SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE

OTTOBRE 2026



Speleologia militare

2a edizione

ruolo e utilità della speleologia

e delle cavità nella strategia bellica

ISSN 2704-9159

SEDE SOCIALE: VIA ASCOLI, 7 - 34170 GORIZIA seppenhofer@libero.it http//:www.seppenhofer.org

SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE — OTTOBRE 2026

SEDE SOCIALE:
VIA ASCOLI, 7
34170 GORIZIA

seppenhofer@libero.it
http//:www.seppenhofer.org



ISSN 2704-9159

Speleologia militare: un affascinante campo di ricerca tra scienza e arte della guerra

A cura di Maurizio Tavagnutti

In questa seconda edizione del pregevole studio di **Rino Semeraro**, dedicato a un tema tanto particolare quanto poco esplorato, proponiamo ai lettori di questo numero speciale un interessante contributo di ricerca sulla **speleologia in ambito militare**.
Il lavoro affronta un argomento ancora poco trattato nella letteratura speleologica e storico-militare: il rapporto tra le cavità naturali e le attività belliche nel corso della storia. Un tema affascinante e complesso, capace di offrire nuovi spunti di approfondimento e riflessione. Fin dall'antichità, le grotte hanno svolto un ruolo significativo in numerosi contesti militari. La loro conformazione naturale le rendeva luoghi ideali per il rifugio delle popolazioni, l'occultamento di uomini e materiali, l'organizzazione di imboscate e la conservazione di scorte e armamenti. Con l'evoluzione delle strategie e delle tecnologie militari e l'affermarsi della guerra convenzionale moderna, la loro importanza strategica è progressivamente diminuita negli eserciti regolari.
Le caratteristiche di occultamento, protezione e difficile accessibilità hanno però continuato a rendere le cavità naturali particolarmente adatte ai conflitti non convenzionali. Guerriglia, movimenti di resistenza e organizzazioni terroristiche ne hanno infatti fatto uso come basi operative, rifugi e depositi logistici. In questo contesto si sviluppa la **speleologia militare**, disciplina interdisciplinare che si colloca all'incrocio tra scienze della Terra, tecniche esplorative e studi strategico-militari. L'evoluzione tecnologica degli ultimi decenni ha inoltre favorito nuove applicazioni delle conoscenze del mondo sotterraneo in ambito bellico, contribuendo alla nascita di scenari operativi in continua evoluzione e accrescendo l'interesse per il ruolo strategico degli ambienti ipogei nei conflitti contemporanei.

Testo: di Rino Semeraro (Socio del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - rinosemeraro0@gmail.com)

Fotografie: Se non diversamente indicato tratte da web o archivio personale.

Qui sotto i link della speleologia

Scintilena
Notizie speleologiche in tempo reale

Union Internationale de Spéléologie

SSI ASSOCIAZIONE di PROTEZIONE AMBIENTALE

Il notiziario **Sopra e sotto il Carso** esce ogni fine mese e viene distribuito esclusivamente on line. Può essere scaricato nel formato PDF attraverso il sito del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" APS - www.seppenhofer.org
Comitato di Redazione: M. Tavagnutti, I. Primosi, F. Bellio.
I firmatari degli articoli sono gli unici responsabili del contenuto degli articoli pubblicati.



SOPRA E SOTTO IL CARSO
Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" APS
Cod. ISSN 2704-9159
Redazione: via G. I. Ascoli, 7
34170 Gorizia - tel.: 3297468095
E-mail: seppenhofer@libero.it
www.seppenhofer.org
Direttore responsabile: Maurizio Tavagnutti

Sommario

Speleologia militare: un affascinante campo di ricerca tra scienza e arte della guerra 2
Sommario 3
Speleologia militare: ruolo e utilità della speleologia e delle cavità nella strategia bellica dai conflitti convenzionali alla guerra non-convenzionale di guerriglia e terrorismo - Abstract 4
Introduzione 5
Speleologia e guerra 6
Guerra convenzionale 8
Guerra non-convenzionale di guerriglia e terrorismo 17
Evoluzione nel tempo e moderne strategie di *Tunnel warfare* 36
L'avvento delle tecniche MASINT per l'individuazione delle cavità quali sorgenti-bersaglio fisse 46
Analisi di un caso recente: Afghanistan 49
Analisi complessiva e scenari futuribili 56
Evoluzione attuale del *Tunnel war* e nuove strategie e tattiche d'impiego e contrasto 67
Le opere sotterranee della Guerra Fredda: l'inutile bastione nascosto del fronte nordorientale italiano 72
I grandi bunker della Guerra Fredda nel mondo, fino alle opere sotterranee d'intercettazione 75
Evoluzione utilitaristica: le nuove opportunità del *Tunnel war* e dei veicoli aerei senza pilota 76
Ridondanza delle opere in sotterraneo nei grandi teatri locali di guerra convenzionale 79
Scenari globali sulla guerra e le opere sotterranee di difesa e attacco 81
Filosofia della speleologia militare nell'indagine critica futura sulle moderne opere d'interesse bellico in sotterraneo 85
Elenco delle voci bibliografiche citate 86
Extended abstract 97
Chi siamo 103

Speleologia militare:
ruolo e utilità della speleologia e delle cavità nella strategia bellica dai conflitti convenzionali alla guerra non-convenzionale di guerriglia e terrorismo

di Rino Semeraro



Rino Semeraro

ABSTRACT

If the conventional war with army forces organized by political governments, where industry and economy are in support of the apparatus of war, the caves has lost almost all, if not for whole, his interest, for the non-conventional war of guerrilla warfare and terrorism, speleology still retains a specifically importance. In this article is a discussion, essentially and critically, the evolution of the interest of the belligerents against speleology and caves, from ancient times to the modern doctrines. In the current military studies there is no particular distinction between the origin of caves, therefore in this article, the natural caves or the artificial cavity (tunnel) are not always specified, but rather the concepts of war strategy, military doctrine and geopolitics. Speleology is a military branch of between applied science and war art, like all "hybrid", difficult to exactly classification, especially since, over time, with the evolution of technology, old and new military applicative researches, use of weapons and cavities and were sometimes merged, or overlapping, resulting in the modern conflicts tangible benefits and – beyond all expectations – expanding.

After the Introduction, the treatment of the subject is divided into the following chapters. 1) Caves and war, 2) Conventional war, 3) War unconventional guerrilla and terrorism, 4) Evolution in the time and modern strategies of Tunnel warfare, 5) The advent of MASINT techniques for detecting cavities such as fixed sources-target, 6) Analysis of a recent case: Afghanistan, 7) Analysis conclusive and future scenarios, 8) Current evolution of the Tunnel war and new strategies for its use and contrast, 9) The Cold War underground works: The useless hidden bastion of Italy's Northeastern Front, 10) The great Cold War bunkers around the world, up to the underground interception works, 11) Utilitarian evolution: The new opportunities of Tunnel Warfare and Unmanned Aerial Vehicles, 12) Redundancy of underground works in large local theaters of conventional warfare, 13) Global scenarios on war and underground defense and attack works, 14) Philosophy of military speleology in the future critical investigation of modern underground works of military interest. Following the References.

In conventional war are treated cases in Austria, Italy, Gibraltar, Islands of Pacific, USSR, etc. In unconventional warfare are treated cases of ancient history (Judea, Scotland, etc.), the American Civil War etc, then cases in recent history as those of colonial wars (Algeria, Ethiopia etc.), the Second World War (War of Pacific, Yugoslavia, etc.), Southeast Asia (Vietnam, Laos, Cambodia, etc.), guerrilla and terrorism in particular the Middle East (Israel, Gaza, Lebanon, Afghanistan, Pakistan, Baluchistan, Kurdistan, Syria, etc.). For the strategy Tunnel welfare, after a historical cases they are cited modern Korean War and the current tunnel bomb. They are then treated the techniques defined as MASINT (Measurement and Signature Intelligence): geophysics, aerial photography, etc. For Afghanistan they are treated the cases of the Soviet intervention and the subsequent US and allied military operations against al-Qaeda, with the description of the techniques used for the battle of Tora Bora. It follows a chapter where you treat all aspects of research, detection of cavities and destruction of the enemy (drones, etc.), up to the aspects of the case law and the Intelligence of the military actions. It concludes with a chapter analyzing recent cases of conventional war and terrorism in Ukraine (2022) and Gaza (2023). Even in these cases the tunnels, used since the Civil War in Russia in

1919 and those of the Cold War, were used by the Ukrainian military forces. While in the case of Gaza (2023) the secret construction of the War Tunnels has always continued, even during the period of stasis of the conflict between Hamas and IDF, so much so that they have been, and constitute in the current conflict, an important resource for Hamas.
Significant developments in warfare concern recent cases. The situation is seen from the transition from the so-called Cold War underground works, which stemmed from the experience of World War II, to the current underground works, essentially designed: a) for defense against nuclear attacks, b) for defense against drones and various aerial weapons, c) for the storage and processing of weapons and sensitive or strategic materials. Modern experiences of underground warfare are based primarily on the current theaters of war, both conventional and unconventional, in Ukraine, Iran, and Gaza.

* * *

INTRODUZIONE

In accordo con DAY (2004)[1] l'impiego della speleologia rientra, modernamente, nei più ampi compiti della geologia e geografia militare (TIETZE, 1993)[2] codificati già negli USA da LEITH (1921)[3] subito dopo la Prima Guerra Mondiale.
Se nella guerra "tradizionale", comunemente detta di tipo convenzionale, con forze armate "regolari" supportate da stati organizzati da politica e governi, dove industria ed economia sono a sostegno dell'apparato bellico, la speleologia ha perduto gran parte del suo interesse, per contro nella guerra non-convenzionale, propria della guerriglia e del terrorismo, la speleologia conserva tuttora una valenza singolare.
Compito del presente saggio è una disamina, essenziale e critica, dell'evoluzione dell'interesse dei belligeranti nei confronti della speleologia, coinvolgendo le grotte e gli ipogei artificiali nella pianificazione delle azioni di guerra, dai tempi antichi fino alle più moderne dottrine. Pertanto, in quest'articolo, l'origine naturale delle cavità adattate allo scopo o artificiali che siano, e l'aspetto storico-costruttivo e ingegneristico delle stesse, peraltro ampiamente trattato da numerosi autori ("grotte di guerra", etc.), non ha particolare importanza, quanto invece i concetti di strategia bellica, dottrina militare e geopolitica. Tenendo presente che, negli attuali studi militari, specie nel pragmatismo americano, non c'è una particolare distinzione tra grotte carsiche, etc., e cavità scavate dall'uomo, giacché ai fini bellici è di scarso interesse. Eviterò quindi – nella maggioranza dei casi trattati – di distinguere la speleologia in cavità naturali da quella in cavità artificiali, come comunemente si precisa in ambito speleologico. Inoltre, sulla questione in generale, secondo il mio punto di vista è l'interesse militare ad essere superiore rispetto a quello speleologico, giacché quest'ultimo, forse, non gli dà il peso dovuto (DAY & KUENY, 2004)[4]. Ritornando agli studi militari citati si deve, giocoforza, riprendere perlopiù da quelli americani per facilità di accesso e di lettura, mentre altri, sicuramente molto importanti, sono fattualmente difficilmente reperibili e consultabili. Questa condizione oggettiva e limitante, tuttavia, non deve portare ad una lettura acritica bensì a uno sforzo per comprendere tattiche, strategie e dottrine che si fondano su altre visioni (soprattutto geopolitiche) e su diverse esperienze anche sul campo.
La speleologia militare è una branca che oscilla tra scienza applicata e arte militare, come tutti gli "ibridi", difficile da inquadrare esattamente, tanto più che, nel tempo, con l'evoluzione della tecnica, antiche e nuove pratiche di ricerca e utilizzo di cavità e impiego di armamenti – come si vedrà – si sono a volte fuse o sovrapposte, determinando nei conflitti attuali una "frontiera" che presenta tangibili benefici e, di là da ogni previsione, in espansione. Pertanto ai fini del presente saggio appare inutile discutere sulla collocazione, formale o informale, della speleologia militare nella Speleologia, che ha il significato letterale di "Scienza delle grotte", ma che più comunemente e modernamente essa comprende pure – come ricordato – le cavità artificiali, le quali, nel caso specifico (FORTI, 2009)[5], s'inquadrerebbero nella disciplina dell'Ingegneria e Campo d'interesse delle Installazioni strategiche.
In quest'ottica, pur riportando il saggio una lunga serie di casi di studio di cavità con impiego bellico spaziando in quasi tutti i continenti e le epoche, esso non propone un elenco dei casi stessi che sono innumerevoli, giacché ritenuto inutile, bensì espone casi valutati utili alla comprensione di dottrine, strategie e tattiche, ai fini bellici, come si sono evolute nel tempo e talora scendendo nel quadro geopolitico degli avvenimenti ove le parti in conflitto hanno considerato, scelto, realizzato, utilizzato le cavità come vantaggiose ai loro interessi.

[1]- DAY, M.J., 2004: *Military campaigns in tropical karst terrain: the Maroon Wars of Jamaica*. In: D.R. Caldwell, J. Ehlen and R.S. Harmon (eds.). Studies in Military Geography and Geology, Kluwer, pp. 79-88, Dordecht.

[2]- TIETZE, W., 1993: *Military Geography – Wehrgeographie – Geography of Security*. In memoriam of Arthur Kiihn, Dec. 6, 1904-Dec. 31, 1992, GeoJournal, 31(2), 215-219.

[3]- LEITH C.K., 1921: *The economic aspects of geology. Chapter XIX Geology and War* [online]. Release 2009 in The Project Gutenber Ebock of the Economy Aspect of Geology, 1921, New York, Henry Holt and Company, Printed in the U.S.A., Produced by Kevin Handy, Barbara Kosker, John Hagerson, Chrome and the Online Distributed Proof-reading Team. Available from: http://www.gutenberg.org/files/27842 /27842-h/27842/27843-h.htm

[4]- DAY M. & KUENY Y., 2004: *Military Uses of Caves*. In: Gunn J. (ed.). Encyclopedia of Caves and Karst Science, New York, London, Fitzroy Dearbon, 664 pp., p. 209-511.

[5]- FORTI P., 2009: *State of the art in the speleological sciences*. Proceedings 15th International Speleological Congress, Kerrville, Texas, vol. 1, p. 26-31.

* * *

1. SPELEOLOGIA E GUERRA

Soprattutto nel XX secolo la speleologia assunse uno specifico interesse nella guerra convenzionale. Tanto che diversi furono i manuali prodotti per l'impiego delle cavità, fino a definire chiaramente la Geologia (e Geografia) Militare – come ricordato in premessa – da parte di C.K. Leith (Fig. 1) nel suo testo di Geologia Economica, ove quest'attività in un più ampio contesto evidentemente s'inseriva. Nel capitolo dedicato alla guerra, LEITH (1921)[6] divideva la trattazione nei capitoli *Geology behind the front* e *Geology at the front*, incentrando l'argomento al fabbisogno di approvvigionamento delle risorse minerarie e di materiali strategici (come p.es. per la produzione del cemento) o dei rifornimenti d'acqua. Prendeva spunto, citando i casi, ovviamente dall'appena conclusa Prima Guerra Mondiale. Ripeto però, si tratta di uno dei tanti manuali, o saggi, che nelle nazioni avanzate e a forte economia furono prodotti sull'argomento – vedi per l'Italia GORTANI (1920)[7]; senza contare i manuali specifici realizzati a cura, generalmente, del genio militare di molte forze armate e distribuiti ai comandi, tra cui, proprio nella Prima Guerra Mondiale quelli sulla costruzione di siti sotterranei, o adattamento di grotte carsiche pre-esistenti, a scopo bellico. Naturalmente, data la natura dei territori carsici, nel periodo della Prima Guerra Mondiale fu chiesto agli specialisti, da ambo le parti belligeranti, di studiare i problemi riguardanti l'approvvigionamento delle risorse idriche a uso militare – vedi LACHNER (1916)[8], COLMET-DAAGE (1919)[9], BROOKS (1920)[10], THIÉBAUT (1920)[11], etc.

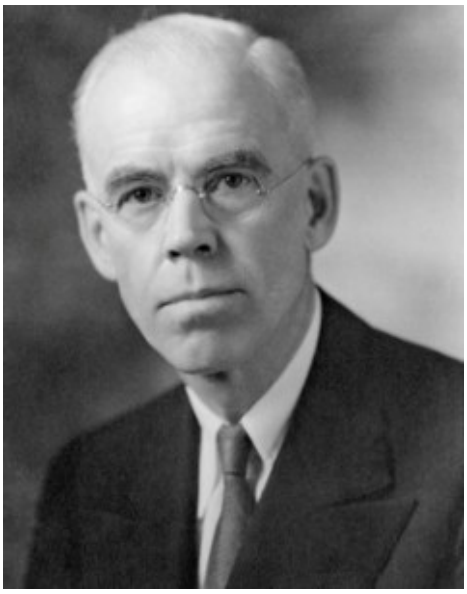


Fig. 1 – Il prof. Charles Kenneth Leith, uno dei fondatori della geologia militare, ove incluse la speleologia militare, e sicuramente il maggior codificatore della materia in passato. Fu direttore del Dipartimento di Geologia dell'University of Wisconsin-Madison e capo dell'U.S. Geological Survey's Lake Superior Division. Durante le due guerre mondiali Leith ha servito in importanti ruoli a Washington (USA), come consigliere sulle risorse dei minerali strategici.

È però in tempi moderni che la "Geologia militare", sia per le forze convenzionali che quelle non-convenzionali, assume un ruolo specifico, come *engineering*, strategia e tattica, anche grazie alle tecniche moderne, nel duplice ruolo di offesa e difesa, tanto da dar luogo a una branca specifica degli eserciti. Nasce anche la "*MilGeo*" – "*International Conferences on Military Geosciences, Geography, Geology, Geomatics, Cartography, and Related Studies*", la cui *mission* dichiarata è la realizzazione di: "*Conferences combine technical sessions, field excursions, and informal networking for anyone interested in how «Geo» (broadly defined) relates to the Military*". Da questa e da altre iniziative, si sviluppa tutta una serie di studi e pubblicazione di volumi dedicati al problema, ove naturalmente trova adeguato spazio l'impiego di sotterranei artificiali e cavità naturali, vedi UNDERWOOD & GUTH (eds.) (1998)[12], ROSE & NATHANAIL (eds.) (2000)[13], EHLEN & HARMON (eds.) (2001)[14], HÄUSLER & MANG (eds.) (2001)[15], DOYLE & BENNETT (eds.) (2002)[16], NATHANAIL *et al.* (eds.) (2005)[17], ed altri, tanto per citare alcuni esempi. Come pure relativamente recente è l'interesse storico per l'uso militare in sotterraneo, grotte o cavità artificiali siano, in una prospettiva di progresso verso le tecniche di "guerra nel sottosuolo" (EASTLER, 2004)[18].

Con le informazioni raccolte in numerosi casi di studio e dal lavoro sul campo (BOWES *et al.*, 2013)[19], si è in grado di creare un quadro tipologico semplificato che comprende tutte le forme di ambienti sotterranei. Esso comprende le seguenti Tipologie Sotterranee (ST): Tipologia 1) Urban & Natural Cavities, con le Sotto-tipologie: 1a) Civil Works, Sewers, Subways, Aqueducts, 1b) Substructures, Basements, Caves; Tipologia 2) Tunnels, con le Sotto-tipologie: 2a) Rudimentary, 2b) Sophisticated; Tipologia 3) Underground Facilities, con le Sotto-tipologie; 3a) Shallow Underground, Bunker, Silos, 3b) Deep Underground

Hardened, HDBT (hardened deeply buried target). Poi è stata creata una metodologia di classificazione che può consentire alle forze di terra e ai pianificatori militari di comprendere quali informazioni sono fondamentali per le operazioni in sotterraneo.
All'interno delle strutture fisiche sotterranee, sono stati identificati attributi di *targeting* per assistere i comandanti e il personale nell'individuare le lacune operative e di *intelligence*. Lo strumento può essere applicato a tutti i casi di studio e alle attuali minacce sotterranee dimostrando la flessibilità di questa tipologia e metodologia di classificazione. In sostanza il sistema riconosce la moltitudine dei sistemi sotterranei. Consente inoltre ai leader a livello strategico, operativo e tattico di utilizzare lo stesso strumento di pianificazione con la stessa terminologia mitigando la confusione a tutti i livelli del combattimento. Comprendendo i tipi di sotterranei ed ambienti e identificando i *targeting*, i leader e i pianificatori sono consapevoli delle molteplici sfide che potrebbero essere affrontate nel sottosuolo. Gli Attributi di Targeting Sotterranei (STA), riferiti alla Strutture Fisiche, comprendono 1) Function, 2) Threat, 3) Accessibility & Mobility, 4) Support Infrastructure. Inoltre, si prendono in considerazione tre categorie d'intervento: 1) Armi incendiarie, 2) Attacchi informatici 3) Operazioni di supporto informativo militare. Cioè come contrastare le minacce sotterranee. I molti casi di studio mostrano che le armi incendiarie sono state efficaci nei tunnel e nelle strutture sotterranee (UGF) in molte battaglie o conflitti nel mondo e fin dall'antichità. Le armi incendiarie sono un mezzo semplice ed economico per combattere le minacce sotterranee e causano danni psicologici e fisici immediati. In passato causa l'uso irresponsabile di armi incendiarie si è formato un tabù normativo contro questo efficace facilitatore. Le forze di terra che conducono operazioni sotterranee oltre a ricevere un addestramento adeguato sui loro effetti necessiterebbero di conoscere quando le armi incendiarie dovrebbero essere usate e come. L'attacco informatico (*cyber-based attack*) è un'opzione valida contro gli UGF. Questa forma di attacco limita l'esposizione e il rischio per le forze di terra e mitiga le minacce sotterranee. Le operazioni militari di supporto alle informazioni (MISO) hanno storicamente avuto successo contro le minacce sotterranee. Le operazioni psicologiche possono essere applicate a tutti i tipi di ambienti sotterranei. Se fattibile, MISO può influenzare il nemico e la società civile attraverso temi, messaggi e azioni come fornitura di aria contaminata, collasso di strutture, carenza di cibo/approvvigionamenti, inalazione di fuoco/fumo, inondazioni, bonifica di tunnel, social media e coinvolgimento della popolazione locale. Operazioni MISO possono cioè modellare l'ambiente informativo al fine di persuadere, cambiare o influenzare i comportamenti di coloro che sono associati a una minaccia sotterranea.
La Speleologia Militare, dunque, può basarsi solamente su dottrine pratiche.
Come si vedrà in seguito, le recenti e attuali misure di individuazione, ricognizione, intervento e contrasto in ambiente sotterraneo hanno esteso gli argomenti, soprattutto grazie alle nuove tecniche (robotica, intelligenza artificiale, mezzi di distruzione, etc.).
Tuttavia, la Speleologia Militare più che analizzare i mezzi di contrasto e d'arma avrebbe il compito, deputato a generazioni di studiosi successive agli eventi bellici in cavità, cioè con l'acquisizione d'interesse storico delle cavità stesse, di dissertare sui casi e sugli ipogei documentando scientificamente. Ciò nell'ottica tradizionale, ma non in un contesto moderno ove invece è la multidisciplinarietà a guidare la ricerca, oltrepassando quei confini sistematici o convenzionalmente temporali, seppur labili, che gli studiosi soprattutto della prima metà del '900 avevano configurato.

---

[6] - *Ibid*. (3)

[7] - Gortani M., 1920: *La geologia e la guerra di posizione*. Atti Società Italia per il Progresso delle Scienze, 10ª riunione, p. 33-39, Roma.

[8] - Lahner, 1916: *Höhlenforschungen im Kriege*. Wochenschau, Essen, n. 15, 1916. P. 470-472.

[9] - Colmet-Daage V., 1919: *Le Service des Eaux dans l'armée française pendant la Guerre*. Technique sanitaire, Mai 1919, Paris, 13rue de l'Odéon.

[10] - Brooks A.-H., 1920: *The use of Geology on the Western front*. U.S.G.S. Prof. Pap., 128 D., November 1920.

[11] - Thiébaut L., 1920: *Compte rendu des recherches d'eau potable en Lorraine pour les armées*. Ann. Pont et Chaussées, III, Dumas, Paris.

[12] - Underwood J.R. & Guth P.L. (eds.), 1998: *Military geology in war and peace*. Geological Society of America Reviews in Engineering Geology, vol. XIII, 245 pp.

[13] - Rose E.P.F. & Nathanail C.P. (eds.), 2000: *Geology of Warfare: Examples of the Influence of Terrain and Geologists on Military Operations*. Geological Society of London, 480 pp.

[14]- Ehlen J. & Harmon R.S. (eds.), 2001: *The environmental legacy of military operations*. Published by Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, USA, vol. 14, 228 pp.

[15]- Häusler H. & Mang R. (eds.), 2001: *International Handbook Military Geography*. Proceedings of the 8th International Conference on Military Geosciences, Vienna, Austria, June 15 – 19, 2009 Vol 2, Truppendienst-Handbuch, 537 pp.

[16]- Doyle P. & Bennett M.R. (eds.), 2002: *Fields of Battle: Terrain in Military History*. Geojournal Library, v. 64, Springer, 398 pp.

[17]- Nathanail C.P, Abrahart, R.J. & Bradshaw, R.P. (eds.), 2005: *The History and Technology of Military Geology and Geography*. Land Quality Press, Nottingham, U.K., 336 pp.

[18]- Eastler T.E., 2004: *Military Use of Underground Terrain. A Brief Historical Perspective*. In D.R. Caldwell & all. eds., Studies in Military Geography and Geology, p. 21-37.

[19]- Bowes J.S., Newdigate M.T., Rosario P.R. & Tindoll D.D., 2013: *The Enemy Below: Preparing Ground Forces for Subterranean Warfare*. Master of Science in Defense Analysis, The Naval Postgraduate Schoolm, 161 pp. Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA620416.pdf

* * *

2. Guerra convenzionale

Nella guerra convenzionale, come già premesso, la speleologia ha perduto gran parte del suo interesse. Ciò, com'è noto, non fu una condizione del passato. Limitandoci ai due conflitti mondiali del XX secolo, sia nello spazio interno degli stati belligeranti, sia sul fronte alpino, innumerevoli furono le occasioni per mettere a frutto la speleologia. Senza ripetere nozioni ben conosciute e casi ampiamente illustrati nella letteratura speleologica, specie sotto l'aspetto costruttivo e tipologico di cui ci sono varie sintesi (p. es. Russian, 2005)[20], come quelle riguardanti le "grotte di guerra" sul fronte del Carso e i numerosi bunker scavati nella viva roccia delle montagne alpine, da usare come batterie d'artiglieria e depositi, durante la Prima Guerra Mondiale (p. es. Tavagnutti, 2016[21], sul Monte Sabotino), interessante è piuttosto riportare come alcune cavità carsiche furono utilizzate per l'estrazione di fosfati da depositi ossiferi fossili a scopo industriale (produzione di fertilizzanti). Quest'ultimo fu il caso in Austria della Drachenhöhle (Fig. 2), dove operò (comandato), durante la "Prima Guerra", il famoso speleologo Georg Kyrle, che in seguito divenne uno dei più affermati studiosi della materia e fondatore della "Scuola speleologica di Vienna" (Semeraro, 2012)[22].



Fig. 2 – L'impianto di estrazione dei fosfati dalla Drachenhöhle presso Mixnitz (Steiermark, Austria), durante la Prima Guerra Mondiale, tipico caso di sfruttamento di materie strategiche in un'economia di guerra ove è stata richiesta la competenza della speleologia.

Se sul fronte alpino e del Carso della Grande Guerra le cavità naturali adattate all'uso o artificiali, furono, da ambo i belligeranti, ampiamente sfruttate e impiegate (alti comandi, infermerie, ricovero truppe, deposito munizioni, etc.) (Bondesan *et al.*, 2022) [23] (Figg. 3, 4), pure la Seconda Guerra Mondiale vide un impiego delle cavità di alto rilievo, non solo nella realizzazione di postazioni e fortificazioni, ma anche nella messa in sicurezza d'impianti di produzione dell'industria bellica (Mushynsky J., 2019)[24]. Bisogna considerare come, all'epoca, i sistemi strumentali di rilevamento e localizzazione, rispetto a quelli d'oggi, fossero ancora "rudimentali", e che perciò gli utilizzi del "sotterraneo" si rivelassero ancora importanti. Esistevano, sì, la fotografia della ricognizione aerea e l'*intelligence*, ma non certo le tecnologie da satellite, radar e drone oggi a disposizione. Tuttavia – si vedrà – per certi aspetti, ancor oggi l'utilizzo di cavità è attuale, anzi, in determinati scenari ha rivestito, anche di recente e sicuramente così sarà in futuro, una valenza da non sottovalutare. Per dare un quadro, non certo esaustivo bensì esemplificativo, citerò alcuni tipi di "impianti", realizzati dal genio militare di forze armate regolari. Il primo (Semeraro, 2013)[25], creato dalla Germania nazista, come l'impianto segreto all'interno del Hochstein (Turingia) con un

sistema di tunnel probabilmente il maggiore del mondo, e ancora l'impianto ipogeo, realizzato dopo l'attacco alleato su Peenemunde, della produzione bellica di riferimento nelle montagne carsiche del Harz (Germania settentrionale) con poderose opere geotecniche, tra cui la Heimkehle Höhle (Fig. 5). Il secondo (GUBERTINI *et al.*, 2011)[26], pure creato dalla Germania nazista, nella Baia di Sistiana (Carso, Trieste), utilizzato dai tedeschi, in particolare tra il 1943 e il 1945 (succedendosi la Wermacht e la Kriegsmarine), che v'installò una base per i sommergibili tascabili classe "Molch". I "Torpedoversuchsantalt (TVA) Eckerförde", o "Salamandra" in tedesco (SPADI, 2005)[27]. Per tale impiego, nei calcari della baia, furono scavate gallerie e stanze, anche adattando ipogei preesistenti, allo scopo di predisporre cannoniere, magazzini, osservatori,

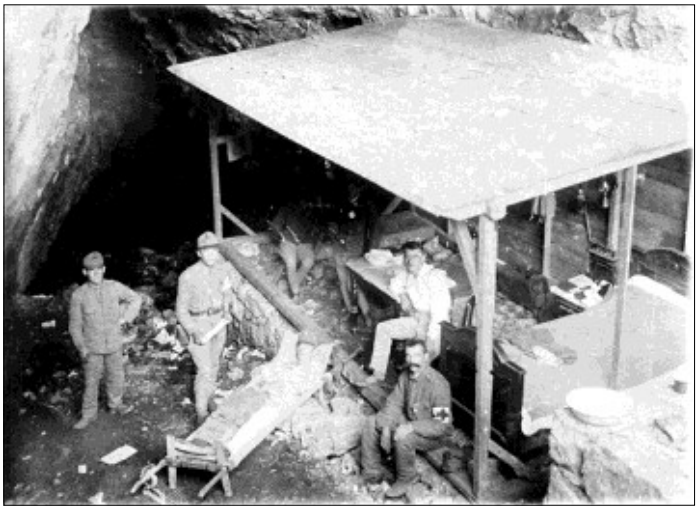


Fig. 3 – Grotta di Visogliano, da una foto Kaloper dell'archivio CAT, cortesia Maurizio Radacich. Nella Grande Guerra, sul fronte del Carso, molte cavità carsiche (come questa dell'esercito austro-ungarico) furono usate come pronto soccorso e gli adattamenti costruiti con legname erano pressoché indispensabili.

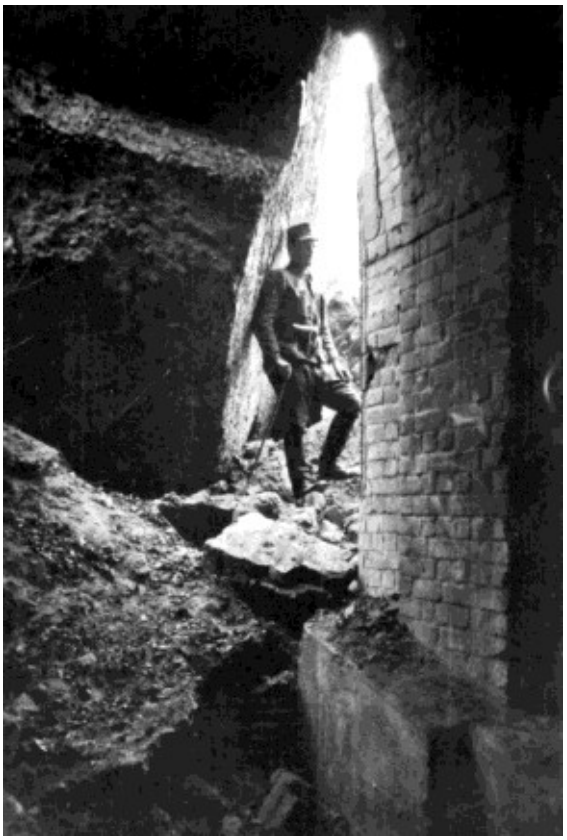
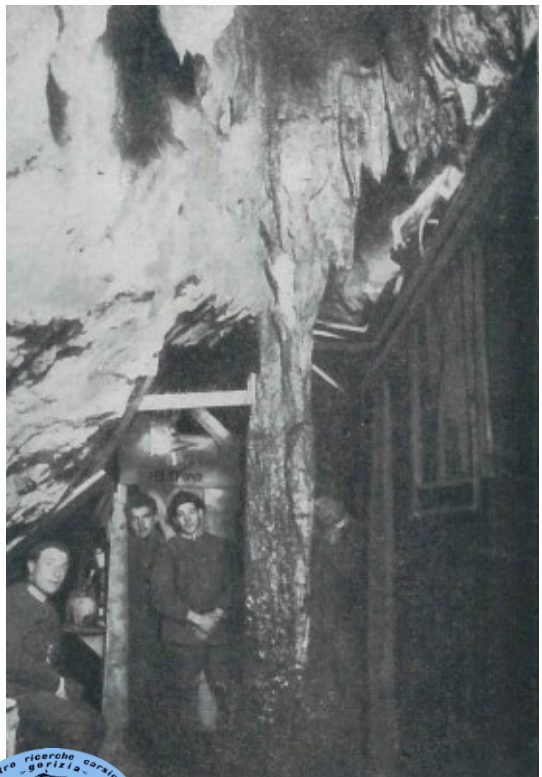
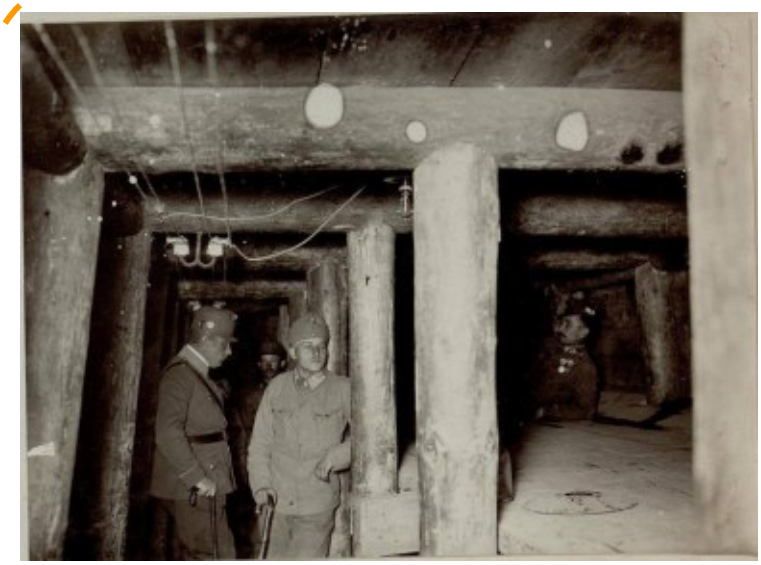


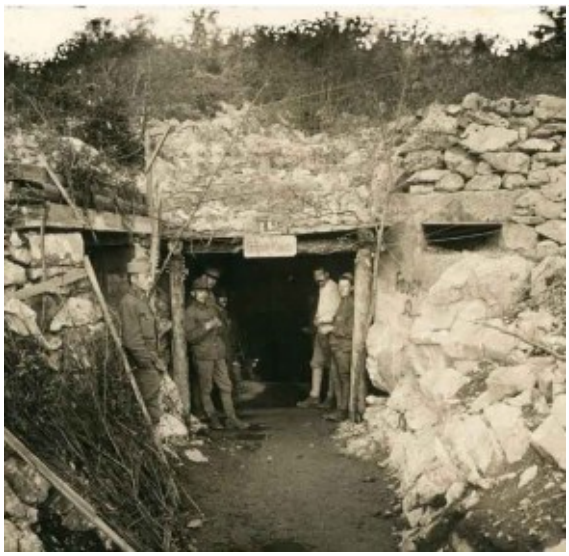
Fig. 4 – Grotta militare sul Carso durante la Grande Guerra: la Peica Jama, collegata con la Grotta di Ternovizza, da un archivio di Pierpaolo Russian, cortesia Maurizio Radacich. Si noti il muro di protezione, paraschegge, eretto all'ingresso dove sosta l'ufficiale dell'esercito austro-ungarico.



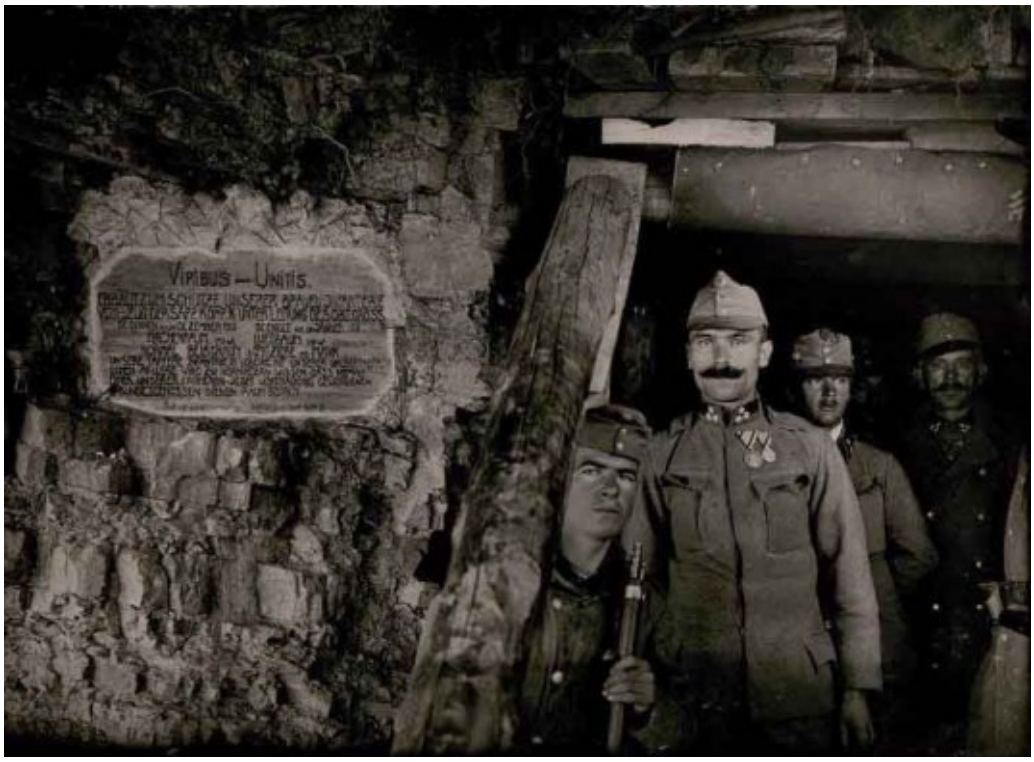


Durante la Grande Guerra sul fronte del Carso, l'esercito italiano sfruttò le grotte naturali come rifugi sicuri e punti strategici. Nella foto a sinistra sono ritratti alcuni fanti all'interno di un posto telefonico in grotta, fondamentale per garantire le comunicazioni tra le trincee in prima linea e i comandi situati nelle retrovie. Nella foto qui sopra dei fanti austriaci in prossimità di una caverna.





Durante la Prima Guerra Mondiale, l'esercito austro-ungarico disponeva sul Carso di un vero e proprio reparto speleologico specializzato, affiancato da appositi Plotoni Perforatori (Höhlenbautrupps o unità destinate ai lavori in grotta).



posti di comando in sotterraneo. I sommergibili tascabili "Molch" (che si rivelarono scarsamente insidiosi, se non un fallimento), avevano un dislocamento di 11 ton, lunghezza di 10,8 m, velocità massima in emersione 4,3 nodi e 5 nodi in immersione con profondità d'esercizio 40 m.

Manovrati da un solo uomo, il "Molch" era armato con due siluri da 533 mm. Per realizzare la base sembra fosse stata scavata una caverna sotterranea nella baia (scarpata calcarea, lato occidentale), con lo scivolo per portarli in mare, che alla fine delle ostilità, durante la ritirata, i tedeschi fecero saltare. L'ipotesi (niente di più) è avvalorata dalla presenza, nel corpo di frana in zona, di blocchi di cemento e pezzi metallici.

Durante la Seconda Guerra Mondiale, laddove c'erano cavità naturali nell'area di difesa dei fronti, queste solitamente – se accessibili o adattabili – erano utilizzate. Un esempio come tanti: sul fronte del Pacifico, durante la battaglia di Iwo Jima i soldati americani dovettero espugnare numerose grotte vulcaniche fortificate dai giapponesi, che offrivano nell'isola una naturale protezione, assaltandole alla baionetta, con granate e lanciafiamme (Fig. 6). Nella Malaysia, le grotte naturali del Tropical Karst della penisola furono utilizza-



Fig. 5 – L'interno della Grotta Heimkehle, nei gessi del Harz, attrezzata dai nazisti per la produzione bellica durante la Seconda Guerra Mondiale.



Fig. 6 – La Jap cave, nelle rocce vulcaniche di Iwo Jima, espugnata nel 1946 dagli Escort Carriers americani.

te come depositi di munizioni (Fig. 7). Infatti, proprio nelle isole, durante la "Guerra del Pacifico", il contrattacco americano vide frequentemente l'impiego delle truppe di terra impegnato in operazioni in cavità. Da Luzon, con la "Battaglia di Belete Pass", area infestata da cavità fortificate (Fig. 8), all'Isola di Guam (Fig. 9), di Tinian (Fig. 10), fino alla già citata Iwo Jima (Fig. 11), Okinawa, e così avanti, snidare i giapponesi, con ogni mezzo possibile dai ripari ipogei, costituì un impegno considerevole all'interno delle più ampie operazioni di teatro (ALLEN, 1999[28]; ANDERSON & ANDERSON, 2011[29]; ROSS SMITH, 2014[30]; etc.). Soprattutto il XX secolo è costellato da notizie di opere militari, e d'imponenti dimensioni.

Cito alcuni esempi. Durante la Prima Guerra Mondiale i grandi tunnel scavati nella zona della "battaglia della Somme", ove esempi si possono ancora vedere sotto il villaggio francese di La Boiselle in Picardia; si tratta di gallerie che si estendono per diversi chilometri gran parte costruite dalle truppe britanniche tra il 1914 e il 1916, realizzate per tentare di minare le vicine linee tedesche, dove si giocavano terribili partite, nel costante ascolto, in modo da intercettare le gallerie tedesche senza essere rilevati. Un esteso sistema di gallerie e bunker sotto la città di Mosca fu costruito, a più riprese dai tempi di Ivan in Terribile in poi, anche con finalità militari. I sovietici scavarono ancora più in profondità, costruendo tunnel segreti e i binari di una metropolitana, realizzando postazioni di ascolto del KGB, rifugi antiatomici per l'*èlite* politica. Famosi sono il sotterraneo sotto il Cremlino, il "Bunker di Stalin" realizzato agli inizi della Seconda Guerra Mondiale, il "*Metropolitana Command Post Tagansky*" realizzato al culmine della "Guerra Fredda" (Fig. 12). Il sottosuolo di Mosca è formato prevalentemente da un *podsol*, includente morena, ghiaie e alluvioni del Quaternario, ricoprenti il basamento costituito dalla Piattaforma Russa cristallina, facilmente scavabile; mentre gli strati culturali, dell'area urbana, risalgono al "Medioevo russo" con spessori dai 3-5 m fino ai 15 metri nelle depressioni originarie (ALEXANDROWSKAYA & PANOVA, 2003)[31]. Rimanendo nel periodo, in piena "Guerra

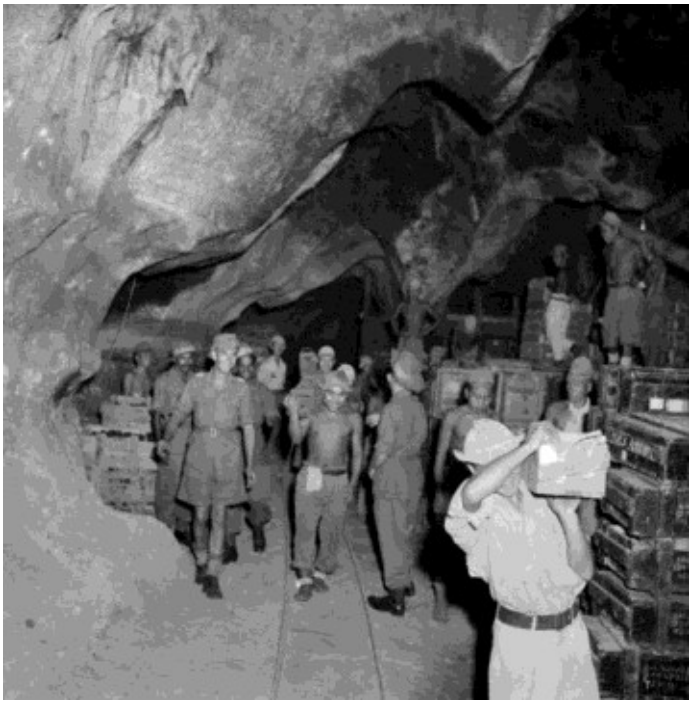


Fig. 7 – Sotto stretta sorveglianza, i prigionieri di guerra giapponesi trasportano casse di materiale bellico provenienti dagli arsenali nemici nelle grotte calcaree a Batu, Stato di Selangor, vicino a Kuala Lumpur. Queste casse di bombe e proiettili sono state poi gettate in mare nello Stretto di Malacca.

Fredda" ci furono, non solo tra gli schieramenti, addirittura in Albania dopo la sua rottura con l'Unione Sovietica forme paranoiche su possibili invasioni. Quando l'Albania uscì dal Patto di Varsavia e si avvicinò alla Cina, il dittatore Enver Hoxha fece costruire bunker sull'intero paese; un esempio è quello di Gjirokastra (Argirocastro), un complesso di tunnel di 800 metri con 59 stanze (oggi è un

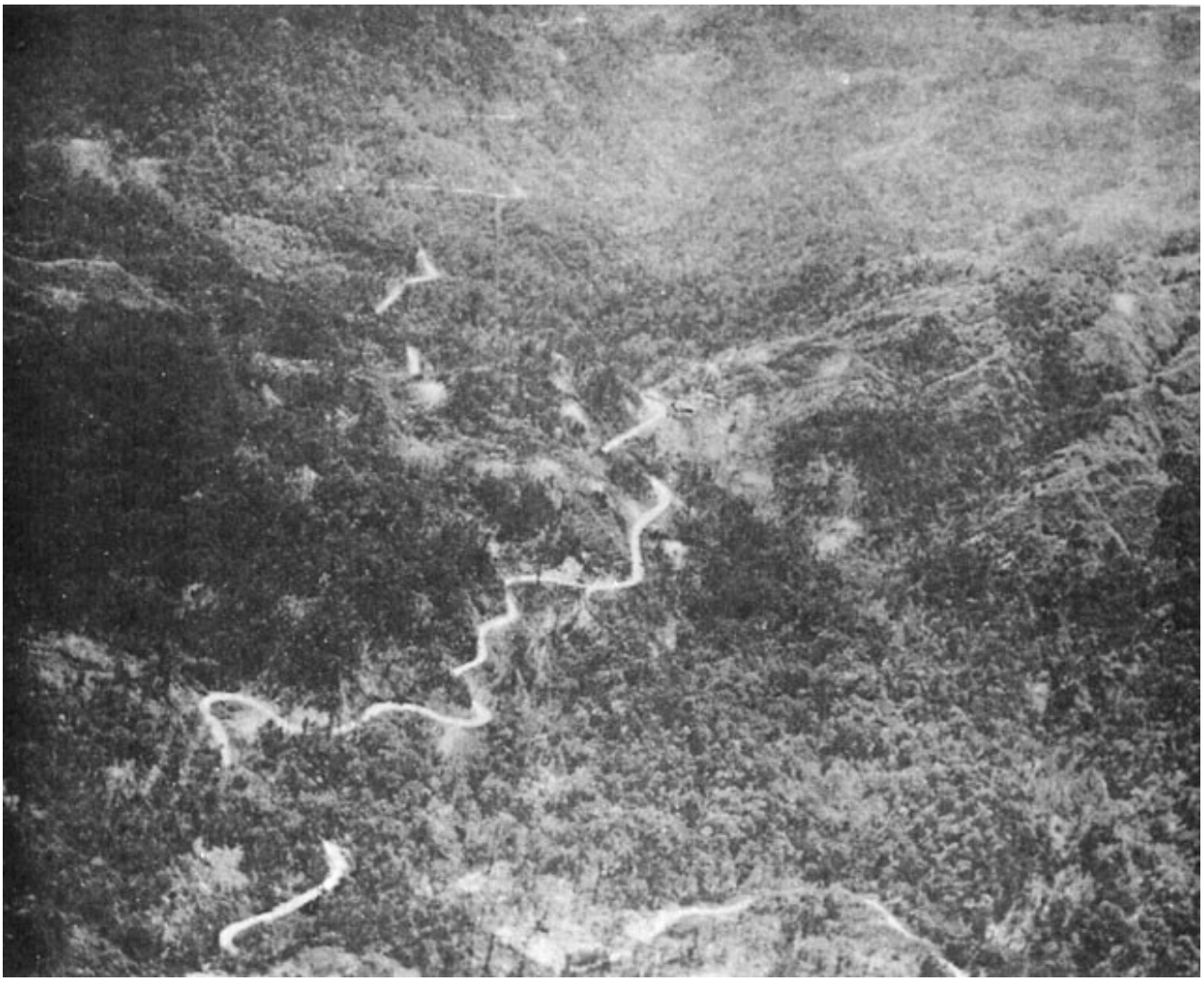


Fig. 8 – La "Route 5" che porta da sud al Balete Pass (Luzon), zona ricca di cavità fortificate giapponesi da cui batteva l'artiglieria. Qui, durante la "Guerra del Pacifico", si accesero difficili combattimenti per snidare i giapponesi asserragliati in sotterraneo che, da quelle postazioni, controllavano la strada.

museo) (Fig. 13). Ancora, il sistema di tunnel di 52 km, scavato negli anni 1939-1944 dai "Royal Engineers" con un contingente dei "Canadian Engineers", all'interno dei calcari della Rocca di Gibilterra (Fig. 14), senza contare che qui la realizzazione di tunnel militari iniziò nel 1782 durante il "Grande assedio" (EHLEN & HARMON, eds., 2001)[32]. Il Grande assedio di Gibiltera si concluse nel 1783, quale infruttuoso tentativo della Spagna alleata con la Francia di sottrarre Gibilterra al controllo della Gran Bretagna durante la Guerra d'indipendenza americana. Fu una lunga operazione militare, il cui successo, delle armi inglesi, va anche ascritto ai tunnel nella Rocca in precedenza iniziati dall'autore dei piani e poi realizzatore sergente maggiore (poi tenente) del British Army Henry Ince, al cui interno le cannoniere furono installate (Fig. 15) distruggendo le batterie galleggianti spagnole e francesi. Naturalmente, opere gigantesche e segrete e di cui non si ha prova, hanno alimentato vere leggende, come, tra realtà e mito, la famosa base segreta del Terzo Reich in Antartide, che sarebbe stata creata in una grande caverna scavata nel ghiaccio (SUMMERHAYES & BEECHING, 2007)[33].

Le cavità carsiche interessarono anche conflitti minori. Mentre la Guerra Civile spagnola (1936-1939) volgeva al termine le truppe repubblicane in ritirata nella regione settentrionale delle Asturie cercarono rifugio nelle grotte di quelle montagne (FERNÁNDEZ & MOSHENSKA, 2017)[34], ma le forze nazionaliste del generale Francisco Franco ormai prevalevano. E la lista sarebbe molto lunga. Alla conclusione della Secon-



Fig. 9 – Isola di Guam (Guerra del Pacifico). I soldati americani, durante la riconquista dell'isola nel 1944, fissano cariche di dinamite a una grotta diventata rifugio dei giapponesi, dandogli l'ultima possibilità di arrendersi.

da Guerra Mondiale si seppe come le cavità sotterranee fossero state ampiamente utilizzate sia sul teatro europeo sia del Pacifico. All'epoca, le esperienze delle forze armate dei singoli ex paesi belligeranti erano ancora poco condivise, tuttavia, parecchie indicazioni su vantaggi e svantaggi sull'utilizzo delle cavità circolavano all'interno degli uffici studi degli stati maggiori. In Italia, lo sfruttamento degli ipogei era stato abbastanza



Fig. 10 – Marines che assistono i giapponesi uscire dalle grotte fortificate sulle pareti dell'Isola di Tinian nel luglio 1944. Arrendersi, per loro, era inusuale giacché molti preferivano il suicidio.



