Strutture ENEA.

Nel corso del 2021 sono state portate a termine tutte le attività previste e predisposti i seguenti documenti:

1. Piano della Performance 2021-2023 (PP)
2. Piano degli indicatori e dei risultati attesi di Bilancio (Allegato 5 al Conto consuntivo per l'esercizio finanziario 2020)
3. Relazione sulla performance 2020
4. Programmi di attività e principali obiettivi della struttura tecnico-scientifica (Allegato 4 al Bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2022)

5. Prima bozza Piano Triennale di Attività 2022-2024.

Per tutti i documenti sopra elencati STAV ha assicurato: la definizione dell'impostazione (sulla base delle norme e delle indicazioni dei soggetti e degli Organi preposti – MiSE, ANVUR, CTS, DFP, OIV ecc.), dell'indice, del piano di lavoro e del format di raccolta dei contributi; supporto alle Strutture ENEA mediante la fornitura della documentazione di partenza e di indicazioni operative, nonché di chiarimenti e suggerimenti; il coordinamento della raccolta dei contributi e la loro revisione; la stesura di contenuti di carattere generale; l'elaborazione di una proposta da sottoporre al Vertice ENEA; supporto (quando richiesto) nell'illustrazione dei documenti al CTS e all'OIV.

A seguito dei mutamenti che hanno riguardato l'Agenzia tra la fine del 2020 e la fine del 2021, e che ne hanno in parte condizionato le attività, non è stato possibile rispettare le date di consegna di tali documenti da parte di STAV e le date di approvazione degli stessi da parte del Consiglio di Amministrazione.

Il ritardo nella nomina del nuovo CdA ENEA nel 2020 ha comportato un differimento (dal 31 ottobre al 16 dicembre 2020) nell'approvazione del Piano Triennale di Attività 2021-2023 (PTA) che ha determinato lo slittamento temporale del Piano della performance dello stesso triennio, in quanto è stato necessario attendere la scadenza dei termini previsti dalle norme (60 giorni dalla trasmissione al Ministero vigilante) per poter considerare definitivo il PTA e per procedere con la "chiusura" del PP.

Il ritardo accumulato sul Piano Triennale di Attività 2021-2023 e sul Bilancio di previsione 2021 ha influenzato anche la data di approvazione del Conto consuntivo 2020 e la trasmissione dei dati in esso contenuti, necessari per completare - e consegnare al Vertice - la Relazione sulla performance 2020.

I profondi cambiamenti che hanno caratterizzato il 2021 – e cioè il passaggio della vigilanza ENEA dal Ministero dello Sviluppo Economico al Ministero della Transizione Ecologica (art. 2, comma 6, del D.L. 1° marzo 2021, n. 22, convertito, con modificazioni, in Legge 22 aprile 2021, n. 55) e la nomina di un nuovo Presidente a seguito delle dimissioni del precedente (Decreto del Ministro della Transizione Ecologica del 27 luglio 2021) – nonché il protrarsi dell'attesa dell'Atto di indirizzo del Ministero vigilante e degli esiti del processo di definizione dei Programmi di ricerca collegati al PNRR non hanno consentito di completare la definizione del Piano Triennale di Attività 2022-2024, anche se una sua bozza è stata sottoposta al Consiglio Tecnico Scientifico ENEA ricevendone l'apprezzamento nella riunione del 26 gennaio 2022.

Nel corso del 2021, con la costituzione di un GdL istituito ad hoc (Disposizione n. 344/2021/PRES del 16-09-2021) si è dato avvio alla revisione del Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance (SMVP). L'attività del GdL (all'interno del quale STAV ricopre il ruolo di Segreteria Tecnica) si è rivelata particolarmente impegnativa, data l'introduzione nel Sistema della valutazione della performance organizzativa di tutte le Strutture ENEA, nonché della valutazione della performance individuale di tutti i dipendenti, che ha anche comportato scambi ricorrenti con le Organizzazioni sindacali.

Sempre nell'ambito delle attività relative alla performance, STAV e STAV-DOCPRO hanno continuato a rappresentare l'ENEA nell'ambito dei Tavoli Tecnici sulla Valutazione istituiti dalla Conferenza dei Presidenti degli Enti di Ricerca e dall'ANVUR.

Il Servizio STAV-DOCPRO ha inoltre continuato a curare nel corso del 2021 la predisposizione di: fogli informativi quotidiani su eventi e pubblicazioni sulle tematiche di interesse dell'Unità, diffusi all'interno a supporto di tutte le attività e gli studi condotti in STAV; inserti predisposti per il quindicinale ENEAInform@ (curato dall'Unità REL) con la segnalazione di eventi di rilievo sulle tematiche ENEA; rapporti trimestrali che raccolgono informazioni su attività, progetti, risultati e accordi ENEA, utili nella stesura dei documenti programmatici.

Attività di ricerca nell'ambito di progetti e programmi

Il personale di STAV è inoltre impegnato in attività di ricerca nell'ambito di progetti europei o di Programmi ideati all'interno dell'Unità.

