

Intorno a Zaporizhia: una fase nuova delle guerre legate all'energia

La battaglia che si combatte intorno alla centrale nucleare di Zaporizhia è densa di significati da tutti i punti di vista del conflitto russo-occidentale: le strategie militari, i rapporti commerciali, il posizionamento tecnologico, il governo dell'informazione. E molte cose sono diverse da come si presentano.

Massimo Falchetta

Una guerra dalle molte facce

La guerra russo-ucraina è stata presentata dai media italiani come una brutale aggressione senza alcun motivo se non la ben nota volontà di dominio russa, dal cui esito dipende la difesa dei valori occidentali. Dopo che l'iniziale avanzata russa è stata arrestata da un esercito che si reputava molto inferiore, è emerso che si tratta anche di uno scontro di tipo patriottico/nazionalistico fra due popoli in teoria "fratelli" ma che si combattono aspramente da secoli. Può quindi anche essere interpretata nei termini di una Guerra Civile andata fuori controllo (in particolare nei territori est dell'Ucraina). Questo spiegherebbe la ferocia degli scontri, ma non spiega del tutto il movente strategico. In realtà, viene anche argomentato, è una guerra ideologica ed economica fra Russia e America, preparata da tempo dalla NATO, che ha forti implicazioni in tutta una serie di aspetti geopolitici. Dichiaratamente, da parte occidentale è una guerra che ha lo scopo di indebolire la Russia (portando evidentemente, come obiettivo razionale auspicabile, a un cambio di regime). Se la guerra sia stata promossa tramite "provocazioni" o se sia il risultato della dissennatezza di Putin è ovviamente materia di discussione. È però chiaro che la guerra attuale ha molte facce e molte interpretazioni possibili. È, fra l'altro, uno scontro per il controllo dei flussi energetici fra Russia ed Europa occidentale. E il controllo di un flusso presuppone prima di tutto un confine.

Questo aspetto è evidente nella questione del gas, ampiamente dibattuta. È paradossale che l'Europa minacci di bloccare l'importazione di gas dalla Russia e poi gridi al ricatto energetico quando la Russia chiude effettivamente il rubinetto. La stupidità o ipocrisia europea – non ci sono altra parole per definire questo comportamento di dichiarare guerra e non trarne le conseguenze, non volendo imporre l'economia di guerra ai mercati – ha finora portato comunque a una riduzione dei flussi di gas accompagnata da una levitazione dei prezzi tale da aumentare i profitti russi e deprimere l'economia reale europea. Non è chiaro l'effetto globale sull'economia russa che, si dice, si vedrà nel tempo.

Guerra energetica

È evidente il processo per cui, a partire da una certa data, ben precedente alla guerra, l'Ucraina e tutta la restante parte ex-sovietica si sono in varie fasi apprestate a cambiare campo, per abbandonare la Russia e trasferirsi armi e bagagli in Occidente (America ed Europa). Tutte le questioni, a parte gli aspetti strettamente bellici, vanno interpretate anche a muovere da questa realtà, parecchio frustrante se vista dalla parte russa. Questo passaggio di fronte – o liberazione da un dominio – ha avuto e ha delle implicazioni strategiche, economiche ed energetiche, come già detto. Nel mondo moderno, particolarmente interconnesso, sul piano energetico la questione non è infatti solo il controllo delle fonti primarie, ma anche il controllo dei flussi energetici: flussi di carbone e petrolio; flussi di gas; flussi di elettricità (soprattutto nucleare, nel caso dell'Ucraina; ma in prospettiva anche solare ed eolica, in quanto l'Ucraina dispone di ampi territori utilizzabili allo scopo, e di un apparato tecnico-scientifico di alto livello). Essendo i flussi di materiale fissile (Uranio e Plutonio) gli unici per principio soggetti a rigide regole militari, in quanto utilizzabili anche per realizzare armi nucleari. Non va dimenticato il flusso mercantile attraverso il Mar Nero, che è verosimilmente all'origine della contesa sulla Crimea che ha dato origine alla guerra.

La Russia, essendo un paese esportatore di materie prime, ha visto e vede come fumo negli occhi questo processo potenziale o reale di “interruzione dei flussi” che come si vedrà poi coinvolge anche i flussi di elettricità. Dapprima paventandolo, ora vedendolo posto in atto, o venendosi obbligata

