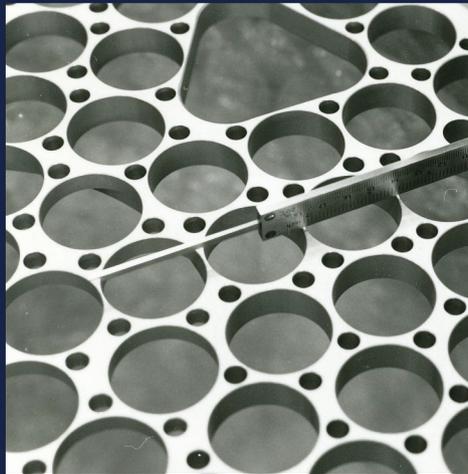


50 anni
di Energia Nucleare
al Centro
Ricerche ENEA
Casaccia



Il Centro Ricerche Casaccia, il più grande complesso di laboratori e impianti dell'ENEA, compie i suoi primi cinquanta anni. Le "vicende storiche" del Centro sono strettamente legate all'intreccio di eventi di natura scientifica e politica che hanno coinvolto l'Ente.

Nel 1952 nasce, presso il CNR, il CNRN (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari) il cui scopo è acquisire e diffondere conoscenze scientifiche sulle applicazioni pacifiche dell'energia nucleare alle scienze biologiche, agricole, alla fisica dei materiali e all'elettronica.

Nel 1960 il Governo italiano cede all'EURATOM il Centro Ricerche di Ispra del CNRN e, sull'onda del grande entusiasmo seguito alla prima Conferenza sull'uso pacifico dell'energia nucleare organizzata a Ginevra nel 1955 dall'ONU, il Parlamento trasforma il CNRN in CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare). Il CNEN si organizza come struttura di sviluppo tecnologico in stretto collegamento con l'industria, per la progettazione e realizzazione di impianti nucleari e del ciclo del combustibile.

Gran parte della ricerca tecnologica sviluppata presso il Centro di Ispra viene trasferita nel Centro della Casaccia, che diventa il cuore della ricerca nucleare applicata in Italia, nonché il luogo nel quale formare i tecnici italiani nel campo dei reattori nucleari.

Negli anni settanta, la crisi energetica accelera la realizzazione di nuove centrali nucleari per la produzione di energia elettrica. Il CNEN ha il compito di sviluppare la ricerca e la promozione industriale. La "Casaccia" conosce in questi anni un grande sviluppo con la nascita di laboratori e impianti di livello internazionale.

Nei primi anni ottanta, l'interesse per le energie da fonte rinnovabile porta alla trasformazione del CNEN in ENEA (Comitato nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative), con lo scopo di affiancare alla ricerca nucleare anche quella sulle fonti rinnovabili, l'uso razionale dell'energia e il suo impatto ambientale.

L'incidente di Chernobyl nel 1986 porta a riconsiderare la politica energetica nucleare italiana e per tutti gli

anni novanta le attività di ricerca della Casaccia si concentrano prevalentemente nei settori dell'energia da fonte rinnovabile, dell'ambiente e delle nuove tecnologie.

Ma anche dopo l'uscita dell'Italia dal programma nucleare e le ulteriori riforme dell'Ente avvenute nel 1999, 2003 e nel 2009 (anno in cui l'Ente viene soppresso e trasformato in Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) il Centro non ha mai abbandonato la sua iniziale vocazione. Ricercatori e tecnici hanno continuato a lavorare all'interno di infrastrutture di ricerca e impianti sperimentali, mantenendo quell'insieme di conoscenze e competenze che rappresentano oggi per il Paese un patrimonio di invidiabile valore.

Nelle pagine che seguono è possibile ripercorrere attraverso una serie di immagini commentate alcune tappe salienti di questi cinquanta anni di energia nucleare nel Centro.

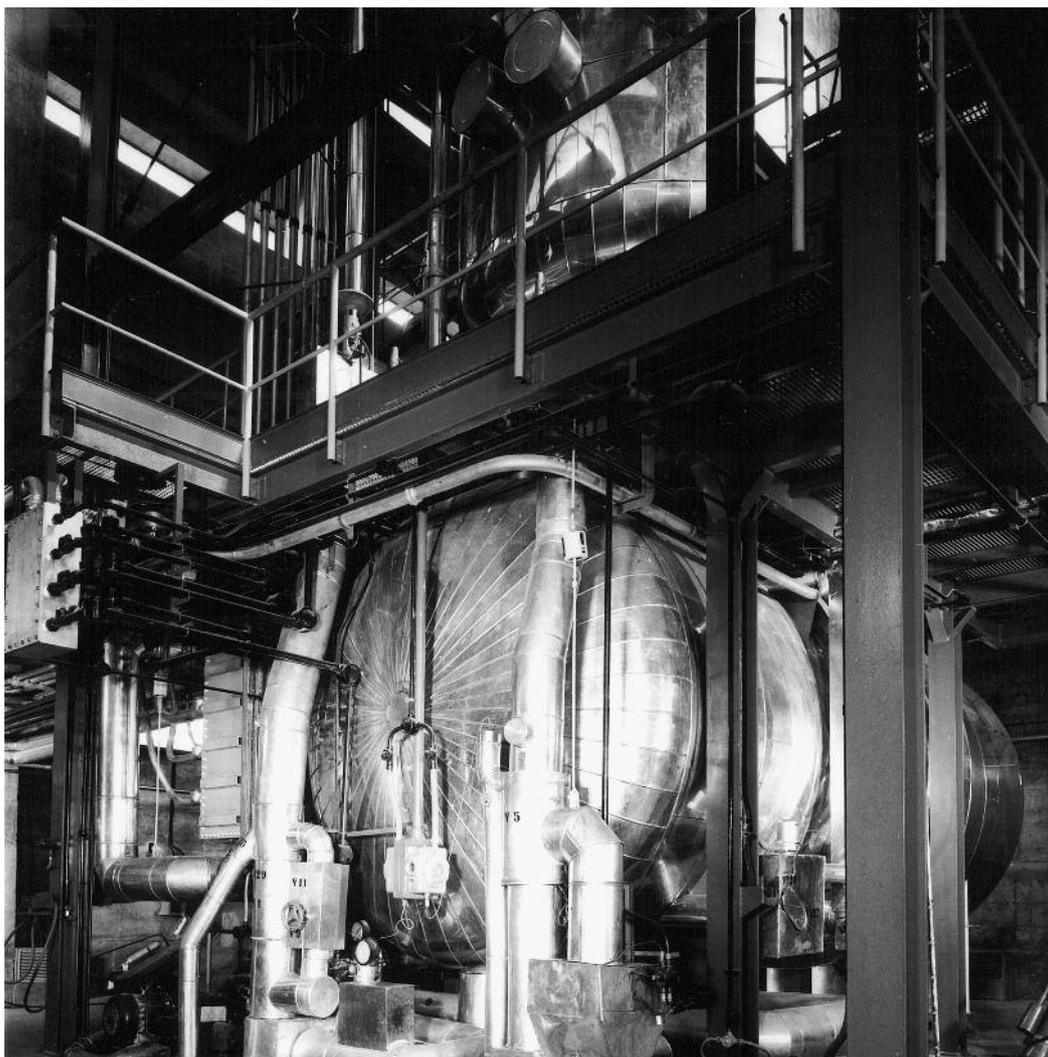
TRIGA RC 1

Il reattore nucleare di ricerca TRIGA RC-1 (Training, Research, Isotopes, General Atomics - Reattore Casaccia 1) è un reattore termico a piscina del tipo Triga Mark II, acquisito nel 1960 dalla General Atomic nell'ambito dell'iniziativa USA Atoms for Peace. La potenza del reattore, originariamente pari a 100 kW, è stata portata nel 1963 a 1 MW su progetto CNEN. Il reattore, tuttora in funzione, trova applicazioni in tutti quei settori della ricerca applicata nei quali si renda necessario l'utilizzo di una sorgente intensa di neutroni. Può, in particolare, essere utilizzato per: radiografia e tomografia a neutroni per lo studio in vari settori dell'industria (aerospaziale, automobilistica, petrolifera ecc.) nel campo delle analisi non distruttive (corrosione, analisi strutturale ecc.); produzione di radioisotopi per la diagnostica industriale; produzione di radioisotopi per la diagnostica (Fluoro 18 per la PET) e la terapia medica con studi su radiofarmaci non commerciali e di nuova generazione e sviluppo di protocolli innovativi di cura (alcuni già brevettati e in uso); irraggiamento neutronico di materiali; indagini nel campo della conservazione del patrimonio artistico (indagini su dipinti e reperti archeologici, analisi strutturale di statue e manufatti ecc.); qualificazione di rivelatori di neutroni; supporto alla didattica nei corsi di Ingegneria Nucleare.