Progetto Smart Working x Smart Cities

Il Progetto Smart Working x Smart Cities è stato ideato all'interno dell'Unità con l'obiettivo di mettere a punto una metodologia per la valutazione del contributo che il ricorso strutturato a modalità flessibili di

organizzazione del lavoro può fornire alla sostenibilità urbana. Attraverso una indagine nazionale su telelavoro e lavoro agile nella PA, realizzata nel 2019, alla quale hanno aderito 29 Amministrazioni pubbliche distribuite su tutto il territorio nazionale, è stata effettuata una importante raccolta di dati e informazioni. Alle Amministrazioni coinvolte l'ENEA ha consegnato un Report in cui è stata quantificata l'entità del contributo fornito alle politiche pubbliche di riduzione delle emissioni inquinanti e dei consumi energetici attraverso le proprie scelte organizzative del lavoro, che ha costituito l'output preliminare dell'indagine. L'analisi dei dati complessivi raccolti – che ha portato nel 2020 alla pubblicazione della monografia “Il tempo dello Smart Working. La PA tra conciliazione, valorizzazione del lavoro e dell'ambiente” - ha messo in evidenza la portata “trasformativa” e le potenzialità di questa nuova organizzazione del lavoro che consente di migliorare la qualità del lavoro, conciliare lavoro-famiglia, valorizzare le persone e agire per la sostenibilità ambientale urbana. Interesse verso i risultati dell'indagine e verso la metodologia sviluppata è stato manifestato da molti interlocutori, tra cui la Funzione Pubblica, che ha coinvolto l'ENEA all'interno dell'Osservatorio Nazionale del Lavoro Agile nelle Amministrazioni Pubbliche ipotizzando un contributo – da parte dell'Agenzia – in termini di valutazione delle ricadute sull'ambiente e sulla sostenibilità urbana. Le attività condotte nel 2021 nell'ambito del progetto sono consistite innanzitutto nella disseminazione dei risultati ottenuti attraverso una serie di pubblicazioni e la partecipazione a seminari e webinar: in particolare, sono state realizzate le due pubblicazioni ipotizzate in fase di programmazione, anche se i tempi di pubblicazione sono risultati più lunghi del previsto e, come presunto, sono stati due i convegni in cui sono stati presentati i risultati del Progetto. Era inoltre prevista la predisposizione di uno studio di fattibilità dello sviluppo di una metodologia di stima degli aspetti energetici della logistica dello smart working; lo studio di fattibilità è stato effettuato accelerando i tempi rispetto a quanto preventivato, stante l'interesse manifestato della Banca d'Italia, ed è stato integrato nell'allegato tecnico dell'Accordo di collaborazione sottoscritto dalla stessa Banca. L'ultima attività prevista nel 2021, cioè la predisposizione di un vademecum da mettere a disposizione di amministrazioni pubbliche e organizzazioni private per facilitare la stima degli impatti ambientali che ciascuna può evitare attraverso l'introduzione di flessibilità nell'organizzazione del lavoro - con particolare riferimento alla riduzione del numero degli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti – è stata interrotta a seguito delle modifiche normative intervenute (DM 12 maggio 2021) che hanno affidato ai mobility manager lo studio e la gestione dello smart working all'interno delle organizzazioni pubbliche e private. Per questo motivo non si è ritenuto opportuno proseguire autonomamente con la redazione del vademecum, ma si è preso contatto con la rete dei mobility manager a cui si è data disponibilità a fornire quanto già predisposto (l'elenco delle informazioni che le amministrazioni devono raccogliere e la struttura di un programma per il calcolo delle emissioni).

Progetto Socio-Economic Studies del programma EUROfusion

È continuata nel 2021 la collaborazione al Progetto Socio-Economic Studies (SES) del programma EUROfusion (programma europeo nell'ambito del Consorzio Eurofusion di Euratom di cui è leader, all'interno dell'ENEA, il Dipartimento FSN), nell'ambito del quale il Servizio STAV-SISTEN è stato responsabile del task Energy scenarios 2021. L'attività condotta da SISTEN consiste nell'elaborazione di scenari globali di lungo periodo mediante l'utilizzo di un modello del sistema energetico mondiale basato sul generatore di modelli TIMES, per analizzare il possibile ruolo delle diverse tecnologie energetiche (tra cui la fusione) nella transizione a un sistema energetico low-carbon. I deliverable 2021 di responsabilità diretta di SISTEN, così come anche i previsti contributi ad altri deliverable, sono stati regolarmente consegnati entro le scadenze previste. L'attività prevede inoltre una collaborazione con il JRC della Commissione Europea, finalizzata a combinare gli scenari energetici prodotti dal progetto SES con una più raffinata analisi del sistema elettrico europeo in una prospettiva di elevata penetrazione di fonti intermittenti. In tale ambito, è in via di finalizzazione un JRC Science for policy Report.

