

## **DISASTRI ED EROISMI NELL'ANTROPOCENE**

### **Capitolo 3**

## Capitolo 3

### The exclusion zone

di Marco Andretta, Riccardo Benevelli, Alessandra Buono, Letizia Mazzi, Francesco Rossano, Miguela Silva Schott

*A essere inquinata non è soltanto la nostra terra, ma anche la nostra coscienza.*

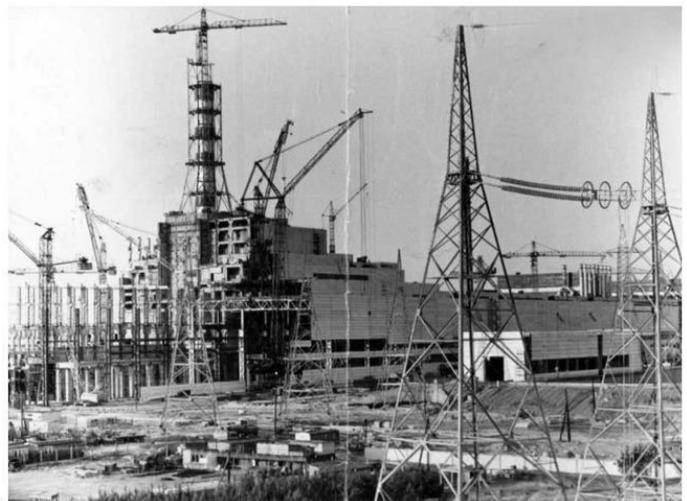
Svetlana Aleksievich

#### 1. Genesi della questione

*The exclusion zone*: così è definita l'area dal raggio di 30 chilometri attorno alla zona dove il 26 Aprile 1986, il reattore numero 4 della centrale nucleare V.I. Lenin, durante l'esecuzione di un test di sicurezza, esplose.

La costruzione della centrale iniziò nel 1970 in una zona isolata e solo relativamente vicina alla cittadina di Chernobyl, nella località di Pripjat. Il nome "*Chernobyl*" deriva da una combinazione tra *čornyj* (чорний, "nero") e *byllja* (биля, "steli d'erba") e il suo significato letterale è "stelo d'erba nero". Sembrerebbe essere quindi una città predestinata e la sua fine già insita e descritta nella sua etimologia. Chernobyl portava con sé un'infausta previsione che la storia, poi in maniera disarmante, ha confermato.

A dirigere l'impresa di costruzione fu incaricato l'ingegnere Viktor Brjuchanov, che aveva il compito di supervisionare i lavori dell'impianto. Malgrado i problemi del sistema comunista avessero ritardato i lavori, il primo reattore, l'Unità 1, fu consegnato il 26 novembre 1977. Seguirono altri tre reattori: l'Unità 2 nel 1978, l'Unità 3 nel 1981 e l'Unità 4 nel 1983. Questi reattori, di grande potenza a canali, erano quattro Reaktor Bolsoj Moscnosti Kanalnyj-1000 (RBMK-1000) e, nel complesso, l'impianto nucleare garantiva il 10% dell'energia elettrica dell'intera Ucraina. La notte dell'incidente i tecnici della sala di controllo stavano effettuando un test volto a verificare che l'Unità 4, in caso di una totale interruzione della fornitura di energia elettrica alla centrale, fosse in grado di autoalimentarsi. Se il reattore si fosse spento, il combustibile all'interno avrebbe continuato a generare calore di decadimento che, se non raffreddato, avrebbe danneggiato il nucleo. Le pompe che permettono l'afflusso dell'acqua dipendevano dalle turbine dell'impianto, ma in caso di totale blackout i generatori diesel della centrale si sarebbero



avviati automaticamente per far entrare in funzione le pompe collegate a cisterne di emergenza di acqua pressurizzata. Quella notte bisognava appurare che il meccanismo funzionasse. Questo di Chernobyl è stato uno degli eventi più tragici e significativi degli ultimi cento anni, eppure sono in pochi ad aver capito cosa sia realmente accaduto. La confusione è in parte dovuta al fatto che, molte informazioni divulgate nei cinque anni successivi all'incidente, furono distorte per scaricare la totale responsabilità dell'accaduto al personale della centrale nucleare. I frammenti di notizie fornite si sono trasformati in miti e leggende, al punto che molteplici fonti hanno riportato una versione diversa e, ancora oggi, le contraddizioni sono molte.

Il disastro di Chernobyl fu la prima grande crisi che si verificò sotto la guida dell'ultimo segretario generale dell'URSS Gorbachev. Il 14 maggio successivo all'incidente, egli annunciò al mondo che tutte le informazioni relative al disastro sarebbero state divulgate e che a Vienna si sarebbe tenuta ad agosto una conferenza con l'AIEA (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica), un evento senza precedenti. Anche se resa accessibile in Occidente, la documentazione restò secretata in Unione Sovietica, con la conseguenza che coloro che erano stati maggiormente colpiti rimasero più a lungo all'oscuro dei fatti. Inoltre, anche se dettagliato, il rapporto dell'Unione Sovietica era fuorviante; era stato stilato per sostenere la versione ufficiale sulla causa dell'incidente, ovvero la responsabilità degli operatori della centrale, e pertanto evitava di rivelare dettagli importanti sul reattore.

Legasov, il noto scienziato che indagò sul disastro di Chernobyl, assecondò inizialmente la versione ufficiale dei fatti e, solo prima di togliersi la vita, si espose denunciando i problemi insiti nel progetto del reattore, la scarsa qualità della formazione offerta agli operatori nucleari, la radicata noncuranza all'interno della comunità scientifica sovietica concludendo che l'incidente fosse stato *"l'apoteosi di tutti gli errori che da decenni affliggevano la gestione dell'economia nazionale"*(Legasov).

Dopo la conferenza di Vienna la convinzione della responsabilità, più o meno assoluta, del personale della centrale rimase in auge ancora per diversi anni, sostenuta sia dall'Unione Sovietica sia dagli esperti dell'AIEA. Nel 1991 però un comitato per la supervisione della sicurezza nell'industria nucleare, dipinse un quadro differente e rivelò che le informazioni fornite precedentemente mancavano di dettagli fondamentali. Con uno stile fortemente critico il rapporto denunciò che *"a causa dell'erronea selezione delle caratteristiche fisiche e di progettazione del reattore da parte dei progettisti, il reattore di Chernobyl era un sistema instabile"*, *"la discrepanza fra le differenze effettive del nucleo e quelle previste dal progetto non è stata adeguatamente analizzata e di conseguenza non era noto come si sarebbe comportato il reattore in caso di incidente"*, *"ci sono diverse ragioni per ritenere che i progettisti non abbiamo valutato al meglio l'efficacia del sistema di protezione"* (Legasov)

## 2. I fatti

*Non ho mai detto il falso, però non ho raccontato tutta la verità.*

Queste furono le parole di Valerij Legasov relative al più grande disastro nucleare che colpì diversi paesi tra cui l'Ucraina, l'Europa del Nord e una parte del Mediterraneo. Durante la notte del 26 aprile 1986 era in corso un test di sicurezza sul reattore numero 4 della centrale nucleare di Chernobyl. Erano presenti il supervisore Aleksandr Akimov, il vicecapo ingegnere Anatoly Dyatlov, l'ingegnere

Valeriy Perevozchenko e altri tecnici che svolgevano il turno di notte. Per condurre il test fu necessario rimuovere tutte le barre di controllo in violazione alle procedure previste. Queste barre di boro, caratterizzate da punte in grafite, servivano a ridurre, aumentare o controllare la reazione di fissione nucleare da parte del combustibile all'interno del nocciolo.

L'imprevisto fu l'improvvisa caduta di potenza del reattore, da 1.500 MWt a 30 MWt. Akimov propose di abortire il test, il capo ingegnere Anatoly Dyatlov, invece impose di proseguire. Dopo mezz'ora, la potenza si assestò sui 200 MWt. La rimozione delle barre di moderazione per incrementare il livello di potenza del 7% provocò il salto dei tappi delle condutture di combustibile. In seguito alla rottura, la pressione del vapore scese vertiginosamente e si tentò il reinserimento di emergenza delle barre di moderazione: la temperatura dell'acqua era altissima, i refrigeranti bollivano. Akimov decise quindi di premere il pulsante AZ-5 per l'emergenza di classe 5. Le barre di moderazione risultarono però inefficaci perché erano immerse solo per due metri, invece dei sette necessari, inutile fu il tentativo di disconnettere i ganci per farle cadere, rimanevano immobili. Da quel momento in poi si avvertirono i primi segnali di malfunzionamento: rumorosità in aumento, vibrazioni, il pannello di controllo indicava l'assenza di flusso d'acqua e il danneggiamento delle pompe.

