



Giunte e Commissioni

RESOCONTO STENOGRAFICO

n. 3

N.B. I resoconti stenografici delle sedute di ciascuna indagine conoscitiva seguono una numerazione indipendente.

8^a COMMISSIONE PERMANENTE (Ambiente, transizione ecologica, energia, lavori pubblici, comunicazioni, innovazione tecnologica)

**INDAGINE CONOSCITIVA IN MATERIA DI ENERGIA
PRODOTTA MEDIANTE FUSIONE NUCLEARE**

105^a seduta: martedì 26 marzo 2024

Presidenza del presidente FAZZONE,
indi del vice presidente BASSO

INDICE**Audizione del professor Piero Martin**

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------|------------|
| PRESIDENTE: | | * MARTIN | Pag. 3, 12 |
| - FAZZONE | Pag. 3, 10, 11 e <i>passim</i> | | |
| TREVISI (M5S) | 11 | | |

Audizione di rappresentanti del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR)

| | | | |
|-------------------|-------------|------------------|---------|
| PRESIDENTE: | | FABRIS | Pag. 13 |
| - BASSO | Pag. 13, 19 | | |

N.B. L'asterisco accanto al nome riportato nell'indice della seduta indica che gli interventi sono stati rivisti dagli oratori

Sigle dei Gruppi parlamentari: Civici d'Italia-Noi Moderati (UDC-Coraggio Italia-Noi con l'Italia-Italia al Centro)-MAIE; Cd'I-NM (UDC-CI-NcI-IaC)-MAIE; Forza Italia-Berlusconi Presidente-PPE: FI-BP-PPE; Fratelli d'Italia: FdI; Italia Viva-Il Centro-Renew Europe: IV-C-RE; Lega Salvini Premier-Partito Sardo d'Azione: LSP-PSd'Az; Movimento 5 Stelle: M5S; Partito Democratico-Italia Democratica e Progressista: PD-IDP; Per le Autonomie (SVP-PATT, Campobase): Aut (SVP-PATT, Cb); Misto: Misto; Misto-ALLEANZA VERDI E SINISTRA: Misto-AVS; Misto-Azione-Renew Europe: Misto-Az-RE.

Intervengono, ai sensi dell'articolo 48 del Regolamento, il professor Piero Martin e, per il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il dottor Stefano Fabris, direttore del Dipartimento scienze fisiche e tecnologie della materia.

I lavori hanno inizio alle ore 14,35.

Presidenza del presidente FAZZONE

SULLA PUBBLICITÀ DEI LAVORI

PRESIDENTE. Comunico che, ai sensi dell'articolo 33, comma 4, del Regolamento del Senato, è stata richiesta l'attivazione dell'impianto audiovisivo a circuito chiuso, nonché la trasmissione televisiva sui canali *web* e satellitare del Senato della Repubblica, e che la Presidenza ha fatto preventivamente conoscere il proprio assenso. Poiché non vi sono osservazioni, tale forma di pubblicità è adottata per il prosieguo dei lavori.

Avverto inoltre che, previa autorizzazione del Presidente del Senato, la pubblicità della seduta odierna è assicurata anche attraverso il resoconto stenografico.

PROCEDURE INFORMATIVE

Audizione del professor Piero Martin

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca il seguito dell'indagine conoscitiva in materia di energia prodotta mediante fusione nucleare, sospesa nella seduta del 12 marzo.

È oggi prevista l'audizione del professor Piero Martin, ordinario di fisica sperimentale presso il dipartimento di fisica e astronomia dell'Università di Padova.

Ringrazio il nostro ospite per aver accettato il nostro invito e gli cedo la parola.

MARTIN. Signor Presidente, onorevoli senatrici e senatori, grazie innanzitutto dell'invito. Il Presidente mi ha già presentato: io lavoro all'Università di Padova, ma in realtà in questo momento divido la mia attività fra Padova, Frascati, dove svolgo il ruolo di responsabile dell'attività di fisica nell'esperimento DTT (*Divertor Tokamak Test*) e qui a Roma, dove sono attualmente distaccato presso il Centro linceo interdisciplinare « B. Segre » dell'Accademia Nazionale dei Lincei. Sono *fellow dell'American*

physical society e credo che questo sia un aspetto significativo soprattutto per ciò che riguarda – e toccherò questi aspetti nel corso della mia conversazione – le relazioni internazionali.

Vorrei iniziare con una serie di nomi, forse in maniera un po' inusuale. Sono nomi di battesimo: Giacomo, Francesca, Stefano, Andrea e potrei farne anche altri. Questi nomi mi hanno colpito perché sono di ricercatori italiani che ho avuto l'occasione di incontrare in una recentissima visita che ho fatto insieme al presidente della DDT S.c.a.r.l., Francesco Romanelli negli Stati Uniti, di cui racconterò in seguito, nel corso della quale ho riscontrato un interesse molto forte verso le nostre attività di fusione. Ebbene, queste persone sono ricercatrici e ricercatori che hanno studiato in Italia e che ora lavorano negli Stati Uniti. Come loro ce ne sono tanti nei laboratori europei e tanti anche in Italia: Lidia, Paolo, Matteo sono ex studenti che nei nostri laboratori e nelle nostre università hanno vinto, ad esempio, il premio europeo per la miglior tesi di dottorato nel campo della fusione, che quindi è stato vinto da ben tre studenti italiani.

Ho deciso di partire da qui, perché in qualsiasi ragionamento che facciamo immagino che le persone siano la nostra più importante risorsa, sia per ciò che riguarda la fusione, ma direi in generale per l'avvenire di qualsiasi impresa scientifico-tecnologica. Venendo appunto a quello di cui oggi parliamo, vorrei ricordare che proprio in tema di persone c'è un filo rosso che lega, da Enrico Fermi ad oggi, la fisica nucleare italiana. Per certi versi, se pensiamo all'energia nucleare e pensando ad Enrico Fermi, potremmo definirla – forse con una piccola esagerazione, ma non troppo – come *made in Italy*.

Vorrei partire da questo punto e aggiungere che nelle nostre università e nei nostri laboratori stiamo formando i protagonisti del futuro. Questa rete è davvero di notevole livello. Voi avete sentito nelle scorse settimane in grande dettaglio cos'è la fusione. Avete sentito parlare di alcune tra le principali realtà italiane: l'ingegner Dialuce, il professor Romanelli e l'ingegner Monti sono illustri colleghi che vi hanno dato davvero molti dettagli sul tema. Vorrei evitare di ripetere i loro discorsi che sono importanti, ma, appunto, li avete già sentiti e vorrei invece provare ad affrontare il tema del perché oggi, a mio giudizio, ha senso lavorare e sviluppare la fusione in Italia.