Clean Energy Education & Empowerment Technology Cooperation Program (C3E TCP)

Il Clean Energy Education & Empowerment Technology Cooperation Program (C3E TCP) dell'IEA è finalizzato all'analisi dei dati sulle carriere delle donne nel settore della clean energy per individuare e superare i gap di genere e promuovere azioni correttive. La Rappresentanza italiana (del cui comitato

esecutivo fa parte – per nomina del MiSE - la Dr.ssa Giuffrida di STAV) è Leader della task sulla raccolta e analisi dei dati per la formulazione di indicatori volti a individuare eventuali barriere. Il piano di lavoro, che si articola su più anni, prevede l'individuazione di azioni, modelli di analisi, banche dati e indicatori per migliorare e aggiornare il quadro conoscitivo sulla gender-diversity. Nel corso del 2021, per rispondere al ruolo di Leader dell'Italia del Worstream 1 sui dati, sono state svolte in STAV (dalla Dr.ssa Giuffrida affiancata dalla collega Dr.ssa Palma) attività di indirizzo e coordinamento in relazione a: stesura programma di lavoro C32-TCP 2020-2021, predisposizione di uno schema concettuale di riferimento per qualificare gli indicatori di genere; colloqui bilaterali con l'AIE e i Paesi Membri sugli aspetti metodologici; stesura di un questionario per il rilevamento di informazioni qualitative; resoconti e supporto al MiTE per la compilazione del questionario; partecipazione alle riunioni Exco: presentazione delle attività del Worstream 1 al Workshop congiunto End-users TCP e C3E TCP; partecipazione allo "Strategic C3E group" rivolto a prorogare le attività del C3E/TCP di ulteriori 5 anni. Le attività condotte all'interno di STAV si sono interrotte a settembre 2021, a seguito della messa in quiescenza della Dr.ssa Giuffrida.

Standing Group on Long-Term Co-operation (IEA SLT)

Il responsabile di STAV-SISTEN è delegato italiano presso lo Standing Group on Long-Term Co-operation (SLT) dell'Agenzia Internazionale dell'Energia, il cui scopo è incoraggiare la cooperazione tra i paesi membri dell'AIE in materia di sicurezza energetica, efficienza energetica e sostenibilità ambientale.

Segreteria del Consiglio Tecnico Scientifico

STAV ha svolto anche nel corso del 2021 il ruolo di Segreteria Tecnica del Consiglio Tecnico Scientifico ENEA; su tali attività sono impegnati un dipendente STAV-DOCPRO e uno della Direzione STAV. Sono stati 9 gli incontri del Consiglio nel corso dell'anno; STAV ha curato l'istruttoria della documentazione presa in esame, l'organizzazione e l'assistenza alle riunioni, la redazione dei Verbali e di altre Note.

PRINCIPALI INTERLOCUTORI (NAZIONALI E INTERNAZIONALI) COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ

L'Unità STAV conduce le sue attività in collaborazione con i Dipartimenti e le Unità tecniche ENEA, nonché con Istituzioni nazionali e internazionali, altri Enti di Ricerca, Università e operatori del settore industriale. I risultati degli studi prodotti dall'Unità sono d'interesse per un ampio spettro di operatori del settore che va dai decisori politici (PA centrale e locale, Istituzioni nazionali e internazionali) al mondo della ricerca (Università, Enti nazionali e internazionali, singoli ricercatori) e, in misura minore, al mondo industriale.

I documenti programmatici ENEA, per la cui predisposizione l'Unità svolge un'azione di coordinamento, a supporto degli Organi di Vertice dell'Agenzia, sono indirizzati non solo alle Istituzioni di riferimento (Ministero dello Sviluppo economico, Dipartimento della Funzione Pubblica), ma anche all'intera società civile, fino ai singoli cittadini, avendo essi l'obiettivo di delineare meglio e potenziare l'immagine dell'ENEA all'interno del panorama nazionale degli enti di ricerca.

RICADUTE ECONOMICHE E TECNOLOGICHE SUL SISTEMA INDUSTRIALE

Le ricadute economiche e tecnologiche delle attività di STAV sul sistema industriale sono limitate e di difficile quantificazione. Come già detto, i risultati degli studi prodotti dall'Unità sono d'interesse soprattutto per i decisori politici (PA centrale e locale, Istituzioni nazionali e internazionali), per il mondo della ricerca e per la più generale comunità di stakeholder facenti parte o interessati al funzionamento del sistema energetico.

Tabella 1. Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza (FSN)

