Senato della Repubblica XVI LEGISLATURA

Giunte e Commissioni

RESOCONTO STENOGRAFICO n. 58

COMMISSIONE PARLAMENTARE DI INCHIESTA

sui casi di morte e di gravi malattie che hanno colpito il personale italiano impiegato all'estero, nei poligoni di tiro e nei siti in cui vengono stoccati munizionamenti, in relazione all'esposizione a particolari fattori chimici, tossici e radiologici dal possibile effetto patogeno, con particolare attenzione agli effetti dell'utilizzo di proiettili all'uranio impoverito e della dispersione nell'ambiente di nanoparticelle di minerali pesanti prodotte dalle esplosioni di materiale bellico e a eventuali interazioni

AUDIZIONE DEL PROFESSOR EVANDRO LODI RIZZINI

60ª seduta: mercoledì 8 febbraio 2012

Presidenza del vice presidente GALPERTI

TIPOGRAFIA DEL SENATO (53)

I N D I C E

Audizione del professor Evandro Lodi Rizzini

PRESIDENTE . . . . . *Pag.* 3, 11
FERRANTE *(PD)* 9
GRANAIOLA *(PD)* 8, 11
LODI RIZZINI . . . . . *Pag.* 4, 9, 11

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: Coesione Nazionale:Grande Sud-SI-PID-Il Buongoverno: CN:GS-SI-PID-IB; Italia dei Valori: IdV; Il Popolo della Libertà: PdL; Lega Nord Padania: LNP; Partito Democratico: PD; Per il Terzo Polo (ApI-FLI): Per il Terzo Polo:ApI-FLI; Unione di Centro, SVP e Autonomie (Union Valdôtaine, MAIE, Verso Nord, Movimento Repubblicani Europei, Partito Liberale Italiano, Partito Socialista Italiano): UDC-SVP-AUT:UV-MAIE-VN-MRE-PLI-PSI; Misto: Misto; Misto-MPA-Movimento per le Autonomie-Alleati per il Sud: Misto-MPA-AS; Misto-Partecipazione Democratica: Misto-ParDem; Misto-Partito Repubblicano Italiano: Misto-P.R.I.

Interviene il professor Evandro Lodi Rizzini.

Assistono alla seduta, ai sensi dell'articolo. 23, comma 6, del Regolamento interno, i collaboratori della Commissione, dottore Armando Benedetti, dottore Antonio Onnis, ingegnere Fernando Codonesu, dottoressa Antonietta Gatti.

I lavori hanno inizio alle ore 14,05.

SULLA PUBBLICITÀ DEI LAVORI

PRESIDENTE. Avverto che della seduta odierna verrà redatto il Resoconto stenografico.

Dispongo altresì, ai sensi dell'articolo 13, comma 3, del Regolamento interno, l'attivazione del circuito audiovisivo.

PROCEDURE INFORMATIVE

Audizione del professor Evandro Lodi Rizzini

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'audizione del professor Evandro Lodi Rizzini, che ringrazio per avere accolto con cortese sollecitudine l'invito della Commissione.

Il professor Lodi Rizzini è un fisico e quindi affronterà la problematica dell'esposizione all'uranio impoverito alla luce della sua specifica competenza, per la quale, peraltro, è stato chiamato a prestare la sua consulenza alla procura della Repubblica di Lanusei, nell'ambito dell'inchiesta sul poligono di Salto di Quirra.

A tale proposito, prima di dare la parola al professor Lodi Rizzini, comunico da parte del presidente Costa, impossibilitato ad essere presente nella seduta odierna per improrogabili impegni politici già da tempo assunti, che l'audizione del procuratore della Repubblica di Lanusei avrà luogo martedì 14 febbraio, alle ore 20,30.

Comunico altresì che il presidente Costa, su richiesta di un'emittente radiofonica, ha autorizzato l'attivazione del segnale audio per la seduta odierna.

Se non vi sono obiezioni, così rimane stabilito.

Informo che sono pervenuti alla Commissione i documenti relativi al munizionamento impiegato presso il poligono di Capo Teulada dal 2006 al 2011, secondo la richiesta a suo tempo avanzata dalla delegazione della Commissione nel corso del sopralluogo svoltosi il 13 dicembre 2011.