Parto da una considerazione generale e faccio cenno ad un argomento di cui siamo tutti consapevoli, che è l'emergenza climatica. Abbiamo sentito molto parlare della COP 28 e, proprio l'anno scorso, dell'aggiornamento dello scenario dell'Agenzia internazionale dell'energia sulle emissioni zero; quello scenario che dovrebbe portarci, entro il 2050, ad azzerare le emissioni nette. Se leggiamo con attenzione, ciascuno di questi scenari – io ne ho citato uno, ma immagino ne conosciate molti altri di ragionevoli e seri – asserisce che propone una strada, non « la » strada, perché chiaramente non ci sono soluzioni uniche. Sappiamo qual è l'obiettivo finale: arrivare al 2050 con emissioni nette pari a zero a fronte di un consumo di elettricità che andrà via via crescendo e che do-

vrà essere supportata e provvista in gran parte, per frazioni fino al 90 per cento, da energie rinnovabili; dobbiamo cioè assolutamente arrivare ad un'economia elettrica.

Lo scenario previsto dalla IEA (*International energy agency*) nel 2023 definisce l'elettricità il nuovo petrolio. È un dato di fatto. Occorre naturalmente considerare che oggi ancora il 60 per cento dell'elettricità che usiamo deriva da fonti fossili e questo è decisamente un punto di partenza, chiaramente non banale. Per passare da questo 60 per cento a zero, a fronte di una richiesta di energia elettrica che andrà crescendo (pensate a tutte le grandi applicazioni che si faranno dell'energia elettrica a partire dalla mobilità), la mia personale opinione è che non sia davvero possibile permetterci di lasciar da parte nessuna delle possibili soluzioni che permettano di evitare le emissioni di CO₂.

Se posso fare un esempio, che magari riguarda molti di noi, se abbiamo dei risparmi da investire, difficilmente li investiremo tutti in azioni, in obbligazioni o in BOT, ma cercheremo di diversificare, di comporre un paniere, un portafoglio. Ho l'impressione che anche per ciò che riguarda l'energia sia fondamentale costruire un paniere, che non trascuri nulla, naturalmente libero da CO₂.

A questo punto vorrei arrivare alla mia prima parola chiave (articolerò il discorso attraverso una serie di parole chiave). Quello che stiamo facendo noi nelle università e negli enti di ricerca non è tanto una sfida « contro ». Il mondo non ha davanti una sfida rinnovabili contro nucleare, pubblico contro privato, pragmatismo contro creatività e quant'altro. La nostra è una sfida « per », e quindi il mio primo punto, la mia parola chiave iniziale è alleanza. Ci deve essere una forte alleanza fra tutti gli attori coinvolti. Da questo punto di vista sono veramente contento e vi ringrazio per questa iniziativa preziosa, perché tutti insieme dobbiamo lavorare ad un'alleanza per un futuro sostenibile.

Ebbene, in questa alleanza l'energia elettrica di origine nucleare rappresenta una parte significativa del paniere. A tale proposito è bene chiarire che energia nucleare ed energie rinnovabili sono assolutamente complementari. Lo dico perché spesso si cade nell'equivoco di pensare l'energia nucleare come alternativa ad altre possibilità, come le rinnovabili. Noi sappiamo che tutti gli scenari prevedono la maggioranza dell'apporto di energia proveniente da fonti rinnovabili, ma il nucleare è una polizza di assicurazione, cioè è quello che consente sostanzialmente una transizione sostenibile dal punto di vista ambientale e finanziario. Dobbiamo tener presente, infatti, che la transizione deve essere fatta anche in maniera sostenibile per ciò che riguarda le economie, a partire da quelle dei Paesi per arrivare anche ai cittadini. Il nucleare ha la grossa funzione di ridurre i rischi. All'interno di questo quadro, la fusione, di cui oggi parliamo (e arrivo al punto fondamentale) è indispensabile, a mio giudizio, per una transizione energetica che sia allo stesso tempo sicura e sostenibile.

Secondo i sondaggi, ciò che sto dicendo relativamente alla fusione – ma in generale per i nuovi sviluppi dell'energia nucleare – comincia a

essere colto. C'è un interessante sondaggio della SWG risalente ad ottobre 2023, che senz'altro avrete visto e che, anche con una certa sorpresa da parte mia, evidenzia come oggi solo un italiano su quattro sia apertamente contrario al nucleare. Questa percentuale – l'altro aspetto che ho trovato assai interessante – tra i giovani dai diciotto ai trentaquattro anni scende al 18 per cento. Si deve fare i conti con questo dato: nel 2050, chi oggi ha diciotto anni ne avrà quarantaquattro, cioè sarà nel pieno nella sua vita, quindi sono persone che vivranno quello di cui oggi stiamo parlando.

L'altro aspetto interessante che emerge da questo sondaggio è che l'informazione è cruciale. Chi è al corrente delle nuove tecnologie è in larga maggioranza favorevole. Un aspetto fondamentale sul quale non nego che anche la mia comunità spesso è stata carente in passato e sulla quale stiamo lavorando è quello della trasparenza, della conoscenza dell'informazione e della divulgazione. Ancora una volta, quindi, vi ringrazio per l'occasione che ci date. La fusione rientra quindi, secondo me, all'interno di un percorso di lungimiranza – un'altra parola chiave fondamentale – che ci permette di immaginare quale sarà il futuro delle nostre scelte energetiche.

Finora ho posto l'accento, parlando anche della COP 28, su quanto la transizione energetica sia una questione ambientale, ma naturalmente sfondo una porta aperta ricordando che oggi, in realtà, è anche una enorme questione strategica. La guerra in Ucraina è purtroppo lì a ricordarcelo quotidianamente, come anche ciò che succede in altri settori del mondo, sempre con problemi legati all'energia. È inoltre una questione economica e finanziaria. Pensate a cosa vuol dire, soprattutto per i Paesi in via di sviluppo e i mercati asiatici, la transizione ecologica con un passaggio all'elettrificazione molto forte. Sono opportunità enormi per chi dispone della necessaria conoscenza. Poi – lasciatemi aggiungere un tema che mi sta a cuore – è anche una questione di giustizia. Il fattore giustizia, il fattore etico nel tema della transizione energetica, sta emergendo fortemente in molti ambienti. Sapete che ci sono circa 800 milioni di persone che ancora non dispongono di energia elettrica e, oltre a qualsiasi importantissima questione etica, anche questo si ripercuote su questioni strategiche. Pensiamo al grande tema delle migrazioni e a quanto la carenza di energia può spingere i migranti verso l'Europa.

