

Fukushima: completato il “muro di ghiaccio”

Stefano Pisani

Sette anni dopo il disastro nucleare, Fukushima presenta ancora un grosso problema di contaminazione. Nel 2017 è stato completato un “muro di ghiaccio” che ha lo scopo di impedire all’acqua di entrare in contatto con la centrale nucleare. Sfortunatamente però questo muro, che non ha mancato di suscitare alcune critiche, non si è dimostrato così efficace come molti avevano sperato

Partiamo dall’inizio. L’anno scorso il governo centrale del Giappone è riuscito a completare il “muro di ghiaccio” sotterraneo, dopo tre anni di lavoro e un costo di 35 miliardi di yen (pari a circa 320 milioni di dollari). Con i suoi oltre 38 metri di profondità e la sua lunghezza di circa 1,6 km, la struttura è stata concepita per impedire alle acque sotterranee di mescolarsi con l’acqua radioattiva che fuoriesce dalla centrale nucleare di Fukushima Daiichi, gravemente danneggiata nel 2011 da un terremoto e uno tsunami.

Le acque delle falde sotterranee, infatti, si mescolano con l’acqua radioattiva che trapela dai reattori danneggiati; ulteriore complicazione è poi costituita dal fatto che l’acqua contaminata, che filtra in profondità, può derivare anche dall’acqua piovana che viene a contatto con il suolo e con le strutture contaminate della centrale. Quel maledetto 11 marzo 2011 l’impianto nucleare di Fukushima Daiichi subì il crollo di ben tre reattori dopo un catastrofico evento combinato terremoto-tsunami.

Uno dei più forti terremoti mai registrati, di magnitudo 9, scosse la parte nord-orientale del Giappone provocando uno tsunami che causò la disattivazione di tre dei sistemi di raffreddamento delle quattro unità del reattore dell’impianto: il surriscaldamento del combustibile nucleare provocò una fusione, esplosioni di idrogeno con emissioni di radiazioni e il crollo dei reattori. Inoltre, più di 120 mila edifici furono distrutti e centinaia di migliaia di persone persero la propria casa; secondo le stime della Banca Mondiale, il costo economico totale di questo disastro naturale si aggira intorno ai 235 miliardi di dollari, una cifra che

ne fa uno dei più onerosi di sempre nella storia mondiale. Negli anni successivi, i tecnici hanno lavorato su come decontaminare il sito impedendo l’ulteriore rilascio di radiazioni nell’ambiente.

Gli ingegneri hanno installato 1.550 tubi sotterranei riempiti di refrigerante che sono stati progettati per creare una barriera di terreno ghiacciato attorno a quattro edifici danneggiati del reattore e alle loro turbine, in modo da controllare l’acqua sotterranea che scorre nell’area, fortemente radioattiva, e impedirne la dispersione. I tubi sono stati posti a una profondità di oltre 30 metri, l’equivalente di un edificio di dieci piani. Il liquido refrigerante nelle tubature congela il terreno circostante portandolo a meno 30 gradi centigradi e creando così il “muro di ghiaccio”.

Un muro di ghiaccio la cui costruzione è iniziata nel 2014 e che è stato attivato gradualmente, seguendo diverse fasi, a partire dal 2016. Le barriere congelate attorno agli edifici del reattore sono ora considerate complete. Il muro si è reso necessario perché i nuclei dei tre reattori danneggiati si sono sciolti durante l’incidente del 2011 e devono essere costantemente raffreddati con acqua per evitare che si surriscaldino. Quest’acqua di raffreddamento diventa così radioattiva e filtra attraverso le aree danneggiate negli scantinati dell’edificio, dove si mescola con le acque sotterranee, aumentando il volume di acqua contaminata. Finora, sono quasi 800.000 le tonnellate di acqua radioattiva che sono state pompate, trattate per eliminare cesio, stronzio e dozzine di altre particelle radioattive e immagazzinate in mille serbatoi che occupano praticamente ogni angolo dello stabilimento di Fukushima (e il volume