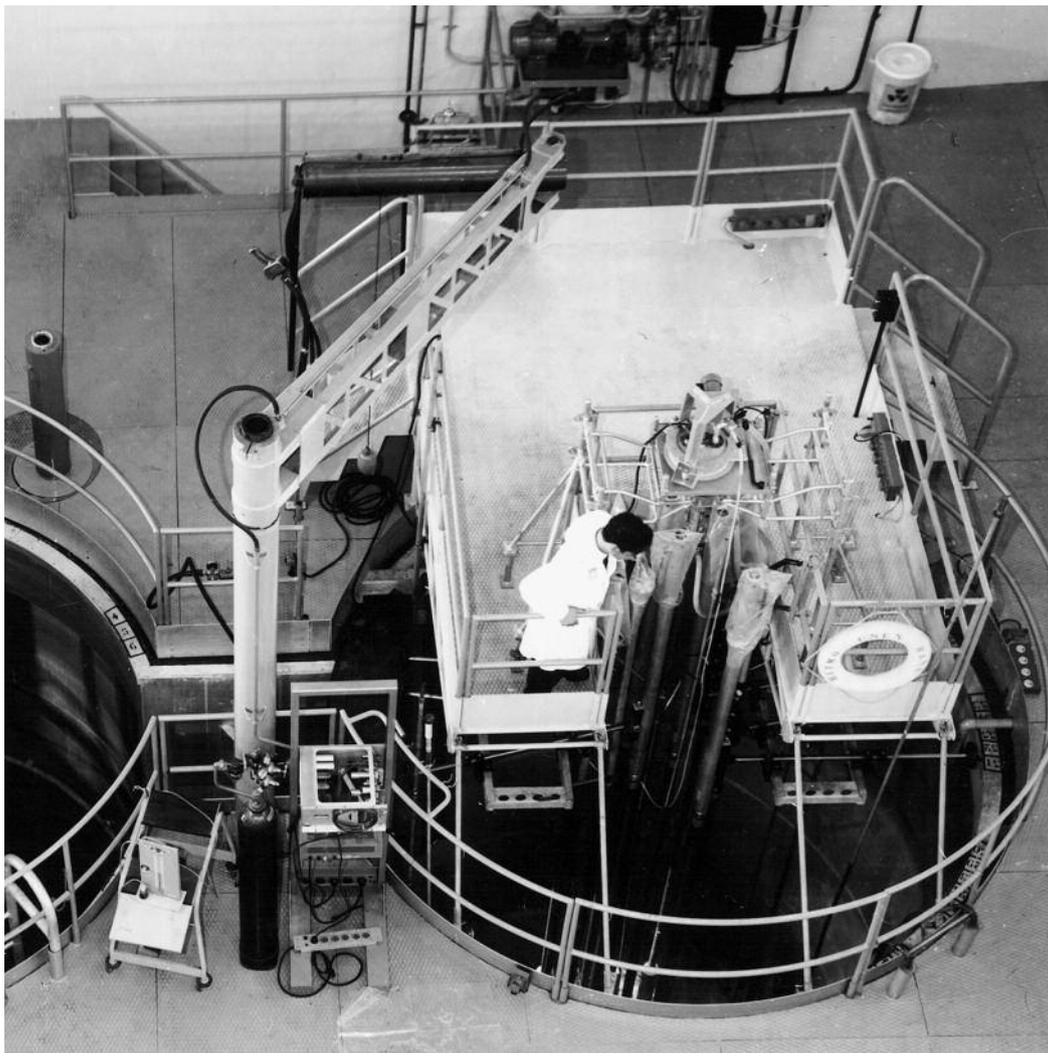
ROSPO

Il reattore sperimentale ROSPO (Reattore Organico Sperimentale Potenza zero) ha raggiunto la prima criticità nel 1963 ed è stato utilizzato inizialmente per lo studio dei noccioli di reattori con moderatore organico. Successivamente è stato trasformato – su progetto CNEN – e utilizzato per esperimenti critici e studi di neutronica per la propulsione navale, in appoggio alla realizzazione della nave nucleare Enrico Fermi. In seguito alla sospensione dei programmi prima citati, il ROSPO è stato utilizzato per esperienze di verifica e messa a punto di metodi di calcolo su reticoli di reattori.



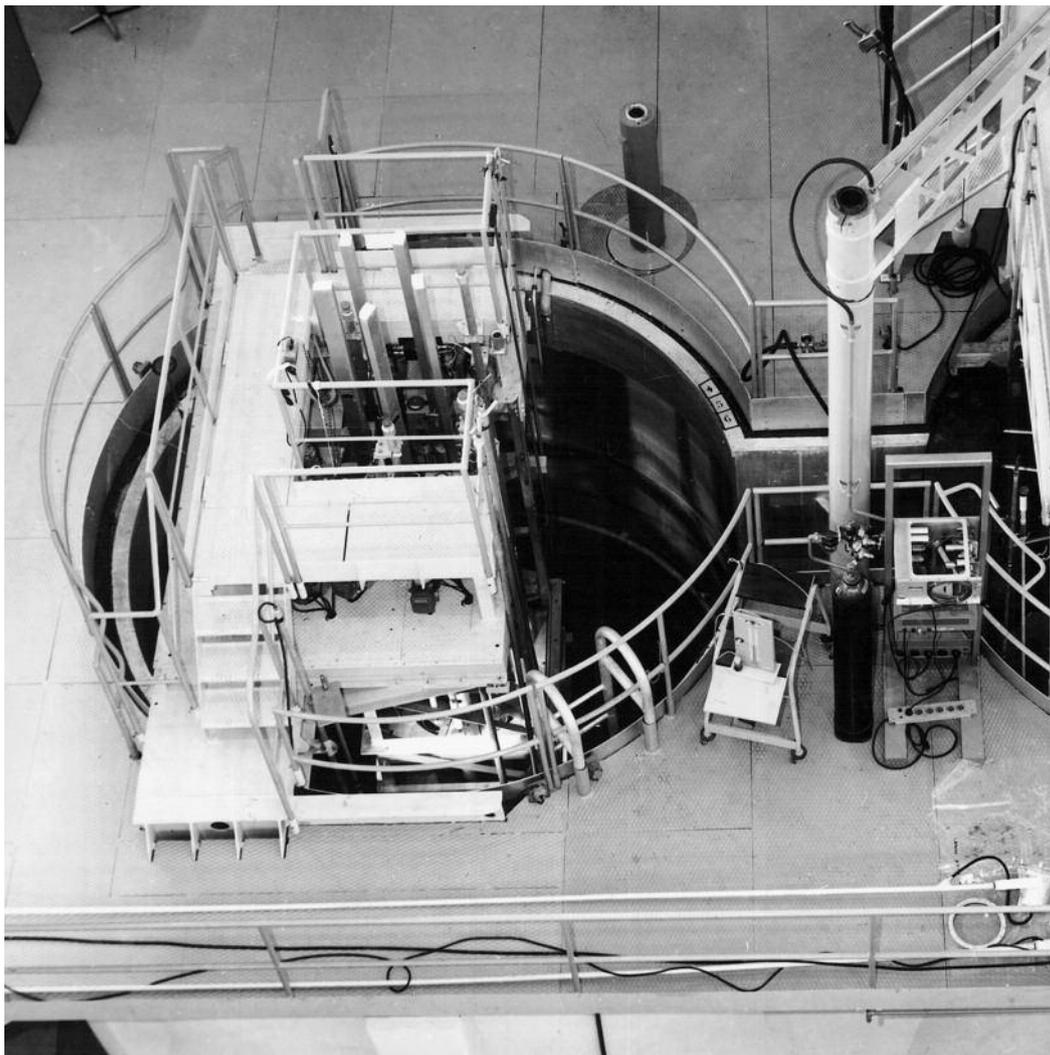
RANA

RANA (Reattore Analisi Neutronica in Acqua), reattore sperimentale a piscina moderato ad acqua naturale con funzionamento a bassa potenza (max 9 kW), refrigerato per convezione naturale, ha raggiunto la prima criticità nel 1965. Dopo l'impiego per lo studio sistematico di sezioni di assorbimento integrali è stato utilizzato per lo studio delle proprietà neutroniche dei combustibili nucleari, in appoggio al programma di sviluppo di nuovi noccioli per i reattori di potenza.



RITMO

Il reattore sperimentale RITMO (Reattore Ingegneria e Tecnologia Materiali a potenza zero) ha raggiunto la prima criticità nel luglio 1965 ed è stato adibito a ricerche sperimentali sul riciclo del Plutonio nei reattori termici moderati ad acqua. A tale scopo è stato realizzato un nocciolo a due zone contenenti elementi a Plutonio che ha raggiunto la prima criticità nel dicembre 1968.