La fusione, ancora una volta, è parte di questa risposta: ha una grande tradizione di collaborazione internazionale; utilizza combustibili diffusi; è estremamente sicura (ne avete sentito molto parlare dai miei illustri predecessori); soprattutto, come ha specificato bene il professor Romanelli la settimana scorsa, è giunta ormai ad un elevato livello di maturità. Abbiamo le teorie che confermano i risultati che otteniamo; abbiamo soluzioni che, come Romanelli ha detto, magari non sono perfette ma ci sono; siamo entrati in una fase di approccio a soluzioni industriali, naturalmente sempre accompagnate da un'intensa attività di ricerca. Come Romanelli ricordava, se costruiamo le condizioni, possiamo intraprendere la costruzione di un impianto dimostrativo di potenza. Siamo

passati da una fase puramente scientifica che ha caratterizzato molti anni ad una fase che oggi è fortemente pilotata dalla tecnologia e dalla possibilità di realizzare soluzioni che saranno poi implementate.

D'altra parte, sono solo un modesto portavoce di quanto sta accadendo nel mondo, perché un altro aspetto fondamentale è l'attenzione a ciò che accade a livello internazionale e che ormai va ben oltre le mura delle università o dei centri di ricerca, ma è qualcosa che interessa le grandi economie. Non occorre che citi ad esempio le recenti dichiarazioni dell'inviato degli Stati Uniti Kerry, ma soprattutto l'iniziativa dell'amministrazione Biden-Harris, che ha lanciato nel 2022 una « *bold decadal vision to accelerate fusion* ». L'amministrazione Biden, alla Casa Bianca, inserisce la fusione fra i pilastri della transizione energetica. Negli Stati Uniti sono stati investiti, negli ultimi due anni, oltre 6 miliardi di dollari di privati, cioè di soldi che non escono dal bilancio federale. Lo dico per darvi un'idea perché 6 miliardi posso essere tanti o pochi a seconda di ciò a cui li si paragona, ma la quota del bilancio federale degli Stati Uniti dedicata alla fusione non credo superi il miliardo di dollari all'anno.

Facciamo ora un salto verso un altro grande attore, la Cina, che sostiene con convinzione il progetto ITER e il programma internazionale, di cui vi parlerò brevemente dopo, ma che in parallelo sta sviluppando un forte programma nazionale. Anche questo è molto interessante dal punto di vista geopolitico, perché una grande potenza come la Cina sta sviluppando un doppio percorso parallelo: da un lato lavora con noi su ITER e dall'altro sta sviluppando il suo reattore dimostrativo da 1,5 gigawatt, oltre ad una sorta di cittadella della scienza della fusione che si chiama *Comprehensive research facility for fusion technology*. La Cina sta davvero investendo in maniera assai significativa.

Per quanto riguarda l'Europa, la Gran Bretagna ha lanciato il programma STEP con la sua agenzia, che porta un fortissimo coinvolgimento dell'industria, che nasce naturalmente anche a seguito della *Brexit*, o in parallelo alla *Brexit*, ma che oggi ha assunto una rilevanza a livello europeo davvero importante.

Vorrei citare un ultimo esempio, dal quale mi collegherò al caso italiano, perché secondo me è significativo: la Germania nel corso dello scorso anno, insieme alla Francia, ha lanciato una nuova iniziativa industriale che si chiama Gauss Fusion; se aprite il sito *web*, vedete la seguente dichiarazione di intenti principale: « *leading European industries to build fusion power plants* » cioè « accompagnare l'industria europea a costruire impianti di potenza di fusione ». Fanno anche l'esempio del Gauss GIGA-Kraftwerk, previsto per il 2045. Mi ha incuriosito, e la mia sembra quasi una battuta: il sito è in inglese ma il nome del progetto è tedesco; è una iniziativa privata ma supportata dai principali enti di ricerca tedeschi, tra i quali prima di tutto il Max Planck Institut e il *Karlsruhe Institute of Technology*, cioè realtà molto grandi. Io ho avuto il piacere di lavorare sei anni a Monaco di Baviera presso il Max Planck Institut: sono realtà di grandissimo valore. Il fatto che siano dietro questi

progetti ci deve far pensare. Se voi guardate le recenti dichiarazioni della Ministra della scienza e del Ministro dell'economia e della transizione energetica tedeschi vedrete il livello di supporto e l'aumento dei finanziamenti che la Germania sta mettendo sulla fusione.

L'aspetto che secondo me è estremamente importante è questa dichiarazione: « *leading European industries* »: la Germania si è autoattribuita una patente di guida a livello europeo. Peccato però che l'industria della fusione oggi sia soprattutto italiana; peccato che in Italia stiamo costruendo uno dei più grandi esperimenti al mondo di cui avete sentito dal professor Romanelli (il DTT); peccato che in Italia ci sia il più grande laboratorio di ITER dopo ITER stesso, a Padova. In Italia abbiamo una realtà di scienza, di tecnologia e di industria – ENI, ad esempio – che è unica. Ebbene, davvero vogliamo lasciare alla Germania la *leadership* su questo settore quando noi siamo partiti assai prima?

Vorrei adesso arrivare alla seconda e ultima parte della mia presentazione, ricordando e cercando di giustificare perché ho fatto questa affermazione: in Italia, come vi ho detto, abbiamo uno dei maggiori esperimenti al mondo in costruzione a Frascati, a pochi chilometri da qui, che si chiama DTT. Ve ne ha parlato ampiamente il professor Romanelli la settimana scorsa, quindi non entrerò nei dettagli, ma vorrei ricordarvi che è un esempio unico e pionieristico di alleanza tra pubblico e privato. È un *made in Italy* – diciamo così con sincerità e anche con orgoglio – che nasce nei laboratori dell'Enea, viene autorizzato nel 2017 grazie anche a un forte supporto della Banca europea per gli investimenti e oggi vede nella società consortile che lo sta costruendo una partecipazione dell'Enea al 70 per cento e dell'ENI al 25 per cento, oltre ai maggiori attori della scienza italiana come CNR, INFN e università. È un esperimento cruciale – questo dobbiamo saperlo – per il programma fusione mondiale. Quella dichiarazione d'intenti che la Gauss fa, noi la stiamo realizzando. Abbiamo un esperimento che risolverà i problemi cruciali per lo sviluppo di un reattore: attraverso DTT passa la soluzione di problemi che saranno fondamentali per i futuri reattori; è una galleria del vento. Siamo stati i pionieri su questo, diciamo così. Lo avevamo pensato prima degli altri Paesi europei.

