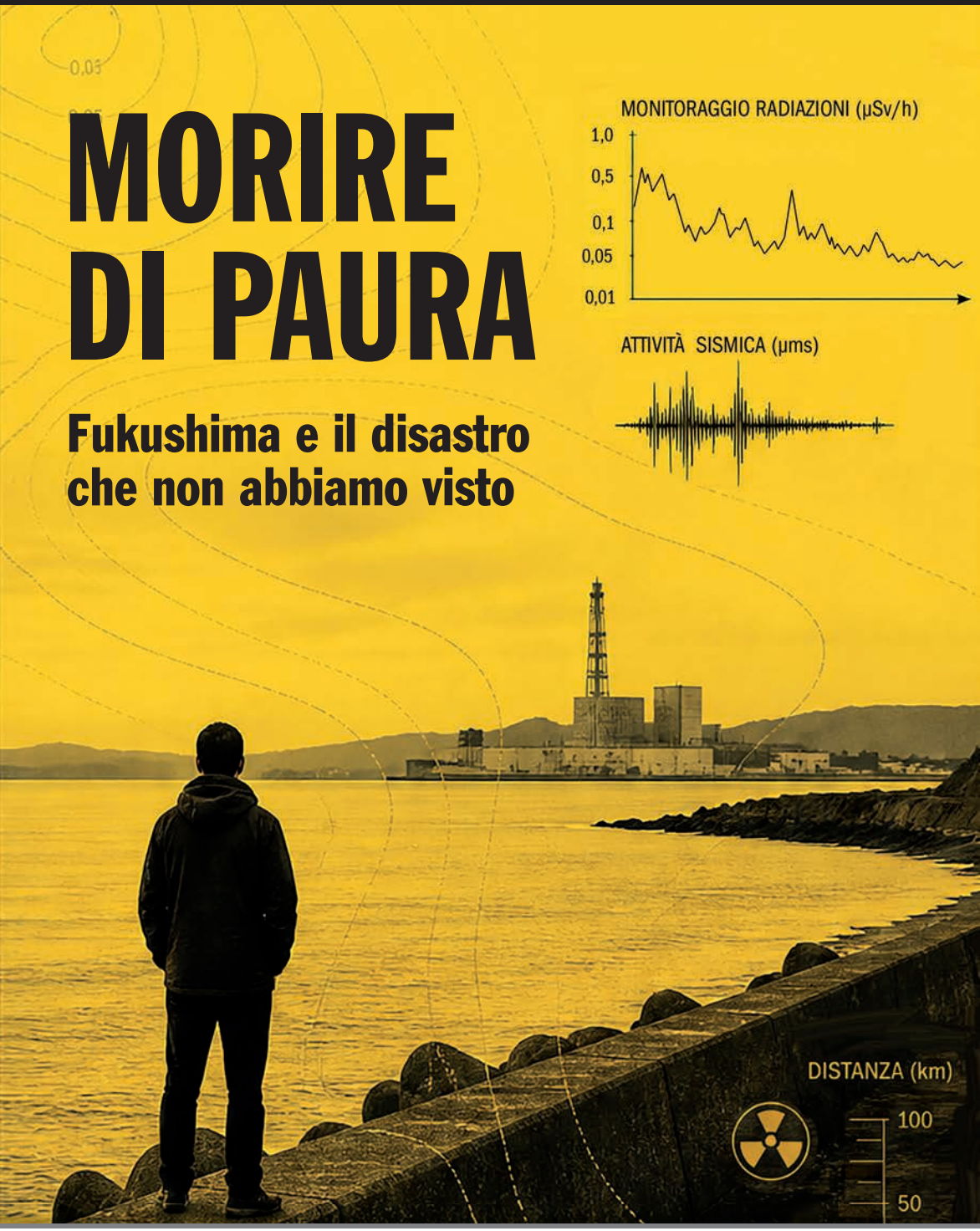
Piergiorgio Pescali

MORIRE DI PAURA

Fukushima e il disastro che non abbiamo visto



FrancoAngeli TRACCE

Tracce
I nuovi passaggi della contemporaneità

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati
possono consultare il nostro sito Internet: *www.francoangeli.it* e iscriversi nella homepage al servizio
"Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Piergiorgio Pescali

MORIRE DI PAURA

Fukushima e il disastro che non abbiamo visto

FrancoAngeli TRACCE

In copertina: *rielaborazione di una foto dell'autore*

Isbn e-book: 9791224504719

Copyright © 2026 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito *www.francoangeli.it*.