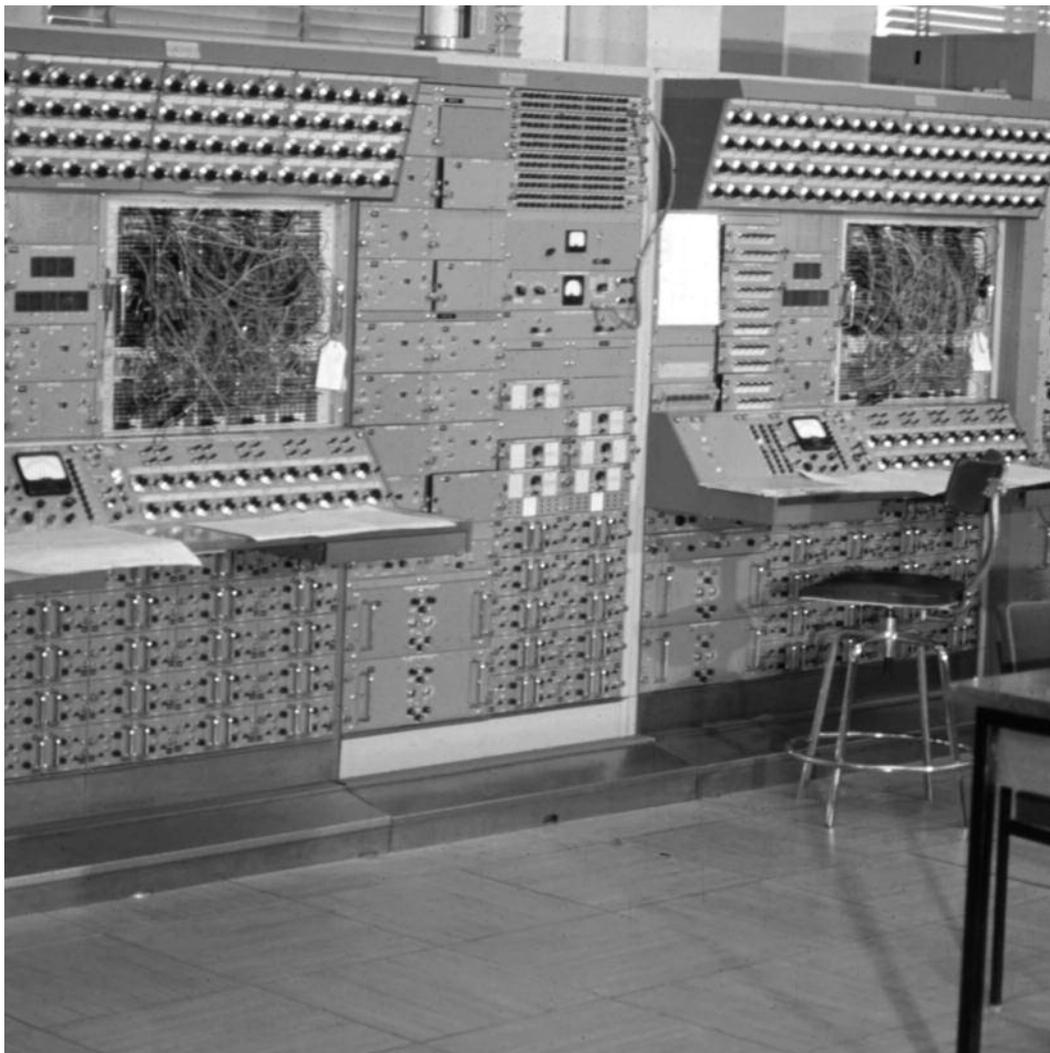
TAPIRO

Il reattore sperimentale TAPIRO (TAratura Plla Rapida a potenza zerO), realizzato dal CNEN in collaborazione con l'industria italiana, ha raggiunto la prima criticità nel 1971. È una sorgente di neutroni veloci in grado di fornire un flusso di intensità molto elevata. È stato utilizzato per esperienze integrali su problemi di schermaggio e per esperienze a supporto dello start-up del reattore PEC, nonché per esperienze di irraggiamento con neutroni nel campo della biologia e della genetica vegetale. Il reattore può fornire una vasta gamma di spettri neutronici e trova, attualmente, applicazioni in vari settori per: la validazione dei codici di calcolo di nocciolo impiegati nella progettazione dei reattori di IV Generazione; lo studio del danneggiamento dovuto a neutroni veloci; la sperimentazione per la produzione di dati nucleari; la valutazione del danno indotto da neutroni su componentistica esposta a campi neutronici; la qualificazione di catene di rivelazione innovative; supporto alla didattica nei corsi di Ingegneria Nucleare.



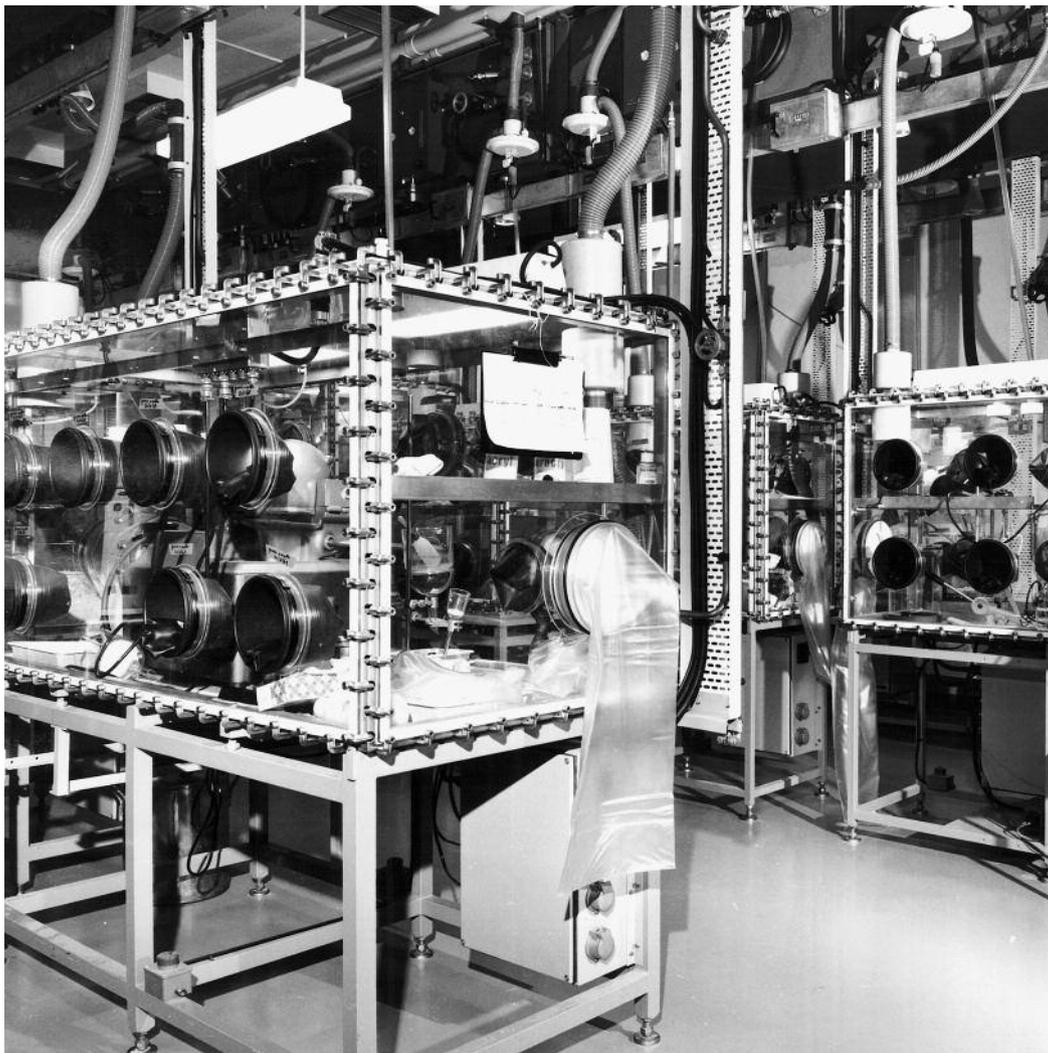
Laboratorio di Ingegneria Nucleare

Il Laboratorio di Ingegneria Nucleare metteva a disposizione di tutti i laboratori e programmi del CNEN, e anche di Enti esterni, competenze e apparecchiature di calcolo per le seguenti applicazioni: analisi dinamica e simulazione di processi; raccolta ed elaborazione statistica di dati sperimentali; progetto funzionale dei sistemi di controllo e sicurezza. Il Laboratorio utilizzava calcolatrici e simulatori speciali (foto a fianco), ai quali dal 1967 si è aggiunto un complesso di calcolo ibrido (analogico-numerico), particolarmente adatto alla simulazione dei processi industriali e allo sviluppo dei sistemi di controllo di processo con calcolatori in linea.