Vi dicevo all'inizio che ho accompagnato il presidente Romanelli in queste visite presso i laboratori americani, perché c'è un interesse, che auspichiamo si concretizzi, del Dipartimento dell'energia americano ad avviare collaborazioni con DTT, con il nostro esperimento italiano. DTT è un concentrato di scienza, di tecnologia e di rapporti con l'industria che avrà, come finora ha già avuto la fusione, delle forti ricadute sulla nostra industria. Pensate alle commesse per circa 2 miliardi di euro che ITER, una grande collaborazione internazionale, ha portato all'industria italiana. Pensiamo anche a quelle che ha portato la *test facility* di Padova, alla formazione di nuove generazioni e al fatto che tipicamente la costruzione di impianti simili a DTT porta a ricadute di circa quattro volte l'investimento fatto sui territori e sul Paese che li ospita.

Poi avete sentito parlare l'ingegner Dialuce degli sforzi dell'Enea. Subito dopo di me ci sarà il dottor Fabris, che parlerà degli sforzi del CNR. Abbiamo circa 650 ricercatori *full time equivalent*, a tempo pieno, in Italia. A Padova c'è il più grande laboratorio di ITER dopo ITER stesso, che costituisce la cosiddetta *test facility* per ITER; c'è l'esperimento RFX (*Reversed field experiment*), sempre a Padova, con grande attività in termini di formazione. Sentirete Stefano Fabris che vi parlerà nel dettaglio del grande sforzo che anche il CNR porta avanti a Padova con altre iniziative. Come dicevo, l'ingegner Dialuce vi ha parlato di ciò che fa l'Enea. Io vengo da un'università come quella di Padova che ha ottocento anni di storia ed è un grandissimo polo di formazione. So che siete stati invitati a visitare i laboratori di Frascati. Se lo vorrete, estendo molto volentieri, a nome del Presidente e del direttore del Consorzio RFX, l'invito a visitare i laboratori di Padova, dove c'è un grande esperimento in costruzione e in funzionamento.

In conclusione, davvero possiamo inserirci in una dinamica strategica di rilevanza mondiale. Ho cominciato dalle persone e chiudo partendo dalle persone. Vorrei citare l'Università di Padova, la Tuscia, la Bicocca, la Statale di Milano, il Politecnico di Milano, Torino, il Politecnico di Torino, l'Università Federico II di Napoli, Pisa, Palermo, Tor Vergata; senz'altro i miei colleghi mi perdoneranno se ne ho dimenticata qualcuna. Ebbene, le principali università italiane lavorano sulla fusione; abbiamo quindici corsi universitari, di cui sei a Padova, esplicitamente dedicati alla fusione, ed oltre trenta dedicati a tematiche che riguardano in generale la fisica nucleare. L'Università di Padova e la Federico II di Napoli hanno un programma internazionale di dottorato che ha prodotto 130 dottorati dal 2010; all'Università della Tuscia c'è un programma di dottorato sull'energia e l'ambiente: un terzo dei loro dottorati ha a che fare con la fusione. Le borse in gran parte sono finanziate da aziende, quindi c'è davvero una fortissima collaborazione.

Vi è quindi un alto livello di accordo tra istituzioni accademiche ed enti di ricerca su quanto la formazione sia cruciale per l'industria e, come ogni grande sfida tecnologica, ha bisogno di pragmatismo, ma non può fare a meno anche di creatività e conoscenza.

Prima delle conclusioni, faccio mie le parole del Presidente della Repubblica per dire che la fusione oggi può essere davvero uno degli strumenti per passare dalla fuga dei cervelli alla circolazione dei talenti, come il presidente Mattarella ha detto il 2 giugno dello scorso anno.

In conclusione, la fusione chiaramente è un elemento chiave della soluzione di un problema strategico. Oggi è un settore fiorente e l'Italia ha seminato molto. Vogliamo davvero lasciar raccogliere ad altri quello che abbiamo seminato? Davvero vogliamo andare al traino in Europa di altre nazioni o vogliamo giocare da protagonisti, come possiamo essere e sederci al tavolo dei grandi? Attenzione, infatti, perché il rischio è di subire le scelte di altri, quando in realtà noi siamo stati e siamo pionieri. L'alternativa è invece essere protagonisti di una transizione ecologica che sia al contempo equa, sostenibile e giusta. La fusione, in tutto ciò, per

l'Italia è una grande risorsa, una grande opportunità. Qualcuno potrebbe commentare ironicamente se davvero pensiamo che possiamo competere con giganti come USA e Cina? Chiaramente non è velleitario e la risposta è sì. Il *made in Italy* sul settore della fusione è competitivo, ovviamente non in termini di risorse assolute (il nostro prodotto interno lordo non è quello degli Stati Uniti e neppure quello della Cina), ma in termini di conoscenza, esperienza e potenzialità, che nell'alta tecnologia contano moltissimo.

Finisco da dove ho iniziato: la pila di Fermi. Un uomo ha inventato la pila e tutto ciò conta moltissimo. Quindi se posso fare davvero un auspicio, credo che dei finanziamenti accresciuti, mirati naturalmente, e delle alleanze strategiche possano far fiorire nuove idee e potenziare i nostri programmi. Quindi davvero auspicio che insieme possiamo costruire un programma nazionale che valorizzi il *made in Italy*, che sia centrato intorno a DTT e alla nostra industria (ENI, ma anche tante altre) che sia catalizzatore degli sforzi pubblici e privati e che, come Padova stessa dimostra, sia una rete di formazione e collaborazione internazionale. Noi possiamo oggi costruire una grande filiera della fusione. Lo possiamo fare a Padova ed è naturalmente necessario un piano di investimenti a lungo termine per diventare proprietari di tecnologie che potremo poi vendere. Come diceva la IEA, l'elettricità è il nuovo petrolio; la fusione può esserne una grande parte.

Io porto occhiali progressivi, che probabilmente anche alcuni di voi usano, che permettono di vedere contemporaneamente sia da lontano che da vicino per leggere. Ebbene, vorrei che sia chiaro che quanto detto non avverrà in un lontano futuro. Certamente il nostro traguardo è a lungo termine – quello della Net Zero 2050 – ma ha un impatto anche oggi; eventuali scelte forti sulla fusione avrebbero impatto sull'economia oggi, sul lavoro e sulla formazione attuale, sulla crescita di giovani della scienza, dell'artigianato e della nostra industria. Quindi credo che sia davvero importante liberarci da tante incomprensioni del passato e lavorare insieme.