Gli eventuali link attivi e QR code inseriti nel volume sono forniti dall'autore.
L'editore non si assume alcuna responsabilità sui link attivi e QR code ivi contenuti che rimandano a siti non appartenenti a FrancoAngeli.

L'autore dichiara che, nella fase di stesura del presente volume, non ha utilizzato strumenti di IA generativa.

A Daigo e alle generazioni che verranno.
Per vivere bisogna comprendere.
Per comprendere bisogna guardare senza distogliere gli occhi.

Indice

Introduzione: Il cataclisma che non vediamo pag. 13

1. Due incidenti, due storie » 17
1. Il giorno in cui il mondo cambiò due volte » 17
2. Natura tecnica: un confronto indispensabile » 18
3. Natura sociologica: il paradosso della trasparenza » 21
4. Il cigno che nessuno voleva vedere » 24
5. Due tragedie, un unico specchio » 24

2. La percezione del rischio e i suoi inganni » 29
1. Perché i dati non bastano » 29
2. La macchina cognitiva del rischio: euristiche e distorsioni » 30
3. Il peso specifico di Hiroshima » 33
4. Il paradosso della scala: quando i confronti non funzionano » 34
5. La crisi di fiducia istituzionale: quando la paura è razionale » 36
6. Il danno invisibile: le conseguenze sanitarie dell'evacuazione » 38
7. Comunicare il rischio: quello che non ha funzionato » 39
8. La razionalità del terrore: una sintesi » 41

3. Gli effetti biologici reali sulla popolazione » 47
1. Morti dirette da radiazioni: il dato che stupisce » 47
2. Lo *screening* tiroideo: il capitolo più dibattuto » 49
3. I danni dell'evacuazione: il capitolo più tragico » 53

4. L'effetto nocebo collettivo e il paradosso della comunicazione del rischio pag. 55
5. Un bilancio provvisorio: la complessità come risultato » 57

4. Chernobyl sciagura nucleare, Fukushima cataclisma sociale » 62
1. Il paradosso quantitativo » 62
2. Il *furusato*: il concetto che l'Occidente non comprende » 64
3. La sovrapposizione con Hiroshima: il peso della memoria atomica » 65
4. La dissoluzione dei legami: famiglie, comunità, identità » 67
5. Perché in URSS il cataclisma sociale fu minore » 68
6. La comunicazione del rischio come campo di battaglia » 70
7. Il tempo lungo del disastro » 71
8. Chernobyl e Fukushima: due catastrofi, una sola lezione » 72

5. Lo stigma del contaminato » 77
1. Una storia che si ripete » 77
2. La legge del contagio: un istinto più vecchio della ragione » 78
3. La dimensione matrimoniale: un tabù trasmesso culturalmente » 79
4. I bambini: lo stigma che si chiama "germe" » 80
5. I lavoratori della centrale: vittime dimenticate » 81
6. Il danno economico: quando lo stigma diventa crisi di mercato » 82
7. Lo stigma medico: il silenzio nelle corsie » 83
8. Il paradosso: uno stigma senza fondamento biologico » 84
9. Il silenzio come risposta: la spirale dell'auto-stigma » 85
10. Rompere il silenzio: le voci che cercano di cambiare la storia » 86
11. Lo stigma come categoria analitica: lezione per il futuro » 87

6. La disinformazione bidirezionale » 92
1. Quando la disinformazione viene da entrambe le parti » 92
2. La disinformazione catastrofista: anatomia di un *corpus* di menzogne » 93
3. Chi paga il prezzo della disinformazione: contadini e pescatori contro i loro stessi difensori » 95
4. La frattura: quando la disinformazione diventa nemica dei danneggiati » 96
5. L'episodio delle acque ALPS: l'estate del 2023 » 98

6. La persistenza asimmetrica: perché la disinformazione antinucleare non finisce pag. 99
7. Le conseguenze politiche: chiusure di impianti e dipendenza dai combustibili fossili » 100
8. La disinformazione minimizzante » 101
9. L'innalzamento dei limiti di dose » 102
10. Il paradosso dello *screening* tiroideo » 103
11. I danni reali della disinformazione: la catastrofe dell'evacuazione » 104
12. Il circolo vizioso: come le due disinformazioni si alimentano » 106
13. Il problema strutturale dei conflitti di interesse istituzionali » 106
14. La lezione: la credibilità si costruisce in decenni e si distrugge in settimane » 107