Dallo stesso comando è altresì pervenuto un documento relativo alla richiesta che avevamo fatto sulla presenza di residui di amianto all'interno dello stesso poligono di tiro.

LODI RIZZINI. Ringrazio la Commissione per l'invito che mi è stato rivolto.

Mi permetto di chiedere a tutti i senatori di aiutarmi affinché quello odierno sia uno scambio utile: se qualcosa di quello che dirò non sarà chiaro, vi prego di chiedermi di ripeterlo in altro modo ed io lo farò molto volentieri.

Ho pensato di affrontare un problema centrale che riguarda la possibilità di formulare una legge o una serie di leggi che permettano alle persone che a vario titolo vengono coinvolte in episodi che derivano da esposizioni a sostanze radioattive di avere un riferimento normativo che forse in Italia oggi manca. Cercherò quindi di spiegarvi in che cosa consiste e quali sono i motivi di questo mio approccio.

Il nostro organismo replica le sue cellule (con la sola eccezione delle cellule cerebrali, che sono le uniche che non vengono replicate), utilizzando il meccanismo di codificazione che è conglobato in una molecola molto complessa, vale a dire il DNA. Questa molecola si situa in una parte delle cellule chiamata nucleolo.

Le cellule hanno una certa dimensione (supponiamo di qualche decina di micron) ed il nucleolo è una parte molto più piccola (supponiamo dell'ordine di un millesimo della cellula). Come forse saprete, la trasmissione ad altre cellule del contenuto del DNA avviene attraverso l'RNA; quindi, possiamo pensare che il DNA sia una sorta di timbro solido che però, per attuare la timbratura, deve essere intinto in un inchiostro che è l'RNA trasmettitore.

Faccio questa premessa per evidenziare che non possiamo confondere ciò che accade a seguito di processi chimici con ciò che accade a seguito di processi nucleari. È come se si trattasse la sospensione di una partita di calcio dovuta ad interventi dei tifosi o a cause estranee come un temporale alla stregua di accadimenti che invece coinvolgono altri soggetti, ad esempio la presenza di un arbitro ubriaco: penso che nessuno affronterebbe i due esiti con la stessa legge, nello stesso ambiente. Ci si rende conto che i fenomeni di grave alterazione del contenuto del DNA o dell'RNA a seguito di processi chimici sono completamente diversi da quelli dovuti ad eventi nucleari.

Per questo motivo, occorre distinguere tra processi chimici, che utilizzano la cosiddetta statistica deterministica, per la quale si hanno soglie, rapporti, cause, quantità ed effetti, e processi stocastici, che sono tipici delle situazioni in cui un nuclide emette particelle, come le particelle alfa. In questo caso, in relazione alle fasi dell'azione biologica della radiazione, come si evince dal volume di cento pagine che viene distribuito ai lavoratori del CERN (tutti i lavoratori del CERN devono frequentare un corso obbligatorio di quattro-cinque ore in cui vengono spiegati i contenuti di questo volume), bisogna prestare attenzione al fatto che i processi

che provocano la variazione della struttura del DNA possono essere fautori della morte della cellula. Dunque, la cellula può decidere di spegnersi, ma può anche decidere di riparare il DNA e riesce a farlo in modo corretto. In taluni casi, però, la cellula deve ripararsi prendendo pezzi nei dintorni (mi scuso per l'uso di termini poco tecnici), ma purtroppo sbaglia l'uso di questi pezzi, non è così saggia da decidere di sopprimersi ed anzi si replica. Ciò può accadere in un milionesimo di miliardesimi di casi; tuttavia bisogna stare attenti perché questi numeri, quando vengono tradotti a livello della popolazione, sono molto più grandi di quanto possa sembrare, anche se si parla – ripeto – di miliardesimi. Infatti, come tra breve cercherò di spiegare, bisogna verificare quante volte può accadere questo fenomeno nel nostro organismo, ove abbiamo circa un milione di miliardi di cellule (grossolanamente parlando). Ognuno di noi, poi, possiede una quantità di nuclidi radioattivi che è almeno di un ordine di grandezza superiore a questo numero.