Chiudo con una citazione, di un fisico molto importante, un premio Nobel, che si chiamava Isidor Isaac Rabi, che nel 1944 vinse il premio Nobel per il principio della risonanza magnetica nucleare, che verrà poi applicato negli ospedali. Nel 1934 era professore alla *Columbia University di New York* e venne a sapere dei risultati di Fermi, in via Panisperna, a poche centinaia di metri da qui; risultati davvero rivoluzionari per l'epoca. Isidor Rabi commentò: « ora dovremmo tutti imparare l'italiano ». Ecco, faccio mia questa frase e l'auspicio che davvero la comunità scientifica, economica e finanziaria della fusione presto impari tutta l'italiano.

PRESIDENTE. Grazie, professor Martin, per il suo intervento.

I colleghi che vogliono porre domande hanno ora facoltà di intervenire.

TREVISI (M5S). Signor Presidente, magari avessimo la fusione nucleare disponibile oggi. Sarebbe veramente un passo enorme per avere energia pulita e sostenibile. Tutti ce lo auguriamo e non c'è forza politica che non voglia questo o che non voglia incentivare la ricerca nel settore. Però purtroppo i tempi non sono veloci: si parla comunque di alcuni decenni. Questo è il problema di fondo. Dovremmo capire oggi cosa possiamo fare, finanziando quanto più possibile la ricerca.

Condivido la neutralità tecnologica; il nucleare sicuramente non è alternativo alle rinnovabili, ma al momento ha una forte funzione *base load* nella curva dei carichi, quindi serve a fare energia di base come i grandi impianti termoelettrici a carbone. Poi ci sono fonti di energia come il gas naturale che rivestiranno un ruolo per la loro capacità di seguire i picchi, i carichi di energia. Le centrali a turbogas hanno proprio queste proprietà. Poi serviranno accumuli di vari tipi, ma servirà soprattutto un massiccio investimento verso le fonti rinnovabili che è la tecnologia più competitiva al momento dal punto di vista economico. Si dovrà inoltre trovare il modo di rendere questa energia da non programmabile a programmabile, potenziando gli accumuli.

Dobbiamo ovviamente guardare quello che sarà domani, ma dobbiamo agire oggi per raggiungere l'indipendenza energetica, perché i problemi sono attuali. Ben venga, quindi, la fusione nucleare, diversa dalla fissione. Non siamo contrari alla fissione nucleare, però avete visto tutti che quando è stato aperto il bando per il deposito delle scorie non c'è stato un Comune che ha voluto ospitarlo. L'unico Comune che si era detto disponibile ha poi ritirato la candidatura. Ci sono anche delle contestazioni che portano alla domanda.

Il quadro attuale è questo, dunque credo sia giusto pensare al sistema energetico del futuro, però dovremmo anche capire oggi come muoverci. Credo sia imprescindibile un massiccio finanziamento; servirebbe, secondo me, un nuovo PNRR europeo a favore della transizione energetica, perché come l'Europa chiede nuovi obiettivi, così deve farsi carico degli Eurobond per finanziare questa nuova, impellente urgenza. Oggi credo non ci sia strada alternativa. Ben venga la fusione, quando sarà pronta, però l'unica soluzione credo sia investire massicciamente sulle rinnovabili. Penso lo condivida anche lei come pensiero.

PRESIDENTE. Personalmente, per quanto questo discorso sia giusto, siamo qui per capire, discutere e comprendere bene cos'è la fusione. Siamo tutti convinti che nell'immediato dobbiamo lavorare per migliorare sempre di più le energie rinnovabili, che in tutti i casi, anche in futuro, dovranno coesistere con l'eventuale realizzazione della fusione. Siamo qui a parlare di fusione proprio per cercare di capire bene cosa sia e spingere eventualmente per far sì che, grazie all'orgoglio di cui ci ha parlato il professor Martin, si possa avere la possibilità di fare qualcosa anche in Italia, essere noi attori principali e non inseguire altri su studi che sono stati fatti nel nostro Paese. Il tema è importante.

Non parliamo di quello che dobbiamo fare, perché lo sappiamo. Stiamo vivendo la situazione attuale in maniera diversa e dovrebbe essere sempre migliorata, ma dobbiamo anche saper organizzare il futuro. Se non organizziamo il futuro attraverso la conoscenza dei problemi e anche attraverso interventi legislativi che favoriscano questi processi, noi non ci arriveremo e saremo dietro agli altri.

MARTIN. Senatore Trevisi, la ringrazio per il suo intervento.

Volevo tornare un attimo all'analogia un po' scherzosa ma in realtà molto seria che ho fatto a proposito degli occhiali. Lei ha certamente ragione a dire che dobbiamo guardare al presente e anche al futuro. Il mio discorso era esattamente questo. Noi abbiamo bisogno di soluzioni che traggano al 2050 e che siano già oggi efficaci. Ebbene, mi è chiaro ovviamente che la fusione non è disponibile oggi, ma mi è altrettanto chiaro che può diventare protagonista nel medio termine. Così come dicevo prima, a mio giudizio la fusione ha il grande vantaggio di permetterci oggi di guardare sia a medio termine che a breve termine, perché investire oggi sulla fusione vuol dire investire su tecnologie, vuol dire investire su industria, vuol dire – lasciatemi usare una parola – investire sul *made in Italy* in senso ampio, industriale, formativo e scientifico, il che ha ricadute oggi, non fra venti o trent'anni. Questo, secondo me, è davvero importante, perché ci porta ad avere in portafoglio – come anche il Presidente diceva – la possibilità di costruire da oggi tecnologie che un domani il nostro Paese potrà, in senso lato, vendere, il che è fondamentale.

Da questo punto di vista è altrettanto importante l'indipendenza energetica – uso il termine che lei ha introdotto – ma a mio modesto parere pensare a un'indipendenza energetica nazionale è molto complicato, perché ormai le reti sono estremamente interconnesse. Noi credo dovremmo ragionare almeno come Europa, come protagonisti europei, ed entrare in un mercato globale. Da questo punto di vista credo che la fusione possa aiutare. Vorrei quindi ribadire ancora una volta che credo che nessuno della nostra comunità sia « contro », ma davvero invito tutti a lavorare insieme. Non c'è uno contro l'altro. Abbiamo tutti chiare le scadenze temporali, sappiamo cosa viene prima e cosa viene dopo, ma dopo il 2050 ci sarà il 2051, il 2052 e così via e abbiamo il dovere di pensare anche a chi ci sarà in quegli anni.

PRESIDENTE. Ringrazio il professor Martin per il suo intervento. Suspendo brevemente la seduta.

I lavori, sospesi alle ore 15,10, sono ripresi alle ore 15,20. I lavori proseguono in altra sede dalle ore 15,20 alle ore 15,30.