7. Il suolo, il mare, la bonifica » 115
1. La doppia contaminazione » 115
2. La salinizzazione: il danno dello *tsunami* » 116
3. La contaminazione radioattiva: un programma senza precedenti » 118
4. Il problema delle foreste » 118
5. Il cinghiale radioattivo e la natura che riprende possesso » 120
6. Enormi quantità di sacchi, una decisione politicamente irrisolvibile » 121
7. Lo scarico delle acque trattate: scienza e geopolitica » 122
8. Il costo dell'incertezza e la chimica del lungo termine » 124
9. Una bonifica ancora aperta » 124

8. I contadini di Odaka e il paradosso del riso più controllato del mondo » 130
1. Il sistema a QR Code » 130
2. Il *fuhyo higai*: il danno da notizie non verificate » 131
3. La psicologia della contaminazione: mente razionale, istinto irrazionale » 132
4. Il mercato e le strategie di sopravvivenza » 134
5. Lo stigma geografico: tutta la prefettura sotto accusa » 135
6. I numeri del declino e i segni di una lenta ripresa » 136
7. L'effetto paradossale dell'informazione sulla sicurezza » 137
8. Il contadino come testimone di un processo senza fine » 138
9. La doppia ingiustizia e una lezione per il futuro » 139

9. Lo smantellamento: un viaggio verso il 2051 e oltre pag. 144
1. La scala del problema » 144
2. La geografia del disastro: tre reattori, tre storie diverse » 145
3. La tomografia a muoni: guardare dentro l'impossibile » 146
4. I robot che si bruciano » 147
5. I 0,7 grammi che hanno cambiato la storia » 148
6. I ritardi e la riscrittura della roadmap » 148
7. I costi e chi li paga » 149
8. Gli uomini e le donne dello smantellamento » 150
9. Il confronto con Three Mile Island e Chernobyl: perché Fukushima è diverso » 151
10. La scienza dello smantellamento: un campo nuovo » 152
11. Un impegno che trascende le generazioni » 152

10. La giustizia mancata » 158
1. Il percorso verso il processo penale » 158
2. Gli imputati e le accuse » 159
3. Il processo e la sentenza: l'imprevedibilità come scudo » 160
4. Il problema giuridico dell'imprevedibilità » 161
5. La *regulatory capture* e la responsabilità del sistema » 161
6. La causa civile degli azionisti: tredici trilioni e poi niente » 162
7. Il governo non paga: la sentenza del giugno 2022 » 163
8. Il conto finale e chi lo paga davvero » 164
9. Il paradosso della giustizia mancata » 165
10. Il confronto con Chernobyl: processare l'operatore, non il sistema » 166
11. Una lezione che nessuno ha ancora del tutto imparato » 166

11. Dopo Fukushima: il Giappone e il ritorno al nucleare » 171
1. Il crollo e il silenzio dei reattori » 171
2. La ricostruzione istituzionale: nascita della NRA » 173
3. I fattori del cambiamento: come un'impensabile diventa inevitabile » 175
4. Kashiwazaki-Kariwa: il simbolo più pesante » 178
5. Il paradosso del carbone: la conseguenza non raccontata » 180
6. Lo stato attuale: un ritorno incompiuto » 181
7. La scelta tra rischi: un bilancio provvisorio » 183

Conclusioni: Quello che abbiamo imparato e quello che fingiamo di aver dimenticato pag. 191
1. Un disastro e molti disastri » 191
2. Il sistema che non sapeva di essere pericoloso » 192
3. I numeri e la loro ombra » 193
4. La disinformazione come danno autonomo » 194
5. Lo stigma: il disastro che non si vede » 195
6. La giustizia e i suoi limiti » 196
7. Il lavoro lungo: bonifica, smantellamento, memoria » 197
8. Il futuro energetico e le domande senza risposta » 200
9. Quello che abbiamo imparato e quello che fingiamo di aver dimenticato » 201
10. Le case vuote e i ciliegi » 203