## 2.1 L'incidente

Ore 1:23:44. Un'esplosione. Il reattore raggiunse una potenza 120 volte superiore a quella normale, il combustibile nucleare si disintegrò, e tutto il vapore in eccesso verso le turbine fece esplodere le condutture. Subito seguì una seconda esplosione, quella più disastrosa. Il coperchio di 1.000 tonnellate del combustibile nucleare si scagliò in aria, lasciando il nocciolo esposto all'ambiente e scatenando il rilascio di radiazioni. L'aria raggiunse il reattore e con l'ossigeno si innescò uno spaventoso incendio di grafite. Il metallo dei tubi reagì con l'acqua, producendo idrogeno che esplose. Questa esplosione fu per anni sottostimata nei rapporti sovietici e, solo grazie ad uno studio dello scienziato Richard Wilson della Harvard University, si dimostrò che si trattò, in realtà, di una piccola esplosione nucleare dovuta alla presenza di cesio volatile e di una percentuale di iodio presente nell'ambiente, il 50% rispetto al 13% riportato nei rapporti sovietici.

Con la seconda esplosione furono proiettate all'esterno 35 tonnellate di combustibile nucleare. La colonna degli elementi radioattivi espulsi si alzò fino a due chilometri d'altezza e si disperse per un raggio di 1.200 chilometri. Le luci si iniziarono a spegnere, i locali furono invasi da nubi di polvere e fumo.





Figura 2 Liquidatori al lavoro

Ore 1:26:03. Gli allarmi di incendio vennero attivati. Dyatlov ordinò l'innescò dei sistemi di raffreddamento, presumendo che il reattore fosse intatto e che l'esplosione riguardasse solo i serbatoi d'acqua. La nube radioattiva si abbatté sui tecnici di turno in quella notte che manifestarono escoriazioni cutanee, vomito ed emorragie interne rivelatesi fatali per molti di loro.

Ore 1:28. Arrivarono i primi pompieri comandati da Volodymyr Pravik e, allo stesso tempo, il responsabile della centrale nucleare Viktor Brjuchanov, venne informato di quanto accaduto.

## 2.2 Salvare il salvabile

I pompieri tentarono di domare le fiamme nei locali turbina. Diversi frammenti di grafite radioattivi erano sparsi sia all'esterno della centrale che sul tetto, ognuno dei quali capace di dare una scarica letale di radiazioni nel raggio di centinaia di metri. Brjuchanov decise di chiamare Maryin, viceministro dell'Industria, e la notizia arrivò in poco tempo a Gorbachev e al Politburo (l'ufficio politico).

Ore 4:00. Mosca venne informata dei fatti. Nel frattempo, nella centrale si proseguì sostenendo la versione di Akimov, che reputava il reattore intatto e il danno solo nei serbatoi d'acqua. Continuarono a essere inviate persone a controllare, ignorando i loro responsi su quanto stava accadendo nel reattore ed esponendoli a dosi mortali di radiazioni. L'acqua pompata nel reattore causò ulteriori eruzioni e cortocircuiti che si estesero a tutti e quattro i blocchi.

## 2.3 La mattina dopo l'esplosione

*La mattina del 26 Aprile si presentava come una bellissima giornata ma ormai niente di quel paesaggio era più innocuo, tutto si trasformò in veleno.*

Legasov

Nel primo pomeriggio si riunì il comitato generale per far fronte al disastro avvenuto. Si propose di far evacuare la città di Pripjat, ma molti del comitato, tra cui lo stesso Brjuchanov, erano contrari in quanto l'evacuazione avrebbe generato panico e confusione generale tra gli abitanti. I capi del comitato erano offuscati non solo dal fumo generato dalla nube radioattiva ma dalla loro stessa ostinazione a non far trasparire la verità, per loro una minaccia più grande della stessa radioattività, che ormai si era propagata nell'aria. Per gestire la nube radioattiva, quella mattina 1.800 elicotteri depositarono 5.000 tonnellate di sabbia, piombo, argilla e boro che avrebbe dovuto assorbire i neutroni nel reattore squarciato. Purtroppo, oggi si sa che quasi niente di quei materiali gettati dall'alto raggiunsero il nocciolo, e anzi contribuirono a tenerlo a temperature elevate.

## 2.4 L'evacuazione

Il pomeriggio del 27 Aprile iniziò l'evacuazione di Pripjat. Vennero date ai residenti solo due ore per raccogliere i loro beni. 43.000 persone salirono su 1.200 autobus in direzione Kiev. Gli venne detto di prendere il necessario per due, tre giorni, un po' di cibo e i documenti. Da quel momento non ritorneranno più nelle loro case. La notizia dell'esplosione a Chernobyl fu comunicata dalla Tv di Stato lunedì 28 aprile, e qualche giorno dopo un satellite americano trasmise a Washington le prime immagini del disastro. Mentre dalle principali tv nazionali arrivavano le scioccanti immagini del disastro, Mosca confermò che vi erano solo due vittime e 197 persone in ospedale, con radiazioni in diminuzione.



Figura 3: Evacuazione Pripjat

Nel frattempo, nel blocco del reattore numero 4 due piscine di raffreddamento colme d'acqua radioattiva rischiavano di innescare una terza esplosione, a causa delle temperature di oltre 1200°C della grafite e dei combustibili che a contatto con l'acqua creavano lava radioattiva, il corium. Tre ingegneri Alexei Ananenko, Valeri Bezpalo e Boris Baranov, furono chiamati per aprire le valvole e consentirne lo svuotamento. Grazie al loro immenso eroismo si scongiurò il pericolo immediato. Il 6 maggio chiusero le scuole a Kiev e la radio avisò la popolazione ucraina di non mangiare verdure e ortaggi di nessun genere. I pompieri conclusero lo svuotamento di acqua radioattiva sotto il nocciolo, pompandone fuori 20.000 tonnellate.

A quasi un mese dal disastro nucleare, precisamente il 23 maggio, tavolette di iodio vennero distribuite in tutta l'URSS. A questo punto, però, non aveva più alcun valore, perché tutto lo iodio radioattivo era stato accumulato nella tiroide della popolazione esposta alla radiazione nei primi dieci giorni dall'esplosione. Il 15 giugno, l'intero staff dirigenziale dell'impianto di Chernobyl venne licenziato per irresponsabilità e mancanza di controllo, tra loro il direttore Victor Brjuchanov e il suo vice Nikolai Fomin. Il 3 luglio il Politburo sentenziò 10 anni di carcere per Brjuchanov, per seri errori e scarsità di vedute che hanno portato al disastro di Chernobyl e alle conseguenze. Per motivi di salute, a causa dell'avvelenamento radioattivo, Brjuchanov passerà solo 5 anni in carcere, fino al 1991. Anche Anatolij Dyatlov fu rilasciato dopo cinque anni di prigionia e nel 1995 morì per l'esposizione a 5,5 Sievert (550 REM) cui fu sottoposto durante l'incidente. Secondo l'OMS, 240.000 lavoratori, dal 1986 al 1987, e almeno 600.000 liquidatori, tra il 1986 e il 1992, furono esposti a condizioni di lavoro insicure.

Il 9 dicembre 1986 il direttore dell'International Atomic Energy Agency, Hans Blix visitò Chernobyl. Diventerà una figura centrale per le operazioni di contenimento, di ripulitura e di gestione del disastro che porterà all'idea del sarcofago che venne progettato e completato il 14 dicembre dello stesso anno e venne posizionato al di sopra del reattore numero 4. Il sarcofago fu progettato per durare 30 anni, con 300.000 tonnellate di cemento e 6.000 tonnellate di metalli pesanti. Dopo due anni dalla tragedia, Valerij Legasov, colui che era stato il capo della delegazione scientifica inviata a Chernobyl, si impiccò. La sua morte scatenò "l'onda d'urto" dell'industria nucleare sovietica e vennero finalmente ammessi gli errori di progettazione dei reattori RBMK utilizzati a Chernobyl e si procedette con la dismissione dei reattori che ad oggi è ancora in corso.