1.1 Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) (1)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti con modifiche
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,82	1,78	- 1,04	Il valore è in decremento per il combinato disposto di due effetti: a) il primo relativo al decremento del costo del personale legato da una parte alla diversa programmazione delle assunzioni conseguite e dall'altra alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali che ha generato un minor costo rispetto alla previsione; b) il secondo relativo all'incremento delle entrate attribuito prevalentemente all'erogazione dell'anticipo sul nuovo programma EuroFusion 2021-2025 di circa 5.300 migliaia di euro non inserito in sede di previsione e alla realizzazione di nuovi progetti tra i quali l'assegnazione a fine anno del Progetto Pascal di circa 700 mila euro.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	46.411.303	40.630.207	- 5.781.096	La riduzione è conseguente alle minori spese di personale come sopra esplicitato e al rinvio di alcuni progetti all'esercizio 2022, nonostante la ripresa delle attività a seguito dell'emergenza sanitaria che ha colpito il Paese negli ultimi anni. Tra i principali si menzionano: EUROfusion (0,4 M€), i progetti della RER (1,5 M€) e i progetti finanziati dal MITE per INMRI (1,8 M€)
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,18	0,57	- 0,61	Il valore dello scostamento consegue al rapporto tra le minori spese sostenute per il rinvio di alcuni progetti quali INMRI finanziati dal MITE e dei progetti RER e le maggiori entrate conseguite per tra cui l'incasso dell'anticipo sul Progetto EuroFusion e Pascal.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,40	0,29	- 0,11	La parte prevalente delle spese in conto capitale previste erano attribuite ai progetti INMRI finanziati dal MITE slittati all'esercizio successivo.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	4.742.597	861.884	- 3.880.713	Su tale parametro ha influito sì il ritardo dell'accertamento del progetto Eurofusion per l'annualità 2021 data la firma del GA in data 07/12/2021 di cui l'accertamento è stato effettuato a gennaio 2022 per un importo pari a 3.398 k€, sia il ritardo nell'accertamento del progetto ATHEA finanziato da Ansaldo per circa 700 k€.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,52	0,59	0,07	L'incremento è attribuito alle maggiori entrate sui programmi internazionali tra i quali il progetto NATO, il progetto Vertigo oltre che al già citato incasso sull'anticipo EuroFusion 2021-2025
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	87.450	52.092	- 35.358	Il ritardo nell'accertamento del progetto ATHEA ha causato un abbassamento a consuntivo nel 2021 di circa 24 k€ di Conto Terzi. Analogamente è slittato a gennaio 2022 un ulteriore contratto denominato Transmutex il cui valore di conto terzi è pari a circa 11 k€
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,03 ^(a)	0,03	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,29	- 0,04	

(1) Non comprende le attività del Progetto DTT ed i Fondi di rotazione ex legge 183/87

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

1.1 Programma: Fusione, tecnologie per la sicurezza nucleare (FSN) (1) (2)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,35	0,50	0,15	Le entrate relative al progetto DTT in sede di previsione sono state commisurate alle spese previste per la realizzazione dell'impianto. Le attività dell'anno hanno risentito del particolare momento di emergenza sanitaria che ha colpito il Paese oltre che della non piena operatività della DTT scarl, pertanto a causa dei ritardi nelle procedure di gara non si è reso necessario rilevare l'entrata del prestito BEI previsto.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	97.737.359	54.126.352	-43.611.007	In riferimento alle spese per il progetto DTT, si rilevano minori costi sostenuti (fatture pervenute dalla società) rispetto al valore stimato in sede di bilancio di previsione legati prevalentemente al contratto per le bobine toroidali, cominciato in ritardo a causa di un ricorso sostenuto, che ha fatto slittare i pagamenti all'anno 2022 (circa 25,1 M€). Al contempo il contratto del conduttore centrale, seppur affidato, ha visto l'azienda aggiudicataria richiedere i pagamenti nel 2022 a causa del Covid-19 (circa 11 M€). Questo ha determinato uno slittamento al 2022 della gara per il contratto delle bobine polodali (anticipo +primo SAL circa 9M€).
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,69	0,38	- 0,31	La variazione è legata ad un ritardo nella realizzazione del progetto DTT.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,87 ^(a)	0,70	- 0,17	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n)	35.394.941	30.935.878	- 4.459.063	Lo scostamento è legato a progetti aggiudicati alla fine dell'esercizio 2021 ma formalizzati all'inizio 2022.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,06	0,17	0,10	L'incremento è attribuito alle maggiori entrate sui programmi internazionali tra i quali il progetto NATO, il progetto Vertigo oltre che al già citato incasso sull'anticipo EuroFusion 2021-2025
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	87.450	52.092	- 35.358	Il ritardo nell'accertamento del progetto ATHEA ha causato un abbassamento a consuntivo nel 2021 di circa 24k€ di Conto Terzi. Analogamente è slittato a gennaio 2022 un ulteriore contratto denominato Transmutex il cui valore di conto terzi è pari a circa 11k€
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,03 ^(a)	0,03	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,22	0,12	- 0,10	

(1) Il programma FSN è comprensivo delle attività del Progetto DTT. Nello specifico:

• Bilancio di Previsione 2021:

Entrate previste di 51.326 migliaia di euro di cui: 10.000 migliaia di euro dal MISE/MITE, 5.000 migliaia di euro dalla Regione Lazio e 36.326 migliaia di euro quale entrata prevista dal Prestito BEI; spese pari a 51.326 migliaia di euro;

• Conto Consuntivo 2021:

Entrate conseguite di 13.750 migliaia di euro di cui: 10.000 migliaia di euro dal MISE/MITE e 3.750 migliaia di euro dalla Regione Lazio; spese pari a 13.496 migliaia di euro.