Nota dell'autore e ringraziamenti » 211

Bibliografia ragionata » 215
Nota introduttiva » 215
Opere dell'autore » 215
Rapporti ufficiali, indagini istituzionali e fonti primarie » 216
Scienze naturali, radiobiologia e ingegneria nucleare » 218
Psicologia del rischio, percezione e comunicazione » 220
Effetti psicologici e sociali del disastro » 222
Sociologia del disastro, identità e contesti culturali giapponesi » 224
Disinformazione, media e comunicazione del rischio » 225
Agricoltura, pesca, stigma economico e *fuhyo higai* » 225
Smantellamento nucleare e tecnologia del *corium* » 226
Giustizia, diritto e responsabilità istituzionale » 227
Il futuro energetico del Giappone e il dibattito globale sul nucleare » 228
Memorie, testimonianze e letteratura narrativa » 228
Nota finale » 229

Introduzione
Il cataclisma che non vediamo

Questo libro nasce da un paradosso che mi ha inseguito per più di un decennio di reportage sul campo. Ho percorso strade deserte nel cuore della prefettura di Fukushima tenendo in mano un dosimetro. Ho misurato la radioattività ambientale in villaggi evacuati, in mercati del pesce, nei pressi della centrale Daiichi[1]. E poi, tornando in Italia, ho confrontato quei numeri con quelli rilevati nel Lazio vulcanico, nelle zone granitiche della Versilia, in certi edifici milanesi dove il radon supera tranquillamente i livelli che in Giappone avrebbero giustificato un'evacuazione[2].

Il risultato è stato ogni volta lo stesso: stupore, incredulità, rifiuto. La gente non vuole sapere. Non perché sia superficiale, è anzi spesso colta e informata, ma perché *sa già*. Sa che Fukushima è pericolosa. Sa che il cibo è contaminato. Sa che il mare è avvelenato. E nessun dosimetro cambia ciò che si sa[3,4].

Questo libro non è un manifesto pro-nucleare né un atto d'accusa contro l'energia atomica. È un tentativo di capire perché la realtà scientifica e la realtà percepita di Fukushima siano due cose così radicalmente diverse e che cosa abbia prodotto quella distanza. Ho cercato di essere il più rigoroso possibile sui dati, citando fonti primarie e segnalando nelle note i dibattiti scientifici ancora aperti[5]. Ho cercato al tempo stesso di non dimenticare mai che dietro ogni numero ci sono persone reali: i contadini di Odaka con i loro sacchi di riso certificati che nessuno compra[6], le famiglie evacuate che non tornano[7], i lavoratori che ogni mattina entrano in un sito dove la storia umana non ha ancora scritto il capitolo finale.

Un'ultima premessa metodologica. Ho scelto di confrontare sistematicamente Fukushima con Chernobyl perché i due incidenti sono spesso confusi nell'immaginario collettivo, e perché questa confusione è, essa stessa, parte del problema[8]. Le differenze tra i due disastri, tecniche, politiche, culturali, sono enormi, e comprenderle è il primo passo per capire perché Fukushima sia stata, come scrivo nel titolo, un cataclisma che non vediamo: devastante non nelle sue radiazioni, ma nei suoi effetti sociali, psicologici ed economici, che continuano a produrre danni reali molto dopo che i livelli di radioattività sono tornati a valori di fondo naturale[9].

Note

[1] L'unità di misura usata dai dosimetri portatili è il microsievert per ora (μSv/h). Il fondo naturale medio globale è di circa 0,1-0,3 μSv/h, ma varia sensibilmente a seconda della geologia locale. Nelle zone granitiche e vulcaniche italiane (Lazio, Toscana, Sardegna) si misurano regolarmente valori superiori a 0,5 μSv/h. Cfr. UNSCEAR, *Sources and Effects of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly*, Vol. I, Annex B: "Exposures from Natural Radiation Sources", New York, 2000, pp. 84-109.

[2] Il radon (^{222}Rn) è un gas nobile radioattivo prodotto dal decadimento dell'uranio nel suolo. La sua concentrazione negli edifici dipende dalla permeabilità del terreno, dalla geologia locale e dalle caratteristiche costruttive. L'Organizzazione Mondiale della Sanità fissa il livello di riferimento a 100 Bq/m³ (con un massimo raccomandato di 300 Bq/m³); la nuova Direttiva Euratom 2013/59 ha abbassato il livello di riferimento europeo a 300 Bq/m³. In alcune province del Lazio (Viterbo, Roma) e della Toscana (Grosseto, Massa-Carrara) sono documentate concentrazioni medie superiori a 200-400 Bq/m³, con picchi individuali oltre 1.000 Bq/m³. Cfr. ISPRA, *Rapporto sul radon nelle abitazioni italiane*, *Rapporti* ISPRA n. 228/2015; WHO, *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*, WHO Press, Ginevra, 2009.