Fig. 11 – Battaglia di Iwo Jima (Guerra del Pacifico). In azione con il lanciafiamme contro i soldati giapponesi asserragliati nella grotta mentre un marine col fucile li attende all'uscita. Fu uno dei modi in cui le truppe americane poterono bonificare casematte e cavità nell'isola abbattendo il sistema di difesa del nemico.

rilevante, tra gli esempi, cave, etc., nella zona di Napoli adibite a depositi materiali, officine produzione di bossoli, riparazioni, montaggi (Marina Militare, Direzione di Artiglieria, Arsenale dell'Esercito, etc.), ma soprattutto ci si basava sulle esperienze

tedesche, dove l'uso degli ipogei per installazioni militari di produzione era stato intenso. Negli ambienti militari italiani (FRANZOSINI, 1949/50)[35] si teneva in debita considerazione l'opinione dell'ex ministro tedesco agli armamenti e alla produzione bellica del Terzo Reich Albert Speer, che era stato affatto sicuro delle opportunità di un "totale programma sotterraneo", anzi riteneva, se spinto all'eccesso, rappresentasse uno sciupio di materiale e mano d'opera. Senza contare che gli ingegneri tedeschi avevano riscontrato quali punti deboli, la conveniente sistemazione del personale (oltre all'effetto psicologico sul lavoratore che imponeva una riduzione delle ore lavorative), che si doveva localizzare nei paesi del circondario, e l'affidamento, cui si era costretti a fare, sui trasporti ferroviari (attacchi aerei e danneggiamenti nei trasporti complicavano sia i rifornimenti sia lo stoccaggio dei prodotti) (Fig. 16). Tali parametri, però, non valevano per gli "schiavi" che arrivavano dai campi di concentramento tedeschi: con la trasformazione della miniera di Nordhausen a un complesso di tunnel dove si realizzarono i razzi (Fig. 17), affidata al brigadiere generale Hans Kammler (che in precedenza aveva costruito le camere a gas di Auschwitz-Birkenau), dei 60.000 che vi lavorarono forzatamente circa la metà morì di fatica e altre cause (Fig. 18). Secondo studi effettuati negli Stati Uniti, resi noti nel 1948, caverne e miniere abbandonate atte allo scopo militare non sarebbero dovute distare dalla ferrovia più di 35 miglia e avere una massa coprente di almeno 50 piedi. Tutto ciò, indipendentemente dai problemi igienico-sanitari in cavità e da quelli indotti dal microclima (con necessità di ventilazioni forzate) che riducevano le possibilità, causa l'umidità etc., nelle lavorazioni industriali meccaniche più delicate etc. Da citare – tra i tanti esempi – anche il Tunnel war di Fort Bonifacio nelle Isole Filippine (già Fort MkKinley) la cui costruzione, nel 1941, fu ordinata dal generale americano Douglas MacArthur per servire come centro di comando del servizio di allarme aereo. Prima del completamento, a seguito dell'invasione delle Filippine, il comando giapponese lo ampliò e migliorò.



Fig. 12 – Un tratto delle estese gallerie a uso militare sotto la città di Mosca. Il sottosuolo della metropoli russa è costituito da rocce sciolte facilmente scavabili; nella foto si nota come questo recente "underground" sia caratterizzato da un rivestimento e consolidamenti semplicemente funzionali allo scopo.

Nel 1945 fu consegnato al governo filippino. Anche le difese inglesi durante la 2a Guerra Mondiale utilizzarono tunnel, di particolare interesse quelle sulle "Bianche scogliere di Dover" (Fig. 19) scavate tra il 1940 e il 1941 nei gessi che, essendo rocce compatte limitavano al minimo le opere di sostegno (HOARE, 2019)[36].

Oggi, opere in sotterraneo, gigantesche, sono presenti in tutto il mondo, soprattutto nei paesi militarmente importanti, dalla Cina alla Russia agli Stati Uniti, per citare i principali. Si tratta, sostanzialmente, di cavità artificiali che ben poco – o meglio nulla – hanno a che fare con la speleologia: la loro realizzazione è frutto di scelte militari di difesa e offesa, e di segretezza, appannaggio di grandi nazioni. Rientrano, dunque, nell'ingegneria delle opere in sotterraneo. I geologi militari hanno soprattutto compiti riguardanti la cosiddetta "trafficabilità", intendendo per essa l'acquisizione preliminare dei dati sulla percorribilità dei mezzi di trasporto, e dei problemi tecnici connessi, per esempio nelle zone d'invasione, allo scopo di predisporre la strategia logistica. La Forza di Difesa Israeliana (IDF) attribuisce grande valore a questi specialisti. Una piccola unità poco nota all'inter-



Fig. 13 – Tunnel di difesa realizzato a Gjirokastra (Argirocastro) in Albania durante la "Guerra Fredda" a fronte di possibili invasioni.



Fig. 14 – Addestramento di forze speciali britanniche nei sotterranei di Gibilterra per l'impiego in "tunnel war".

no dell'*intelligence* militare israeliana ha il compito di analizzare il terreno anticipando le operazioni di terra; responsabilità primaria del gruppo è di garantire alla IDF che i veicoli da combattimento a terra possano facilmente attraversare il terreno nemico una volta che l'ordine di attaccare è stato emesso dal quartier generale. Tali problematiche, però, non sono nuove: durante la Seconda Guerra Mondiale geologi sono stati inviati sulle spiagge della Normandia prima del "D-Day". Questi primi approcci hanno portato a una nuova disciplina nella ricerca militare, con tecniche che si sono affinate durante la "Guerra del Golfo", in Iraq e in Afganistan. Oggi però – come si vedrà – con un'attività di "*tunneling*" in forte espansione, il compito dei geologi militari si è esteso, in particolare nell'acquisizione dei dati del sottosuolo atti a determinare la geometria dei volumi di roccia con più facilità scavabili dal nemico, co-interpretazione dei rilevamenti geofisici mirati alla scoperta di tunnel, fino alla mappatura o la *prediction* degli ipogei utilizzati o utilizzabili dalle forze avversarie.



Fig.15 – I tunnel scavati durante il "Grande assedio di Gibilterra" dal sergente maggiore Henry Ince, con i cannoni che battevano il mare (Rock of Gibraltar Great Siege Tunnels Upper Galleries, 1841 Art Print Engraving).

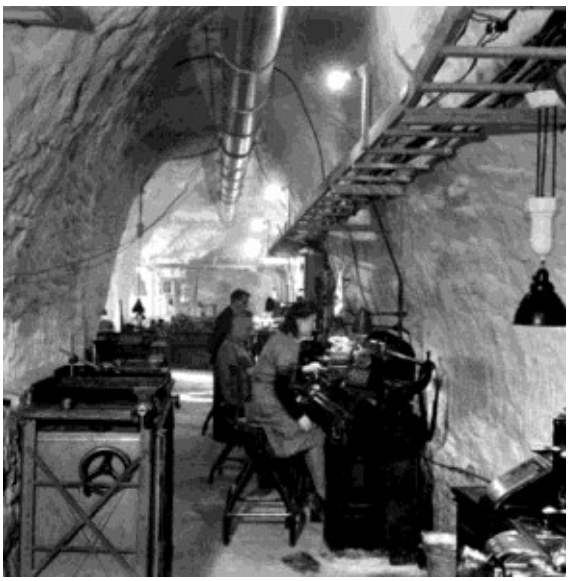


Fig. 16 – Produzione bellica tedesca in Turingia, in sotterraneo, durante il Terzo Reich.

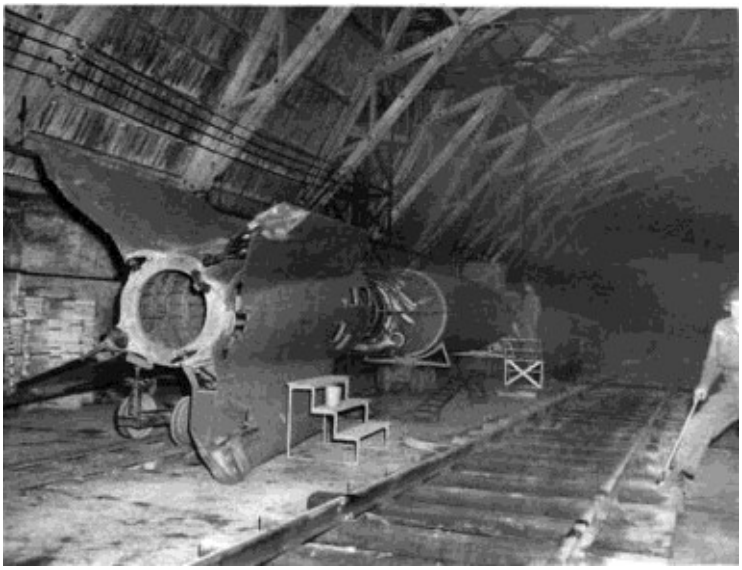


Fig. 17 – Produzione di razzi tedeschi nei sotterranei di Nordhausen, dopo l'ingresso delle truppe alleate.





Fig. 18 – Corpi di prigionieri a Nordhausen dopo la liberazione.



Fig. 19 – Il Fan Bay Deep Shelter scavate nelle rocce gessose delle "Bianche scogliere di Dover" tra l'1 novembre 1940 e febbraio 1941, comprendenti cinque grandi tunnel adibiti a deposito e una batteria di cannoni sulla Manica.

[20]- Russian P., 2005: *Brevi note sull'adattamento ad uso militare di grotte e caverne durante il primo conflitto mondiale*. Atti Convegno cavità naturali e artificiali della Grande Guerra, Trieste 11-12 giugno 2015, p. 49-54.

[21]- Tavagnutti M. (a cura di), 2016: *Le gallerie cannoniere del Monte Sabotino*. Ed. Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer", Gorizia, 118 pp.

[22]- Semeraro R., 2012: *Georg Kyrle: alle origini della speleogenesi*. "Cronache ipogee", rivista online, maggio 2012, n. 5, p. 12-15, [online]. Available from: http:/www.cronacheipogee.jimdo.com

[23]- Bondesan A., Fioraso M. & Preto N., 2022: *WWI Military Use of Caves in the Classical Karst of Northeastern Italy*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 45 (1), p. 55-68. Available from: DOI 10.4461/GFDQ.2022.45.4

[24]- Mushynsky J,, 2019: *Defining Karst Defenses*. Historical Archaeology, Vol. 53, No. 1 (March 2019), Springer ed., p. 193 -204.

[25]- Semeraro R., 2013: *Benno Wolf, dall'Abisso dei Serpenti al baratro della Shoah*. "Cronache ipogee", rivista online, novembre 2013, n. 11, p. 14-16, [online]. Available from: http:/www.cronacheipogee.jimdo.com

[26]- Gubertini M., 2011: *Documentazione ed analisi delle cavità in zona Baia di Sistiana* [online]. Quaderni di Speleologia Urbana, n. 1/2011, 180 pp. Available from: http://www.sastrieste.it/SitoSAS/Quaderno_1_2011a.html

[27]- SPADI B., 2005: *I sommergibili tedeschi nel Mediterraneo*. It.Cultura.Storia.Militare [online]. Available from: http://www.icsm.it/articoli/ri/minisommergibili.html

[28]- ALLEN R.E., 1999: *The First Battalion of the 28th Marine on Iwo Jima. A Day by Day History from Personal Accounts and Official Reports, with Complete Muster Roll*. Mc.Farland & Co. Inc., Publischers, Jefferson, North Carolina, and London.

[29]- ANDERSON D.E. & ANDERSON D.E JR., 2011: *Combat Infantry: A Soldier's Story. Pearl Harbor. Guadalcanal. Luzon. 35TH Regiment, 25TH Infantry Division, 1944-1945*. Bloomington Ind., Trafford Publishing, 324 pp.

[30]- ROSS SMITH R., 2014: *Triumph in the Philippines. Chapter 27. The Bambang Front-II, The 26TH Division in the Route 5*. U.S Army in World War II, 512-540, [online]. Available from: http://www.ibiblio.org/hyperwar/USA/USA-P-Triumph/USA-P-Triumph-27.html

[31]- ALEXANDROWSKAYA E. & PANOVA T., 2003: *History of the soil, cultural layer, and people in the medieval Moscow*. Rev. Mexicana de Ciencias Geològicas, v. 20 (3), p. 289-294.

[32]- EHLEN J. & HARMON R.S. (eds.), 2001: *The environmental legacy of military operations*. Published by Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, USA, vol. 14, 228 pp.

[33]- SUMMERHAYES C. & BEECHING P., 2007: *Hitler's Antarctic base: the myth and the reality*. Polar Record 43 (224), Printed in the United Kingdom. Available from: doi 10.1017/S003224740600578X11-21.

[34]- FERNÁNDEZ J. & MOSHENSKA G., 2017: *Spanish Civil War caves of Asturias in archaeology and memory*. International Journal of Heritage Studies, 23:1, p. 14-28, Available from: DOI: 10.1080/13527258.2016.1232658

[35]- FRANZOSINI M., 1949/50: *Le ricerche speleologiche in Italia e la utilizzazione militare delle cavità naturali*. Centro di Alti Studi Militari, C.A.S-M- C-7, 1ª Sessione, Rapporto interno, Roma 1949/50, 27 pp., 2 tavv.

[36]- HOARE C., 2019: *World War 2: Churchill's labyrinth of underground tunnels below Cliffs of Dover exposed*. UK News, Dec. 24, Express.co.uk

* * *

3. GUERRA NON-CONVENZIONALE DI GUERRIGLIA E TERRORISMO

Tutti gli studiosi sono d'accordo nell'affermare come dalla Seconda Guerra Mondiale i fenomeni d'insurrezione e terrorismo abbiano visto un'*escalation*, divenendo la forma di conflitto dominante. Tale *trend* rimane anche quando diminuiscono gli scontri convenzionali tra nazioni, aumentando, comunque, numericamente i gruppi di guerriglieri e terroristi. Non esiste, tuttora – anche perché non si è d'accordo – una definizione comunemente accettata di "guerriglia" e "terrorismo", giacché gli stessi termini sono stati usati in modi diversi perdendo parte del loro significato o distorcendolo (LAQUEUR, 2002)[37]. Ad ogni modo, la maggior parte degli studiosi o commentatori occidentali definisce "guerriglia" – che deriva da *guerrilla*, la lotta degli irregolari spagnoli contro l'occupatore Napoleone (1813-14), dove tra l'altro, questi, utilizzarono anche le grotte carsiche (CHARTRAND & HOOK, 2004)[38] –, quella tecnica "mordi e fuggi" che un gruppo armato, non statale, svolge contro un governo per motivi di ordine politico o religioso. Mentre "terrorismo" riguarda l'uso della violenza da parte di soggetti non statali, diretto (solitamente) verso non combattenti (civili, etc.) con il fine d'intimidazione, costringendo lo stato a modificare la propria prassi. In questo senso, il terrorismo è soprattutto arma psicologica, anche se normalmente questo effetto è sproporzionato alla reale distruzione inflitta. Le sfumature sono infinite, ma solitamente si tratta d'intensità: sovente si cita l'esempio dei Boeri che tendeva verso tattiche di guerriglia e, un secolo dopo, Al Qaeda che tende al terrorismo. Ad ogni modo, c'è un comune denominatore: questi "combattenti" sviluppano tecniche di guerriglia e terrorismo avendo energie troppo deboli da poter porre in campo per un conflitto convenzionale. Si passa cioè alla cosiddetta guerra a "bassa intensità".

Questa, a sua volta, è ibrida, irregolare e asimmetrica: è la risorsa, e la risposta, del più debole verso il più forte, poiché il primo deve rimanere nell'ombra.

In questo senso, dal punto di vista dello studioso, non si può parlare di virtù, poiché mentre per alcuni chi fa guerriglia e terrorismo rientra nelle figure lodevoli per altri è il contrario. Ogni riferimento etico, morale, o semplicemente polemico è perciò fuori luogo. Ai fini del presente articolo, però, è proprio la guerriglia e il terrorismo oggi a palesare un importante interesse per la speleologia, per l'utilizzo delle cavità naturali e artificiali. Dal punto di vista giuridico e filosofico oltre che tecnico (OZHIGANOV, 2006[39]; WALZER, 2006[40]), il terrorismo è definito come "uso preconcetto illegale di violenza fisica o psichica (o minaccia di) per successivi obiettivi politici, rivolti a civili e non-combattenti etc, per modificare le politiche attuali, i loro metodi e la struttura". Mentre, più specificatamente (TERRORISM RESEARCH, INTERNATIONAL TERRORISM AND

Security Research, 2008)[41], il Dipartimento alla Difesa USA definisce il terrorismo come "l'uso calcolato della violenza illegale o la minaccia di violenza illegale per inculcare la paura, destinati a costringere o intimidire governi o le società nel perseguimento di obiettivi che sono generalmente politici, religiosi o ideologici". Naturalmente, data l'eterogeneità dei movimenti di rivolta, intrecci tra guerriglia o terrorismo, su posizioni e analisi dell'Occidente non sempre chiare, nel (a volte) caos di etnie, tribù, clan, famiglie, dove si contende la "sovranità", spesso si parla, come nel saggio di David Kilcullen, di "Accidental Guerrilla" (Kilcullen, 2009)[42], entro scenari d'implacabile fanatismo e neo-nichilismo, difficili da discernere da parte dell'osservatore occidentale.

La storia riporta numerosi esempi di guerra non-convenzionale, tanto che si parla – a ragione – come questa sia sempre esistita. Seguono alcuni esempi chiarificatori.

Nella ribellione degli Ebrei che seguì la devastazione romana del 66-70 d.C., con una volontà d'indipendenza ancora non sopita, durante la sollevazione dei Giudei del 132 d.C. guidata da Simone Bar Kokhba (autoproclamatosi "messia") i seguaci uscivano dalle grotte del deserto giudaico, dove si rifugiavano, per attaccare la guarnigione romana con una tecnica che oggi si definisce "mordi e fuggi". Ci vollero parecchi anni affinché i Romani, con l'impiego di migliaia di soldati, li sedassero (Cassio Dionne, 2008)[43]. Del resto, in una regione carsica come quella, le caverne furono sempre utilizzate, tanto da conservare dei riferimenti biblici: Davide, sconfitto, scappò e si rifugiò nella caverna di Adullàn (anche indicata come "fortezza", cioè luogo fortificato), vicino alla città cananea di Adullàn nei pressi del luogo ove uccise Golia, per poi riprendersi vittorioso, anche se molti biblisti associano detto rifugio semplicemente al suo Dio [1 Samuele, 22: 1]. Robert Bruce – eroe per gli scozzesi e ribelle per gli inglesi, protagonista del poema epico *The Bruce* di John Barbour – durante la sua fuga dal 1306 al 1324, con i compagni d'armi (definibili guerriglieri), secondo le cronache contemporanee (John of Fordun, 1993)[44], in condizioni di estrema difficoltà, utilizzò spesso le caverne quale rifugio, pur dando luogo a scorrerie, devastando e bruciando fino a razziare nell'Inghilterra settentrionale.

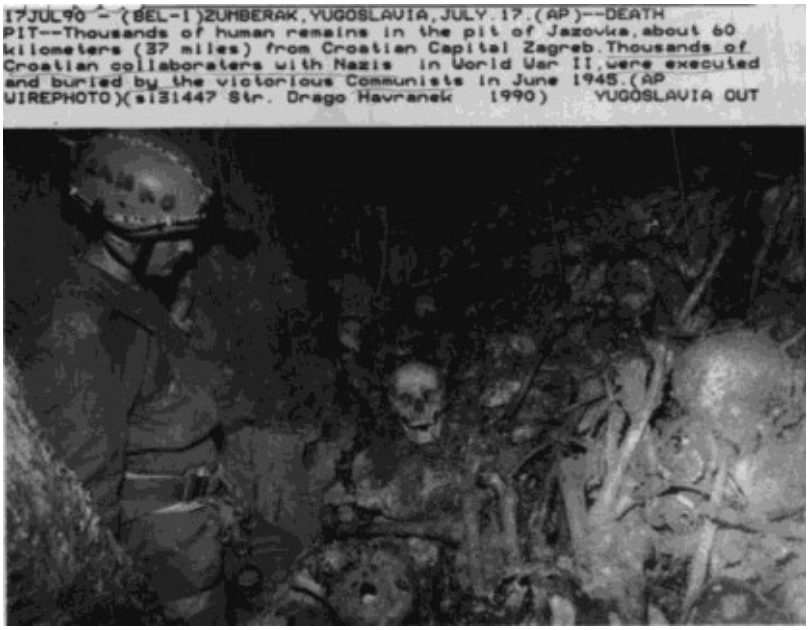


Fig. 20 – Documento fotografico del 1990, relativo a un infoibamento avvenuto nel 1945 in una grotta della Croazia. È il revisionismo sul problema da parte degli speleologi locali e dell'opinione nella società civile, a seguito delle mutate condizioni geopolitiche, tanto che la foto comparve anche sul quotidiano italiano "L'Unità", storico organo di stampa del Partito Comunista Italiano.

Più recentemente, le grotte del Missouri (USA), come già ricordò il famoso studioso di speleogenesi Harlen H Bretz (Bretz, 1956)[45], furono ripetutamente utilizzate prima, durante e dopo, la Guerra civile americana. È famosa la Meramec cavern che, durante la Civil War, fu usata dai sudisti come deposito di munizioni e dal colonnello William Clarke Quantrill, attivo dopo l'aggressione nordista del confine Missouri-Kansas, con la sua banda d'irregolari confederati (Bruce, 2014)[46], infine frequentata dalla banda di fuorilegge di Jesse Ja- mes. Parlando di episodi molto più recenti, nei vari conflitti del XX secolo le grotte furono ampiamente utilizzate da forze non-convenzionali (fino a "eserciti di popolo", come quello di Tito), come in Bosnia-Erzegovina, in Slovenia, in Giamaica, etc. (vedi Kranjc & Travassos, 2009[47], Lučić & Travassos, 2010[48], etc.). Molte volte, l'esistenza di catasti speleologici, o pubblicazioni specifiche, come pure i loro autori e specialisti (speleologi), o semplicemente persone del luogo che sapevano condurre alle cavità, furono elementi importanti per il loro successivo utilizzo, sostanzialmente come rifugio e di mimetizzazione dell'uomo con l'ambiente. Nell'arco dinarico-balcanico, ricco di cavità, queste rappresentarono, per guerriglieri di ogni tipo, rifugio talvolta sicuro, come dopo il 1944 in Albania per i reparti partigiani nazionalisti anti-comunisti (Margjinaj, 1983)[49]. In alcuni casi, come nel Carso Dinarico, le grotte furono addirittura utilizzate quali "foibe" allo scopo di eliminare, fisicamente e anche dal punto di vista della visibilità, l'avversario. Le "foibe" istriane e giuliane, dopo l'armistizio italiano dell'8 settembre 1943, sono il classico esempio, dove vi fu

vera e propria "pulizia etnica" (Fig. 20), da parte dei partigiani comunisti di Tito e non solo. Sulla gravità dei fatti, comunque, c'è la tendenza da parte degli storici dell'ex Jugoslavia nel voler abbassare il livello di responsabilità insistendo sul fascismo e sul conflitto (PIRJEVEC, 2009)[50]. Nella fase post-conflitto l'apporto della speleologia, e degli speleologi, fu fondamentale nella scoperta e recupero di foibe e infoibati. Indipendentemente dalle foibe più note (vedi la Foiba di Basovizza presso Trieste, che però è un pozzo di miniera), nella sola Slovenia sono state censite 86 grotte in cui sono stati reperiti resti umani di infoibati (MIHEVC, 1995[51], 2001[52]). Nel 1990 una Commissione all'uopo formata dal Comune di Koper/Capodistria (Slovenia) fece investigare agli speleologi sloveni un'area del Carso/Kras posta a SE di Trieste. Gli speleologi scesero in numerose cavità della zona di Podgorje e trovarono in più casi resti umani (infoibamenti). Portarono all'esterno circa 360 kg di ossa (poi la medicina legale accertò trattarsi di 130 corpi umani), ma l'incompletezza del lavoro e lo scioglimento della Commissione hanno fatto supporre (MALEČKAR, 1999)[53] l'intenzione di porre oblio sulla questione. Del resto, le cavità sono sempre state ottimi ricettori per i corpi derivanti da massacri. In seguito alla sconfitta dell'Impero Giapponese nel 1945 la penisola di Corea fu divisa in due zone, rispettivamente a nord e a sud del 38° parallelo, una di occupazione sovietica e una di occupazione statunitense, dando vita, nel 1948, a due nazioni separate e con sistemi politici ed economici opposti. Nella rivolta di Jeju – isola a sud della Corea – dal 3 aprile 1948 al maggio 1949, contro i manifestanti coreani, organizzati dal Partito dei Lavoratori della Corea del Sud, che si opponevano alle elezioni della Corea del Sud (ove territorialmente ricadevano) ci fu una feroce repressione da parte della polizia nazionale dipendente dal governo militare USA (JOHNSON, 2004)[54].

La brutale repressione, dove fu chiamato l'esercito della Corea del Sud, portò a un numero di vittime, tra uccisi o giustiziati, tra 14.000 e 30.000 individui. Tra l'altro centinaia di soldati della Corea del Sud (11th Constabulary Regiment) si ammutinarono, con sacche di resistenza fino al dicembre 1954. I corpi furono ritrovati in fosse comuni e nelle grotte dell'isola (tra cui la Daranshi cave) (Fig. 21). Appena cinquant'anni dopo il governo sud-coreano istituì una commissione governativa che fece luce sulla vicenda, pubblicamente scusandosi con i sopravvissuti (OFFICE OF THE PRIME MINISTER, REPUBLIC OF KOREA, 2008)[55], provvedendo anche, nel 1992, alla chiusura di una cavità sul monte Halla dove si trovavano i resti del massacro per conservarne la memoria. Senza indulgere verso le "cavità artificiali", il cui rapporto con la speleologia è "indiretto" (ma per la guerra non-convenzionale a "bassa intensità", invece predominante), è evidente che le zone carsiche, dove forme di guerra convenzionale e guerriglia si sono succedute nel tempo, sono ambienti naturali e relativi contesti sociali in cui la speleologia ha avuto una certa influenza, indipendentemente da "virtuosismo" o "illegalità" delle parti in campo. Citando ancora una volta il Carso, brevemente ricordo come le grotte siano state pesantemente usate nell'impiego bellico convenzionale durante la Prima Guerra Mondiale nella zona del fronte, poi utilizzate saltuariamente da forze partigiane verso la fine della Seconda Guerra Mondiale, divenute "foibe" per pulizia etnica o scarico di salme a seguito di azioni belliche, infine nascondiglio di armi durante la "Guerra fredda". Sulla posizione, etica o politica, o semplicemente di visione storica, assai chiarificatore è il caso di "Gladio", in Italia, che fu un'organizzazione clandestina di tipo "*stay-behind*" promossa dalla NATO per contrastare una possibile invasione dell'Europa occidentale, durante la "Guerra fredda", da parte dell'Unione Sovietica e dei paesi del Patto di Varsavia. Costituita, in modo legittimo, con un protocollo d'intesa tra il Servizio italiano e quello statunitense nel 1956, ebbe il compito di ostacolare l'eventuale invasione attraverso delle azioni di sabotaggio e di guerriglia dietro le linee nemiche. Quando nel 1990 (dopo la caduta del muro di Berlino) il capo del governo Giulio Andreotti ne rese pubblica l'esistenza, l'allora magistrato veneziano Felice Casson, ideologicamente in un opposto schieramento, ravvisando l'illegitti-



Fig. 21 – Daranshi cave: i resti del massacro dell'Isola di Jeju (South Korea).

mità della struttura segreta ipotizzando deviazioni finalizzate a contrastare e/o impedire le forze politiche di opposizione, trasmise il fascicolo per competenza territoriale, con un fortissimo "tam-tam" mediatico, alla Procura di Roma. Che acquisiti gli atti e più tardi però dichiarò come la struttura non avesse nulla di penalmente rilevante.

Del resto, identici apparati clandestini (codice SDRA8 delle forze segrete NATO) furono istituiti in almeno quattordici paesi aderenti. Questo è un tipico esempio di visione politica contrastante sul considerare "virtuosa" o "illegale" un'organizzazione con compiti di guerriglia. Non a caso ho citato "Gladio", poiché nella "struttura", i depositi d'armi segreti a supporto di una resistenza armata, in clandestinità, fecero parte della sua organizzazione. Nello specifico, i "gladiatori" triestini (scelti anche tra gli speleologi) utilizzarono – come'è noto – oltre agli altri siti segreti in città, il Carso, con i suoi anfratti, per nascondere materiale bellico: l'ultimo uso, in fatto di tempo, della particolare morfologia carsica dell'altopiano che si prestava allo scopo per intenti bellici.

Nel primo periodo dell'occupazione coloniale dell'Algeria (invasa nel 1830) è nota l'atrocità commessa dal colonnello Jean Jaque Pélissier, nel 1854, contro i ribelli beduini asserragliati nel complesso di grotte di Dahra, quando, dopo una spasmodica negoziazione andata fallita, i francesi, con il fuoco, sterminarono gli occupanti; l'episodio del massacro provocò uno scandalo in tutta Europa additando l'inumanità dell'imperialismo francese (Gallois, 2012)[56]. Durante la "Guerra di Algeria" (1954-62), l'uso del napalm fu così intenso sui villaggi del Magrheb che la popolazione trovò anche rifugio nelle grotte, dove i francesi e i "vigilantes" coloniali *Pieds-noirs* arrivarono a murare gli ingressi per prenderli per fame e sete, come riprovevolmente rilevato dai commentatori islamici (Nazeer, 2014)[57].

Eccidi simili furono commessi dagli italiani: drammatico fu il caso, in Etiopia, della grotta di Amezegna Uascia (o Amezegna Washa cioè antro dei ribelli) nel massiccio dell'Amba Aradam (alto Scioa). I fatti risalgono ai giorni tra il 9 e 11 aprile 1939, quindi a tre anni dall'ingresso del generale Badoglio ad Addis Abeba (guerra d'Etiopia o seconda guerra italo-etiopica), quando una carovana di salmerie perlopiù formata da vecchi, donne e bambini al seguito dei non ancora domati ribelli etiopi di Abebè Aregai (leader del movimento di liberazione), dopo esser stata individuata dall'aviazione, si rifugiò nella grotta rifiutandosi di arrendersi. Fu attaccata con bombe all'iprite, mentre le truppe italiane minarono l'entrata della grotta e vista l'impossibilità di entrarvi sterminarono gli occupanti con gas arsina e lanciafiamme: bilancio, accertati almeno 800 cadaveri di fucilati



Fig. 22 – Zona d'ingresso della "Cueva del Guerillero", che fu comando delle forze castriste; sotto l'ingresso si vede il piccolo fabbricato eretto.



Fig. 22a – Fidel Castro e i suoi Barbudos ispeziona la grotta situata nella Sierra Maestra a Cuba.

che si arresero e ignoto il numero di quelli bloccati nella grotta. Dell'episodio, insabbiato dalle autorità italiane, solo di recente si è avuta conoscenza (Rumiz, 2006[58]; Castiglioni, 2009[59]). Altre fonti parlano come lo sterminio fosse da attribuire a bande coloniali (Angi & Zorzetto, 2008)[60], ma gli ascari mai si muovevano senza gli ordini di un ufficiale bianco. L'uso di armi chimiche, già impiegate durante la guerra per la conquista dell'Etiopia, autorizzate da Mussolini (che voleva usare anche armi batteriologiche, ma ebbe il suggerimento contrario di Badoglio), fu tenuto in stretto riserbo dall'apparato militare italiano.

I rivoluzionari irlandesi del XX secolo utilizzarono almeno 25 grotte naturali sparse in tutta l'Irlan-

da dove nascosero armi e fuggitivi. Ciò durante la Guerra d'Indipendenza (1919-1921) e la Guerra Civile (1922-1923) (Dowd, 2020)[61]. Situate in zone remote le grotte erano, al tempo, conosciute da pochi e custodite con segretezza. Tra le più note la Grotta Pollnagollum nella contea di Clare, dove nel 1925 lo speleologo Ernest Baker scoprì appunto un deposito di armi, tanto da essere successivamente denominata "Gunman's Cave". Durante la "Rivoluzione castrista", a Cuba, isola carsica per eccellenza, la Cueva de Los Portales (poi rinominata "Cueva del Guerillero"), nel 1960 fu adibita a comando di stato maggiore dei rivoluzionari.
La grotta divenne rifugio di Ernesto "Che" Guevara, che dormiva in quel posto insalubre nonostante le sue crisi di asma, al cui interno, nella zona d'ingresso, riparato dalla volta fu eretto un piccolo edificio (Fig. 22). La grotta, luogo strategico (Fig. 22a) e nel cuore delle montagne, si rivelò funzionale allo scopo: due aerei F101 nemici la sorvolarono a bassa quota senza scoprirla. Nel 1987 la grotta fu dichiarata "monumento nazionale" da parte del governo cubano. L'utilizzo della grotta quale rifugio non era nuovo, già nel 1896 era servita per le famiglie dei contadini che subivano la violenza (la cosiddetta "riconcentrazione" della popolazione rurale) messa in atto dal generale Valeriano Weyler y Nicolau che fu Capitano generale di Cuba durante la sollevazione indipendentista di José Martì e Màximo Gòmez. Nella vicina isola di Jamaica, invece, nota per il carsismo tropicale, nelle cavità del carso a Cockpit trovavano rifugio i negri "marrons" per la resistenza alle truppe inglesi nel 1776. Sempre in America Centrale, nel Salvador, durante la guerra civile che iniziata nel 1980 con l'assassinio di mons. Romero si concluse nel 1992 i guerriglieri del Frente Farabundo Martì par la Liberaciòn Nacional (FMLN), ideologicamente della sinistra rivoluzionaria, che contrastavano le forze governative, utilizzarono, dove possibile, le numerose grotte. Famosa è la Cueva del Murciélago o de las Pasiones, così chiamata poiché per un certo periodo fu localizzata e vi trasmise "Radio Venceremos", con la sua leggendaria "voce", Santiago, che qui soggiornò assieme alla sua compagna.



Fig. 23 – Il maresciallo Tito (primo a destra) nell'antro di Drvar nel 1944, suo quartier generale.

Un altro esempio. Durante l'Operazione Rösselprung del maggio 1944, nella zona di Drvar sul Fiume Unac, nella Bosnia nord-occidentale, le forze tedesche dettero la caccia a Tito (Greentree, 2013)[62]. Il maresciallo, capo dell'esercito partigiano, aveva in quella località il quartier generale in una grotta, adibita a tal scopo, che garantiva un buon mascheramento (Fig. 23). La mattina del 25 maggio, giorno del suo compleanno, Josip Broz Tito udì avvicinarsi due aeroplani provenienti dalla vallata sottostante il suo rifugio situato nella caverna alle spalle di Drvar, erano bombardieri Junkèr 87 Stuka e dietro di loro, più lenti, alianti dai quali si stavano lanciando ottocento parà (si trattava di un'unità della SS composta in buona parte da soldati arruolati nelle prigioni e nei campi di concentramento, giovani che nulla avevano da perdere e tutto da guadagnare). Quando dovette fuggire incalzato dai tedeschi, Tito utilizzò un passaggio per uscire occultato dall'antro, riuscendo nell'intento, per rifugiarsi prima a Bari e poi a Lissa, mentre l'esercito partigiano contrattaccava violentemente.


Fig. 24 – L'ingresso della Grotta di Beauvosin con "maquisard" della Resistenza francese nel marzo 1943.

Gli episodi della resistenza francese all'occupatore tedesco, nell'ultimo conflitto mondiale, abbondano di esempi di cavità naturali utilizzate dai "maquisard", cioè i partigiani francesi. In una cavità naturale di Cainca, sopra il villaggio di Porri, durante il 1943, nelle settimane che

precedettero la liberazione, risedette il quartier generale del Fronte Nazionale di Liberazione della Corsica, dove i patrioti francesi installarono una stamperia clandestina. La Grotta di Beauvosin, sulle colline di Monteau (Espeluche), fu uno dei punti di raccolta, quale rifugio provvisorio dei "maquisard", dei giovani fuggiti dal STO (Service de travail obligatoire) per darsi alla macchia ed entrare nella Resistenza (Fig. 24).

Numerosi altri esempi vengono dal Medio Oriente. Un esempio, moderno, di guerriglieri che hanno utilizzato grotte viene dal Kurdistan. Il Kurdistan non forma un'unità politica, ma è suddiviso tra Turchia, Iran, Iraq e Siria (Fig. 25). La guerriglia (un vero "esercito di popolo") nasce nel 1984 come emanazione del Partito dei lavoratori del Kurdistan (PKK) a seguito dei provvedimenti di controllo acuitisi dopo la rivoluzione islamica in Iran del 1979, con forti pressioni militari sia dell'Iraq sia dalla Turchia, per arginare la spinta autonomista e di autodeterminazione di uno stato curdo, sentita come una minaccia alla loro unità statuale. Del resto, già sotto il regime dello scià Reza Pahlavi vi furono, da parte dei curdi, numerosi tentativi insurrezionali a fronte degli interventi militari e repressivi miranti alla persianizzazione (KREYENBROEK & SPERL, 1992[63]; ABDULGHANI, 2011[64]).

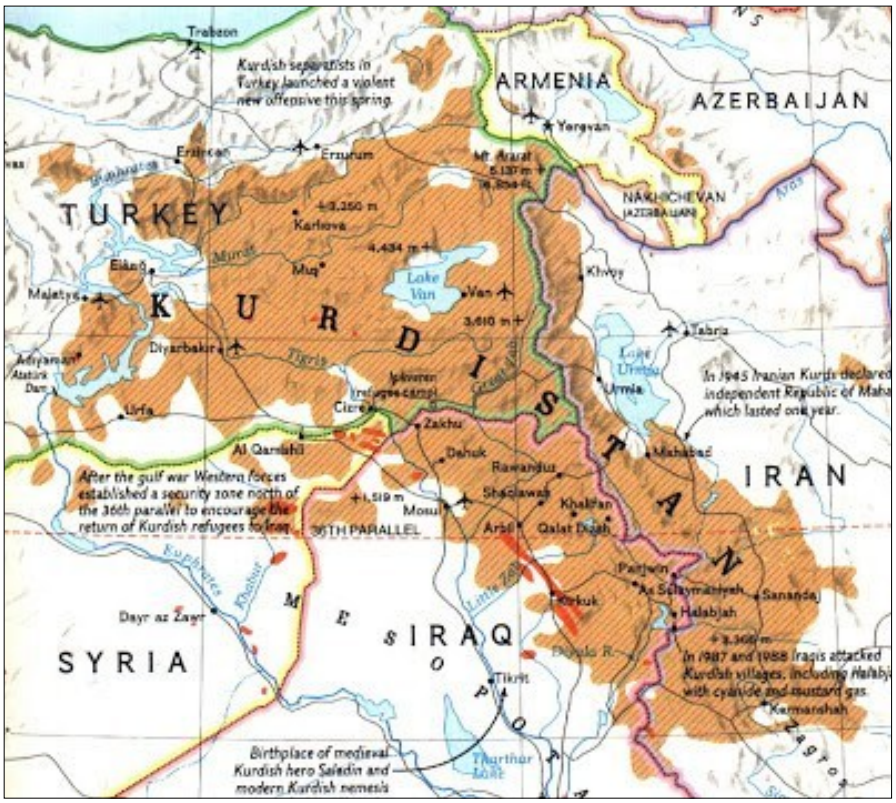


Fig. 25 – Il Kurdistan si estende su più stati, con territori carsici ricchi di grotte entro le quali hanno sempre trovato rifugio i guerriglieri del PKK.

La conformazione geologica del Kurdistan, vasto altopiano con i monti Zagros e Tauro, è favorevole al carsismo e numerose sono le grotte che, dai rapporti pervenuti (DEROUEN & HEO eds., 2007)[65], sono state usate dai guerriglieri curdi (Fig. 26). Le difficoltà di intervenire militarmente su terreni così difficili sono note, tanto che i guerriglieri del PKK durante l'inverno trovavano rifugio nelle grotte poiché per molti mesi le comunicazioni erano impossibili e si trovavano riparati in relativa sicurezza (VERRIER, 1997)[66].

Sull'intero Medio-Oriente, del resto, spesso caratterizzato da vastissime aree montagnose e desertiche, durante conflitti locali anche tribali, nelle condizioni in cui le operazioni erano condotte le grotte assunsero un ruolo importante. La poco conosciuta guerra civile dello Yemen del nord (SCHMIDT, 1968)[67], combattuta tra partigiani nord-yemeniti monarchici del Mutawakkilite Kingdom e sostenitori della Repubblica araba dello Yemen (Yemen Arab Republic) dal 1962 al 1970, iniziò con un colpo di stato del leader repubblicano Abdullah as-Sallal che, detronizzato il neo-incoronato Imam Muhammad al-Badr, dichiarò lo Yemen una repubblica sotto la sua presidenza. I monarchici si avvalsero degli aiuti militari da Giordania, Arabia Saudita e Gran Bretagna mentre i repubblicani di quelli dell'Egitto di Nasser che inviò un contingente di 70.000 truppe egiziane e armi chimiche. In precedenza, Muhamamd al-Badr, figlio dell'Imam Ahmad bin Yahya soprannominato "il diavolo" che aveva ereditato il trono yemenita nel 1948, era stato rifiutato dal colonnello Ahmad Thalaya addestrato in Irak che nel 1955 aveva capeggiato una rivolta, preferendo il fratellastro del re, l'Emiro Saif el Islam Abdullah, ma a seguito della razzia del tesoro reale i ribelli giustiziarono Abdullah e decapitarono pubblicamente Thalaya. Nel marzo 1958 scoppiarono i combattimenti tribali: fase si concluse nel 1967 con un accordo tra le parti e il consolidamento della repubblica. Lo Yemen ha territori perlopiù disabitati e aridi, con vaste aree di altopiani e desertiche, percorse solo da piste. Nel nord-est si sviluppa un enorme territorio, in quota, formato da arenarie e calcari dove il carsismo è ben presente. Le grotte, sul territorio, furono ampiamente usate come rifugi, depositi e comandi militari, durante una guerra civile che vide fondersi elementi tribali e moderni (Figg. 27, 28). Il Baluchistan (SPOONER, 2010)[68] è un'area che corrisponde al 48% del territorio del Pakistan (Fig. 30). I baluchi sono un popolo animato da un acceso fervore anti-pachistano, e ambedue le etnie

sono incapaci di vivere assieme in un unico paese (Fig. 29). La guerra di rivolta dei Baluchi è un conflitto che, a più riprese, dura da decenni. Oggi, rapimenti, cadaveri mutilati e attentati si susseguono senza sosta, tra



Fig. 26 – Guerriglieri curdi nelle grotte del Kurdistan, popolo che nella storia recente è stato attaccato sia dall'Iraq sia dalla Turchia.



Fig. 27 – Guerra civile dello Yemen. Muhammad al-Badr fuori dalla sua grotta sullo Jabal Sheda; con lui c'è suo cugino il principe Hassan bin Hussein.

guerriglieri/terroristi e l'esercito di Islamabad. L'indipendentismo beluci fu supportato dall'India durante la guerra del 1948, poi trasformatosi, per un sostrato ideologico basato su un forte movimento studentesco (1964 -67), nel Baluchi Liberation Front, includente anche il versante iraniano della regione e provocando, all'epoca, la dura reazione dello Scià, ma ottenendo il supporto dell'Iraq così come dei movimenti panarabisti e nasseriani. Nonostante ciò, fu violentemente schiacciato dalla giunta militare di Zia-ul Aq tra il 1977 e il 1980. Nawab Akbar Khan Bugti Shahbaz (Fig. 31) è stato il Tumandar (capo) della tribù Bugti di Baluch ed ha servito come Ministro di Stato per l'Interno e Governatore di Baluchistan Provincia del Pakistan. Dopo una lotta armata iniziata nel Baluchistan, nel 2004, Bugti è stato ampiamente riconosciuto come un leader, ma in clandestinità nel 2005. Nel 2006, dopo vari tentativi, è stato ucciso nella sua grotta nel Kohlu, circa 150 miglia a est di Quetta, dove è considerato come un eroe e martire (FAROOQ, 2013)[69]. Il governo pakistano, accusato d'insensibilità



Fig. 28 – Guerra civile dello Yemen. Il primo ministro yemenita, il principe Hassan sta parlando alla tribù fuori dalla sua grotta in Wadi Amlah nel dicembre 1962. Hassan bin Yahya dell'illustre casa di Hamidaddin, rientrato da New York, da Muhamad al-Badr fu nominato primo ministro e comandante in capo.



Fig. 29 – Guerriglieri baluchi in una zona desertica ricca di caverne e anfratti. Sulla grande pietra piatta si può leggere: "Noi lotteremo fino alla liberazione del Baluchistan e la distruzione dell'esercito pachistano". Ogni combattente baluchi sa che l'esercito pachistano è uno dei più grandi al mondo e quale può essere la sua sorte e quella della famiglia.

per quanto riguarda la salma di Nawab Akbar Khan Bugti fece un tentativo di rimediare, e fu riferito invece, inscenando di averlo ucciso in uno scontro a fuoco in una grotta nell'area del Tartan, distretto di Kohlu, e che la morte sarebbe avvenuta per il crollo della grotta dopo un'esplosione.

I giornalisti, trasportati in loco, si sono trovati dinanzi a una grotta crollata con impossibilità di accesso (KHAN, 2006)[70] (Fig. 32). In data 12 agosto 2009, il Khan di Kalat Mir Suleiman Dawood si dichiarò sovrano del Balochistan e fu formalmente annunciato un Council for Independent Baluchistan (con non incluse le regioni afgane beluci) (ZURUTUKA, 2009)[71].

Entrambe le parti in conflitto, beluci e pakistani, considerano si tratti di una "guerra sporca", ma l'opinione pubblica internazionale è concentrata sull'impegno, nella stessa regione, verso i ben più pericolosi (verso l'esterno) talebani (BRUMMITT, 2009)[72] (Fig. 33). Lo Stato Islamico è un'organizzazione terroristica paramilitare internazionale dove il suo emiro Abu Bakr al-Baghdadi affermò la nascita di un califfato definito "dello Stato Islamico dell'Iraq e della Siria". Le sue origini risalgono al 2004 per combattere l'occupazione statunitense



Fig. 30 – L'area del Balochistan, in perpetua rivolta contro il governo pakistano.



Fig. 31 – Il leader baluchi nella sua grotta di Kohlu dove, dopo esser stato individuato, fu ucciso nel 2006 con un bombardamento aereo.



Fig. 32 – La grotta nell'area del Tartan (distretto di Kohlu, Pakistan), dove furono portati i corrispondenti della stampa internazionale, quale dichiarato sito, da parte del governo, in cui avvenne l'ipotetico scontro a fuoco in cui fu ucciso il leader baluchi Nawab Akbar Khan Bugti Shahbaz.



Fig. 33 – Soldati pakistani ispezionano una cavità nel Baluchistan, possibile nascondiglio di talebani, rispettando gli accordi internazionali verso la guerra al terrorismo.

dell'Iraq ed il governo sciita da questi sostenuto dopo il rovesciamento di Saddam Hussein. Nel 2014 l'ISIS ha ampliato il controllo sul territorio iracheno, con la presa di Mawsil, adottanto e proclamando la nascita del "califfato".
Lo Stato Islamico ha compiuto notevoli sforzi per adattare grotte e costruire tunnel per depositi di armi e generi di sussistenza nella regione montuosa di Hamrin nel nord -est dell'Iraq (FLOOD, 2018)[73]. Le forze irachene di terra che lo combattono (appoggiate da controrivoluzionari indigeni) geolocalizzano gli ipogei, poi la CJTF-OIR (Combined Joint Task Force Operation Inherent Resolve) effettua voli aerei volti a smantellarli o con operazioni mirate di *clearance* (Fig. 34). È un "conflitto ombra" dove l'asprezza della regione montuosa consente soloa scarsi contati tra le forze opposte e gli ipogei svolgono un ottimo ruolo.
Nel Laos, fra il 1964 e il 1973, a seguito della campagna di bombardamenti aerei americani, quando il paese fu penetrato dalle truppe Viet Cong che lo usarono come parte del Sentiero di Ho Chi Min verso il Sud Vietnam ("Seconda guerra d'Indocina"), il Pathet Lao, movimento politico comunista, e la popolazione coinvolta, furono letteralmente costretti a trasferirsi sottoterra, nelle grotte del Karst tropicale (GUNN, 2004[74]; ROGERS, 2005[75]; LLOYD, 2014[76]). Nel distretto di Vieng Xay (provincia di Houaphan) 486 grotte sono state utilizzate e trasformate in ricoveri civili (ospedali, negozi, panifici, scuole, tipografie, uffici governativi, e perfino il teatro), oltre che in installazioni militari per le truppe di guerriglia (Fig. 35). Nella grotta-ospedale i pazienti erano trattati dai medici cubani. Tutto ciò era situato in una zona montuosa remota del paese a circa 300 km da Vientiane, mentre ricognizione aerea e *intelligence* pianificavano tra i più massicci bombardamenti aerei della storia (Fig. 36). Questo è, forse, l'esempio d'impiego più vasto della storia recente di grotte carsiche. Il Pathet Lao (letteralmente: terra dei lao) fu un movimento politico laotiano d'ispirazione comunista, costitutosi nel 1950 durante il "Congresso dei rappresentanti del popolo", che prevedeva la sovranità e l'indipendenza del paese, e tuttora denominazione dello stato laotiano (MATLES SAVADA, 1971)[77]. Dalla Guerra Fredda (JACOBS, 2012)[78] fino alla vittoria del Pathet Lao, nel 1975, i guerriglieri, nella lotta di resistenza, come già detto, utilizzarono ampiamente le grotte del carsismo tropicale quali basi e nascondigli (Fig. 37). Mentre in Cambogia, la penetrazione dell'ideologia comunista raggiunse il



Fig. 34 – Una granata viene fatta esplodere all'ingresso di una grotta durante un'operazione congiunta di clearance sui monti Makhmour, Iraq, il 16 luglio 2018. Le forze di sicurezza irachene, con il sostegno della coalizione, hanno ripulito l'area da un rifugio sicuro dell'ISIS.



Fig. 35 – Addestramento delle truppe di guerriglia in una grotta del Vieng Xay (Laos) durante la "Seconda guerra d'Indocina".

culmine con i Khmer Rouge (in lingua hhmer, Khmer Kraham).
I così conosciuti seguaci del Partito Comunista di Kampuchea in Cambogia, durante il loro "regno" tra il 1975 e il 1979 causarono il genoicidio del 20-25% della popolazione (circa 3 milioni di persone) in campi di sterminio e grotte. Tristemente famosa è la cavità "The killing cave of Phnom Sampeau" (PLANET *et al.*, 2012)[79] – in

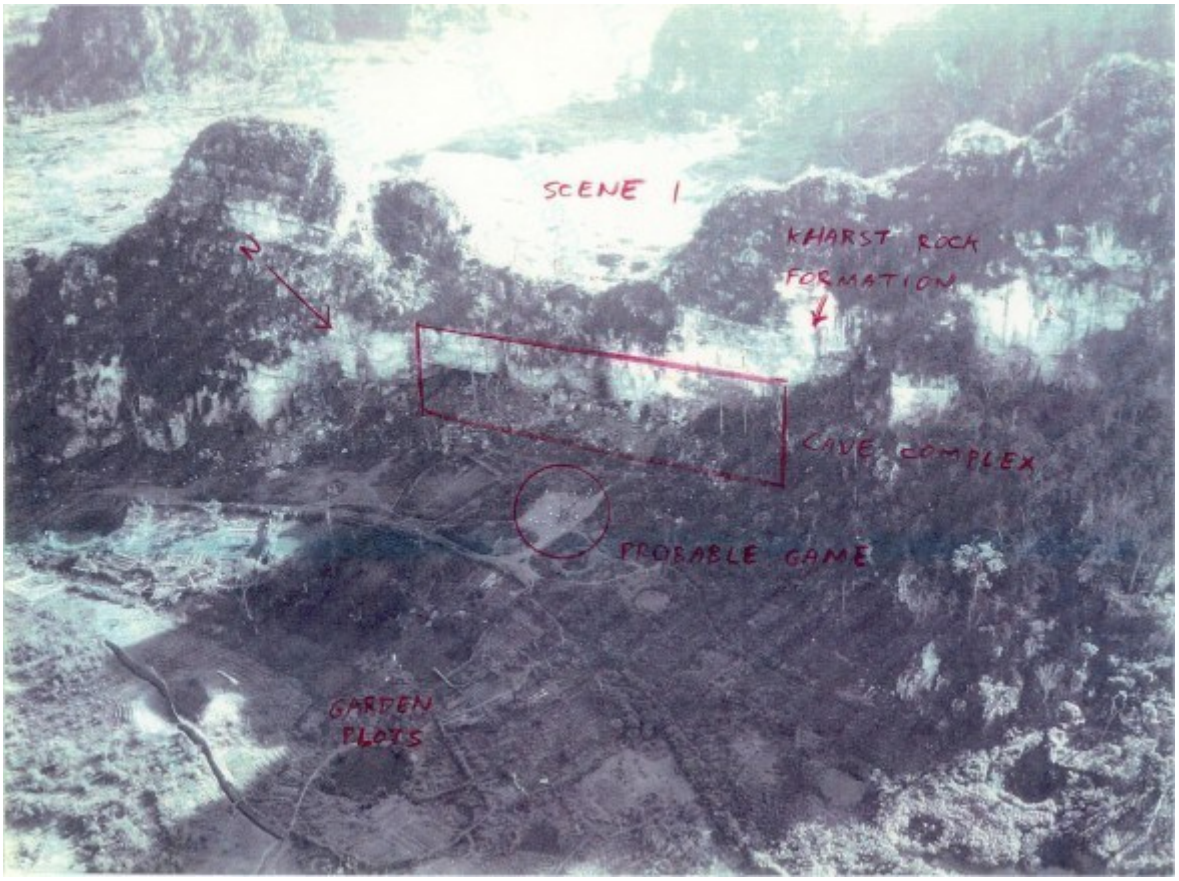


Fig. 36 – Una foto aerea della US Surveillance Photograph, del 1964, vicino a Ban Nakey Tua (Provincia di Houaphan, Laos), dove l'interpretatore scambia un campo di prigionia per un campo da gioco (POW volleiball game). L'immagine mostra il Carso tropicale (segnato Karst rock formation) e l'area del complesso di grotte supposte d'utilizzo militare dal Pathet Lao.

una zona recentemente raggiunta da una spedizione speleologica italiana (CELLA *et al.*, 2014)[80], che la cita – dove avvennero particolari atrocità (Fig. 38): le vittime venivano bastonate a morte e gettate nella grotta dai pozzi: un esempio di infoibamento nel Sud-est asiatico. Il numero di "infoibati" non è noto, o certo.
Va premesso che, nella regione, le anche dette "grotte della morte" non erano un'idea nuova giacché nei seco li, sembra, spesso erano state utilizzate per lo scarico di rifiuti e salme. La repressione dei Khmer Rouge, che volevano estirpare ogni segno di progresso ripristinando la società cambogiana a un livello contadino, fu talmente brutale che si parla di fenomeni di cannibalismo. Le "grotte della morte" di Phnom Sampeu sono, in effetti, più cavità, di cui una in particolare utilizzata per uccidere i bambini. Le vittime erano generalmente gettate oltre i baratri vive e la pila di corpi cresceva; chi rimaneva vivo moriva per ferite e disidratazione. Con la normalizzazione della Cambogia, l'organizzazione dei Khmer Rouge fu in gran parte sciolta nella seconda metà degli anni Novanta fino quando non si arrese completamente nel 1999. I monaci buddisti hanno pulito le grotte di Phnom Sampeau contando circa 10.000 morti (indipendentemente dalla veridicità del dato, peraltro impossibile da controllare, l'infoibamento raggiunse livelli forse ineguagliabili), e sistemando, sul fondo della maggior cavità, un tempio con un Buddha disteso e una teca con un mucchio di ossa, dove la gente si reca a pregare (Fig. 39).
Del resto, le grotte, fin dalla preistoria rappresentarono siti di rifugio per le minuscole popolazioni locali (in parecchie si eressero muri di difesa). Mentre più tardi assolsero la medesima funzione, spesso accogliendo opere di fortificazione (NICOD, 1998)[81], dai valdesi che, durante le guerre all'inizio del XVII secolo, si rifugiavano nella Grotta di Bérigoule nella regione carsica di Vaucluse, alle popolazioni balcaniche e greche che fuggivano alle rappresaglie della dominazione Ottomana, fino all'episodio drammatico avvenuto nella Grotta di Melidoni, a Creta, quando i Turchi nel 1822 asfissiarono la popolazione locale che si era

asserragliata, e così via. Non solo, ci sono molti casi di popolazioni rurali che per sfuggire alla guerra sono divenute, addirittura, stanziali in grotta: rappresentativo è l'esempio della minoranza etnica Miao, nella provincia di Guizhou in Cina, che si è rifugiata nella "Zhongdong", una grotta gigantesca divenuta poi il loro villaggio (Fig. 40). In altre parti del mondo, l'impiego di cavità sotterranee fu, sempre, intenso.