Ciclo del combustibile

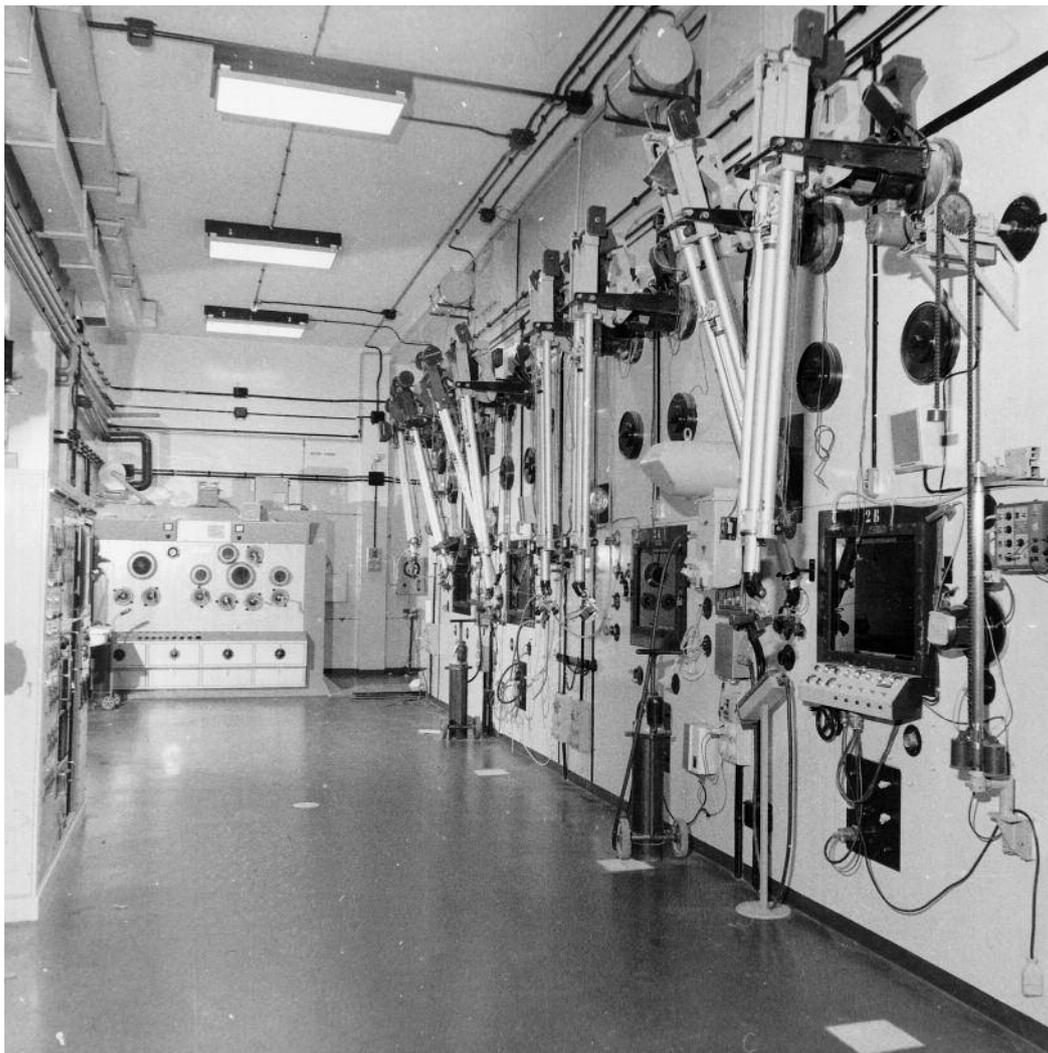
Negli anni 80 il Dipartimento più numeroso e articolato dell'ENEA era il Dipartimento Ciclo del Combustibile. Delle 600 persone del Dipartimento 205 operavano in Casaccia, nell'esercizio di alcuni impianti (vedi pagine seguenti) e in attività di studio e sperimentazione riguardanti pressoché tutte le fasi del ciclo del combustibile: depositi di uranio naturale; arricchimento dell'uranio; fabbricazione di elementi di combustibile; esami di post-irraggiamento del combustibile proveniente dai reattori ai fini della fabbricazione di elementi di combustibile per reattori veloci; ritrattamento del combustibile; trattamento e condizionamento dei residui radioattivi. Nella foto a fianco: scatole a guanti dell'Impianto Plutonio.



Impianti per lo sviluppo del ciclo del combustibile

Tra i principali impianti del Centro Ricerche Casaccia utilizzati per studi sul ciclo del combustibile si ricordano:

- le Celle calde (foto a fianco) per operare su materiali altamente radioattivi in condizioni di completa sicurezza*
- l'Impianto Plutonio per lo studio delle diverse tecniche di fabbricazione del combustibile nucleare a base di Plutonio*
- l'Impianto di fabbricazione di elementi di combustibile metallici e ceramici*
- le Celle di riprocessamento per prove in piccola scala di processi di ritrattamento su combustibili nucleari irradiati*
- l'Impianto di trattamento dei rifiuti liquidi attivi*
- la Hall tecnologie chimiche per prove sui componenti degli impianti pilota di ritrattamento realizzati in altri Centri CNEN (EUREX, Saluggia; ITREC, Trisaia) e sulla loro strumentazione.*



Sviluppo componenti e sistemi per impianti nucleari termici ad acqua

Una delle attività principali del CNEN ha riguardato lo sviluppo dei componenti e sistemi di impianti nucleari, in collaborazione con l'industria nazionale. Con riferimento agli impianti termici refrigerati ad acqua, sono stati realizzati presso il Centro Ricerche Casaccia numerosi impianti e laboratori per prove sperimentali con miscele bifasi acqua-vapore per ricerche su elementi di combustibile e scambiatori di calore, esperienze di scambio termico, di idraulica e termo-meccanica. Tra i principali impianti, si ricordano: l'impianto ARAMIS (foto a fianco) per la caratterizzazione in scala di separatori di vapore di centrali nucleari PWR; l'impianto ERICA (Esperienza RICircolazione Acqua) per studi di idrodinamica del fondo del generatore di vapore, realizzato nell'ambito della collaborazione ENEA-Ansaldo; il circuito LARA per studi sui separatori di vapore svolti nell'ambito della collaborazione ENEA-Ansaldo-Breda.



VAPORE

L'impianto VAPORE consente di effettuare prove termomeccaniche e fluidodinamiche su componenti e sistemi di impianti nucleari e convenzionali. Progettato dall'ENEA, è stato completato nel 1986 e potenziato nel 1992. È costituito da un pressurizzatore per impianti nucleari che funge da generatore di vapore e serbatoio di accumulo. Alimenta, con portate regolabili di vapore saturo o di acqua satura, componenti e sistemi tipici dei circuiti primari e secondari di impianti nucleari e di impianti convenzionali, riproducendo le sollecitazioni di processo e le condizioni ambientali necessarie per la qualifica funzionale delle apparecchiature in prova. L'impianto è stato impiegato, tra l'altro, per: attività di verifica sperimentale del sistema di scarico di reattori BWR della General Electric; la qualificazione in Gestione della Qualità, per conto Nuovo Pignone, della fornitura di valvole di sfioro-sicurezza destinate alla centrale nucleare di Montalto di Castro; attività di qualifica in GQ, per conto di Westinghouse, del sistema completo di depressurizzazione automatica del reattore PWR AP600 e per la determinazione sperimentale delle sollecitazioni sulle strutture del piping e dell'edificio reattore.



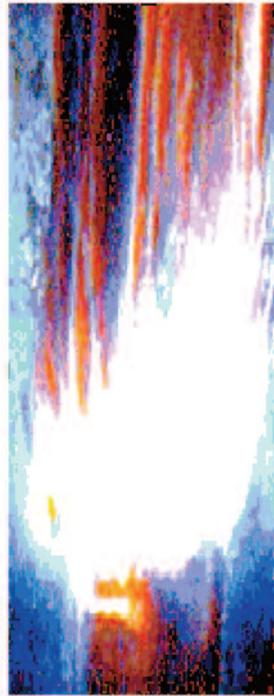
Sviluppo componenti e sistemi per impianti nucleari veloci a sodio

Le attività di supporto allo sviluppo dei componenti e sistemi di impianti nucleari hanno riguardato anche gli impianti nucleari veloci a Sodio. L'Area sperimentale tecnologie Sodio del Centro Ricerche Casaccia (foto a fianco), realizzata nell'ambito del Programma Reattori Veloci, era costituita da due hall per esperienze relative al nocciolo del reattore PEC (reattore veloce previsto nel Centro Ricerche del Brasimone per la Prova di Elementi di Combustibile) e a componenti dell'impianto dimostrativo di potenza. L'Area comprendeva, tra l'altro: un circuito da 1000 kW Sodio-acqua-vapore per esperienze di scambio termico, misure di distribuzione di temperature, perdite di carico e prove tecnologiche; il circuito ENA 1 per studi termoidraulici e termo-meccanici sulla barretta dell'elemento di combustibile del PEC; il circuito ENA 2 per studi di transitori idraulici e termici in Sodio; l'impianto CPC 2 per lo studio dei parametri di sicurezza dei reattori veloci (esperimenti di shock termico in Sodio su particolari del canale sperimentale del PEC).