Audizione di rappresentanti del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR)

Presidenza del vice presidente BASSO

PRESIDENTE. È ora prevista l'audizione del dottor Stefano Fabris, direttore del dipartimento di scienze fisiche e tecnologie della materia del Consiglio nazionale delle ricerche.

Ringrazio il nostro ospite per aver accettato l'invito a partecipare ai nostri lavori e gli cedo subito la parola.

FABRIS. Signor Presidente, saluto e ringrazio tutti per l'invito a relazionare a questa Commissione. Il Consiglio nazionale delle ricerche, come sapete, è il più grande ente pubblico di ricerca del Paese, ha una consolidata tradizione nel settore della fusione nucleare, contribuisce con attività di ricerca scientifica e di ricerca tecnologica, che si svolgono principalmente nell'ambito del dipartimento scienze fisiche e tecnologie della materia che ho l'onore di dirigere.

Vorrei iniziare questa relazione partendo da una notizia, che forse avete letto sulla stampa. A fine ottobre dello scorso anno è stato raggiunto il nuovo *record* mondiale di energia prodotta da una reazione di fusione nucleare. Questo è stato fatto durante una campagna sperimentale svolta presso l'infrastruttura europea denominata JET (*Joint european torus*). Questo esperimento ha dimostrato definitivamente le potenzialità dell'utilizzo del combustibile deuterio-trizio, che è importante perché questa miscela di combustibile è alla base del funzionamento delle future macchine, ITER in particolare, ma anche della macchina che si costruirà dopo ITER, denominata DEMO. L'obiettivo di DEMO è proprio la dimostrazione scientifica e tecnologica della possibilità di usare la fusione come fonte di energia pulita, sicura e virtualmente inesauribile.

Quello che vorrei osservare in questa mia introduzione è che questo campo, questo panorama internazionale sta evolvendo molto rapidamente. Il settore della fusione ha recentemente registrato un'accelerazione non solo grazie al raggiungimento di questi obiettivi, come il *record* di cui ho parlato poc'anzi, ma grazie anche all'impulso che viene da nuovi attori, sia privati che pubblici, che manifestano un forte interesse anche di natura commerciale nel settore.

Come si posiziona l'Italia in questo campo? L'Italia ha costruito, nel corso degli ultimi sessant'anni, un percorso che l'ha portata a emergere come protagonista a livello globale. È senz'altro un punto di riferimento per la ricerca scientifica e per lo sviluppo tecnologico. Questa posizione di *leadership* è stata raggiunta proprio grazie a una pluridecennale collaborazione nell'ambito della ricerca tra gli enti pubblici di ricerca, come il CNR ma anche l'ENEA e i suoi *partner* principali come l'INFN (Istituto nazionale di fisica nucleare), oltre ad una costellazione di università italiane quali l'Università degli studi di Padova, l'Università Bicocca e la Federico II, solo per citarne alcune che sono più vicine al CNR. C'è un

intero ecosistema di ricerca pubblica. Oltre a questo, vi è una collaborazione che si è costruita nel contesto di partenariati pubblico-privati. Uno di questi è il Consorzio RFX, di cui parlerò tra poco, di cui sono vice presidente. L'altro esempio estremamente importante è la Scarl DTT di cui è già stata fatta una relazione in questa sede.

Proprio grazie a queste collaborazioni, che coinvolgono a cascata anche soggetti industriali molto importanti come ENI o come Acciaierie Venete e alla competenza di queste realtà imprenditoriali, il nostro Paese è diventato un attore chiave nella realizzazione della maggior parte dei componenti di grandi esperimenti come ITER. Sottolineo che l'industria italiana ha ricevuto commesse europee per quasi 2 miliardi di euro solo su ITER.

Nonostante questi recenti sviluppi, fra i quali il successo di entrambi gli approcci disponibili per confinare il plasma, sia magnetico che inerziale (ormai lo sapete visto che avete assistito a diverse presentazioni sul tema), ci sono al momento delle sfide scientifiche e tecnologiche estremamente limitanti, così complesse che non possono essere risolte da un soggetto o da un insieme di soggetti nazionali, quindi possono essere affrontate solo tramite un approccio basato su collaborazioni internazionali e di queste vi parlerò tra poco.

Quello che volevo sottolineare in fase di introduzione è che anche qui c'è un cambio culturale di modello che avviene nell'ambito della comunità internazionale. Si sta passando da un modello in cui la ricerca pubblica aveva un ruolo centrale, che è stata la tradizione finora, a un modello in cui i soggetti principali sono delle *partnership* pubblico-private e questo mira a promuovere un maggior coinvolgimento del settore privato, che è essenziale. Come dimostrerò a breve, l'Italia, anche tramite il CNR, ha conquistato una posizione favorevole anche in questo nuovo modello di funzionamento del campo, però nel contesto di questa transizione volevo anche mettere in guardia il sistema sui possibili punti critici a cui prestare attenzione. Uno di questi è la proprietà intellettuale. Penso sia importante tutelare la proprietà intellettuale che è stata costruita con la ricerca pubblica e questo non solo in Italia e in Europa. Quindi, da rappresentante di un ente pubblico di ricerca penso sia importante che questo percorso in cui i privati accompagneranno la ricerca nell'ambito della fusione venga impostato fin dall'inizio in maniera da non perdere le competenze e le realtà che abbiamo costruito.

Qual è il ruolo del CNR? Qual è la strategia in questo settore e come si collega con la *roadmap* globale cui ho appena accennato? Il CNR è attivamente impegnato nella ricerca della fusione ormai da più di sessant'anni e questo avviene in collaborazione con il gruppo di *partner* che ho introdotto poc'anzi. Grazie a questa sinergia, il CNR contribuisce a determinare le politiche strategiche dei maggiori programmi internazionali e partecipa alla realizzazione dei maggiori progetti in questo campo, mettendo a disposizione personale competenze e soprattutto infrastrutture. Il settore che vede maggiormente coinvolto il CNR è quello della fusione termonucleare controllata a confinamento magnetico, principalmente tra-

mite l'Istituto per la scienza e tecnologia dei plasmi, che ha sede a Milano e opera in tante altre sedi, tra cui Padova.

L'ente riveste però un ruolo altrettanto importante anche nel settore della fusione inerziale e questo avviene principalmente tramite un altro istituto che è l'Istituto nazionale di ottica, perché i *laser* di potenza sono molto importanti per il confinamento magnetico.

Come grande ente pubblico di ricerca, il CNR sviluppa una politica ampia che si sviluppa essenzialmente su tre pilastri: un solido programma di ricerca scientifica di sviluppo tecnologico, una forte connessione con i programmi internazionali e una forte competenza nel campo delle infrastrutture di ricerca che vengono messe a disposizione di questi programmi internazionali.