### 3. Aspetti economici

*Questa tragedia è un esempio di cosa può succedere quando si decide di sacrificare la verità per un'ideologia.*

James Bloodworth

Quando il reattore numero 4 esplose rilasciando radioattività, il partito comunista dell'URSS provò a controllare il flusso dell'informazione ed a raccontare la sua versione dei fatti. Il governo sovietico non voleva che le brutte notizie sull'incidente si diffondessero con velocità e per questo motivo interruppe le reti telefoniche e vietò ai lavoratori della centrale di condividere le notizie dell'accaduto. Nei giorni successivi all'incidente in Svezia furono registrati livelli di radiazioni inspiegabili. Solo in seguito alle pressioni dell'Occidente, l'Unione Sovietica fu costretta a confessare quanto successo. Adam Higginbotham, giornalista ed autore di *"Midnight in Chernobyl"* ritiene che questo disastro fu un momento chiave nella disintegrazione dell'Unione Sovietica a causa del costo economico e di una mancanza di fiducia verso le istituzioni. Gorbachev, segretario generale del partito comunista dell'Unione Sovietica dal 1985 al 1991, ammise che il disastro è stato il prodotto di un sistema malsano che non poteva più andare avanti. Chernobyl è stato frutto di un'ideologia totalitaria che si sarebbe sempre anteposta alle vite delle persone.

Il disastro di Chernobyl ebbe un forte impatto economico in particolare in tre paesi: Bielorussia, Federazione Russa e Ucraina. Data la diffusione delle radiazioni al di fuori dei confini dell'Unione Sovietica, anche altri paesi subirono significative perdite economiche. Nell'immediato non fu possibile calcolare precisamente i costi relativi all'incidente nucleare, a causa delle politiche adottate subito dopo l'esplosione e degli sconvolgimenti economici che seguirono il crollo dell'Unione Sovietica nel 1991. Diverse stime a partire dal 1990 indicano un ammontare di centinaia di miliardi di dollari spesi nel corso dei successivi 20 anni, ad oggi la somma arriva a circa 700 miliardi di dollari.

#### 3.1 Spese dirette e costi indiretti

Questi costi comprendono sia danni diretti che indiretti. Iniziando con le spese direttamente causate dalla tragedia, la perdita dei 4 reattori nucleari equivale approssimativamente a 4 miliardi di dollari. Inoltre, la scomparsa di questi reattori si associava ad una perdita annuale di energia equivalente a circa \$550 milioni. A questo si aggiungeva il costo della sigillatura del reattore equivalente a 2 miliardi di dollari finanziati dalla Banca Europea e da un gruppo di donatori stranieri. Un'altra spesa fu necessaria per il ricollocamento delle 330.000 persone lontane dalle aree più colpite. Supponendo la ricollocazione permanente di 10.000 famiglie ad un costo di \$20.000 ognuna il costo potrebbe essere stato di \$2 miliardi, più \$500 milioni per le operazioni di ricollocamento temporaneo.

Pochi furono gli aiuti forniti dallo Stato e prevalse un profondo senso di ingiustizia riguardo le modalità di gestione dell'emergenza. Molti rimasero disoccupati, sentivano di non avere più un posto nella società e di non avere controllo delle loro vite. I programmi di ricollocamento e riabilitazione cominciati all'epoca dell'Unione sovietica non furono più sostenibili dopo il 1991.

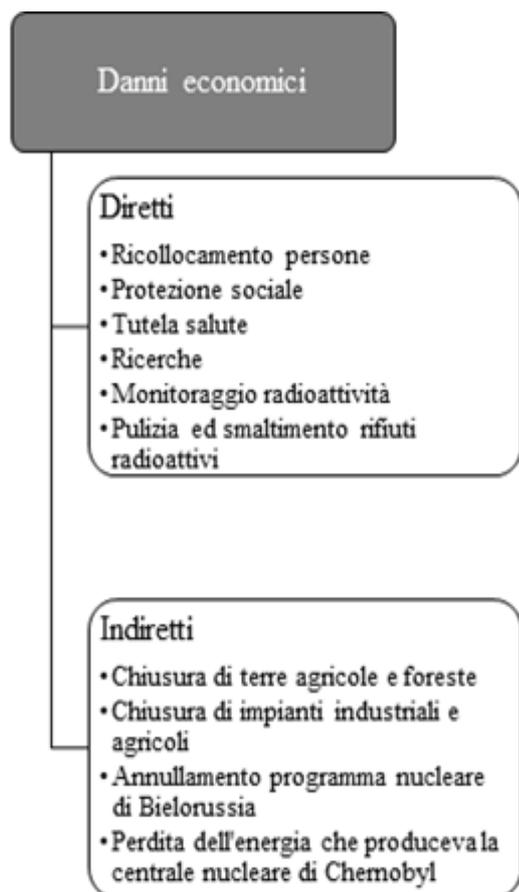


Figura 4: Classificazione danni economici

Attualmente vengono versati assegni di supporto alle popolazioni colpite, impattando sul relativo budget annuale degli stati coinvolti. Tuttavia, questi finanziamenti sono poco significativi rispetto ai danni psicologici, economici e sociali subiti dalla vecchia URSS.

Per quanto riguarda i danni indiretti, da non sottovalutare è il danno causato al settore agricolo. I territori più colpiti da questo disastro furono per lo più rurali, zone in cui il settore agricolo era quello che assicurava maggiori profitti.

A seguito del disastro 784.320 ettari di terreno furono sottratti alla produzione, causando un danno economico inimmaginabile. Anche la produzione di legname ha subito grossi danni, con 694.200 ettari di foresta non più fruibili. In alcune zone è rimasta la possibilità di produrre “cibo pulito” grazie a metodi correttivi quali aggiunta di fertilizzanti, additivi e processi produttivi speciali; questo ha portato come conseguenza diretta ad un aumento dei prezzi. In aggiunta a questo, anche dove la coltivazione e l'allevamento erano considerati sicuri, tanti consumatori rifiutavano prodotti coltivati nei terreni di Chernobyl,

causando una caduta nei redditi e di conseguenza una diminuzione della produzione e la chiusura di alcuni servizi.

Ad oggi fortunatamente in molte delle aree prima considerate a rischio, si è tornato a vivere e a coltivare. La zona di 770 miglia intorno alla zona di esclusione di Chernobyl rimane tuttavia non sicura né per abitazione umana, né per uso agricolo. Le autorità ucraine hanno stabilito che questa zona non sarà abitabile per più di 24.000 anni, tuttavia, dal 2017 alcuni imprenditori hanno trovato un nuovo utilizzo per questo territorio. Nel dicembre del 2017 un'azienda ucraino-tedesca, “Solar Chernobyl” ha annunciato la costruzione di una centrale solare nel territorio abbandonato. Questa centrale è stata dotata di 3.800 pannelli fotovoltaici; in più il governo ucraino ha affermato che una serie di aziende hanno pianificato di produrre fino a 99 MWt in più di energia solare nell'area interessata. L'apporto energetico sarà notevole, ma ancora molto distante da quello che veniva fornito dalla centrale nucleare di Chernobyl.

Inoltre, a partire dal 2011 la zona di esclusione di Chernobyl è stata aperta ai turisti. Questo ha apportato dei benefici economici all'Ucraina in termini di introiti e di posti di lavoro locali. Oltre a questo, con la messa in onda della serie televisiva “Chernobyl” il turismo è aumentato del 40%; nei primi 3 mesi del 2019, 11067 turisti hanno visitato l'area interessata. In seguito al disastro, milioni di persone hanno perso la propria casa e la propria attività. Attualmente il territorio resta ancora abbandonato e privo di prospettive portando ad uno stato di malessere generale e depressione che incide

sulla salute mentale delle persone. Questa condizione impedisce attualmente una crescita economica.

Come detto prima, altri paesi non appartenenti all'Unione Sovietica hanno subito degli effetti economici dovuti a questa tragedia. Tra questi paesi possiamo trovare anche l'Italia, paese nel quale tale disastro può aver influenzato i risultati delle consultazioni popolari del "referendum sul nucleare" del 1987 e del 2011. Con il secondo referendum si poté considerare chiuso il discorso sul nucleare in Italia.