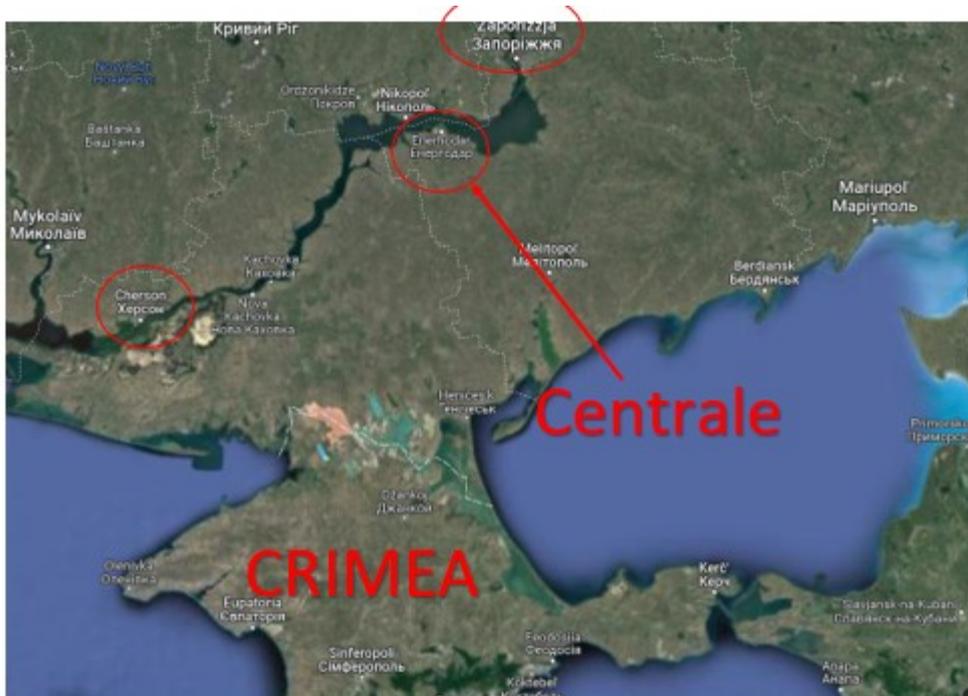
a farlo per ritorsione. E il fatto che il Commissario all'Energia europeo sia una giovane estone (paese che si è dimostrato un "falco" in termini bellici anti-russi) deve risultare parecchio "urticante" agli occhi dei russi. Di fatto, a livello di interscambi elettrici, il confine fra Occidente e Russia si sta spostando sempre più a Est, cancellando la prospettiva di una integrazione. La Russia viene cioè sempre più isolata; e questo porta a ciò che viene con un certo senso di superiorità definito dagli analisti occidentali "sindrome da accerchiamento". La Russia si sente accerchiata, allora reagisce attaccando; l'Occidente allora si sente minacciato, quindi reagisce accerchiando la Russia. Se è chiaro il circolo vizioso che porta al conflitto, non è chiaro il punto di inizio.

La centrale di Zaporizhia

Paradigmatica e utile ad approfondire alcuni aspetti tecnici è la questione della centrale nucleare di Zaporizhia, che viene presentata dai media unicamente come emblematica del "rischio atomico per le popolazioni". Un disastro a Zaporizhia avrà anche un impatto su di noi? Questa è questione principale presentata al pubblico. Iniziamo col dire che la "centrale nucleare di Zaporizhia" è in realtà a 50 km da questa città. È infatti ubicata sul lato sud orientale del Dnipro, o Dnepr, nell'abitato di Enerhodar, che fa parte della provincia (Oblast) di Zaporizhia. La cittadina di Enerhodar fu fondata nel 1970, appositamente per ospitare i tecnici della centrale a carbone costruita appunto sul fiume. È noto che un fiume è uno dei punti più adatti per costruire grandi centrali elettriche in quanto facilita l'approvvigionamento di combustibile e offre abbondante disponibilità di acqua per il raffreddamento del ciclo termodinamico che muove le turbine a vapore, le quali azionano i generatori elettrici. L'operazione appare in perfetto stile sovietico (fondare città per ospitare le maestranze di grandi impianti industriali), come logico, visto che l'Ucraina era a quell'epoca parte dell'URSS. La centrale, da 2850 MWe, fu inaugurata nel 1977. Diventò nucleare nel 1985, con 6 gruppi per un totale di 5700 Mwe (la fonte è Wikipedia [1]).

Va ribadito che Enerhodar è in realtà a 50 km in linea d'aria da Zaporizhia, quindi quando si sente in TV o si legge da qualche parte che una "bomba è caduta a Zaporizhia minacciando la centrale" bisogna capire dove è caduta

realmente. È caduta dentro la centrale vera e propria, cioè nell'area tecnica che comprende i reattori? O nella città di Zaporizhia, a 50 km di distanza? O nella cittadina di Enerhodar, cioè a pochi chilometri? O infine in una sottostazione elettrica o traliccio di una delle linee elettriche che servono la centrale? Tutte le notizie in merito sono tendenzialmente viziate dalla propaganda di guerra. Per orientarsi meglio, ci si può aiutare con delle mappe facilmente accessibili da Google Maps. L'utilizzo dell'opzione satellitare permette di apprezzare meglio la situazione. La centrale è posta in una sorta di penisola che si incunea nel fiume, in quel punto largo pochi chilometri, mentre a Est e a Ovest forma praticamente dei laghi ampi una ventina di chilometri (a Ovest di Nikopol e fra Enerhodar e Zaporizhia). Un ingrandimento della mappa mostra chiaramente i 6 reattori, peraltro mostrati varie volte in TV.







I sei reattori

La situazione bellica attuale di Zaporizhia

Attualmente (settembre 2022) la centrale si trova dichiaratamente in mani russe, seppure le maestranze siano evidentemente ancora quelle ucraine, ma la zona è sottoposta al tentativo ucraino di riconquista. Gli ucraini dichiarano che i tecnici della centrale sono “ostaggi” o “prigionieri” dei russi.