Studi di scambio termico e termofluidodinamica

Gli studi sullo scambio termico e sulla termofluidodinamica del nocciolo dei reattori nucleari sono stati condotti inizialmente, sin dalla fine degli anni 60, nello storico Laboratorio Tecnologie Reattori, poi Laboratorio Scambio Termico ed infine Istituto di Termofluidodinamica. Lo svolgimento di tali ricerche sperimentali, con lo sviluppo dell'associata modellistica teorica, ha consentito all'ENEA di diventare in questo settore un centro di eccellenza riconosciuto a livello scientifico internazionale, che ha contribuito in maniera significativa allo sviluppo delle conoscenze fondamentali dell'ebollizione, con particolare riferimento allo studio della crisi termica, sia in condizioni stazionarie che transitorie. Numerose pubblicazioni scientifiche hanno consentito la creazione di banche dati internazionali rilevanti per la messa a punto di codici di calcolo di sicurezza. Sono stati, inoltre, proposti modelli per il calcolo della crisi termica tuttora utilizzati per la determinazione del flusso termico critico in canali di noccioli raffreddati ad acqua.



$T_w = 220 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_w = 240 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_w = 260 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_w = 270 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_w = 300 \text{ }^\circ\text{C}$

12 ms



24 ms



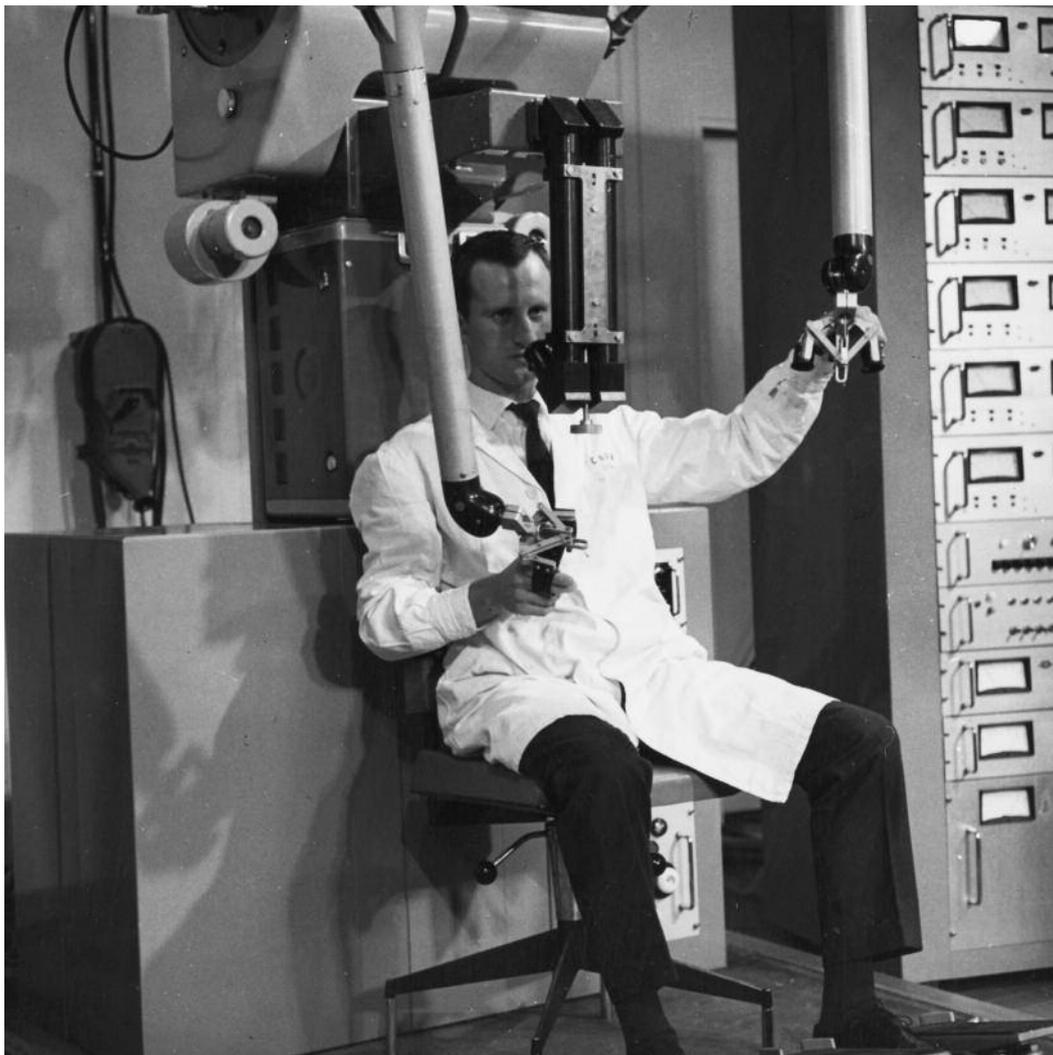
Sicurezza sismica degli impianti nucleari

Il CNEN ha acquisito, sin dagli anni 70, la leadership nella ricerca nel campo dell'input sismico, costituendo con l'ENEL una commissione per lo studio dei problemi sismici negli impianti nucleari. In tale ambito è stata progettata e realizzata la rete accelerometrica nazionale, sono state installate reti locali ed è stato fornito supporto per la progettazione strutturale degli impianti. Le attività nel settore sono proseguite e ampliate nel tempo estendendosi anche al settore civile. L'ENEA effettua l'analisi della pericolosità sismica e della risposta sismica locale ai fini della caratterizzazione sismica dei siti, e fornisce le caratteristiche dei terremoti attesi, dati fondamentali per la progettazione delle strutture degli impianti nucleari, per i quali è richiesto un grado di sicurezza ben superiore a quello delle costruzioni ordinarie. L'ENEA, inoltre, effettua prove sperimentali su tavola vibrante su modelli in scala di strutture e componenti e prove non distruttive su materiali e strutture in situ. Tra queste, vanno evidenziate le prove di caratterizzazione dinamica e vibrazioni forzate, che consentono di verificare l'effettivo comportamento dinamico di una struttura e di prevederne il comportamento in occasione di un sisma. Dagli anni 80, l'ENEA ha anche effettuato studi e ricerche nel campo delle tecnologie antisismiche innovative, quali l'isolamento sismico (foto a fianco e la dissipazione energetica, che garantiscono un grado di sicurezza non perseguibile con tecniche tradizionali e rappresentano, quindi, una scelta obbligata per gli impianti nucleari.



Servomeccanismi

Il CNEN ha svolto sin dagli anni 60 ricerche nel campo dei servomeccanismi, che hanno riguardato tre linee principali: strumentazione di misura, controllo e regolamentazione automatica; comandi a distanza e sistemi di manipolazione remotizzata; progettazione e sviluppo di sistemi meccanici di precisione. Tra le varie apparecchiature comandate a distanza, presso il Centro Casaccia sono stati progettati e costruiti negli anni 60 due servomanipolatori del tipo MASCOT. Il prototipo MASCOT 1 (foto a fianco) è stato installato nell'impianto di irraggiamento del reattore del CAMEN di Pisa, il prototipo MASCOT III nell'impianto di ritrattamento ITREC del Centro Ricerche Trisaia. La licenza di costruzione del MASCOT III è stata ceduta all'industria; si tratta di uno dei primi esempi di trasferimento all'industria dei risultati delle ricerche applicate svolte dal CNEN.