Come si può facilmente capire osservando la famosissima fotografia che per caso io feci nella primavera del 1983 al CERN, quando un nucleo emette particelle alfa obbligatoriamente rincula: quando un carro spara un proiettile, il carro rincula. Nella fotografia si può notare una particella, indicata con la lettera p (che sta per protone, ma poi ve ne sono altre che sono alfa), che si caratterizza per un tratto molto leggero; poi, vi è un punto centrale, indicato con le lettere Ne, che è un nucleo di neon, che ha una Z o una A, che possiamo ritenere vicino a quello del nostro organismo costituito da azoto, ossigeno, carbonio, idrogeno e così via. Quando questo emette una particella alfa, si può pensare che tale particella si comporti come il protone. Come si può notare, vicino al luogo di partenza la sua traccia è molto flebile, mentre è pesantissima nella parte terminale. Vi è poi una sorta di blob, che possiamo immaginare derivi dal rinculo del nucleo; esso, però, è confinato in una regione più limitata. Questa è una fotografia della cosiddetta *camera streamer*, fatta di vetro, che conteneva gas neon. È dunque arrivato un antiprotone che ha fatto esplodere il tutto. Questa camera era nella realtà 80 centimetri per un metro; se si scala di un fattore 1000-3000, cioè se si passa dalla densità del gas a quella dell'organismo, si comprende che quanto accade nell'organismo quando viene emessa una particella alfa e rincula il nuclide figlio può essere desunto da questo, accorciando i percorsi di un fattore 1000-3000. Il percorso di una particella alfa di questo tipo interesserà in genere non una sola cellula, ma un paio di cellule, e il massimo deposito di energia, il massimo danno, verrà compiuto alla fine del suo percorso e non all'inizio, al contrario del rinculo. Quest'ultimo perde tutta la sua energia a livello di dimensioni del micron o frazioni di micron, e non sui 20, 30, 40 o 50 micron.

Vi è un'ulteriore caratterizzazione di cui bisogna tener conto. Il rinculo, quando viene emesso da una particella alfa da cinque, sei, sette o otto milioni di elettronvolt, per la legge di uguaglianza dei momenti delle due particelle, è caratterizzato da energie che sono dell'ordine di 150.000-160.000 o anche 180.000 elettronvolt. La rottura di un legame del DNA

assorbe un elettronvolt. Se si ha la sfortuna che il nucleo che emette la particella alfa è vicino al DNA, i pericoli sono molto elevati perché lui dissipa i suoi 150.000-170.000 elettronvolt in una struttura che ha migliaia di legami, ciascuno spezzabile spendendo un solo elettronvolt. Questo può essere all'origine di un grave disastro.

Dobbiamo renderci conto che la differenza è decisiva quando si passa dall'uranio al torio. Infatti, nel caso dell'uranio, dopo che in una cellula si ha l'emissione di una particella alfa, non vi sono più pericoli se il rinculo non ha provocato un danneggiamento significativo e decisivo del DNA. Il torio, invece, è terribilmente diverso perché, a differenza dell'uranio, è caratterizzato da una catena di decadimenti. Infatti, nel caso dell'uranio si dovrebbero aspettare 250.000 anni per avere il secondo decadimento; viceversa il torio decade altre cinque volte nel giro di sette o otto anni e soprattutto gli ultimi quattro decadimenti in cui è coinvolto il polonio avvengono nella medesima giornata: due si succedono nell'arco di un minuto e gli ultimi due si succedono in picosecondi. Ciò significa che i quattro nuclidi sono sempre nello stesso punto; quindi, mentre il DNA cerca di ricombinarsi e di ripristinare la sua struttura dopo il danno subìto in seguito al rinculo, arriva un secondo colpo, perché i tempi della emissione del torio, degli ultimi quattro decadimenti, sono quelli caratteristici della risistemazione del DNA o della sua trascrizione con l'RNA.

Vi è un altro grave fatto di cui dobbiamo tenere conto. Come nel caso dei policlorobifenili, purtroppo questi effetti nucleari (come riportato anche nel manuale della sicurezza del CERN) hanno una latenza decennale, a differenza dei processi chimici, che possono avere una latenza di ore o di giorni. Il torio può essere inalato o ingerito e in caso di inalazione la sua pericolosità, come si legge nei *datasheet* dell'*Argonne national laboratory*, è 500 volte più elevata della pericolosità da ingestione e cinque volte più elevata rispetto a quella dell'uranio.