cresce attualmente di 100 tonnellate al giorno, anche se è un dato comunque inferiore a quello delle 400 tonnellate di quattro anni fa). Questa situazione, ovviamente, interferisce con la decontaminazione e la dismissione della centrale e aumenta il rischio di ulteriori dispersioni di acqua nel vicino oceano. Per impedire che altra acqua s'infiltri nel terreno e si contamini, è stato inoltre pavimentato più del 90% del sito ed è stata anche costruita una serie di canali di scolo e di barriere sotterranee oltre, appunto, al "muro di ghiaccio". I funzionari addetti alla sua costruzione hanno spiegato che il liquido refrigerante è sicuro per l'ambiente e i test effettuati suggeriscono che il sistema ha capacità sufficienti, nonostante i dubbi che l'enorme sistema di refrigerazione possa congelare efficacemente il terreno mentre l'acqua freatica continua a fluire nella zona. Gli esperti sono però preoccupati per il fatto che il muro di ghiaccio potrebbe non essere regolato rapidamente in una situazione di emergenza, come quella che deriva da un improvviso aumento del flusso di acqua contaminata, poiché occorrono diverse settimane per il congelamento. In particolare,



Gli ingegneri hanno installato 1.550 tubi sotterranei riempiti di refrigerante, per creare una barriera di terreno ghiacciato

c'è chi ha mosso critiche importanti sottolineando che la valutazione della struttura effettuata finora si basa su periodi in cui c'era poca pioggia ma, per esempio nella stagione dei tifoni, le cose potrebbero andare molto diversamente. Inoltre, i costi elettrici per il funzionamento del sistema di refrigerazione potrebbero essere superiori al previsto; il muro, poi, una volta formato può rimanere congelato solo per un massimo di due mesi in caso di interruzione di corrente. L'opera, che può sembrare un'idea apparentemente presa in prestito da un fumetto (ricordiamoci che siamo sempre in Giappone...), è stata criticata sin da subito perché troppo complessa e potenzialmente inefficace.

I sospetti pessimistici della fase di progettazione sono stati in qualche modo confermati quando, all'inizio dello scorso marzo, un'indagine commissionata dal governo giapponese ha fatto emergere che, se da un lato il muro contribuisce effettivamente a ridurre la perdita di acqua contaminata,

sarebbero necessarie misure più severe poiché esso si è dimostrato solo parzialmente efficace.

C'è da dire che questa megalitica costruzione deve fare i conti con una situazione come quella di Fukushima che, nonostante il tempo trascorso, non è certamente rosea. A distanza di sette anni, i materiali radioattivi fuoriusciti dal reattore danneggiato di Fukushima causano ancora la contaminazione delle falde acquifere, il che, come si è detto, complica seriamente gli sforzi per la definitiva disattivazione dell'impianto. Lo stato del reattore ha inoltre reso estremamente difficile identificare la posizione dell'uranio fuso intrappolato nell'impianto stesso, che è stato ripreso con telecamere solo l'anno scorso, usando sonde robotiche e tecniche di *imaging 3-D* a muoni (un tipo di particella subatomica). C'è da aggiungere che perfino i robot inviati per investigare e ripulire il sito non sono stati in grado di resistere alle radiazioni, peggiorando dunque l'emergenza mentre l'impianto continua a contaminare le falde acquifere. Secondo gli ultimi dati rilasciati dall'ente che gestisce l'impianto, la Tokyo Electric Power Co. (TEPCO), il muro di ghiaccio sta riducendo la quantità di acqua contaminata che fuoriesce dagli edifici del reattore a 95 tonnellate al giorno, mentre prima della costruzione della struttura la cifra ammontava a circa 200 tonnellate dall'interno dell'impianto ogni giorno. Inoltre, attualmente l'impianto dirotta verso l'esterno anche molta più acqua freatica prima che questa raggiunga i reattori, attraverso un sistema di drenaggio che utilizza dozzine di pozzi scavati nella zona. Nel complesso, la centrale continua ancora a contaminare circa 500 tonnellate di acqua al giorno, di cui 300 vengo-