Non è chiara la dislocazione delle forze in campo, essendo evidentemente soggetta alla dinamica militare e alla riservatezza che ne consegue, ma è abbastanza evidente che il fiume Dnipro costituisce un confine naturale. È presumibile che gli ucraini siano posizionati sul versante Nord Ovest del Dnipro, mentre i russi e i filorussi sul versante opposto. Obiettivo dichiarato dell’Ucraina è la riconquista della Crimea, mentre appare abbastanza credibile che la Russia abbia almeno per ora abbandonato l’idea di prendere il controllo dell’Ucraina (insediando un governo amico) o conquistare e riannettere l’intera Ucraina come risultato dell’invasione. Non è detto quindi che i russi vogliano varcare il Dnipro, mentre è abbastanza sicuro e comprensibile l’intento opposto, che è anzi esplicitamente dichiarato da Zelensky. Nell’ambito dell’azione di contro-offensiva ucraina per la riconquista dei territori perduti, i combattimenti più aspri sono ora a Kherson (Cherson) che si trova analogamente sulla riva sinistra del Dnipro (versante sud-est) in mano russa o filo-russa. Ma è tutto il fronte del Dnipro che è “caldo”.

La centrale si trova quindi purtroppo in prima linea rispetto al fronte di combattimento; in pratica è “contesa” o “minacciata” o “ostaggio”, a seconda dei punti di vista. Dalla mappa, risulta essere anche un notevole punto strategico nella linea di difesa russa sul Dnipro. È cioè una specie di “roccaforte”: di qui, probabilmente, la presenza documentata di ingenti forze militari al suo interno (mezzi militari e probabilmente artiglieria e missili). Roccaforte difensiva o offensiva? Da Zaporizhia partono attacchi missilistici sfruttando il fatto di ritenersi intoccabili alla ritorsione? Oppure a Zaporizhia sono state posizionate batterie di missili antiaerei contro attacchi ucraini? Difficile giudicare. Dal nostro punto di vista (di italiani) è ovviamente sperabile che rimanga una “roccaforte inviolata”, oppure venga ceduta senza combattere.

La Comunità europea è comunque chiaramente a fianco dell'Ucraina, come si può vedere da una recente [dichiarazione](#) del Commissario all'Energia (la estone Kadri Simson).

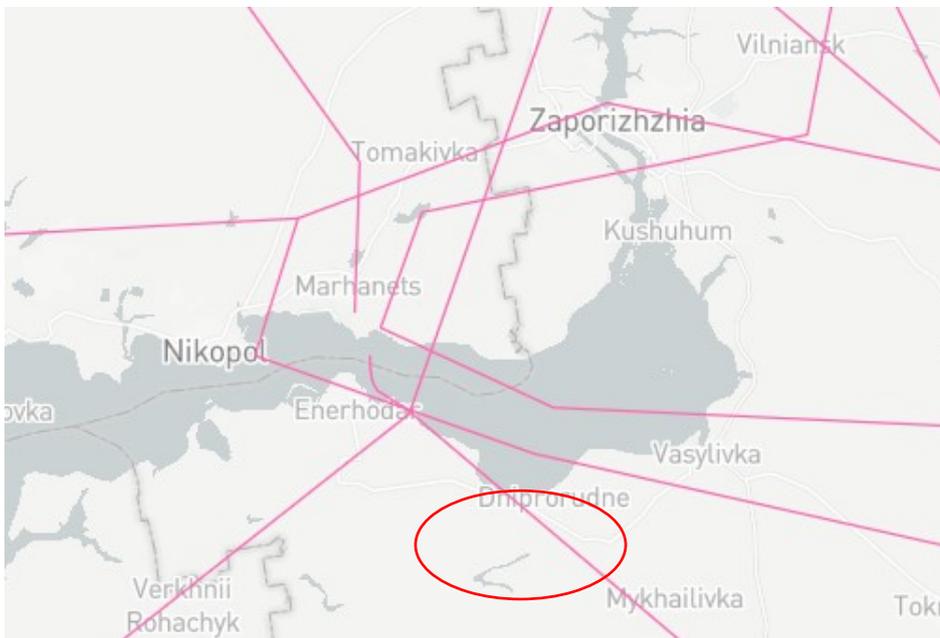
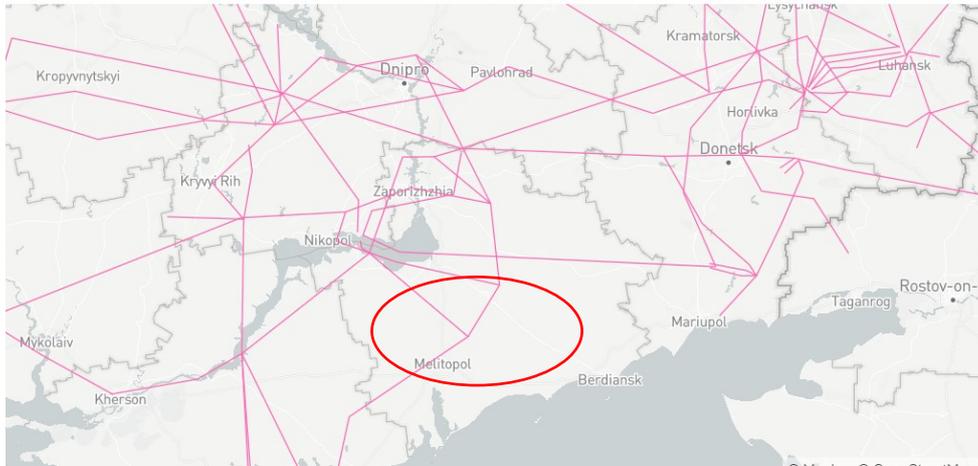
Per finire, è noto che ogni installazione nucleare civile dei paesi che aderiscono alla IAEA (International Atomic Energy Agency) è soggetta a controlli da parte dell'Agenzia stessa. Sono abbastanza note le vicissitudini che hanno contrassegnato le recenti ispezioni da parte della IAEA, che sono ancora in corso e che costituiscono titolo di apertura da parte di molti media. In un articolo del Bulletin of the Atomic Scientists [3], organismo un tempo schierato *in primis* contro il rischio atomico *tout-court*, ora invero un po' più "partigiano" nel sostenere la posizione occidentale (americana), si affrontano due aspetti. Il primo è che i controlli – e ciò vale in tutti i siti nucleari – non hanno solo lo scopo, come viene detto dai media, di garantire che le centrali nucleari non vadano fuori controllo, ma anche e soprattutto lo scopo di verificare che il materiale fissile presente non venga sottratto per un utilizzo militare. Questo sia da parte ucraina che russa; ma è abbastanza evidente che questo tipo di esigenza sta a cuore soprattutto ai russi, che non hanno certo bisogno dell'uranio della centrale per rafforzare il loro già ampio arsenale nucleare. Il secondo è che praticamente si adombra il fatto che gli Stati Uniti potrebbero (o dovrebbero) utilizzare la questione dei controlli in chiave politica, espellendo la Russia dalla IAEA in quanto occupa la centrale ucraina, quindi "impedisce il controllo degli ispettori". Ciò corrisponderebbe a un ulteriore "isolamento", relegando la Russia al rango di "paese canaglia", come la Nord Corea. Di fatto, alla fine i controlli sono avvenuti, anche se in maniera probabilmente discutibile e non è ancora stato rilasciato un report pubblico.