Infine – non so quanto questo punto sia stato evidenziato dalle precedenti relazioni – è da sottolineare la radicata esperienza nella formazione dei giovani, nell'attrarre e nel tenere giovani: questo è forse uno dei punti critici su cui dovremmo prestare molta attenzione e su cui dovremo operare di nuovo come sistema.

Per quanto riguarda il settore del confinamento magnetico, Eurofusion e tutta la comunità internazionale hanno identificato otto *pillars*, otto campi sfidanti che attualmente limitano il progresso e lo sviluppo dello sfruttamento dell'energia da fusione. Il CNR ha scelto di concentrarsi su cinque di questi otto *pillars*. Il primo è la scienza del plasma, cioè i regimi di operazione del plasma. Il plasma è lo stato della materia in cui si sviluppa poi la reazione nucleare, uno stato che presenta fenomeni molto ricchi e complessi. Quindi lo studio dei plasmi è alla base della comprensione dell'utilizzo di questo *medium* ed è uno dei temi principali delle ricette del CNR. Studiamo in questo contesto diversi processi fisici che si verificano nei plasmi, nei plasmi applicati al Tokamak, che è questa geometria di confinamento, l'interazione dei plasmi con la radiazione elettromagnetica e il controllo dei plasmi nel confinamento toroidale. C'è esperienza nel campo della fisica e dell'ingegneria delle macchine proprio per costruire *detector* o sistemi che riscaldano il plasma oppure lo mantengono nelle condizioni operative, ma anche in tutto ciò che riguarda la realizzazione di impianti per la diagnostica.

L'altro elemento estremamente importante è l'estrazione del calore. Cosa succede in un sistema come quello del *record*? Bisogna fornire energia per mantenere il plasma alle temperature necessarie affinché la reazione si realizzi e le temperature in gioco sono estremamente alte: si parla di centinaia di milioni di gradi. Tutta questa energia viene poi concentrata in una regione molto ristretta della camera a vuoto, che si chiama divertore. Il divertore è evidentemente sottoposto a carichi termici non indifferenti, dell'ordine delle decine di megawatt per metro quadro. Questo naturalmente è un elemento sensibile e la ricerca del CNR mira a identificare materiali e geometrie che permettano a questo sistema non solo di sopportare il calore ma anche di essere efficiente nell'estrarre i prodotti della fusione, che non devono contaminare o danneggiare il sistema delle pareti.

Ciò mi porta al terzo elemento critico, che sono i materiali. L'interazione tra il plasma, che è estremamente caldo, e la parete è ovviamente critica; forse è una delle questioni più critiche per quanto riguarda le prestazioni, la sicurezza e la disponibilità di questi futuri reattori a fusione. Il CNR è impegnato nell'identificare e testare nuovi materiali per ricoprire le pareti della camera a vuoto e che siano resistenti alle condizioni della fusione: nuovi acciai, nuovi materiali a base di tungsteno; tutte cose che bisogna testare, sintetizzare e provare in condizioni operative.

I fenomeni che prendiamo in considerazione in questo contesto sono l'erosione, l'interazione della polvere di reazione con i materiali esposti al plasma, l'erosione e la diffusione superficiali (tutto un *set* di chimica fisica delle superfici), ma anche la ritenzione del combustibile che poi circola nel plasma e la resistenza ai neutroni che si sviluppano durante la reazione. Gli altri due riguardano il futuro. Il primo è una partecipazione molto attiva alla progettazione del reattore prototipo DEMO, che fornirà la dimostrazione che è possibile generare energia elettrica, e alle indagini socioeconomiche sulla produzione di energia elettrica, anche con ruoli di coordinamento sulla transizione, che sarà necessario governare, dei costi dell'energia elettrica da un sistema tradizionale ad un sistema che ha eliminato completamente le energie fossili, anche sulla base di modelli.

Vorrei evidenziare l'importanza di una tematica trasversale, che è importante su tutti questi aspetti e che riguarda la simulazione e la modellizzazione. Si tratta di tematiche ormai ampiamente riconosciute come requisiti essenziali per il successo della missione sull'energia e questo si interseca con la nuova disponibilità, anche a livello europeo, di sistemi di calcolo di stazza internazionale. L'Italia ospita uno dei calcolatori di supercalcolo più potenti al mondo, che si chiama Leonardo, unito agli algoritmi di intelligenza artificiale, e ciò fornisce elementi molto importanti per lo sviluppo di codici numerici per le ricerche della teoria fondamentale dei plasmi, per lo sviluppo di metodi di controllo e per l'interpretazione dei dati sperimentali.

Velocemente vorrei menzionare che effettivamente siamo attivi anche sul confinamento inerziale, come dicevo, presso il laboratorio dell'Istituto nazionale di ottica. Qui la ricerca è incentrata soprattutto sullo studio dell'interazione laser-plasma, sull'accelerazione del plasma con l'utilizzo di laser di potenza e sull'interazione laser-materiali avanzati. Questo in particolare è molto importante per le pastiglie di combustibile.

Come dicevo, l'altro elemento caratterizzante riguarda la partecipazione, il ruolo e la conduzione nel contesto dei grandi progetti collaborativi internazionali. Il CNR opera nei programmi europei sin dal 1972. Quest'anno è stato stipulato il primo accordo di cooperazione con Euratom, a guida ENEA. Il CNR partecipa a Eurofusion, il consorzio di laboratori europei che coordina la ricerca sulla fusione in tutti i programmi europei. Questo significa essenzialmente ITER, campagne sperimentali su JET, campagne sperimentali sul grande esperimento Tokamak JT-60 *super advanced*, che ha avuto la prima iniezione a cui abbiamo tutti partecipato lo scorso anno a dicembre e infine gli studi di fattibilità di DEMO.

Il CNR riceve inoltre contratti per progetti e realizzazione di componenti sia da *Fusion for energy*, l'agenzia europea per la costruzione di ITER, sia direttamente da ITER. Questo mi porta alle infrastrutture di ricerca. Come dicevo, c'è una fortissima tradizione non solo nel campo della fusione all'interno del CNR e nell'ambito delle infrastrutture di ricerca, e la fusione ne è una manifestazione. Questo è solo un esempio: a Milano c'è una macchina lineare GyM (*gyrotron machine*) per studiare l'interazione tra plasma e materiali: come vedete nell'immagine sulla *slide*, qui si mettono le piastrelle che si vogliono testare per capirne le proprietà meccaniche di resistenza, chimica superficiale e quant'altro e si espongono al plasma.