## 4. Aspetti evitabili

A fronte di tutto quello che il disastro di Chernobyl ha causato, molte sono state le domande che si posero gli incaricati alla sicurezza, in particolare quelle relative a cosa fosse prevenibile. Molti scienziati e tecnici nucleari hanno effettuato numerose ricerche sin dal giorno dopo l'esplosione del reattore per rispondere a questi quesiti, incontrando tuttavia molta resistenza e difficoltà nel proseguire la loro investigazione. Ma con enorme tenacia sono riusciti ad ottenere la verità sugli errori commessi quella notte e non solo. Nel corso degli anni sono state rese note al pubblico tutte le decisioni e le mancanze che hanno provocato quello che ad oggi è ancora il più grande disastro generato da mano umana. Tutti questi errori si possono raggruppare in tre categorie.

### 4.1 Errori di progettazione

La prima è relativa agli errori di progettazione della centrale nucleare di Pripjat. Una centrale nucleare non è altro che una sofisticata macchina a vapore, che fa girare le turbine trasformando l'energia cinetica in elettricità. L'acqua viene fatta evaporare sfruttando la fissione degli atomi di Uranio o Plutonio, cioè la loro scissione con liberazione di energia e neutroni; questa reazione è altamente instabile, generando un effetto a catena sugli altri atomi, che è alla base delle bombe nucleari. Quindi per mantenere sotto controllo il tasso della fissione degli atomi radioattivi, i reattori nucleari impiegano delle barre di controllo la cui funzione è quella di assorbire i neutroni rilasciati durante la fissione e impedire che generino una sequenzialità di reazioni incontrollate.

I reattori impiegati nella centrale nucleare di Chernobyl, come precedentemente detto, erano della tipologia RBMK, che sebbene avessero alcuni vantaggi rispetto ai reattori usati in Occidente, presentavano primo fra tutti un difetto importante di fabbricazione: le barre di controllo erano state realizzate in boro (che assorbono i neutroni rilasciati dalla fissione) ma con un'estensione finale realizzata in grafite, che invece rallenta i neutroni, ma non ferma la reazione di fissione. La presenza di questa estensione finale era ignota ai tecnici della centrale. Oltre a questo difetto, il funzionamento di un reattore RBMK si basava sul fatto che quest'ultimo non raggiungesse mai basse temperature,

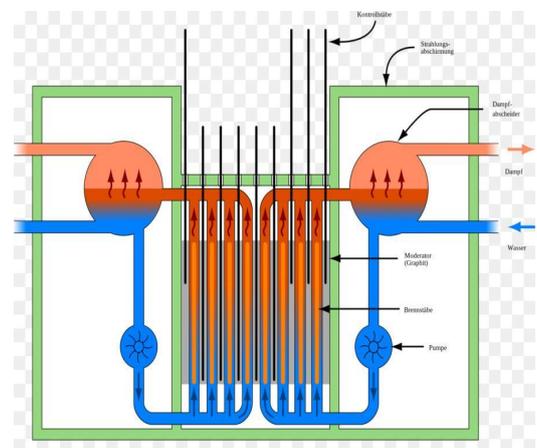


Figura 5: Funzionamento di reattore RBMK-1000

momento in cui la sua reattività aumenta esponenzialmente (e viceversa ad alte temperature diminuisce) ed era sprovvista di barriere di acciaio per contenere il reattore; vi era solo un muro di cemento armato, con due pesanti placche di metallo dette "scudi biologici". Per una questione economica, la struttura che ospitava il reattore RBMK di Chernobyl, non aveva i requisiti per essere considerata un edificio di contenimento. Per sopperire al problema connesso al coefficiente di vuoto positivo, indice di design scadente e derivante dall'utilizzo della grafite come moderatore, oggi quasi tutte le centrali nucleari occidentali impiegano l'acqua come moderatore e refrigerante. Questi fattori, tuttavia, non avrebbero creato problemi se il reattore avesse funzionato in condizioni normali. Ed è qui che entra in gioco la seconda grande categoria di errori commessi quella notte, quelli umani, in particolare l'inesperienza di alcuni tecnici.

## 4.2 Errori umani

Quel giorno si doveva effettuare un test di sicurezza per verificare che si potesse usare in caso di blackout la spinta residua delle turbine per alimentare le pompe d'acqua per raffreddare il reattore.

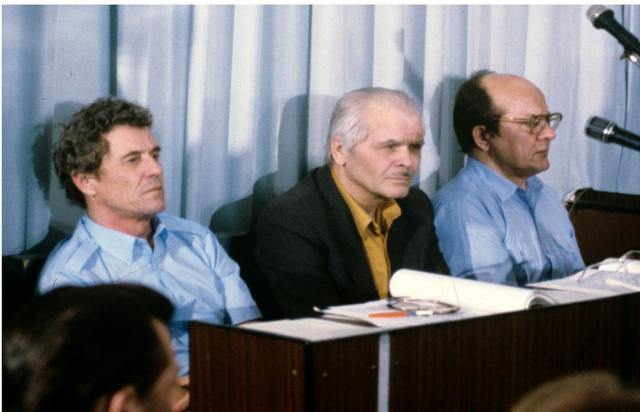


Figura 6: Foto del processo a Djallov (al centro)

Tuttavia, a seguito di una richiesta della compagnia elettrica, si sospese fino a dopo la mezzanotte il test, ma lasciando il reattore a generare solo metà della potenza, provocando una serie di reazioni fisiche e chimiche all'interno dello stesso che, quella notte, impedì di svolgere correttamente il test di sicurezza, poiché la potenza del reattore era scesa eccessivamente. Nonostante si andasse contro i protocolli, il vicedirettore tecnico della centrale a capo dell'esperimento, Anatolij Djallov, decise comunque di andare avanti con il test, pur non avendo ormai più le condizioni

richieste. Ai tecnici che lavoravano al turno di notte non era stata data alcuna informazione della natura dell'esperimento e non possedevano l'esperienza necessaria per comprendere che le condizioni del reattore non erano più idonee; pertanto si trovarono costretti ad obbedire agli ordini del loro capo, che diede disposizioni di disattivare il sistema di raffreddamento di emergenza del nocciolo, il sistema di controllo automatico locale e il sistema di riduzione dell'energia di emergenza, assumendo il controllo manuale delle barre di boro ed estraendo 205 delle 211 totali dal reattore.

Il protocollo prevedeva di lasciarne inserite almeno 15 e non 6 come in questo caso; avendo inoltre bloccato le pompe d'acqua, il reattore iniziò a generare troppa energia. Per tentare di bloccare questo rapido aumento di potenza fu avviata una procedura standard di sicurezza che prevedeva l'inserimento immediato di tutte le barre di controllo, ma a causa del difetto di progettazione delle barre, la grafite della punta non bloccò la reazione, generando così l'esplosione che distrusse l'edificio e provocò la nube radioattiva.

### 4.3 Sistema sovietico

La domanda che ora sorge spontanea è perché Djatlov quella sera decise di procedere con il test. Questo è riconducibile alla terza categoria di errori che furono commessi non solo quella notte ma sia prima che dopo Chernobyl, ed è quella della mentalità sovietica di occultare la verità. Il test di sicurezza era stato già svolto diverse volte, ma sempre con esiti negativi; il governo sovietico non poteva permettere che trapelasse la notizia di un fallimento. Pertanto, diede un ultimatum ai direttori della Centrale, tra cui Djatlov stesso, per effettuare un ultimo test che potesse ritenersi un successo, pena il licenziamento. Questa ricerca spasmodica di successi si rifletteva anche nella scelta di aver voluto costruire un reattore nucleare ad un costo inferiore rispetto a quelli occidentali, provocando quindi errori di progettazione, e risparmiando, inoltre, sulla sicurezza delle centrali. I tagli al budget non si limitavano solo al reattore in sé ma si estendevano anche nella formazione dei tecnici che lavoravano alla centrale, e all'istruzione nella gestione delle situazioni di emergenza delle autorità locali. La necessità di mostrare una facciata trionfalistica di successi scientifici e di conquiste tecnologiche durante la Guerra Fredda, impedirono quindi di mostrare qualsiasi tipo di debolezza e di fallimento del sistema sovietico.