Sul piano immediato della sicurezza, recentissime notizie di stampa ([Corriere della Sera](#), 6 settembre 2022) segnalano che anche senza che siano finora avvenuti attacchi "deliberati e sistematici" la centrale avrebbe già subito danni tali da configurare un rischio potenziale elevato: in particolare il reattore numero 6 è entrato in una configurazione isolata dalla rete (*islanding mode*); in questa configurazione alimenta senza alcuna ridondanza i propri servizi ausiliari per il raffreddamento del nocciolo. Vi sarebbero stati danni alla stazione dei Vigili del Fuoco e ad alcuni trasformatori della sottostazione della rete a 750 KV. Sono infine anche dovuti entrare in funzione ben 17 dei 20 generatori diesel di emergenza. Va

tenuto presente che il disastro di Fukushima è avvenuto non per un danneggiamento diretto dei reattori da parte del sisma, ma per via del danneggiamento dei sistemi ausiliari (fra cui i diesel di emergenza) da parte dello tsunami. Tutto ciò mostra quanto la questione di Zaporizhia sia estremamente delicata.

Il legame fra la centrale e la rete elettrica

Dalle informazioni pubbliche [2] risulta che sul sito Enerhodar confluiscono ben 6 linee di trasmissione (una per reattore, anche se non necessariamente vige una corrispondenza biunivoca) disposte a raggiera, confermando il fatto che si tratta di un grande centro produttivo. Ebbene, volendo impedire alla centrale di produrre verso determinate direttrici (verso l'Ucraina occidentale piuttosto che verso il Donbass o la Crimea) sarebbe sufficiente distruggere o sabotare le linee interessate (tralicci o sottostazioni) piuttosto che distruggere la centrale (che provocherebbe un disastro atomico). Salvo il fatto che anche danneggiare la rete circostante costituirebbe comunque un'azione pericolosa per il rischio di mettere in crisi anche le altre zone, provocando magari dei *black-out* a catena che avrebbero il risultato di sconnettere dalla rete la centrale stessa, che potrebbe andare fuori controllo una volta esaurito il combustibile per i servizi di emergenza. Infatti non è da dare per scontato che la centrale possa funzionare per un tempo indefinito scollegata dalla rete elettrica, autoalimentandosi. In questi casi (calamità naturali, come a Fukushima e/o sviluppi bellici) è alta la probabilità che si producano una serie di eventi concomitanti (guasti o danneggiamenti) che portano infine al disastro. Tecnicamente, non c'è mai, a progetto, un unico evento che può portare a un disastro. Il giudizio, molto tecnico, sui rischi aggiuntivi connessi alla rete elettrica servita dalla centrale – ma che serve la centrale – fa parte di analisi che solo l'AIEA o chi conosce l'impianto in dettaglio può effettuare. Al di là delle reciproche accuse, questo tipo di azioni per fortuna non è ancora stato messo in atto in modo esplicito, anche se viene paventato.



Tracciati schematici delle linee di trasmissione nell'area di Zaporizhia [2].

Una questione più ampia. Le centrali ucraine nell'ambito della questione energetica

Ritorniamo ora alla funzione della centrale di Zaporizhia e delle altre centrali nella questione energetica che lega Ucraina a Russia ed Europa occidentale, ovvero sul piano della produzione elettrica. La rete elettrica

ucraina non era, fino a poco tempo fa, collegata strutturalmente alla rete elettrica dell'Europa occidentale. In altre parole non era "sincrona" e gestita in modo coordinato, ovvero non era in grado di scambiare potenza (ed energia elettrica) in ingresso/uscita verso l'Europa occidentale. I dettagli tecnici sono descritti più oltre. È abbastanza evidente invece che, almeno fino a una certa epoca, la rete ucraina era connessa a quella russa, e probabilmente lo è tuttora. Tutto ciò è un retaggio dell'epoca sovietica.