Il Torio232 decade in Radio228, generando l'Attinio228, quindi il Torio 228, il Radio 224, il Radon 220, il Polonio216, il Piombo 212, poi ritorna al Bismuto212, al Polonio212 e la serie si conclude con il Piombo208, stabile. Questi sono decadimenti finali che avvengono in tempi brevissimi con emissione di alfa di alta energia (7-8 megaelettronvolt) e i rinculi sono quindi da 150.000 a 180.000 elettronvolt e accadono nello stesso punto della cellula. Se il primo nuclide di questi quattro o cinque si trova lontano dal nucleolo, si può stare tranquilli perché non può percorrere lo spazio di tutta la cellula (20 o 30 micron) e i successivi decadimenti avverranno sempre lontani dal nucleolo. Peraltro, questa possibilità di grave collisione con il DNA non caratterizza soltanto le cellule alfa, perché queste cellule sono emesse in direzioni casuali; quindi, c'è una differenza terribile tra gli effetti della particella alfa, che è poco ionizzante in partenza e distribuisce la sua energia soprattutto nella parte finale, ma su un volume decisamente diverso da quello che caratterizza invece, nel caso del torio, i quattro o cinque decadimenti finali, che avvengono praticamente nello stesso luogo della cellula, delle dimensioni del nucleolo.

Ho fatto eseguire ai miei collaboratori una simulazione che non esiste in letteratura, basata su codici di calcolo piuttosto complessi. Sull'asse delle ascisse sono rappresentati i decenni: si può osservare che il massimo della pericolosità (indice 14.000) nel caso del torio si raggiunge dopo 20 anni. È stato osservato il decadimento naturale di un micron cubo di torio e si è visto che, come non accadrebbe mai nel caso dell'uranio, ci vogliono 20 anni perché la combinazione del torio nell'organismo e di tutti i nuclidi figli dia luogo al massimo della pericolosità dal momento dell'ingestione.

Vi sono delle situazioni in cui vengono emesse in pochissimo tempo molte cellule alfa; nel caso dell'uranio ve ne sarebbe solo una, non c'è la possibilità che in tempi brevissimi vi siano due o tre decadimenti alfa in cascata: è completamente diversa la tipologia e quindi la pericolosità del torio rispetto a quella dell'uranio, anche se non si deve trascurare l'uranio. Lo sottolineo per cercare di spiegare da dove derivano certe attenzioni e perché l'*Argonne national laboratory* avverte che il torio è almeno cinque volte più pericoloso dell'uranio.

In una figura riportata nella documentazione si notano le particelle di ossido di torio, di colore nero, nei tessuti cellulari del fegato di pazienti che purtroppo avevano subito l'inoculazione dal Thorotrast: dal 1930 al 1950, milioni di individui nel mondo, quando dovevano fare una radiografia, venivano inoculati con il cosiddetto Thorotrast, una soluzione colloidale di torio; alla fine degli anni Quaranta, ci si è accorti che la mortalità per tumori in quelle persone era altissima. Nel 1949 la Danimarca e nel 1952 il Giappone, seguiti dalla Germania e dagli Stati Uniti, hanno deciso di proibire tassativamente l'uso del Thorotrast per eseguire le radiografie, che verrà poi sostituito dal bario. Questo caso però è entrato nella storia della medicina, grazie ai campioni forniti dai milioni di individui inoculati che sono stati seguiti per decenni in Giappone, in Germania e in Svezia.

In un'altra immagine riportata nella documentazione si può osservare un grafico tratto da uno studio tedesco sul Thorotrast. Mettendo a confronto i due grafici, quello di sinistra, che si riferisce ai 2.350 individui inoculati con il Thorotrast, e quello di destra, relativo ad una coorte di 1.850 pazienti degli ospedali non inoculati, si osserva una straordinaria differenza: mentre la curva azzurra a destra, che rappresenta il tasso di sopravvivenza osservato, scende, ha una concavità verso l'alto e poi scende di nuovo, ma arriva a valori dell'ordine del 10 per cento, la curva azzurra di sinistra, riferita al tasso di sopravvivenza degli inoculati del Thorotrast, presenta, dopo 20 anni, una concavità verso il basso. Il motivo è evidente: la latenza è ultradecennale.