Secondo il panel di esperti nominato dal Governo, l'opera è un aiuto ma da sola non può risolvere completamente il problema

no pompate e immagazzinate in un altro luogo per essere sottoposte al processo di purificazione. Il panel di esperti nominato dal Governo ha riconosciuto che il muro di ghiaccio è un aiuto, ma ha anche sottolineato che, da sola, questa struttura non può risolvere completamente il problema. Gli esperti, in particolare, hanno suggerito l'adozione di misure aggiuntive per ridurre al minimo l'afflusso di

acqua piovana e sotterranea, come la riparazione dei tetti e altre parti danneggiate degli edifici. I risultati rilevati dopo la recente stagione secca sono stati positivi, ma si è visto che le forti piogge sono in grado di causare picchi nella quantità di acqua contaminata. «Riconosciamo che il muro di ghiaccio ha avuto un effetto ma è necessario altro lavoro per mitigare la situazione prima che arrivino le intense precipitazioni della stagione dei tifoni», ha detto Yuzo Onishi, presidente del comitato governativo giapponese e professore di ingegneria civile dell'Università di Kansai.

Il capo della società di *decommissioning* della TEPCO, Naohiro Masuda, ha dichiarato, da par suo, che il muro di ghiaccio merita maggiore riconoscimento perché ha stabilizzato il movimento delle acque sotterranee e ha contribuito a eliminare le emergenze, riducendo contemporaneamente la quantità totale di acqua pompata, il che si traduce anche in un ri-

sparmio sui costi per il trattamento delle acque e dei serbatoi di stoccaggio. «Possiamo lavorare in modo più stabile grazie al muro di ghiaccio: intuitivamente, è molto efficace», ha detto Masuda. Il muro di ghiaccio costa circa 1 miliardo di yen all'anno (equivalenti a circa 9,5 milioni di dollari) per la manutenzione e per garantire l'operatività. Anche se non si tratta di una soluzione perfetta, ha stabilizzato i flussi di acque sotterranee e ridotto la quantità di acqua che deve essere pompata per mantenere la situazione sotto controllo.

Per quanto un gigantesco muro di ghiaccio possa sembrare goffo, il governo giapponese non ha comunque ancora trovato una soluzione più elegante a un problema che, anche a distanza di molti anni dal disastro nucleare, rimane più urgente che mai. E mentre il progetto può essere ancora ben lontano dall'ideale, è imperativo che Fukushima trattenga il minor quantitativo possibile di acqua contaminata. Attualmente, l'impianto è alle prese con una quantità sempre crescente di acqua (che risulta poi solo leggermente contaminata dopo il trattamento) che ammonta a circa 1 milione di tonnellate e che è immagazzinata in mille serbatoi che occupano uno spazio significativo nel complesso, dove prosegue uno sforzo decennale di smantellamento. Le autorità mirano a ridurre al minimo l'acqua contaminata nel reattore, prima di iniziare a rimuovere il combustibile fuso prevedibilmente nel 2021. Secondo una *roadmap* governativa, la TEPCO spera poi di finire completamente i lavori tra 30 e 40 anni. Ma alcuni esperti ritengono che questa potrebbe essere una stima troppo ottimistica. Tempi (e spese) notevoli sono dovuti principalmente al fatto che queste operazioni richiederanno tecniche ingegneristiche che non hanno precedenti. «In generale, le stime del termine dei lavori di decontaminazione e smaltimento di materiali nucleari sono sottovalutate di decenni», ha dichiarato Rod Ewing, professore di Sicurezza nucleare e Scienze geologiche alla Stanford University. «Più realisticamente, penso che dobbiamo aspettarci che il lavoro si estenda ben oltre il tempo previsto».