Questa situazione è evidenziata ad esempio da una fonte [4], che mostra come nel 2017 fu firmato un accordo fra l'Ucraina e il coordinamento europeo fra gli operatori di trasmissione elettrica (ENTSO-E, cui aderisce la nostra Terna) affinché venisse tecnicamente raggiunta la sincronizzazione fra le due reti (ucraina ed europea) entro il 2026 (ovvero 9 anni per completare il processo tecnico-burocratico) con l'obiettivo di consentire flussi di energia elettrica fra Ucraina ed Europa.

Gli eventi successivi hanno evidentemente affrettato questo processo, tanto che sempre il Commissario Europeo all'energia Kadri Simson [annuncia](#) che dal 30 Giugno 2022 inizierà il commercio di energia elettrica fra Ucraina ed Europa.

In realtà, già a marzo 2022, ovvero all'inizio della guerra russo-ucraina, il processo di integrazione fra le reti elettriche europee e "orientali" aveva avuto una accelerazione, tanto che sempre il Commissario Simson [annunciava](#) la avvenuta sincronizzazione fra le reti europea, ucraina e moldava.

A tutto ciò fa ora eco l'intervento del Presidente Zelensky al forum economico di Cernobio (2 settembre 2022) in cui presenta l'Ucraina come pronta a fornire gas ed elettricità all'Europa. Una dichiarazione cioè di "grande potenza" e impatto politico (non vi chiediamo aiuto, se non supporto militare, politico ed economico; piuttosto, vi aiutiamo noi sul versante energetico, visto che voi eravate dipendenti dalla Russia e siete titubanti sulle sanzioni da adottare contro questo comune nemico).

La questione tecnica dei flussi elettrici e le relative implicazioni politiche

Al di là delle valutazioni sul piano politico/bellico, occorre anche approfondire l'aspetto tecnico, per capire cosa è possibile, e in quali tempi, a livello di interconnessione, e quali sono quindi i legami fra tecnica e azione politica. Occorre partire dal fatto che tecnicamente il collegamento fra le reti

elettriche di differenti aree è alquanto complesso. Anche se, oggi come oggi, una parte crescente della rete è fornita di convertitori elettronici di potenza (da alternata a continua e viceversa, fatto questo che disaccoppia in termini dinamici le reti connesse, in termini di frequenza e tensione, e rende più direttamente controllabili i flussi), gran parte dei generatori presenti sono accoppiati fra loro tramite lo scambio istantaneo di potenza elettrica in regime alternato. Per conseguenza devono operare in modo sincrono, ovvero devono avere la stessa velocità di rotazione, con discrepanze transitorie di qualche millesimo di Hz (mHz) rispetto a una frequenza fondamentale di 50 Hz (in Europa), anche se si trovano a migliaia di chilometri di distanza. Si tratta da macchine tipicamente da 1000 MW ciascuna, del peso di 2000 tonnellate, che ruotano a 1500 o 3000 giri al minuto. Inoltre, mentre per interrompere un collegamento è sufficiente che la parte interessata si disconnetta (o sia disconnessa dal partner) per istituire un collegamento è necessario che tutte le parti siano d'accordo e collaborino, con tutte le implicazioni di ordine tecnico, normativo e commerciale.

A questo riguardo, già nel 2009 la Comunità Europea aveva promosso un progetto di ricerca, non a caso a guida tedesca, denominato **ICOEUR**, con lo scopo di studiare in dettaglio come connettere la rete europea a quella russa.

Le cose sono andate diversamente e la questione è attualmente particolarmente “calda”, foriera di sviluppi imprevedibili. Per esempio, la rete dei paesi baltici era fino a poco fa connessa alla rete russa, non a quella europea, ma i baltici si sono recentemente dichiarati pronti a connettersi alla rete europea vista la situazione bellica¹.

In particolare, nel secondo articolo citato nella precedente nota, si afferma che “Tre fonti esperte nella materia hanno informato la Reuters che gli operatori di rete europei sono pronti a implementare immediatamente un piano a lungo termine per portare i paesi baltici, che attualmente si basano sulla rete russa, nel sistema dell’Unione Europea, nel caso Mosca li

1 In proposito si veda: *Baltics would switch to European grid in a day if Russia cuts power* (I paesi baltici si collegherebbero alla rete europea in un solo giorno se la Russia tagliasse l’energia), <https://www.reuters.com/business/energy/litgrid-says-baltics-can-connect-european-grid-within-24h-if-russia-cuts-power-2022-07-13/>; ed *Exclusive: Europe ready for Baltics emergency switch-off from Russian grid* (Esclusivo: L’Europa è pronta per una disconnessione d’emergenza dei paesi Baltici dalla rete russa), <https://www.reuters.com/business/energy/exclusive-europe-ready-baltics-emergency-switch-off-russian-grid-2022-06-30/>.

distacchi dalla propria rete elettrica”. Sempre lo stesso testo indica che il piano iniziale era per una connessione entro il 2025 e che il processo, ora, viene accelerato. Ciò implica chiaramente anche la questione dell’enclave russa di Kaliningrad, che comunque è incuneata fra i paesi baltici. Tutta la materia sta mettendo sotto pressione l’organismo di coordinamento ENTSO-E, che si trova a dover rispondere a tamburo battente (cioè giorni o settimane invece che anni) a problematiche tecniche sull’onda di esigenze politiche e belliche (collegare i baltici alla rete europea; presumibilmente disconnetterli dalla rete russa; affrontare politicamente la problematica che si presenterà rispetto all’exclave russa di Kaliningrad).