Cominciando quindi a mettere a fuoco la problematica, dobbiamo mettere insieme la causa e l'effetto, collegando il dato della latenza ultradecennale con il fatto che, a differenza della diossina che, come i PCB, segue leggi statistiche deterministiche, per cui è possibile fissare una soglia di pericolosità ed è possibile associare quantità a causa e ad effetti, nel caso del torio ciò non è assolutamente possibile, nel senso che il processo è governato, lasciatemi dire, dal caso. Nell'ipotesi migliore, può ac-

cadere che nell'organismo queste emissioni di cellule alfa, dei nuclidi di cui tutti noi siamo ricchi, avvenga in situazioni che non comportano la replica del DNA anormale, perché se la cellula anormale decide di replicarsi sopraggiunge la morte.

Il PCB come la diossina inquina l'RNA, mentre per le emissioni delle particelle alfa con i rinculi basta uno di questi oggetti (non servono migliaia di oggetti che reagiscono chimicamente) per danneggiare irrimediabilmente il DNA, il quale in cento miliardi di casi deciderà di sopprimersi o riuscirà a ricostituirsi nel modo corretto. Tuttavia bisogna tener presente che nel nostro organismo vi è un centinaio di reazioni nucleari al minuto; se si moltiplica questo numero per i minuti della giornata e poi ancora per il numero della popolazione italiana, si comprende che il 10 per cento dei tumori è di origine puntuale, cioè parte dalla singola cellula. Si tratta di parecchie migliaia di casi all'anno.

Non voglio trarre alcuna conclusione, ma osservo che tali aspetti non devono essere trattati con le leggi che si applicano per processi deterministici dovuti a reazioni chimiche. Si tratta di un altro mondo!

Dobbiamo leggere attentamente le norme di sicurezza del CERN. Infatti, esse prevedono che chi intende lavorare al CERN deve essere consapevole, innanzi tutto, che la probabilità di incorrere in un incidente drammatico per l'organismo cresce; in secondo luogo, nell'ambiente di lavoro il controllo strumentale è molto elevato, ma vi è l'obbligo di eseguire un proprio controllo personale, portando sempre con sé uno speciale dosimetro, e di far leggere gli strumenti almeno una volta al mese affinché il CERN sia sempre informato. L'anno scorso, nella nostra area sperimentale, abbiamo avuto una *querelle* con i controllori che non volevano farci stare nella zona sperimentale e pretendevano che mettessimo i nostri strumenti di lettura e tutti gli apparati al di fuori dei capannoni. Cito questo fatto per sottolineare che a volte anche gli attori cercano di glissare dalle leggi che loro ben conoscono e che per primi sono tenuti, non dico a rispettare, ma quanto meno a tenere sempre presenti.

In ogni caso, deve essere chiaro che in alcune situazioni la prevenzione, ai diversi livelli e con i vari strumenti sia dell'ambiente che personali, è fondamentale e deve essere imposta. A mio avviso, ciò significa che, ove succedesse qualcosa di increscioso, a fronte di una situazione di questo genere la valutazione dovrebbe essere diversa. In assenza di una legislazione che preveda puntualmente queste specifiche situazioni si possono creare problemi molto gravi per il singolo e per le famiglie.

Non aggiungo altro, signor Presidente, ma rimango a disposizione per qualunque richiesta di chiarimento.

GRANAIOLA *(PD)*. Ringrazio il professor Lodi Rizzini per la relazione. Purtroppo, non essendo un chimico né un fisico, sinceramente di essa ho capito molto poco. In realtà, mi aspettavo da questa relazione di apprendere altre informazioni (sono molto diretta, anche perché ho poco tempo a disposizione in quanto devo recarmi in un'altra Commissione). Innanzi tutto, avrei voluto sapere a quali risultati sia giunto a se-

guito delle analisi effettuate sulle ossa dei pastori residenti nell'area di Salto di Quirra, deceduti per patologie tumorali.

In secondo luogo, esprimo alcuni dubbi su quando il professor Lodi Rizzini ha parlato del «caso». A mio avviso, le statistiche non giustificano la morte di tanti militari e quindi non capisco quando sarebbe avvenuta l'ingestione del torio nei nostri militari. Peraltro, noi ci siamo sempre preoccupati dell'uranio impoverito e dunque adesso non comprendo questo discorso sui pericoli derivanti dal torio. Non ho motivo di dubitare delle analisi del professor Lodi Rizzini, ma sinceramente non capisco. Forse ho sbagliato seduta o magari non avrò capito qualcos'altro!