[3] La distinzione tra "livello di contaminazione misurato" e "livello di rischio percepito" è al centro di un'ampia letteratura di psicologia cognitiva e di comunicazione del rischio. Il modello psicometrico elaborato da Paul Slovic e colleghi a partire dagli anni Ottanta mostra che il rischio nucleare occupa una posizione anomala nella "mappa del rischio": a parità di probabilità statistica di danno, viene percepito come significativamente più grave di altri rischi (es. incidenti stradali, fumo) per via dei fattori "terrore" e "ignoto". Cfr. Slovic P., "Perception of Risk", *Science*, 236/4799, 1987, pp. 280-285; Id., *The Perception of Risk*, Earthscan, 2000.

[4] Sul rapporto tra conoscenza dell'informazione scientifica e persistenza di credenze erronee, v. il fenomeno del "*backfire effect*" descritto in Nyhan B., Reifler J., "When Corrections Fail: The Persistence of Political Misperceptions", *Political Behavior*, 32/2, 2010, pp. 303-330; e, più in generale, Kahneman D., *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Straus and Giroux, New York, 2011 (trad. it. *Pensieri lenti e veloci*, Mondadori, Milano, 2012, cap. 12-13, sul ruolo delle euristiche nell'elaborazione dell'informazione scientifica.

[5] L'incidente alla centrale di Fukushima Daiichi (11 marzo 2011) ha determinato il

rilascio in atmosfera di circa 900 PBq di equivalente iodio-131 (stima UNSCEAR 2013), pari a circa il 10-20% delle emissioni di Chernobyl. Le dosi efficaci cumulate per la popolazione delle prefetture colpite sono risultate, nella stragrande maggioranza dei casi, inferiori a 5 mSv nel primo anno; per i residenti non evacuati di Fukushima la dose media aggiuntiva è stimata in 1-3 mSv nel primo anno. Cfr. UNSCEAR, *Levels and Effects of Radiation Exposure due to the Nuclear Accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami,* Report to the General Assembly, New York, 2013 (con aggiornamenti 2020/2021), pp. 21-35.

[6] Il mercato del riso di Fukushima è emblematico del fenomeno detto "stigma del rischio" (*risk stigma*) o "contaminazione simbolica". Nonostante la totalità delle partite di riso prodotte nella prefettura venga sistematicamente monitorata (con soglie di sicurezza fissate a 100 Bq/kg per il cesio, ben al di sotto della soglia UE di 1.250 Bq/kg per i cereali e di quella *Codex Alimentarius* di 1.000 Bq/kg), il prezzo del riso di Fukushima è rimasto in media del 20-30% inferiore a quello di produzioni equivalenti di altre prefetture per molti anni dopo il 2011. Cfr. Tanaka T., Ono M., "Risk Communication and the Fukushima Stigma", *Journal of Risk Research*, 18/9, 2015, pp. 1118-1133; Fukushima Prefectural Government, *Annual Report on Rice Radiation Inspection*, 2022.

[7] Il tema dei "danni da evacuazione" (*evacuation-related deaths*) è documentato in diversi studi epidemiologici giapponesi. Uno studio pubblicato nel 2017 stima che le morti legate allo stress dell'evacuazione nella prefettura di Fukushima abbiano superato quota 2.300, contro zero decessi direttamente attribuibili alle radiazioni nell'incidente del 2011 (escludendo il lavoratore deceduto nel 2018 per tumore riconosciuto come professionale). Cfr. Hasegawa R. *et al.*, "Tragedy in Fukushima: Moving beyond Grief", *The Lancet*, *386/9992*, 2015, pp. 418-420; Nomura K. *et al.*, "Evacuation-Related Mortality and the Fukushima Nuclear Disaster", *BMJ Open*, 3/3, 2013, e002237.