La “ruggine” fra ex paesi dell’Est e Russia su questi aspetti è di lunga data. Posso raccontare un episodio personale a riguardo. Nel 2007 feci parte di una commissione di valutazione di progetti di ricerca sulle reti elettriche finanziati dalla Comunità Europea (Settimo Programma Quadro). Uno dei progetti era il REALISEGRID, a guida italiana (ERSE, ora RSE). Era un buon progetto, ma ebbi una certa difficoltà nell’ambito della commissione di esperti di cui facevo parte in rappresentanza dell’ENEA, in quanto c’era una forte resistenza in particolare da parte di un commissario romeno. Il progetto passò, devo dire anche grazie al mio sforzo, e fu poi portato a termine nel 2012. Dopo le riunioni della Commissione di esperti, mentre facevamo uno spuntino, avvicinai il romeno e gli chiesi il perché della sua forte opposizione. Mi rispose candidamente: “Perché fra i proponenti ci sono i russi!”. Si trattava del Centro di Ricerca sull’Ingegneria della produzione Elettrica (R&D Center for Power Engineering) che si sarebbe occupato dello sviluppo di PMU (sistemi di misura dei fasori) che richiede fra l’altro una accurata sincronizzazione fra tutti gli strumenti di misura. Aggiungo che l’obiettivo del progetto non comprendeva la rete russa e che “i russi” davano un apporto limitato ad aspetti molto tecnici (appunto i PMU), ovvero erano uno dei 20 soggetti coinvolti (fra cui le italiane Terna e Prisma, tanto per dire l’importanza che aveva dal mio punto di vista il progetto, in competizione con quelli a guida nord-europea) e non certo il principale. Era infatti evidente che i ricercatori russi volevano partecipare per accreditarsi a collaborare in futuro maniera più massiccia. Ma la presenza di russi era sufficiente a “insospettire” o “disturbare” il rappresentante romeno. In conclusione: in quegli anni era ancora in discussione il fatto se la Russia dovesse o no far parte dell’Unione Europea,

e la collaborazione tecnico-scientifica era parte della questione. Poi la storia prese un'altra strada.

La questione delle infrastrutture strategiche, nella prospettiva bellica e dell'escalation della guerra

Si può a questo punto allargare il discorso. Esordisco con una breve definizione schematica dei livelli della guerra. Questi si possono ad esempio evincere dal Capitolo III (Quadro generale della Guerra) del testo Forze Armate ed Armamenti dei Paesi della NATO, di Friedrich Wiener, 1968 [5]. Anche se datato, il testo rimane a mio avviso indicativo anche della situazione attuale, che ha semmai avuto una evoluzione tale da rendere la guerra ancora più “maneggevole”, con un aumento delle possibilità di condurla evitando l'apocalisse nucleare.

Questi appunto i livelli (omettendo quello un tempo definito della “Guerra Sovversiva”, cioè delle operazioni da parte di sabotatori e attivisti politici):

1. Livello convenzionale: conquista di territori, bombardamenti più o meno mirati che possono coinvolgere obiettivi civili, sia come forma di intimidazione che come “danno collaterale”. È il livello attuale.
2. Attacco a obiettivi strategici e vitali, come potrebbero essere per esempio gli edifici del Governo, Basi militari primarie, Centri essenziali per il funzionamento della rete energetica e alimentare del nemico; oltre a bombardamenti a tappeto sistematici e distruttivi su grandi città. È il livello raggiunto durante la seconda guerra mondiale, prima di Hiroshima. Che provocò comunque 50 milioni di morti!
3. Attacco atomico tattico, ovvero limitato al territorio dei rispettivi alleati. Si utilizzerebbero bombe atomiche del tipo di quella di Hiroshima, contro obiettivi militari “duri” (difficili da distruggere) o sulle città nemiche o su basi o grandi concentramenti militari in avanzata e basi logistiche. È il livello raggiunto a Hiroshima e Nagasaki, per porre fine rapidamente alla guerra col Giappone, ma potrebbe essere un livello utilizzato come *extrema ratio* da chi non riesce a contrastare con altri mezzi un'invasione. Questo livello era codificato nella dottrina NATO per contrastare un'invasione sovietica massiccia negli anni '60 e '70 dello scorso secolo [5] in quanto si riteneva l'esercito sovietico fornito di una capacità soverchiante in campo convenzionale (carri

armati, aerei da combattimento, quantità di truppe...) impossibile da contenere. Avrebbe portato alla distruzione del Friuli e del Veneto, nel caso italiano. Questo livello, se non controllato adeguatamente, porta all'annientamento di intere aree abitate o meno, e può scatenare il quarto.

4. Scontro nucleare devastante con impiego di armi strategiche, direttamente fra USA e Russia, o comunque fra potenze nucleari in grado di annientarsi reciprocamente. Questo livello è virtualmente incontrollabile, una volta innescato. O meglio "nessuno può garantire che sia controllabile". E potrebbe attivarsi anche "per uno sciagurato errore".

Dopo questa premessa, vorrei porre l'attenzione sul fatto che, durante tutto l'arco della guerra, per quanto è dato sapere, sono state finora sostanzialmente risparmiate le infrastrutture strategiche di tipo energetico ucraine, ovvero: grandi depositi di carburante e oleodotti; rete gas; rete di trasmissione elettrica, in particolare le sottostazioni elettriche; centri di controllo e dispacciamento; centrali elettriche. Quando dico risparmiate, intendo dire "non distrutte in modo sistematico", anche se le infrastrutture dei territori occupati sono state prese in carico, o rubate, a seconda dei punti di vista, e anche se sicuramente molte infrastrutture sul lato ancora sotto controllo ucraino hanno subito danni di vario tipo. Ma se il gas russo verso l'Italia, oggi come oggi, passa dall'Ucraina e Zelensky si proclama pronto a fornire energia all'Europa, a parte la propaganda, è perché le infrastrutture energetiche sono sostanzialmente ancora integre.