FERRANTE *(PD)*. Ringrazio il professor Lodi Rizzini per la sua lezione, ma vorrei capire come gli elementi generali, peraltro molto interessanti, da lui esposti si possano applicare all'inchiesta parlamentare in corso. A questo punto la nostra Commissione è interessata a comprendere la correlazione tra i pericoli espressi dal professor Lodi Rizzini e la presenza del torio.

LODI RIZZINI. Alla senatrice Granaiola rispondo innanzi tutto segnalando che gli esami sulle ossa dei pastori sono ancora in corso. Invece ho terminato di esaminare le relazioni dei ricercatori dell'Università di Siena e della società SGS sul poligono sperimentale e di addestramento interforze del Salto di Quirra (Pisq). Parlo del torio proprio perché in entrambe le relazioni risulta chiaramente la presenza anomala del torio in certe regioni del Pisq.

Per quanto riguarda l'uranio impoverito, faccio presente che il 1º marzo 2010 la Commissione europea ha validato un documento del Scientific committee on health and environmental risks (Scher), in cui viene spiegata in modo esauriente ed attendibile tutta la problematica relativa all'uranio impoverito.

Ripeto che in quel documento (che peraltro è solo di 20 pagine) viene spiegato tutto quello che c'è da sapere sull'uranio impoverito, mentre quanto vi ho riferito oggi sul torio non è riportato da alcuna parte. Per questo motivo mi sono premurato di esporvi questi dati, nel tempo a mia disposizione.

Sottolineo, poi, che concordo completamente con il documento della Commissione europea. I punti fermi di tale documento sono tre. Innanzi tutto, si chiarisce che l'uranio impoverito è molto difficile da rintracciare negli organismi umani ed animali, ed anche nei territori, come quelli dei Balcani, sottoposti a pesanti bombardamenti: a quest'ultimo riguardo si deve tener presente che in una notte – supponiamo l'8 giugno 1999 – sono stati bombardati villaggi del Kosovo con 2.300 bombe all'uranio impoverito.

Il secondo punto fermo è che dai prelievi effettuati dopo due anni sulla collina dove magari vi era il *radar* è risultato che il rapporto isotopico uranio 235-uranio 238 – l'unico che permette di validare l'assenza o la presenza di uranio – aveva il valore naturale del 7,2 per mille e questo

non solo in quel villaggio, ma in altri tre villaggi dove sono cadute, in un giorno determinato, 600 o 400 bombe. In tutti i siti, a due anni di distanza, il rapporto isotopico è del 7,2 per mille, cioè la percentuale di uranio naturale: non si trova più l'uranio impoverito. Questo è stato trovato in un sito di 100 metri per 100, dove sono state sganciate 300 bombe, in cui ci sono 70 buche di proiettile. Nel campo a 100 metri l'uranio è quello naturale e il rapporto isotopico è del 7,2 per mille. Si sa quando è stato bombardato, quando sono stati fatti i reperti e la scala per la ricerca dell'uranio impoverito non è la scala di centinaia di metri o di chilometri: se ci si sposta di 50 metri non si trova più niente. Se si va dove è caduta la bomba, si trova un rapporto del 2 per mille; ciò vuol dire che si tratta di uranio depleto puro al 100 per cento. Se poi ci si allontana di poco si troverà un valore intermedio ed, allontanandosi ancora di più, si troverà la percentuale naturale.

Il documento della Comunità europea chiarisce questo aspetto al di là di ogni dubbio, in quanto si basa sulle analisi condotte in Kosovo; anche le analisi condotte nei poligoni britannici, i cui risultati sono stati pubblicati nel 2007-2008, pervengono alle stesse conclusioni. In quel caso i prelievi sono stati effettuati addirittura appena dopo lo sparo ed il livello registrato è sempre nell'arco delle decine di metri: oltre quella distanza non si trova più niente.