(2) Valori comprensivi del Fondo di rotazione ex legge 183/87

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

Tabella 2. Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

1.2 Programma: Tecnologie energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,03	1,22	0,19	Il decremento delle spese di personale, seppur non rilevante, dovuto sia alle minori assunzioni realizzate rispetto a quelle previste che alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali risulta inferiore al decremento subito sulle entrate. Le minori entrate sono legate prevalentemente al progetto Mission Innovation che rispetto ad una previsione iniziale di 8,2 M€ ha visto erogato e contabilizzato il solo anticipo contrattuale; al progetto PIBE che contrariamente alle previsioni è stato slittato all'esercizio successivo; ad alcuni PON,POR posticipati all'esercizio successivo
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	55.935.631	46.588.059	- 9.347.572	Dalla minore realizzazione delle entrate in generale dovuta prevalentemente ai progetti/programmi sopra citati ne consegue una minore spesa per le attività di ricerca.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,73	0,54	- 0,19	Lo scostamento in diminuzione relativo all'equilibrio finanziario è dovuto al maggiore decremento delle spese dirette totali (-39%) rispetto al decremento del valore delle entrate (-16%). L'indicatore ha un andamento positivo.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,74	0,51	- 0,24	La riduzione è attribuita prevalentemente alle minori spese in conto capitale sostenute rispetto a quelle previste (-58%) legate alla mancata realizzazione di importanti investimenti per alcuni programmi/progetti quali Mission Innovation, progetto PIBE .
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	12.754.746	10.778.620	- 1.976.127	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento notevole del margine conseguito, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale non presente in fase di previsione determina una riduzione dell'indicatore.
5Abis) Margini finanziari (dati in euro)	Entrate-Spese	8.541.372	12.306.830	3.765.458	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,07	0,10	0,03	L'internazionalizzazione delle attività è notevolmente aumentata per l'aumento delle entrate internazionali (+24%) a fronte di una diminuzione delle altre tipologie di entrata
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	33.019	27.135	- 5.884	A consuntivo, c'è una diminuzione del 17,82% rispetto alla previsione in quanto alcune fatturazioni sono state posticipate all'esercizio successivo
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,02	0,01	- 0,01	Le spese per personale con forme di lavoro flessibile sono invece diminuite del 15% rispetto alla previsione. Tale decremento segue la riduzione subita dalle spese programmatiche nel corso dell'esercizio 2021.
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,32	0,27	-0,05	La diminuzione di questo indicatore rispetto alla previsione è legata alla diminuzione delle spese impegnate nell'anno.

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

Tabella 3. Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)

1.3 Programma: Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,45	2,20	- 0,26	Il decremento delle spese di personale, dovuto sia alle minori assunzioni realizzate rispetto a quelle previste che alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali è assorbito dall'incremento delle entrate conseguite rispetto a quelle stimate tra le quali si possono evidenziare i progetti Concert, Valumag e la Convenzione "tutale dei consumatori" con il Mise.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	45.287.207	43.432.622	- 1.854.585	Il decremento è legato alla minore spesa di personale e alle minori spese per attività progettuali (spese per investimenti, manutenzioni, missioni, partecipazione a convegni, ecc.) a causa delle limitazione per la pandemia.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,65	0,54	- 0,11	Scostamento dovuto a maggiori entrate conseguite (vedi 1A) e ad una riduzione della spesa programmatica rispetto alle previsioni iniziali.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,48	0,44	- 0,04	Lo scostamento è attribuito alla minore incidenza delle spese in conto capitale (-18%) rispetto alle spese totali (-10%) a seguito di un ritardo nei progetti di investimento a causa dell'emergenza sanitaria che ha colpito il Paese.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n)	8.958.992	7.089.511	- 1.869.481	Si evidenzia che al netto degli avanzi di amministrazione, l'indicatore dato dalla differenza fra entrate e spese dell'esercizio mostra un incremento del margine conseguito, tuttavia la presenza di un avanzo di amministrazione finale non presente in fase di previsione determina una riduzione dell'indicatore.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,27	0,25	- 0,02	scostamento dovuto a minor entrate per programmi internazionali rispetto alle previsioni per mancato avvio di progetti europei
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	15.672	71.759	56.088	il maggior valore rispetto alle previsioni è dovuto all'incremento delle entrate per attività commerciali rispetto alle previsioni con conseguenti maggiori incassi
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,03	0,03	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,31	0,30	- 0,01	

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsone originario

Tabella 4. Programma: Efficienza energetica (DUEE)