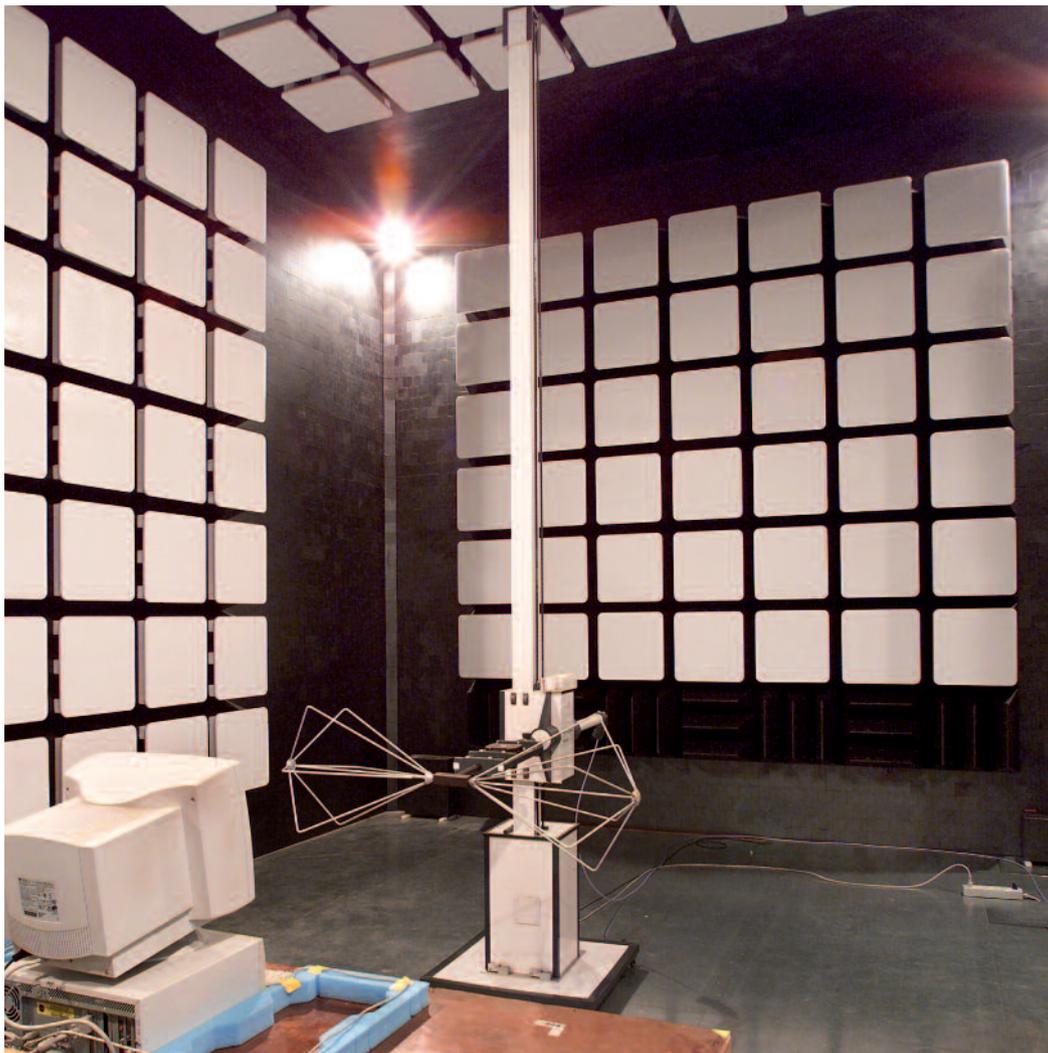
Simulatore di ingegneria

Il simulatore di ingegneria ES-1000 è stato sviluppato negli anni 1984-85 presso il centro Westinghouse ITTC (Instrumentation, Technology & Training Center) di Pittsburg (PA, USA) ed installato nel Centro Casaccia nel maggio 1986. L'ES-1000 è stato realizzato modificando un simulatore full scope pre-esistente, relativo ad un impianto nucleare PWR Westinghouse caratterizzato da 3 circuiti di refrigerazione e da una potenza di 2775 MWt, molto simile al PWR-PUN (Progetto UNificato) italiano. Il simulatore, basato su un main system costituito da un computer SEL-GOULD Concept 32/8750 e da un gemello utilizzato come spare system, era provvisto di una consolle di comando tramite la quale gli operatori o i modellisti potevano operare l'impianto nucleare e controllare l'evoluzione dello scenario prescelto utilizzando display, tastiere, dispositivi rappresentanti componenti generici della sala controllo dell'impianto reale. Le principali funzionalità previste erano: riprodurre in tempo reale tutte le procedure operative normali e incidentali; sperimentare sequenze operative alternative; studiare sequenze incidentali; effettuare studi di interazione uomo-macchina; testare sistemi di controllo alternativi; condurre programmi di pre-addestramento operatori.



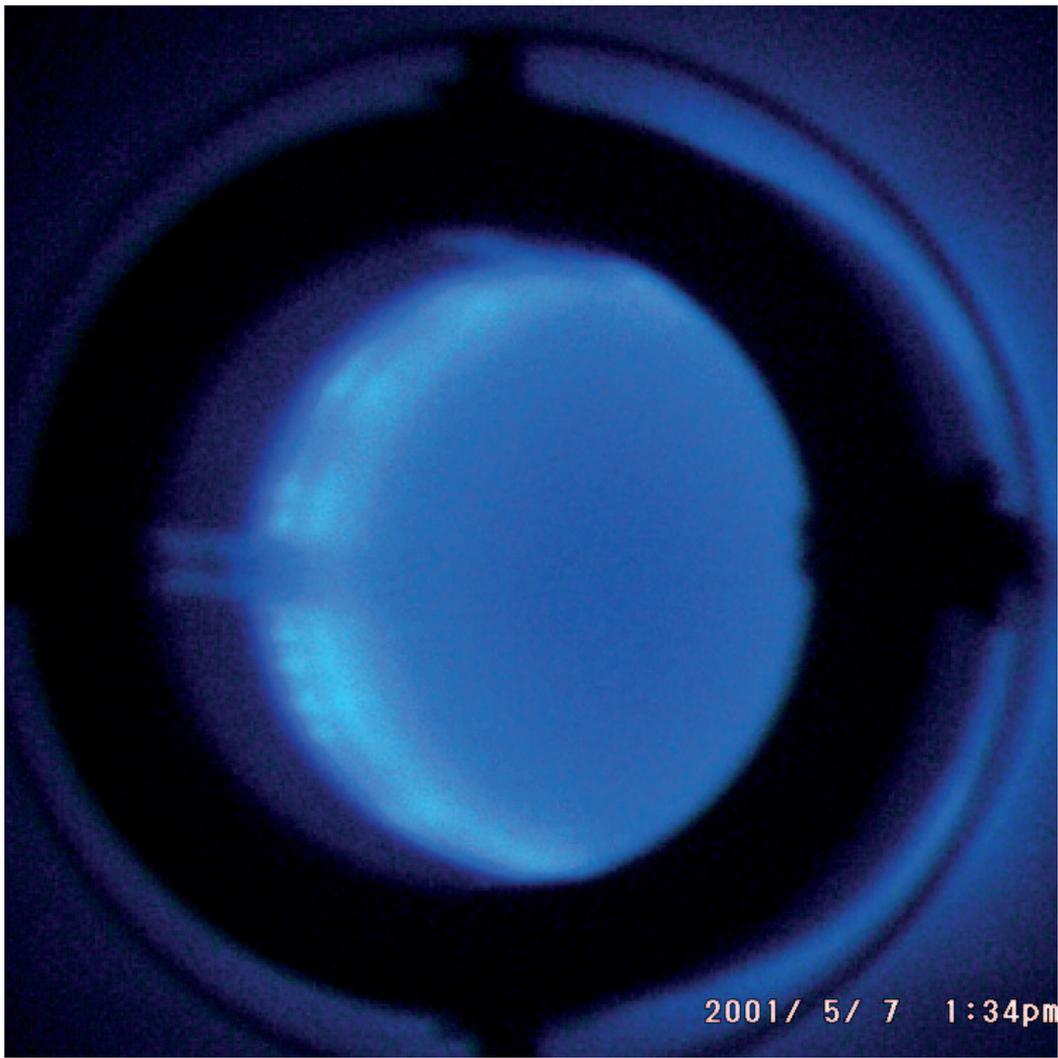
Qualificazione componenti e sistemi

Il processo di qualificazione è uno dei principi cardine di progettazione e realizzazione di impianti e, in particolare, delle centrali nucleari. Consiste nel sottoporre i sistemi, i componenti e le strutture rilevanti ai fini della sicurezza ad un complesso sistema di prove sperimentali, alle specifiche condizioni ambientali dovute ad un incidente o ad un rischio esterno, per verificare che essi continuino a svolgere le funzioni per le quali sono stati progettati con la massima affidabilità, consentendo di mantenere sotto controllo il reattore in qualunque situazione. Presso il Centro Ricerche Casaccia sono concentrati, in un unico sito, un complesso di importanti laboratori e infrastrutture sperimentali di prova in cui è possibile condurre l'intero processo di qualificazione di componenti, dispositivi e sistemi inerenti la sicurezza nucleare: il Laboratorio di Prove Dinamiche ed Ambientali, il Laboratorio di Compatibilità Elettromagnetica (foto a fianco), l'Impianto di Irraggiamento Gamma "Calliope", l'Impianto "Vapore". Presso la Casaccia ed altri Centri ENEA sono presenti, inoltre, competenze tecnico-scientifiche e una serie di laboratori in grado di offrire un ampio ventaglio di ricerche, misure e prove a supporto dell'attività di qualificazione, dallo stadio di studio preliminare, alla fase di pre-qualifica fino al supporto alle verifiche funzionali durante il processo di qualifica vero e proprio.