Si comincia allora a capire, come hanno certificato anche gli studi americani, che tra l'uranio e il torio c'è un'altra differenza fondamentale rispetto alle situazioni che si creano dopo l'esplosione. Negli Stati Uniti, negli anni Settanta, dopo che erano stati costruiti i missili in una lega speciale del torio resistentissima (il torio è l'elemento che ha il più alto differenziale di temperatura fra punto di ebollizione, 4.800 gradi, e di fusione, che avviene a 1.800 gradi, molto più dell'uranio), sono stati effettuati alcuni studi, corredati da fotografie molto esaurienti, che dimostrano che anche quando l'uranio risolidifica, per la differenza di composizione (acciaio, titanio ed uranio), il corpo principale dei frammenti è composto di cristalli di acciaio o di titanio e sulla superficie si trovano delle microscopiche bollicine, delle sferette di uranio. Gli studiosi americani hanno condotto le loro prove nel poligono di Eglin, in Florida, che è di libero accesso, e già nel loro primo articolo del 1974 hanno affermato che lo scopo della pubblicazione di quei lavori era di rendere nota l'informazione a tutti gli Stati stranieri ed avvertivano che pur avendo messo in piedi tutto questo sistema di prove per captare gli aerosol e per capire cosa accade quando il particolato cade a terra e reagisce con il suolo, avevano riscontrato più problemi di quanti pensavano di risolverne e quindi avevano rimandato, per nuovi risultati, a tre anni dopo. In quei tre anni hanno ripetuto le prove ed hanno acquisito nuove informazioni, utilizzando sistemi molto più sofisticati ed il risultato è stato pubblicato nell'articolo del 1978 del *Los Alamos national laboratory*, in cui gli studiosi si dicevano strabiliati per la finezza di gran parte del particolato, che era al di sotto del micron. Avevano osservato che il 50 per cento di quello che succede di queste polveri aveva dimensioni minori del micron: dopo aver spa-

rato in un bersaglio ad una distanza di pochi metri, hanno osservato che alcune particelle, per scendere a terra, hanno impiegato 12 ore, le altre sono state tutte disperse nell'ambiente circostante. Quelle che sono cadute a terra hanno reagito a seconda della natura degli elementi che si trovavano al suolo. Il materiale che viene formato dall'uranio in questa situazione è in gran parte dilavabile, a differenza del torio che invece non è solubile. I composti del torio che si ottengono non sono solubili e quindi si possono eliminare solo con un'operazione meccanica e non in soluzione con l'acqua: questa è l'altra terribile differenza tra torio e uranio. Il torio viene trovato anche dopo molto tempo perché, a differenza dell'uranio, può essere eliminato solo dall'azione meccanica dell'ambiente. Ovviamente stiamo ragionando per grandi linee, perché esistono studi (i britannici hanno pubblicato tre articoli nel merito) che trattano proprio del livello di solubilità, di come l'uranio impoverito si disperde nel terreno, perché per le sue origini ha un comportamento completamente diverso dall'uranio naturale; dunque, questi studi avvertono che non bisogna confondere ciò che succede nelle miniere di uranio o in una fabbrica dove si producono proiettili all'uranio impoverito con quello che accade dopo l'esplosione: sono mondi completamente diversi. Il *depleted uranium* (DU) da esplosione è dilavabile e il dilavamento cresce con il passare del tempo; quindi, lo Scher avverte che solo se si sa dove è stato utilizzato e dove è caduto il proiettile, nelle vicinanze e a breve distanza di tempo si può trovare qualcosa, altrimenti non si trova niente.

Ho risposto alla sua domanda, senatrice Granaiola?

GRANAIOLA *(PD).* Non del tutto. Come mai le indagini sul poligono di Salto di Quirra sono così lunghe? Cosa impedisce una loro definizione?

LODI RIZZINI. Sono lunghe perché gli strumenti messi in campo sono diversi e dobbiamo incrociare le risultanze.

Lo Scher è un documento di poche pagine validato dalla Comunità europea il 1º marzo del 2010 ed è chiarissimo; esso è corredato da alcuni allegati e in una decina di pagine tratta le problematiche legate all'uranio impoverito, mentre altri due allegati entrano nello specifico di alcuni aspetti.

PRESIDENTE. Ringraziando ancora il professor Lodi Rizzini per il prezioso contributi offerto ai nostri lavori, dichiaro conclusa l'audizione odierna.

I lavori terminano alle ore 14,45.

€ 1,00