Fig. 37 – Guerriglieri del Pathet Lao si addestrano all'ingresso di una grotta del Laos nella loro lotta di resistenza all'imperialismo.

Durante la guerra del Vietnam gli americani, per contrastare una tecnica di combattimento escogitata dai Viet Cong, furono costretti a organizzare un reparto particolare, denominato "*Tunnel rats*" (e così i loro uomini) (ROTTMAN & DELF, 2012)[82] per combattere sottoterra (non più di 300 uomini più una piccola unità del genio). Era la risposta alle nuove tecniche impiegate dai vietnamiti che sopravvivevano e soprattutto combattevano nei tunnel che avevano scavato nella regione agricola a nord-ovest di Saigon fino al confine con la Cambogia (Fig. 41). Non era una cosa nuova ma, all'inizio, del tutto sconosciuta agli americani, anche se affondava nel tempo. I contadini vietnamiti, per resistere alle continue invasioni delle popolazioni circostanti (cambogiani, laotiani e cinesi) avevano scavato sottoterra un reticolo di cunicoli e pozzi in comunicazione tra di loro. Non combattevano in campo aperto, ma si rifugiavano sottoterra, eseguendo sortite. Anche in questo modo, affrontarono prima le forze francesi e poi quelle americane, celando, sempre più profondamente nel sottosuolo, armi, munizioni, viveri e loro stesse unità di guerriglia prima e dopo le azioni di combattimento. Tutto ciò fu realizzato con infinita pazienza e astuzia, con mezzi manuali, animali someggiati e biciclette che servivano per i sentieri logistici e militari in superficie. Dopo l'uscita di scena dei francesi, con la battaglia di Dien Bien Phu (1954), l'area era attraversata da un labirinto di tunnel, sconosciuto, che nel 1964 raggiungeva i 300 km. Alla cura nella mimetizzazione degli accessi (invisibili a pochi centimetri), protetti anche da trappole esplosive, seguiva quella dei livelli di gallerie (talora ben cinque) collegati da stretti e tortuosi cunicoli entro i quali i vietnamiti strisciavano, dove si trovavano depositi d'armi, dormitori, officine, mense, ospedali (i "*tunnel rat*" di Cu Chi sono tra i maggiori e oggi visitabili, vedi MANGOLD & PENYCATE, 2005[83]).



Fig. 38 – "The killing cave of Phnom Sampeau" (Cambodia), con l'ingresso principale dove scende una scalinata.



Fig. 39 – "The killing cave of Phnom Sampeau" (Cambodia), sul cui fondo oggi è stato realizzato un tempio buddista con una teca contente ossa d'infoibati.

La protezione era affidata, oltre che a trappole, a percorsi alternativi che spezzavano le linee di fuoco, mentre la minaccia dei gas era sventata con dei sifoni d'acqua. Per combattere nemici di tal tipo – paragonati a topi – gli americani dovettero rinunciare alla tecnologia e tornare allo stadio di uomini primitivi (i vietnamiti proteggevano inoltre i tunnel con serpenti e scorpioni). Gli uomini dell'unità "*Tunnel rats*" (formata oltre che da soldati americani pure da neozelandesi e australiani) avevano come scopo, una volta scoperti i tunnel, di uccidere gli occupanti e distruggere con esplosivo le strutture sotterranee (Fig. 42).

I "*tunnel rats*" (soldati di bassa statura e molto motivati) penetravano all'interno dei cunicoli equipaggiati con pistola semiautomatica calibro 0.45, coltello e torcia elettrica per eseguire la missione, mettendosi allo stesso livello del nemico (Fig. 43). L'impatto di tali tecniche fu tale che nella terminologia militare si adottò i termini "*tunnel rat*" e "*tunnel rats*" per definire le cavità sotterranee prodotte dalla guerriglia e gli uomini specializzati ad assaltarle. I nord-vietnamiti utilizzarono ogni sito sotterraneo accessibile per fini militari, tra cui quelli ospedalieri. La grotta ospedale di Ha Long Bay fu non solo una struttura nascosta, al riparo dai bombardamenti, costruita tra il 1963 e il 1965 con l'assistenza della Cina, ma anche un ricovero sicuro per i leader Viet Cong (Fig. 44).



Fig. 40 – Zhongdong Miaozhai si trova nella contea di Ziyun nella provincia di Guizhou (Cina), circa 1800 metri sopra il livello del mare. Nel villaggio della minoranza etnica Miao vivono meno di 100 persone. I Miao hanno vissuto qui per generazioni in questa grotta da quando i loro avi si sono rifugiati per sfuggire alla guerra. Il governo locale gli ha offerto una sistemazione migliore (o meglio, più "moderna") ma hanno rifiutato per conservare le loro abitudini.

Ritornando al Medio Oriente, nel Libano, Beirut presenta caratteristiche molto diverse dalla campagna vietnamita. Si tratta di una città moderna il cui centro storico poggia su una piattaforma rocciosa che si estende dal promontorio di Ras Beyrut a nord al quartiere presidenziale di Babda a est, mentre la fascia pianeggiante e sabbiosa si estende fino al mare e all'aeroporto internazionale posto a una decina di chilometri dalla città. L'*undergroud* di Beirut è estesissimo, tra gallerie, condotte fognarie, idriche, cavidotti, *compoud* residenziali e turistici. Già durante la guerra civile, dal 1975 al 1982, dentro questo sistema furono localizzati depositi di armi, sale riunioni, centrali operative, etc. Quando il conflitto civile s'intrecciò con quello israeliano-palestinese, i guerriglieri di Arafat, accettati in vario modo dai mussulmani sciti, dai drusi e altre sette, prevalendo, sottomisero i locali all'OLP che divenne uno stato nello stato. Ciò portò al rafforzamento del sistema *underground* con la scavo d'innumerevoli cunicoli di collegamento fino ai campi profughi di Saabra e Chatila, Borj al Brajne, per giungere alle colline prospicienti l'aeroporto. Durante l'"Operazione Galilea" le unità di Ariel Sharon lasciarono all'alleata Falange locale l'onere di penetrare nell'*underground* contro i guerriglieri islamici.



Fig. 41 – "Tunnel rat" di Cu Chi in Vientam.



Fig. 42 – Un soldato USA durante l'"Operazione Crimp" del 1966 in Vietnam, all'entrata di un "tunnel rat" utilizzato dai Viet Cong.

Hezbollach (organizzazione nata nella valle della Bekaa), prima del conflitto con Israele del 2006, nel sud del Libano aveva costruito un efficace sistema di sotterranei, molti collegati tra loro, dove si muovevano rifornimenti e guerriglieri, sottraendosi alle forze di combattimento convenzionali. Si parlò, da parte degli analisti, di una "guerra ibrida", dove si combinavano tattiche diverse, tra cui quelle "*underground*" o di "*tunnels*", che abbinata a un uso mediatico penetrante di propaganda e comunicazione rendeva vulnerabile Israele alla pressione internazionale.



Fig. 43 – Condizioni di operatività nei "tunnel rat" in Vietnam contro i Viet Cong.

Nel 2006, nel Libano meridionale, l'esercito israeliano (Tsahal), scopre con stupore che i guerriglieri di Hezbollah



Fig. 44 – Vietnam: la grotta-ospedale nella Ha Long Bay sul Golfo di Tonchino fu un sito segreto dei Viet Cong, costruito negli anni 1963-65 (con l'assistenza della Cina), che fu utilizzato fino al 1979.

nella fascia di confine dal fiume Litani a Israele si sono attestati nel sottosuolo, come un quarto di secolo prima avevano fatto i guerriglieri di Arafat a Beirut e dintorni (Fig. 45). L'area in oggetto, di 20 chilometri circa, è storicamente una *Buffer Zone* contesa, che sin dai tempi biblici è teatro di scontri nei millenni. Morfologicamente è un terreno di alte colline carsiche, avvallamenti e anfratti, cosparso di macchie e cespugli. Gli abitanti del luogo, da tempo immemorabile hanno scavato grotte e cunicoli sui fianchi e sui ristretti fondi valle per stabulare greggi e creare depositi granari e oleari in tempo di pace, depositi militari in tempo di guerra, mentre ogni altra cavità naturale è stata adattata. Addirittura, le ultime occupazioni dei guerriglieri di Hezbollah, dal 2000 a oggi, hanno implementato queste "risorse naturali", raccordandole con passaggi sotterranei, uscite ed entrate, prese d'aria che sfruttano pozzi in disuso o il tronco di ulivi centenari per il mascheramento. Ogni formazione rocciosa o arbustiva può occultare l'uscita improvvisa dei guerriglieri Hezbollah che prende sottotiro un carro armato Merkavà o un elicottero con una granata portatile anticarro Rpg-7, scomparendo sottoterra immediatamente dopo l'azione. Pur con uno spiegamento intenso di fuoco aereo e terrestre, Israele non arrivò a fermare, dopo giorni di combattimento, la pioggia di razzi "poveri" che gli Hezbollah lanciavano, non riuscendo annichilire la capacità operativa dei guerriglieri filo-iraniani, tanto da accettare la soluzione di una Forza d'interposizione



Fig. 45 – Un soldato israeliano su un "tunnel rat" scavato in Libano (pozzo di collegamento).



Fig. 46 – Illustrazione del tunnel nell'area di Rafah tra il territorio palestinese e l'Egitto.

multinazionale, evitando di proseguire in scontri troppo sanguinosi e onerosi.
Notizie d'*intelligence* sostengono che tuttora Hezbollah controlla un sistema segreto di tunnel e bunker che si estenderebbe addirittura in territorio siriano.
In queste aree di conflitto medio-orientale, il concetto del "*tunnelling*" si è esteso alla cosiddetta "economia di guerra", con tunnel transfrontalieri che si estendono alla periferia di Gaza. Si tratta di "linee di vita" per il commercio di base che è stato bloccato, ma possono essere a "doppio uso" (o "ambigui"), cioè militare all'occorrenza (Fig. 46). Tanto che Israele ed Egitto ne hanno distrutti il più possibile, anche se poi si ricostruiscono costando ingenti somme ai palestinesi (Fig. 47). Per quanto concerne i tunnel di Gaza, si è parlato di governi e associazioni umanitarie che hanno girato la testa dall'altra parte (SHERWOOD, 2013)[84]; del resto portavoce della polizia di frontiera egiziana hanno riferito di 1.055 gallerie costruite nel periodo 2011-13, dove Hamas (movimento palestinese islamico di resistenza, nato sotto la pressione della "Prima Intifada", di carattere politico, paramilitare e terroristico secondo UE e USA, vedi HIGGINS, 2009[85]) avrebbe impiegato 40.000 persone per costruirle partecipando al 40% del bilancio, mentre gli imprenditori dovevano pagare una licenza di autorizzazione, poi, le tasse erano applicate su tutte le merci trasportate, sotto il completo controllo, sempre, di Hamas (Fig. 48).



Fig. 47 – Tunnel palestinese nella Striscia di Gaza.

I cosiddetti tunnel transfrontalieri ("*tunneling borders*"), vedi FINOKY (2009[86], 2013[87]), sono infatti la risposta alle frontiere militarizzate o fortemente presidiate, anche in funzione di espatrio e contrabbando. Noti esempi sono quelli al confine USA-Messico, i tunnel scavati dai cittadini della Germania Orientale e dalla CIA a Berlino a scopo di spionaggio e fuga, poi un tunnel sotto il confine tra British Columbia e Washington, realizzato, sembra, per contrabbandare droga. Mentre durante l'assedio di Sarajevo, nei primi anni Novanta, l'esercito bosniaco costruì un tunnel segreto che collegò la città all'aeroporto (usato anche per contrabbandare rifornimenti e armi) (Fig. 49). Laddove c'è un "muro" c'è un tunnel, si potrebbe dire. Note sono le contromisure, in particolare dalle relazioni di agenzie governative americane come la CBP (Customs and Border Protection), l'ATF (Bureau of Alcohol, Tombacco, Firearms and Explosives), FBI, assieme alla Polizia di frontiera, etc., lungo il confine USA-Messico

dove hanno proliferato (sostenuti dagli investimenti dei cartelli della droga, etc.) i tunnel per droga e armi (realizzati dai criminali con sofisticate tecniche costruttive cautelative, di mimetizzazione e di contrasto geofisico), attraverso il controllo di mappe sismiche preventive, sensori acustici, georadar, etc. Uno degli esempi è



Fig. 48 – Uno dei tunnel di contrabbando a Rafah (Striscia di Gaza sul confine con l'Egitto): un sistema di opere che fu impossibile realizzare senza la connivenza dello stato confinante.



Fig. 49 – Il famoso Tunnel di Sarajevo.

derato (da alcuni) il simbolo della fallita politica bilaterale fra i due paesi confinanti sul tema dell'immigrazione.

Tijuana (il confine tra Tijuana e San Diego è considerato "il più attraversato al mondo") con il noto *muro* (o "*el bordo*") (Barriera di separazione tra USA e Mexico) costruito nel 1990 e consi-

Qui, trafficanti e *coyoteros* (accompagnatori di clandestini) hanno ampiamente utilizzato i *trans-border tunnels* (EDWARDS, 2011[88]) (Fig. 50). Nel 2020 gli agenti federali americani hanno scoperto un tunnel di 1,3 km a Tijuana, a circa 100 metri dal confine, che entrava in San Diego (California) (ENJOLI, 2020)[89]. Scavato con cura e dotato di ventilazione, elettricità, rotaie, carrelli e montacarichi, era stato realizzato dai *narcos* per trasportare droga e altre merci di contrabbando tra Messico e Stati Uniti (Fig. 51).



Fig. 50 – Soldato delle forze armate messicane lungo un trans-border tunnel presso l'aeroporto di Tijuana (Mexico), Baia della California.

La storia ha dimostrato come l'"*underground*" sia uno spazio vitale di trasgressione dove i limiti delle grandi potenze vengono aggirati. L'aumento dello stato di sorveglianza, da parte di nazioni "forti", porta a una contingenza di nuovi tunnel e di un rafforzamento delle comunità che operano "in sotterraneo". Ciò, chiaramente, è più palese nelle zone di teatro militare. Tanto che alcuni geografi, come Eyal Weizman, considerano, nella pratica spaziale della "politica verticale", la proliferazione dei tunnel come una sorta di risposta, in senso geopolitico, all'intensificazione del controllo tecnologico e all'egemonia della globalizzazione (WEIZMANN, 2002)[90].



Fig. 51 – Tunnel di contrabbando a Tijuana scavato dai narcos e scoperto nel 2020.

In questi ambiti, a mio avviso, la

speleologia ha bassa rilevanza. Essa può entrare in gioco solo nei casi di società e contesti socio-politici avanzati e culturalmente formati, anche sorretti da una tradizione scientifica, dove dati ed esperienze su cavità naturali e soprattutto artificiali sono tali da risultare interessanti per l'*intelligence*. È noto, infatti, l'interesse che i servizi militari e d'*intelligence* hanno sempre avuto verso i dati catastali delle grotte (naturali e artificiali) e i club speleologici (KNOLLE, 2011)[91], per l'acquisizione di elementi che possono trasformarsi in "sensibili", soprattutto in funzione di truppe speciali e sovversione.

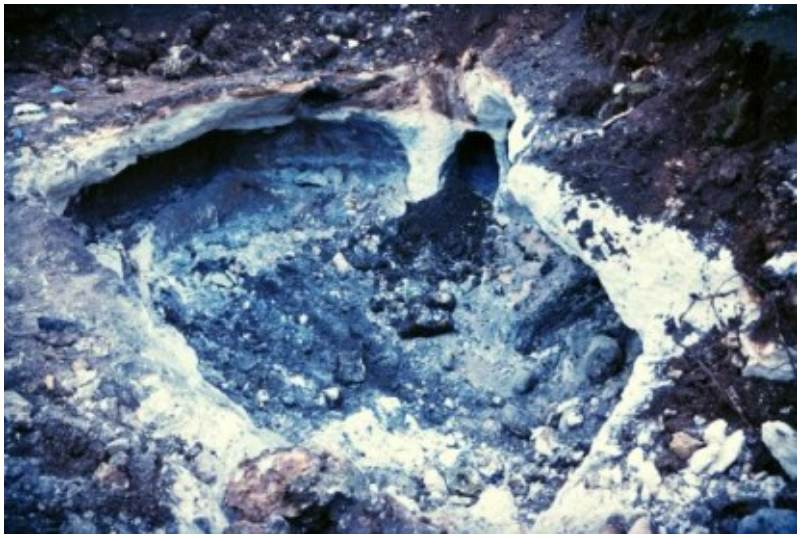


Fig. 52 – Dopo l'esplosione dell'entrata della grotta adattata con un getto di cemento, nel Bharat, da parte da parte delle forze speciali indiane, emerge un tunnel usato dai terroristi.

L'"*underground*" trova un parossismo nel conflitto israeliano-palestinese. Dopo il 2007, l'anno in cui il movimento islamista Hamas prende il potere nella striscia di Gaza, con le restrizioni economiche imposte da Israele, i palestinesi intensificano lo scavo di una fitta rete di tunnel. Secondo un articolo di Al Jazeera, già nel 2011 il valore dell'economia sommersa negli oltre 500 tunnel (ma sono molti di più) che mettono in comunicazione, a sud, Gaza con l'Egitto è ben oltre gli 800 milioni di dollari. Si commerciano automobili, cibo, materiali edili, medicine e armi. Nel 2012 l'Egitto chiude 120 tunnel, fra allagati o demoliti, cercando di bloccare il contrabbando e l'infiltrazione, valutando in 16.000 i terroristi armati, anche stranieri, che si nascondono nel Sinai. Ciò avviene sotto disordini e attentati che provocano molte vittime tra i soldati egiziani. Funzionari di Hamas dichiarano che i tunnel erano la risposta, attraverso il contrabbando, al blocco imposto da Israele. Dall'altra parte, la IDF israeliana si attiva per scoprire e distruggere i "tunnel del terrore", che portano nel loro territorio, chiaramente costruiti per impieghi terroristici. Nella recente guerra, iniziata l'8 luglio 2014 fra Israele e Hamas, ritenendo come quest'ultima potesse portare attraverso i tunnel missili a lunga gittata, ha avviato un'intensa campagna militare, anche con bombardamenti aerei. Le tecnologie "anti-tunneling" israeliane, per la scoperta dei siti, si basano su sistemi radar e microgravimetrici, ma ultimamente è stata messa in campo una tecnologia poco costosa, studiata dall'Israel Institute of Technology, utilizzando cavi a fibre ottiche interrati e misurando i cambi di tensione. L'operazione israeliana "Protective Edge", rinominata dai *media* "guerra dei tunnel", che vede bombardamenti mirati e operazioni di terra oltre a una pioggia di razzi palestinesi, si ferma con la tregua dell'8 luglio 2014. Attualmente, laddove c'è guerriglia e terrorismo, e in tutto il mondo, le cavità naturali o artificiali sono sempre usate. Specie nelle zone dove la copertura naturale aiuta o il terreno si presta. Tra i tanti esempi che si possono produrre, citiamo l'In-



Fig. 53 – Soldati ISIS a Fallujah che utilizzano tunnel per sottrarsi agli attacchi aerei US.



Fig.54 – Terroristi islamici, affiliati all'ISIS, pregano in una grotta in Syria (2014).

dia. Il governo indiano dà la caccia a terroristi, come nel Bharat (Hindusthan), nascosti anche in grotte naturali talora fortificate con cemento (Fig. 52). L'attuale terrorismo islamico in India, secondo rapporti statunitensi, è alimentato dal vicino Pakistan (Kronstadt, 2012)[92]. È recente la notizia dell'esistenza di una rete di nascondigli dello Stato islamico, in grotte e bunker nel nord dell'Iraq, scoperta da un aereo militare australiano. Il velivolo, un F-18 Super Hornet, dotato di telecamere per visione notturna e ricerca di calore, ha individuato i covi sotterranei nella collina di Kirkuk durante il monitoraggio dei movimenti sul terreno. In pochi giorni, un'operazione multinazionale è stata portata con 20 aerei che hanno attaccato 44 obiettivi,



Fig. 55 – Forze di polizia e dell'esercito colombiano ispezionano una cavità, ritenuta utilizzata dal FARC, a seguito di un rapimento, sembra, di un cittadino svedese stabilizzato nel paese, cui è stato chiesto un riscatto iniziale di 5 milioni di dollari.



Fig. 56 – Il comandante delle Forze Armate Colombiane generale Freddy Padilla esce da una grotta nella jungla de La Macarena (provincia di Meta, Colombia) utilizzata dal FARC. I ribelli del FARC sono stati intensamente avversati durante una campagna sostenuta dagli USA e dal presidente Alvaro Uribe nelle remote giungle e montagne del paese. La foto, di sapore propagandistico, risale al 2009.

accompagnata da una di terra, su larga scala, condotta dalle forze curde, che sono entrate nella zona sgombe-rando ciò che rimaneva dei militanti ISIS, con un bilancio di oltre 100 combattenti uccisi (Radulova, 2015)[93]. Nella stessa guerra sul campo, tunnel e ipogei in genere sono sempre ampiamente sfruttati, nei combattimenti del 2014 a Falluja (Irak) dai soldati ISIS erano abitualmente in utilizzo (Brunker, 2014)[94] (Fig. 53), come pure quali ricoveri per la quotidianità (Fig. 54).
Inoltre, sono da considerare i fenomeni collaterali. Sequestri di civili facoltosi per estorsione, da parte di forze ribelli, sono comunemente praticati. Noti, sono i casi, per esempio in Colombia, dove le Forze Armate Rivoluzionarie della Colombia (FARC) spesso nascondono i sequestrati in posti difficilmente accessibili, come le cavità (Fig. 55). Sono operazioni che s'inquadrano nel più vasto piano di contrasto del FARC da parte della polizia e dell'esercito colombiano (Fig. 56).

---

[37]- Laqueur W., 2002: *A History of Terrorism*. Transaction, New Brunswick, 292 pp.

[38]- Chartrand R. & Hook R., 2004: *Spanish Guerrillas in the Peninsula War to 1808-1814*. Osprey Publishing, Oxford, 70 pp.

[39]- Ozhiganov E.N., 2006: *Terrorism's profile: nature, goals and motivations*. Sotsiologicheskie Issledovaniya, 2, p. 52-53.

[40]- Walzer M., 2006: *Reponse to Jeff McMahan*. Journal Philosophia, 34, p. 19-21.

[41]- Terrorism Research, International Terrorism and Security Research, 2008: *What is terrorism?* [online]. Available from: hhtp://www.terrorism-research.com/

[42]- Kilcullen D., 2009: *The Accidental Guerrilla. Fightin Small Wars in the Midst of a Big One*. Oxford University Press Inc., USA, New York, 346 pp.

[43]- Cassio Dionne, 2008: *Storia romana*. Ed. RCS, 9. vol., Milano.

[44]- John of Fordun, 1993: *Chronicle of the Scottish Nation*. Llanerch Publishers, Burnam on Sea, 2 vol., 1st ed. 1872, Edinburgh, Edmonston amd Douglas, 460 pp. Available from: https://ia800907.us.archive.org/11/items/johnoffordunschr00fordrich /johnoffordunschr00 fordrich_bw.pdf

[45]- Bretz J H., 1956: *Caves of Missouri*. Missouri Geological Survey and Water Resources, v. 39, 490 pp.

[46]- Bruce N., 2014: *Guerrilla Warfare in Civil War Missouri*. McFarland & Comp. Inc. Publ., vol. 4, (1st ed. 1951), 464 pp.

[47]- Kranjc A. & Travassos L.E.P., 2009: *A importância do carste e das cavernas eslovenas para atividades militares ao longo da história: atividades de arqueologia histórica*. In: Juvandi de Souza Santos (ed.). Ensaios de Arqueologia. Campina Grande, UEPB, p. 13-34.

[48]- Lučić, I., Travassos, L.E.P., 2010: *Cavernas de vida e morte no Carste Dinárico (Caves of life and death in the Dinaric Karst)*. O Carste, 22(3), p. 97-101, Belo Horizonte.

[49]- Margjinaj Z., 1983: *Marcia di un Albanese verso la libertà. Autobiografia*. La Nuova Base, Udine, 170 pp.

[50]- Pirjevec J., 2009: *Foibe. Una storia d'Italia*. Giulio Einaudi Ed., 375 pp.

[51]- Mihevc A., 1995: *Caves as mass-graveyards in Slovenia*. Acta carsologica, v. 24, p. 377-385, Ljubljana.

[52]- Mihevc A., 2001: *Use of the Caves as Mass Graveyards in Slovenia*. 13th Int. Congr. of Speleology, 4th Speleol. Congr. of Latina América and Caribbean, 26th Brazilian Congr. of Speleol., Brasìlia DF, 15-22 julho 2001, p. 499-503.

[53]- Malečkar F., 1999: *I resti umani nelle grotte del Carso di Podgorje a SE di Trieste*. Atti dell'8° Convegno regionale di speleologia del Friuli Venezia Giulia, Località Cave di Selz, Ronchi dei Legionari (GO), p.197-200.

[54]- Johnson C.A., 2004: *Blowback, Second Edition: The Costs and Consequences of American Empire*. Holt Paperbacks. (January 4, 2004 ed.), 288 pp.

[55]- Office of the Prime Minister, Republic of Korea, 2008: *The National Committee for Investigation of the Truth about the Jeju April 3 Incident* [online]. Available from: http://www.jeju43.go.kr/english/sub05.html

[56]- Gallois W., 2012: *Dahra and the History of Violence in Early Colonial Algeria*. In M. Thomas (ed.), The French Colonial Minds, 2 vol., Lincoln, University of Nebraska Press, p. 35-59.

[57]- Nazeer A., 2014: *The War of Algeria's Indipendence – 1954-62* [online]. History of Islam, an encyclopedia of Islamic history. Available from: http://historyofislam.com/contents/the-modern-age/the-war-of-algeria%E2%80%99s-independence-1954-62/

[58]- Rumiz P., 2006: *Etiopia, la vergogna italiana: mille morti nella foiba abissina*, [online]. Available from: http://www.osservatoriosullalegalita.org/06/r/004 rumizetiopia.htm

[59]- Castiglioni G., 2009: *Amba Aradam: la nostra vergogna* [online]. Available from: http://lalternatore.forumcommunity.net/?t=31702236

[60]- Angi P. & Zorzetto G., 2008: *Gruppo Bande irregolari "Uollo Ambessel". Milites, n. 31, Voghera, Marvia.*

[61]- Dowd M., 2020: *How Ireland's revolutionaries used caves to hide people and arms*. RTE, 22 Sep 2020. Available from: https://www.rte.ie/brainstorm/2020/0922/1166727-caves-hideouts-ireland-war-of-independence-civil-war/

[62]- Greentree D., 2013: *Caccia a Tito. Operazione Rösselprung maggio 1944*. Libreria Editrice Goriziana, 128 pp.

[63]- Kreyenbroek Ph. G. & Sperl S. (eds.), 1992: *The Kurds: a contemporary overview*. London Routledge, 142 pp.

[64]- Abdulghani J.M., 2011: *Iraq and Iran. The Years of Crisys*. Library Edition Routledge, Iran, 270 pp.

[65]- De Rouen K.R. & Heo U. (eds.), 2007: *Civil Wars in the Wordl. Major Conflicts Since Wordl War II, Vol. I*. ABC Clio, Santa Barbara, California, 912 pp.

[66]- Verrier M., 1997: *A trump carf for Turkey's Kurdish guerrillas*. Le Monde Diplomatique, English Edition LMD, December 1997, [online]. Available from: http://mondediplo.com/1997/12/pkk

[67]- Schmidt D.A., 1968: *Yemen: The Unknown War*. New York: 1st Ed. Holt, Rinehart, and Winston, 316 pp.

[68]- Spooner B., 2010: *Baluchistan i. Geografhy, History and Ethnoghaphy*. Encyclopaedia Iranica, vol. III (6), 598-632, [online]. Available from: http://www.iranicaonline.org/articles/baluchistan-i

[69]- Farooq K.U., 2013: *Nawab Akbar Khan Bugti* [online]. World News and Review, Site is Related to World News, Politics and Personalities, January 16 2013. Available from: http://kufarooq22.over-blog.com/2013/01/nawab-akbar-khan-bugti.html

[70]- Khan M.E., 2006: *Balochistan. Long live the mistery* [online]. The News on Sunday. Available from: http://jang.com.pk/thenews/ sep2006-weekly/nos-10-09-2006/dia.htm

[71]- Zurutuza K., 2009: *A meeting with Lashkar-e-Balochistan*. The Baluch, November 17, [online]. Available from: http://thebaluch. com/111709_ interview.php

[72]- Brummitt C., 2009: *Scenes from the Swat Front Pakistani military shows off captured Taliban base* [online]. ThereAreNoSunglasses, American Resistence to Empire. Available from: https://therearenosunglasses.wordpress.com/2009/ 05/23/scenes-from-the-swat-front/

[73]- Flood D.H., 2018: *From Caliphate to Caves: The Islamic State's Asymmetric War in Northern Iraq*. CT Sentinel,11 (8), p. 30-34. Available from: https://ctc.westpoint.edu/wp-content/uploads/2018/09/CTC-SENTINEL-092018.pdf

[74]- Gunn J. (ed.), 2004: *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. Fitzroy and Dearborn and imprint on the Taylor and Francis Group, New York London, 1940 pp.

[75]- Rogers P., 2005: *The Secret Wart in Viengxay. A background paper by Dr Paul Rogers* [online]. Available from: http://www.scottasia.net/viengxay/ downloads/The%20Secret%20War%20in%20 Viengxay.pdf, 3 pp.

[76]- Lloyd P.A., 2014: *Are there any Vietnam War-era POWs still alive in Laos? A trip to Sam Neua and Vieng Xaj Caves* [online]. Available from: http://peteralanlloyd.com/back-part-2/are-there-any-vietnam-war-era-pows-still-alive-in-laos-a-trip-to-sam-neua-and-vieng-xai caves/

[77]- Matles Savada A. (ed.), 1971: *Laos: A Country Study* [online]. Washington, GPO for the Library of Congress, 1994. Available from: http://countrystudies.us/laos/

[78]- Jacobs S., 2012: *The universe unraveling. American foreing policy in Cold War*. Cornell University Press, USA, 305 pp.

[79]- Planet L., Ray N., Bloom G., Bush A., Stewart I. & Waters R., 2012: *Vietnam, Cambodia, Laos & Northern Thailand*. Lonely Planet Publications, 324 pp.

[80]- Cella G.D., De Regibus V., Tavagnutti M. & Torre A., 2014: *International speleological project to Cambodia 2013*. Labirinti, Boll. Gruppo Grotte CAI Novara, n. 33, p. 2-29, Novara.

[81]- Nicod J., 1998. *Les grottes: rétrospective historique et insertion des grottes-aménagées dans l'espace géographique*. Annales de Géographie, 107 (603), p. 508-530.

[82]- Rottman G.L. & Delf B., 2012: *Tunnel rat in Vietnam*. Osprey Publ., ISBN: 9781849087834.

[83]- Mangold T. & Penycate J., 2005: *The Tunnels of Cu Chi*. Presidio Press, ISBN 0-89141-869-5.

[84]- Sherwood H., 2013: *Gaza becoming uninhabitable as blockade tightens, say UN. Destruction of smuggling tunnels and renewed on import of construction materials have exacerbated humanitarian crisis*. The Guardian, 22 November 2013, [online]. Available from: https://fedsit. wordpress.com/category/onu-2/

[85]- Higgins A., 2009: *How Israel Helped to Spawn Hamas* [online]. The Wall Street Journal, Jan 24 2009. Available from: http://www.wsj.com/articles/ SB123275572295011847

[86]- Finoki B., 2009: *Tunnelizing Migration 1, The Bordet Tunnel Capital of North America* [online]. Subtopia. A field guide to military urbanism, March 5, 2009. Available from: http://subtopia.blogspot.it/2009/03/tunnelizing-migration-1-border-tunnel.html

[87]- Finoki B., 2013: *Tunneling borders*. Open Security Reconciliation and Conflict, November 2013.

[88]- Edwards A., 2011: *Drug smugglers dig underground tunnel from Mexico to the U.S. to carry marijuana across border*. Mail Online, 15th August 2011 [online]. Available from: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2025612/Drug-tunnel-stretching-Tijuana-Mexico-U-S.html

[89]- Enjoli F., 2020: *Record-long drug-smuggling tunnel found from Mexico to San Diego. No arrests or seizures had been made after the tunnel's discovery*. abcNews, 30 January 2020, Available from: https://abcnews.go.com/US/longest-illicit-tunnel-mexico-san-diego-uncovered/story?id=68623555

[90]- Weizman E., 2002: *The Politics of Verticality*. OpenDemocracy, Web publication at 25 April 2002, [online]. Available from: www.openDemocracy.net

[91]- Knolle F., 2011: *Die Stasi in der Höhlenforschung – noch viel unerforschtes Neuland*. Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher v. 57 (4), p. 115-122.

[92]- Kronstadt A.K., 2012: *Pakistan-U.S. Relations*. Congressional Research Service, May 24, 2012, 60 pp.

[93]- Radulova L., 2015: *How Australian Super Hornet discovered secret ISIS cave network... which led to deaths of more than 100 jihadist fighters*. Mail Online, Friday, Mar 13th 2015, [online]. Available from: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2848613/Aussie-initiated-strike-takes-100-ISIS-fighters-military-plane-finds-hidden-network-caves-bunkers.html



[94]- BRUNKER M., 2014: *ISIS Shows Off Tunnels That It Claims Let Fighters Survive U.S. Airstrikes* [online]. NBC News, Nov. 12 2014. Available from: http://www.nbcnews.com/storyline/isis-terror/isis-shows-tunnels-it-claims-let-fighters-survive-u-s-n247361

* * *

4. Evoluzione nel tempo e moderne strategie di *Tunnel warfare*

Tradizionalmente, i tunnel sono stati utilizzati principalmente come mezzo per avvicinarsi e minacciare posizioni fortificate (SPENCER, 2015)[95]. Più comune era il tentativo di aprire uno spazio sotto muri o torri protettive, un processo chiamato "indebolimento". Gli scavatori del tunnel. puntellando le fondamenta del punto interessato con assi di legno secco, ad un momento prestabilito le incendiavano assieme ad una massa di altro materiale combustibile accatastato provocando il crollo del muro appena privo di sostegno. La breccia risultante poteva essere presa d'assalto dalla fanteria, sperando di riversarsi attraverso il varco e sopraffare i difensori prima che questo potesse essere chiuso.

Notizie certe di operazioni di *tunneling* risalgono a più di 4.000 anni fa. Incisioni assire mostrano unità oggi definibili "ingegneristiche" di Sargon di Akkad (regnò dal 2334 al 2279 a.C.), fondatore e primo re dell'Impero accadico, che minavano le mura delle città nemiche. Sebbene l'Iliade di Omero non contenga menzioni di tali attività, testimonianze archeologiche provenienti dagli scavi di Troia mostrano una serie di passaggi sotterranei attraversanti le mura della città che potrebbero riferirsi a un assedio.

L'influenza delle operazioni in galleria, e la minaccia del loro successo, può essere vista nell'evoluzione dei progetti di fortificazione. Alte cinte murarie richiedevano fossati attorno alle mura anche quale mezzo per costringere il nemico a dover cimentarsi in un tunnel attraverso, se c'era, il solido substrato roccioso, più difficile da penetrare ma soprattutto che emetteva un suono identificabile durante lo scavo. Inoltre il fossato, allagato, consentiva di far penetrare l'acqua nel sottosuolo. Con i secoli, si giunse a creare truppe mercenarie di, così chiamati, "zappatori", provenienti da nazioni con tradizione mineraria (minatori inglesi, tedeschi etc.) perciò portatori di un elevato stato dell'arte.

Nella storia si ebbero esempi imponenti di *tunneling*. A tal proposito si può ricordare l'assedio di Port Arthur (oggi Lüshun, Cina), controllata dai russi, da parte dei giapponesi nel 1904. I giapponesi, per superare le difese, scavarono centinaia di tunnel; i russi individuando a volte il pericolo agirono per bloccarli o farli crollare, ma in dicembre diverse mine esplosero sfondando le difese, in particolare sotto il Fort Sunhshu, contribuendo alla resa dei difensori.

Dunque, antesignane del *Tunnel warfare* sicuramente sono le gallerie di mina e contromina che – come ricordato – furono utilizzate sin dall'antichità nelle operazioni di assedio, attacco e difesa, delle fortificazioni; come trattazione, ne parla ad esempio già Vegezio. Pur non essendo un soldato di professione, Publius Flavius Vegetius Renatus (metà IV secolo-V secolo) scrisse il trattato *Epitoma rei militaris* su richiesta, sembra, dell'imperatore Teodosio II (il più probabile fra gli imperatori del periodo), dove l'argomento delle gallerie di attacco e contrattacco trovò la giusta considerazione (VEGETIUS RENATUS FLAVIUS, 2001)[96].

Episodi antichi addirittura anticipano ciò che sarà, più tardi, teorizzato come vedremo dal Montecuccoli e Vauban con le gallerie di mina. È il caso dell'assedio di Cuma del 552 d.C., posta sull'ultima propaggine settentrionale dell'area vulcanica dei Campi Flegrei (MAIURI, 1954)[97]. Qui si descrive il singolare espediente poliorcetico cui fece ricorso Narsete per forzare l'arce di Cuma tenuta in saldo possesso dai Goti di Aligerno, ivi asserragliato con il bottino di guerra depredato alle città campane. Cuma conservava intatta l'acropoli e le mura con torri e bastioni costituendo la seconda piazzaforte della Campania. Narsete, generale e funzionario bizantino di origini armene ed eunuco, disponeva di un esercito di spedizione e non logistico, per cui dopo le prime schermaglie si pose il quesito di come poter dare offesa, al di là di un possibile difficile assedio, alla città fortificata che guardava il Mar Tirreno. Narsete era memore dell'esperienza fatta da Belisario nel 536 sulle ancor valide mura greche di Napoli utilizzando il cunicolo sotterraneo dell'acquedotto che consentì ai suoi soldati di entrare di soppiatto in città, dando il via all'azione che si concluse con il saccheggio. Narsete pensa così di sfruttare le cavità e gallerie di cui il monte è perforato; quel bastione di roccia tufacea, tutto scavato, con l'Antro della Sibilla e la Cripta sotterranea. Ma bisognò invece scavare dei cunicoli nuovi onde accedere alla città, o meglio al disotto delle mura, ed il tufo era una roccia facilmente aggredibile. Intanto Narsete inscenava continuamente fitti attacchi, con grida e tumulto d'armi, soprattutto quando ormai, giunti sotto l'esterno poiché vedevano sulla volta le radici, i cavatori predisposero gli ultimi lavori e il fuoco che avrebbe fatto crollare la struttura. E così fu. Il muro d'ala della porta collassò. La storia comunque ci dice come la resa di Cuma avvenne l'anno dopo in virtù di un compromesso ed un salvacondotto concesso ad Aligerno. Il Monte di Cuma, massa rocciosa costituita da lava trachitica e depositi piroclastici sovrapposti a quelli pre-ignimbrite, che ha la caratteristica di essere rapidamente scavata possedendo comunque una

sufficiente resistenza, e quindi stabilità per l'auto-sostegno delle volte di gallerie e sale create, fin dall'età Augustea è stato soggetto ad opere militari in sotterraneo. Come testimoniato dalla Cripta Romana, una galleria militare che collegava l'antica città bassa con la zona portuale, poi l'interessante tunnel rappresentato dalla Grotta di Cocceio (CAPUTO & REGIS, 2009)[98]. Oltre all'episodio dell'assedio del 552, sono stati realizzati una serie di bunker durante la Seconda Guerra Mondiale (GUIDONE *et al.*, 2016)[99]: nel 1943 tutta l'area è stata fortificata e presieduta da postazioni militari italiane; i bunker sono stati poi demoliti con il brillamento di mine da parte delle forze armate tedesche in ritirata rendendoli così inservibili all'esercito alleato sbarcato a Salerno il 9 settembre 1943. Sull'importanza delle opere in sotterraneo nelle operazioni di guerra, ne scrisse con competenza il grande condottiero italiano al servizio del Sacro Romano Impero, dalla Guerra dei Trent'anni alla Guerra d'Olanda, Raimondo conte di Montecuccoli (Fig. 57). Nel suo trattato "Aforismi dell'arte bellica", al Titolo III, "La galleria" e "Le mine", ne sviluppò la strategia e la tecnica (GRASSI, 1821)[100].



Fig. 57 – Il grande condottiero Raimondo conte di Montecuccoli, generale, politico e scrittore italiano al servizio del Sacro Romano Impero dal 1629 al 1675, sviluppò estesamente, nel trattato "Aforismi dell'arte bellica", la strategia e la tecnica delle gallerie di mina e contromina, antesignane del moderno tunnelling.



Fig. 58 – Il Maresciallo di Francia Sébastien le Prestre marchese di Vauban, uno dei maggiori ingegneri militari della storia, sotto la Francia del Re Sole, artefice di 49 assedi con successo, per primo sviluppò i calcoli dei materiali e degli esplosivi per la Tunnel warfare.

Mentre Sébastien le Prestre marchese di Vauban (Fig. 58), noto come Vauban, uno dei maggiori ingegneri militari della storia, sotto la Francia del Re Sole, per primo sviluppò il "Traité des Mines" con i calcoli dei materiali e degli esplosivi (VAUBAN, 1795)[101]. Il termine *Tunnel warfare*, modernamente, indica la guerra condotta in sotterraneo (DEFENSE UPDATE, 2014/a[102]; WIKIPEDIA, 2014[103]). Strategicamente, indipendentemente dalla natura delle cavità, tutte le opzioni in gioco sono considerate, dall'attacco alla difesa, per minare, infiltrarsi in territorio nemico, contrattacco, trasferimento di truppe, rifugio in situazioni di conflitto, etc. La *Tunnel warfare*, come abbiamo visto, recentemente è particolarmente collegata alla guerriglia e al terrorismo urbano. Arte militare che trova esempi storici, come nel crollo delle mura di Kazan difese dai khanati (1552) (Guerra russo-kazana) a favore dei russi guidati dallo zar Ivan IV conosciuto come Ivan il Terribile (si ritiene che i così chiamati "zappatori" fossero guidati dall'inglese Butler conosciuto anche come Rozmyls nelle cronache russe) (NOSSOV, 2006)[104], che portò alla russificazione e cristianizzazione dei tartari. Prima ancora la tecnica fu usata dai Romani contro le roccaforti delle tribù germaniche, mentre una testimonianza di galleria e contro-galleria è stata trovata alla fortezza di Dura Europos (Fig. 59), che cadde nel 256 d.C. in mano ai persiani sasanidi, i quali penetrarono così indisturbati dentro la città sorprendendo la guarnigione Romana (HOPKINS, 1979)[105]. Nei resti delle opere ipogee a Dura Europos è stato

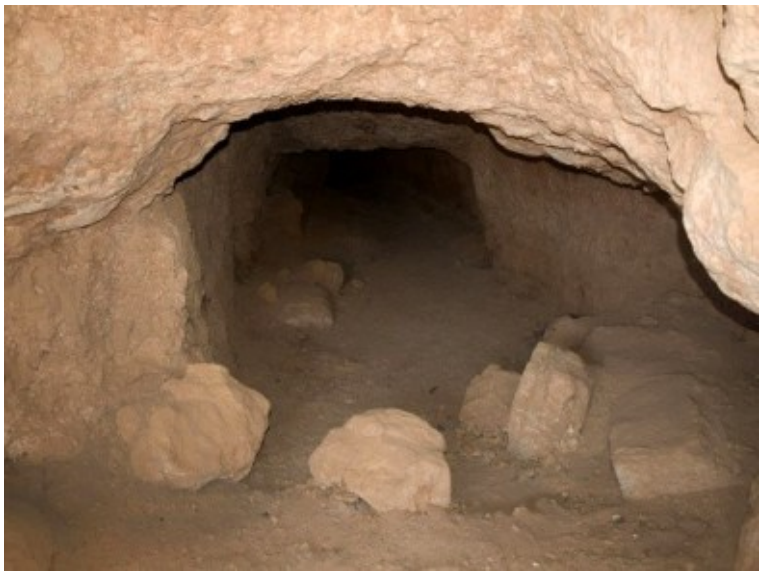


Fig. 59 – Il tunnel in roccia scavato sotto l'antica città di Dura Europos (256 d.C.) dai Sasanidi, attraverso cui penetrarono al suo interno sorprendendo e sconfiggendo la guarnigione Romana.

trovato lo scheletro di un soldato che si suppone ucciso durante la guerra in sotterraneo (PAPPAS, 2011)[106] (Fig. 60). Sempre i Romani, durante la resistenza in Gallia sud-occidentale del 51-50 a.C. Lucterio, della tribù dei



Fig. 60 – Scheletro di un soldato persiano trovato nei tunnel d'assedio di Dura-Europos. Il soldato potrebbe essere stato soffocato dai fumi tossici provocati da un incendio appiccato da lui stesso. L'armatura dell'uomo è sollevata attorno al suo petto; gli archeologi sospettano che si stesse cercando di tirarlo fuori mentre moriva.

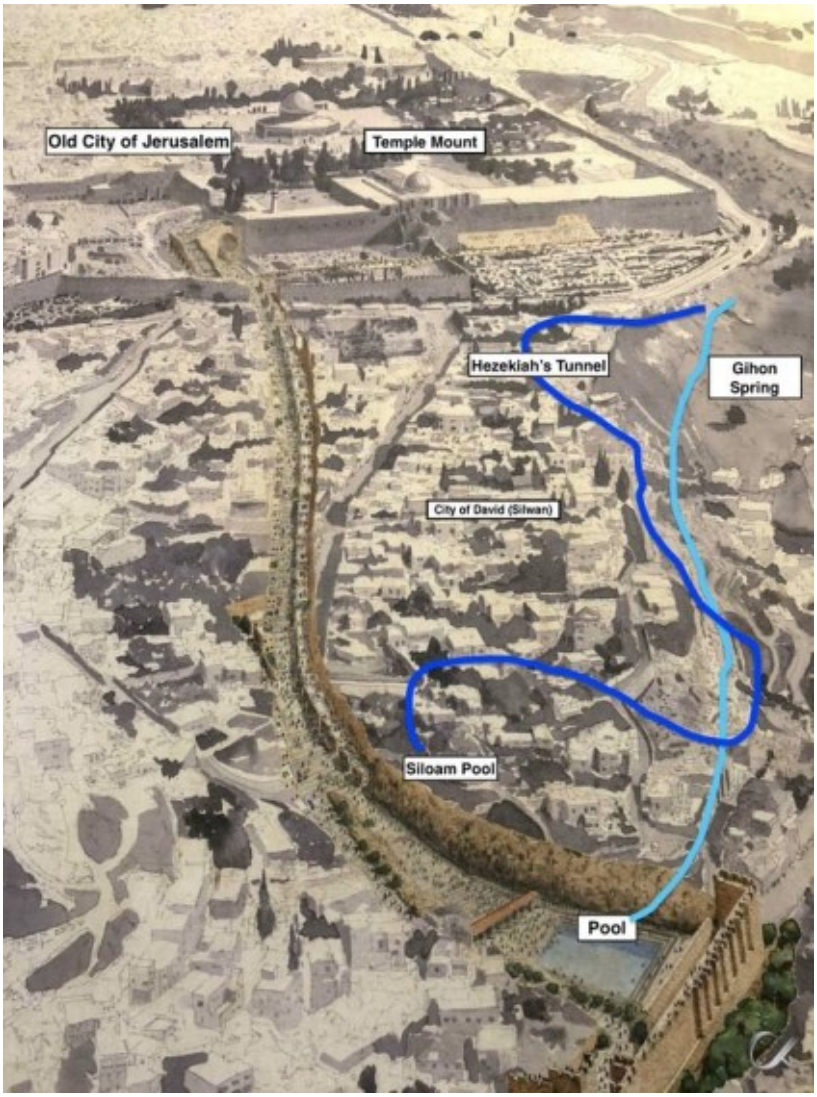


Fig. 61 – Rappresentazione degli acquedotti di Gihon e di Ezechia nell'antica Gerusalemme, di cui il primo forse utilizzato da David nella presa della città.

Cadurci, si impossessò di Uxellodunum, un *oppidum* ben fortificato. L'assedio romano fu tenace, ma Uxellodunum dipendeva dall'esterno per il rifornimento idrico, in questo caso una sorgente. I Romani costruirono la rampa per disporre una torre e le artiglierie onde colpire chi si avvicinava all'acqua e, allo stesso tempo e in segreto, delle gallerie sotterranee verso la sorgente (parte di queste opere sono state trovate da archeologi del 19° secolo). Le gallerie intercettarono le vene d'acqua sotterranee prosciugando la sorgente, cosicché i Galli, interpretando la sventura come un segnale divino, si arresero. I difensori non furono uccisi ma gli si mozzarono le mani per ordine di Cesare, lasciandoli liberi affinché testimoniassero cosa significava ribellarsi a Roma (GAIO GIULIO CESARE, 2006[107], GIRAULT, 2018[108]). Appare così credibile che l'utilizzo di tunnel o altre opere in sotterraneo ripercorra la storia dell'umanità fino dai tempi più antichi. Nella biblica Gerusalemme esiste un sistema di acquedotto tra la sorgente Gihon e la città intramurale (Fig. 61). La maggioranza degli studiosi considerano tale opera fatta dall'uomo ma le tecniche di costruzione e gli orientamenti, così pure le apparenti anomalie o errori progettuali, hanno fatto supporre come quest'opera abbia sfruttato una rete di canali o cavità carsiche preesistenti adattandole. Si ipotizza che la conoscenza dell'accesso al sotterraneo possa aver avuto un ruolo nella presa da parte di Davide dell'antica città di Gebuseo (GILL, 1991[109]; RUSSEL, 2017[110]).

Un esempio di guerra nei tunnel di portata storica è ben documentabile nell'assedio di Costantinopoli del 1453 da parte dei turchi ottomani, che vale la pena illustrare. In questo contesto si evince come gli eserciti di fronte alle avversità di superficie cercano di ottenere un vantaggio tecnico dal sottosuolo. Infatti, la battaglia prevedeva un'operazione di *tunneling* da parte degli ottomani per sfondare le mura della città mentre i bizantini operavano per contrastarla. L'imperatore Costantino XI di fronte al sultano Mehmed II il cui obiettivo era prendere la capitale dell'Impero bizantino, cioè ciò che restava di Roma, dichiarò di voler

resistere fino all'ultimo uomo, conscio che una sconfitta avrebbe aperto ai mussulmani la strada verso l'Europa. Costantino, nell'imminenza dell'attacco, mobilitò la città radunando 7.000 uomini e preparò le strutture difensive, mentre i turchi ottomani contavano un esercito professionale, comprendente una coalizione di molti paesi fedeli, di 80.000 uomini. Tuttavia, le massicce mura e la catena che chiudeva il porto furono di grande ostacolo per gli ottomani (Davis, 1999)[111]. Dopo una serie di assalti infruttuosi l'ufficiale turco Zagan Pasha fu posto al comando dei genieri turchi per scavare un tunnel onde indebolire o sfondare le mura. Costantino a sua volta incaricò l'ufficiale ingegnere scozzese Johannes Grant di scavare un contro-tunnel, e inviando tutti gli ingegneri disponibili tra i suoi ranghi per formare un distaccamento sotterraneo bizantino specializzato. Grant si mise immediatamente al lavoro ordinando ai suoi uomini di scavare il contro-tunnel per impedire l'avvicinamento sotterraneo turco. La direzione del contro-tunnel era stata determinata semplicemente stimando la linea di vista dalle mura della città all'ingresso del tunnel turco. I genieri bizantini entrarono in contatto con quelli turchi all'interno del tunnel e ne seguì un combattimento corpo a corpo, proseguendo nella lotta i primi vi introdussero il fuoco greco e l'acqua cosicché i turchi, terrorizzati, furono sopraffatti dalla paura e fuggirono (Philippides & Hanak, 2011)[112]. La paura del fuoco greco fu però utilizzata dai genieri turchi per ingannare i bizantini. Questi costruirono in piena vista l'ingresso di un nuovo tunnel ma semplicemente nascosero la nuova direzione di più tunnel, non in linea retta verso l'obiettivo bensì in obliquo. Giunti al muro attivarono l'incendio in sotterraneo, danneggiandolo, ma con un risultato insufficiente per le truppe turche di superficie. Grant si trovò ad affrontare il problema di rilevare e interdire i tunnel, ed uno dei suoi ingegneri inventò il sistema di posizionare barili d'acqua a intervalli ravvicinati lungo l'interno delle mura e monitorarli per percepire eventuali deboli vibrazioni del liquido. L'idea ebbe successo permettendo di individuarli e con contromisure di murarli o riempirli di terra. I tunnel turchi continuavano ad essere compromessi, con un numero di vittime molto alto, per cui il sultano abbandonò l'operazione. Tuttavia, causa le ingenti risorse necessarie per tale contrasto le difese bizantine s'indebolirono. Il sultano con un massiccio attacco all'angolo nord-occidentale della città sfondò il muro esterno e gli ottomani penetrarono in quelle interne (Fig. 62).