1.4 Programma: Efficienza energetica (DUEE)

Indicatore	Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti	
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	1,34	1,76	0,43	Rispetto ai dati di previsione, nel bilancio consuntivo 2021 è diminuito sia il costo del personale (-4%) che il valore delle entrate (-27%). Lo scostamento in aumento dell'indicatore è dovuto a una riduzione del valore delle entrate superiore alla riduzione del costo del personale. Il costo del personale è diminuito per effetto legato da una parte alla diversa programmazione delle assunzioni conseguite e dall'altra alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali. La riduzione del valore delle entrate è dovuta a minori accertamenti attribuibili a: 1. DL 63/2013-Verifiche sui condomini per € 1.000.000 in quanto, a causa dell'emergenza COVID-19, le attività previste si sono svolte in misura molto ridotta. 2. Convenzione con il MISE sul nuovo Programma PIF per € 500.000, in quanto la registrazione presso la Corte dei Conti è avvenuta il 29/01/2022. 3. Contratto ES-PA a valere sul PON Governance e capacità istituzionale 2014-2020 per 313.810 € relativi a rendicontazioni rimandate di un esercizio finanziario a seguito di ulteriore rimodulazione con proroga delle attività al 2022, causa ritardi dovuti all'emergenza COVID-19. 4. Finanziamenti da parte di Regioni, Comuni e Ministeri diversi da quello vigilante per € 368.300 relativi ad accordi non formalizzati e/o posticipati per ragioni non imputabili all'ENEA. 5. Programmi europei per € 139.359 relativi a progetti che, in fase di predisposizione del bilancio previsionale, erano stati presentati ma poi non sono stati ammessi a finanziamento.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	13.072.065	12.222.440	- 849.625	La diminuzione del Valore del programma tra consuntivo e previsionale è dovuta alla diminuzione sia del costo del personale (-4%), come sopra indicato, sia delle spese dirette totali (-25%). Con riferimento alle spese risultanti dal consuntivo 2021 le voci in conto capitale hanno registrato una variazione positiva(+ € 172.480 €) mentre le spese correnti si sono ridotte (- € 575.895). L'aumento delle voci in conto capitale riguarda in gran parte l'acquisto di apparecchiature tecnico- scientifiche per il programma di Ricerca di Sistema elettrico, a seguito di una rimodulazione successiva alla fase di predisposizione del bilancio previsionale, e spese per Assegni di ricerca e dottorati, formalizzati per intervenute esigenze di copertura di attività programmatiche. Le spese correnti sono diminuite nel bilancio 2021 per effetto di: - mancata attivazione di contratti tecnico scientifici previsti principalmente nel nuovo PIF, la cui Convenzione è stata registrata il 29/01/2022; - missioni non effettuate ed eventi non realizzati a causa dell'emergenza COVID-19.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,19	0,20	0,01	L'indicatore relativo all'equilibrio finanziario è sostanzialmente in linea tra Consuntivo 2021 e Previsionale 2021, in quanto la diminuzione delle spese dirette totali (-25%) è all'incirca in linea con il decremento del valore delle entrate (-27%). Per le motivazioni sulle variazioni delle singole voci si rinvia agli indicatori precedenti (1A e 2A).
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	(a) 0,21	0,42	0,21	L'indicatore di valorizzazione delle spese per investimenti registra una variazione positiva tra Consuntivo 2021 e Previsionale 2021 per effetto sia del notevole aumento delle spese in conto capitale consuntivate (+50%) sia della riduzione importante delle spese correnti (-45%). Per le motivazioni sulle variazioni delle voci di spesa si rinvia all'indicatore precedente (2A).
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	7.703.159	5.940.230	-1.762.928	A consuntivo sono diminuite sia le entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1), per un valore del 23%, sia le spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+avanzo amministrazione anno n) per un valore del 17%. La variazione del Margine finanziario a consuntivo risulta negativa per effetto del decremento maggiore registrato sul valore delle entrate.
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,09	0,10	0,01	L'incidenza delle entrate per programmi internazionali sulle entrate totali a consuntivo è leggermente superiore al dato previsionale (+0,01). A consuntivo sia le entrate per programmi internazionali che le entrate complessive sono inferiori rispetto alle previsioni. La riduzione delle entrate internazionali ha un'incidenza inferiore (-139,359 in valore assoluto) ed è dovuta a progetti che, in fase di predisposizione del bilancio previsionale, erano stati presentati ma poi non sono stati ammessi a finanziamento.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	5.077	4.740	- 338	L'incentivazione del personale (Entrate per conto terzi) a consuntivo è sostanzialmente in linea con le previsioni; infatti il valore delle attività commerciali consuntivate non ha subito importanti variazioni rispetto alle previsioni.
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	(a) 0,00	0,02	0,02	Il ricorso al lavoro flessibile a consuntivo è notevolmente aumentato rispetto al dato previsionale per effetto di assegni di ricerca e dottorati formalizzati nel corso del 2021 per intervenute esigenze di copertura di attività programmatiche.
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,31	0,29	- 0,02	L'avanzamento del programma registra un leggero scostamento negativo a causa della riduzione delle spese annuali a consuntivo (delle spese programmatiche e delle spese di personale) rispetto a quelle previsionali.

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

Tabella 5. Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)

1.5 Programma: Istituto di Radioprotezione (IRP)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	2,34	2,39	0,04	Scostamento non rilevante. I valori di previsione sono stati entrambi perfettamente confermati (Spese del personale +0,05% e entrate -1%)
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	4.388.789	3.745.377	- 643.413	La differenza rilevante è dovuta esclusivamente alle spese dirette totali significativamente inferiori (- 60%) al previsto in quanto le spese del personale sono state esattamente confermate. Ciò è dovuto prevalentemente alla necessità di posticipare al 2022 significative spese di investimento per l'allestimento di nuovi laboratori (circa 350.000 euro) a causa del ritardo nella esecuzione dei lavori di realizzazione delle strutture. Inoltre anche le spese correnti di missione sono state significativamente inferiori a causa del prorogarsi dell'emergenza di pandemia, così come sono state minori le spese di manutenzione rispetto alla previsione conservativa in sede preventiva e minori spese per lavoro flessibile (vedi anche indicare 8A).
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	0,81	0,34	- 0,47	Uno scostamento negativo ha in realtà un impatto positivo in quanto ha permesso un maggiore contributo al bilancio ENEA (vedi indicatore 5A). La differenza trova le ragioni nelle spese di molto inferiori rispetto al previsto non riconducibili all'Istituto e, senza conseguenze sulla efficienza e sulla realizzazione degli obiettivi programmatici.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	(a) 0,50	0,33	- 0,17	Lo scostamento negativo è dovuto alla necessità di posticipare le spese rilevanti di investimento del prorogarsi dell'emergenza sanitaria (vedi commento indicatore 2A).
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	497.164	902.345	405.181	Il contributo IRP al bilancio ENEA attraverso i margini finanziari è stato migliore del previsto: i margini sono stati superiori (quasi il doppio) di quanto atteso per effetto delle minori spese sostenute (vedi ragioni sopra).
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,03	0,03	Scostamento non rilevante - Entrate accertate per progetto Europeo con termine previsto nel 2021 poi prorogato oltre la scadenza per emergenza Covid.
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	126.500	123.261	- 3.239	Scostamento non rilevante. Accertamenti da attività in conto terzi leggermente inferiore (-2%) rispetto al previsto
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	(a) 0,01	0,00	- 0,01	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,29	-0,05	Non rilevante. La limitata differenza del 5% è riconducibile alle minori spese effettuate per le ragioni esposte sopra.