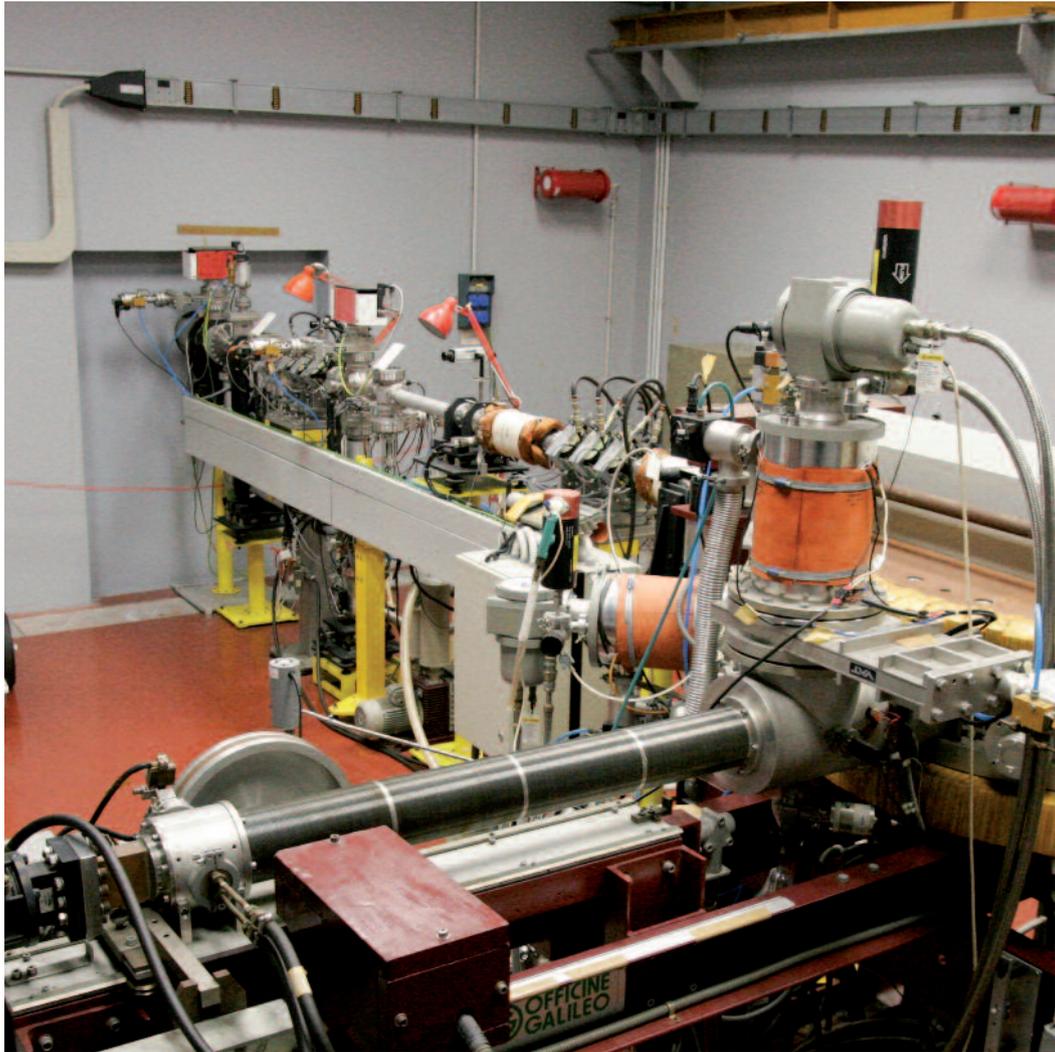
CALLIOPE

L'impianto di irraggiamento γ CALLIOPE, progettato e realizzato dal CNEN nel 1970, è una facility di tipo a piscina, con sorgente radioisotopica di ^{60}Co (energia $\approx 1,25$ MeV). L'impianto è utilizzato per attività di ricerca e servizio: irraggiamenti gamma di rilevanza scientifica e industriale; servizio di irraggiamento con emissione di certificazione dosimetrica; attività di ricerca e didattica con Università ed Enti di Ricerca; laboratorio dosimetrico. Le principali applicazioni riguardano: lo studio degli effetti dell'irraggiamento γ sulle proprietà chimico-fisiche dei materiali (polimeri, fibre ottiche, cristalli e amorfi); esperienze in campo biologico finalizzate alla messa punto di processi di risanamento nel settore agroalimentare, ambientale e recupero di beni culturali; l'irraggiamento di componenti dell'industria aerospaziale, nucleare ed elettronica in condizioni che riproducono l'ambiente radioattivo ostile nel quale questi dispositivi si troveranno a lavorare.



Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti

Presso il Centro Ricerche Casaccia opera l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI), che svolge in Italia la funzione di Istituto Metrologico Primario nel settore delle radiazioni ionizzanti in base al ruolo assegnato all'ENEA dalla Legge n. 273/1991. L'Istituto svolge anche le funzioni previste dal D. Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e dal D. Lgs. 27 maggio 2000, n. 241 in relazione all'obbligo di taratura e ai criteri di approvazione degli strumenti di misura delle radiazioni ionizzanti per l'esercizio della radioprotezione. L'INMRI realizza i campioni nazionali primari per la misura delle radiazioni ionizzanti. L'esistenza di questi sistemi campione è il presupposto per garantire a livello nazionale l'affidabilità delle misure delle radiazioni ionizzanti in tutti i settori d'interesse e la loro riferibilità a livello internazionale. I sistemi campione sviluppati presso l'INMRI comprendono circa 20 linee sperimentali per la misura assoluta delle grandezze associate alle radiazioni ionizzanti. A questi apparati di misura sono associati impianti d'irraggiamento (per radiazione alfa, beta e gamma), macchine a raggi x, sorgenti neutroniche, sorgenti di numerosi radionuclidi, un acceleratore di elettroni da 20 MeV (foto a fianco).



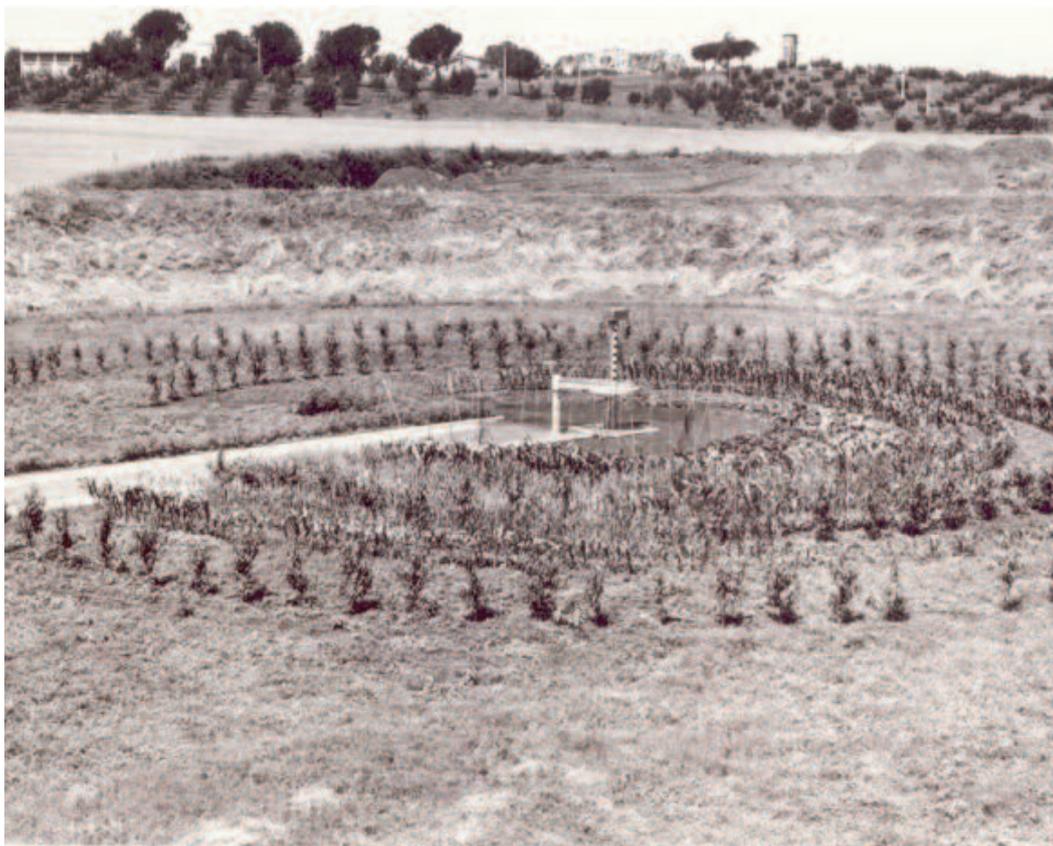
Radioprotezione

Il primo Whole Body Counter (foto a fianco) è entrato in funzione nel Centro Ricerche Casaccia nel 1966 ed era utilizzato per la misura in vivo della radioattività gamma delle persone. Era una delle apparecchiature utilizzate nelle attività di radioprotezione che sono andate nel tempo consolidandosi all'interno dell'Ente fino alla costituzione dell'Istituto di Radioprotezione. L'Istituto, presente in molti Centri ENEA, oltre a garantire il rispetto della normativa di radioprotezione per le attività ENEA, svolge attività di ricerca e qualificazione. In costante rapporto e confronto con la realtà internazionale (i.e. ICRP, ICRU, IAEA, EURADOS, ISPRA, ISO, IEC, UNI), l'Istituto è in grado di fornire servizi tecnici specialistici di radioprotezione: servizi di dosimetria esterna personale ed ambientale per tutti i tipi di radiazione; servizi di monitoraggio per contaminazione interna per radionuclidi emettitori alfa, beta e gamma (misure in vivo, con Whole Body Counter, e misure in vitro su campioni biologici); servizi di misure di radioattività (fisiche, chimiche o radiochimiche) per tutti i radionuclidi di interesse nucleare o i radionuclidi naturali, su campioni ambientali, alimentari o assimilati potenzialmente contaminati provenienti da impianti o infrastrutture; servizi di monitoraggio della concentrazione di gas radon, dei radionuclidi figli, indici di concentrazione thoron e consulenze per valutazioni di rischio da radionuclidi naturali o alfa emettitori; servizi di taratura per strumenti e rivelatori di radiazioni.