A sostegno di questa tesi vi sono le centinaia di documenti segreti sovietici che i National Security Archives americani hanno pubblicato a 33 anni dalla catastrofe. In essi si ritrovano anche una miriade di informazioni relative a come i dirigenti sovietici decisero di gestire la vicenda. Si legge che pochi giorni dopo il disastro si modificarono i livelli massimi di radiazioni assorbibili per cercare di far ritornare le persone, tra cui anche donne incinte e bambini, nelle loro abitazioni. Altri documenti riportano invece di come si utilizzò la carne contaminata di animali per confezionare salsicce e altri cibi trattati. L'ex deputata Alla Yaroshinskaya, in un articolo sul Moscow Times, riportava una nota del Procuratore generale sovietico V.I. Andreyev relativo a questa ordinanza: Queste disposizioni hanno creato le condizioni per una accresciuta mortalità, una maggiore incidenza di formazioni maligne, un numero maggiore di deformazioni. Per 1,5 milioni di persone - compresi 160 mila bambini sotto i 7 anni - le tiroidi sono state esposte a dosi radioattive di 30.000 millirem nell'87% degli adulti e nel 48% dei bambini.

Sempre stando a tali documenti, si legge in una nota del consulente scientifico Vladimir Gubarev, inviata al Cremlino, che nelle prime ore dall'esplosione, il livello di impreparazione delle autorità locali portò alla perdita non necessaria di vite umane, data la loro completa paralisi; non erano abituati ad agire senza precisi ordini da Mosca. Scrive Gubarev che nel giro di un'ora la situazione con le radiazioni era già chiara, ma la mancanza di strumenti adeguati nel rilevamento di tali radiazioni ritardò ulteriormente la rapidità di risposta all'emergenza.

Tutto ciò che viene riportato dalle testimonianze e da questi documenti è un'enorme quantità di dati su come, nel caso in cui i dirigenti sovietici si fossero assunti le loro responsabilità, si sarebbero potuti evitare migliaia di morti inutili. Ma preferirono far ricadere la colpa su poche persone anziché su un intero sistema malato alle fondamenta.

## 5. Atti eroici

*“Nessun reduce di Chernobyl è un eroe. Siamo condannati a morte, salvi per caso”.* (Alimov). Il disastro nucleare più celebre della storia, tuttavia, non ha messo in risalto solo aspetti negativi. Sono moltissimi gli eroi che hanno fatto di tutto affinché il cataclisma non coinvolgesse altre nazioni e perché no, l'intero globo terrestre. Eroi che di fronte ad una situazione catastrofica vennero chiamati a svolgere il proprio ruolo e in Unione Sovietica, quando ricevevi un ordine, lo eseguivi senza troppi “ma”. Nella maggior parte dei casi, comunque, si trattava di soggetti che dell'aiuto verso il prossimo ne avevano fatto il loro “mantra”, spinti da una profonda etica che li obbligava moralmente a far di tutto per la tutela della Madrepatria.

### 5.1 La gestione del disastro



Figura 7: Vigili del fuoco al lavoro

Gli aiuti apportati furono molteplici, a partire dai soccorritori della notte della tragedia, i quali purtroppo morirono quasi tutti entro 15 giorni per “malattia da radiazioni acute”, i medici e l'intera equipe sanitaria, i liquidatori, i minatori *“chi se non noi?”* (celebre slogan di questi ultimi, entusiasti di lavorare per la patria), Valerij Legasov e non per ultimi i cittadini, i quali con grande determinazione e forza di volontà riuscirono a far fronte ad un problema più grande di loro, mostrando, ancora una volta, un amore viscerale verso la loro terra natia.

I primi ad essere chiamati in causa furono i vigili del fuoco. L'allarme suonò alla caserma interna dei pompieri numero 2 della centrale di Chernobyl. Quella notte di guardia, ricordano le cronache del tempo, c'era Anatoli Zakharov, pompiere veterano dislocato a Chernobyl dal 1980. Passò poco tempo prima che Anatoli, non appena scese dal camion, capisse la provenienza dei pezzi di grafite incandescente conficcati nell'asfalto fuso del piazzale, portati dall'esplosione del reattore. Dopo poco, numerosi soccorritori, spinti dal senso del dovere, si spostarono sul tetto del reattore ove rimasero per più di un'ora, esposti a raggi gamma e neutroni emessi dall'uranio e dalla grafite radioattivi in fiamme, a dosi 50 volte maggiori rispetto a quelle letali. Colti da conati di vomito e febbre altissima furono trasportati all'ospedale numero 6 di Mosca, ma ci fu ben poco da fare.

Di fondamentale importanza fu l'intervento dei liquidatori. Dopo un viaggio massacrante, questi ultimi giunsero a Prypyat - *“era buio. Volavo a 50 km/h. Nella centrale vidi uno squarcio di pochi metri. Sembrava che il tetto fosse crollato. Nulla di speciale. Per buttare sabbia e piombo nel cratere dovevamo aprire i portelloni e sporgerci per prendere la mira. Non avevamo alcuna protezione. Ma ormai eravamo rassegnati a morire”.* Le conseguenze furono catastrofiche, in pochissimi si sono salvati, dei circa 600mila liquidatori ad oggi soltanto 1 su 15 risulta essere ancora vivo. *“Per salvarmi ho dovuto assumere ormoni di produzione giapponese. Sono ingrassato di venti chili in tre mesi e ho perso i*

capelli. Ho il fegato distrutto e sono sopravvissuto ad una leucemia acuta. Però sono vivo: dei miei compagni di missione non è rimasto nessuno” – afferma il tenente colonnello Vladimir Alimov. “Sembra incredibile – racconta oggi- che nessuno ci spiegò con precisione cosa dovessimo fare e perchè. A tutti sembrò assurdo volare per migliaia di chilometri per un semplice incendio. Abbiamo capito dopo alcuni mesi: il comando dell’Armata Rossa aveva paura che di fronte alla verità i soldati si rifiutassero di andare a morire.” Altruismo e coraggio, erano questi i valori che popolavano lo spirito dei liquidatori e ad impersonificare al meglio tali valori vi sono sicuramente Ananenko, Bezpалov e Baranov. L’obiettivo era compiere un’operazione nelle camere sottostanti al reattore, far defluire l’acqua accumulata ed evitare una possibile esplosione termica dovuta al contatto con l’acqua qualora il nocciolo fosse sprofondato fino alle camere sottostanti. In seguito alle operazioni i 3 liquidatori furono insigniti di una delle più alte onorificenze a livello nazionale: "Eroe dell'Ucraina di 3° grado" con il decreto presidenziale del 28.06.2019. Numerose furono le controversie riguardanti la vita di Ananenko, Bezpалov e Baranov, fu detto che i tre morirono poco dopo le eroiche gesta ma non fu così. Ad oggi soltanto Boris Baranov risulta essere defunto e il fato volle che quest’ultimo esalasse l’ultimo respiro proprio fuori al polo nucleare di Chernobyl a causa di un attacco cardiaco.

Anche i minatori ebbero un ruolo cruciale nella gestione del disastro: dovevano scavare un tunnel sotterraneo di 150 metri dal terzo reattore fino al quarto. L’obiettivo era installare dei frigoriferi speciali utili per raffreddare le sostanze venutesi a formare in seguito all’esplosione e a fermare almeno un po’ le emissioni radioattive. – “Ci diedero una scadenza di tre mesi, ma noi terminammo tutto in meno di un mese. C’era entusiasmo a bizzeffe. Perché a quei tempi l’ideologia era sovietica, l’educazione era un’altra. Ci stabilirono turni di 3 ore! In condizioni normali, non straordinarie, in 3 ore si fanno 80 cm di tunnel. A Chernobyl se ne facevano 2 metri. Portammo a termine il nostro compito – e a casa. Si trattò in realtà di alcune settimane, ma la sensazione era come se avessimo passato là degli anni. Tuttora è tutto fresco nella memoria. E la primavera scorsa siamo persino tornati là. A ricordare, per così dire, a onorare la memoria dei defunti, a vedere quello che era cambiato.” (Nau-nov). Per tenere alto il morale dei lavoratori e per rendergli meno pesanti gli immani sforzi, Iosif Kobzon, celebre cantante russo, accettò l’invito di cantare dopo i turni di lavoro degli operai. Si propose di cantare ininterrottamente per diverse ore, assorbendo una fortissima dose di radiazioni, a cui i medici attribuiscono il tumore che dai primi anni duemila lo ha colpito e, recentemente, portato alla morte.