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

Tabella 6. Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

1.6 Programma: Unità Tecnica Antartide (UTA)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	0,17	0,19	0,02	L'incidenza del costo del personale sul valore delle entrate consuntivo risulta allineato alle previsioni
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	19.325.968	16.722.079	- 2.603.888	Il valore del programma previsto presenta uno scostamento di 2,6 MLN di euro per le minori spese correnti e in conto capitale sostenute a causa della sospensione del progetto di avvisuperficie in Antartide e per la mancata erogazione dell' anticipo da parte del CNR sul PEA 2021, quest'ultimo aspetto in particolare ha portato a rivedere la tempistica delle spese da sostenere, facendo slittare, laddove possibile, gli impegni di spesa previsti dal II semestre 2021 al primo semestre 2022.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,00	0,93	- 0,07	L'indicatore di equilibrio finanziario presenta uno scostamento minimo rispetto alle previsioni.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,15 ^(a)	0,08	- 0,07	L'indicatore presenta uno scostamento minimo rispetto alle previsioni.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	800.000	1.269.170	469.170	Il Margine finanziario presenta uno scostamento positivo rispetto alle previsioni nonostante il minor valore delle entrate per effetto sia delle minori spese sostenute rispetto a quelle previste (per le motivazioni indicate al punto 2A).
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,03	0,04	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	n/a	n/a	n/a	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,00	0,00	0,00	L'indicatore non è valorizzato perché non è inerente l'attività di UTA
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,33	0,28	- 0,04	

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsone originario

Tabella 7. Programma: Innovazione e trasferimento tecnologico (ISV, REL, STAV)

➤ ISV

1.7 Programma: Innovazione & Sviluppo (ISV)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	3,38	18,72	15,34	nonostante un calo dei costi del personale, l'impossibilità di attivare la convenzione ENEATECH ed il passaggio a SSPT la gestione di alcuni progetti e le minori entrate legate ad ES-PA e alla commessa GOIL ha fatto lievitare l'indicatore. Evidenza già segnalata in fase di assestamento e consuntivo in accontro con il assestamento
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	7.863.690	6.298.887	- 1.564.802	In base a quanto sopra, c'è stata una contrazione delle spese correnti e delle spese di personale
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	1,11	1,64	0,53	Nonostante gli scostamenti delle entrate e delle spese, si è comunque riusciti a mantenere un ragionevole equilibrio
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,01 (a)	0,04	0,03	Vi è stata una contrazione sia delle spese conto capitale che correnti per le suddette motivazioni
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,11	0,04	- 0,07	Il decremento è legato al mancato trasferimento previsto nel 2021 per i progetti europei (BRIDGE ECONOMIES, MONITORING OF COVID-19 BOOSTER CALL), generando una minore entrata internazionale
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,11 (a)	0,02	- 0,09	a causa della non attivazione degli accordi indicati al primo punto, sono stati attivati meno contratti flessibili
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,34	0,27	- 0,07	essendoci stata una contrazione dei costi del personale e soprattutto delle spese totali, l'indicatore è risultato inferiore alle a quanto ipotizzato in fase di previsione

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

➤ REL

1.7 Programma: Programmi di Promozione e comunicazione (REL)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	36,36	98,95	62,58	L'incremento dello scostamento è legato: da una parte alle minori entrate conseguite rispetto a quelle preventivate, di queste si riportano le minori entrate afferenti al progetto Es-Pa inferiori per € 36.860 rispetto al dato previsto a seguito della rimodulazione delle attività, fortemente influenzate dalla pandemia, e del conseguente slittamento delle rendicontazioni all'esercizio successivo; dall'altra al minor costo del personale.
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	2.360.796	2.032.163	- 328.634	Alle minori spese di personale si sono aggiunte le minori spese totali quale diretta conseguenza delle minori attività espletate
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	7,87	16,14	8,27	Nonostante la riduzione di entrambi i valori posti a confronto le spese totali si riducono in misura minore rispetto alle entrate. Ciò è in parte legato alle spese di funzionamento della struttura amministrativa non coperte da entrate programmatiche.
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,08 ^(a)	0,25	0,17	
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	0,00	0,00	0,00	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	76,21	76,21	Entrata relativa alle attività tariffate per la piattaforma ENEA e-learning non inserite in fase di previsione 2021
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,00 ^(a)	0,00	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,32	0,28	- 0,05	L'avanzamento del programma è in linea con la previsione