In generale, questo viene svolto nel contesto di grandi *partnership* di livello nazionale pubblico-private, che ho anticipato precedentemente. La principale per noi del CNR è RFX. Sono il vice presidente di RFX e vi suggerisco di considerare di ascoltare il consorzio in un'audizione simile a quella odierna. Oggi presento solo alcuni punti critici, ma vi invito ad approfondire, perché quello che illustrerò in qualche modo è sorprendente.

RFX è un consorzio che vede la partecipazione del CNR, di ENEA, di INFN, dell'Università di Padova e di Acciaierie Venete. La sede è ospitata nell'area di ricerca del CNR a Padova e le attività sono basate essenzialmente su due siti: il primo ospita la macchina a confinamento magnetico toroidale RFX. Quella che vi sto mostrando è una panoramica di questa macchina. È un percorso che è iniziato negli anni Settanta. RFX è giunta ormai al terzo *upgrade* ed è la più grande macchina al mondo nel suo genere. È basata su una configurazione di confinamento magnetico che è alternativa al più studiato Tokamak, ma che ha delle valenze di ricerca scientifica di studio che poi si applicano ai sistemi Tokamak stile ITER ed altri.

Quello che è importante è che nel 2021 RFX è stata inserita nella lista delle infrastrutture di ricerca ad alta priorità del PNIR (Piano nazionale infrastrutture di ricerca). Questo è stato importante perché ha permesso al CNR di proporre un progetto finanziato dal PNRR per l'*upgrade* ulteriore di questa macchina. Il progetto è stato finanziato e grazie ad esso stiamo lavorando per aumentare ulteriormente le potenzialità di tale macchina. Il progetto vede la partecipazione non solo del CNR ma anche dell'Università di Padova e della Federico II.

L'altro blocco all'interno dell'Università di Padova ospita le attività che il consorzio svolge nell'ambito di ITER: è un contributo importantissimo che il Paese dà al progetto ITER. Si costruiscono dei componenti che sono gli unici costruiti fuori dalla Francia. In particolare, la cosiddetta *neutral beam test facility* (NBTF) viene realizzata da RFX in un capannone. Essa essenzialmente sviluppa gli iniettori di particelle neutre che verranno poi riscaldate all'interno del plasma di ITER. Le prestazioni di questa macchina in fase di costruzione non sono mai state raggiunte, quindi è veramente una grande infrastruttura di ricerca al limite della frontiera.

Vorrei ora citare il direttore Barabaschi nell'ambito della visita che è stata fatta dal presidente del CNR, Maria Chiara Carrozza. Proprio il direttore Barabaschi ha manifestato l'importanza di questa infrastruttura in costruzione in Italia dicendo non c'è NBTF senza ITER – è evidente – ma non c'è ITER senza NBTF. Stiamo costruendo uno dei cuori, uno degli organi più importanti dell'infrastruttura europea. NBTF ospita due grandi macchine separate: la prima è SPIDER, che è entrata in funzione nel 2018 ed essenzialmente sviluppa la sorgente di ioni di idrogeno e di deuterio, che una volta estratti poi possono essere accelerati fino ai valori di energia richiesta. Dico questo solo per darvi un'idea delle dimensioni e come motivazione per venire a trovarci a Padova. L'altra è MITICA, che il prototipo degli iniettori che verranno poi installati in ITER. Se funziona, la stessa macchina viene riprodotta e ricostruita su ITER e questa viene tenuta in Italia per fare test (invece del gemello digitale abbiamo il gemello fisico). Questa sorgente di ioni negativi è simile in qualche modo a quella di SPIDER, ma è accoppiata a un sistema di accelerazione molto più potente perché porta gli ioni, tramite sistemi di accelerazione elettrostatica, fino a un megavolt. Quella che vedete è la cabina elettrica, totalmente isolata, da un megavolt per un totale di 40 megawatt di potenza.

Sempre nell'ambito delle *partnership* pubblico-private, il CNR è socio di DTT, su cui si è ampiamente discusso. Vorrei sottolineare nuovamente che il DTT è forse uno dei migliori esempi di partenariato pubblico-privato nell'ambito globale della fusione.

Un altro esempio in questo contesto è il *Joint research agreement* tra CNR ed ENI che è stato firmato nel 2019. L'accordo prevede la costruzione di un centro di ricerche dedicato ENI-CNR nel sito di Gela.

Infine torno sul punto della formazione. Mantenere la *leadership* globale nella scienza e nelle tecnologie degli impianti di fusione richiede una particolare attenzione nell'ambito delle collaborazioni a creare un percorso, una *pipeline* di personale che parte dai tesisti, passa dai dottorati di ricerca e dai ricercatori post-doc, passa poi ai ricercatori ma include anche i tecnici. Tutte queste grandi sfide richiedono personale formato: si tratta di un punto su cui l'Italia dovrebbe fare un discorso molto, molto specifico.

In questo contesto, il CNR ha sviluppato solide competenze in ambito sperimentale, teorico e numerico. Vi è una forte tradizione ad ospitare studenti e ricercatori e poi reclutare personale giovane che viene formato all'interno dei laboratori. Vorrei far notare che i percorsi di dottorato sono fondamentali; a Padova è stato implementato il primo percorso di dottorato dedicato agli studi della fusione.

Concludo quindi il mio intervento mostrando nuovamente l'area della ricerca del CNR a Padova. È un'esperienza importante vedere di persona questi strumenti, perché fa capire quanto l'Italia sia all'avanguardia e sia protagonista in questa grande sfida che è la fusione nucleare.

PRESIDENTE. Ringraziamo il dottor Stefano Fabris e il Consiglio nazionale delle ricerche per la disponibilità.

Le chiederei di far pervenire alla Commissione – al di là dei ricercatori che nei diversi anni si sono susseguiti perché il CNR, come ci ha ricordato, lavora da decenni su questo tema – una valutazione soprattutto sulla ricerca dei materiali, che è una delle sfide ingegneristiche più complesse, come abbiamo appreso nel corso di queste audizioni, per capire se ci stiamo avvicinando e se finalmente possiamo dire non che sia vicina, ma che c'è un'accelerazione tale per cui stiamo passando dalla ricerca alla reale possibilità di vedere, dopo ITER e DEMO, una industrializzazione della tecnologia al nostro esame prima della fine del secolo.

So che non è scientificamente corretto chiederlo, però vorrei sapere se potete confermare la percezione di un avvicinamento a una fase di passaggio dalla ricerca all'industrializzazione rispetto all'evoluzione che avete avuto in questi decenni di ricerca.

Dichiaro conclusa l'audizione odierna.

Rinvio il seguito dell'indagine conoscitiva ad altra seduta.

I lavori terminano alle ore 16.