Fig. 62 – Assalto finale alle mura di Costantinopoli grazie all'impiego di più linee operative, tra cui la guerra in sotterraneo, che consentì di espandere lo spazio di battaglia.

Costantino si uccise quando gli ottomani erano sui gradini della cattedrale di Santa Sofia, e così finì l'Impero bizantino. Anche se la battaglia sotterranea non fu l'ultimo fattore determinante del conflitto essa influenzò gli ottomani a modificare il loro piano di attacco, valutando che le rimanenti difese della città erano state trascurate a causa delle risorse impiegate nel contro-tunneling. L'operazione esemplifica come la guerra sotterranea possa essere utilizzata sia in attacco che in difesa. La quantità di competenze sotterranee necessarie alle truppe ha dimostrato la necessità di unità specializzate e addestramento necessari per condurre la guerra sotterranea. Infine, il caso ha dimostrato come le operazioni sotterranee potrebbero funzionare in tandem con le attività in superficie, aprendo nuove linee operative e alleviando la pressione espandendo la portata dello spazio di battaglia. Respingere una minaccia sotterranea potrebbe alterare la situazione tattica in superficie e diventare disastroso in battaglia. Queste stesse lezioni sotterranee possono ancora essere applicate nella guerra moderna di oggi.

Tali tecniche di scavo proseguirono durante l'intero Medioevo, ovviamente con l'impiego di grandi fuochi. La guerra moderna, con l'avvento dapprima della polvere da sparo, poi cordite e dinamite, portò a un'evoluzione della tecnica, come pure di difese e contro-difese, mentre all'antica tecnica della fumigazione si affiancò l'uso del gas tossico con effetti devastanti. Durante l'assedio di Sebastopoli (Guerra di Crimea, 1854-55) l'utilizzo della *Tunnel warfare* fu enorme. Galleria di mina e contromina furono scavate da ambo le parti in conflitto, tanto che si scese su livelli sempre profondi fino a incontrare la roccia, per poi risalire di nuovo. Gli "zappatori" russi scavarono circa 6.800 m di tunnel, quelli alleati 1.300 metri, minando, rispettivamente, con 12 e 64 ton di esplosivo, in condizioni di lavoro disumane, per la mancanza d'aria e gli allagamenti. I russi, pianificando una rete di tunnel maggiore e "mirata" utilizzarono minori quantità di esplosivo, ottenendo il successo, pur dovendo in seguito evacuare la roccaforte. La *Tunnel warfare*, poi, ebbe esiti interessanti e controversi durante la guerra civile americana nell'assedio di Petersburg, e nella guerra russo-

giapponese con l'assedio di Port Arthur, quest'ultimo già accennato.
Il caso dell'assedio di Petersburg (Virginia) da parte delle forze degli Stati dell'Unione è un esempio della tendenza all'utilizzo del sottosuolo per espandere lo spazio di battaglia. Qui ci fu la "Battle of the Crater" del 1864, con le forze unioniste sotto il comando del generale Ulysses S. Grant e quelle degli Stati Confederati d'America sotto il comando del generale George Meade (CORRIGAN, 2006)[113]. In questo caso la *débâcle* dell'Unione non fu dovuta all'impiego e logica del tunnel bensì all'inadeguato coordinamento tecnico tra le truppe di superficie e in sotterraneo. L'idea venne dal colonnello unionista Henry Pleasants che era stato ingegnere minerario in Pennsylvania, il quale propose di realizzare uno scavo (*mineshaft*) che si estendesse oltre le difese dell'Unione e terminasse sotto le trincee confederate, ponendo alla sua estremità degli esplosivi per uccidere i difensori soprastanti. Il cratere risultante avrebbe consentito pure di aprire un varco attraverso il quale le forze dell'Unione avrebbero sciamato all'interno. Pur essendo scettico Grant approvò il piano. Lo scavo iniziò e il materiale di risulta fu occultato di notte al riparo della vista dei confederati, turni di 24 ore su 24 e un teodolite aiutarono lo scavo, che riusciva a progredire di 40 piedi al giorno inoltrandosi in sabbia e argilla (Fig. 63). I confederati erano pure scettici sull'eventualità di un tunnel, ma un giornalista inglese presente affermò che un tentativo simile era stato fatto in India, così il capitano confederato Thomas H. Douglas, pur essendo privo di esperienza mineraria, organizzò due scavi per contrastare le possibili mine. Poi, postisi in ascolto nei tunnel non ravvisarono rumori e così desistettero. Raggiunto il punto prefissato gli unionisti innescarono un totale di 12.000 libbre di polvere provocando una forte esplosione che creò un cratere di 170x120 piedi e profondo 30 piedi uccidendo all'istante 276 soldati confederati. Ma il ritardo che seguì all'esplosione da parte delle truppe unioniste (15 minuti) consentì ai confederati di riorganizzarsi, sigillare la breccia e massacrare le truppe dell'Unione. Ampi esempi sono riportati nella Prima Guerra Mondiale (JONES, 2010)[114]. Nella Battaglia di Messines (Belgio, 1917) gli specialisti delle *Royal Engineer tunnelling companies* innescarono 22 mine sotto le linee tedesche, ne esplosero 19 uccidendo 10.000 soldati tedeschi. Per far ciò si scavarono 8.000 metri di tunnel e si utilizzarono 600 ton di esplosivo; lo scoppio, avvenuto alle ore 3.19 del 7 luglio, si udì fino a Londra. Ciò mentre, sul fronte orientale, nell'"Offensiva Brusilov", con tale tecnica i russi si assicurarono l'assalto delle trincee austriache. Artefice delle *Royal Engineer tunnelling companies* fu il loro fondatore, maggiore sir John Norton-Griffith (Fig. 64), utilizzando pesantemente gli esperti minatori inglesi. Le compagnie di *tunnelling* inglesi sortirono nel saliente di Ypres, per poi combattere – scavando e contrastando i tedeschi – nelle battaglie del Mont Sorrel, de la Somme, e nella già citata Messines e di Vimy Ridge (Fig. 65) ottenendo importanti risultati. Non meno importanti furono le azioni della *Royal Engineers* ad Arras (NICHOLLS, 2005)[115], , dove i combattenti-scavatori provenienti dalla Nuova Zelanda, molti dei quali Maori, realizzarono un vasto sistema di tunnel – in parte ritrovati (FRANZ, 2008)[116] – per attaccare le linee nemiche, fin quando alle ore 5.30 del 9 aprile 1917 dai sotterranei

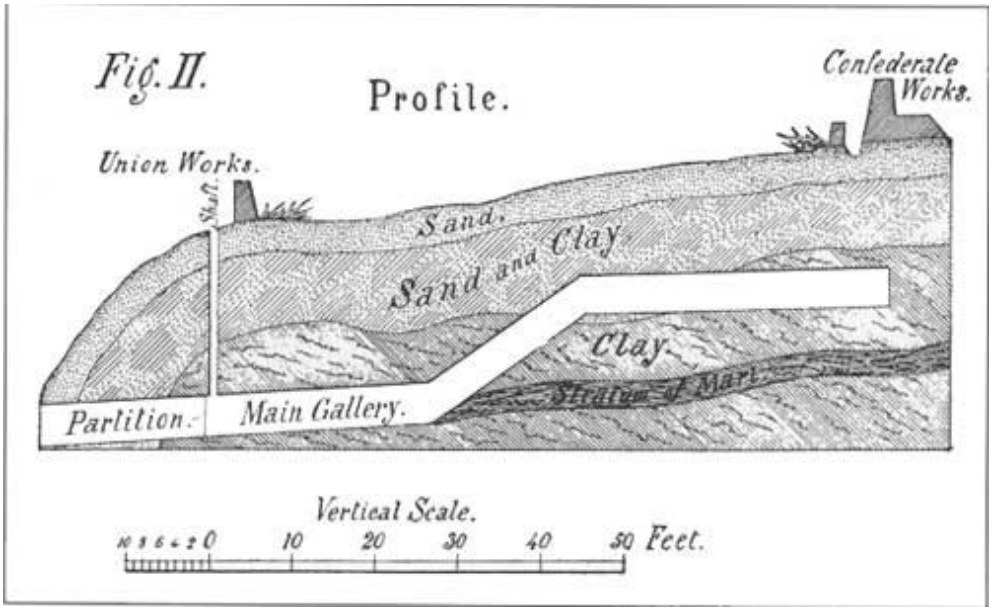


Fig. 63 – Profilo del tunnel bomb (galleria di mina) unionista sotto le difese confederate durante l'assedio di Petersburg (1864) nella Guerra Civile americana.



Fig. 64 – Il Maggiore Sir John Norton-Griffith (1875-1930) fondatore delle Royal Engineer tunnelling companies, ha un posto nella storia per la Tunnel warfare.

scaturirono 24.000 soldati contro i tedeschi che si trovarono sorpresi. In questi sotterranei, famosa fu la cosiddetta "Grotta Thomson", caverna-ospedale, con sala operatoria e obitorio che poteva ospitare 700 feriti e comandata dal colonnello A.G. Thompson del *Royal Army Medical Corps*. I lavori ad Arras iniziarono nell'ottobre del 1916, concependo una vasta rete di gallerie nei gessi, cioè una roccia facilmente scavabile, costruendo 20 km di tunnel divisi in *subwai*, per esser percorsi a piedi, e *railway*, con rotaie per vagoni di trasporto materiali, munizioni, cadaveri etc., fino ai tunnel d'assalto che giungevano a pochi metri dalle linee nemiche (Fig. 66). Gli esplosivi posti nei tunnel di mina non furono fatti brillare per non compromettere la rete di tunnel circostante.



Fig. 65 – Tunnel scavato dalle Royal Engineer tunnelling companies nel 1916-17 nel settore di Virmy (ritrovato), probabilmente eseguito per contrastare i tunnel che si stavano realizzando da parte tedesca; le operazioni portarono alla battaglia di Virmy Ridge (9- 12 aprile 1917).

Nella seconda Guerra sino-giapponese (iniziata nel 1937 e conclusa con la fine della Seconda Guerra Mondiale) la *Tunnel warfare* fu impiegata dai cinesi, quale tattica che consentiva di scavare velocemente i tunnel e a piccole forze di combattere contro un nemico superiore. Famoso è il Tunnel di Ranzhuang, nella Central Hebei Province, dove nel 1938 nel villaggio omonimo le forze comuniste della resistenza cinese, contro l'invasore giapponese, scavarono una rete di tunnel per contrastarlo; l'efficacia della tecnica parla di 2.100 soldati giapponesi uccisi dai resistenti locali, anche donne che si unirono nella lotta.

Durante la Guerra di Corea (1950-1953) la *Tunnel warfare*, da parte delle forze nord-coreane e degli alleati cinesi fu massiccia. Lungo il fronte, si stima furono scavati 500 km di tunnel estraendo 2 milioni di m^3 di terreno, tanto che per ogni chilometro di fronte c'erano 2 chilometri di tunnel. La logistica in tunnel e in caverna fu importante, come pure la tecnica dei falsi bersagli, costringendo gli USA a sprecare munizioni, sempre con l'obiettivo di portare in superficie e riportare in profondità, il più velocemente possibile, le truppe. Quando le forze americane si trovarono, finalmente, sulle linee nemiche, truppe scelte nord-coreane emersero dai tunnel mimetizzati per i combattimenti alla baionetta approfittando della superiorità numerica. In particolare, per la *Tunnel warfare*, si ricorda l'episodio dell'esercito cinese che, dopo aver guadato il Fiume Yalu, la notte del 27 ottobre 1950 con 19 reparti entrò nel territorio della Corea del Nord sciamando dai cunicoli sotterranei che avevano scavato. Sulla Guerra del Vietnam si è già detto, basti ricordare che il *tunnelling* fu una tecnica praticata dappertutto e che coinvolse, anche coattamente la popolazione: ci sono rapporti che confermerebbero come ogni abitante di villaggio era costretto dai nord-vietnamiti a scavare giornalmente almeno 90 cm di tunnel. I tunnel scavati nel precedente conflitto con i francesi, vicino a Saigon, furono ripresi ed espansi per ordine di Ho Chi Minh. La fitta rete di tunnel, inizialmente pensata più per rifugio delle popolazioni che per scopi militari, alla fine, per l'ambiguità della destinazione d'uso divenne bersaglio fisso da parte delle forze americane.



Fig. 66 – In ordine di tempo, il terzo tunnel d'infiltrazione che fu scoperto dai sud-coreani, nel 1978, realizzato dalla Corea del Nord e posto a 44 km da Seul. Quasi identico al tunnel n. 2, penetrava per 435 metri a sud della linea di demarcazione militare in un punto situato a 4 km a sud di Panmunjeom, attraversando la roccia alla profondità di 73 metri.

Sull'uso del *tunnelling* nei conflitti tra

israeliani e palestinesi e nel Libano, come in quelli in Afghanistan, si è già accennato in precedenza. C'è da precisare che la sofisticata rete sotterranea nell'area dal sud del Libano al nord d'Israele è stata realizzata con le caratteristiche, ovviamente adattate, di quella nord-coreana. La rete metropolitana (Beyrut) invece, mai dismessa, sembra essere di 25 km con sistemi di comunicazione a fibra ottica e resa funzionale agli scopi militari grazie alle forniture d'armi iraniane e l'addestramento dei combattenti Hezbollah (KAGAN *et al.*, 2008)[117].
Qual è la tendenza recente nella *Tunnel warfare*? Diamo due soli esempi, poiché quella attuale sarà sviluppata più avanti.
Si sostiene che la Corea del Nord abbia realizzato diverse gallerie di trasporto, segrete, per una possibile invasione della Corea del Sud, tanto da parlare, in ambito militare, di fusione fra guerra di tunnel e di movimento. La profondità di queste strutture sembra raggiunga il centinaio di metri, rendendole difficile da distruggere anche con l'impiego di armi nucleari tattiche. Una di queste gallerie, scoperta nel 1978 in base alle rivelazioni

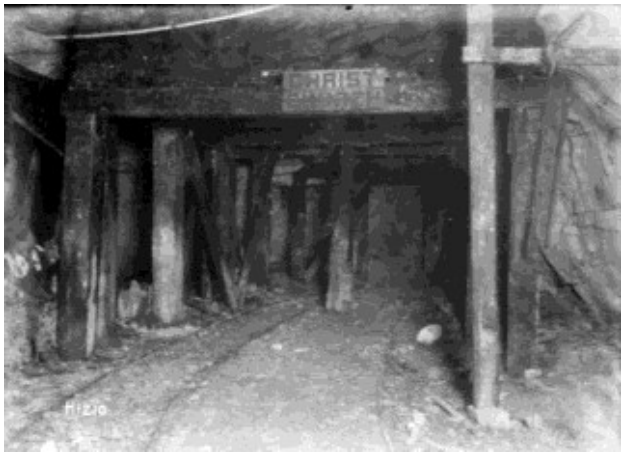


Fig. 67 – Tunnel scavato nei gessi ad Arras dai soldati neo-zelandesi, in una fotografia del 1917.



Fig. 68 – Soldati forze armate siriane in un war tunnel scavato dai ribelli a Jobar, nell'area a est di Damasco.

di un disertore, poi investigata grazie alle prospezioni geofisiche (VESECKY *et al.*, 1980)[118], sismiche ed elettromagnetiche in foro, attraversava per 1,7 km il confine alla profondità di 73 m scavata nelle rocce ignee del basamento (Fig. 67). Sembra fosse stata progettata per un attacco a sorpresa contro Seul dalla Corea del Nord e poteva ospitare 30.000 uomini equipaggiati con armi leggere Essendo il terzo tunnel scoperto, l'ONU formalmente accusò la Corea del Nord di violare l'armistizio siglato nel 1953. Tali opere sotterranee, di notevoli dimensioni, sono state chiamate dagli esperti militari "gallerie di aggressione". S'ipotizza possano esserci fino a una ventina di gallerie di aggressione; come risposta da parte sud-coreana si scavano diversi tunnel d'intercettazione e ascolto nella fascia demilitarizzata.



Fig. 69 – L'esplosione che ha distrutto la Wadi Deif army base (maggio 2014, Syria), con la tecnica del tunnel bomb, ripresa con video dai ribelli del Fronte islamico mentre inneggiano alla Jihad.

La tecnica non è mai stata abbandonata, anzi migliorata, e con le operazioni militari recenti o in atto in Palestina e in Siria la *Tunnel warfare* è costantemente praticata e vantaggiosa, come attorno Damasco (KETZ, 2014)[119] (Fig. 68). Maggio 2014 i ribelli siriani dello Stato Islamico hanno fatto esplodere un tunnel di 860 metri scavato a

colpi di piccone, sotto una base militare di Wadi Deif nel nord-est della provincia di Idlib, facendo detonare 60 tonnellate di esplosivi (Fig. 69); una settimana dopo, un tunnel sotto un hotel occupato da truppe governative, cui seguirono altre distruzioni. Nell'espandersi del conflitto da parte dei miliziani di Da'esh (o ISIS – inglese ISIL, o Stato Islamico), con la caduta nel giugno 2014 della città di Mosul e l'epurazione di migliaia di cristiani e la distruzione sistematica delle testimonianze millenarie e culturali, appena nell'ottobre 2016 iniziò l'offensiva della coalizione delle truppe irachene e dei curdi peshmerga in stretta collaborazione con le forze speciali USA. La tenace difesa dell'area meridionale di Mosul da parte dell'ISIS creò un *underground* che fu definito "una città nella città" (Haydoc, 2016)[120]. Nell'area del conflitto esteso, l'ISIS continuava con la tecnica del *tunnel bomb*, come in Syria, per citare a TerMaela sulle posizioni tenute dal regime di Assad (Fig. 70), Aleppo etc. (The New Arab, 2016)[121].

Che l'antica tecnica della galleria di mina (oggi "tunnel bomb") si stia diffondendo per una serie di validi motivi, tra cui il basso costo di realizzazione del tunnel specie in rocce non compatte, la difficoltà di scoperta, se sono ben mascherati, l'elevata resa in termini di distruzione (gli edifici, o altri obiettivi, sono letteralmente polverizzati con un alto numero di vittime), è un fatto assodato. La tecnica, utilizzata dai militanti ISIS in Siria (Winter, 2014)[122] (Fig. 71) con buon successo, è stata esportata in Afghanistan e Iraq (Alabbasi, 2015[123]; Weisgerber, 2015[124]), dove i governi accusano Hezbollach e Hamas di aver fornito tecnologia e risorse finanziarie. Il problema dei *tunnel boms* è serio: tra Siria e Iraq sono stati fatti esplodere oltre 45 *tunnel bombs*, con effetti disastrosi. Citando JEDDO (Joint IED Defeat Organization), il Pentagono si è focalizzato sul contrasto di questo tipo di attività bellica: la recente presa di Ramadi (2015), capitale dell'Anbar (Iraq), da parte dell'ISIS fu anche dovuta al successo di un'operazione di *tunnel bombs*.



Fig. 70 – Un tunnel bomb in Syria localizzato a TerMaela sulle posizioni del regime di Assad.

Tali operazioni offrono il vantaggio strategico del basso rischio per le organizzazioni estremiste e perciò richiedono continui sforzi di sviluppo per la messa in campo di tecniche di mitigazione efficaci. Si è poi notato che ISIS diffonde tali successi attraverso precise campagne d'informazioni, facendo proliferare, proprio attraverso i social-media, la probabilità di migrazione della tecnica verso altre zone di conflitto o la sua adozione da parte di altre organizzazioni estremiste a livello mondiale (Mora, 2015)[125] (Fig. 72). Un tunnel breve può essere scavato in meno di 30 giorni, mentre uno più lungo (non più di 1 miglio / 1,609 km) può richiedere, secondo JEDDO, fino a 9 mesi. Ovviamente tali tunnel, una volta realizzati, hanno la duplice funzione di trasporto armi e guerriglieri in modo inosservato eludendo la sorveglianza dai droni. Si suppone, inoltre, che ISIS stia sfruttando la rete di tunnel fatti costruire da Saddam Hussein (già utilizzata dalle forze irachene durante l'invasione USA del 2003), pensando di allungarla per 60 miglia tra palazzi, fortezze militari e altre installazioni.



Fig. 71 – Unità dell'esercito siriano ispeziona un tunnel bomb che ha scoperto, scavato nella zona di al-Qaboun (Damasco). Il tunnel inclu-

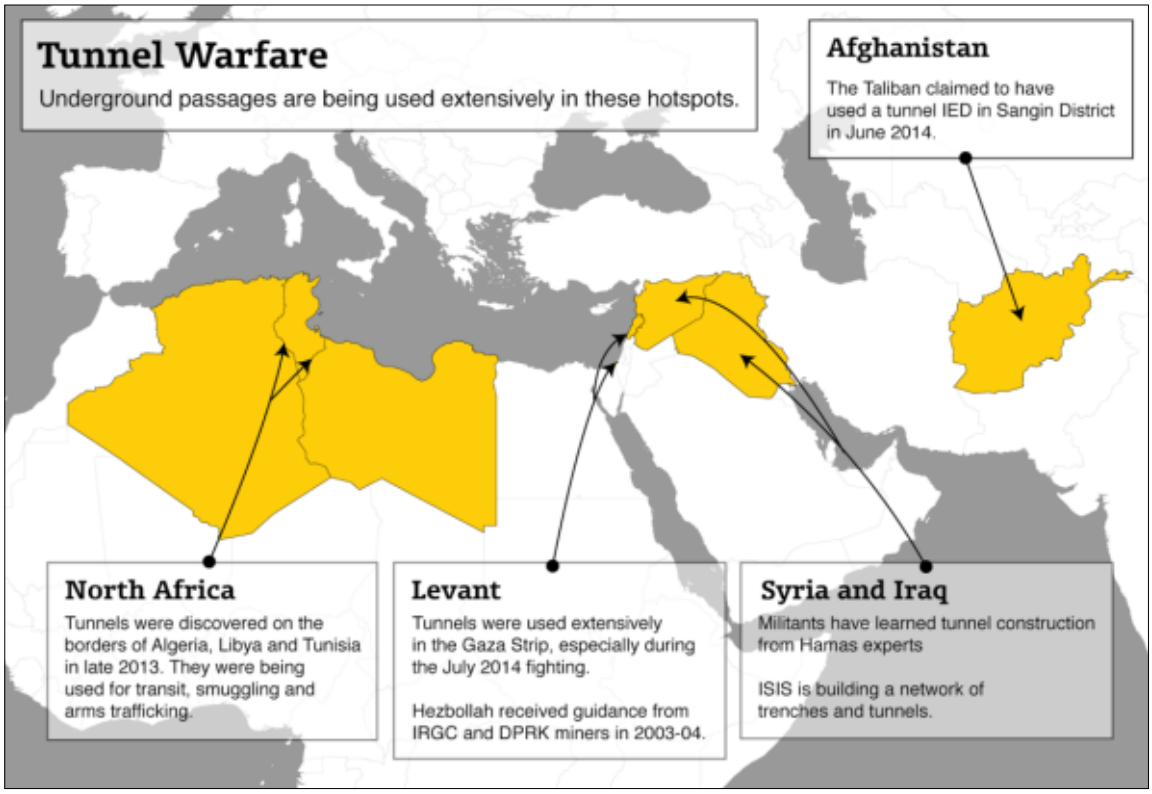


Fig. 72 – 2015: esportazione e proliferazione delle tecniche "tunnel bombs", secondo la JEDDO, fonte di preoccupazione e contromisure da parte del Pentagono.

---

[95]- Spencer P.J., 2015: *Fighting Under the Earth: The History of Tunneling in Warfare*. The Foreign Policy Research Institute, E-Notes, April 23 2015. Available from: https://www.fpri.org/article/2015/04/fighting-under-the-earth-the-history-of-tunneling-in-warfare/

[96]- Vegetius Renatus Flavius, 2001: *L'arte della guerra, A cura di Luca Canali e Maria Pellegrini*. Milano, Oscar Mondadori, Classici greci e latini n. 126, XII-272 pp.

[97]- Maiuri A., 1954: *L'assedio di Narsete a Cuma*. Saggi di varia antichità, Venezia, Ed. Neri Pozza, p. 161-166.

[98]- Caputo P. & Regis C., 2009: *L'anfiteatro cumano e le cavità artificiali di Cuma*. CUMA, Atti del XLVIII Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto 2008, p. 719-739.

[99]- Guidone I., Cerullo G., Knight P., Del Vecchio U., Cozzolino L. & Damiano N., 2016: *Le cavità militari del monte di Cuma (Campania, Italia)*. Opera Ipogea, 1, p. 15-26, https://www.researchgate.net/publication/309089182_Le_cavita_militari_del_monte_di_Cuma_Campania_Italia_The_military_bunkers_of_cuma_Campania_Italy

[100]- Grassi G., 1821: *Opere di Raimondo Montecuccoli. Corrette, accresciute ed illustrate*. Torino, dalla Stamperia di Giuseppe Favale, vol. 1, 265 pp.

[101]- Vauban S., 1795: *Oeuvres militaires du Marechal Vauban, Nouvelle édition revue… par F.P. Foissac*. To. I 276 pp., To. II 328 pp., To. III 375 pp., Paris chez Magimel librairie pou l'Art Militaire.

[102]- Defense Update, 2014/a: *Tunnel Warfare – A short history* [online]. Available from: http://defense-update.com/20140727_ tunnel-warfare.html#. VDLB5 Wd_vQU

[103]- Wikipedia, 2014: *Tunnel warfare*, [online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_warfare

[104]- Nossov K., 2006: *Russian Fortresses 1480-1682*. Osprey Publishing, The Destination for Military History, 64 pp.

[105]- Hopkins C., 1979: *The Discovery of Dura-Europos*. New Haven and London, Yale University Press, 220 pp.

[106]- Pappas S., 2011: *Buried Soldiers May Be Victims of Ancient Chemical Weapon* [online]. Live Science Contributor, March 8, 2011 09. Available from: https://www.livescience.com/13113-ancient-chemical-warfare-romans-persians.htm

[107]- Gaio Giulio Cesare, 2006: *La guerra gallica (testo latino a fronte)*. Giulio Einaudi Editore, ET Classici, note a cura di A. Garzetti, traduzione di A. Pennacini, pp. XLVI-664.

[108] - Girault J.P., 2018: *Recherches a la fontaine de Loulié au Puy D'issolud (Lot). Nouveaux éléments sur la bataille d'Uxellodunum*. Available from: http://www.uxellodunum.com/media/documents/Recherche%20Loulie.pdf

[109] - Gill D., 1991: *Subterranean waterworks of biblical Jerusalem: adaptation of a karst system*. Science, 1991 December 6, n. 254 (5037), p. 1467-1471.

[110] - Russel S.C., 2017: *The King and the Land. A Geography of Royal Power in the Biblical World*. Oxford, University Press, 304 pp.

[111] - Gill D., 1991: *Subterranean waterworks of biblical Jerusalem: adaptation of a karst system*. Science, 1991 December 6, n. 254 (5037), p. 1467-1471.

[112] - Russel S.C., 2017: *The King and the Land. A Geography of Royal Power in the Biblical World*. Oxford, University Press, 304 pp.

[113] - Corrigan J., 2006: *The 48th Pennsylvania in the Battle of the Crater: A Regiment of Coal Miners Who Tunneled Under the Enemy*. McFarland & Company Inc, New York.

[114] - Jones S., 2010: *Underground Warfare 1914-1918*. Pen & Sword Military, 288 pp.

[115] - Nicholls J., 2005: *Cheerful Sacrifice: The Battle of Arras 1917*. Pen and Sword Books, 260 pp.

[116] - Franz A., 2008: *Erster Weltkrieg: Tunnelstadt unter der Hölle* [online]. Spiegel Online. Available from: http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/erster-weltkrieg-tunnelstadt-unter-der-hoelle-a-547483-2.html

[117] - Kagan F.W., Kagan K. & Pletka D., 2008: *Iranian influence in the Levant, Iraq, and Afghanistan* [online]. A report of the American Enterprise Institute. Available from: https://understandingwar.org/sites/default/files/20080215_IranianInfluence.pdf

[118] - Vesecky J.F., Nierenberg W.A & Despain A.M., 1980: *Tunnel Detection*. Technical Report J.S.R., SRI International, Virginia, 102 pp., [online]. Available from: http://fas.org/irp/agency/dod/jason/tunnel.pdf

[119] - Ketz S., 2014: *Under Damascus, rebel and army battle in maze of tunnels*. The time of Israel, 6 June 2014, Available from: https://www.timesofisrael.com/under-damascus-rebels-and-army-battle-in-maze-of-tunnels/

[120] - Haydoc W., 2016: *Levantine labyrinth: preparing for subterranean warfare in Iraq and Syria*. War on the rocks, May 19th 2016 [online]. Available from: https://warontherocks.com/2016/05/levantine-labyrinth-preparing-for-subterranean-warfare-in-iraq-and-syria/

[121] - The New Arab, 2016: *Syrian rebels destroy regime building with massive tunnel bomb*. The New Arab, Juli 21th 2016 [online]. Available from: https://www.alaraby.co.uk/english/news/2016/7/21/syrian-rebels-destroy-regime-building-with-massive-tunnelbomb

[122] - Winter L., 2014: *Special Essay. The Emergence of Syria's Tunnel Bombs*. Foreign Military Studies Office OE Watch, July 2014, 63-69, [online]. Available from: http://fmso.leavenworth.army.mil/OEWatch/201407/201407.pdf

[123] - Alabbasi M., 2015: *How did Hamas's military expertise end up with Syria's rebels? Breakaway fighters from Hamas's armed wing are using their expertise to assist Syrian rebels with tunnel building and rocket making* [online]. Middle East Eye, 22 May 2015. Available from: http://www.middleeasteye.net/news/how-did-hamass-military-expertise-end-syrias-rebels-1129524334

[124] - Weisgerber M., 2015: *ISIS Is Using Tunnel Bombs in Iraq. Updating an ancient tactic, Islamic State militants, as well as rebels in Syria, are doing virtually undetectable tunnels, then planting bombs to blow up buildings and others target*. Defense One, June 8, 2015, [online]. Available from: http://www.defenseone.com/threats/2015/06/isis-using-tunnel-bombs-iraq/114730/

[125] - Mora E., 2015: *Pentagon: ISIS using Tunnel to Bomb targets in Iraq, Syria* [online]. BreitBart, 10 Jun 2015. Available from: http://www.breitbart.com/ national-security/2015/06/10/pentagon-isis-using-tunnels-to-bomb-targets-in-iraq-syria/



* * *

5. L'avvento delle tecniche MASINT per l'individuazione delle cavità quali sorgenti-bersaglio fisse

Nell'*intelligence*, le tecniche di prospezione geofisica applicata alla ricerca di cavità sono quelle comunemente in uso civile, e tutte applicate in ambito militare. Sostanzialmente si tratta di metodi geoelettrici, geosismici, gravimetrici e radar a scansione laterale aviotrasportato secondo particolari geometrie di acquisizione. Sulla possibilità di applicazione nei rilevamenti "a terra", e loro efficacia, c'è da discutere, poiché si tratta di operazioni laboriose che difficilmente possono mettersi in atto durante una campagna militare, se non dopo l'occupazione del territorio e la sua, almeno parziale, bonifica (Fig. 73). A quel punto, però, la ricognizione sul terreno e l'informazione fanno la differenza. D'uso sempre più largo sono i rilevamenti da aereo, radar etc., che, oltre alle foto ad alta risoluzione, forniscono materiale interessante per la pianificazione delle operazioni mili-

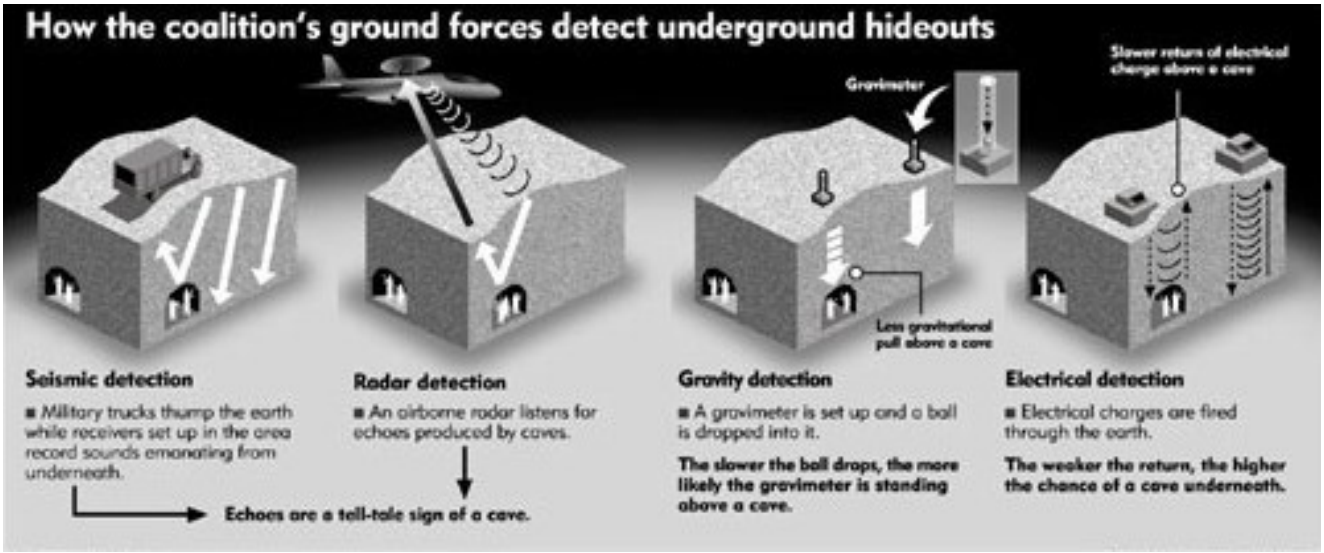


Fig. 73 – Sistemi per la ricerca di cavità, possibili rifugi di terroristi. Come si vede i metodi geofisici sono quelli noti: sismici, radar, gravimetrici, geoelettrici, con tutte le difficoltà – aggiungo – che questi comportano sia in campo che in fase d'interpretazione. Per questa ragione, gli esperti fanno maggior affidamento all'intelligence e alle squadre speciali, prima di dar corso ai bombardamenti.

tari. Ovviamente, molto dipende dalla morfologia del territorio, dall'acclività, etc., essendo naturalmente ben consci dei limiti strumentali che sono spesso notevoli. Per le aree carsiche, o comunque per aree in cui sono stati scavati rilevanti complessi di tunnel, i cui ingressi determinano scambi con l'atmosfera esterna, una tecnica interessante (ripresa aerea) è l'infrarosso termico. Una delle prime applicazioni, in ambito civile, su un'area carsica per eccellenza come quella del Carso Triestino, si svolse negli anni Ottanta dello scorso secolo in occasione dello studio geologico di fattibilità (sul quale lo scrivente lavorò per la parte geomorfologica) della prospettata "Zona Franca Industriale sul Carso" a cavallo del confine (ZFIC), tra Opicina (Italia) e Sesana/Sežana (allora in Jugoslavia, oggi in Slovenia), a seguito del protocollo economico del Trattato di Osimo dove l'Italia, sull'onda della situazione internazionale rinunciò alla sovranità sulla "Zona B".

L'infrarosso termico (commissionato all'allora Osservatorio Geofisico Sperimentale) fu particolarmente interessante in speleologia, giacché la creazione della mappa delle anomalie nella ZFIC evidenziò una buona corrispondenza con gli ingressi delle grotte note oltre a carsismi ipogei ipotetici ma ignoti. L'area della ZFIC, di valore ambientale nel contesto generale del Carso, fu uno dei cardini dell'opposizione dei triestini (oltre per la valutazione negativa in prospettiva economica) che sfociò in una storica protesta civile la quale cambiò il volto della politica locale, tanto che il progetto fu abbandonato.

Tuttavia, il dettaglio che la foto aerea può raggiungere, abbinato alla perizia dell'interpretatore, coniugato al lavoro d'*intelligence* e delle squadre dei corpi speciali infiltratesi in zona (assieme alla possibilità di esercitare pressioni sulle popolazioni locali e nell'interrogatorio ai prigionieri, secondo i limiti garantisti imposti dalle procedure emanate da strutture governative), sono fattori altrettanto importanti per l'individuazione degli ipogei utilizzati dal nemico; ciò almeno, da quanto emerge dalla letteratura specializzata. Si tenga presente che, in particolari condizioni, gli stati autorizzano "misure di sicurezza" che oltrepassano i limiti tradizionali di legge, si parla cioè di "tecniche potenziate d'interrogatorio" (come la "tortura dell'acqua" dopo l'attentato dell'"Undici Settembre" da parte del Congresso americano), fino all'uccisione mirata dei leader di

Al Qaeda, anche tentando mediante droni Predator nello Yemen e nel Pakistan, pur sollevando tali misure un dibattito (MAYER 2008)[126]. Nella fattispecie, la risoluzione ("Authorization for use of Military Force Against Terrorist") autorizzò il Presidente a usare la "necessaria e appropriata forza contro quelle nazioni, organizzazioni o persone che egli decida siano coinvolte negli attacchi dell'11 settembre 2001", che l'amministrazione Obama, in occasione dell'uccisione da parte di un commando SEAL di Osama bin Laden in Pakistan, giustificò come fondata sul diritto internazionale e confortato dalle consuetudini del diritto bellico (SEARCEY, 2011)[127]. Per contro nella guerra non-convenzionale moderna, il guerrigliero o terrorista, solitamente sostenuto dalla popolazione indigena, ha dalla sua parte la facile conoscenza dell'ubicazione delle cavità naturali e, ancor meglio, l'opportunità di scavare, in roccia o in terra, *tunnel rat*, gallerie, ricoveri, etc., anche avvalendosi di attrezzi di demolizione di facile reperibilità sul mercato in caso di rocce dure, disponendo gli ipogei in punti strategici e/o di difficile visibilità semplicemente in base alle sue necessità.

Ad ogni modo, le tecniche MASINT (acronimo di *Measurement and Signature Intelligence*), in particolare quelle della MASINT-geofisica, che è una branca, sono sempre più considerate dagli specialisti. Il MASINT si riferisce all'attività di raccolta d'*intelligence*, riconosciuta formalmente come categoria logico-classificatoria nel 1986 dall'US Department of Defense, e si traduce nelle informazioni atte a individuare obiettivi, tracce strumentali e sorgenti-bersaglio in ambito dinamico o fisso, come nel nostro caso le cavità. La MASINT-geofisica si occupa quindi genericamente, e per definizione, di "strutture interrate in profondità".

Questi insediamenti profondi non sono soltanto uno dei mezzi più semplici per occultare e proteggere le armi di distruzione di massa, comandi e strutture critiche (adattando cavità naturali, miniere in disuso, scavando

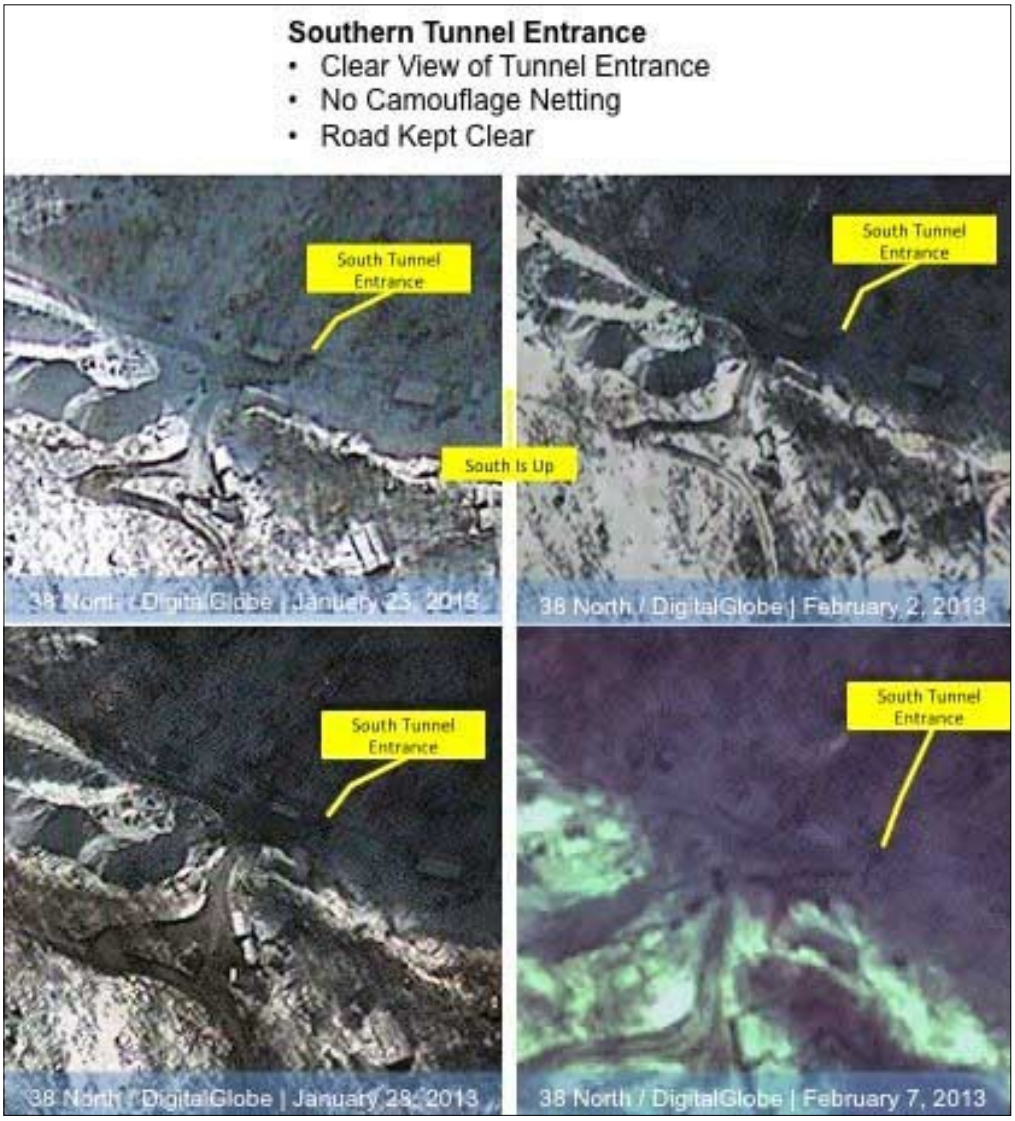


Fig. 74 – Scoperta di attività presso un tunnel nell'area di Punggye-ri (Corea del Nord), attribuibile alla ripresa di operazioni in vista di un possibile test nucleare. Foto satellitari 2013.

tunnel, etc.), poiché anche se senza far ricorso ad armi nucleari esistono efficaci bombe a penetrazione profonda con guida di precisione. Sono soprattutto strutture che, con un appropriato occultamento, evitano, o attenuano, il rilevamento della loro posizione da parte del nemico.

Scoprire le strutture è un requisito militare critico, in primo luogo mediante sensori iperspettrali (STRELAND, 2003)[128], ad esempio per rilevare il tenore di umidità del suolo, che può aiutare a discriminare l'esistenza di reti di mascheramento (a fogliame, etc.) stese per il camuffamento degli imbocchi delle cavità, mentre per l'infrarosso abbiamo già parlato. C'è ancora da tener presente che la tecnologia con sensori gravimetrici sta diventando sempre più appetibile in campo militare. Naturalmente, il nemico ha adottato contromisure, me-



Fig. 75 – Struttura del sistema operativo, ideato da Sahin ed Ercan, per il monitoraggio di sensori voce umana e localizzazione, in ambienti aspri e duri, impiantati su animali selvatici.

diante esche e richiami, come sorgenti di calore interrate, per confondere i sensori all'infrarosso, o depistare attraverso cavità vuote.

Le tecniche d'individuazione da foto satellitari di tunnel, consentono di monitorare attività militari parallele, quali il proliferare di possibili test nucleari. Recentemente, è stato provato come nel Test Site di Pungeeye-ri la Corea del Nord stia proseguendo nell'attività presso il tunnel meridionale (Fig. 74), con un nuovo tunnel, per un possibile test nucleare, contraddicendo le dichiarazioni nord-coreane e svelando camuffamenti (US-KOREA INSTITUTE AT SAIS, 2014)[129].

L'importanza della localizzazione "remota" di bande di terroristi o guerriglieri nascosti in ambienti aspri e disabitati, che scompaiono in grotte che garantiscono un impenetrabile rifugio a tutto svantaggio della sorveglianza aerea (satelliti, droni, etc.), ha fatto sì che si pensasse a sistemi di controllo e spia sicuramente non convenzionali. È il caso dei ricercatori turchi Yasar Guneri Sahin e Tuncay Ercan, che

hanno ideato un sistema di ascolto mediante micro-sensori installati su animali selvatici (e domestici) che, ipotizzano, sia produttivo. Questi, circolando nell'area prescelta, possono trasmettere voci e localizzazione *wireless* (Fig. 75) a insaputa dei soggetti d'interesse per l'*intelligence* e i servizi militari (SAHIN & ERCAN, 2008) [130]. Gli Autori (informatici di formazione), che considerano le cavità-rifugio dei "*blind spot*", si sono basati sui buoni risultati ottenuti in campo zoologico mediante collaudate tecniche di monitoraggio. Personalmente, avendo cacciato animali selvatici dagli ampi spazi liberi montani agli ambienti chiusi forestali, non credo possa trattarsi di un approccio "facile", stante la naturale propensione di questi animali (che è generalizzabile) a porsi a una distanza "di sicurezza" dall'uomo (che può essere molto elevata). Specie nelle condizioni di grande percettibilità determinate da umani con un comportamento privo di finalità atte a "nascondersi", soprattutto per quanto riguarda l'odorato e l'udito (secondariamente la vista), dagli animali stanziali, a differenza del cacciatore che è obbligato a una cerca e avvicinamento perentoriamente in favore di vento e minimizzando il rumore per sperare in un successo. Ciò anche se l'attuale micro-sensoristica presenta notevoli potenzialità quanto ad amplificazione etc., per questa tecnologia concettualizzata come "Animals as Mobile Biological Sensor for Harsh Terrains", con riferimento all'audio-spettrometria per rintracciare il "noise level" scansionato per la voce umana in abbinamento al tracciamento GPS. Gli Autori, a ogni modo, suppongono che tale tecnica possa essere maggiormente produttiva impiantando la sensoristica su animali di piccola taglia (roditori, etc), praticamente "invisibili" al nemico; tecnica che allo stato attuale appare ancora incerta e infruttuosa.

---

[126] - MAYER J., 2008: *The Dark Side: The inside story of how and war on terror turned into a war on American ideals*. Doubleday, New York, 392 pp.

[127] - SEARCEY D., 2011: *Killing Was Legal Under U.S. and International Law, Many Experts Say*. In "The Wall Street Journal", Morningstar Template, Dn, 6 May 2011.

[128] - STRELAND A.A., 2003: *Going deep: a system concept for detecting deeply buried facilities from space*. Air War College Air University, A Research Report Submitted to the Faculty in Partial Fulfillment of the Graduation Requirements 23 February 2003, 64 pp.

[129] - US-KOREA INSTITUTE AT SAIS, 2014: *38 North, Update on the North Korean Nuclear Test Site*. [online]. Available from: http://38north.org/2013/02/punggye021113/

[130] - SAHIN Y.G. & ERCAN T., 2008: *Detection of Hidden Hostile/Terrorist Groups in Harsh Territories by Using Animals as Mobile Biologcal Sensor*. Sensor2008, 8 (7), 4365-4383, doi 10.3390/s8074365, [online]. Available from: http://www.mdpi.com/1424-8220/8/7/4365/htm

* * *

6. Analisi di un caso recente: Afghanistan

Per comprendere bene le problematiche della guerra non-convenzionale di guerriglia e terrorismo, dove le cavità sotterranee hanno avuto un impatto notevole sulle strategie belliche, il caso recente dell'Afghanistan mostra come *intelligence* e dottrina, quest'ultima non necessariamente solo militare ma anche politica, e infine uso di "guerra mediatica", possa costituire, oggi, un esempio esaustivo.

Va premesso come l'Afghanistan, che in tempi moderni ha visto l'intervento delle truppe sovietiche dal 1979 al 1989 e dal 2001 quello delle forze armate degli USA e degli alleati della NATO con l'operazione "Enduring Freedom" in seguito all'attacco dell'"11 settembre" sul suolo nazionale, contrastati da guerriglieri e terroristi (JALALI & GRAU, 2001) [131], non sia un paese particolarmente ricco di grotte. La speleologia è a un livello basso, l'esplorazione delle grotte è stata perlopiù praticata nel corso di spedizioni straniere, le zone carsiche importanti sono, sostanzialmente, solo due. Ciò emerge da un'analisi bibliografica ragionata di Robert



Fig. 76 – Osama bin Laden nella zona delle grotte di Tora Bora; alle spalle si nota una piccola cavità.

Lee Hadden dell'*US Army Corps of Engineers Topographic Engineering Center*, chiaramente impostata sul problema militare (HADDEN, 2006)[132].

Tralasciando di inquadrare geologicamente l'Afghanistan, ai fini del presente articolo è sufficiente sapere che le zone carsiche tipiche sono dalla parte opposta dell'area che è stata teatro degli scontri con i Talebani, cioè verso e al confine con il Pakistan, fino alla ben nota fuga di Osama bin Laden, fondatore di al-Qaeda, che era nascosto in montagna, nelle cavità di Tora Bora (Fig. 76).



Fig. 77 – Soldati americani si apprestano a ispezionare un Karez nel Distretto di Maiwand, provincia di Kandahar, Afghanistan, calandosi in uno dei pozzi di aerazione del cunicolo sotterraneo per l'irrigazione.

La conformazione del territorio afgano è sufficientemente nota: se l'analisi critica delle mappe geologiche esistenti individua formazioni carbonatiche con litologie ove sono potenzialmente possibili fenomeni carsici ipogei, la letteratura scarseggia di tali riscontri (SCHINDLER, 2002)[133]. Tuttavia, cavità, in genere, sono apparentemente abbondanti in Afghanistan, utilizzate quali siti abitativi, religiosi, minerari e tunnel d'irrigazione. Sostanzialmente, però, si tratta cavità artificiali. Particolarmente vasta è la rete dei canali d'irrigazione sotterranei, denominati localmente "karez" (in lingua pasto, corrispondente ai "*qanat*" in arabo), sviluppata in ambiente rurale per la cattura della falda idrica a causa del clima arido-continentale o desertico che caratterizza gran parte del territorio (BEAUMONT *et al.*, 1989)[134], che fu utilizzata dalla guerriglia afghana fin dall'intervento sovietico (1979-1989) (o "Guerra russo-afghana") (Fig. 77). Pertanto correlare la litologia con gli specifici tunnel, è un compito molto difficile. In ambito militare ci si avvale in particolare d'immagini iperspettrali tarate per queste regioni aride. Nel caso di Tora Bora le litologie dominanti corrispondono a rocce metamorfiche, gneis e scisti, mentre sembra che alcuni tunnel esistessero, appunto, fin dall'invasione russa scavate dai *mujaheddin* afghani, e più recentemente ampliate ed estese da Al Qaeda con un *background* ingegneristico, usando tecniche minerarie idonee per *hard rock* o *soft rock*, in base alle condizioni geologiche (ZEČEVIĆ & JUNGWIRTH, 2007)[135].

Un quadro noto, poiché nei primi anni Ottanta agenti CIA degli Stati Uniti, durante l'"Operazione Ciclone", avevano aiutato i *mujaheddin* a rinforzare ed estendere le cavità artificiali per resistere agli invasori sovietici. Del resto, il giornalista palestinese con sede a Londra Abdel Bari Atwan aveva visitato Osama bin Laden a Tora Bora nel 1996, scrivendo poi come egli vivesse in una "umile grotta" (ATWAN, 2006)[136]: messaggio mediatico che avrebbe avuto una certa risonanza nel mondo mussulmano poiché fu in una grotta che il profeta Maometto ricevette le rivelazioni del Corano.



Fig. 78 – Dal 1979 al 1989, la 40a Armata Sovietica combatté contro i Mujaheddin in Afghanistan. Parte di questa guerra si svolse in cavità; nella foto, soldati sovietici all'ingresso di un tunnel.

I riscontri di operazioni militari in *tunnel rat* in Afghanistan sono dunque noti fin dall'epoca dell'intervento sovietico. L'apprestamento del citato chilometrico e diffuso sistema sotterraneo di raccolta d'acqua è antichissimo, alcu-

ni sostengono che gli agricoltori locali già lavorassero al sistema *karez* quando Alessandro Magno attraversò l'Afghanistan nel 328 a.C. Si tratta di un lavoro pericoloso, i pozzi, collegati da tunnel, raggiungono normalmente una profondità dai 9 ai 15 metri, toccando talora i 30 metri; mentre il sistema, necessita di costanti opere di consolidamento e manutenzione. Fin dall'antichità i *karez* sono stati usati dagli abitanti dei villaggi per ripararsi dagli invasori: cronisti afghani descrivono il loro utilizzo durante l'invasione degli eserciti mongoli di Gengis Khan nel 1221. Durante la Guerra russo-afghana le operazioni di guerriglia e contro-guerriglia sono abbastanza documentate, sia da testimonianze *mujaheddin* sia da parte sovietica (Grau & Jalali, 1998)[137], in particolare basate sul resoconto del ten. col. Bek (Bek, 1994)[138]. I guerriglieri *mujaheddin* utilizzavano le reti di *karez* per passare inosservati da e verso siti d'imboscate e posizioni di attacco, per contro i sovietici e le forze comuniste afghane tentavano di distruggere tale rete con dispendio di forze (Fig.78). Verso la metà degli anni Ottanta i sovietici, nella provincia di Paghman vicino a Kabul, crearono una scuola per soldati afghani alleati, forze speciali e genieri sovietici, per il combattimento in *tunnel rat* e la loro neutralizzazione. La procedura era semplice: dopo aver urlato nel pozzo di uscire, il passo successivo era gettare granate assordanti, poi s'interveniva facendo saltare in aria i tunnel. In particolare si usavano bombe e cariche in pozzo, o più spesso nei pozzi, che detonavano alla distanza di una frazione di secondo, creando una devastante sovrappressione; in base alla configurazione, i militari chiamavano questo sistema "stereofonico" o "quadrifonico".