Nel caso della rete elettrica, a mio avviso gli elementi più fragili sono le sottostazioni elettriche, cui afferiscono linee diverse. Sono in pratica dei nodi della rete. Da Google Maps si vede che a Enerhodar c'è una sottostazione da 4-5 ettari da cui appunto partono le sei linee elettriche già citate. Faccio notare che si tratta di installazioni all'aperto di area tipicamente dell'ordine di un paio di ettari, ma anche di più, quindi facilmente individuabili e annientabili con un attacco mirato dall'aria (aerei o missili). Il danneggiamento grave di una sottostazione mette fuori uso tutte le linee che vi fanno capo, in ingresso o in uscita. I Centri di dispacciamento sono ugualmente di dimensioni limitate, ma giustamente protetti in Bunker (ad esempio l'italiana Terna sostiene che il proprio Centro Nazionale di Controllo è in bunker; a maggior ragione in Ucraina), in

quanto, se andassero totalmente fuori uso, l'intera rete elettrica ne sarebbe gravemente compromessa. Ciononostante, una Bunker Buster (bomba perforante anti-bunker, come quelle usate dagli americani in Iraq) è probabilmente in grado di annientare anche un Centro di Dispacciamento protetto, visto che il dispositivo, nella sua versione convenzionale, è in grado di penetrare fino a 6 metri di cemento armato. Se non basta, ci sono ovviamente le Bunker Buster nucleari, che però configurerebbero già un attacco di livello 3. Fra le infrastrutture strategiche vanno ovviamente aggiunte le centrali elettriche. Ma mentre una centrale termoelettrica è “un'obiettivo come un altro”, una centrale nucleare è sì un obiettivo possibile, ma attaccarla deliberatamente in modo distruttivo – cioè non con una semplice cannonata “per errore” – equivale a spostare la guerra al livello 2 o 3, in quanto un nocciolo che esplode sotto l'effetto di un missile con testata perforante libera in aria un *fall-out* radioattivo che probabilmente non ha molto da invidiare a una piccola bomba atomica.

Da questo punto di vista, non è sufficiente l'argomentazione che un reattore nucleare moderno è progettato per resistere all'impatto di un aereo. L'edificio non può certamente resistere all'impatto di un missile di tipo “specializzato” a penetrare edifici protetti in cemento armato, appunto Bunker Buster o simili. In altre parole, il fatto che queste centrali non siano come quella di Chernobyl bensì “di standard occidentale”, ovvero americano – come recentemente affermato da un ingegnere ucraino intervistato dall'inviato del Corriere della Sera Lorenzo Cremonesi [6], o come argomentato da altri ingegneri nucleari – non tranquillizza del tutto rispetto ai rischi nucleari. Ribadisco che testate di tipo Bunker Buster o simili sono sicuramente in possesso sia di americani, che appunto le usarono in Iraq, che dei russi. Ma a tal fine occorrerebbe appunto un attacco distruttivo deliberato, che porterebbe al livello 2 o 3 la guerra.

In termini bellici siamo fortunatamente ancora al livello 1, e forse è per questa ragione che la Russia non usa la parola Guerra, bensì Operazione Speciale. Almeno alla fine degli anni '60, infatti, sempre il manuale di Wiener ([5]) riporta che, riguardo alla Guerra, “i capi politici e militari sovietici considerano del tutto irrealistiche tanto una dissuasione graduata quanto una *escalation* controllabile e basano le loro valutazioni in ogni caso sulla guerra nucleare”. Ma a parte queste considerazioni, va ribadito il fatto – che andrebbe preso in considerazione nelle analisi politiche – che almeno

finora il gas ha continuato a fluire verso l'Europa, seppure con flussi decrescenti, e che se l'Ucraina addirittura si propone di esportare gas ed elettricità verso l'Europa, le sue infrastrutture energetiche sono ancora sostanzialmente integre. In qualche modo, finora, il livello della guerra è stato mantenuto relativamente limitato.

Se questo sia stato un tacito accordo fra russi e americani, o una volontà russa di limitare l'*escalation*, o un tentativo russo di preservare ciò di cui si vuole entrare in possesso, o un mutuo e perverso interesse economico pur fra contendenti, è di multiforme interpretazione. Mentre la gran parte fra noi, credo, spera che la guerra regredisca al livello 0, non è detto che questa situazione di "limitazione della guerra" si mantenga a tempo indeterminato.

Conclusioni. La guerra eterna

Ricapitolando, i flussi di energia sono costituiti da: flussi di combustibili (carbone, petrolio e gas naturale) e flussi di elettricità. In subordine, flussi di materiale fissile, che però ha forti implicazioni militari, in quanto è connesso anche alla realizzazione di armi atomiche, per cui è dagli anni '50 che è stato fortemente limitato. In definitiva, è chiaro che una fra le questioni fondamentali della guerra attiene agli scambi energetici, fra Europa occidentale, Russia e Stati Uniti.