Da non sottovalutare fu il ruolo dei medici e delle intere equipe sanitarie, i quali, nonostante fossero consci del pericolo al quale stavano andando in contro, rimasero leali al giuramento di Ippocrate, sostennero i degenti dovendo sopportare turni di lavoro massacranti sia dal punto di vista fisico che psicologico. Forse uno dei primi a comprendere realmente l’entità del danno fu Valerij Legasov. Nonostante il permesso di rimanere nella zona di Chernobyl fosse di due settimane, Legasov, spinto dalla frenetica ricerca della verità vi rimase per sei mesi.

Dopo poco si iniziarono a manifestare i primi sintomi da esposizione a radiazioni: “abbronzatura” nucleare, tosse, insonnia, perdita di capelli. Ma lui non si fermò. Nell’Agosto del 1986 Legasov fu invitato a Vienna al congresso dell’AIEA. Gli fu commissionato, da parte di Gorbachev, di relazionare tutto nel dettaglio come prova di trasparenza e di combattimento nei confronti della corruzione e

della censura sovietica. Quando Legasov presentò il suo rapporto al Soviet, tuttavia, la sua relazione fu stravolta, omettendo particolari di non poco conto: *“Chernobyl fu dovuta ad un semplice errore umano”*. Ma non fu così.

Le conseguenze di Chernobyl su Legasov non furono soltanto fisiche. Alla pancreatite da radiazioni, alla perdita del controllo di quattro dita e di una gamba, si associava una profonda depressione dovuta alla consapevolezza che se la sua relazione non fosse stata modi-

ficata, probabilmente, in futuro, si sarebbero potuti evitare numerosi incidenti ed altrettanti morti. Il peso di ciò che sapeva, ma che non poteva esternare, lo stava logorando. Il 26 aprile del 1988, esattamente due anni dopo la catastrofe, Valerij Legasov decise di farla finita. Si impiccò alla ringhiera delle scale di casa. Prima di farlo però registrò un’audiocassetta nella quale comunicò tutta la verità. Ha pagato il prezzo delle bugie con la vita. In occasione del primo decennale dalla tragedia, gli fu riconosciuto il titolo di *“Eroe della Federazione Russa”* per il coraggio e l’eroismo dimostrati nell’investigazione del disastro. *“Ogni menzogna che diciamo, contraiamo un debito con la verità. Presto o tardi quel debito va pagato. Ecco cosa fa esplodere il nocciolo di un reattore RBMK... le bugie”*.



Figura 8: Valerij Legasov

## 6. Conseguenze

La catastrofe di Chernobyl determinò una serie di conseguenze devastanti in termini ambientali e sociali, ma la cosa meno nota è su come questo evento ha dimostrato ancora una volta la forza della natura e dell’uomo di riadattarsi e sopravvivere. Con questa considerazione non si vogliono negare gli effetti collaterali dati dall’influenza prolungata delle radiazioni tuttora presenti nel territorio, ma si vuole semplicemente sottolineare come la natura, seguendo i suoi tempi e le sue dinamiche, tenda a ritrovare un suo equilibrio.



Figura 9: Chernobyl oggi

### 6.1 Distruzione e contaminazione nucleare

La contaminazione provocata dall'incidente di Chernobyl non interessò solo le aree vicine alla centrale, ma si diffuse irregolarmente secondo le condizioni atmosferiche, interessando soprattutto aree di Bielorussia, Ucraina e Russia. Più di 8.400.000 abitanti vennero esposti alle radiazioni. Otto tonnellate di nube tossica e radioattiva, viaggiando nei venti, raggiunsero anche le aree dei paesi scandinavi e il resto dell'Europa. Nei mesi successivi all’evento si sono verificate una serie di catastrofi ecologiche

e sociali determinando ancora oggi uno stravolgimento della biodiversità e dell'evoluzione del nostro pianeta.

All'epoca, nell'area compresa in un raggio di 10 km dall'impianto, furono registrati livelli di fall-out radioattivo critici. Dopo qualche tempo, per un raggio di circa 5 km, si osservarono gli alberi ingiallire e morire. A causa di questo veloce deperimento l'area in prossimità della centrale venne chiamata "La foresta Rossa". Venne registrata una riduzione della fertilità dei mammiferi e di nascite di animali di allevamento con malformazioni congenite (al muso, agli arti o al cranio), peso anormale, morbosità e mortalità elevata. Venne registrato inoltre un aumento nella frequenza di disordine citogenetico sia nelle cellule somatiche che in quelle germinali di numerose specie nell'area circostante alla catastrofe, con un conseguente drastico incremento di tumori nei mammiferi, compreso l'uomo, in quanto sono il gruppo di animali più sensibile alle radiazioni.

## 6.2. Bilancio delle vittime

Nonostante siano state dichiarate ufficialmente solo una cinquantina di vittime, il bilancio è ancora oggetto di controversie, ma si pensa che almeno 4000 persone siano morte nei giorni successivi all'esplosione, principalmente gli incaricati della messa in sicurezza della centrale, della gestione dell'evacuazione e gli abitanti in quanto vennero esposti a livelli eccessivi di radioattività. Secondo il rapporto dell'Oms, finora, nei Paesi più danneggiati sono stati diagnosticati circa 5.000 tumori tiroidei in persone che, all'epoca della disgrazia, erano bambini o adolescenti; nuovi casi di cancro alla tiroide sono verosimilmente previsti nei prossimi decenni. L'Oms, infatti, stima che ci potrebbero essere 9.000 morti per cancro in eccesso imputabili all'incidente di Chernobyl tra le persone appartenenti alle squadre di emergenza, gli evacuati e i residenti delle regioni ad alta e bassa contaminazione di Bielorussia, Russia e Ucraina.

Una dose alta di radiazioni dà effetti nell'immediato come eritemi, epilazioni, ustioni, tossicità agli organi emopoietici fino alla morte. Effetti dovuti a esposizione a lungo termine, anche a dosi bassi di radiazioni, provocano un aumento dell'incidenza di patologie quali tumori non solidi (leucemie e linfomi), e solidi (tumore della tiroide, del polmone, mammella, colon), anomalie genetiche, malformazioni congenite alla nascita e aborti spontanei *"Donne incinte perdono i bambini che avevano assorbito tutto quel veleno, tutta quella intossicazione, salvando così le loro madri."*( Io, sopravvissuta di Chernobyl di Diana Medri 27 aprile 2016). Questa massiccia fuoriuscita di radiazioni ha inflitto un'ennesima ferita al nostro pianeta, mutando sensibilmente l'intero patrimonio genetico.

## 6.3. La natura riconquista i suoi spazi

Un aspetto interessante tuttavia è che, nonostante nell'immaginario collettivo il tipico paesaggio post-atomico è una landa desolata, dove ogni essere vivente è morto o fuggito per sempre, quello che oggi si può osservare a Chernobyl è un paesaggio totalmente differente. Una regione verde, fitta di alberi, popolata da lupi, alci e bisonti, dove non esistono automobili a disturbare le abitudini della fauna locale. Questo è lo scenario che si presenta sul confine tra Ucraina e Bielorussia, nelle vicinanze di Pripjat territorio chiamato Exclusion Zone. Pripjat è oggi una città fantasma ferma a 33 anni fa,

quando quasi 50mila abitanti l'hanno abbandonata in pochi giorni; le sue strade sono abitate dalle radici degli alberi che lentamente stanno riconquistando il luogo diventando un santuario di biodiversità. Questo non significa che piante e animali siano sani come quelli delle zone incontaminate in altre parti del mondo, ma probabilmente la prosperità delle specie è dovuta all'assenza di uomini e quindi al fatto che gli animali si riproducono più velocemente di quanto li uccidano gli effetti collaterali delle radiazioni. Questo evento, anche se in misura diversa, può essere paragonato a come la natura ha riconquistato rapidamente i suoi spazi durante la fase del lockdown, causato dal Covid-19, e come velocemente i tassi di inquinamento siano calati nell'atmosfera, nei mari e nelle foreste di tutto il mondo. Quindi un'ennesima dimostrazione di come la natura si rigeneri nonostante tutto quello che l'uomo le affligge. Chernobyl può darci l'opportunità di studiare i cambiamenti dell'ambiente e farci capire da un lato il danno che noi uomini siamo in grado di apportare al nostro pianeta e allo stesso tempo lo scarso impatto che possiamo avere nel corso della sua vita lunga miliardi di anni.