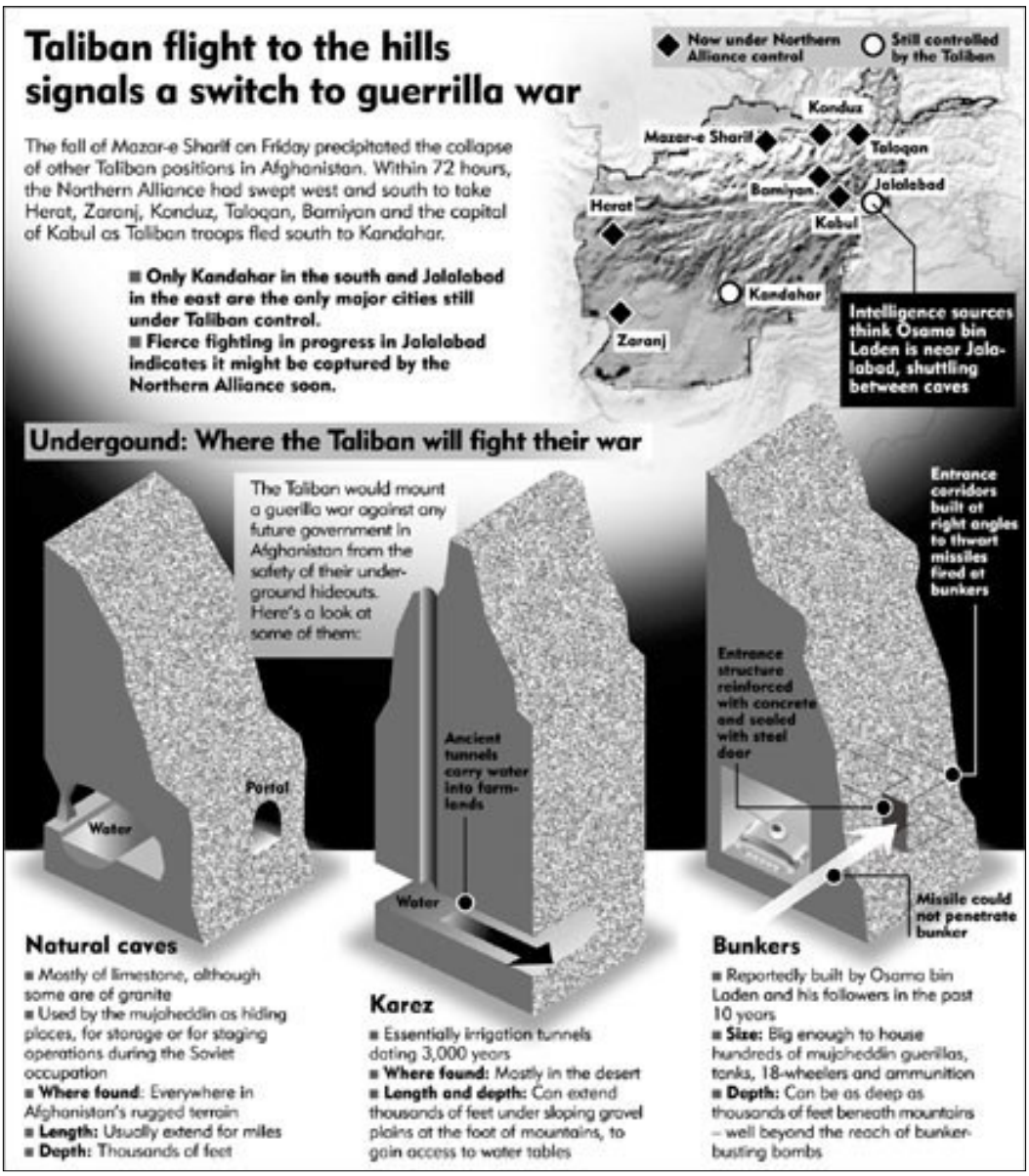


Fig. 79 – Raffigurazione, esemplificativa, della tipologia dei siti sotterranei utilizzati dal Talebani (e precedentemente dai Mujahideen) in Afghanistan; per la precisione le natural caves sono gran parte cavità artificiali (fonte: USA Today Web site, London Daily Telegraph, The Guardian, 2011).

Dopo, veniva lanciato un fumogeno che, stante l'ottima ventilazione del *karez*, indicava se il team di ricerca avrebbe dovuto indossare i respiratori o meno.
Il team era formato da 3-4 uomini, due avanzavano nel cunicolo e due guardavano le spalle per attacchi di sorpresa, mentre il capo, in testa, era legato a una gamba con una corda, utilizzabile per trascinare fuori materiale nemico o lui stesso nel caso fosse stato ferito o ucciso. Erano armati di coltelli, pistole e fucili d'assalto caricati con munizioni tracciati e fucili automatici/semi-automatici a canna liscia con torcia elettrica innestata. Un'arma psicologica era l'impiego della classica "candela romana", che, con il lancio combinato di forti segnali luminosi e sirena, stimola in nemico, ignaro, generalmente a coprirsi la testa con le braccia, divenendo facilmente aggredibile. Infine, si dà per certo l'impiego, nei *karez*, di lanciafiamme, benzina, gasolio, sostanze chimiche. Tanto che nella primavera del 1982 quando i sovietici entrarono nel villaggio di Padkhab -e Shana, intervenendo con questi metodi nei *karez*, 105 persone furono bruciate a morte, tra cui bambini, così che la popolazione civile decise di rifugiarsi in Pakistan: episodio che diede luogo a forti proteste umanitarie.



Fig. 80 – Operazione "Mangusta", 2003. Messa in sicurezza di una grotta sulle Adi Ghar Mountains (Afghanistan) da parte dei soldati della coalizione.

Grotte (naturali o artificiali), karez e bunker, sono stati dunque, dall'antichità a oggi, siti privilegiati e a "basso costo" impiegati alternativamente da guerriglieri e terroristi, o quali ricoveri delle popolazioni, per contrastare la superiorità militare delle forze armate esterne che, periodicamente, hanno invaso la regione (Fig. 79).
L'esperienza delle truppe sovietiche in Afghanistan, a sostegno della Democratic Republic of Afghanistan (DRA) di Babrak Karmal, impegnate nei territori controllati dai *mujaheddin* installatisi in grotte, doveva insegnare, come del caso della cosiddetta "Battaglia per le grotte di Zhawar", una serie di cavità tenute dal "Zhawar Regiment" *Mujaheddin* (GRAU & JALALI, 2001)[139]. La battaglia per espugnare le grotte, da parte delle forze sovietiche appoggiate da unità della DRA, si risolse favorevolmente, con la disfatta del *mujaheddin*. La DRA celebrò la caduta di Zhawar, ma Zhawar tornò in piena attività appena poche settimane dopo l'attacco. I *mujaheddin*, dopo essersi trovati intrappolati nelle grotte a fondo cieco, impararono a realizzare tunnel di collegamento. Al ritiro delle forze congiunte sovietiche-DRA, essi riaprirono le cavità fatte saltare, costruirono i collegamenti, le migliorarono e le allungarono di circa mezzo chilometro. A posteriori, la "Battaglia per le grotte di Zhawar" apparve come un esercizio bellico inutile ma, al momento, fu considerata la prova che la DRA poteva fronteggiare i *mujaheddin* dopo il ritiro sovietico. L'impegno militare speso per la ricerca e la distruzione dei covi talebani in cavità, in Afghanistan (BAHMANYAR & PALMER, 2009)[140], può



Fig. 81 – Esplosione di una grotta sulle Adi Ghar Mountains (Afghanistan) messa in atto da una pattuglia della coalizione; l'azione è dovuta ai soldati della Company 307th Engineers aggregata alla 82nd Airborne Division (U,S. Army).

essere esemplificato dalla "Operation Mangoose" del gennaio 2003 sulle montagne desertiche di Adi Ghar nel sud del paese. I soldati della coalizione intervennero nel "*cave clearing*" di oltre 75 grotte, a caccia di terroristi, bonificandole e, se necessario, distruggendole nel corso delle loro incursioni (Fig. 80). Nel corso dei combattimenti dell'operazione "Mangusta" furono uccisi 18 terroristi. La distruzione di diverse grotte, purtroppo, eseguita dagli Army engineers con esplosivo C4, si rese necessaria allo scopo di impedirne il riuso (Fig. 81). Tora Bora (in Pashto: "grotta nera") è un complesso di "grotte" situato nelle White Mountains dell'Afghanistan orientale, nei pressi del Khyber Pass (Fig. 82). La "battaglia di Tora Bora" è stata un impegno militare dal 12 al 17 dicembre 2001, durante le fasi della guerra in Afghanistan lanciata dagli Stati Uniti. L'azione militare a Tora Bora, come già ricordato, è nata dalla convinzione di Stati Uniti e alleati che Osama bin Laden fosse nascosto in quella località in un complesso di grotte. Fino a quel momento, le forze alleate, che già vantavano la distruzione di numerose posizioni talebane, avevano solo intercettato la voce di bin Laden nelle trasmissioni radio, giacché era sempre sfuggito. Come'è noto, Osama bin Laden sfuggì anche all'attacco a Tora Bora, per rifugiarsi nelle aree tribali del Pakistan ed essere individuato e ucciso appena un decennio dopo dai Navy Seals del Navy Special Warfare Development Group negli Stati Uniti nel maggio 2011.



Fig. 82 – Ubicazione dell'area di Tora Bora.

Nel 2001, Stati Uniti e alleati sospettano che un non ben definito complesso di grotte a Tora Bora fosse la posizione del quartier generale di Osama bin Laden.

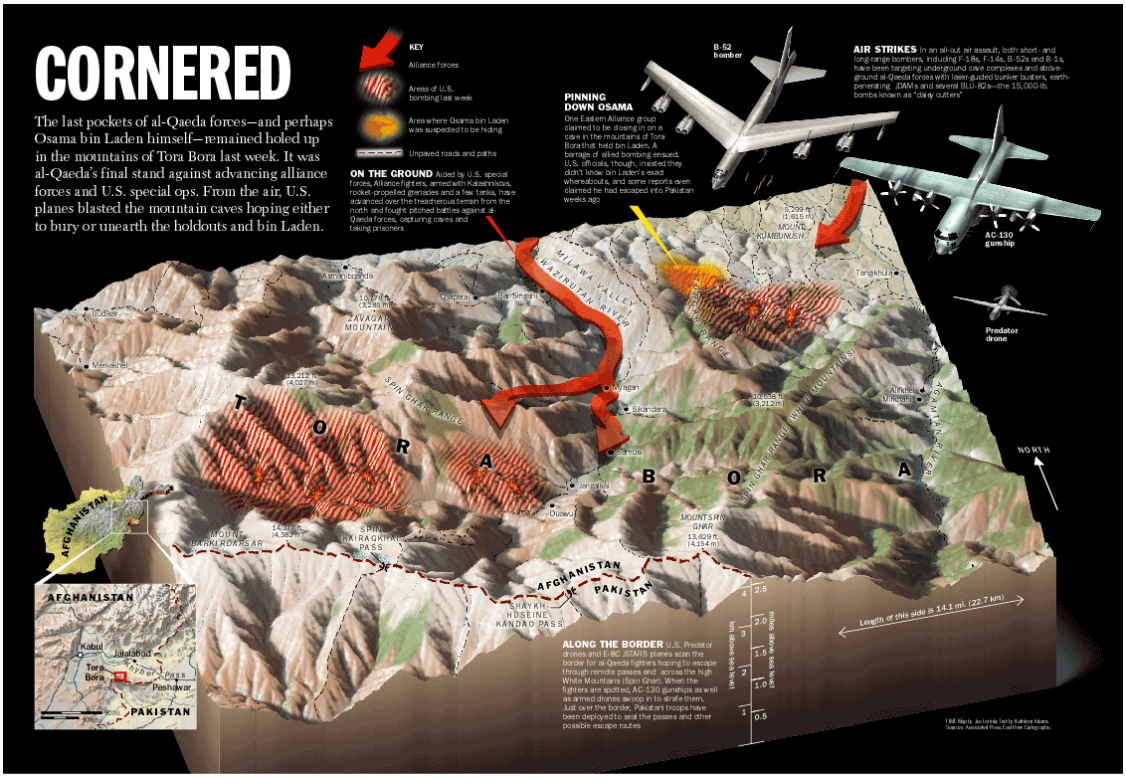


Fig. 83 – Attacco a Tora Bora: bombardamento aereo, con l'impiego di B-52, AC-130 e droni, contro le postazioni e le grotte di Tora Bora e direttrici delle forze di terra. Fonte: VT Veterans Today, Military and Foreign Affairs.

Si ipotizzò un complesso di grotte a più piani, autonomo come energia (idroelettrica dai torrenti di montagna), in grado di ospitare un migliaio di persone, equipaggiato con i missili Stinger lasciati nel 1980. Ciò, era trapelato da fonte governativa, ma il Segretario alla difesa americano Donald Rumsfeld non fece nulla per smentire, anzi, alimentò il sospetto che si trattasse di una cosa del genere.
Già il 3 dicembre iniziano le operazioni con il trasferimento di truppe speciali in zona, con scontri a fuoco, fino, una settimana più tardi, identificare i bersagli per iniziare la campagna di bombardamento aereo a sostegno delle forze di terra (Fig. 83). I combattimenti si svolsero su terreno difficile. Di fronte alla sconfitta, al-Qaeda negoziò una tregua con il comandante della milizia locale afghana per dar tempo di consegnare le armi, ma col senno di poi, alcuni critici – come l'ex agente CIA Berntsen nel suo libro (Berntsen & Pezzullo, 2005)[141] – ritennero che fosse uno stratagemma per consentire la fuga d'importanti figure dell'organizzazione terroristica tra cui lo stesso bin Laden. Come dichiarato dall'ex Delta Force "Dalton Fury" (pseudonimo), l'aggancio delle forze speciali con Osama bin Laden in fuga non avvenne per poco (Fury, 2011)[142]. Il bombardamento aereo fu pesante (Fig. 84), contro le posizioni fortificate in bunker e in grotte dai talebani, ma non risolutivo, tanto che Osama bin Laden, più tardi, parlerà di uno strapotere che si esaurì. Seguì l'attacco finale alle grotte di Tora Bora. Alla battaglia, oltre alle forze degli Stati Uniti e del Regno Unito, parteciparono milizie tribali, dell'Alleanza del nord, pagate e organizzate da CIA e paramilitari. Già il giorno 11 dicembre 2001 fu riferito, al giornalista Mattew Forney, che le forze alleate non avevano trovato grotte enormi ma solo piccoli avamposti e ipogei di scarso rilievo, ma che i tunnel dovevano essere notevoli nel cuore della montagna (Forney, 2001)[143]. Entro il 17 dicembre 2001 l'ultimo complesso di grotte era stato preso, trovando solo ipogei artificiali non delle proporzioni ipotizzate (Fig. 85), mentre una parte dei difensori era fuggita (Weawer, 2005)[144]. Si parlò, quindi del "mito della fortezza". Si ritiene che circa 200 combattenti di al-Qaeda siano sati uccisi, con un numero imprecisato di combattenti tribali anti-talebani, mentre non ci sono dati per le forze della coalizione (Kerry, 2009)[145]. Gli analisti, a ogni modo, sono concordi nell'affermare che il terreno dell'operazione militare era "incredibilmente difficile" cui si aggiunsero condizioni atmosferiche "inclementi", come specifica Krause (2008)[146] nella sua estesa disamina su Tora Bora. Nello specifico, le grotte teorizzate si rivelarono essere piccole cavità che potevano ospitare al massimo in paio di centinaia di combattenti, senza i servizi ipotizzati, che furono paragonate a modesti bunker (King, 2010)[147], come del resto fu riferito già in una relazione al Senato degli Stati Uniti del 2001. Tuttavia, la storia ha mostrato come le grotte, che dalla documentazione esistente si possono classificare come "cavità artificiali" (o perlopiù di questo tipo), pur di proporzioni modeste siano state funzionali, per lungo tempo, per le operazioni terroristiche e strategicamente rilevanti durante le operazioni militari per espugnarle. Altre notizie su Tora Bora e l'argomento specifico delle grotte si possono trovare negli articoli, consultati, di Cordesman (2002)[148], Coghlan (2007)[149] e Bergen (2009)[150].
Nel conflitto permanente dell'area afgana (terra di mezzo tra l'insurrezione taleban e lo jihadismo), cambiano i protagonisti ma le posizioni sono le stesse: giugno 2017 le forze dell'ISIS conquistano Tora Bora con il complesso di grotte (The Guardian, 2017)[151] e successivamente vengono ricacciati indietro dalle forze afgane che riprendono il controllo della zona montuosa, tanto che il gen. Dawlat Waziri portavoce



Fig. 84 – Bombardamento aereo a Tora Bora.



Fig. 85 – Una delle cavità di Tora Bora utilizzata dai Talebani, complesso d'ipogei nell'Est dell'Afganistan nelle White Mountains presso Safed Koh, approssimativamente 50 km a ovest del Khyber Pass, che porta al Pakistan.

del ministro della difesa afgano riferisce sulle operazioni di *clearing* nelle grotte. In precedenza, il *commander US in top* in Afghanistan gen. John Nicholson aveva dichiarato che nei combattimenti di aprile, per il controllo delle grotte, si fece largo uso di armi convenzionali (SULTAN, 2017)[152].

---

[131] - JALALI A.A. & GRAU L.W., 2001: *Afghan Guerrilla Warfare. In the Words of the Mujahideen Fighters*. MBI Publishing Company, 427 pp.

[132] - HADDEN R.L., 2006: *Adits, Caves, Karizi-Qanats, and Tunnels in Afghanistan: An Annotated Bibliography*. Topographic Engineering Center November 2005, US Army Corps of Engineers, Alexandria, 80 pp.

[133] - SCHINDLER J.S., 2002: *Afghanistan: Geology in a Troubled Land*. GeoTimes, February 2002. Vol. 47, n. 2, p. 15-18.

[134] - BEAUMONT P., BONINE M.E., MCLACHLAN KEITH S. & MCLACHLAN A., 1989: *Qanat, Kariz, and Khattara: Traditional Water Systems in the Middle East and North Africa*. London: Middle East Centre, School of Oriental and African Studies, University of London, England: Middle East & North African Studies Press, 305 pp.

[135] - ZEČEVIĆ M. & JUNGWIRTH E., 2007: *The influence of geology on battlefield terrain and it's affects on military operations in mountains and karst regions: examples from ww1 and Afghanistan*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, v. 19, p. 57-66, Zagreb.

[136] - ATWAN A.B., 2006: *The Secret History of Al Qaeda*. University of California Press, 256 pp., ed it. 2010, La storia segreta di Al Qaeda. Roma, Eurilink.

[137] - GRAU L.W. & JALALI A.A., 1998: *Underground Combat: Stereophonic Blasting,Tunnel Rats and the Soviet-Afghan War*. Engineer. FMSO. Available from: https://community.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/fmso-monographs/200606

[138] - BEK A., 1994: *Smertel'naya volna: Podzemnaya voyna v Afganistane* [Deadly wave: *Underground combat in Afghanistan*]. Soldat udachi [Soldier of Fortune], November issue, p. 4.

[139] - GRAU L.W. & JALALI A.A., 2001: *The campaign for the caves: the battles for Zhawar in the Soviet-Afghan War* [online]. *The Journal of Slavic Military Studies*, v. 14, September 2001, n. 3. Available from: http://fmso.leavenworth.army.mil/documents/ zhawar/ zhawar.htm

[140] - BAHMANYAR M. & PALMER I., 2009: *Afghanistan cave complexes 1979-204. Mountain Strongholds of the Mujahideen, Taliban and Al Qaeda*. Strike-Hold, Osprey Publishing, 67 pp.

[141] - BERNTSEN G. & PEZZULLO R., 2005: *Jawbreaker: The Attack on Bin Laden and Al-Qaeda: A Personal Account by the CIA's Key Field Commander*. Hardcover ed., 328 pp.

[142] - FURY D., 2011: *Kill Bin Laden: a Delta Force Commander's account of the hunt for the world's most wanted man*. St Martin's Paperbacks ed., 359 pp.

[143] - FORNEY M., 2001: *Inside the Tora Bora Caves*. Time magazine, December 11.

[144] - WEAWER M.A., 2005: *Lost at Tora Bora*. The New York Time Magazine, September 11.

[145] - KERRY J., 2009: *Tora Bora Revisited: How We Failed to Get Bin Laden and Why It Matters Today*. Report to Members of the Committee on Foreign Relations, United States Senate, John Kerry, Chairman. One Hundred Eleventh Congress, First Session, November 30th, 2009. Washington: U.S. G.P.O.

[146] - KRAUSE P.J.P., 2008: *The Last Good Chance: A Reassessment of U.S. Operations at Tora Bora*. Security Studies, Vol. 17, p. 644-684.

[147] - KING L., 2010: *Fighting erupts in Afghanistan's Tora Bora mountains between NATO, insurgent forces*. Los Angeles Times, December 30, 2010.

[148] - CORDESMAN A.H., 2002: *The Lessons of Afghanistan: War Fighting, Intelligence, and Force Transformation*. Washington, D.C., CSIS Press.

[149] - COGHLAN T., 2007: *Taliban fighters back in caves of Tora Bora*. The Telegraph, 18 Jun 2007.

[150] - BERGEN P., 2009: *The Battle for Tora Bora*. New Republic, December 22.

[151] - THE GUARDIAN, 2017: *Isis captures territory around former Bin Laden stronghold in Afghanistan*. The Guardian, 14 June 2017 [online]. Available from: https://www.theguardian.com/world/2017/jun/14/isis-afghanistan-taliban-tora-bora-osama-bin-laden

[152] - SULTAN A., 2017: *Islamic State says they have captured Afghanistan's Tora Bora caves*. Reuters Canada, June 15, 2017 [online]. Available from: http://ca.reuters.com/article/topNews/idCAKBN1960Z6-OCATP

* * *

7. Analisi complessiva e scenari futuribili

Anche se il caso dell'Afghanistan mostra un quadro moderno di come l'*intelligence* e dottrina militare e politica possa contrastare difese e guerra mediatica da parte di guerriglieri e terroristi, lo sviluppo di tecnologie avanzate, che si rendono disponibili a medio periodo, e la loro parziale accessibilità sul mercato globale (specie nelle applicazioni non rigorosamente militari e protette), fa comprendere come la materia sia in continua evoluzione. Perciò il presente saggio, necessariamente, portando anche l'esperienza del passato, fa il punto della situazione attuale, dimostrando come questa si evolva nel tempo grazie alla tecnologia, sfiorando analisi futuribile su possibili scenari geopolitici.

Del resto, le cavità non hanno mai perso interesse, anche in tempo di pace, per un loro uso strategico e militare. Anzi, la cosiddetta "guerra sotterranea" ha accompagnato l'umanità fin dai tempi più remoti (Triolet & Triolet, 2011)[153], in particolare nelle "guerre locali" o assimilabili alla guerriglia (Kempe, 1988[154]; Caldwell *et al.*, eds, 2007[155]). Addirittura, c'è chi ha correlato le tecniche di guerra in cavità sul fronte dell'Isonzo nella Prima Guerra Mondiale con quelle adottate nei *tunnel network* dell'Afganistan (Zečević & Jungwirth, 2007)[156], ma, sotto il profilo della strategia, il confronto non pare del tutto consono. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, con l'emergenza della Guerra Fredda tra Stati Uniti e Unione Sovietica il governo americano s'interessò sulle possibilità offerte dalle cavità naturali del Missouri (Weaver, 2008)[157]. Nel 1940 l'amministrazione dell'U.S. Navy attuò un *survey* di circa 300 grotte per l'eventuale localizzazione di un "Jet Propulsion Laboratory", denominato "Project Cavern", segreto fino al 1951. Nel 1960 il Missouri Civil Defense Agency attuò invece uno studio su "Mine and Cave Fallout Shelter Survey", con una lista di 212 grotte, per la protezione da un attacco nucleare.



Fig. 86 – Una cavità delle montagne dell'Afghanistan utilizzata dai Talebani (chiaramente già "bonificata"), in cui si appresta entrare un soldato delle forze alleate.

Qual è il reale rapporto fra la speleologia e l'attuale utilizzo di cavità? Innanzitutto, si deve considerare come le grotte naturali oggi siano le meno utilizzate tra le cavità in genere, o vantaggiose solo in aree remote, ove la presenza umana è molto limitata, mentre assai spesso il loro ruolo si riduce alla stregua di nascondigli, perlopiù temporanei o con carattere di provvisorietà. C'è inoltre il problema della posizione delle cavità naturali, che è necessario conoscere; e se essa è nota da una parte dello schieramento, può esserlo anche dalla controparte nel caso di dati archiviati. Poi, obiettivamente, le cavità naturali, che non sempre si trovano dove strategicamente servirebbero, possono avere accessi visibili difficilmente mascherabili, come pure una praticabilità e logistica inadatta a soggiorni prolungati. E ciò si limita al caso di cavità naturali definibili "accessibili",



Fig. 87 – Un'operazione di "Clearing caves" in Afghanistan condotta dalle forze americane: una fase pericolosa nella guerra ai terroristi di al Qaeda, moderne tecnologie come visori notturni nel buio totale delle grotte qui non funzionvano, per cui i piccoli gruppi di soldati sono costretti a operare con torce elettriche montate sulle armi leggere individuali per cacciare il nemico.

escludendo pozzi e antri impercorribili. Vale poi la regola che le cavità naturali solitamente rivestono interesse per una sola delle parti in conflitto, e di norma in quei paesi dove la speleologia è arretrata (sempre che la conformazione geologico-carsica ne consenta l'esistenza), giacché gli utilizzatori, sostenuti dalle popolazioni locali, hanno così modo di conoscerle garantiti che questi nascondigli siano ignoti agli enti statali o scientifici. Ad ogni modo si rimarca che l'individuazione e l'eliminazione di basi in cavità, in terreni ostili e poco conosciuti, sono operazioni pericolose e solitamente affidate, negli eserciti tradizionali, alle forze speciali (Fig. 86): il caso dell'Afghanistan insegna, dove in questo tipo di missioni, ad alto rischio, non sempre la tecnologia aiuta (Fig. 87). Spesso tale obiettivo si raggiunge preventivamente, tanto che la pratica di rendere inutilizzabili grotte al nemico (Fig. 88) è diventata usuale; ove possibile, onde ridurre il rischio, le truppe di terra si fanno precedere da un attacco aereo con bombe "intelligenti" (*smart bomb*) cioè bombe guidate elettronicamente e con alta precisione (Fig. 89). Nella "Operation Cave Dweller" del 2007 i marines americani, nella parte occidentale del Fiume Eufrate (Iraq), hanno cercato sistemi di grotte (e siti simili), sospetti, o di possibile uso da parte degli oppositori, impiegando anche cani da lavoro (Fig. 90); durante la missione hanno mappato, rinvenuto nascondigli con armi e, dove si riteneva utile, fatto saltare con esplosivi gli ingressi delle cavità (Heiser, 2007)[158]. Oggi, la cosiddetta "guerra sotterranea" si è evoluta, e così anche nelle attrezzature specifiche delle forze speciali: sistemi d'illuminazione individuali, visori, protezioni, soppressori etc., agevolano l'operatore (Fig. 91), sebbene la pericolosità delle operazioni non è diminuita, dai tempi dei "*Tunnel rats*" in Vietnam. In questi ultimi anni sono stati messi in campo anche piccoli robot, per farli avanzare nelle cavità a rischio (Fig. 92), anche se – come ricordato – i cani da lavoro militari affidati a un buon conduttore rimangono insostituibili (Fig. 93). Nella cosiddetta "guerra sotterranea", ai robot è richiesta una notevole capacità operativa (Defense Update, 2014/b)[159]. Estendere le capacità operative in ambiente sotterraneo (SBT OE) del "Rapid Equipping Force" (REF) dell'esercito degli Stati Uniti, ha significato porre una sfida all'industria per fornire una gamma di soluzioni per migliorare la mobilità urbana, e non, proprio con attrezzature robotiche. Talvolta il robot deve operare in condizioni di spazio ristrette, nei tunnel, poter essere controllato anche a grande distanza e fornire un orientamento efficace anche oltre la linea di vista. La comunicazione *wireless* con il robot è uno di questi problemi, che richiede l'implementazione di ripetitori per estendere la sua gamma; anche l'orientamento senza GPS è una sfida, che può essere risolto con la mappatura dello spazio sotterraneo, pur richiedendo, questo processo, tempo. I *crawler* a terra ("insetti" o "serpenti" come robot) (Fig. 94) devono essere in grado di supportare questa sfida e riportare gli *input* sensoriali necessari (sonar, scanner laser, etc.) migliorando anche la comunica-



Fig. 88 – Un soldato americano controlla il dispositivo della carica per far esplodere una cavità che potrebbe esser utilizzata come nascondiglio di armi da parte dei terroristi nella zona di Rawah (Iraq).

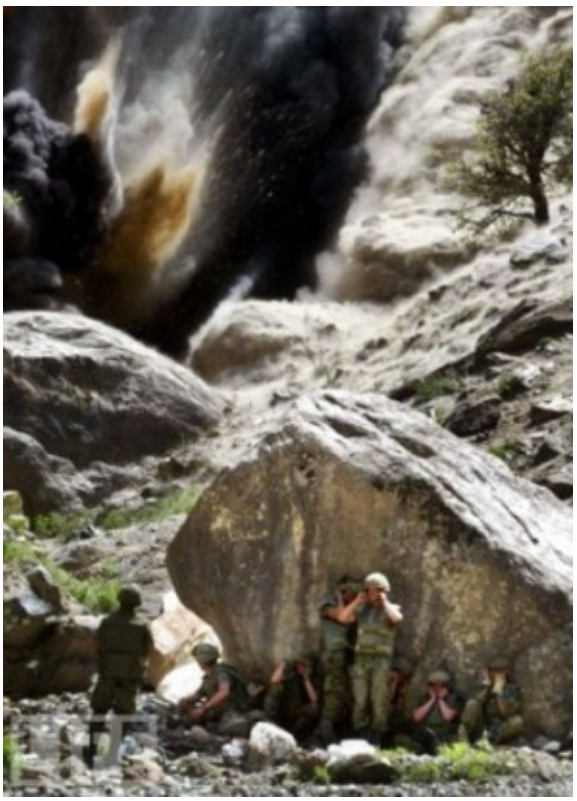


Fig. 89 – Sono passati dieci anni dall'operazione "Enduring Freedon" ma la ricerca dei covi di al Qaeda è mai stata interrotta. Nella foto, soldati della Canadian Armys 12 Field Squadrn I Combat Engineer Regiment trovano copertura mentre fanno esplodere una caverna in Afghanistan, che l'Intelligence supponeva fosse l'ultimo nascondiglio di Osama bin Laden, già centrata in precedenza con un JDAM (Joint Direct Attak Munition), "bomba intelligente", sganciato dall'aviazione americana.



Fig. 90 – Marines (uno fornisce sicurezza mentre l'altro esplora) impegnati nelle aree carsiche desertiche dell'Eufrate (Iraq) durante la "Operation Cave Dweller", con l'obiettivo di individuare nascondigli del nemico e distruggerli.



Fig. 91 – Marinai e controller di combattimento dell'aeronautica U.S. nel complesso di grotte nei pressi di Jilavur (provincia di Sahke, Takistan), nel corso di un'operazione strategica ordinata dal National Security Council per la cattura di obiettivi di alto valore (2011). Il personale delle forze speciali è modernamente attrezzato per ricognizione e combattimento nella cosiddetta "guerra sotterranea".

zione, la navigazione e la consapevolezza della situazione al *controller*. I robot hanno avuto un'impennata nel loro impiego, che non è solo strettamente militare, ma si adatta anche alle operazioni delle forze dell'ordine, come nel caso della lotta alla droga lungo il confine USA-Messico (Fox News World, 2014)[160] (Fig. 95). Dopo l'attacco proveniente da Gaza nel 2006, gli studi in tal senso hanno avuto un'impennata. Il rilevamento da robot in



Fig. 92 – Un robot miniaturizzato ed efficiente ispeziona un tunnel rat.



Fig. 93 – Un sergente della U.S. Air Force, conduttore del cane da lavoro militare "Blek", in ricognizione nell'area della Zirat Mountain (Waza Wwar District, provincia di Paktika, Afghanistan), con lo scopo di trovare e distruggere nascondigli e nemici in cavità.

sotterraneo, infatti, indipendentemente dall'abbassamento della soglia di sacrificio del soldato in condizioni estreme, è propedeutico alla valutazione dei tunnel nemici e alla controffensiva, come, per esempio (dall'esperienza di Israele), la tranciatura, l'inondazione delle aree sospette, etc., per la loro disabilitazione.
Data l'odierna maggior facilità di scavo nel sottosuolo, grazie ai progressi dell'ingegneria e della tecnica, è divenuto meno oneroso, rispetto al passato, realizzare tunnel a scopo militare. La strategia del "*tunnelling*", poi, nell'arte militare affonda le sue radici nel tempo, come si è visto già con le gallerie di mina e contromina, inizialmente per accendere fuochi per far crollare le mura di difesa, poi con l'avvento della polvere da sparo innescare esplosioni.
La recente "guerra dei tunnel" fra Israele e Hamas è una dimostrazione di come le tecniche di *tunnelling* possano trovare espressioni massime sia per il rifornimento di merci che per l'attacco in territorio nemico (Fig. 96). D'altronde, fattualmente nessuna tregua fra le parti belligeranti può arrestare il mantenimento, l'implementazione o il recupero di un *underground*, come sotto Gaza, che si è dimostrato assai proficuo nei conflitti "aperti" e "permanenti" come quello israeliano-palestinese (Fig. 97). Una strategia che si espande al seguito dell'aumento dell'attività terroristica nell'intera area (Jewis Virtual Library, A Pro-

JECT OF THE AMERICAN-ISRAELI COOPERATIVE ENTERPRISE, 2014)[161]. Operatori di *Intelligence* confermano (AOUADI, 2014)[162] che le autorità di sicurezza algerine nel 2014 hanno dichiarato ufficialmente la scoperta dei tunnel segreti di collegamento tra Algeria, Libia e Tunisia per diversi chilometri che sono stati utilizzati da terroristi per muoversi, proteggersi e trasportare armi ed altri materiali strategici tra i tre paesi. L'obiettivo era



Fig. 94 – Robot tipo "serpente" per l'utilizzo in tunnel angusti, con una copertura 3D, telecamere stereo e sensori inerziali. Può trovare autonomamente la via del ritorno fino al punto d'ingresso.



Fig. 95 – Robot ampiamente usati dalle forze dell'ordine nella lotta alla droga in California e Arizona lungo il confine messicano, e che trovano un più vasto impiego militare.

di formare una logistica e un supporto di base sotterraneo per gli jihadisti di tutto il Maghreb e la Regione del Sahel e in particolare per quelli di ritorno dalla Siria, attraverso la Libia, al fine di eseguire operazioni di destabilizzazione all'interno dell'Algeria. Forze dell'esercito algerino in accordo con le autorità tunisine hanno monitorato l'intera zona confinaria con Tunisia e Libia, dopo la scoperta dei tunnel, con estrema cautela per evitare le trappole esplosive lasciate dai terroristi prima di fuggire. *Task forces* militari, tunisini e algerini, hanno poi proceduto al bombardamento aereo di sospetti terroristi che tentavano di fuggire.

Con la cessazione d'uso della cavità artificiale, e sostanzialmente il suo abbandono, essa perde d'attualità e d'interesse, divenendo perciò campo della "speleologia in cavità artificiali" (la branca della speleologia che si occupa degli ambienti sotterranei non naturali d'interesse storico e antropologico). Non esiste un limite temporale, inteso come vetustà del sito, per inquadrare le indagini conseguenti alla realizzazione degli obiettivi della "speleologia in cavità artificiali", che sono d'individuazione geografica e tipologica, delle tecniche impiegate, dell'analisi degli scopi primari e secondari che hanno motivato la costruzione e lo scavo, e comparative tra lo *status* territoriale attuale e quello antecedente l'opera ipogea. Pertanto, opere artificiali in sotterraneo, come quelle dei tunnel di Gaza, rimaste accessibili dopo una fase di conflitto militare, dismesse, teoricamente rientrerebbero subito negli interessi della branca, obiettivamente però ai limiti di un interesse concreto. In proiezione futura, però, l'eventuale "riscoperta" di questi ipogei coglierebbe gli scopi speleologici. Del resto, ai fini del presente saggio, neanche una distinzione tra "rifugi sotterranei" e "gallerie di guerra" (TRIOLET & TRIOLET, 2013)[163] riveste una particolare utilità. Come si è detto, però, tutto ciò, nei conflitti "aperti e permanenti" è sostanzialmente privo d'interesse: già nell'ottobre 2014 si è scoperto che Hamas stava ricostruendo i cosiddetti "tunnel di attacco" (MILLER, 2014)[164] (Fig. 98). Questo poiché sul piano strettamente militare l'interesse per i tunnel da parte palestinese è tuttora alto visto che in passato tale tecnica fu utilizzata da Hamas, con successo, per infiltrazioni nel territorio israeliano, anche se contrastata dall'*Intelligence* militare di Israele e combattuta mediante raid aerei mirati (laddove non si valutassero danni collaterali o a civili israeliani) che intervenivano immediatamente dopo la segnalazione (MIDDLE EAST EYE, 2014)[165] (Fig. 99).

Detto ciò, la funzione militare di cavità, soprattutto come opere del sottosuolo, di cui una parte sono definite con il termine militare e ingegneristico di "caverne" per la loro vastità, è in continua espansione, così come lo studio di bombe, e altri mezzi, per penetrare al loro interno, oltre le eventuali corazzature, e distruggerle. Oggi si parla sempre più di UMFs (Underground Military Facilities), cioè basi sotterranee o DUMB bases (Fig. 100), che hanno il vantaggio di ridurre la vulnerabilità in modo ambientalmente amico, e così pure costi e manutenzione. Le funzioni sono di basi militari di terra, navali e aeree, oltre a centri di comando, stoccaggio di munizioni e magazzini. Sempre oggi, la penetrazione delle bombe in profondità è elevata, e valutata in MOP (Massive Ordnance Penetrator); una bomba GPS-guidata tipo GBU-28 può penetrare per 6 metri

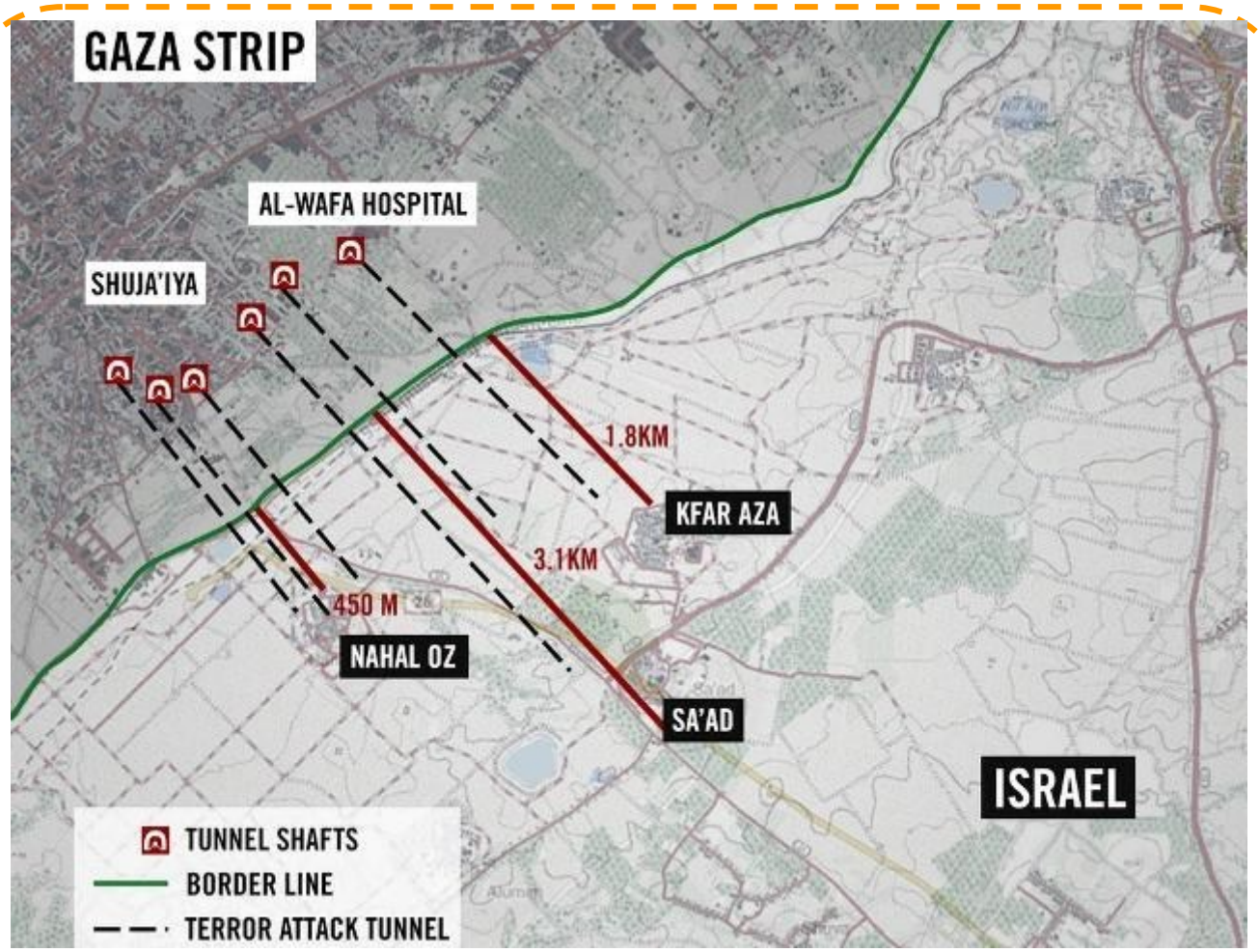


Fig. 96 - "Tunnel del terrore" dalla Striscia di Gaza che penetrano in territorio israeliano (fonte israeliana).

nel cemento e altri 30 metri in terra, ma è stata testata una MOP GBU-57A/B di 30.000 lb, lanciabile da un bombardiere B-2, che può raggiungere i 200 ft (circa 60 m) prima di esplodere. Il bombardamento aereo, spesso, è dunque uno dei mezzi maggiormente idonei per colpire gli accessi alle installazioni sotterranee. Un esempio recente può essere fornito dalla Libia. Imponenti furono le opere sotterranee realizzate in Libia durante la dittatura di Muammar Gaddafi. Ossessionato dai problemi della sicurezza personale Gaddafi fece costruire centinaia di miglia di tunnel connessi al compound dei suoi edifici. Sempre in Libia, importanti installazioni sotterranee furono realizzate a scopo militare. Si ricorda, nel luglio 2011, durante la rivolta contro il dittatore conclusasi con la sua morte (17 febbraio – 20 ottobre 2011), nell'ambito delle operazioni *Unified Protector* aerei NATO hanno colpito un complesso militare nei pressi di Wadi Turghut (Libya), circa 50 km SE da Tripoli, formato da una rete di tunnel in terreno montagnoso che, secondo i funzionari NATO, era utilizzato per stoccare grandi quantità di equipaggiamento militare da parte delle forze pro-Gaddafi (GLOBAL SECURITY ORG, 2011) [166] (Fig. 101). Recen-



Fig. 97 – Lavoratori palestinesi durante la ricostruzione di un tunnel di contrabbando lungo il confine con l'Egitto nel sud della Striscia di Gaza.

te è l'impiego di una bomba ancora più potente, la Massive Ordnance Air Blast GBU-43/B con esplosivo equivalente a 11 tons di TNT, sganciata il 13 aprile 2017, ora locale 17:32, su un obiettivo del distretto di Achin, provincia di Nangarhan in Afghanistan (zona di confine col Pakistan), dagli USA in accordo con il governo afgano, dove, secondo il Pentagono, si trovava un labirinto di tunnel usato dai militanti ISIS (e prima ancora da al Qaeda), provocandone la distruzione (ACKERMAN & RASMUSSEN, 2017)[167].



Fig. 98 – Rafah (Striscia di Gaza): lavoratori palestinesi pregano durante la ricostruzione di un "tunnel del terrore".

Sull'altro versante, sempre più s'implementano sistemi di valutazione preventiva, come rilevamento dallo spazio e prospezione geofisica, per perseguire le necessità militari di ottenere dati, il più possibile certi, sugli spazi ipogei della controparte, studiando la materia in modo multidisciplinare. Da citare le analisi GIS per quantificare l'eterogeneità spaziale delle cavità e valutare il potenziale geologico e la loro distribuzione, che, specificatamente, si pubblicano si riviste miliari (GROSS *et al.*, 2004)[168]; ovvio, qui si entra nel campo della "*prediction*" e c'è un dibattito in atto sul loro grado di, più che attendibilità, utilità.

Un importante mezzo di ricerca delle cavità è stato introdotto con l'impiego dell'aeromobile a pilotaggio remoto o APR, comunemente noto come "drone", cioè un velivolo caratterizzato dall'assenza del pilota umano a bordo. Il suo volo è controllato dal computer a bordo del velivolo, sotto il controllo remoto di un navigatore o pilota, sul terreno o in un altro veicolo. L'utilizzo dei droni è ormai consolidato per usi militari, con finalità di telerilevamento e ricerca e, inoltre, in tutti i casi in cui tali sistemi possano consentire l'esecuzione di missioni "noiose, sporche e pericolose" (*dull, dirty and dangerous*) spesso con costi minori rispetto ai velivoli tradizionali. Fin dai primi anni di sviluppo della tecnologia, dai modelli di elevate dimensioni, la maggior parte degli APR è stata utilizzata per scopi militari, per arrivare a quelli dell'ultima generazione, caratterizzati da tecnologie avanzate e da sensori miniaturizzati, che permettono il controllo da remoto della missione senza perdere vite umane in aree di teatro molto pericolose. Gli APR utilizzati per scopi bellici possono essere attrezzati con armamenti o, più semplicemente, con sensori di ripresa che permettono l'invio in tempo reale, notte/giorno, alla stazione di controllo che è posta a decine di chilometri di distanza. Ancora una volta si riporta l'esempio di Tora Bora. Il bombardamento, avvenuto sui bersagli selezionati, per poi controllarli dalle truppe di terra, si è basato sui dati della precedente sorveglianza di droni Predator, oltre che dai satelliti e sulle informazioni avute dai locali. Ciò per individuare le grotte che potevano essere utilizzate dai talebani combattenti di al-Qaeda. I satelliti non sono molto efficaci nel trovare individui o piccoli gruppi. Maggiori successi si sono avuti dai droni, per la ricerca di tracce di veicoli, percorsi pedonali logorati da frequentazione e calpestio, fuochi da campo e scarichi dei generatori; tutti segnali che possono portare a una cavità come al suo immediato esterno. Aerei da ricognizione sono stati dotati di sensori per il rilevamento del calore e telecamere a infrarossi in grado di avvistare gli obiettivi tattici, come piccoli gruppi attorno a un fuoco da campo nei pressi di una grotta. Le telecamere hanno fornito immagini in tempo reale. A ogni modo, scoperta e controllo dei tunnel da immagini satellitari sono fondamentali per l'*Intelligence*, e il mezzo più rapido per verificare l'esito delle azioni aeree, consentendo di valutarne i risultati.



Fig. 99 – Screenshot di un video dell'esercito israeliano dell'attacco a un tunnel palestinese di Gaza. Si vedono i palestinesi armati sciamare dal tunnel segreto; l'azione si è conclusa, alcuni secondi dopo, con il bombardamento mirato e risolutivo.

Un buon esempio è dato dalla base di Darunta (Jalalabad, circa 120 km a est di Kabul) ricostruita su un campo realizzato ancora dalla CIA nei primi anni '80. Secondo un rapporto, era il campo "Abu Khabab", di bin Laden, in cui si sviluppavano sostanze chimiche, veleni e altre tossine, dove dalle immagini si vedevano bene gli ingressi dei tunnel (Fig. 102). Immagini del 2001 mostrarono che il campo era stato colpito dagli aerei della coalizione (GLOBAL SECURITY ORG., 2000-2014)[169]. Un aspetto parallelo al tema del presente articolo è rappresentato dall'impatto ambientale delle basi militari sui *Karst*; problema che è stato affrontato efficacemente, per esempio, negli Stati Uniti (oltre 4.200 proprietà del DoD Department of Defense, contemplate nell'IRP Installation Restoration Program). Negli USA ci sono molti dati pubblici (poiché la segretezza è applicata esclusivamente laddove e nei casi in cui effettivamente serve) sulle basi militari americane di cui oltre settanta insistenti su aree carsiche (Fig. 103), dove vigono rigorosi protocolli di uso e gestione del suolo (e sottosuolo) fino alla dismissione e al recupero o riconversione dell'area stessa (VESPER, 2008)[170]. Indipendentemente dai problemi civili (infrastrutture, emissioni, etc.), ci sono quelli strettamente militari legati alla gestione delle munizioni e



Fig. 100 – Il tunnel d'entrata della DUMB base della Yucca Mountain (USA).

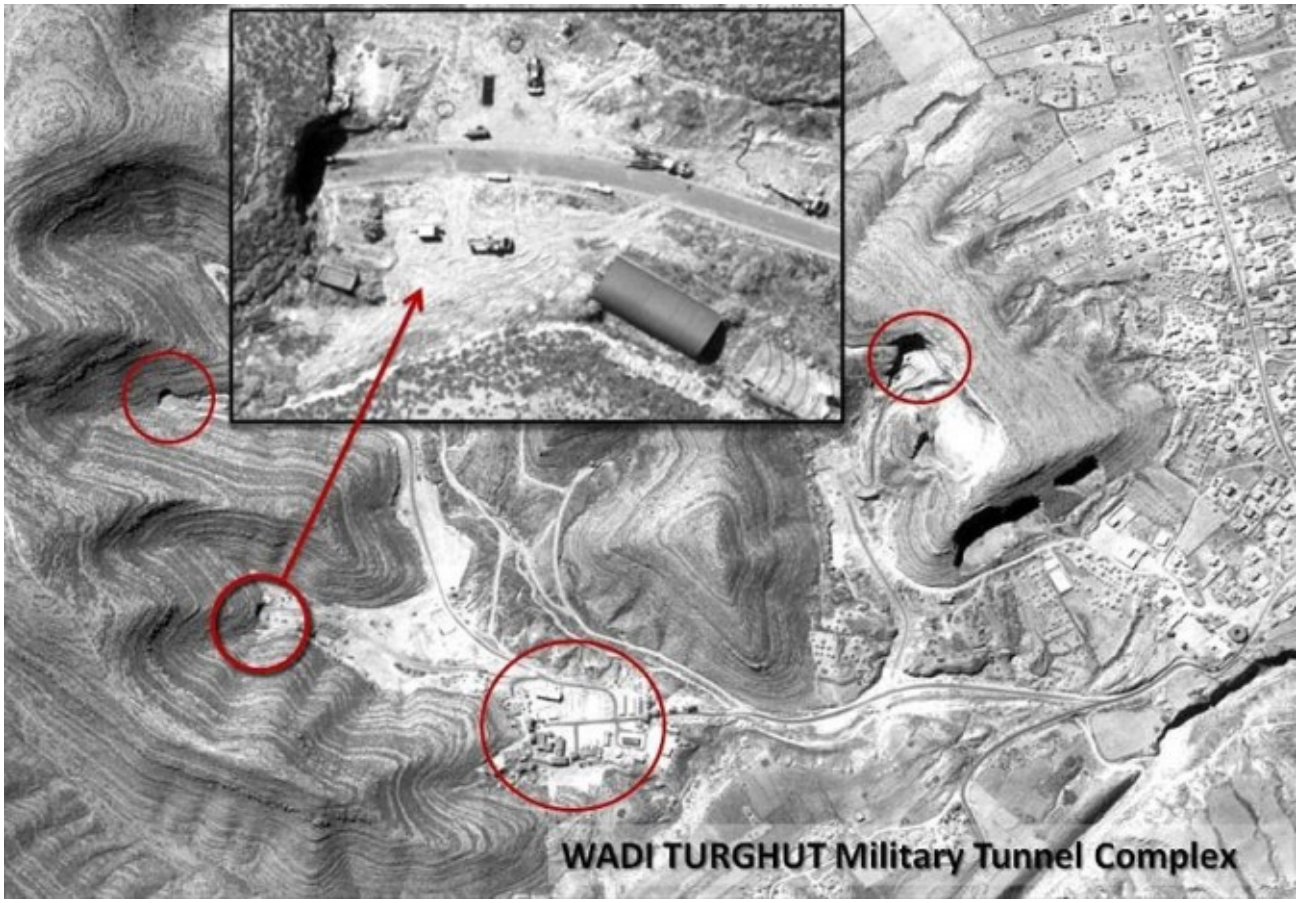


Fig. 101 – Libia: Immagini della Operation Unified Protector, della NATO, per rendere inagibili e distruggere la rete di tunnel militari di Wadi Turghut utilizzata dalle forze pro-Gaddafi.

degli ordigni. In particolare, nei *Karst* americani, sono stati per esempio affrontati i problemi della vulnerabilità delle acque sotterranee nelle grandi basi di Fort Campbell Army Base (Kentucky), Fort Leonard Wood Military Reservation (Missouri), San Antonio Area Bases (Texas), Letterkenny Army Depot (Pennsylvania), inserite nelle liste di priorità, in considerazione dei possibili problemi che la contaminazione potrebbe provocare (com'è successo in passato) ai vasti acquiferi carsici (a carattere regionale) che sottendono al rifornimento idrico di numerose popolazioni. Basi militari su aree carsiche sono presenti anche fuori dal territorio continentale, come l'importante Anderson Air Force Base nel nord dell'isola di Guam, la cui falda idrica carsica, che costituisce la principale risorsa d'acqua potabile dell'area, ha avuto problemi di contaminazione.