[8] Il confronto sistematico tra Fukushima e Chernobyl è metodologicamente indispensabile ma anche metodologicamente insidioso, poiché i due incidenti differiscono in modo sostanziale su almeno cinque dimensioni: (1) potenza del rilascio radioattivo (Chernobyl: ~5.200 PBq di I-131 equivalente; Fukushima: ~500 PBq, stime UNSCEAR); (2) tipo di reattore (RBMK grafite vs. BWR ad acqua leggera); (3) modalità di contenimento (esplosione del nocciolo vs. danneggiamento per mancanza di raffreddamento); (4) risposta delle autorità (evacuazione immediata e massiccia vs. evacuazione progressiva e controversa); (5) contesto demografico e geografico (area agricola e forestale scarsamente urbanizzata vs. costa pacifica con alta densità abitativa e catastrofe sismica-tsunamica concomitante). Cfr. IAEA, *The Fukushima Daiichi Accident: Description and Context*, IAEA, Vienna, 2015; Imanaka T. *et al.*, "Comparison of Radioactive Contamination from the Chernobyl and Fukushima Accidents", *Journal of Radiation Research*, *56*/Suppl. 1, 2015, pp. i54-i64.

[9] L'espressione "livelli di fondo naturale" (*natural background radiation*) designa il tasso di irradiazione dovuto a cause non antropiche: raggi cosmici, radioisotopi naturali nel suolo (^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K) e radon atmosferico. La dose efficace media annua da fondo naturale è di circa 2,4 mSv a livello globale (con variazioni da meno di 1 mSv a oltre 300 mSv in aree di alta radioattività naturale come Ramsar in Iran o Guarapari in Brasile). Per la quasi totalità della prefettura di Fukushima, i livelli ambientali sono tornati entro questo intervallo entro il 2015-2016, con l'eccezione di alcune aree della zona di esclusione più vicina alla centrale. Cfr. UNSCEAR 2000, *op. cit.*, Annex B; IAEA, *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources*, Safety Standards Series No. GSG-8, Vienna, 2018, pp. 15-22.

1
Due incidenti, due storie

Chernobyl fu una tragedia del sistema.
Fukushima fu una tragedia della soglia.

P. Pescali, *Capire Fukushima.*
La lotta del Giappone, il nucleare oltre gli stereotipi,
Lekton Edizioni, 2021

1. Il giorno in cui il mondo cambiò due volte

L'11 marzo 2011, alle 14:46 ora locale, un terremoto di magnitudo 9.0 colpì la costa nord-orientale del Giappone con un'energia paragonabile a quella di 600 milioni di bombe di Hiroshima[1]. Fu il sisma più violento nella storia sismografica del Paese e il quarto più intenso mai registrato sulla Terra da quando esistono strumenti moderni di misurazione. La scossa durò quasi sei minuti, un'eternità in termini sismici, e spostò l'asse terrestre di circa diciassette centimetri, abbreviando la giornata di 1,8 microsecondi. Ciò che produsse sulle coste del Tōhoku fu qualcosa di visivamente incomprensibile.

La scossa in sé non uccise quasi nessuno. I giapponesi vivono da millenni sull'Anello di Fuoco e i loro edifici, soprattutto nelle grandi città, sono tra i meglio progettati al mondo per resistere ai terremoti. Fu lo *tsunami* che seguì, con onde alte fino a quaranta metri in alcuni punti della costa[2], a spazzare interi villaggi, ad affogare quasi ventimila persone in pochi minuti, a distruggere le infrastrutture costiere di tre prefetture nel tempo di un respiro geologico[3]. I video amatoriali che circolarono in tutto il mondo nelle ore successive mostravano qualcosa che l'immaginazione umana non aveva strumenti per elaborare: masse d'acqua nera che inghiottivano case, automobili, interi quartieri, avanzando lente e inesorabili come un'idea fissa.

Fu il medesimo *tsunami* a invadere gli impianti di raffreddamento della centrale nucleare di Fukushima Daiichi, gestita dalla TEPCO (Tokyo

Electric Power Company), privandoli dell'alimentazione elettrica necessaria per tenere in temperatura i noccioli dei reattori[4,5]. I generatori diesel di emergenza, progettati per subentrare in caso di mancanza di corrente esterna, erano stati installati in locali seminterrati che si trovavano esattamente nella traiettoria delle acque. Quando l'onda li raggiunse, si spensero. Da quel momento cominciò, con la lentezza inesorabile della fisica, il conto alla rovescia verso la fusione del nocciolo.