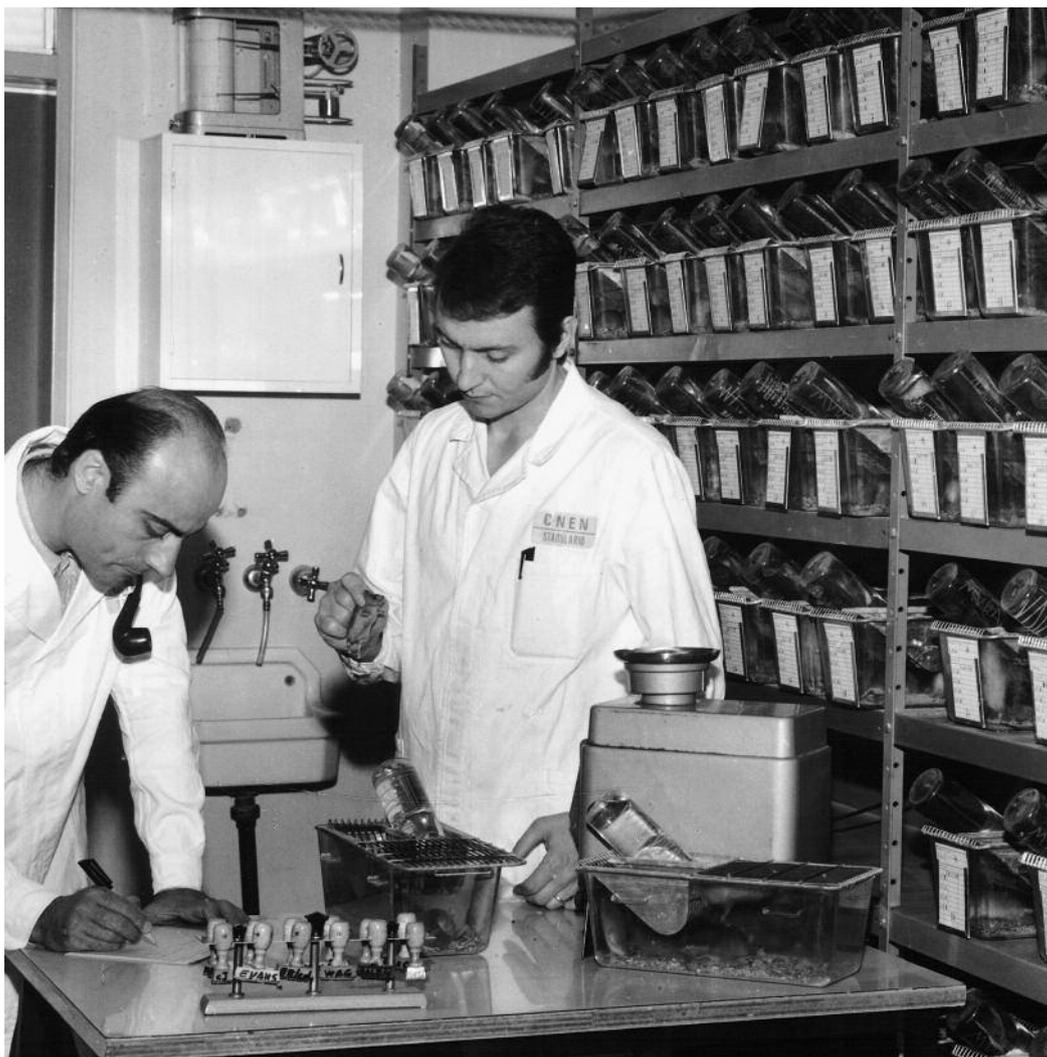
Ricerche sugli effetti e applicazioni delle radiazioni in agricoltura

Il Campo gamma del Centro Casaccia (foto a fianco) ha costituito la prima area sperimentale dei paesi della Comunità europea dell'energia atomica (Euratom) per le applicazioni dell'energia nucleare in agricoltura. Realizzato nel 1960, è stato utilizzato per lo studio degli effetti radiobiologici e per la mutagenesi delle piante. Era una delle infrastrutture del Laboratorio di genetica vegetale poi divenuto Laboratorio per le Applicazioni delle Radiazioni in Agricoltura. Il Laboratorio era nato a seguito della Conferenza di Ginevra Peaceful Uses of Atomic Energy, in cui erano emerse quattro proposte di ricerca, interessanti per l'agricoltura italiana: "l'induzione di mutazioni nel migliorare le colture agrarie; un nuovo mezzo di lotta biologica...la tecnica degli insetti sterilizzati con irradiazione gamma; l'applicazione del metodo dei radioisotopi allo studio delle relazioni terreno-fertilizzanti-pianta; l'irradiazione degli alimenti al fine di assicurarne la conservazione". Nel Laboratorio CNEN tali linee si svilupparono molto rapidamente e, nel corso degli anni, hanno sempre rappresentato un filo conduttore per le ricerche ENEA: dalla radiogenetica attraverso le colture in vitro e l'ingegneria genetica fino alle attuali scienze omiche; dalla tecnica dell'insetto sterile alla protezione delle colture agrarie e alla produzione integrata; dai radioisotopi alla NMR e alla gestione degli ecosistemi; dalla irradiazione delle derrate alimentari alle mild technologies e alla diagnostica avanzata nell'industria alimentare.



Ricerche sugli effetti delle radiazioni in organismi animali

Gran parte delle ricerche di radiobiologia e di radiotossicologia si basa sull'uso di animali da esperimento, tipicamente piccoli roditori. A tale scopo il CNEN ha sviluppato tecniche di allevamento, selezione e produzione di specie animali. Lo Stabulario del CNEN (foto a fianco), è stato realizzato nel 1966 per l'allevamento e la selezione di ceppi puri di animali da utilizzare in ricerche di radiobiologia e protezione sanitaria, ed era uno dei più moderni in Europa. Nel corso degli anni, gli studi hanno riguardato soprattutto gli effetti delle radiazioni su roditori. Le ricerche erano orientate allo studio dei meccanismi del danno radiobiologico a vari livelli, dalle macromolecole all'intero organismo. Gli esperimenti sugli effetti a breve e a lungo termine, utilizzando diverse qualità di radiazioni sia ionizzanti che non-ionizzanti, hanno contribuito allo sviluppo di protocolli di irraggiamento di supporto alla radioterapia e all'avanzamento delle conoscenze, fondamentali e applicate, in campo radiobiologico e radioprotezionistico.



Tecniche nucleari applicate ai beni culturali

Risalgono agli inizi degli anni 80 le prime attività ENEA volte alla conoscenza, conservazione, fruizione e valorizzazione del patrimonio artistico e culturale del Paese. Partendo dal bagaglio scientifico accumulato con le attività di ricerca e sviluppo nel settore nucleare, i tecnici ENEA hanno iniziato, a fianco degli esperti del settore dei beni culturali, un processo di adattamento, orientamento ed ampliamento delle proprie conoscenze tecnologiche per rispondere alla specifica domanda proveniente dal settore. Negli interventi diagnostici effettuati su opere d'arte sono state utilizzate tecniche basate sull'uso di radiazioni, ionizzanti e non, e particelle, quali: fluorescenza x, radiografia e gammagrafia, riflettografia infrarossa, spettrofotometria colorimetrica, attivazione neutronica. Gli interventi di diagnostica eseguiti hanno permesso di suggerire cure mirate per il restauro di alcune importanti opere d'arte, quali la Danae del Correggio, la Croce di Giotto in S. Maria Novella a Firenze (foto a fianco), la Buonaventura del Caravaggio, gli affreschi di Raffaello, quelli di Giotto nella Basilica di Assisi, i mosaici della Cappella del Sancta Sanctorum e quelli di S. Clemente a Roma, i materiali lapidei della Biblioteca di Adriano ad Atene e la Chimera di Arezzo. Agli oltre 1000 interventi diagnostici effettuati, si sono affiancati studi più complessi e completi, finalizzati a contribuire alla interpretazione dei processi creativi, in cui sono state utilizzate anche tecnologie analitiche innovative.



**Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione**

**A cura di: Diana Savelli
Grafica: Cristina Lanari**

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA (Frascati)

Ottobre 2010