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsone originario

➤ STAV

1.7 Programma: Programmi di Studi e Strategie (STAV)

Indicatore		Dati di Previsione 2021	Dati di Consuntivo 2021	Δ	analisi scostamenti
1A) Incidenza spese di personale	Costo del personale/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
2A) Valore del programma (dati in euro)	Costo del personale+Spese dirette totali	1.879.355	1.825.579	- 53.777	Lo scostamento è legato sia alla variazione del costo del personale (-40.858,45 euro), dovuta sia alle minori assunzioni realizzate rispetto a quelle previste, sia alla riduzione delle spese totali (-12.918,35 euro) e, in particolare, delle spese correnti (-12.845,28 euro) a seguito dell'emergenza sanitaria.
3A) Equilibrio finanziario	Valore delle uscite (Spese dirette totali)/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
4A) Valorizzazione spese per Investimenti	Spese in conto capitale/Spese dirette totali (correnti + in c/capitale)	0,44	0,90	0,46	Lo scostamento è dovuto all'importante diminuzione delle spese correnti a causa dell'emergenza sanitaria.
5A) Margini finanziari (dati in euro)	Valore delle entrate connesse a programmi di ricerca e servizi resi (accertamenti + avanzo di amministrazione anno n-1) - Spese finalizzate alla realizzazione degli stessi programmi/servizi (Impegni+ avanzo amministrazione anno n)	n/a	n/a	n/a	
6A) Internazionalizzazione attività	Valore delle entrate per programmi internazionali/Valore delle entrate	n/a	n/a	n/a	
7A) Incentivazione del personale (dati in euro)	Risorse accertate sul fondo conto terzi	0,00	0,00	0,00	
8A) Valorizzazione giovani ricercatori	Spese per il ricorso al lavoro flessibile/Spese di personale	0,00	0,00	0,00	
9A) Avanzamento programma	Spese dell'anno + costo del personale/Spese del triennio + costo del personale del triennio	0,33	0,32	-0,01	

(a) indicatore modificato rispetto al dato di Previsione originario

Tabella 8. Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento

Programmi delle Strutture di amministrazione, supporto e coordinamento (1)							
Struttura organizzativa	Indicatori da dati di Previsione		Indicatori da dati di Consuntivo		Deviazione Costo del servizio	Deviazione Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativo gestionali	Commenti eventuali Deviazione Costo del servizio
	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura+ altre spese riconducibili alla struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativo gestionali (valori percentuali)	Costo del servizio (personale + spese di funzionamento della struttura) dati in migliaia di Euro	Incidenza del Costo del servizio/costi totali amministrativo gestionali (valori percentuali)			
Direzione board dei direttori (BOARD)	187.886	0,26%	197.788	0,28%	9.903	0,02%	il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese di personale rispetto a quelle previste quale differenza tra personale cessato e quello assunto e alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali. Inoltre la variazione negativa dell'indicatore è riconducibile anche alle minori spese di funzionamento a causa dell'emergenza sanitaria
Presidenza/Direzione (DIR)	310.000	0,42%	120.963	0,17%	- 189.037	-0,25%	
Organo Centrale di sicurezza (OCS)	264.926	0,36%	226.714	0,32%	- 38.212	-0,04%	
Ufficio degli Organi di Vertice (UVER)	1.817.891	2,47%	1.468.905	2,08%	- 348.986	-0,39%	
Direzione Amministrazione (AMC)	10.209.514	13,87%	12.260.654	17,33%	2.051.140	3,46%	L'incremento è riferito prevalentemente alle maggiori imposte dovute sugli interessi relativi alla liquidazione delle ex polizze INA
Direzione Affari Legali, Prevenzione della Corruzione e Trasparenza (LEGALT)	1.882.903	2,56%	1.367.657	1,93%	- 515.245	-0,63%	il decremento è riferito prevalentemente alle minori spese di personale rispetto a quelle previste quale differenza tra personale cessato e quello assunto e alla mancata conclusione e applicazione dell'art. 15 per le progressioni contrattuali. Inoltre la variazione negativa dell'indicatore è riconducibile anche alle minori spese di funzionamento a causa dell'emergenza sanitaria
Direzione Personale (PER)	4.648.842	6,32%	4.353.429	6,16%	- 295.413	-0,16%	
Direzione Infrastrutture e Servizi (ISER)	54.260.508	73,74%	50.733.283	71,73%	- 3.527.225	-2,01%	Il decremento è riferito prevalentemente: 1) alle minori spese rispetto alla previsione per investimenti per la sostenibilità energetica dei Centri di Ricerca e per la sicurezza degli impianti; 2) minori spese di personale sostenute a consuntivo e ai minori servizi erogati a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19; 3) contenimento delle spese correnti a seguito dell'accantonamento al Fondo garanzia debiti commerciali.

(1) il dato di previsione 2021 è stato ricalcolato