La fusione parziale del nocciolo nei reattori 1, 2 e 3 avvenne nelle ore e nei giorni successivi, nell'ordine: il reattore 1 andò in fusione in circa cinque ore dall'arrivo dello *tsunami*; il reattore 3 in poco più di quaranta ore; il reattore 2 fu, paradossalmente, quello più difficile da gestire, con il suo contenimento che cedette parzialmente provocando le emissioni più significative[6]. Era il 15 marzo quando il mondo capì che stava assistendo a qualcosa di storicamente senza precedenti: la prima fusione nucleare multipla simultanea nella storia del nucleare civile.

Il mondo aveva già vissuto Chernobyl nel 1986[7]. Aveva già visto cosa potesse significare, in termini di paura collettiva e di immaginazione apocalittica, la parola "nucleare" applicata a un disastro. E ora stava guardando accadere qualcosa di apparentemente simile, o almeno, così sembrava dai televisori di tutto il mondo, in uno dei Paesi più avanzati del pianeta, in una democrazia ricca e tecnologicamente sofisticata, nel Paese del Sol Levante che tutti credevano immune dall'imprevisto.

Ma ciò che sembrava uguale era profondamente diverso. E capire questa differenza, tecnica, storica, culturale, psicologica, è il compito di questo libro.

2. Natura tecnica: un confronto indispensabile

Per comprendere Fukushima nella sua specificità, è necessario fare un passo indietro e capire cosa accadde, esattamente, a Chernobyl. Non perché i due incidenti siano comparabili in termini di gravità; non lo sono, nella misura che si vedrà, ma perché nella memoria collettiva globale Chernobyl ha costituito il quadro di riferimento attraverso cui tutto il nucleare viene filtrato e interpretato. È il fantasma che aleggia su ogni discussione.

Il reattore di Chernobyl. Il reattore numero 4 della centrale di Chernobyl era di tipo RBMK-1000 (dall'acronimo russo *Reaktor Bolshoy Moshchnosti Kanalnyy*, reattore ad alta potenza a canali): un design di origine sovietica che non aveva equivalenti in Occidente[8]. Utilizzava la grafite come moderatore, ovvero come sostanza che rallenta i neutroni per mantenere la reazione a catena sotto controllo, e l'acqua ordinaria come refrigerante[9]. Era una combinazione che offriva indubbi vantaggi in termini di flessibilità operativa (il reattore poteva essere rifornito di combustibile senza essere spento) ma nascondeva un'instabilità fondamentale, nota agli ingegneri sovietici ma mai comunicata agli operatori in modo adeguato[10].

A bassa potenza, l'aumento delle bolle di vapore nell'acqua di raffreddamento accelerava la reazione nucleare invece di ammortizzarla. Era il cosiddetto "coefficiente di vuoto positivo": in condizioni critiche, il reattore tendeva ad autoalimentarsi invece di auto-stabilizzarsi[11]. Questo difetto progettuale, combinato con la lunghezza delle barre di controllo (che in fase di inserimento d'emergenza aumentavano brevemente la reattività prima di ridurla, il cosiddetto "effetto punta di grafite"), creava una finestra di estrema vulnerabilità in certi regimi operativi.

Nella notte tra il 25 e il 26 aprile 1986, un test di sicurezza mal pianificato e peggio eseguito portò il reattore in queste esatte condizioni di vulnerabilità[12]. L'operatore di turno, Leonid Toptunov, premette il tasto di emergenza (AZ-5) che doveva inserire le barre di controllo e spegnere il reattore. Invece, per quindici secondi, la reattività salì vertiginosamente. L'esplosione di potenza che seguì, una *prompt criticality*, la più temuta delle condizioni in fisica nucleare, fu accompagnata da un'esplosione di vapore e poi dall'incendio della grafite del moderatore[13].

Furono le particelle di grafite incandescente, non protette da alcun contenimento efficace, poiché la struttura del reattore RBMK era priva di una vasca di contenimento secondaria del tipo usato nei reattori occidentali, a trasportare i radionuclidi ad alta quota, distribuendoli su scala continentale[14]. Il pennacchio radioattivo raggiunse l'Europa occidentale in pochi giorni. Stoccolma misurò la contaminazione prima ancora che Mosca ammettesse l'incidente.

I reattori di Fukushima. I sei reattori della centrale Fukushima Daiichi erano di tipo BWR (*Boiling Water Reactor*, reattore ad acqua bollente) di progettazione statunitense, prodotti dalla General Electric secondo il