#### 6.4. Una ferita aperta

Un ultimo aspetto da analizzare è come questo evento sia stato impattante sulla salute psichica delle persone che abitavano quelle zone, con un'incidenza di ansia, depressione, abuso di sostanze alcoliche, disturbo post traumatico da stress e tendenze suicide di molto superiore tra le popolazioni coinvolte nel disastro rispetto al resto del mondo (Matthew A. Bolt, 2018). Dopo l'incidente vennero evacuati 404.000 persone. Partono.

Scappano, ma non sanno da cosa. Vanno, cambiano aria...ma per qualche giorno avevano già respirato normalmente quell'aria anormale, avevano calpestato a piedi nudi quella terra piena di radioattività".

Un ultimo messaggio che lasciarono le donne nelle case ormai sprangate dai militari: "Uomo gentile e caro, non cercare oggetti di valore, non ne abbiamo mai avuti. Utilizza tutto ciò che ti serve, ma non saccheggiarci la casa. RITORNEREMO." I cani correvano dietro i pullman per dare l'ultimo saluto ai loro padroni. Pochi giorni dopo i "liquidatori" spararono ad ogni animale. Gente che lavorava lì nei dintorni, balzava fuori dalle macchine vomitando, perché non si respirava, perché tutto il corpo era bruciato. Quella catastrofe provocata dall'uomo ha portato lacrime, paura, disperazione e morte. Attualmente solo la vegetazione ha deciso di farsi padrone e di occupare quella terra, per renderla - almeno un po' - meno desolata. (Io, sopravvissuta di Chernobyl di Diana Medri 27 aprile 2016) Ancora oggi più di cinque milioni di persone popolano queste terre contaminate. "Le radiazioni?" mi dissero "Non ci pensiamo. Qui almeno abbiamo una casa. Vogliamo morire qui". Svetlana Alekseievic nel capolavoro "Preghiera per Chernobyl". "Poco fa ero così felice. Tutto è rimasto in un altro mondo. Non capisco come riesco a vivere. Mi sentivo paralizzata. La mattina mi svegliavo, cercavo di abbracciarlo. Dov'è? C'è il suo cuscino, il suo odore.... Siamo primi a scoprire qualcosa di terribile. È andato a Chernobyl il giorno del mio compleanno. Facevamo una vita da



Figura 10: Coppia di anziani abitanti di Chernobyl, 2019

innamorati. La sua squadra, sette persone, sono morti tutti. Quando dopo tre anni è morto il primo pensavamo, che magari fosse un caso. Dopo è morto il secondo, il terzo... Ognuno già aspettava il suo turno. Mio marito è morto per ultimo. Era robusto, alto quasi due metri, pesava 90 chili, come si poteva immaginare? Staccavano la luce nei paesi abbandonati...Ah, quanto ero felice!

Si chiama Diana Medri, è nata nel 1989 a Krasnopole, 300 chilometri a nord di Chernobyl. Dopo la morte dei suoi familiari, avvelenati assieme ad altri milioni di persone esposte alle radiazioni, nel 2002 viene adottata da una famiglia italiana. "La mia famiglia". 30 anni dopo la terribile tragedia, Diana ci scrive questa testimonianza per condividere l'amore per "una terra che era bellissima" e il ricordo di "una primavera calda e profumata". "Per molti anni siamo stati i "bambini chernobyliani", bambini di cui avere paura, da cui stare lontani. C'erano anche quelli che ci mettevano al buio per vedere se ci illuminavamo; oggi questa frase fa sorridere, allora per noi era una pena dolorosa. Eravamo uno spettacolo da circo. I paesi europei si sono mossi immediatamente e fin da subito sono nate le associazioni che ospitano i "bambini di Chernobyl". Io ero una di queste bambine, che però ha avuto una seconda chance; nella mia fine ho trovato il mio inizio e sono stata adottata da una famiglia italiana. Dalla MIA famiglia"

Nella primavera del 1986 Olena Natalia Liubchenkova, Kiev, Ucraina a 135 km da Chernobyl, aveva 22 anni, lavorava come economista e viveva con il marito e la figlia a Kiev." Non ero ancora in preda al panico, non avevo capito come le radiazioni potessero influire sulla nostra salute. Ero solo molto triste per il fatto che la mia piccola bambina, che era sempre al mio fianco, andasse da qualche parte senza di me. Che avrebbe imparato a parlare senza di me".

Sigrid Ulrich viveva a Monaco di Baviera nel 1986, 800 km da Chernobyl, lavorava come giornalista per l'agenzia di stampa tedesca Deutsche Presse-Agentur e aveva 33 anni. "Ricordo soprattutto un grande caos perché non ci furono informazioni per, credo, due giorni. Ci dissero solo in seguito che non saremmo dovuti uscire e, soprattutto, che non saremmo dovuti uscire sotto la pioggia. Furono buttate via molte verdure. Ancora oggi in questa zona ci sono cinghiali che non si dovrebbero mangiare. Un altro problema era legato al latte e cosa farci. Molto fu immagazzinato in circa 200 vagoni ferroviari, perché era velenoso".

Thomas Siemienski, Breslavia, Polonia, 1.078km da Chernobyl aveva 29 anni nella primavera del 1986, viveva a Breslavia, nella Polonia occidentale, e lavorava come ricercatore in linguistica presso l'università della città. "Mi trovavo nel posto in cui lavoravo all'epoca e vidi una signora con una bottiglietta di iodio. Lo usavamo per disinfettare le ferite. E poi vidi che lo beveva. Fu sorprendente e un po' preoccupante, ma poi qualcuno spiegò che, secondo le voci, si doveva bere iodio perché ti protegge dagli effetti delle radiazioni. Ancora oggi, 33 anni dopo, non so se fosse vero".

## **7. Conclusioni e lezioni per il futuro**

Gli insegnamenti che ad oggi possiamo trarre dall'esplosione del nocciolo del reattore di Chernobyl sono molteplici e hanno un valore incommensurabile. La portata del disastro sta continuando ad influenzare i fornitori di energia nucleare conducendo allo sviluppo di tecnologie più sicure e resistenti ma sollevando dubbi sull'uso del nucleare in generale, attualmente in forte declino. Nei trent'anni successivi all'esplosione sono stati messi in funzione nel mondo soltanto 194 reattori nucleari; la

maggioranza di quelli in fase di costruzione sono di III° Generazione e presentano notevoli progressi rispetto ai precedenti, grazie al rafforzamento strutturale e all'aumento del grado di automazione dei processi al fine di garantire la massima sicurezza. Sono inoltre in definizione le specifiche dei reattori che apparterranno alla IV° Generazione, che presenteranno notevoli vantaggi a livello ambientale ed energetico, muovendosi quindi nella direzione dell'ecosostenibile. Alla luce di calamità come quella in questione, la Germania, grande utilizzatore del nucleare, si è impegnata ad annunciare lo smantellamento di tutti i suoi impianti entro il 2022, insieme alla Svezia; persino la Francia, celebre per fare affidamento sul nucleare per circa il 75% del suo fabbisogno elettrico, si è tirata indietro, pianificando di ridurre la sua dipendenza dal nucleare nei prossimi decenni. Il Giappone e l'Italia l'hanno già fatto, sebbene questo allontanamento dai rischi del nucleare stia ostacolando alcuni tra i più interessanti progressi tecnologici in campo energetico nel mondo. Le nuove tecnologie che potrebbero modificare l'opinione pubblica, come i reattori a sale fuso, sono costose e ancora non testate su scala commerciale, con probabili svantaggi che spesso superano i vantaggi teorici. L'industria nucleare, vitale ma al tempo stesso temuta e fraincesa, ha davanti a sé un futuro incerto.

Nel frattempo, India, Corea del Sud, Russia e in particolare la Cina, stanno costruendo oltre 60 nuove centrali nucleari; in India in particolare si stanno sviluppando nuove e interessanti tecnologie, dove dal 2004 è in costruzione il primo prototipo di reattore commerciale al torio, progettato per funzionare per quattro mesi senza il controllo umano e per durare cento anni, ovvero per triplicare la normale durata di un reattore. I settori di energia rinnovabile, come l'eolico e il solare, stanno migliorando e nel giro di pochi decenni potrebbero arrivare a rappresentare un'alternativa valida al carbone, al petrolio e ai combustibili nucleari. La speranza è che chi ha il potere e le risorse per costruire e gestire le centrali abbia imparato a mettere al primo posto la sicurezza.