Fig. 102 – Il campo di Darunta (Jalalabad). Costruito nei primi anni '80 dalla CIA fu poi riutilizzato da bin Laden per la preparazione di sostanze chimiche. Nell'immagine satellitare si vedono bene gli in-

Riguardo al problema militare, il concetto, quindi il significato, di speleologia è variato nel tempo, sia in funzione dell'ambiente culturale e socio-politico sia delle priorità a essa state assegnate. Nella prima metà del Novecento, nei paesi occidentali più avanzati, il concetto di speleologia era profondamente differente da quello attuale. Per gli speleologi europei storici, da Eduard Alfred Martel a Eugenio Boegan per arrivare a Georg Kyrle, era normale che la speleologia

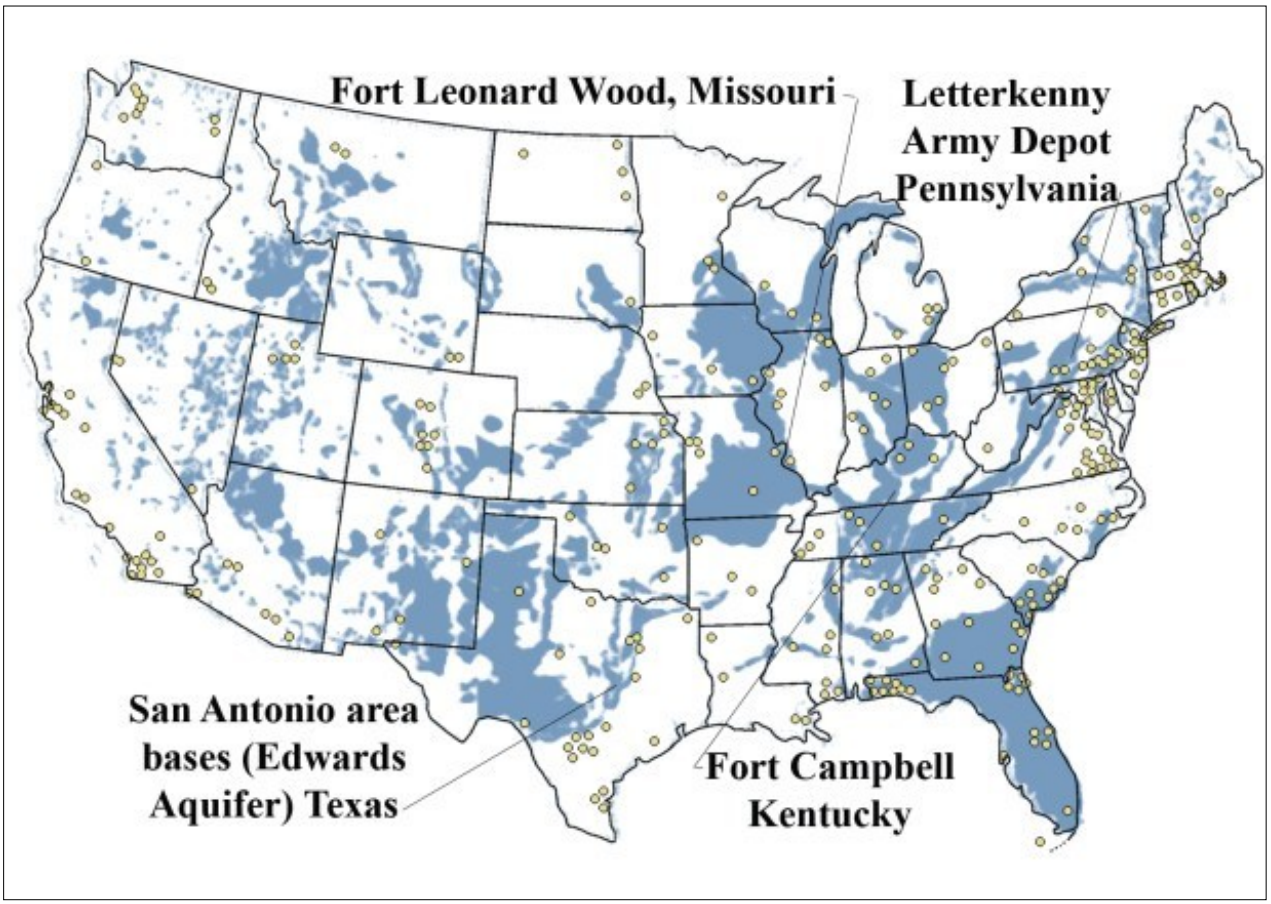


Fig. 103 – Aree carsiche degli Stati Uniti (ombreggiato) e localizzazione delle basi militari (punti) con l'indicazione degli esempi citati.

fosse innanzitutto una scienza applicata e che le grotte fossero siti da poter utilmente impiegare nelle varie attività umane, tra cui la guerra. Martel, nei suoi trattati, sviluppa coerentemente questo concetto di "utilità"; per Boegan speleologia è soprattutto propedeutica alla gestione e sfruttamento delle risorse idriche, e, nel 1926, quando egli pubblica assieme a Luigi Vittorio Bertarelli il famoso volume "Duemila grotte" (BERTARELLI & BOEGAN, 1926)[171], un ampio capitolo (tra le branche che sono trattate) è sviluppato dal colonnello Italo Gariboldi sulle "grotte di guerra" del Carso. Nel 1919, per Kyrle, membro permanente della Commissione statale sulle grotte di nuova costituzione, dell'Austria post-bellica, la speleologia è eminentemente una scienza applicata, sia per lo sfruttamento industriale dei depositi, sia per il turismo, le risorse idriche, eccetera, mentre implicito è l'uso militare delle grotte. Tanto che lo stesso anno in un suo articolo egli scrive: "*la speleologia si articola in una scienza scientifica e pratica*" (EHRENBERG, 1962[172]; SEMERARO, 2012[173]). I suoi concetti saranno accolti, e così fonderà uno specifico istituto statale per la Speleologia in Austria. Oggi, sempre nei paesi occidentali avanzati, la speleologia ha assunto concetti e significati molto diversi, tenuto anche conto del progressivo formarsi della cosiddetta "coscienza ambientalista" che, per la sua stessa natura etica e filosofica, si oppone all'utilizzo delle cavità, se non a scopo scientifico – ovvio l'esplorativo – o, con le dovute cautele, turistico, muovendosi all'interno di obiettivi di conservazione e appropriata tutela. È altrettanto palese che in paesi distanti dai nostri cosiddetti "occidentali avanzati", o in situazioni socio-politiche opposte o addirittura di guerra, la grotta torna al livello concettuale del primo Novecento citato, o si abbassa ulteriormente, a causa della contingenza. La grotta, o il sottosuolo da scavare in genere, rientra perciò in un discorso di "bisogni", per cui, accettata la funzione della sua utilità (nel caso che dibattiamo, militare), si va a escludere altri valori, come quelli naturalistici, patrimoniali dell'umanità, e così via, tanto che, per ambo le parti in conflitto (la prima per scelta la seconda per riflesso), l'atto eventuale della sua distruzione trova giustificazione nelle superiori ragioni tattiche e opportunistiche.

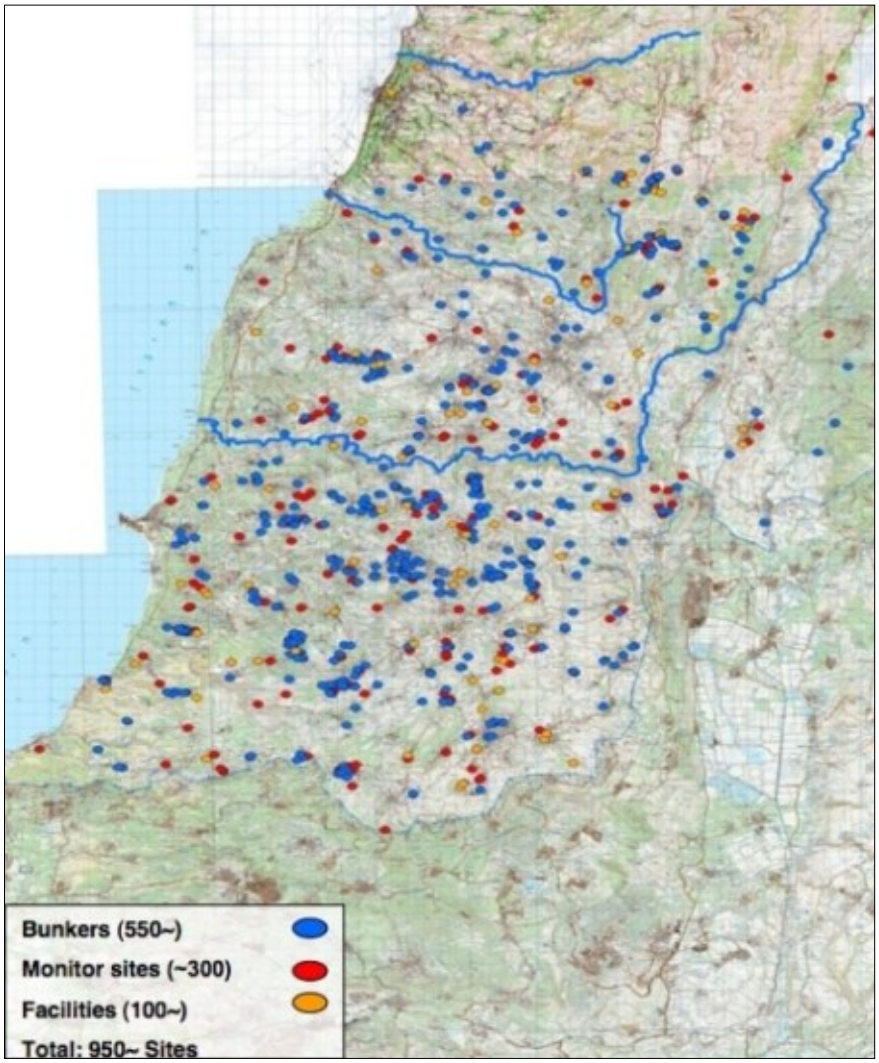


Fig. 104 – Mappa dell'ubicazione delle strutture sotterranee realizzate dall'organizzazione Hezbollah, nel sud del Libano, prodotta dall'Intelligence israeliana (al 2011).

Dall'analisi della situazione geopolitica attuale, con conflitti ampiamente diffusi, dove in campo, a forze tradizionali si oppongono quelle della guerriglia e del terrorismo, addirittura quest'ultime organizzatesi su modelli di forze convenzionali come nel caso dello "Stato Islamico" (senza un confine o un areale preciso in Medio Oriente), le cavità rivestono sempre un grande interesse strategico di offesa e difesa. Le cavità naturali, come si è visto, sono particolarmente sfruttate nelle zone rurali e remote della Terra. In questo caso, la speleologia di esplorazione, specie straniera, costituisce il principale veicolo per la loro conoscenza, assieme a quello più ampio della definizione delle aree carsiche, divenendo potenzialmente d'interesse dell'*intelligence* militare; da un altro lato la speleologia è una minaccia agli interessi dei guerriglieri o terroristi, poiché potrebbero impiegare le cavità qualora la loro esistenza non fosse invece conosciuta. È noto,

del resto, come in certi paesi le spedizioni speleologiche straniere debbano appoggiarsi ai governi locali per ottenere sicurezza nell'esplorazione dei territori. Indipendentemente dalla destinazione d'uso, le cavità artificiali, nell'ambito dei conflitti convenzionali o non-convenzionali e nelle necessità militari in genere, come pure indipendentemente dalla loro dimensione (dal cunicolo per raggiungere un obiettivo nemico alla gigantesca caverna per alloggiare un'installazione militare), sono in forte espansione. Ancor oggi, e si presume pure per il lungo periodo, l'occultamento in sotterraneo sarà uno dei sistemi idonei agli scopi militari, dalla segretezza alla difendibilità e all'offesa. Se nei paesi avanzati, la realizzazione delle cavità artificiali non si pone, rientrando nelle opere d'ingegneria sotterranee (geotecnica e geomeccanica, salvo una fattibilità positiva), nelle dimensioni urbane o rurali evidentemente ci si confronta con parametri "strategici" differenti. Parametri che vanno dalla velocità di avanzamento del tunnel in funzione della consistenza/coesione e durezza delle rocce sciolte o lapidee, del grado di necessità di abbattere il segnale acustico e le emissioni, dalla profondità e dal percorso scelti per sfuggire ai rilevamenti dal cielo o da terra, eccetera. Se si può fare un esempio, il caso del Libano è tipico sull'espansione e la diffusione di tali opere (Fig. 104).

Si è discusso sulla legalità dei mezzi di combattimento in cavità in funzione del diritto internazionale. Secondo FRY (2006)[174], approfondendo la lettura dell'art. 36 del Primo protocollo aggiuntivo alle Convenzioni di Ginevra, in linea generale, la frase "in alcune o tutte le circostanze" imporrebbe agli Stati di riesaminare la legittimità di armi e metodi di guerra, includendo il contesto di grotte, bunker, etc, dove tale tipo di guerra è diventato più comune negli ultimi anni. Tale attività, dalle recensioni sulle riviste giuridiche, non è considerata come si dovrebbe e la legalità delle armi potrebbe cambiare in funzione dell'ambiente. Infatti, il confinato "spazio opaco" di grotte e bunker, non propenderebbe alla violazione del diritto internazionale umanitario sul divieto di avvelenamento e asfissia. Si tenga conto che le pubblicazioni specializzate sull'argomento, riguardo all'attacco e la distruzione dei tunnel, specificano i mezzi d'impiego che contemplano l'uccisione degli occupanti, utilizzando *bangalore torpedos*, esplosivi, fumigazioni, granate a frammentazione, granate chimiche, etc. (GLOBAL SECURITY ORG., 2000-2015)[175]. Per contro, la particolarità dell'*underground*, che con l'intrappolamento degli occupanti permette stragi, ha sempre sollevato problematiche di tipo umanitario, per cui si è data visibilità, anche mediaticamente su riviste di settore, all'uso di munizioni a gas incapacitante, come il gas CS (2-chlorobenzylidene malonitrile) (KARAGAMA *et al.*, 2003)[176] che consente, appunto, di pianificare operazioni di *clearing* in cavità con sistemi "effettivamente" umanitari.



Fig. 105 – Tony Johannot (1803-1852), Les Grottes du Dahara, Episode du 18 juin 1845. Lithographie 18,5 x 26,5 cm, Paris, Musèe de l'Armée, acquaforte tratta dal lavoro di P. Christian (1811-1872), L'Afrique française, l'empire de Maroc et les déserts de Sahara, Paris, A. Barbier, 1846, Collezione particolare.

La segretezza delle cavità in uso è un elemento essenziale che, nel caso di guerriglieri e terroristi, non si può sottovalutare, poiché gli ipogei, una volta scoperti, solitamente si trasformano in trappole mortali: gli esempi citati, in Algeria ed Etiopia lo dimostrano (Fig. 105), ma in genere tale è la sorte per chi si difende e rifugia a oltranza anziché sfuggire o ripiegare, specie in regioni ricche di grotte, come il caso del Kurdistan insegna (ARAS, 2013)[177] ove gli intrappolamenti furono fatali. Stessa sorte subirono nel 1577 quasi 400 membri del Clan Ranald dei MacDonalds, soffocati nella St Francis'Cave, sull'Isola di Eigg (Ebridi), intrappolati dai loro nemici, i MacLeods, che hanno acceso un grande fuoco all'ingresso della caverna (KEMPE, 1988)[178].

Tale rischio è elevatissimo nel caso delle cavità naturali, mentre nei complessi artificiali, con vie di fuga mascherate (come dimostra l'esperienza nei *tunnel rat* cambogiani e vietnamiti) esso diminuisce. La segretezza, comunque, gioca a favore specie delle organizzazioni terroristiche: nelle zone remote dello Yemen,

affiliati di Al Qaeda usano, con successo, cavità per fini militari e nascondere ostaggi (SCHMITTOV, 2014)[179]. Nello scenario attuale, tutto ciò è consolidato, tanto che i metodi di ricerca e interpretativi sull'esistenza delle cavità, naturali o artificiali, sono in progresso rientrando ciò nella capacità strategica di contrastare il nemico, restando chiaro altresì, nella dottrina militare, che ancor oggi e per molto tempo ancora, spesso sarà solo il soldato, sul terreno, addestrato e aggressivo ma al tempo stesso capace di esercitare la forza in modo appropriato, commisurato e proporzionale allo scopo, a dover individuare e penetrare nella cavità per neutralizzare la minaccia, occorrendo, fino alla sua completa distruzione.

---

[153] - TRIOLET J. & TRIOLET L., 2011: *La guerre souterraine*. Perrin published house, Paris, 348 pp.

[154] - KEMPE D.R.C., 1988: *Living Underground: A History of Cave and Cliff Dwelling*. Herbert Press, 256 pp., London.

[155] - CALDWELL D.R., EHLEN J. & HARMON R.S. (eds.), 2007: *Studies in Military Geography and Geology*. 1st ed. 2004 Kulwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, Springer Science & Business Media, 348 pp.

[156] - *Ibid.* (132)

[157] - WEAVER D.H., 2008: *Missouri Caves in history and legend*. Columbia, University of Missoury Press, 150 pp.

[158] - HEISER R.Y., 2007: *Highlanders find success with Cave Dweller* [online]. Marines. The official website of United States Marine Corps, June 19, 2007. Available from: http://www.2ndmardiv.marines.mil/News/NewsArticleDisplay/tabid/2643/Article/515189 /highlanders-find-success-with-cave-dweller.aspx

[159] - DEFENSE UPDATE, 2014/b: *Global Hotspost Report 8/2014. The military needs better technologies for subterranean operations* [online]. Jul 27, 2014. Available from: http://defense-update.com/page/24?attachment_id

[160] - FOX NEWS WORLD, 2014: *Drug War Underground: Homeland Security Department Unveils Tunnel-Detecting Robots*. Published, January 15, 2014. Available from: http://www.foxnews.com/world/2014/01/15/drug-war-underground-homeland-security-department-unveils-tunnel-detecting-robots.html

[161] - JEWIS VIRTUAL LIBRARY, A PROJECT OF THE AMERICAN-ISRAELI COOPERATIVE ENTERPRISE, 2014: *Reports on International Terror: Middle East & North Africa Country Reports (Updated May 2014)* [online]. Available from: https://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Terrorism /ME_terror13.html

[162] - AOUADI F., 2014: *Secret tunnels discovered at the Algerian-Tunisian-Libyan borders* [online]. LinkedIn, 17 ago 2014. Available from: https://www.linkedin.com/pulse/20140817182358-318894891-secret-tunnels-discovered-at-the-algerian-tunisianlibyan borders

[163] - *Ibid.* (150)

[164] - MILLER E., 2014: *Shock: Hamas reconstructing its demolished terror tunnels* [online]. The Tundra Tabloids, Posted on 20/10/2014 by KGS. Available from: http://tundratabloids.com/2014/10/shock-hamas-reconstructing-its-demolished-terror-tunnels.html

[165] - MIDDLE EAST EYE, 2014: *Mixed accounts of tunnel attack in Gaza* [online]. MEE staff, MEE staff, Thursday 17 July 2014 11:13 BST. Available from: http://www.middleeasteye.net/news/mixed-accounts-tunnel-attack-gaza-1956270491

[166] - GLOBAL SECURITY ORG., 2011: *Operation Unified Protector - Imagery - Wadi Turghut Military Tunnel Complex* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/intell/library/imint/odyssey-dawn-51.htm

[167] - ACKERMAN S. & RASMUSSEN S.E., 2017: *36 Isis militants killed in US'mothers of all bomb's attack, says Afghan ministry*. The Guardian, Friday 14 April 2017, [online]. Available from: https://www.theguardian.com/world/2017/apr/13/us-military-drops-non-nuclear-bomb-afghanistan-islamic-state

[168] - GROSS M.R., GHOCH K., MANDA A.K. & WHITMAN D., 2004: *A Gis-based spatial analysis of caves and solution cavities. Application to predicting cave occurrence in limestone terrain*. Studies in Military Geography and Geology, Springer Netherlands, p. 287-306

[169] - GLOBAL SECURITY ORG., 2000-2014: *Afghanistan – Darunta Camp Complex* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/military/world/afghanistan /darunta.htm

[170] - VESPER D.J., 2008: *Karst Resources and Other Applied Issues.* Frontiers of Karst Research, Proceedings and Recommendations of the workshop held May 3 trough 5 2007 in San Antonio, Texas, USA, Karst Waters Institute, Special Publication 13, 65-71.

[171] - BERTARELLI L.V. & BOEGAN E., 1926: *Duemila grotte. Quarant'anni di esplorazioni nella Venezia Giulia*. Touring Club Italiano Ed., 494 pp.

[172] - EHRENBERG K., 1962: *Georg Kyrle - Wirken als Speläologe und für die Speläologie*. Die Höhle, 13 Jahrgang, Juni 1962, Heft 2, p. 33-39.

[173] - *Ibid.* (22)

[174] - Fry J.D., 2006.: *Contextualized Legal Reviews for the Methods and Means of Warfare: Cave Combat and International Humanitarian Law* [online]. Columbia Journal of Transnational Law, 44, 2. P. 453-519. Available from: http://jtl.columbia.edu/contextualized-legal-reviews-for-the-methods-and-means-of-warfare-cave-combat-and-international-humanitarian-law/

[175] - Global Security Org., 2000-2015: *Military – Appendix A – Subsurface Operations* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/90-8/Appa.htm

[176] - Karagama Y.G., Newton J.R. & Newbegin C.J.R., 2003: *Short-term and long-term physical effects of exposure to CS spray*. Journal of the Royal Society of Medicine, v. 96, n. 4, p. 172-174 [online]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/ articles/PMC539444/

[177] - Aras R., 2013: *The Formation of Kurdishness in Turkey: Political Violence, Fear and Pain*. Routledge Studies in Middle Eastern Politics, Routledge Ed., New York, 240 pp.

[178] - *Ibid.* (151)

[179] - Schmittnov E., 2014: *U.S.-Led Raid Frees 8 Qaeda Hostages From a Yemeni Cave*. 25, 2014 The New York Times, [online]. Available from: http://www.nytimes.com/2014/11/26/world/middleeast/us-led-raid-rescues-eight-held-in-yemen.html?_r=0

* * *

8. Evoluzione attuale del *Tunnel war* e nuove strategie e tattiche d'impiego e contrasto

Conflitti recentissimi o in atto indicano che le logiche militari sull'utilizzo dei tunnel sono, sostanzialmente, non differenti da quelle del passato; più sofisticate sono invece, grazie a nuove tecniche, le operazioni di individuazione e contrasto (Richemond-Barak, 2022)[180].

Nel conflitto ucraino attuale, o anche "Operazione militare speciale" lanciata dalla Russia il 24 febbraio 2022 con l'invasione nella regione del Donbass, i tunnel, o reti di tunnel, in territorio ucraino hanno avuto nuovamente impiego bellico.

In Ucraina sono noti numerosi tunnel realizzati ancora durante la Guerra Fredda quando insisteva il regolare sorvolo del territorio da parte degli americani grazie al vantaggio aereo e satellitare detenuto da Stati Uniti e NATO. I tunnel, nella strategia sovietica, servivano sia da rifugio alla popolazione che all'occultamento e movimento di truppe in un eventuale conflitto. Nell'attuale conflitto ucraino gli stessi tunnel che collegavano gran parte delle strutture industriali di Mariupol sono stati usati dalle forze ucraine durante i combattimenti divenendo un'importante risorsa, anche se non decisiva, come pure i tunnel a Bakhmut/Artemivs'k, a Soledar nelle miniere di sale etc. Il caso di Mariupol è emblematico. La decisione delle forze ucraine di trincerarsi nei tunnel dell'acciaieria Azovstal è stata tattica, presa senza una strategia a lungo termine, ed essa alla fine è diventata una trappola. La presenza di civili ha ostacolato la capacità dei soldati di difendersi, per contro la presenza di soldati ha significato che i civili hanno dovuto sopportare un feroce assedio mentre il cibo e l'acqua potabile finivano (Schwirtz, 2022[181]; Vitkine, 2022[182]). Questa battaglia è un esempio di come la guerra nei tunnel potrebbe essere utilizzata nelle future guerre convenzionali. Per contro le forze di terra russe, nella battaglia di Avdiivka, hanno sfruttato lunghi tunnel di servizio addirittura per sbucare alle spalle di posizioni ucraine. Altre città dell'Ucraina hanno reti di strutture simili, addirittura risalenti a secoli fa, come nel caso di Odessa, dove gli scavi in sotterraneo iniziarono per la coltivazione di "coquina" (una roccia sedimentaria, classificabile *grainstone*, del tipo *spongy rock*), quale materiale lapideo ampiamente utilizzato nella costruzione della città. Questi sotterranei sono chiamati localmente "catacombe".



Fig. 106 – "Catacombe di Odessa" utilizzate nel tempo da briganti, contrabbandieri, militari e rifugio della popolazione civile in guerra.

A Odessa si stimano sotterranei per circa 2.500 km con un migliaio di accessi. Le "catacombe di Odessa" sono state sfruttate militarmente durante entrambe le guerre mondiali e ancor prima nella guerra civile russa (DALLIN, 1998[183]; SPRINGER, 2022[184]) (Fig. 106 e Fig. 107), e si suppone pure nel conflitto attuale.



Fig. 107 – Dipinto che rappresenta Vjačeslav Michajlovič Molotov all'accesso di una delle "catacombe" di Odessa. Molotov fu inviato in Ucraina nel 1918 allo scoppio della guerra civile dai bolscevichi ormai al potere.

Nei recenti conflitti o quelli in atto come in Ucraina abbiamo assistito all'impiego sempre più massiccio di droni, cioè mezzi *Unmanned* (o anche *Uncrewed*) definiti in termini dottrinali *Vehicles* se operano in aria o sul terreno e classificati, per l'impiego, con gli acronimi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) se per uso aereo (telecomandato a autonomo) o UGV (*Unmnned Ground Vehicle*) se per uso terrestre (telecomandato a autonomo); gli UV (*Unmanned Vessel*) invece sono quelli per uso marino. I droni possiedono già applicazioni avanzate di robotica sostenuta da Intelligenza Artificiale (IA) che li supportano, ampliando in modo notevole le loro capacità operative e tattiche. Questi veicoli negli ultimi anni hanno avuto una rapida evoluzione militare, quale ricognizione, esplorazione, pattugliamento, identificazione, riporto tracce, investigazione controminamento, intelligence, disturbo/inganno elettronico o inibizione di comunicazioni, fino ad azioni di controguerriglia e combattimento con capacità di colpire obiettivi con bombe, razzi o missili. È evidente dunque il loro impiego anche per individuare, scoprire e colpire obiettivi sotterranei (accessi), quali tunnel per ogni tipo di uso militare. In rapida espansione, pure, sono i cosiddetti "droni suicidi" o "droni Kamikaze", con termine corretto di "*Loitering Munition*", che attendono in volo e dopo aver localizzato il bersaglio (attraverso operatore "in remoto" o con i sensori di bordo) possono procedere ad ingaggiarlo e distruggerlo. Da precisare che il drone può essere recuperato (anche con la sua munizione), mentre le procedure di contrasto consolidate sono, oggi, sia di tipo fisico (imbrigliamento con reti etc.), o abbattimento con armi da fuoco, sia di tipo elettronico. Ovviamente il settore militare del *Drone Warfare*, grazie all'evoluzione tecnologica (robotica, meccatronica, IA), porterà a sviluppi che supereranno gli attuali limiti (BANDIOLI, 2023)[185]. Nel caso specifico della guerra in Ucraina, la Russia fin dalla guerra in Georgia del 2008 ha avviato un programma di studi e sviluppo sui droni per uso militare, oggi, anche sostenuti da forniture e componentistica estera, a livelli di avanguardia, anche se alcuni analisti considerano tale programma non proattivo (LUZIN, 2023)[186].

Nell'attuale conflitto a Gaza tra le Forze di Difesa Israeliane (IDF) e Hamas, a seguito dell'attacco di tipo terroristico a Israele del 7 0ttobre 2023, le prime sono ben consapevoli della presenza dei tunnel a Gaza. Inutile qui dibattere se l'esercizio della forza è contro Hamas o, fattualmente, contro lo Stato di Palestina così denominato dall'Autorità Palestinese dal 3 gennaio 2013 in conseguenza della risoluzione 67/19 dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite. Hamas è acronimo, in italiano, di Movimento islamico di Resistenza, ed è definibile come organizzazione politica con un'ala militare, che ha guadagnato vasta popolarità nella società palestinese della Striscia di Gaza grazie anche agli ampi programmi sociali a favore della popolazione civile. Alcuni stati e organizzazioni sovrannazionali considerano Hamas un'organizzazione terroristica; altri invece apertamente o velatamente la sostengono.

La distruzione di questi complessi di tunnel era uno degli obiettivi delle precedenti campagne di terra israeliane a Gaza, nel 2008 e nel 2014. In totale, si credeva che ci fossero oltre trecento miglia di tunnel nel 2021, quando Israele affermò di aver distrutto sessanta miglia di tunnel durante una campagna di bombardamenti durata undici giorni. Anche se questi tunnel non sono stati ricostruiti o sostituiti, è probabile che rimangano un numero imprecisato, ma molto alto, di chilometri di infrastrutture sotterranee a Gaza. Hamas avrebbe anche scavato una parte dei suoi tunnel sotto (e collegati) a siti civili come scuole, ospedali e moschee in aree urbane densamente popolate. Tra le altre ragioni per farlo, questo fa parte della sua dichiarata strategia giuridica difensiva. Che in futuro i tunnel di Hamas avrebbero costituito una seria minaccia era ben presente nell'*intelligence* israeliana, del resto analisti dell'International Institute for Counter-Terrorism di Herzlya

(Israele) (BARAK, 2018)[187] lo avevano ampiamente previsto e così pure la preparazione e l'insorgere di nuovi attacchi anche a grande scala a distanza di anni.

Ad ogni modo, la strategia dei tunnel da parte di Gaza è stata finora sempre favorita o sfavorita dai mutamenti geopolitici. Inizialmente Israele ha tollerato i tunnel giacché sembrava troppo costoso distruggerli. Dopo che Hamas ha preso formalmente il potere a Gaza, Israele ha strettamente controllato, per esempio, l'importazione di calcestruzzo etc. per contenere la minaccia. I tunnel palestinesi attraversavano anche il confine egiziano e quando le elezioni presidenziali del 2012 portarono Mohamed Morsi (candidato del *Fratelli mussulmani*) al potere in Egitto la nuova amministrazione si dimostrò solidale con Hamas. L'amministrazione Morsi fu rovesciata dai militari nel 2013. Subentrò il generale Abdel Fattah el-Sisi il quale, avendo visione diversa, ordinò ai suoi ingegneri militari di inondare i tunnel con liquami rendendoli completamente inutilizzabili. Alla fine, il *tunnelig* è stato usato per il semplice motivo che funziona e perciò, sembra, sia improbabile venga eliminato nel futuro tendendo ad essere un metodo, pur necessitando di tempo e risorse, molto efficace alle operazioni di guerra e guerriglia anche se lento.

È interessante notare due caratteristiche tipiche dei "tunnel di Hamas". I tunnel di Hamas sono quasi tutti molto stretti, in gran parte dovuti alle pareti e alle volte prefabbricate in cemento, anche se sono stati scoperti tunnel che consentono il passaggio di un veicolo e con infrastrutture (elettricità, sistema fognario etc.). Il tunnel medio di Hamas è alto solo due metri e largo un metro, il che rende estremamente difficile entrarvi, attraversarlo e combattere. In secondo luogo, a causa dei progressi compiuti da Israele nel rilevamento e nella distruzione dei tunnel, Hamas ha scavato i suoi tunnel sempre più in profondità. Nel 2020, Israele ha trovato un tunnel di Hamas che scendeva a 70 metri sotto la superficie, il più profondo trovato fino a quel momento. Tunnel importanti sono stati realizzati da Hamas in conci curvilinei prefabbricati che affiancati realizzano una struttura ad anelli circolari in calcestruzzo.

L'IDF ha una buona capacità di trovare, recuperare ostaggi, liberare, neutralizzare e distruggere i tunnel (SPENCER, 2023)[188]. Esistono unità specializzate come l'Unità Yahalom dell'IDF Combat Engineering Corps. Questa forza include unità subordinate come Sayfan, che si addestra per gestire la minaccia delle armi non convenzionali, e Samur, che è specializzata nell'entrare, liberare e distruggere i tunnel. La Yahalom è una delle unità più grandi al mondo che addestra, equipaggia, sperimenta e sviluppa nuovi modi per affrontare la guerra sotterranea. L'unità cinofila dell'IDF, Oketz, dispone di cani addestrati per operare sottoterra. Anche la Yahalom e altre unità dell'IDF dispongono di attrezzature speciali sviluppate appositamente per i tunnel. Le unità di ricognizione dei tunnel, ad esempio, utilizzano sensori terrestri e aerei, radar a penetrazione del terreno, attrezzature di perforazione e altri sistemi. Ovviamente sono dotati di radio e tecnologie di navigazione che funzionano sottoterra, visori per la completa oscurità, e robot volanti o striscianti telecomandati o cablati che possono esaminare e mappare i tunnel senza mettere a rischio i soldati. Israele ha anche sviluppato tattiche per gestire i tunnel una volta trovati. Ha una vasta gamma di munizioni penetranti nel terreno, come la GBU-28 che può penetrare per trenta metri nel terreno o attraverso venti piedi di cemento; si tratta di una Guided Bomb Unit-28 di 2.268 kg di esplosivo Tritonal del tipo "*bunker bustering*". Ci sono poi diversi tipi di esplosivi per far crollare o sigillare i tunnel. Attualmente ha preso piede, da parte israeliana, l'impiego delle cosiddette "*sponge bombs*" allo scopo di sigillare i vari accessi; si tratta di "bombe chimiche" che, innescate, danno luogo ad un'espansione di schiuma che rapidamente s'indurisce (WHITE, 2023)[189] (Fig. 108). Tuttavia è sensato supporre che la profondità e rete dei tunnel di Hamas a Gaza supererebbero, oggi, le capacità di intervento di Israele. Non esiste una soluzione semplice al problema e, per gli israeliani, sarà uno dei più grandi che dovranno affrontare a Gaza. Tra i mezzi di contrasto più discussi

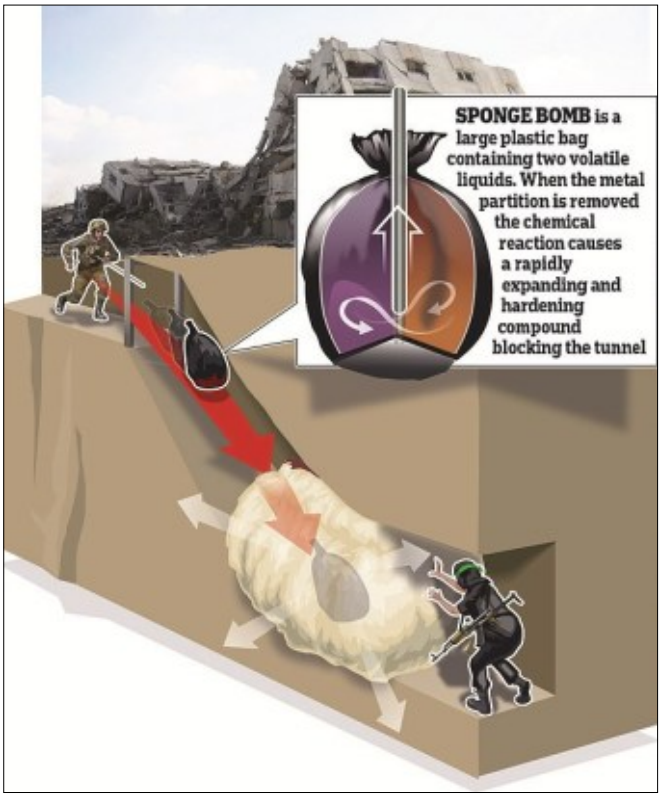


Fig. 108 – Simulazione di una Sponge Bomb.

c'è l'inondazione dei tunnel mediante pompaggio di acqua marina, come avvenuto, che possono provocare l'inquinamento dell'acquifero sotterraneo e perciò metodo tacciato come crimine di guerra (The New Arab Staff, 2023)[190]. Già con l'operazione "*Protective Edge*" del 2014, cioè con un'attenzione forse senza precedenti sulla guerra nei tunnel, si era aperta da parte israeliana una discussione sulla valutazione della legalità dei tunnel. Ovviamente è un dibattito "di parte". Si pone l'accento sul fatto che queste strutture non sono contemplate, a differenza di altri mezzi, dal diritto internazionale. Si stimola l'attenzione sul fatto che i tunnel, specie transfrontalieri, iniziano da strutture civili (anche ospedali etc.) e costituiscono un rischio sostanziale per i civili stessi. Inoltre essendo a Gaza serpeggianti sotto il tessuto urbano la loro distruzione comporta infliggere danni alla popolazione mentre l'infrastruttura connessa impedisce la valutazione dei danni collaterali prodotti dal bombardamento dall'alto. Quindi, la legalità della "guerra sotterranea" a causa del "fattore sconosciuto" che permea praticamente ogni aspetto delle azioni anti-tunnel, determinerebbe operazioni militari a livelli esponenzialmente più alti rispetto a quelle in superficie (Richemond-Barak, 2014)[191].



Fig. 109 – Un tunnel di Hezbollah tra il Libano e Israele al suo confine nord.

La strategia dei tunnel è consolidata pure in corrispondenza della "*Blue Line*" al confine israeliano-libanese (Fig. 109), e le strutture sotterranee sono gestiti da Hezbollah. La Blue Line è la linea di demarcazione tra Libano e Israele resa pubblica dalle Nazioni Unite il 7 giugno 2000 per determinare se Israele si fosse completamente ritirato dal Libano e in parte, poi, interessata da una barriera di cemento realizzata dagli israeliani.

Laddove esistono cavità nei conflitti attuali esse sono sempre risorse da sfruttare militarmente per i vari scopi, mentre laddove non esistono le parti in conflitto non esitano a realizzare. Oggi, rispetto al passato, c'è maggiore necessità di occultare le operazioni di scavo e il transito e pertanto spesso gli accessi (o cantieri) debbono essere mascherati o localizzati all'interno, per esempio, di edifici civili. Ciò esige, per il tempo di esecuzione e di approntamento, una pianificazione che, nelle aree di possibile conflitto, deve essere mantenuta segreta e, nella grande maggioranza dei casi, con il tacito consenso della popolazione. Per cui, solitamente, queste strutture sotterranee richiedono anche anni di operatività e il controllo sulla popolazione deve essere strettissimo. Allo stesso tempo la controparte (nel possibile conflitto e nel conflitto aperto) dedica al problema personale di *intelligence* e tecnico in grado di gestire le più avanzate tecnologie idonee all'individuazione dei tunnel soprattutto mediante controllo dal cielo e dallo spazio, ma anche, qualora l'area sia stata occupata, impiegando tutte le tecnologie geofisiche allo scopo di investigare il sottosuolo. Lasciando poi alle unità specializzate il compito di ricognizione (anche con droni striscianti etc.), combattimento in sotterraneo o, semplicemente, di distruggere o rendere inagibile o inutilizzabile al nemico i tunnel. O anche, qualora i tunnel fossero stati abbandonati, optare per il loro riutilizzo previa bonifica delle possibili trappole.



Fig. 110 – Moderno Ground Vehicle durante una dimostrazione.

Oggi i cosiddetti *Ground Vehicle* per operazioni militari in tunnel si avvalgono di notevoli progressi tecnologici, ovviamente destinati a migliorare (Fig. 110). Essi includono normalmente navigazione autonoma negata dal GPS, mappatura spaziale 2D/3D, rilevamento di oggetti, rilevamento integrato chimico, biologico, radiologico e nucleare, comunicazione radio mesh, reporting automatizzato dopo l'azione. C'è inoltre da registrare la maggior autonomia rispetto al passato. Inoltre, in situazioni pericolose (anche da fumi, trappole etc.) l'implementazione dell'autonomia e dei sistemi robotici abilitati ai sensori fornisce al combattente un van-

taggio tattico attraverso la capacità di eseguire ricognizioni remote e altri compiti di missione specifici, diminuendo al tempo stesso l'esposizione complessiva ai rischi e il carico fisico e cognitivo. Nel caso attuale del conflitto tra Israele e Gaza, è noto che da tempo le IDF hanno ricreato ambienti simili ai tunnel di Gaza per addestramento e simulazione nonché per testare veicoli senza pilota e robotica.

D'altronde, già da tempo, forze armate di diversi paesi, conoscendo le problematiche della "guerra in sotterraneo" sono andate a identificare il divario dottrinale per quanto concerne le operazioni all'interno di tunnel, cavità urbane e naturali e altre strutture sotterranee, delineando i cambiamenti necessari per preparare le forze di terra a operare in questi ambienti complessi (Bowes *et al.*, 2013)[192].

Anticipare i futuri trend sta divenendo obiettivo primario nella guerra dei tunnel. Questa nuova attenzione ha già contribuito allo sviluppo di una nuova dottrina, ad investimenti significativi in ricerca e sviluppo ed analisi più mirate. Oggi si sostiene un cambiamento di seconda generazione per quanto riguarda la guerra sotterranea che andrebbe oltre l'aspetto tattico ai livelli operativi e strategici. Esso presuppone tre passaggi chiave: primo, una concettualizzazione più accurata dei tunnel per migliorare la valutazione del rischio e le prospettive strategiche; secondo, una maggiore comprensione di come i tunnel influenzano l'intera missione anche quando la politica generale è quella di evitarla; terzo, uno sforzo più mirato per anticipare le tendenze future e studiare i modelli di innovazione e diffusione delle tattiche dei tunnel. Si può inoltre presumere che, in futuro, guerra urbana e la guerra sotterranea continueranno a fondersi e ad influenzarsi a vicenda (Richemond-Barak & Voiculescu-Holvad, 2023)[193]. Una visione attuale – questa descritta – che già da quasi tre decenni è stata studiata e considerata nella dottrina delle scuole di guerra in quanto adeguata contro la minaccia della guerra sotterranea (Reece, 1997)[194] e che si evolve fino ai conflitti attuali. In conclusione, l'impiego delle cavità in generale e i *tunnel war* in particolare, quale tecnica militare risalente alle guerre più antiche della storia risulta essere ancora attuale e ampiamente utilizzata come viene dimostrato dai conflitti convenzionali e non-convenzionali in corso.

---

[180] - Richemond-Barak D., 2022: *From Gaza to Ukraine: Three principles of underground warfare*. The Jerusalem Post, May 30, 2022. Available from: https://www.jpost.com/opinion/article-708002

[181] - Schwirtz M., 2022: *Last Stand at Azovstal: Inside the Siege That Shaped the Ukraine War*. The New York Times, July 24, 2022. Available from: https://www.nytimes.com/2022/07/24/world/europe/ukraine-war-mariupol-azovstal.html.

[182] - Vitkine B., 2022: *Visiting the Azovstal Tunnels, Mariupol's Last Stronghold Transformed into a Labyrinth of Death and Destruction*. Le Monde, June 15, 2022. Available from: https://www.lemonde.fr/en/international/article/2022/06/15/visiting-the-azovstal-tunnels-mariupol-s-last-stronghold-transformed-into-a-labyrinth-of-death-and-destruction_5986828_4.html.

[183] - Dallin A., 1998: *Odessa, 1941-1944: A case study of Soviet territory under forcing rule*. Iasi-Oxford-Portland, Center for Romanian Studies, 296 pp., ISBN 9739839118.

[184] - Springer P.L., 2022: *Going underground: Ukraine's subterranean fighters highlight the benefit – and long history – of tunnels in warfare*. The Conversation, April 26, 2022, Available from: https://theconversation.com/going-underground-ukraines-subterranean-fighters-highlight-the-benefit-and-long-history-of-tunnels-in-warfare-181454

[185] - Bandioli M., 2023*: Droni: sviluppi operativi e tattici*. Difesa online, Available from: https://www.difesaonline.it/evidenza /approfondimenti/droni-sviluppi-operativi-e-tattici

[186] - Luzin P., 2023: *Russian Military Drones Past, Present, and Future of the UAV Industry*. The Foreign Policy Research Institute, 30 pp. Available from: https://www.fpri.org/wp-content/uploads/2023/11/russian-military-drones-.pdf

[187] - Barak M., 2018: *The Tunnel Strategy Among Palestinian Armed Factions in the Gaza Strip*. IDC Herzlya, International Institute for Counter-Terrorism (ICT), [online], 26 pp. Available from: https://www.ict.org.il/images/The%20"Tunnel%20Strategy".pdf

[188] - Spencer J., 2023: *Underground Nightmare: Hamas Tunnels and the Wicked Problem Facing the IDF*. Modern War Institute, 10.17.23. Available from: https://mwi.westpoint.edu/underground-nightmare-hamas-tunnels-and-the-wicked-problem-facing-the-idf/

[189] - White J., 2023: *The 'SPONGE bomb' Israel are hoping to use to disable Hamas tunnels: New gadget expands and hardens, filling underground passageways*. Mail Online, Dec. 13, 2023. Available from: https://www.dailymail.co.uk/news/article-12680935/SPONGE-bomb-Israel-disable-Hamas-tunnels-palestine-gaza.html

[190] - The New Arab Staff, 2023: *Israel begins pumping water into Gaza tunnels, 'constituting possible war crime'*. The New Arab Staff 13 December 2023. Available from: https://www.newarab.com/news/israel-begins-pumping-water-gaza-tunnels

[191] - Richemond-Barak D., 2014: *Tunnels as war crime*. Reichmann University, Commentaries, Available from: https://ict.org.il/tunnels-as-war-crime/

[192] - Bowes J.S., Newdigate M.T., Rosario P.R. & TindolD.D., 2013: *The Enemy Below: Preparing Ground Forces for Subterranean Warfare*. Master of Science in Defense Analysis, The Naval Postgraduate Schoolm, 161 pp. Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA620416.pdf

[193] - Richemond-Barak D. & Voiculescu-Holvad S., 2023: *The Rise of Tunnel Warfare as a Tactical, Operational, and Strategic Issue*. Studies in Conflict & Terrorism, Routledge Taylor and Francis Group, 20 pp, [online]. Available from: https://doi.org/10.1080/1057610X.2023.2244191

[194] - Reece A.D., 1997: *A Historical Analysis of Tunnel Warfare and the Contemporary Perspective*. School of Advanced Military Studies, Monograph approval, 63 pp. Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA339626.pdf

* * *

9. Le opere sotterranee della Guerra Fredda: l'inutile bastione nascosto del fronte nordorientale italiano

La Guerra Fredda fu la contrapposizione non belligerante tra i cosiddetti blocco occidentale (Stati Uniti d'America e alleati) e blocco orientale (Unione Sovietica e alleati) che iniziò con il peggioramento delle relazioni tra i due poco dopo la conclusione della Seconda Guerra Mondiale. In termini di società ed economia globali si trattava di un conflitto tra un sistema geopolitico retto da forme di democrazia ideologicamente ispirate ai sistemi liberal-economicistici e l'altro da forme di governo monopartitico con ideologia comunista ed economia pianificata a controllo statale. Le visioni furono divergenti. La divisione in blocchi fu, del resto, marcata dalle rispettive supremazie nel possesso degli arsenali nucleari detenuti dalle due superpotenze USA e URSS. Sempre con la fine del conflitto mondiale sorsero problemi sulle rispettive sfere d'influenza; già nel 1946 Winston Churchill in una lettera a Truman affermò come, da parte di Stalin, fosse stata calata una "cortina di ferro" che correva da Stettino sul Baltico a Trieste sull'Adriatico. Ciò, oltre a fotografare una situazione reale, spronò gli Stati Uniti ad una stretta alleanza di convenienza con il Regno Unito in quanto quest'ultimo era già considerato una potenza in declino, se non altro dal punto di vista economico, e ciò si esplicitò nel 1949 con gli accordi di Bretton Woods che sancivano, nel controllo della politica monetaria, la conversione delle valute in dollari nel commercio internazionale consentendo agli USA di emettere la propria valuta in modo incontrollato. Il termine "cortina di ferro" entrò nella storia e, limitando a focalizzare il contesto nella sola Italia, determinò, con la "dottrina del contenimento" di Truman, una strategia di difesa a livello continentale in Europa. All'epoca, il continente europeo manteneva ancora una valenza maggiore rispetto ai tempi attuali, oggi molto ridotta dall'interesse strategico-economico dell'Indo-Pacifico e Medio Oriente. Anche dopo la rottura, nel 1948, dell'Unione Sovietica con la Jugoslavia di Tito (non più "allineata"), per il fronte italiano nord-orientale la visione non mutò poiché la politica internazionale di Tito, anche verso l'Italia sua confinante, andò comunque nella direzione di "blocco" o almeno così percepito dall'Occidente. Ulteriori avvenimenti portarono nel 1949 alla stipula del Patto Atlantico che poi si concretizzò con la struttura della NATO. L'ipotesi, derivante dall'analisi strategica occidentale di allora, di una possibile invasione dell'Europa, o "avanzata" che dir si voglia, da parte dell'URSS era radicata. La contrapposizione dei due blocchi si "cristallizzò" con il Patto di Varsavia stretto tra URSS e paesi europei del blocco sovietico, che fu un'alleanza militare, comunque, difensiva.

All'inizio degli anni Cinquanta i timori, diffusi e percepiti, di una invasione sovietica furono considerati "attendibili" da rapporti segreti pervenuti in Occidente che avvertirono di piani segreti che prevedevano un'avanzata attraverso l'Austria, dal Brennero, ed il dilagamento in Italia. Le autorità italiane assegnarono a questo piano il nome di "Piano Suworoff", dal nome del generale russo della coalizione antinapoleonica protagonista della campagna in Italia del 1799. Le autorità italiane non furono particolarmente preoccupate, ma l'attivismo inglese fu di elevata intensità ed intransigente. Non dimentichiamo come sul teatro italiano, anni Cinquanta, si inserì l'azione del "BAS - *Befreiungsausschuss Südtirol*" (Comitato di liberazione del Sudtirolo) nella provincia di Bolzano, con finalità separatiste, che nel 1956 diede l'avvio alla stagione terroristica in Alto Adige. Ciò si intrecciava, a livello locale (italiano), sempre con la Guerra Fredda giacché gli osservatori italiani sostenevano come dietro gli sforzi di Vienna in favore della causa altoatesina si nascondesse la *longa manus* dei sovietici. L'allora direttore della Divisione affari riservati, italiano, affermò come il BAS fosse permeato da agenti sovietici e della Repubblica popolare tedesca. Pertanto, l'intero confine dalla Jugo-

slavia all'Austria per l'Alleanza Atlantica necessitava di interesse strategico di livello superiore. Nell'area del confine orientale d'Italia, con queste dottrine e nella visione strategica militare dell'epoca, si procedette così alla costruzione di una serie di "bunker" segreti dispiegati oltre che per il contenimento per le necessità di *in-*



111a



111b



111c

Fig. 111 a-b-c – Bunker sul Monte Calvario (Gorizia). Si tratta di un posto comando osservazione, accanto c'era una postazione di mitragliatrice. Questi bunker sono stati definitivamente abbandonati nel 1993. Poi, Sono stati depredati dell'acciaio balistico e suppellettili.



112a



112b

Fig. 112 a-b – Bunker sul Monte Calvario (Gorizia). Trascorsi 30 anni dal loro abbandono, la riscoperta è stata difficile, solitamente favorita dall'osservazione fortuita di qualche lembo di calcestruzzo e terrapieno tra vegetazione e suolo che li avevano quasi completamente mascherati. Ciò è stato grazie agli speleologi i quali, abituati a trovare possibili ingressi di grotte in terreni difficili, magari con opere di scavo, hanno proceduto con le medesime tecniche.

telligence e stoccaggio di armi, specie in funzione di contrasto tra forze armate anche su modello "partigiano". Per "bunker" qui si intende, per semplificazione, una serie di strutture difensive rappresentate da opere fortificate o mascherate di artiglieria, molte costruite sottoterra, ricoveri, alcune riadattate da rifugi anteguerra, etc. Si tratta di oltre 1.500 opere che dimostrano come all'ipotesi occidentale paventata fosse seguita una notevole attività di predisposizione alla difesa e contrasto. Molte di queste strutture furono mimetizzate in ambito urbano (vedi Gorizia etc.), oltre che su terreni naturali, boschivi, etc.

A ciò bisogna aggiungere i numerosi nascondigli di armi che non sono mai stati censiti e perlopiù oggi introvabili. Ai fini della speleologia militare interessano le opere in sotterraneo. Che per la parte della fascia confinaria con la Jugoslavia si estendevano da Trieste, al Carso (Canavese *et al.*, 2025)[195], fino a Tarvisio al confine con l'Austria. Tra i numerosi esempi cito i bunker posizionati sul Monte Calvario (Podgora) a ridosso della periferia ovest di Gorizia, collina con altitudine massima 241 m s.l.m. che sovrasta la città e baluardo difensivo fin dalla Prima Guerra Mondiale, all'epoca da parte dell'esercito austro-ungarico, data la posizione geografica. I bunker della Guerra Fredda qui non potevano mancare. Grazie soprattutto all'opera degli speleologi essi sono stati ritrovati e riaperti (Fig. 111 a-b-c). Sintetizzando, i manufatti erano prevalentemente in sotterraneo,funzionali alle diverse esigenze (di comando, belliche, etc.). Semplificando per le strutture maggiori, Petruzzi & Petrizzone (2019)[196] li suddividono in: a) fortificazioni prossime a strade e località importanti (fascia fortificata di 3 km); b) opere a difesa di direttrici secondarie che consentissero il contrasto di piccole colonne. Ambedue le categorie abilitate a resistere a tiri di grosso e medio calibro. Infine c) opere per contrastare l'attacco di piccoli reparti, con resistenza a tiri di medio e piccolo calibro. Le maggiori postazioni potevano essere collegate in caverna, mentre le fortificazioni erano progettate in funzione di a) posto di comando e osservazione, b) posto di osservazione e allarme, c) postazione per cannone anticarro, d) postazione per mitragliatrice.