Nonostante la guerra, i flussi sono stati finora mantenuti, anche se vanno a ridursi. Paradossalmente, se l'Europa smettesse totalmente di approvvigionarsi di gas e petrolio dalla Russia, cosa ormai data praticamente per scontata, qualora la Russia si trovasse in forte difficoltà militare sul campo potrebbe non avere più alcun ritegno a mettere fuori uso l'intera infrastruttura energetica ucraina, anche rispetto alla sua connessione elettrica con l'Europa, nel tentativo di mettere l'Ucraina in ginocchio, pur rispettando l'integrità delle centrali nucleari, per non superare livelli di guerra "pericolosi". Come già detto, è possibile che in questo caso le centrali nucleari vadano comunque fuori controllo una volta totalmente scollegate dalla rete, per cui non è detto che non si provocherebbe comunque un disastro, cui seguirebbe un ipocrita e sostanzialmente inutile rimpallo di responsabilità. A questo punto comunque l'Occidente (gli USA) sarebbe a sua volta costretto ad alzare il livello dello scontro in termini militari, dato che le sanzioni europee non avrebbero più alcuno effetto

ulteriore, se non nel lungo termine, dopo aver comunque danneggiato massicciamente soprattutto le economie europee.

In definitiva, è difficile prevedere ora cosa succederà effettivamente nella “partita a scacchi” che abbiamo tutti intrapreso, volenti o nolenti. Levando voci e voti per propiziare un esito non disastroso della guerra, si può concludere un po' cinicamente che in futuro, procedendo verso la decarbonizzazione, i flussi saranno sempre più di elettricità e di idrogeno (liquido) o derivati dell'idrogeno (i cosiddetti Hydrogen carriers, fra cui l'ammoniaca o altri mediatori chimici con processi in fase di sviluppo). Già ora, secondo notizie recentissime [7], vengono discussi gasdotti diretti fra Nigeria ed Europa, attraverso il deserto del Sahara. E già all'inizio del secolo vennero proposti grandi progetti per importare in Europa elettricità solare dal Nord Africa, tramite linee elettriche sottomarine ad altissima tensione [8]. Le prossime guerre mondiali si combatteranno anche per il controllo di questi flussi, e magari sui flussi di dati, non solo sui flussi di petrolio, che diverranno sempre più marginali. La guerra diventerà sempre più “immateriale”, per chi se lo potrà permettere.

Riferimenti

[1] Un breve estratto da Wikipedia alle voci Enerhodar history e Zaporizhia nuclear power plant.

La cittadina di Enerhodar è stata fondata il 12 giugno 1970 al fine di ospitare le maestranze addette alla costruzione e al funzionamento della Centrale termoelettrica di Zaporizhia. Ha ottenuto lo status di Città nel 1985, mentre faceva ancora parte della Repubblica Socialista Sovietica di Ucraina, all'epoca parte dell'Unione Sovietica. La centrale termoelettrica fu realizzata fra il 1971 e il 1977. All'epoca era la più potente centrale termoelettrica dell'Ucraina, con una Potenza installata di 2,850 MWe. Il combustibile era principalmente carbone, ma poteva funzionare anche con olio pesante o gas naturale, e dispone di serbatoi di stoccaggio del combustibile adiacenti all'area dei carbonili. La centrale nucleare di Zaporizhia, il più grande impianto nucleare in Europa, è stata costruita nello stesso sito negli anni '80 dello scorso secolo (la costruzione è iniziata nel 1980, e la prima unità è entrata in servizio nel 1985). Nel 1991 la città di Enerhodar è divenuta parte dell'Ucraina indipendente.



[2] Da ENERGYDATA.INFO, Existing Electricity Transmission Network, <https://energydata.info/dataset/ukraine-electricity-transmission-network-2007/resource/2ff2ece9-6bad-457d-a014-dd644382705a>

- [3] Dealing with Russian contempt for the IAEA in Ukraine, By Victor Gilinsky, Henry Sokolski, July 28, 2022, https://thebulletin.org/2022/07/dealing-with-russian-contempt-for-the-iaea-in-ukraine/?utm_source=Twitter&utm_medium=SocialMedia&utm_campaign=TwitterPost072022&utm_content=NuclearRisk_RussiaContemptForIAEA_07282022#post-heading
- [4] Ukrenergo: Integration of the Ukrainian power grid into the Continental Europe Synchronous Area (CESA). Estratto: Un accordo firmato nel giugno del 2017 fra l’Ucraina e l’organismo che associa gli Operatori dei Sistemi di trasmissione elettrica europei (ENTSO-E) impegna la compagnia elettrica ucraina Ukrenergo a conseguire la sincronizzazione con l’Area Sincrona del Centro Europa (CESA) entro il 2026 (https://ec.europa.eu/eu-external-investment-plan/projects/ukrenergo-integration-ukrainian-power-grid-continental-europe-synchronous-area-cesa_en).
- [5] Friedrich Wiener “Forze Armate ed Armamenti della NATO” – Istituto per la Divulgazione della Storia Militare, 1968. traduzione italiana a cura del Colonnello Pietro Rotundo.
- [6] Video allegato a <https://www.msn.com/it-it/notizie/mondo/ispettori-nella-centrale-nucleare-i-filorussi-vi-lasciamo-24-ore/ar-AA11kYzy?ocid=msedgdhp&pc=U531&cvid=6310543df9704ffe8d12c4962305e20a>
- [7] Algeria Nigeria and Niger discuss gas pipeline to Europe, https://www.lemonde.fr/en/le-monde-africa/article/2022/07/29/african-energy-giants-discuss-gas-pipeline-to-europe_5991856_124.html
- [8] Progetto Desertec, www.desertec.org