A fronte di ciò che si è raccontato riguardo il disastro di Chernobyl, abbiamo cercato di far emergere non solo i fatti avvenuti e le conseguenze, note ormai da tempo. Il nostro intento è stato quello di soffermarci su altri diversi aspetti per noi importanti. In primis, la natura: come raccontato, essa, nonostante sia stata distrutta dalla radioattività e per anni sia stata dormiente, alla fine si è ripresa i suoi spazi, consentendo la rinascita di una vegetazione rigogliosa, anche se mutata nel suo DNA. Altro aspetto è la fauna: animali di varie specie hanno ripreso a riprodursi favoriti soprattutto dall'assenza dell'uomo. Infine, un aspetto di non minore importanza da considerare è l'ambizione umana, nella sua ricerca spasmodica di tecnologie sempre più avanzate. Come riportato in un'intervista di Svetlana Aleksievich *"Il progresso tecnologico, è sempre meno controllabile"* e il disastro avvenuto in Unione Sovietica lo ha reso chiaro: *"Siamo testimoni di come stiano cambiando la natura e il clima. Capiamo che non sempre riusciamo a controllare le tecnologie di cui disponiamo. Il progresso oggi è paragonabile a una specie di guerra: una guerra contro la natura e contro l'uomo. Chernobyl è una guerra attuale: le guerre del futuro saranno così"*. Una frase che è una lezione anche per le generazioni future: la tecnologia può essere fondamentale per tutelare l'essere umano, ma il monito da seguire è evitare che tutto ciò si trasformi in una guerra in cui l'uomo rischia di perdere contro ciò che egli stesso ha creato. Questo disastro può insegnarci che se siamo stati in grado di produrre quei problemi, allora saremo in grado, impegnandoci, di impedire che si ripetano.



- <https://www.francescagorzanelli.it/chernobyl/valerij-legasov/>
- <https://www.francescagorzanelli.it/chernobyl/i-liquidatori-di-chernobyl-eroi-senza-nome/>
- <https://www.epicentro.iss.it/ambiente/pdf/SintesidatiChernobyl.pdf>
- <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf>
- <https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/CIA-RDP93T01142R000100360001-3.pdf>
- <https://www.thebalance.com/chernobyl-nuclear-power-plant-disaster-economic-impact-3306335#citation-6>
- <https://www.greenfacts.org/en/chernobyl/l-3/5-social-economic-impacts.htm>
- <https://www.lifegate.it/svetlana-aleksievic-intervista-chernobyl>
- <https://www.eni.com/it-IT/tecnologie/reattori-nucleari-dopo-chernobyl.html>
- Immagini prese dal sito: <https://go2chernobyl.com/photogallery>

## Bibliografia

- (s.d.). Tratto da <https://www.eni.com/it-IT/tecnologie/reattori-nucleari-dopo-chernobyl.html>
- Amadeo, K. (2020, Aprile 9). *The Balance*. Tratto da Chernobyl Disaster Facts: <https://www.thebalance.com/chernobyl-nuclear-power-plant-disaster-economic-impact-3306335#citation-6>
- Bendix, A. (22 aprile 2006). *Chernobyl's "sarcophagus", which helped contain the spread of radiation, is being dismantled because it's teetering on collapse*. Business Insider.
- Blasco, L. (2019, Maggio 29). *BBC News Mundo*. Tratto da Chernobyl: cómo el gobierno de la Unión Soviética trató de ocultar la mayor catástrofe nuclear de la historia y cómo se enteró el mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48432902>
- Bloodworth, J. (2019, Giugno 11). *UnHerd*. Tratto da Did Chernobyl kill communism?: <https://unherd.com/2019/06/chernobyl-and-the-meltdown-of-the-ussr/#:~:text=According%20to%20Mikhail%20Gorbachev%2C%20the,Soviet%20communism%20five%20years%20later.&text=Yet%20as%20Gorbachev%20admitted%2C%20the,%E2%80%9Ccould%20no%20longer%20continue%E2%80>
- Carnazzi, S. (22 Aprile 2016). *Cosa è successo a Chernobyl, la cronologia del disastro minuto per minuto*. lifegate.com.
- Causes and Circumstances of the Accident at Unit 4 of The Chernobyl Nuclear Plant on 26 April 1986. (1991).
- D'alessandro, M. M. (2019, Agosto 20). *The GlobePost*. Tratto da Radioactive 'Adventure:' Chernobyl Tourism Surges After HBO Series: <https://theglobepost.com/2019/08/20/chernobyl-tourism-hbo/>
- Economics, A. N. (2011, Novembre 10). *National Intelligence Council*. Tratto da <https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/CIA-RDP93T01142R000100360001-3.pdf>
- Gorzanelli, F. (2017). *Valerij Legasov*. Tratto da <https://www.francescagorzanelli.it/chernobyl/valerij-legasov/>

- Gorzanelli, F. (2020). *I liquidatori di Chernobyl - eroi senza nome*. Tratto da <https://www.francescagorzanelli.it/chernobyl/i-liquidatori-di-chernobyl-eroi-senza-nome/>
- GreenFacts. (2006). Tratto da Chernobyl Nuclear Accident: <https://www.greenfacts.org/en/chernobyl/l-3/5-social-economic-impacts.htm>
- History. (2019, Giugno 4). Tratto da Chernobyl: <https://www.history.com/topics/1980s/chernobyl>
- Humus, P. (Giugno 2008). *Chernobyl: Le mappe locali della contaminazione*. Progetto Humus.
- IAEA International atomic energy agency. (The Chernobyl Forum: 2003–2005). Tratto da Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine: <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf>
- *Il premio Nobel Svetlana Aleksievič: "Chernobyl non appartiene al passato, ma al futuro"*. (s.d.). Tratto da <https://www.lifegate.it/svetlana-aleksievic-intervista-chernobyl>
- Lacatena, C. (2013). *Gli eroi di Chernobyl*. Tratto da <http://www.carlolacatena.it/storia/9/0/Gli-eroi-di-Chernobyl.html>
- LaStampa. (2019). <https://www.lastampa.it/esteri/2019/08/25/news/incidente-di-chernobyl-documenti-segreti->
- Leatherbarrow, A. (2019). *CHERNOBYL 01:23:40*.
- Leatherbarrow, A. (2019). *CHERNOBYL 01:23:40*.
- *Legasov suicide leaves unanswered questions*. (2006). Tratto da <http://www.neimagazine.com/features/featurelegasov-suicide-leaves-unanswered-questions/>
- Lovisolò, L. (2018). *In morte di un cantante storico e controverso*. Tratto da <https://www.lucalovisolò.ch/internazionale/attualita/in-morte-di-un-cantante-storico.html>
- Medvedev. (s.d.). *The Legacy of Chernobyl*.
- Morosi, S. (2016, Aprile 26). *Corriere della Sera*. Tratto da Italia, i costi nascosti del nucleare: <https://www.corriere.it/extra-per-voi/2016/04/18/italia-costi-nascosti-nucleare-30-anni-referendum-scorie-eacbb6be-055f-11e6-9d1f-916c0ba5b897.shtml>
- N.A. Beresford, E. S. (2020). Field effects studies in the Chernobyl Exclusion Zone: Lessons to be Learnt.
- Naunov, V. (2016). *Le Russie di Chernobyl*. Tratto da <http://lerussiedichernobyl.blogspot.com/2016/06/limpresa-sconosciuta-dei-minatori.html>
- News, E. T. (2019, Giugno 14). *Economy*. Tratto da Chernobyl is becoming a top holiday trip: <https://www.ecnmy.org/engage/chernobyl-becoming-top-holiday-trip/>
- Read, P. P. (1994). *Catastrofe. La vera storia di Chernobyl*.
- *traduzione e adattamento a cura della redazione di EpiCentro*. (s.d.). Tratto da Chernobyl, il vero bilancio dell'incidente: <https://www.epicentro.iss.it/ambiente/pdf/SintesidatiChernobyl.pdf>
- *Una lezione da Chernobyl*. (s.d.). Tratto da <https://www.eni.com/it-IT/tecnologie/reattori-nucleari-dopo-chernobyl.html>
- Wilson, R. (26 Giugno 1987). *A visit to Chernobyl*. SCIENCE.

- Young, C. (8 Agosto 2019). *Chernobyl "sarcophagus" is being taken down due to fear of collapse*. Interesting Engineering.
- Zheludev I.S., K. L. (1980). *Nuclear power in the USSR*.