Particolare attenzione – come già sottolineato – fu data a camuffamento e mimetizzazione. Al di fuori dei centri abitati queste strutture si contestualizzavano con habitat ed edilizia tradizionale, ambiente spesso agro-silvo-pastorale etc. (tipo stavolo alpino, baita etc.), talvolta, per forme architettoniche (tetto a forte pendenza, etc.) tali da poter essere confuse ad osservazione da lunga distanza. A volte si utilizzarono ripari sottoroccia o incavernamenti (anche in aree carsiche), i quali con l'utilizzo del calcestruzzo venivano migliorati qualitativamente. Ovviamente, in tutti i bunker si tenne conto della predisposizione di nicchie funzionali per depositi, impianti elettrici, telefonici, di scarico, ventilazione, etc. (Caccamo, 2025)[197]. Un tale sistema di fortificazione doveva naturalmente coinvolgere, sul piano psicologico, la popolazione locale affidando ad esperti azioni di indottrinamento per contenere o assicurare la sicurezza, o segretezza, cioè creare una virtuosa complicità che fondava su una dualità di visione tra gli abitanti del luogo, forze armate e Stato, in breve su un sentimento di anticomunismo. Ad ogni modo, questo complesso di bunker fu concepito come una linea (o fascia) "duttile e porosa": l'unica possibile, che all'occorrenza avrebbe dovuto resistere alcuni giorni in attesa di contrattacco (Baccichet ed. 2015)[198]. Inoltre si discusse sull'impiego delle cosiddette "mine nucleari" ("mina da zaino"). Le mine atomiche (ADM, Atomic Demolition Munition) sono ordigni nucleari tattici pianificati per essere interrati, comunque posizionati manualmente, concepiti proprio durante la Guerra Fredda allo scopo di creare barriere invalicabili soprattutto distruggendo p.es. valichi montani o infrastrutture strategiche. Perciò avrebbero trovato ottimo impiego nel Friuli Venezia Giulia. Nel dibattito tecnico-politico che ne seguì le difese convenzionali sarebbero state appannaggio dell'Italia mentre quelle con le mine atomiche appannaggio della NATO / Stati Uniti d'America. Appena nel 1988 la questione delle mine atomiche si concluse con la dichiarazione del ministro della difesa Zanone che specificò come l'eliminazione degli ordigni sul territorio fosse stato effettuato. La problematica scomparve con la caduta del muro di Berlino e la dissoluzione dell'Unione Sovietica, quando agli inizi degli anni Novanta si passò dall'idea di "difesa nazionale" a quella di "sicurezza nazionale": il quadro geopolitico era radicalmente cambiato.

Comunque, l'opinione dello storico (Salimbeni, 2015)[199], non del militare, qui richiamando solo esempi recenti, è che né la Linea Maginot francese né il Vallo atlantico tedesco servirono poiché furono aggirati, e per converso i bunker del Friuli Venezia Giulia sarebbero perciò stati inutili. Ovviamente non ne abbiamo riscontro. Come è superfluo dire che con gli armamenti e tecniche di guerra attuali tali opere non sarebbero state di grande utilità. Esse restano perciò, come valutazione più che come giudizio, confinate all'interno della Guerra Fredda, al contesto geopolitico di quarant'anni di storia, alle strategie NATO e Patto di Varsavia, alle tattiche ed agli armamenti del tempo. Oggi, totalmente abbandonate, salvo qualche episodio di recupero storico ("archeologia della Guerra Fredda"), sono perlopiù di esclusivo interesse dello storico e dello speleologo che, nel merito della speleologia in cavità artificiali le scopre (riscopre), le visita anche dovendo effettuare p.es. disostruzioni etc. onde renderle accessibili, le censisce e le documenta (Fig. 112 a-b).



Si tratta in-dubbiamente di un piccolo patrimonio storico che testimonia vicende politiche e di forze armate contrapposte, ma non belligeranti, per oltre quarant'anni.

---

[195] - Canavese A., Cogni S., Pastorutti A., Todon Y. & Cotic B., 2025: *I bunker della guerra fredda a San Michele del Carso*. Gaspari Ed., Udine, 130 pp.

[196] - Petruzzi R. & Petrizzone R., 2019: *Costruire ai tempi della guerra fredda. L'architettura della fortificazione permanente della frontiera orientale*. Forum Editrice Universitaria, 216 pp.

[197] - Caccamo G. (ed.), 2025: *La soglia di Gorizia e la difesa del confine orientale italiano*. Franco Angeli editore, 167 pp.

[198] - Baccichet M. (ed.), 2015: *Fortezza FVG dalla Guerra fredda alle aree militari dismesse.* Edicom Edizioni, Stampa PressUp, Roma, 134 pp., https://www.storiastoriepn.it/wp-content/uploads//2021/03/2015_fortezza-fvg.dalla-guerra-fredda-alle-aree-militari-dismesse-1.pdf

[199] - Salimbeni F., 2015: *Dell'inutilità delle fortezze nel Friuli Venezia Giulia*. In: Baccichet M., (Ed.), 2015: *Fortezza FVG dalla Guerra fredda alle aree militari dismesse*. Edicom Edizioni, Stampa PressUp, Roma, p. 89-98, https://www.storiastoriepn.it/wp-content/uploads//2021/03/2015_fortezza-fvg.dalla-guerra-fredda-alle-aree-militari-dismesse-1.pdf

* * *

10. I grandi bunker della Guerra Fredda nel mondo, fino alle opere sotterranee d'intercettazione

Tra i bunker italiani della Seconda Guerra Mondiale cito quello del Monte Soratte a nord di Roma, nel Comune di S. Oreste (Anon., 2016)[200], iniziato nel 1937. Si tratta di 4,5 km di tunnel (Fig. 113), che dovevano sembrare un sito industriale delle Officine Breda (armamenti). Il sito sotterraneo, costruito in sei anni ed operativo dal 1943, fu all'epoca una struttura importante. Il bunker fu occupato dalle Forze Armate tedesche nel settembre 1943 quando la Germania invase il Regno d'Italia (Operazione Achse) e, sotto il Feldmaresciallo Kesselring, qui fu localizzata la sede del Comando supremo del Sud delle forze di occupazione naziste. L'opera, ben progettata e realizzata, resistette al pesante bombardamento aereo da parte degli stormi alleati B-17 Flying Fortress, che avevano come obiettivo la sua distruzione, perciò assolse bene il compito. Dal 1952 al 1962 le gallerie sono state utilizzate quale polveriera dall'Esercito italiano. Poi, ristrutturate quale rifugio anti-atomico durante la Guerra Fredda, abbandonate nel 2003, anno in cui vennero parzialmente recuperate a fini museali, mentre nel 2013 furono installate apparecchiature di monitoraggio geofisico. In tema di bunker, se le ripercussioni della Guerra Fredda nel nord-est d'Italia ebbero una precisa connotazione giacché si trattò di opere specificatamente realizzate in una prospettiva d'invasione e "tenuta" per un paio di giorni, nel mondo, o meglio tra gli attori principali, ebbero altrettanta importanza, ma in funzione di occultamento e difesa di importanti strutture (comandi, aree protette, etc.). Citiamo alcuni esempi. Nella Cina sud-occidentale dal 1967 iniziò la costruzione (per 17 anni) della Centrale 816, a Chongping, con 20 km di tunnel e 100.000 mq di superficie. La Centrale 816 fu in origine dedicata alla produzione di plutonio per le armi nucleari. In Canada (Ontario) nel 1959 fu iniziato il Diefenbunker, destinato ad ospitare i membri del governo in caso di attacco nucleare. Non fu il solo bunker canadese a tale scopo, ma questo fu realizzato in quattro livelli per 300.000 mq, progettato per resistere a un'esplosione di 5 megatoni; anch'esso, oggi, è trasformato in museo. Nel Regno Unito è noto il bunker conosciuto come Stockwell, situato a 36 m di profondità, scavato a partire dal 1950, che è stato il Quartier generale di guerra, con 96 km di tunnel; finita la Guerra Fredda è stato dismesso.



Fig. 113 – Gallerie del Bunker del Monte Soratte a nord di Roma.

La Guerra Fredda poteva forse non avere opere sotterranee a Berlino, uno dei principali punti di

frizione tra i due blocchi e le due superpotenze che sorsero dalla fine della Seconda Guerra Mondiale? In questo spazio urbano, molto fragile, tra i più sorvegliati al mondo, le operazioni di *intelligence* erano prioritarie. Innanzitutto l'Unione Sovietica negli anni Cinquanta trasferì il traffico sensibile, ossia le trasmissioni radio, via cavi telefonici e Berlino Est era il fulcro dei collegamenti tra i diversi paesi del Patto di Varsavia. Pertanto, da parte degli Occidentali vi era la necessità di estendere l'intercettazione. Il direttore generale della CIA Allen W. Dulles nel 1954 diede il via ad un piano, congiuntamente con il Secret Intelligence Service britannico, che prevedeva la realizzazione di un tunnel, partendo da Berlino Ovest, fino ad intercettare le infrastrutture telefoniche del settore orientale della città. Ciò fu mascherato, come copertura, con un sito radar statunitense.
Fu scavato un tunnel segreto, in terreni sabbioso, di notevole complessità ingegneristica lungo c.a 450 m. Le intercettazioni iniziarono nel 1955, ma a loro insaputa il KGB sovietico ne venne a conoscenza senza però palesare nulla. Soltanto nel 1956, per "interventi di manutenzione" i sovietici, volutamente, notiziarono della "fortuita" scoperta con un grande *battage* sulla stampa.

---

[200]- ANON., 2016: *Le gallerie sotterranee-bunker Soratte*. VisitLazio, https://www.visitlazio.com/bunker-soratte/

* * *

11. Evoluzione utilitaristica: le nuove opportunità del *Tunnel war* e dei veicoli aerei senza pilota

Con l'inizio della Operazione militare speciale delle forze armate della Federazione Russa sul territorio della Ucraina il 24 febbraio 2022 (o semplicemente "guerra in Ucraina"), la cui motivazione e giustificazione, per Mosca, è la neonazificazione dello stato ucraino e le relative conseguenze ai danni dei residenti di etnia russa e della Russia stessa, si avviò una guerra moderna (non conclusa alla data del presente saggio). Ciò indipendentemente dai fattori politico-economici sorti dall'ordine post-sovietico che si è costituito nella regione e nella geopolitica dal 1989 (PALLEY, 2025)[201].
Seppur la guerra in sotterraneo sia stata ammessa come largamente utilizzata nei secoli, già da tempo vari analisti hanno connesso la rivalutazione delle strutture sotterranee quale risposta al progresso tecnologico, in termini di funzioni di *intelligence, surveillance and reconnaissance* (ISR) da parte delle forze armate. Addirittura i casi di conflitti recentissimi (o in atto) indicano, oltre ad una evoluzione molto veloce, una loro trasformazione o adattamento funzionale che va oltre la concezione strategica di pochi anni fa. Nelle zone di operazione vi furono incursioni brillanti, in sotterraneo, condotte dalle forze armate russe come nel gennaio 2024 quando sbucarono oltre le linee nemiche, attraverso una lunga tubatura "bonificata" per renderla accessibile, a Tsarska ohota a sud di Adviika, ampiamente ripresa dalla propaganda ("Operazione tremore della terra"). Ancor più significativo, dopo l'invasione ucraina dell'oblast di Kurksk (che non andò a buon fine), fu l'attacco alle forze ucraine isolate attorno alla città di Sudzha da parte dei russi che utilizzarono il gasdotto Urengoy-Pomary-Uzhhorod che, fermato, aveva rifornito l'Europa (KYRYLENKO, 2025)[202]. I russi trascorsero settimane per scavare un tunnel di 500 metri e nascondere l'ingresso al gasdotto. Per la "Operazione Zombie", nel gasdotto opportunamente bonificato si usarono carrelli e monopattini per il trasporto di materiali e armi, finché l'8 marzo 2025 durante una controffensiva su larga scala i militari russi percorsero il pipeline per 16 chilometri, largo 1,4 metri, in due giorni , sostarono al suo interno per altri quattro aspettando l'ordine di attacco, infine uscirono oltre le linee nemiche ottenendo il risultato (Fig. 114). Le opposte propagande, minimizzarono il risultato o lo vantarono; comunque le forze ucraine durante la controffensiva citata si ritirarono.



Fig. 114 – Attraversamento del pipeline Urengoy-Pomary-Uzhhorod (oblast di Kurksk) da parte dei soldati russi durante la controffensiva nella guerra Russia-Ucraina.

L'evoluzione della tattica ha portato, da parte dei difensori ucraini, soprattutto a massimizzare l'occultamento dei siti di loro interesse. Ciò è avvenuto in diretto contrasto all'osservazione dal cielo

(droni, informazioni satellitari etc.) che consente il monitoraggio di corpi in movimento, alterazioni del suolo / ambiente etc., nonché la sempre più pressante necessità di nascondere, mascherare, confondere, siti stabili di interesse militare, siano essi occupati da militari che per la produzione, manipolazione, stoccaggio di materiali bellici o di impiego a tal fine (Fig. 115). Da una e dall'altra parte, i combattenti fanno uso di telecamere e quadricotteri per monitorare gli sbocchi, o le presunte zone di sbocco, di cunicoli sotterranei, e così neutralizzare il nemico.



Fig. 115 – Condizioni di attesa e ricovero in un'opera sotterranea sul fronte russo-ucraino 2026.

La massiccia introduzione e soprattutto impiego del drone militare, tipologicamente UAV (Unmanned Aerial Vehicles) destinato a ricognizione e sorveglianza e UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicles) destinato al combattimento hanno rivoluzionato la guerra moderna. Gli UAV monitorano attraverso sensori ottici e termici, mentre gli ACAV sono droni di attacco, quindi armati, deputati a missioni di offesa aria-terra e dotati di alta precisione sull'obiettivo, fino all'ingaggio con altri velivoli. Naturalmente la tipologia e gli impieghi sono ormai assai vasti, tanto che i droni sono divenuti strumenti contemporaneamente primari e ausiliari per le forze armate: Munizioni vaganti, tipo Loitering Minitions – Droni Kamikaze che distruggono all'impatto, Mini/Micro-Droni trasportabili dal soldato (p.es. nello zaino per osservazione), Droni logistici con impiego nei rifornimenti tipo munizioni, viveri, medicali, etc. Nelle zone di teatro la dilatazione, poi, della cosiddetta "zona grigia" sul campo aperto e la necessità di intervenire sulle retrovie nemiche fa del drone uno strumento di conoscenza, oltre all'impiego quale arma, fondamentale. La più dettagliata visione del territorio attraverso tali mezzi, diffusissimi, ha determinato – tra i vari effetti – la necessità di un massiccio impiego delle tecniche di occultamento onde contrastare l'*intelligence* del nemico. L'attuale guerra Russia-Ucraina mostra questo cambio di paradigma, che è avvenuto in tempi molto rapidi, dove sul fronte vengono ormai impiegate migliaia di UAC e UCAV. Infatti, lo scavo di opere sotterranee (anche programmate per essere attrezzate, o rinforzate, con allestimenti minimi) è decisamente aumentato; sempre maggior cura viene posta al mascheramento degli accessi, all'uso di reti (il cui costo è basso) in funzione oltre che mascheramento pure anti-drone. I *tunnel war* tendono ad essere approfonditi, anche in risposta all'incremento di diagnosi da parte dei sistemi MASINT elettronici (prospezione calore, cambi di colore, telecamere infrarossi, etc.). Tutto ciò ha determinato la necessità di ridurre l'esposizione del soldato, il suo impiego limitato come numero, addirittura in determinate ore della giornata dove sono favorevoli contrasti di luce; spesso le rotazioni dentro/fuori dai *tunnel war* avvengono quando in concomitanza con il cambio operativo dei droni-notte con i droni-giorno. Inoltre, nella "zona grigia" (con ampiezza chilometrica) e nelle retrovie vengono adattate le strette linee di trincea con reti, sia mimetiche che confondendo la geometria spezzandola con materiale affine al posto (sterpaglia, etc.), trasformandole in una sorta di *pseudo-tunnel war*, anche se con funzionalità molto ridotta (Fig. 116). D'altronde la linea di fronte è in movimento in funzione di conquista/perdita delle porzioni di territorio. Da segnalare che le stesse strade delle aree in questione sono spesso coperte da reti con funzione anti-drone a protezione degli autoveicoli. Nelle retrovie sono state realizzate (esempio russo), p.es. posti di comando a libello di bri-



Fig. 116 – Fase di mascheramento di trincea in Ucraina, concetto base dello "pseudo-tunnel war"

gata, rinforzati, dotati di corridoi, nodi di comunicazione, alloggi, accessibili a veicoli tipo UAZ etc., per chilometri, con coperture plurimetriche rinforzate con materiali vari (lastre di cemento etc.), ciò per assorbire l'impatto di bombe sganciate dall'aria, poiché droni e ricognizione aerea hanno eroso le distinzioni tra aree di prima linea e retrovie (KOHANETS, 2026)[203] (Fig. 117, 118).

Molti osservatori (STEPANOV, 2022)[204] vedono questo intensificarsi dell'utilizzo di spazi in sotterraneo (tunnel, trincee etc.) in una lezione che ha radici sia nella Prima Guerra Mondiale che nella Guerra Fredda. Più in generale le operazioni difensive della guerra Russia-Ucraina, secondo BRIGHT (2026)[205] e PENTTI (ed.) (2024)[206], confermerebbero le teorie di Carl von Clausewitz nel suo trattato "Vom Kriege" del 1832. Secondo le argomentazioni di Clausewitz le operazioni difensive presentano un vantaggio intrinseco rispetto alle operazioni offensive. Lo sviluppo della guerra sul campo ha mostrato come gli ucraini, con la profonda conoscenza del territorio locale, abbiano costruito fortificazioni (ed opere in sotterraneo) quali ostacoli impegnativi per contrastare una avanzata russa, spostando contemporaneamente installazioni all'interno in aree urbane e boschive onde occultarle. Da parte russa lo stesso è stato fatto nei territori occupati contrastando efficacemente eventuali contrattacchi. Ciò, almeno per un periodo, ha funzionato allineandosi con le strategie ed i vantaggi intrinseci dei difensori in guerra propugnati da Clausewitz. Tuttavia, secondo Clausewitz, se "*la difesa è una forma di combattimento più forte dell'attacco*", come già ribadito, la superiorità russa ha comunque avuto la meglio. Resta da sottolineare che, indipendentemente dalla lenta avanzata russa, almeno fino all'estate 2026 – secondo le interpretazioni più realistiche e non di parte – quale scelta strategica (politica) onde procurare il minor danno alla popolazione (russofila e non) oltre che al contenimento delle proprie perdite – il ruolo delle opere in sotterraneo è stato apicale, specie con il massiccio impiego di UAC e UCAV ormai onnipresenti.



Fig. 117 – Militari russi in una struttura sotterranea di comando sul fronte russo-ucraino.



Fig. 118 – Struttura sotterranea, scavata in terreno soffice, di comando russo sul fronte russo-ucraino agibile ad autoveicoli.

[201] - Palley T.I., 2025: *The War in Ukraine – A History: How the U.S. Exploited Fractures in the Post-Soviet Order*. Monthly Review, Vol. 77, No. 2, https://monthlyreview.org/articles/the-war-in-ukraine-a-history-how-the-u-s-exploited-fractures-in-the-post-soviet-order/

[202] - Kyrylenko O., 2025: *What happened in Russia's Kursk Oblast during the last month of defence*. Ukrainska Pravda, 21 March 2025, 05:30, https://www.pravda.com.ua/eng/articles/2025/03/21/7503853/

[203] - Kohanets R., 2026: *Ukraine Drones and Missiles Made "Rear Areas" a Myth – So Russia's HQs Dig in Underground, Video*. United24 Media, Feb 23, 2026, https://united24media.com/latest-news/ukraine-drones-and-missiles-made-rear-areas-a-myth-so-russias-hqs-dig-in-underground-video-16192

[204] - Stepanov A., 2022: *Going underground: Ukraine's subterranean fighters highlight the benefit – and long history – of tunnels in warfare*. The Conversation, April 26, 2022, https://theconversation.com/going-underground-ukraines-subterranean-fighters-highlight-the-benefit-and-long-history-of-tunnels-in-warfare-181454

[205] - Bright J.B., 2026: *Theory to Reality: Defensive Operations Confirm Clausewitz's Theory*. Military Strategy Magazine, Infinity Group, Vol. 11, Issue 1, https://www.militarystrategymagazine.com/article/theory-to-reality-defensive-operations-confirm-clausewitzs-theory/

[206] - Pentti F. (ed.), 2024: *Russia's war against Ukraine – Complexity of Contemporary Clausewitzian War*. National Defence University Department of Warfare, Helsinki 2024, Series 2: Research Reports No. 33, 250 pp., https://www.ifri.org/sites/default/files/2024-09/forsstrom_et_al._russia_seminar_24_web.pdf

* * *

12. Ridondanza delle opere in sotterraneo nei grandi teatri locali di guerra convenzionale

Nei conflitti convenzionali attuali con il massiccio impiego di droni la guerra è divenuta sinonimo di campo di battaglia "trasparente". In sostanza qualsiasi cosa si muova può esser vista e distrutta. Tale trasformazione, avvenuta in tempi molto rapidi, non riguarda solo il cielo ma – come abbiamo visto – quanto sta, o può stare, sottoterra. L'operazione militare speciale in Ucraina (per il governo russo), o Guerra in Ucraina, ha esasperato questa situazione che, ormai si può dire, non ha precedenti nella storia se non a scala molto minore e concettualmente poco paragonabile. È altresì evidente come una guerra combattuta con armi convenzionale, quindi non con armi di distruzione di massa (atomiche), su un fronte di ben oltre 1.000 chilometri le forze terrestri costituiscono l'ultimo tassello per espugnare / occupare aree contese. La sopravvivenza di entrambi gli eserciti sempre più dipende dalla capacità di infiltrarsi nel sottosuolo. Pertanto se, come si è visto, sistemi di trincee, posti di comando, corridoi logistici protetti, strutture mediche, sono una prima necessità, si è ormai passati allo scavo di vie di infiltrazione nei terreni contesi lungo il fronte mobile ed al trasferimento in sotterraneo dei siti di produzione / assemblaggio di droni etc. (Spencer & Craig, 2026)[207].

In particolare, in questa situazione – sempre cogliendo l'esempio ucraino – la così definita (un tempo) "zona della morte", o "zona morta", o più modernamente "zona grigia", cioè quella zona tra le due linee nemiche in cui non c'è prevalenza specifica tra attacco, difesa, contrattacco, da parte degli opposti schieramenti, in conseguenza del controllo dall'aria si è grandemente estesa (rispetto al passato) raggiungendo spazi tra 20 e 50 chilometri (probabilmente destinati ad aumentare). In quest'area droni a fibra ottica resistenti ad interferenze, con telecamere termiche, sorvolando costantemente concentrazioni di truppe, trincee, vie di rifornimento, grazie a sistemi di rilevamento acustico e puntamento assistito dall'intelligenza artificiale (AI) hanno drasticamente ridotto la catena di eventi tra individuazione e distruzione. Pertanto ogni tipo di spostamento e occultamento diviene estremamente difficile, modificando radicalmente la possibilità di sopravvivenza. Anche se i cosiddetti "dati ufficiali" sono di parte, tale nozione è acquisita dalle valutazione dei tempi attuali di sopravvivenza al fronte. Ciò è perfettamente comprensibile se si considera come nella "zona grigia" un qualsiasi movimento in superficie può innescare un attacco in pochi minuti; in alcuni settori del fronte ucraino i droni sono responsabili fino all'80% delle perdite sul campo di battaglia. Pertanto il sotterraneo oggi, in questo tipo di teatro di guerra, diventa ridondante rispetto ad esempi storici dell'ultimo secolo, dalla Prima Guerra Mondiale come a Messines, Somme e fronte italiano, per passare al Vietnam, Gaza, Libano, Corea, ed attualmente Iran. Ciò pure se trattasi di tipi di conflitti o aggressioni di tipo diverso, specie se contestualizziamo l'ormai indispensabile posizionamento in sotterraneo di siti di *intelligence*, stoccaggio, industriali , addirittura piste per aerei, talora progettati per resistere ad armi nucleari tattiche, che ovviamente variano in funzione del teatro di scontro e, addirittura, dell'obiettivo finale.

Quanto realizzato sul suolo ucraino, che nella fase attuale del conflitto si trova in posizione difensiva, rappresenta l'evoluzione più recente di questi schemi, sempre più sofisticati ed ampliandone l'adattamento. Nell'area di Zaporozhye sul Fiume Dnepr nel sud-est dell'Ucraina, ottimizzata come rocca-

forte, quindi deputata a resistere ed a controllare una vesta zona di retrovia onde garantire i rifornimenti, la costruzione di sistemi sotterranei fortificati è stata particolarmente intensa. Tale evoluzione della guerra non si è verificata all'improvviso, nei primi giorni di guerra, bensì con il trascorrere del tempo del conflitto. Ciò è stato realizzato da imprese civili, soprattutto di categorie "scavi e costruzioni" affidandosi ad ingegneri civili specializzati, o che si andavano rapidamente – per necessità, richiesta di mercato – specializzando. Il tutto adattando contrattualistica e costruzione dei siti ad una economia di guerra sostanzialmente economicamente sostenuta da potenze che hanno offerto sostegno. La capacità di creare in tempi rapidi infrastrutture sotterranee, estese per chilometri, è divenuta fondamentale per proteggere l'assetto difensivo e la potenza di fuoco su un campo di battaglia divenuto ormai trasparente. Ciò rientrerebbe nell'attuale politica di sviluppo di "iniziativa di difesa" del fianco orientale NATO. Tali reti sotterranee si evolvono rapidamente con l'obiettivo di contrastare la sorveglianza costante dei droni e consentendo alle truppe di spostarsi senza esporsi all'osservazione aerea. Inoltre si è visto che le infrastrutture centralizzate su campi trasparenti sono estremamente vulnerabili, mentre decentralizzate e disseminate nel sottosuolo resistono più a lungo. Stessa considerazione per i punti ospedalieri (Serowik, 2025)[208], messi in profondità vicino al fronte, con postazioni traumatologiche ed équipe chirurgiche, conside-rando – secondo i medici – che la principale causa di lesioni, con amputazioni e ferite da schegge, sono i droni. Ormai tutta questa capacità ingegneristica si estesa pure alle retrovie. Lungo il fronte l'esigenza di disporre e utilizzare strutture sotterranee è speculare, anche se l'intensità del bisogno (e investimento) è guidata dalla velocità di spostamento del fronte, pertanto pure la Russia si è dotata di una rete sotterranea. Un esempio viene da Kherson (Ínтent, 2026)[209], citato da un giornale indipendente di Odesa (Odessa, Ukraina) (Fig. 119), dove sarebbero stati costruiti tunnel russi per decine di chilometri.



Fig. 119 – Collage esplicativo di fonte ucraina, tratto da un giornale indipendente di Odesa (Odessa, Ukraina), di una rete sotterranea delle forze armate russe nella zona di Kherson, probabilmente realizzato con lo scopo di sostenere le richieste di aiuto militare.

Come contrasto a questa ingegneristica del sottosuolo, da parte russa l'attacco a posizioni in sotterraneo può avvenire, per esempio, con armi termobariche. Alcune di queste (vedi il TOS-1A, lanciarazzi pesante) risultano particolarmente efficaci in spazi ristretti sfruttando la pressione e la riduzione dell'ossigeno. Diviene inoltre sempre più importante *intelligence* e ricognizione (sensori di superficie, aerei, spaziali): suono e vibrazioni, geologia del sottosuolo, relativa capacità di modellazione e mappatura del territorio, sono elementi che, determinando una individuazione, fanno classificare un obiettivo. Tuttavia, non sempre colpire l'obiettivo sotterraneo a distanza risolve solo una parte del problema, poiché le forze di terra potrebbero dover bonificare comunque la rete in sotterraneo, e ciò diventa ancora più arduo in ambienti urbani. Tutto ciò ha trasformato il combattimento sotterraneo, che è divenuto molto più tecnologico. Si è già parlato del crescente utilizzo di sistemi robotici senza pilota con comunicazioni radio auto-organizzanti o cavi ombelicali, tenuto conto che, oggi, in sotterraneo non si può fare necessariamente affidamento a GPS e comunicazioni radio stabili. Il soldato, nella guerra in sotterraneo, subisce effetti psicologici e fisiologici anche gravi; disagi che già si conoscevano dalla Prima Guerra Mondiale, ai danni subiti dai *Tunnel Rats* in Vietnam etc., perciò gli sforzi si sono concentrati più che sull'occupazione delle gallerie sulla loro neutralizzazione. Attualmente in ambito NATO è riconosciuta la propria scarsa capacità per la guerra in sotterraneo su larga scala, mentre si valuta come i possibili campi di battaglia del futuro non si semplificheranno per agevolare i programmi di addestramento o per garantire standard di efficienza elevati. Ciò influenzerà i futuri conflitti: ormai nel sottosuolo le forze si muovono, si producono equipaggiamenti, si stabiliscono centri di comando, si curano feriti, e contemporaneamente esso viene conteso, mentre sul campo di battaglia trasparente, in superficie, la sorveglianza dei droni e gli attacchi di precisione sono costanti. Quindi, se gli eserciti non sopravvivono in superficie devono farlo sottoterra.

[207] - Spencer J. & Craig D., 2026: *Digging below the death zone: The underground war in Ukraine*. Modern War Institute. At West Point, 08.12.26, https://mwi.westpoint.edu/digging-below-the-death-zone-the-underground-war-in-ukraine/

[208] - Serowik, J.J., 2025: *The Ukrainian Underground. Lesson for US Army MEDCOM Sustainment in large-scale combat operations*. Center for Army Leassons Learned, 11 pp., https://api.army.mi/e2/c/downloads/2025/08/21/9a8b9696/no-25-1074-the-ukrainian-underground-lessons-for-medcom-sustainment-in-lsco-aug-25.pdf

[209] - Íntent, 2026: *In the occupied Kherson region, the Russians have built dozens of kilometers of underground tunnels*. Íntent, 17 June 2026, https://intent.press

* * *

13. Scenari globali sulla guerra e le opere sotterranee di difesa e attacco

Come è stato dimostrato dall'*excursus* storico, l'interesse dei belligeranti nella pianificazione in funzione della difesa di attrezzature e siti strategici aggredibili durante un conflitto si è spostato totalmente (o quasi) nella costruzione di strutture sotterranee progettate allo scopo, relegando al passato l'utilizzo delle cavità naturali (grotte). Questo profilo è praticamente univoco nelle entità statuali economicamente avanzate, ed ormai anche di basso grado. Si è visto pure come in tutto il mondo le opere d'interesse bellico siano in forte espansione, poiché la loro segretezza e, secondo i bisogni, la loro profondità possono costituire un "bastione" di difesa talora inespugnabile nel caso di armi convenzionali. Ciò anche se i recenti missili balistici, bombe guidate anti-bunker etc., hanno capacità di penetrazione molto elevata (decine di metri) e di distruzione.



Fig. 120 – Stoccaggio di missili iraniani in un sito sotterraneo.

Nella strategia di difesa moderna si porta, qui, solo tre esempi: a) l'enorme proliferazione ed estensione dei tunnel nella Repubblica Popolare Democratica di Corea anche a scopo invasivo, b) i siti segreti a grande profondità della Repubblica islamica dell'Iran (nucleari, missilistici etc.), c) l'incremento dei tunnel di guerra predisposti da Hezbollah nel sud della Repubblica del Libano. Ognuna di queste proliferazioni di opere in sotterraneo, di grandi o piccole dimensioni esse siano, concepite per conflitti a scala regionale od a scala locale, ha avuto motivazioni ed obiettivi diversi, ma in tutti i casi la risposta alla minaccia mediante il trasferimento di determinate attività, critiche, sottoterra, favorita dalla relativa facilità di realizzare scavi in sotterraneo grazie alla tecnica moderna, rispetto al passato si è enormemente diffusa.

Gli aspetti critici delle opere in sotterraneo sono molteplici. Per i casi prima citati, ad esempio i siti missilistici iraniani (Albright *et al.*, 2022[210]; Grokipedia v02, 2026[211]) (Fig. 120), la criticità è la tracciabilità mediante sistemi di osservazione satellitare delle opere e attività connesse con gli ingressi (piste, bulldozer, etc.). Tuttavia, a seguito di bombardamenti gli ingressi possono essere seppelliti, distrutte le strade etc., ma il danno può essere facilmente recuperato e l'attività specifica occultata in profondità può rimanere indenne (Fig. 121). Nel caso del Libano i *tunnel war*, anche profondi oltre 20 metri, multifunzionali, adibiti a sale comando, depositi armi etc. sono in continua costruzione da parte di Hezbollah e particolare attenzione viene posta all'occultamento degli ingressi (Fig. 122), che sono i punti maggiormente sensibili, in questo caso a causa dell'intensa attività di *intelligence* da parte di Israele. In ambito non urbano la conformazione geografica e geomorfologica del Libano (poche strade, terreni rocciosi e impervi) ha facilitato l'occultamento della rete di tunnel, che vengono scavati con perforatrici ed esplosivi, ma con una eccezionale segretezza e capacità di occultarne le tracce. Già si supponeva fossero state costruite reti di tunnel per creare valichi nascosti tra Libano e Siria (Chbaro, 2026)[212]. Recentemente nella zona rurale di Qusayr i soldati siriani hanno scoperto diversi tunnel transfrontalieri Siria-Libano; precisando che la zona rurale di Qusayr funge da crocevia tra la provincia siriana occidentale di Homs e la valle della Bekaa in Libano (Kuwait Times, 2026)[213]. Nella contrapposi-

zione tra Nord e Sud Corea, le truppe di ambedue gli schieramenti eseguono esercitazioni in spazi sotterranei con l'ausilio di robot; questi vanno da "robot multi-zampa" (Fig. 123) a robot miniaturizzati grandi come una mano. Questi sistemi si sono rivelati fondamentali nel lavoro di perlustrazione e non solo: indispensabili nel futuro dato il costo derivato dall'addestramento di militari specializzati incursori e la necessità di non sacrificarli o ridurne le possibili perdite.

Ovviamente l'attività attuale, o del periodo recente, inerente la predisposizione di tunnel etc., si moltiplica in molti altri scenari; anzi, visti i buoni risultati dimostrati nei vari conflitti queste iniziative vengono sempre più adottate. Pur essendo inutile illustrarli tutti, poiché si tratta di tipologie di azioni ridondanti, vale la pena sof-



Fig. 121 – Cinque ingressi di una base missilistica iraniana colpiti e successivamente quattro riaperti.

fermarsi su alcuni casi attuali. Come nello Yemen, da parte del movimento Ansarullah, gruppo armato Houthi, che consolida la propria presenza (e importanza) nello scacchiere medio-orientale con un'impennata di attività (Fig. 124) non solo rinforzando le opere sotterranee dell'esercito yemenita prebellico ma predisponendo una serie di nuove opere (Hinz, 2024)[214]. Precisando come l'interesse ad utilizzare strutture sotterranee sia iniziata nei primi anni del nuovo secolo poiché questo emerse nel 2004 già durante la prima delle cosiddette guerre Saada tra il governo yemenita e quello che all'epoca era un gruppo ribelle periferico del nord dello Yemen.

Contemporaneamente l'attività di scoperta di *tunnel war* è costantemente presente sui teatri regionali "caldi" come quelli del Medio Oriente. Recente è la scoperta da parte dell'esercito siriano di una vasta rete di tunnel utilizzati dal YPG (gruppo considerato terroristico) e pure dalla Turchia sotto le aree civili della città di Tabka nella provincia di Raqqa (Syria) (Daily Sabah with AA, 2026)[215]. I tunnel si estendono per chilometri e all'interno sono stati trovate munizioni, parti di droni etc., inoltre l'YPG aveva piazzato esplosivi prima di ritirarsi (Fig. 125) L'YPG (Unità di Protezione Popolare, in curdo *Yekîneyên Parastina Gel)*, è una



Fig. 122 – Ingresso di un tunnel, scoperto recentemente, di Hezbollah in Libano opportunamente occultato.

milizia armata attiva nel nord-est della Siria costituita principalmente da volontari curdi. Se gli esempi precedenti hanno esaminato scenari attuali in aree a forte frizione, o "calde", per motivi che non andrò a sviluppare onde non trasbordare su valutazioni geopolitiche sostenute da una parte delle attuali classi dirigenti o finanziarie ed industriali detenenti una forte influenza sulle prime, va comunque notato l'incremento alla corsa verso la realizzazione di opere in sotterraneo, in ambito cittadino, in risposta a minacce percepite o fatte intenzionalmente percepire alle popolazioni. È il caso – porto ad esempio – della proliferazione di una rete di rifugi antiatomici sotto la città di Helsinki (Finlandia) (HAFTKO, 2026)[216]. Secondo dati pubblici si parla di 5.500 rifugi in grado di ospitare quasi un milione di persone in caso di attacco nucleare o invasione russa (secondo studi strategici di parte). Si tratta di rifugi con sistemi autonomi che in tempo di pace possono essere impiegati, per esempio, come complessi sportivi etc. ("filosofia del duplice uso"). Oggi, la legislazione finlandese prescrive per i maggiori edifici obbligatoriamente la costruzione di detti rifugi. Va precisato che la Finlandia ha una connaturata "tradizione" di difesa, che ha considerato queste strutture, iniziate fin dal 1939, come sistema di protezione civile ("Comprehensive Security System"). Riferendoci all'attualità, oggi questa "tradizione" è sostenuta da politiche basate sugli avvertimenti dei leaders della NATO che sottolineano (vedi il vertice di Ankara 2026) una possibile minaccia strategica contro le nazioni occidentali.



Fig. 123 – Robot multi-zampa (o "robot-dog") durante una esercitazione sud-coreana.

Esperti evidenziano come il timore di tali minacce, penetrando nel tessuto sociale e nelle stesse classi politi-



Fig. 124 – Zona montuosa dello Yemen: nuove piste e accessi a tunnel per lo stoccaggio di missili e droni.

che, susciti artificiosamente fenomeni diffusi di ansia collettiva vantaggiosi per procedere senza ostilità interne, cioè da parte della società civile, verso questo tipo di pianificazione strategica (inculcare la "preparazione alla guerra"), edulcorandola con il "duplice uso". Si porta come esempio, tra i tanti di Helsinki, un impianto sportivo sotterraneo di cui beneficiano i residenti (Fig. 126).

Questo scenario è simile, anzi ripetitivo, in altre parti del mondo. Studi recenti concernenti una possibile strategia difensiva d'attrito in Taiwan (Rooney *et al.*, 2024)[217], volta a contrastare operazioni offensive da parte dell'Esercito Popolare di Liberazione (PLA) cinese sull'isola, nella fattispecie per affrontare la battaglia urbana – partendo dal presupposto che Taiwan conducesse operazioni indipendenti senza il supporto esterno – indicano chiaramente come queste dovranno tatticamente concentrarsi esclusivamente sul sottosuolo. Questa tattica significherebbe rendere estremamente costoso l'attacco da parte del PLA, tanto che ciò renderebbe la Cina vulnerabile ad azioni esterne da parte degli alleati di Taiwan in altre aree dell'Indo-Pacifico. Anche se è chiaro trattarsi di uno scenario a scala regionale, ipotetico sia come quadro geopolitico, tipologia di conflitto



Fig. 125 – Tunnel a Raqqa scoperti e bonificati dall'esercito siriano. Si tratta di una vasta rete di tunnel utilizzati dal YPG, gruppo considerato terroristico, pure dalla Turchia, sotto le aree civili della città di Tabka nella provincia di Raqqa (Syria). La città era controllata da YPG fin dal 2017.



Fig. 126 – Underground a "doppio uso" realizzato a Helsinki, che in breve può essere convertito in rifugio antiatomico.

ed infine di una scontata efficacia o partecipazione dell'alleanza, gli analisti (del blocco occidentale) asseriscono che con una "*Tunnel war*" (moderna) ottenere un ritardo significativo imposto alle operazioni offensive del PLA potrebbe cambiare le dinamiche internazionali, consentendo a paesi terzi di decidere di intervenire e rafforzare Taiwan o di promuovere soluzioni diplomatiche. Comunque, indipendentemente dall'esistenza di ipotizzabili installazioni sotterranee militari segretate, le leggi edilizie di Taiwan già prescrivono obbligatoriamente la costruzione di "rifugi antiaerei" per gli edifici di civile abitazione, tanto che si stimano in oltre 100.000 unità già realizzate (Dean-Richards, 2023)[218]. Tali rifugi hanno una capienza superiore al numero di abitanti della capitale. Questi bunker sono stati, manifestamente per ragioni di sicurezza, apprezzati da aziende straniere che operano con stabilimenti industriali in Taiwan. Tuttavia, sembra, dalle critiche, come questi rifugi non siano stati progettati e costruiti per assolvere il compito in modo efficace, dato che si valutano inidonei ad essere utilizzati per lunghi periodi.

---

[210] - Albright D., Burkhard S. & Hannah J., 2022: *Iran's Natanz Tunnel Complex: Deeper, Larger than Expected*. Institute for Science and International Security, https://isis-online.org/isis-reports/irans-natanz-tunnel-complex-deeper-larger-than-expected

[211] - Grokipedia v02, 2026: *Iranian underground missile bases*. https://grokipedia.com/page/Iranian_underground_missile_bases

[212] - Chbaro A., 2026: *The Hidden War in Southern Lebanon*. MBN Magazine, https://alhurra.com/en/20122

[213] - Kuwait Times, 2026*: Syrian troops uncover tunnel network on Lebanon border*. April 02, 2026, https://kuwaittimes.com/article/41784/world/syrian-troops-uncover-tunnel-network-on-lebanon-border/

[214] - Hinz F., 2024: *Yemen's Houthis are going underground*. IISS, Military Balance Blog, 29 April 2024, https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2024/04/yemens-houthis-are-going-underground/

[215] - Daily Sabah with AA, 2026: *Syrian army uncovers vast tunnel network dug by YPG in Tabqa*. Daily Sabah, Jan 26, 2026, https://www.dailysabah.com/politics/war-on-terror/syrian-army-uncovers-vast-tunnel-network-dug-by-ypg-in-tabqa

[216] - Haftko S., 2026: *Finland has built an underground city for a million people in case of war with Russia*. Kyiv UNN, July 12, 2026, https://unn.ua/en/news/finland-has-built-an-underground-city-for-a-million-people-in-case-of-war-with-russia

[217] - Rooney S.E., Setliff N., Berger S. & Breece B., 2024: *Plan to Fight Underground to Win in Taiwan*. US Naval Institute, Proceedings, Vol. 150/10/1,460, https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/october/plan-fight-underground-win-taiwan

[218] - Dean-Richards E., 2023: *The Myth of Taiwan's 105,000 Air Raid Shelters*. Domino Theory, May 17, 2023, https://dominotheory.com/the-myth-of-taiwans-105000-air-raid-shelters/

* * *

14. Filosofia della speleologia militare nell'indagine critica futura sulle moderne opere d'interesse bellico in sotterraneo

Nella guerra in sotterraneo moderna, o attuale, è obbligatorio considerare come i dati, oggi disponibili soprattutto su riviste specializzate, siano lacunosi, spesso artefatti e così pervenuti agli analisti o alle agenzie di stampa. Spessissimo i dati e le realtà fattuali sul campo sono considerati (dalla fonte primaria che ne ha il possesso) "sensibili" se non del tutto segreti. Questo scenario compromette la possibilità dell'analista di reperire elementi sufficienti, e certi, per una valutazione fondata su un corredo vasto d'informazione reale o bilanciata, riflettendosi inevitabilmente sulla soggettività che così viene compromessa, senza parlare della impossibilità di produrre analisi statistiche descrittive e predittive. Di conseguenza, molte delle analisi prodotte – anche in questo saggio – dovranno essere verificate in futuro, sul lungo periodo, quando i dati potranno essere a disposizione, sempreché in quelle determinate aree di belligeranza il conflitto sia stato ricomposto, le popolazioni pacificate, e l'interesse per il passato diventi quindi "storico" e non utilizzabile ai fini del mantenimento dell'attrito tra le parti oppure la sua mistificazione od oblio sia conveniente alla parte vincitrice. Bisogna pure precisare che in tutti questi contesti l'informazione che giunge "all'esterno" (mezzi di stampa, internet, video etc.) è il più delle volte manipolata, adattata, e diviene strumento di propaganda e condizionamento nei confronti dell'opinione pubblica attraverso la distorsione delle notizie allo scopo di orientare le scelte sociali, politiche ed economiche. Ciò da ambedue le parti, schieramenti o blocchi essi siano. In particolare i social media e l'intelligenza artificiale (AI) hanno velocizzato la disinformazione. Tutto ciò ha valore attuale.

Per la speleologia, nello specifico "speleologia in cavità artificiali", l'interesse più che militare è storico. Di conseguenza la speleologia militare, essendo (come branca di altre scienze) pure una "scienza ibrida", vede quale interesse iniziale la scoperta/riscoperta di dette opere sotterranee. Poi segue la loro documentazione e studio, che a loro volta possono avere vari indirizzi: ingegneristico, architettonico, etc. Con tale premessa va da sé che la speleologia militare si focalizza alla specifica natura e scopo, in ambito bellico, della singola opera o complesso di opere, in breve "a che hanno servito?" è la questione da porsi. Nel caso di sotterranei a "doppio uso", civile e militare, come in tempi recenti sono stati ideati e realizzati anche a vasta scala contemporaneamente in diverse parti del mondo, praticamente in ambito urbano, la riposta può non essere netta; per alcuni aspetti potrà o dovrà essere quindi la storia, ovvero l'uso comune, o prevalente, o divenuto appunto "secondo uso" in caso di conflitto o preparazione ad esso, che stabilirà il grado d'interesse del sotterraneo ai fini della speleologia militare. Per lo speleologo l'interesse principale scatta quando, divenuta l'opera sotterranea bellica obsoleta o non più utilizzata, essa viene fattualmente dismessa, cessa la manutenzione, non viene più conservata, fino ad essere abbandonata, portandola al degrado fisico, strutturale, mentre la natura può parzialmente nasconderla o perlomeno confonderla nell'ambiente. E il ciclo può anche essere breve. Il caso dei "bunker della Guerra Fredda", durato qualche decina d'anni, esemplifica. Ecco dunque che lo speleologo che si occupa di questo tipo di cavità inizia a raccogliere documenti, informazioni sul posto, fa ricognizioni *in situ*, trova o rende agibili gli accessi a queste opere e le visita con gli scopi dichiarati. Nella fase attuale ciò è riduttivo giacché la migliore possibilità, rispetto un tempo, di ottenere dati su queste opere sotterranee, consente di documentare il contesto storico-bellico con largo anticipo. Pertanto permette di poter eseguire analisi critiche, soprattutto in termini di evoluzione delle tecniche, difese, controdifese, strategie a largo raggio, consentendo allo speleologo di affermare la propria presenza, essere uno degli attori fondamentali nello studio del contesto in cui si sono poste queste moderne opere sotterranee, congiuntamente agli altri specialisti sulla materia.

* * *

Elenco delle voci bibliografiche citate

ABDULGHANI J.M., 2011: *Iraq and Iran. The Years of Crisys*. Library Edition Routledge, Iran, 270 pp.

ACKERMAN S. & RASMUSSEN S.E., 2017: *36 Isis militants killed in US'mothers of all bomb's attack, says Afghan ministry*. The Guardian, Friday 14 April 2017, [online]. Available from: https://www.theguardian.com/world/2017/apr/13/us-military-drops-non-nuclear-bomb-afghanistan-islamic-state

ALABBASI M., 2015: *How did Hamas's military expertise end up with Syria's rebels? Breakaway fighters from Hamas's armed wing are using their expertise to assist Syrian rebels with tunnel building and rocket making* [online]. Middle East Eye, 22 May 2015. Available from: http://www.middleeasteye.net/news/how-did-hamass-military-expertise-end-syrias-rebels-1129524334

ALBRIGHT D., BURKHARD S. & HANNAH J., 2022: *Iran's Natanz Tunnel Complex: Deeper, Larger than Expected*. Institute for Science and International Security, https://isis-online.org/isis-reports/irans-natanz-tunnel-complex-deeper-larger-than-expected

ALEXANDROWSKAYA E. & PANOVA T., 2003: *History of the soil, cultural layer, and people in the medieval Moscow*. Rev. Mexicana de Ciencias Geològicas, v. 20 (3), p. 289-294.

ALLEN R.E., 1999: *The First Battalion of the 28th Marine on Iwo Jima. A Day by Day History from Personal Accounts and Official Reports, with Complete Muster Roll*. Mc.Farland & Co. Inc., Publischers, Jefferson, North Carolina, and London.

ANDERSON D.E. & ANDERSON D.E JR., 2011: *Combat Infantry: A Soldier's Story. Pearl Harbor. Guadalcanal. Luzon. 35TH Regiment, 25TH Infantry Division, 1944-1945*. Bloomington Ind., Trafford Publishing, 324 pp.

ANGI P. & ZORZETTO G., 2008: *Gruppo Bande irregolari "Uollo Ambessel". Milites, n. 31, Voghera, Marvia.*

ANON., 2016: *Le gallerie sotterranee-bunker Soratte*. VisitLazio, https://www.visitlazio.com/bunker-soratte/

AOUADI F., 2014: *Secret tunnels discovered at the Algerian-Tunisian-Libyan borders* [online]. LinkedIn, 17 ago 2014. Available from: https://www.linkedin.com/pulse/20140817182358-318894891-secret-tunnels-discovered-at-the-algerian-tunisianlibyan borders

ARAS R., 2013: *The Formation of Kurdishness in Turkey: Political Violence, Fear and Pain*. Routledge Studies in Middle Eastern Politics, Routledge Ed., New York, 240 pp.

ATWAN A.B., 2006: *The Secret History of Al Qaeda*. University of California Press, 256 pp., ed it. 2010, La storia segreta di Al Qaeda. Roma, Eurilink.

BACCICHET M. (ed.), 2015: *Fortezza FVG dalla Guerra fredda alle aree militari dismesse.* Edicom Edizioni, Stampa PressUp, Roma, 134 pp., https://www.storiastoriepn.it/wp-content/uploads//2021/03/2015_fortezza-fvg.dalla-guerra-fredda-alle-aree-militari-dismesse-1.pdf

BANDIOLI M., 2023*: Droni: sviluppi operativi e tattici*. Difesa online, Available from: https://www.difesaonline.it/evidenza /approfondimenti/droni-sviluppi-operativi-e-tattici

BAHMANYAR M. & PALMER I., 2009: *Afghanistan cave complexes 1979-204. Mountain Strongholds of the Mujahideen, Taliban and Al Qaeda*. Strike-Hold, Osprey Publishing, 67 pp.

BARAK M., 2018: *The Tunnel Strategy Among Palestinian Armed Factions in the Gaza Strip*. IDC Herzlya, International Institute for Counter-Terrorism (ICT), [online], 26 pp., Available from: https://www.ict.org.il/images/The%20"Tunnel%20Strategy".pdf

BEAUMONT P., BONINE M.E., MCLACHLAN KEITH S. & MCLACHLAN A., 1989: *Qanat, Kariz, and Khattara: Traditional Water Systems in the Middle East and North Africa*. London: Middle East Centre, School of Oriental and African Studies, University of London, England: Middle East & North African Studies Press, 305 pp.

BEK A., 1994: *Smertel'naya volna: Podzemnaya voyna v Afganistane* [Deadly wave: *Underground combat in Afghanistan*]. Soldat udachi [Soldier of Fortune], November issue, p. 4.

BERGEN P., 2009: *The Battle for Tora Bora*. New Republic, December 22.

BERNTSEN G. & PEZZULLO R., 2005: *Jawbreaker: The Attack on Bin Laden and Al-Qaeda: A Personal Account by the CIA's Key Field Commander*. Hardcover ed., 328 pp.

BERTARELLI L.V. & BOEGAN E., 1926: *Duemila grotte. Quarant'anni di esplorazioni nella Venezia*

Giulia. Touring Club Italiano Ed., 494 pp.

Bondesan A., Fioraso M. & Preto N., 2022: *WWI Military Use of Caves in the Classical Karst of Northeastern Italy*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 45 (1), p. 55-68. Available from: DOI 10.4461/GFDQ.2022.45.4

Bowes J.S., Newdigate M.T., Rosario P.R. & TindolD.D., 2013: *The Enemy Below: Preparing Ground Forces for Subterranean Warfare*. Master of Science in Defense Analysis, The Naval Postgraduate Schoolm, 161 pp., Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA620416.pdf

Bretz J H., 1956: *Caves of Missouri*. Missouri Geological Survey and Water Resources, v. 39, 490 pp.

Bright J.B., 2026: *Theory to Reality: Defensive Operations Confirm Clausewitz's Theory*. Military Strategy Magazine, Infinity Group, Vol. 11, Issue 1, https://www.militarystrategymagazine.com/article/theory-to-reality-defensive-operations-confirm-clausewitzs-theory/

Brooks A.-H., 1920: *The use of Geology on the Western front*. U.S.G.S. Prof. Pap., 128 D., November 1920.

Bruce N., 2014: *Guerrilla Warfare in Civil War Missouri*. McFarland & Comp. Inc. Publ., vol. 4, (1st ed. 1951), 464 pp.

Brummitt C., 2009: *Scenes from the Swat Front Pakistani military shows off captured Taliban base* [online]. ThereAreNoSunglasses, American Resistence to Empire. Available from: https://therearenosunglasses.wordpress.com/2009/05/23/scenes-from-the-swat-front/

Brunker M., 2014: *ISIS Shows Off Tunnels That It Claims Let Fighters Survive U.S. Airstrikes* [online]. NBC News, Nov. 12 2014. Available from: http://www.nbcnews.com/storyline/isis-terror/isis-shows-tunnels-it-claims-let-fighters-survive-u-s-n247361

Caccamo G. (ed.), 2025: *La soglia di Gorizia e la difesa del confine orientale italiano*. Franco Angeli editore, 167 pp.

Caldwell D.R., Ehlen J. & Harmon R.S. (eds.), 2007: *Studies in Military Geography and Geology*. 1st ed. 2004 Kulwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, Springer Science & Business Media, 348 pp.

Canavese A., Cogni S., Pastorutti A., Todon Y. & Cotic B., 2025: *I bunker della guerra fredda a San Michele del Carso*. Gaspari Ed., Udine, 130 pp.

Caputo P. & Regis C., 2009: *L'anfiteatro cumano e le cavità artificiali di Cuma*. CUMA, Atti del XLVIII Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto 2008, p. 719-739.

Cassio Dionne, 2008: *Storia romana*. Ed. RCS, 9. vol., Milano.

Castiglioni G., 2009: *Amba Aradam: la nostra vergogna* [online]. Available from: http://lalternatore.forumcommunity.net/?t=31702236

Cella G.D., De Regibus V., Tavagnutti M. & Torre A., 2014: *International speleological project to Cambodia 2013*. Labirinti, Boll. Gruppo Grotte CAI Novara, n. 33, p. 2-29, Novara.

Chartrand R. & Hook R., 2004: *Spanish Guerrillas in the Peninsula War to 1808-1814*. Osprey Publishing, Oxford, 70 pp.

Chbaro A., 2026: *The Hidden War in Southern Lebanon*. MBN Magazine, https://alhurra.com/en/20122

Coghlan T., 2007: *Taliban fighters back in caves of Tora Bora*. The Telegraph, 18 Jun 2007.

Colmet-Daage V., 1919: *Le Service des Eaux dans l'armée française pendant la Guerre*. Technique sanitaire, Mai 1919, Paris, 13rue de l'Odéon.

Cordesman A.H., 2002: *The Lessons of Afghanistan: War Fighting, Intelligence, and Force Transformation*. Washington, D.C., CSIS Press.

Corrigan J., 2006: *The 48th Pennsylvania in the Battle of the Crater: A Regiment of Coal Miners Who Tunneled Under the Enemy*. McFarland & Company Inc, New York.

Daily Sabah with AA, 2026: *Syrian army uncovers vast tunnel network dug by YPG in Tabqa*. Daily Sabah, Jan 26, 2026, https://www.dailysabah.com/politics/war-on-terror/syrian-army-uncovers-vast-tunnel-network-dug-by-ypg-in-tabqa

DALLIN A., 1998: *Odessa, 1941-1944: A case study of Soviet territory under forcing rule*. Iasi-Oxford-Portland, Center for Romanian Studies, 296 pp., ISBN 9739839118.

DAVIS P., 1999: *100 Decisive Battles from Ancient Times to the Present*. Oxford University Press, 165 pp.

DAY, M.J., 2004: *Military campaigns in tropical karst terrain: the Maroon Wars of Jamaica*. In: D.R. Caldwell, J. Ehlen and R.S. Harmon (eds.). Studies in Military Geography and Geology, Kluwer, pp. 79-88, Dordecht.

DAY M. & KUENY Y., 2004: *Military Uses of Caves*. In: Gunn J. (ed.). Encyclopedia of Caves and Karst Science, New York, London, Fitzroy Dearbon, 664 pp., p. 209-511.

DEAN-RICHARDS E., 2023: *The Myth of Taiwan's 105,000 Air Raid Shelters*. Domino Theory, May 17, 2023, https://dominotheory.com/the-myth-of-taiwans-105000-air-raid-shelters/

DEFENSE UPDATE, 2014/a: *Tunnel Warfare – A short history* [online]. Available from: http://defense-update.com/20140727_tunnel-warfare.html#. VDLB5 Wd_vQU

DEFENSE UPDATE, 2014/b: *Global Hotspost Report 8/2014. The military needs better technologies for subterranean operations* [online]. Jul 27, 2014. Available from: http://defense-update.com/page/24?attachment_id

DEROUEN K.R. & HEO U. (eds.), 2007: *Civil Wars in the Wordl. Major Conflicts Since Wordl War II, Vol. I*. ABC Clio, Santa Barbara, California, 912 pp.

DOWD M., 2020: *How Ireland's revolutionaries used caves to hide people and arms*. RTE, 22 Sep 2020, Available from: https://www.rte.ie/brainstorm/2020/0922/1166727-caves-hideouts-ireland-war-of-independence-civil-war/

DOYLE P. & BENNETT M.R. (eds.), 2002: *Fields of Battle: Terrain in Military History*. Geojournal Library, vol. 64, Springer, 398 pp.

EASTLER T.E., 2004: *Military Use of Underground Terrain. A Brief Historical Perspective*. In D.R. Caldwell & all. eds., Studies in Military Geography and Geology, p. 21-37.

EDWARDS A., 2011: *Drug smugglers dig underground tunnel from Mexico to the U.S. to carry marijuana across border*. Mail Online, 15th August 2011 [online]. Available from: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2025612/Drug-tunnel-stretching-Tijuana-Mexico-U-S.html

EHLEN J. & HARMON R.S. (eds.), 2001: *The environmental legacy of military operations*. Published by Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, USA, vol. 14, 228 pp.

EHRENBERG K., 1962: *Georg Kyrle - Wirken als Speläologe und für die Speläologie*. Die Höhle, 13 Jahrgang, Juni 1962, Heft 2, p. 33-39.

ENJOLI F., 2020: *Record-long drug-smuggling tunnel found from Mexico to San Diego. No arrests or seizures had been made after the tunnel's discovery*. abcNews, 30 January 2020, Available from: https://abcnews.go.com/US/longest-illicit-tunnel-mexico-san-diego-uncovered/story?id=68623555

FAROOQ K.U., 2013: *Nawab Akbar Khan Bugti* [online]. World News and Review, Site is Related to World News, Politics and Personalities, January 16 2013. Available from: http://kufarooq22.over-blog.com/2013/01/nawab-akbar-khan-bugti.html

FORNEY M., 2001: *Inside the Tora Bora Caves*. Time magazine, December 11.

FERNÁNDEZ J. & MOSHENSKA G., 2017: *Spanish Civil War caves of Asturias in archaeology and memory*. International Journal of Heritage Studies, 23:1, p. 14-28, Available from: DOI: 10.1080/13527258.2016.1232658

FORTI P., 2009: *State of the art in the speleological sciences*. Proceedings 15th International Speleological Congress, Kerrville, Texas, vol. 1, p. 26-31.

FOX NEWS WORLD, 2014: *Drug War Underground: Homeland Security Department Unveils Tunnel-Detecting Robots*. Published, January 15, 2014. Available from: http://www.foxnews.com/world/2014/01/15/drug-war-underground-homeland-security-department-unveils-tunnel-detecting-robots.html

FINOKI B., 2009: *Tunnelizing Migration 1, The Bordet Tunnel Capital of North America* [online]. Subtopia. A field guide to military urbanism, March 5, 2009. Available from:

http://subtopia.blogspot.it/2009/03/tunnelizing-migration-1-border-tunnel.html

FINOKI B., 2013: *Tunneling borders*. Open Security Reconciliation and Conflict, November 2013.

FLOOD D.H., 2018: *From Caliphate to Caves: The Islamic State's Asymmetric War in Northern Iraq*. CT Sentinel,11 (8), p. 30-34, Available from: https://ctc.westpoint.edu/wp-content/uploads/2018/09/CTC-SENTINEL-092018.pdf

FRANZ A., 2008: *Erster Weltkrieg: Tunnelstadt unter der Hölle* [online]. Spiegel Online. Available from: http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/erster-weltkrieg-tunnelstadt-unter-der-hoelle-a-547483-2.html

FRY J.D., 2006.: *Contextualized Legal Reviews for the Methods and Means of Warfare: Cave Combat and International Humanitarian Law* [online]. Columbia Journal of Transnational Law, 44, 2. P. 453-519. Available from: http://jtl.columbia.edu/contextualized-legal-reviews-for-the-methods-and-means-of-warfare-cave-combat-and-international-humanitarian-law/

FRANZOSINI M., 1949/50: *Le ricerche speleologiche in Italia e la utilizzazione militare delle cavità naturali*. Centro di Alti Studi Militari, C.A.S-M- C-7, 1ª Sessione, Rapporto interno, Roma 1949/50, 27 pp., 2 tavv.

FURY D., 2011: *Kill Bin Laden: a Delta Force Commander's account of the hunt for the world's most wanted man*. St Martin's Paperbacks ed., 359 pp.

GAIO GIULIO CESARE, 2006: *La guerra gallica (testo latino a fronte)*. Giulio Einaudi Editore, ET Classici, note a cura di A. Garzetti, traduzione di A. Pennacini, pp. XLVI-664.

GALLOIS W., 2012: *Dahra and the History of Violence in Early Colonial Algeria*. In M. Thomas (Ed.), The French Colonial Minds, 2 vol., Lincoln, University of Nebraska Press, p. 35-59.

GILL D., 1991: *Subterranean waterworks of biblical Jerusalem: adaptation of a karst system*. Science, 1991 December 6, n. 254 (5037), p. 1467-1471.

GIRAULT J.P., 2018: *Recherches a la fontaine de Loulié au Puy D'issolud (Lot). Nouveaux éléments sur la bataille d'Uxellodunum*. Available from: http://www.uxellodunum.com/media/documents/Recherche%20Loulie.pdf

GLOBAL SECURITY ORG., 2000-2014: *Afghanistan – Darunta Camp Complex* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/military/world/afghanistan/darunta.htm

GLOBAL SECURITY ORG., 2000-2015: *Military – Appendix A – Subsurface Operations* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/90-8/Appa.htm

GLOBAL SECURITY ORG., 2011: *Operation Unified Protector - Imagery - Wadi Turghut Military Tunnel Complex* [online]. Available from: http://www.globalsecurity.org/intell/library/imint/odyssey-dawn-51.htm

GORTANI M., 1920: *La geologia e la guerra di posizione*. Atti Società Italia per il Progresso delle Scienze, 10ª riunione, p. 33-39, Roma.

GRASSI G., 1821: *Opere di Raimondo Montecuccoli. Corrette, accresciute ed illustrate*. Torino, dalla Stamperia di Giuseppe Favale, vol. 1, 265 pp.

GRAU L.W. & JALALI A.A., 1998: *Underground Combat: Stereophonic Blasting,Tunnel Rats and the Soviet-Afghan War*. Engineer.

GRAU L.W. & JALALI A.A., 2001: *The campaign for the caves: the battles for Zhawar in the Soviet-Afghan War* [online]. *The Journal of Slavic Military Studies* Volume 14, September 2001, Number 3, Available from: http://fmso.leavenworth.army.mil/documents/zhawar/zhawar.htm

GREENTREE D., 2013: *Caccia a Tito. Operazione Rösselprung maggio 1944*. Libreria Editrice Goriziana, 128 pp.

GROKIPEDIA v02, 2026: *Iranian underground missile bases*. https://grokipedia.com/page/Iranian_underground_missile_bases

GROSS M.R., GHOCH K., MANDA A.K. & WHITMAN D., 2004: *A Gis-based spatial analysis of caves and solution cavities. Application to predicting cave occurrence in limestone terrain*. Studies in Military Geography and Geology, Springer Netherlands, p. 287-306.

GUBERTINI M., 2011: *Documentazione ed analisi delle cavità in zona Baia di Sistiana* [online]. Quaderni di Speleologia Urbana, n. 1/2011, 180 pp. Available from:

http://www.sastrieste.it/SitoSAS/Quaderno_1_2011a.html

Guidone I., Cerullo G., Knight P., Del Vecchio U., Cozzolino L. & Damiano N., 2016: *Le cavità militari del monte di Cuma (Campania, Italia)*. Opera Ipogea, 1, p. 15-26, https://www.researchgate.net/publication/309089182_Le_cavita_militari_del_monte_di_Cuma_Campania_Italia_The_military_bunkers_of_cuma_Campania_Italy

Gunn J. (ed.), 2004: *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. Fitzroy and Dearborn and imprint on the Taylor and Francis Group, New York London, 1940 pp.

Hadden R.L., 2006: *Adits, Caves, Karizi-Qanats, and Tunnels in Afghanistan: An Annotated Bibliography*. Topographic Engineering Center November 2005, US Army Corps of Engineers, Alexandria, 80 pp.

Haftko S., 2026: *Finland has built an underground city for a million people in case of war with Russia*. Kyiv UNN, July 12, 2026, https://unn.ua/en/news/finland-has-built-an-underground-city-for-a-million-people-in-case-of-war-with-russia

Häusler H. & Mang R. (eds.), 2001: *International Handbook Military Geography*. Proceedings of the 8th International Conference on Military Geosciences, Vienna, Austria, June 15 – 19, 2009 Vol 2, Truppendienst -Handbuch, 537 pp.

Haydoc W., 2016: *Levantine labyrinth: preparing for subterranean warfare in Iraq and Syria*. War on the rocks, May 19th 2016 [online]. Available from: https://warontherocks.com/2016/05/levantine-labyrinth-preparing-for-subterranean-warfare-in-iraq-and-syria/

Heiser R.Y., 2007: *Highlanders find success with Cave Dweller* [online]. Marines. The official website of United States Marine Corps, June 19, 2007. Available from: http://www.2ndmardiv.marines.mil/News/NewsArticleDisplay/tabid/2643/Article/515189 /highlanders-find-success-with-cave-dweller.aspx

Higgins A., 2009: *How Israel Helped to Spawn Hamas* [online]. The Wall Street Journal, Jan 24 2009. Available from: http://www.wsj.com/articles/ SB123275572295011847

Hinz F., 2024: *Yemen's Houthis are going underground*. IISS, Military Balance Blog, 29 April 2024, https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2024/04/yemens-houthis-are-going-underground/

Hoare C., 2019: *World War 2: Churchill's labyrinth of underground tunnels below Cliffs of Dover exposed*. UK News, Dec. 24, Express.co.uk

Hopkins C., 1979: *The Discovery of Dura-Europos*. New Haven and London, Yale University Press, 220 pp.

Íntent, 2026: *In the occupied Kherson region, the Russians have built dozens of kilometers of underground tunnels*. Íntent, 17 June 2026, https://intent.press

Jacobs S., 2012: *The universe unraveling. American foreing policy in Cold War*. Cornell University Press, USA, 305 pp.

Jalali A.A. & Grau L.W., 2001: *Afghan Guerrilla Warfare. In the Words of the Mujahideen Fighters*. MBI Publishing Company, 427 pp.

Jewis Virtual Library, A Project of the American-Israeli Cooperative Enterprise, 2014: *Reports on International Terror: Middle East & North Africa Country Reports (Updated May 2014)* [online]. Available from: https://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Terrorism/ME_terror13.html

John of Fordun, 1993: *Chronicle of the Scottish Nation*. Llanerch Publishers, Burnam on Sea, 2 vol., 1st ed. 1872, Edinburgh, Edmonston and Douglas, 460 pp., https://ia800907.us.archive.org/11/items/johnoffordunschr00fordrich/johnoffordunschr00 fordrich_bw.pdf

Johnson C.A., 2004: *Blowback, Second Edition: The Costs and Consequences of American Empire*. Holt Paperbacks. (January 4, 2004 ed.), 288 pp.

Jones S., 2010: *Underground Warfare 1914-1918*. Pen & Sword Military, 288 pp.

Kagan F.W., Kagan K. & Pletka D., 2008: *Iranian influence in the Levant, Iraq, and Afghanistan* [online]. A report of the American Enterprise Institute. Available from: https://understandingwar.org/sites/default/files/20080215_IranianInfluence.pdf

Karagama Y.G., Newton J.R. & Newbegin C.J.R., 2003: *Short-term and long-term physical ef-*

fects of exposure to CS spray. Journal of the Royal Society of Medicine, v. 96, n. 4, p. 172-174 [online]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/ articles/PMC539444/

KEMPE D.R.C., 1988: *Living Underground: A History of Cave and Cliff Dwelling*. Herbert Press, 256 pp., London.

KERRY J., 2009: *Tora Bora Revisited: How We Failed to Get Bin Laden and Why It Matters Today*. Report to Members of the Committee on Foreign Relations, United States Senate, John Kerry, Chairman. One Hundred Eleventh Congress, First Session, November 30th, 2009. Washington: U.S. G.P.O.

KETZ S., 2014: *Under Damascus, rebel and army battle in maze of tunnels*. The time of Israel, 6 June 2014, Available from: https://www.timesofisrael.com/under-damascus-rebels-and-army-battle-in-maze-of-tunnels/

KHAN M.E., 2006: *Balochistan. Long live the mistery* [online]. The News on Sunday. Available from: http://jang.com.pk/thenews/sep2006-weekly/nos-10-09-2006/dia.htm

KILCULLEN D., 2009: *The Accidental Guerrilla. Fightin Small Wars in the Midst of a Big One*. Oxford University Press Inc., USA, New York, 346 pp.

KING L., 2010: *Fighting erupts in Afghanistan's Tora Bora mountains between NATO, insurgent forces*. Los Angeles Times, December 30, 2010.

KNOLLE F., 2011: *Die Stasi in der Höhlenforschung – noch viel unerforschtes Neuland*. Mitt. Verb. dt. Höhlen - u. Karstforscher v. 57 (4), p. 115-122.

KOHANETS R., 2026: *Ukraine Drones and Missiles Made "Rear Areas" a Myth – So Russia's HQs Dig in Underground, Video*. United24 Media, Feb 23, 2026, https://united24media.com/latest-news/ukraine-drones-and-missiles-made-rear-areas-a-myth-so-russias-hqs-dig-in-underground-video-16192

KOREA WAR EDUCATOR, 2002-14: *North Korean Tunnels discovered at DNZ* [online]. Available from: http://www.koreanwar-educator.org/topics/dmz/p_dmz_nkorean_tunnels.htm

KRANJC A. & TRAVASSOS L.E.P., 2009: *A importância do carste e das cavernas eslovenas para atividades militares ao longo da história: atividades de arqueologia histórica*. In: Juvandi de Souza Santos (Ed.). Ensaios de Arqueologia. Campina Grande, UEPB, p. 13-34.

KRAUSE P.J.P., 2008: *The Last Good Chance: A Reassessment of U.S. Operations at Tora Bora*. Security Studies, Vol. 17, p. 644-684.

KREYENBROEK PH. G. & SPERL S. (eds.), 1992: *The Kurds: a contemporary overview*. London Routledge, 142 pp.

KRONSTADT A.K., 2012: *Pakistan-U.S. Relations*. Congressional Research Service, May 24, 2012, 60 pp.

KUWAIT TIMES, 2026*: Syrian troops uncover tunnel network on Lebanon border*. April 02, 2026, https://kuwaittimes.com/article/41784/world/syrian-troops-uncover-tunnel-network-on-lebanon-border/

KYRYLENKO O., 2025: *What happened in Russia's Kursk Oblast during the last month of defence*. Ukrainska Pravda, 21 March 2025, 05:30, https://www.pravda.com.ua/eng/articles/2025/03/21/7503853/

LAHNER, 1916: *Höhlenforschungen im Kriege*. Wochenschau, n. 15, 1916. Essen.

LAQUEUR W., 2002: *A History of Terrorism*. Transaction, New Brunswick.

LEITH C.K., 1921: *The economic aspects of geology. Chapter XIX Geology and War* [online]. Release 2009 in The Project Gutenber Ebock of the Economy Aspect of Geology, 1921, New York, Henry Holt and Company, Printed in the U.S.A., Produced by Kevin Handy, Barbara Kosker, John Hagerson, Chrome and the Online Distributed Proofreading Team. Available from: http://www.gutenberg.org/files/27842 /27842-h/27842/27843-h.htm

LEITH, W., 2002: *Military Geology in a Changing World* [online]. Geotimes, February 2002, American Geological Institute. Available from: http://www.geotimes.org/feb02/feature_military.html

LLOYD P.A., 2014: *Are there any Vietnam War-era POWs still alive in Laos? A trip to Sam Neua and Vieng Xaj Caves* [online]. Available from: http://peteralanlloyd.com/back-part-2/are-there-any-vietnam-war-era-pows-still-alive-in-laos-a-trip-to-sam-neua-and-vieng-xai caves/

LUČIĆ, I., TRAVASSOS, L.E.P., 2010: *Cavernas de vida e morte no Carste Dinárico (Caves of life*



and death in the Dinaric Karst). O Carste, 22(3), p. 97-101, Belo Horizonte.

Luzin P., 2023: *Russian Military Drones Past, Present, and Future of the UAV Industry*. The Foreign Policy Research Institute, 30 pp., Available from: https://www.fpri.org/wp-content/uploads/2023/11/russian-military-drones-.pdf

Maiuri A., 1954: *L'assedio di Narsete a Cuma*. Saggi di varia antichità, Venezia, Ed. Neri Pozza, p. 161-166.

Malečkar F., 1999: *I resti umani nelle grotte del Carso di Podgorje a SE di Trieste*. Atti dell'8° Convegno regionale di speleologia del Friuli Venezia Giulia, Località Cave di Selz, Ronchi dei Legionari (GO), p.197 -200.

Mangold T. & Penycate J., 2005: *The Tunnels of Cu Chi*. Presidio Press, ISBN 0-89141-869-5.

Margjinaj Z., 1983: *Marcia di un Albanese verso la libertà. Autobiografia*. La Nuova Base, Udine, 170 pp.

Matles Savada A. ed., 1971: *Laos: A Country Study* [online]. Washington, GPO for the Library of Congress, 1994. Available from: http://countrystudies.us/laos/

Mayer J., 2008: *The Dark Side: The inside story of how and war on terror turned into a war on American ideals*. Doubleday, New York.

Middle East Eye, 2014: *Mixed accounts of tunnel attack in Gaza* [online]. MEE staff, MEE staff, Thursday 17 July 2014 11:13 BST, Available from: http://www.middleeasteye.net/news/mixed-accounts-tunnel-attack-gaza-1956270491

Mihevc A., 1995: *Caves as mass-graveyards in Slovenia*. Acta carsologica, v. 24, p. 377-385, Ljubljana.

Mihevc A., 2001: *Use of the Caves as Mass Graveyards in Slovenia*. 13th Int. Congr. of Speleology, 4th Speleol. Congr. of Latina América and Caribbean, 26th Brazilian Congr. of Speleol., Brasìlia DF, 15-22 julho 2001, p. 499-503.

Miller E., 2014: *Shock: Hamas reconstructing its demolished terror tunnels* [online]. The Tundra Tabloids, Posted on 20/10/2014 by KGS. Available from: http://tundratabloids.com/2014/10/shock-hamas-reconstructing-its-demolished-terror-tunnels.html

Mora E., 2015: *Pentagon: ISIS using Tunnel to Bomb targets in Iraq, Syria* [online]. BreitBart, 10 Jun 2015. Available from: http://www.breitbart.com/ national-security/2015/06/10/pentagon-isis-using-tunnels-to-bomb-targets-in-iraq-syria/

Mushynsky J,, 2019: *Defining Karst Defenses*. Historical Archaeology, Vol. 53, No. 1 (March 2019), Springer ed., p. 193-204.

Nathanail C.P, Abrahart, R.J. & Bradshaw, R.P. (eds.), 2005: *The History and Technology of Military Geology and Geography*. Land Quality Press, Nottingham, U.K., 336 pp.

Nazeer A., 2014: *The War of Algeria's Indipendence – 1954-62* [online]. History of Islam, an encyclopedia of Islamic history. Available from: http://historyofislam.com/contents/the-modern-age/the-war-of-algeria%E2%80%99s-independence-1954-62/

Nicholls J., 2005: *Cheerful Sacrifice: The Battle of Arras 1917*. Pen and Sword Books, 260 pp.

Nicod J., 1998. *Les grottes: rétrospective historique et insertion des grottes-aménagées dans l'espace géographique*. Annales de Géographie, 107 (603), p. 508-530.

Nossov K., 2006: *Russian Fortresses 1480-1682*. Osprey Publishing, The Destination for Military History, 64 pp.

Office of the Prime Minister, Republic of Korea, 2008: *The National Committee for Investigation of the Truth about the Jeju April 3 Incident* [online]. Available from: http://www.jeju43.go.kr/english/sub05.html

Ozhiganov E.N., 2006: *Terrorism's profile: nature, goals and motivations*. Sotsiologicheskie Issledovaniya, 2, 52-53.

Palley T.I., 2025: *The War in Ukraine – A History: How the U.S. Exploited Fractures in the Post-Soviet Order*. Monthly Review, Vol. 77, No. 2, https://monthlyreview.org/articles/the-war-in-ukraine-a-history-how-the-u-s-exploited-fractures-in-the-post-soviet-order/

Pappas S., 2011: *Buried Soldiers May Be Victims of Ancient Chemical Weapon* [online]. Live Science Contributor, March 8, 2011 09. Available from:

https://www.livescience.com/13113-ancient-chemical-warfare-romans-persians.htm

PENTTI F. (ed.), 2024: *Russia's war against Ukraine – Complexity of Contemporary Clausewitzian War*. National Defence University Department of Warfare, Helsinki 2024, Series 2: Research Reports No. 33, 250 pp., https://www.ifri.org/sites/default/files/2024-09/forsstrom_et_al._russia_seminar_24_web.pdf

PETRUZZI R. & PETRIZZONE R., 2019: *Costruire ai tempi della guerra fredda. L'architettura della fortificazione permanente della frontiera orientale*. Forum Editrice Universitaria, 216 pp.

PHILIPPIDES M. & HANAK W., 2011: *The Siege and Fall of Constantinople in 1453. Historiography, Topography, and Military Studies*. Ashgate Publishing Limited, 759 pp.

PIRJEVEC J., 2009: *Foibe. Una storia d'Italia*. Giulio Einaudi Ed., 375 pp.

PLANET L., RAY N., BLOOM G., BUSH A., STEWART I. & WATERS R., 2012: *Vietnam, Cambodia, Laos & Northern Thailand*. Lonely Planet Publications, 324 pp.

RADULOVA L., 2015: *How Australian Super Hornet discovered secret ISIS cave network... which led to deaths of more than 100 jihadist fighters*. Mail Online, Friday, Mar 13th 2015, [online]. Available from: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2848613/Aussie-initiated-strike-takes-100-ISIS-fighters-military-plane-finds-hidden-network-caves-bunkers.html

REECE A.D., 1997: *A Historical Analysis of Tunnel Warfare and the Contemporary Perspective*. School of Advanced Military Studies, Monograph approval, 63 pp. Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA339626.pdf

RICHEMOND-BARAK D., 2014: *Tunnels as war crime*. Reichmann University, Commentaries, Available from: https://ict.org.il/tunnels-as-war-crime/

RICHEMOND-BARAK D., 2022: *From Gaza to Ukraine: Three principles of underground warfare*. The Jerusalem Post, May 30, 2022, Available from: https://www.jpost.com/opinion/article-708002

RICHEMOND-BARAK D. & VOICULESCU-HOLVAD S., 2023: *The Rise of Tunnel Warfare as a Tactical, Operational, and Strategic Issue*. Studies in Conflict & Terrorism, Routledge Taylor and Francis Group, 20 pp, [online]. Available from: https://doi.org/10.1080/1057610X.2023.2244191

ROGERS P., 2005: *The Secret Wart in Viengxay. A background paper by Dr Paul Rogers* [online]. Available from: http://www.scottasia.net/viengxay/ downloads/The%20Secret%20War%20in%20 Viengxay.pdf, 3 pp.

ROONEY S.E., SETLIFF N., BERGER S. & BREECE B., 2024: *Plan to Fight Underground to Win in Taiwan*. US Naval Institute, Proceedings, Vol. 150/10/1,460, https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/october/plan-fight-underground-win-taiwan

ROSE E.P.F. & NATHANAIL C.P. (eds.), 2000: *Geology of Warfare: Examples of the Influence of Terrain and Geologists on Military Operations*. Geological Society of London, 480 pp.

ROSS SMITH R., 2014: *Triumph in the Philippines. Chapter 27. The Bambang Front-II, The 26TH Division in the Route 5*. U.S Army in World War II, 512-540, [online]. Available from: http://www.ibiblio.org/hyperwar/USA/USA-P-Triumph/USA-P-Triumph-27.html

ROTTMAN G.L. & DELF B., 2012: *Tunnel rat in Vietnam*. Osprey Publ., ISBN: 9781849087834.

RUMIZ P., 2006: *Etiopia, la vergogna italiana: mille morti nella foiba abissina*, [online]. Available from: http://www.osservatoriosullalegalita.org/06/r/004rumizetiopia.htm

RUSSEL S.C., 2017: *The King and the Land. A Geography of Royal Power in the Biblical World*. Oxford, University Press, 304 pp.

RUSSIAN P., 2005: *Brevi note sull'adattamento ad uso militare di grotte e caverne durante il primo conflitto mondiale*. Atti Convegno cavità naturali e artificiali della Grande Guerra, Trieste 11-12 giugno 2015, p. 49 -54.

SAHIN Y.G. & ERCAN T., 2008: *Detection of Hidden Hostile/Terrorist Groups in Harsh Territories by Using Animals as Mobile Biologcal Sensor*. Sensor2008, 8 (7), 4365-4383, doi 10.3390/s8074365, [online]. Available from: http://www.mdpi.com/1424-8220/8/7/4365/htm

SALIMBENI F., 2015: *Dell'inutilità delle fortezze nel Friuli Venezia Giulia*. In: BACCICHET M.,

(Ed.), 2015: *Fortezza FVG dalla Guerra fredda alle aree militari dismesse*. Edicom Edizioni, Stampa PressUp, Roma, p. 89-98, https://www.storiastoriepn.it/wp-content/uploads//2021/03/2015_fortezza-fvg.dalla-guerra-fredda-alle-aree-militari-dismesse-1.pdf

SCHINDLER J.S., 2002: *Afghanistan: Geology in a Troubled Land*. GeoTimes, February 2002. Vol. 47, n. 2, p. 15-18.

SCHMIDLE N., 2007: *Waiting for the Worst: Baluchistan 2006*. VQR A National Journal of Literature & Discussion, [online]. Available from: hhtp://www.vqronline.org/dispatch/waiting-worst-baluchistan-2006

SCHMIDT D.A., 1968: *Yemen: The Unknown War*. New York: 1st Ed. Holt, Rinehart, and Winston, 316 pp.

SCHMITTNOV E., 2014: *U.S.-Led Raid Frees 8 Qaeda Hostages From a Yemeni Cave*. 25, 2014 The New York Times, [online]. Available from: http://www.nytimes.com/2014/11/26/world/middleeast/us-led-raid-rescues-eight-held-in-yemen.html?_r=0

SCHWIRTZ M., 2022: *Last Stand at Azovstal: Inside the Siege That Shaped the Ukraine War*. The New York Times, July 24, 2022. Available from: https://www.nytimes.com/2022/07/24/world/europe/ukraine-war-mariupol-azovstal.html.

SEARCEY D., 2011: *Killing Was Legal Under U.S. and International Law, Many Experts Say*. In "The Wall Street Journal", Morningstar Template, Dn, 6 May 2011.

SEMERARO R., 2012: *Georg Kyrle: alle origini della speleogenesi*. "Cronache ipogee", rivista online, maggio 2012, n. 5, p. 12-15, [online]. Available from: http:/www.cronacheipogee.jimdo.com

SEMERARO R., 2013: *Benno Wolf, dall'Abisso dei Serpenti al baratro della Shoah*. "Cronache ipogee", rivista online, novembre 2013, n. 11, p. 14-16, [online]. Available from: http:/www.cronacheipogee.jimdo.com

SHERWOOD H., 2013: *Gaza becoming uninhabitable as blockade tightens, say UN. Destruction of smuggling tunnels and renewed on import of construction materials have exacerbated humanitarian crisis*. The Guardian, 22 November 2013, [online]. Available from: https://fedsit.wordpress.com/category/onu-2/

SPADI B., 2005: *I sommergibili tedeschi nel Mediterraneo*. It.Cultura.Storia.Militare [online]. Available from: http://www.icsm.it/articoli/ri/minisommergibili.html

SPENCER P.J., 2015: *Fighting Under the Earth: The History of Tunneling in Warfare*. The Foreign Policy Research Institute, E-Notes, April 23 2015, Available from: https://www.fpri.org/article/2015/04/fighting-under-the-earth-the-history-of-tunneling-in-warfare/

SPENCER J., 2023: *Underground Nightmare: Hamas Tunnels and the Wicked Problem Facing the IDF*. Modern War Institute, 10.17.23, Available from: https://mwi.westpoint.edu/underground-nightmare-hamas-tunnels-and-the-wicked-problem-facing-the-idf/

SPENCER J. & CRAIG D., 2026: *Digging below the death zone: The underground war in Ukraine*. Modern War Institute. At West Point, 08.12.26, https://mwi.westpoint.edu/digging-below-the-death-zone-the-underground-war-in-ukraine/

SPOONER B., 2010: *Baluchistan i. Geografhy, History and Ethnoghaphy*. Encyclopaedia Iranica, vol. III (6), 598-632, [online]. Available from: http://www.iranicaonline.org/articles/baluchistan-i

SPRINGER P.L., 2022: *Going underground: Ukraine's subterranean fighters highlight the benefit – and long history – of tunnels in warfare*. The Conversation, April 26, 2022, Available from: https://theconversation.com/going-underground-ukraines-subterranean-fighters-highlight-the-benefit-and-long-history-of-tunnels-in-warfare-181454

STEPANOV A., 2022: *Going underground: Ukraine's subterranean fighters highlight the benefit – and long history – of tunnels in warfare*. The Conversation, April 26, 2022, https://theconversation.com/going-underground-ukraines-subterranean-fighters-highlight-the-benefit-and-long-history-of-tunnels-in-warfare-181454

STRELAND A.A., 2003: *Going deep: a system concept for detecting deeply buried facilities from space*. Air War College Air University, A Research Report Submitted to the Faculty in Partial Fulfillment of the Graduation Requirements 23 February 2003, 64 pp.

SULTAN A., 2017: *Islamic State says they have captured Afghanistan's Tora Bora caves*. Reuters Canada, June 15, 2017 [online]. Available from:



http://ca.reuters.com/article/topNews/idCAKBN1960Z6-OCATP

SUMMERHAYES C. & BEECHING P., 2007: *Hitler's Antarctic base: the myth and the reality*. Polar Record 43 (224), Printed in the United Kingdom, Available from: doi 10.1017/S003224740600578X11-21.

TAVAGNUTTI M. (a cura di), 2016: *Le gallerie cannoniere del Monte Sabotino*. Ed. Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer", Gorizia, 118 pp.

TERRORISM RESEARCH, INTERNATIONAL TERRORISM AND SECURITY RESEARCH, 2008: *What is terrorism?* [online]. Available from: hhtp://www.terrorism-research.com/

THE GUARDIAN, 2017: *Isis captures territory around former Bin Laden stronghold in Afghanistan*. The Guardian, 14 June 2017 [online]. Available from: https://www.theguardian.com/world/2017/jun/14/isis-afghanistan-taliban-tora-bora-osama-bin-laden

THE NEW ARAB, 2016: *Syrian rebels destroy regime building with massive tunnel bomb*. The New Arab, Juli 21th 2016 [online]. Available from: https://www.alaraby.co.uk/english/news/2016/7/21/syrian-rebels-destroy-regime-building-with-massive-tunnel-bomb

THE NEW ARAB STAFF, 2023: *Israel begins pumping water into Gaza tunnels, 'constituting possible war crime'*. The New Arab Staff 13 December 2023, Available from: https://www.newarab.com/news/israel-begins-pumping-water-gaza-tunnels

THIÉBAUT L., 1920: *Compte rendu des recherches d'eau potable en Lorraine pour les armées*. Ann. Pont et Chaussées, III, Dumas, Paris.

TIETZE, W., 1993: *Military Geography – Wehrgeographie – Geography of Security*. In memoriam of Arthur Kiihn, Dec. 6, 1904-Dec. 31, 1992, GeoJournal, 31(2), 215-219.

TRIOLET J. & TRIOLET L., 2011: *La guerre souterraine*. Perrin published house, Paris, 348 pp.

TRIOLET J. & TRIOLET L., 2013: *Underground refuges and war tunnels (France, Cappadocia, Afghanistan, Vietnam and Lebanon)*. Opera Ipogea, 1, 2013, p. 51-60.

UNDERWOOD J.R. & GUTH P.L. (eds.), 1998: *Military geology in war and peace*. Geological Society of America Reviews in Engineering Geology, vol. XIII, 245 pp.

US-KOREA INSTITUTE AT SAIS, 2014: *38 North, Update on the North Korean Nuclear Test Site*. [online]. Available from: http://38north.org/2013/02/ punggye021113/

VAUBAN S., 1795: *Oeuvres militaires du Marechal Vauban, Nouvelle édition revue… par F.P. Foissac*. To. I 276 pp., To. II 328 pp., To. III 375 pp., Paris chez Magimel librairie pou l'Art Militaire.

VEGETIUS RENATUS FLAVIUS, 2001: *L'arte della guerra, A cura di Luca Canali e Maria Pellegrini*. Milano, Oscar Mondadori, Classici greci e latini n. 126, XII-272 pp.

VERRIER M., 1997: *A trump carf for Turkey's Kurdish guerrillas*. Le Monde Diplomatique, English Edition LMD, December 1997, [online]. Available from: http://mondediplo.com/1997/12/pkk

VESPER D.J., 2008: *Karst Resources and Other Applied Issues.* Frontiers of Karst Research, Proceedings and Recommendations of the workshop held May 3 trough 5 2007 in San Antonio, Texas, USA, Karst Waters Institute, Special Publication 13, 65-71.

WALZER M., 2006: *Reponse to Jeff McMahan*. Journal Philosophia, 34, p. 19-21.

WEAVER D.H., 2008: *Missouri Caves in history and legend*. Columbia, University of Missoury Press, 150 pp.

WEAWER M.A., 2005: *Lost at Tora Bora*. The New York Time Magazine, September 11.

WEISGERBER M., 2015: *ISIS Is Using Tunnel Bombs in Iraq. Updating an ancient tactic, Islamic State militants, as well as rebels in Syria, are doing virtually undetectable tunnels, then planting bombs to blow up buildings and others target*. Defense One, June 8, 2015, [online]. Available from: http://www.defenseone.com/threats/2015/06/isis-using-tunnel-bombs-iraq/114730/

WEIZMAN E., 2002: *The Politics of Verticality*. OpenDemocracy, Web publication at 25 April 2002, [online]. Available from: www.openDemocracy.net

VESECKY J.F., NIERENBERG W.A & DESPAIN A.M., 1980: *Tunnel Detection*. Technical Report J.S.R., SRI International, Virginia, 102 pp., [online]. Available from: http://fas.org/irp/agency/dod/jason/tunnel.pdf



WHITE J., 2023: *The 'SPONGE bomb' Israel are hoping to use to disable Hamas tunnels: New gadget expands and hardens, filling underground passageways*. Mail Online, Dec. 13, 2023, Available from: https://www.dailymail.co.uk/news/article-12680935/SPONGE-bomb-Israel-disable-Hamas-tunnels-palestine-gaza.html

WINTER L., 2014: *Special Essay. The Emergence of Syria's Tunnel Bombs*. Foreign Military Studies Office OE Watch, July 2014, 63-69, [online]. Available from: http://fmso.leavenworth.army.mil/OEWatch/201407/201407.pdf

WIKIPEDIA, 2014: *Tunnel warfare*, [online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_warfare

VITKINE B., 2022: *Visiting the Azovstal Tunnels, Mariupol's Last Stronghold Transformed into a Labyrinth of Death and Destruction*. Le Monde, June 15, 2022. Available from: https://www.lemonde.fr/en/international/article/2022/06/15/visiting-the-azovstal-tunnels-mariupol-s-last-stronghold-transformed-into-a-labyrinth-of-death-and-destruction_5986828_4.html.

ZEČEVIĆ M. & JUNGWIRTH E., 2007: *The influence of geology on battlefield terrain and it's affects on military operations in mountains and karst regions: examples from ww1 and Afghanistan*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, v. 19, p. 57-66, Zagreb.

ZURUTUZA K., 2009: *A meeting with Lashkar-e-Balochistan*. The Baluch, November 17, [online]. Available from: http://thebaluch.com/111709_ interview.php

____ * * * ____

Extended abstract

Military Speleology: Role and usefulness of speleology and cavity in military strategy by conventional conflicts to unconventional warfare of guerrilla and terrorism

The use of speleology also falls within the competence of military geography and geology. If the war "traditional", commonly known as conventional, with army forces "regular" supported by political and organized by governments, industry and the economy where they are in support of the apparatus of war, the speleology has lost almost all, if not for whole, his interest, in the war against non-conventional, typical of guerrilla warfare and terrorism, speleology still retains a specific value. In this article is an examination, essential and critical evolution of the interest of warring against of speleology, involving caves and artificial hypogeum in the planning of acts of war, even the most modern doctrines. In the current military studies, especially in American pragmatism, there is no particular distinction between natural caves and cavity excavated by man, since the purpose of war is of little interest. This article will avoid, then, in most cases treated, to distinguish the speleology realized in natural caves from that in artificial cavities, as is commonly precise instead in the speleological researches.

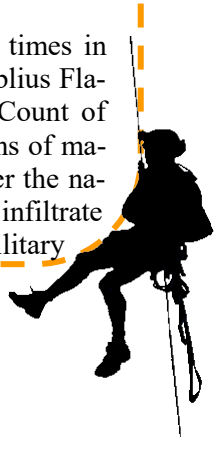
Especially in the twentieth century, the speleology took a particular interest in conventional warfare. In many manuals on the use of the cavity, to clearly define the Geology and Geography, Military, initially, between the two world wars, the treatment is usually divided in the "Geology behind the front" and the "Geology at the front", focusing the subject to supply of mineral resources and strategic materials or supplies of water. In modern times the "Military Geology", both for the army forces conventional and non-conventional plays a specific role, such as engineering, strategy and tactics, thanks to modern techniques, in the dual role of offense and defense, so as to give place in a specific branch of army.

In conventional warfare the speleology has lost much of its interest, while this was not a condition of the past. Limiting ourselves to the two world wars of the twentieth century, both in the internal space of the belligerent states, both on the mountain, were countless opportunities to make good use of speleology: the "caves of war" on the front of the Karst and the many bunkers dug in the alpine mountains to use as a battery of artillery and tanks. Some karst caves were used for the extraction of phosphate deposits of fossil bones for industrial purposes (fertilizer production), as in the Drachenhöhle Austria, where he worked the famous speleologist Georg Kyrle, who later became the founder of the "Speleological School of Wien. For Nazi Germany, the plant secret in the Hochstein (Thuringia) with a system of tunnels probably the biggest in the world, and even the underground facility, built after the Allied attack on Peenemunde, of war production in the karst mountains of the Harz (northern Germany), including Heimkehle Höhle. In the Bay of Sistiana (Karst, Trieste), the Wehrmacht and the Kriegsmarine, was realized an underground base for submarines of "Molch" class. During the Second World War, when there were natural cavities on the fronts, these, if they were accessible or adaptable, were used. Some examples: in the Pacific during the battle of Iwo Jima, American soldiers had to conquer many volcanic caves fortified by the Japanese; in Malaysia, the natural caves of Tropical Karst of the peninsula were used as ammunition depots. Especially the twentieth century was marked by military works, also of imposing dimensions: the First World War with large tunnels for the "Battle of the Somme", the secret tunnels of the KGB in Moscow during the Cold War. Famous is the system of 52 km tunnel, excavated in the years 1939-1944 in the limestone of the Rock of Gibraltar. Today, underground works, gigantic, are found all over the world, especially in countries militarily important, from China to Russia to the United States, to name the main ones.

Since World War II, the phenomena of insurgency and terrorism have escalated, becoming the dominant form of conflict. This trend is also decline when the conventional conflicts between nations, increasing, however, the numerical groups of guerrillas and terrorists. The story cites numerous examples of non-conventional war, so that we consider as this has always existed. Here are some clarifying examples, where cavities have played an important role. During the revolt of the Jews of 132 A.D. Simon Bar Kokhba's followers came out of the caves in the Judean Desert, where they took refuge, to attack the Roman garrison with a technique that is today called "hit and run". Robert Bruce, during his flight from 1306 to 1324, with the comrades in arms, often used the caves as shelter. The caves of Missouri (USA) were used repeatedly before, during and after the American Civil War. How much more recent episodes in the various conflicts of the twentieth century, the caves had been used by non-conventional forces (up to "armies of people") as in Bosnia-Herzegovina, Slovenia, Jamaica, etc. Many times, the existence of the speleological registers were important elements for their subsequent use as shelter and camouflage with the environment. In some cases, as in the Dinaric Karst, caves were even used as "foibe" (fovea, lat.) (pits) in order to eliminate, physically, and also from the point of view of visibility, the opponent. The Istrian and Julian "foibe", after the Italian armistice

of September 8, 1943, are the classic example, where there was real "ethnic cleansing", while in the post-conflict phase the contribution of speleologist was important in the discovery of "foibe" and recovery the remains. In the first period of colonial occupation of Algeria is known the atrocities committed by Colonel Jean Jaque Pélissier in 1854 against the rebels holed up in Bedouin cave complex of Dahra. While during the "Algerian War" (1954-62), the use of napalm was so intense on the villages of Magrheb that the population also found refuge in the caves. During the "Castro's Revolution" in Cuba, the Cueva de Los Portales (later renamed "Cueva del Guerillero") in 1960 was used as a command staff of the revolutionaries and refuge of Ernesto "Che" Guevara. In Cuba the use of the caves was not new; already in 1896 it was served to the families of farmers who suffered the violence perpetrated by General Valeriano Weyler y Nicolau. In the neighboring island of Jamaica, which is also known for its tropical karst, found refuge in the caves Negroes "marron" for resistance to British troops in 1776 while in El Salvador during the civil war that began in 1980, guerrillas of the Frente Farabundo Marti para la Liberacion Nacional (FMLN), used the many caves, where is the famous Cueva del Murciélago or de las Pasiones, where you passed "Radio Venceremos". Other examples are the Operation Rösselprung of May 1944, in the north-western Bosnia, when, spurred by German forces who hunted him, Tito managed to escape from the cave used as a headquarters. Then on the French Resistance in World War II, abound with examples of natural cavities used by "Maquisard". An example of modern fighters who used the caves comes from Kurdistan. In Laos, between 1964 and 1973, following the American bombing campaign, the Pathet Lao and the people involved were forced to move into the caves of the tropical Karst. The caves since prehistory represented sites of refuge for small local populations, such as the Waldenses, during the wars in the early seventeenth century, took refuge in the caves of the karst region of Vaucluse, and also as to the Balkan peoples and Greek reprisals fled to the Ottoman rule. In other parts of the world, the use of cavities was even more intense. During the Vietnam War the Americans to fight the Viet Cong were forced to organize a special department, called the "Tunnel Rats" to fight underground. It was the answer to the new techniques used by the Vietnamese who survived and fought mainly in the tunnel they had dug in the agricultural region in the north-west of Saigon to the Cambodian border. Even after the departure of the French, with the battle of Dien Bien Phu (1954), the area was crossed by a maze of tunnels, unknown, which in 1964 reached 300 km. The protection was entrusted, in addition to the traps, in the alternative route that broke the lines of fire, while the threat of gas was foiled with siphons water. To fight the enemies of this type - compared to mice - the Americans had to give up the technology and return to the stage of primitive men (the Vietnamese also protected the tunnel with snakes and scorpions). In Lebanon, Beirut is a modern city with a very extensive underground. Even during the Civil War, from 1975 to 1982, this underground was used by the guerrillas. In 2006, in southern Lebanon, the Israeli army (IDF), discovered with amazement that Hezbollah guerillas in the border area from the Litani River to Israel stood in the basement, as a quarter of a century earlier had made the guerrillas of Arafat in and around Beirut. Even with an array of intense air and ground fire, Israel did not come to stop the rain of "rockets poor" that Hezbollah threw out the cavity. In these areas of the Middle East conflict, the concept of "tunneling" has been extended to so-called "war economy", with cross-border tunnel that extends to the periphery of Gaza. It is "life lines" for the basic trade that was blocked, but can be a "dual-use" (or "ambiguous"), that the military needed. The so-called "tunneling borders" are in fact the answer to the militarized borders or strongly guarded, even in terms of expatriation and smuggling. Known examples are those at the US-Mexico border, the tunnels dug by the citizens of East Germany and the CIA in Berlin for the purpose of espionage and escape. Legal countermeasures, in particular the reports of American government agencies along the US-Mexico border, where they proliferated the tunnel for drugs and weapons carried by criminals with sophisticated construction techniques, through control of seismic maps, acoustic sensors, ground penetrating radar, etc. The "underground" is frenzy in the Israeli-Palestinian conflict. After 2007, the year when the Islamist Hamas movement seized power in the Gaza Strip, Palestinians intensify the excavation of an extensive network of tunnels. In 2012, the currency in Egypt 16,000 armed terrorists, including foreigners, who are hiding in the Sinai. In the recent war, which began on July 8, 2014 ("War of the tunnel") between Israel and Hamas, the Israelis have launched an intense military campaign, including using technology "anti-tunneling" through radar and gravity survey.

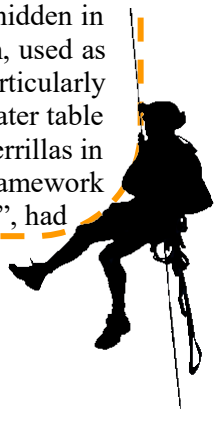
Tunnel warfare were forerunners of the galleries of the mine and countermine used since ancient times in siege operations, attack and defense of fortifications; treatment as, for example, already speaks of Publius Flavius Vegetius Renatus (mid-fifth century fourth century), while, in the Modern Age, Raimondo Count of Montecuccoli and Sébastien Prestre the Marquis de Vauban developed the techniques and calculations of materials and explosives. The term Tunnel warfare, modern, indicates war in the underground, whatever the nature of the cavity, while all options are considered, from attack to defense, to undermine, infiltrate enemy territory, counter, transfer of troops, shelter in conflict situations, etc. This is Art military



historical examples, such as the collapse of the walls of Kazan (1552) (War between the Russians and Kazaks), but even before the technique was used by the Romans against the strongholds of the Germanic tribes, and a gallery and counter-gallery was found at the fortress of Dura Europos, which fell in 256 AD in the hands of Sassanid Persians, who penetrated into the city, surprising the Roman garrison. He then cites the example of the siege of Sevastopol (Crimean War, 1854-55), the American Civil War and the siege of Petersburg, the war between Russia and Japan in the siege of Port Arthur. The technique was intensely in World War I, during the Battle of Messines (Belgium, 1917), in "Brusilov Offensive" by the Russians. The founder of the Royal Engineer tunneling companies was Major Sir John Norton-Griffith. The British began tunneling companies in the Ypres salient, and then fight - digging and fighting the Germans - in the battle of Mount Sorrel, de la Somme, Messines and Vimy Ridge, Arras then. In the second Chinese-Japanese War (which began in 1937 and ended with the end of World War II) the Tunnel warfare was used by the Chinese. During the Korean War (1950-1953) the Tunnel warfare, by North Korean forces and allied Chinese was very intense. Along the front, an estimated 500 km of tunnels were dug by extracting 2 million m3 of soil, so that for every kilometer in front there were 2 kilometers of tunnels. The Vietnam War was a tunneling technique practiced all over the world and involving, even compulsively population: there are reports that confirm how every villager was forced by the North Vietnamese to dig daily at least 90 cm of the tunnel. Importantly, it was the use of tunneling in the conflict between Israelis and Palestinians and Lebanon, as well in Afghanistan. What is the current trend in tunnel warfare? Let's take two examples. It is claimed that North Korea has made several galleries of transport, secret, for a possible invasion of South Korea, so to speak, in the military, the merger of the war of tunnels and movement. The depth of these structures seems to reach hundred meters, making them difficult to destroy even with the use of tactical nuclear weapons. The technique was never abandoned, even better, and with recent or ongoing military operations in Palestine and Syria Tunnel warfare is practiced consistently and conveniently, as in May 2014 when the Syrian rebels of the Islamic State blew up a tunnel 860 meters excavated with a pickaxe, a military base in Wadi Deif in the northeast of the province of Idlib.

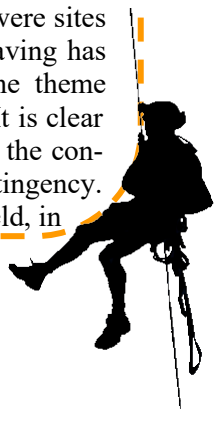
In Intelligence, geophysical prospecting applied to the search of cavities are commonly used civil, and all applied in the military. This is electrical, seismic and gravity methods and airborne radar side-scan according to the particular geometry of the acquisition. For karst areas, or for any areas in which they were excavated tunnel complexes, the inputs determine exchange with the outside atmosphere, an interesting technique (by plane) is the thermal infrared. The detail of the aerial photo combined with the work of Intelligence and Special Forces teams infiltrated in the area, are equally important factors for the detection of underground used by the enemy. In unconventional warfare modern guerrilla or terrorist, usually supported by the indigenous population, has on his side the simple knowledge of the location of natural cavities and, even better, the opportunity to dig in the rock or soil, tunnel rat, shelters, etc., also making use of demolition tools readily available on the market in the event of hard rock, placing him underground at strategic points and/or difficult visibility simply based on their needs. However, the MASINT (short for Measurement and Signatures Intelligence), in particular those of geophysical MASINT, which is a branch, are increasingly seen by specialists, which is based on information that identifies objectives, instrumental tracks and sources/target within dynamic or fixed, as in our case the cavities. The geophysical MASINT deals so generically, and by definition of "underground structures in depth". Discover the structures is a critical military requirement in the first place by spectral sensors for example to detect the moisture content of the soil, which can help to discriminate the existence of networks of masking (to foliage, etc.) stretched for the camouflage of entrances to the cavity, while for the infrared we have already discussed. The techniques of photographic identification from satellite allow you to monitor military activities in parallel, such as the possible proliferation of nuclear tests. Recently, it has been established as the Test Site to Pungeeye-ri, North Korea is pursuing its efforts in the southern tunnel, a new tunnel for a possible nuclear test, contradicting statements by North Korean and revealing camouflage.

To understand the problems of non-conventional guerrilla warfare and terrorism, where underground cavities have had a significant impact on the strategies of war, the recent case of Afghanistan shows that intelligence and learning, and use of "media war" may be an extensive example. For the purposes of this article it is sufficient to know that the typical karst areas are on the opposite side of the area of the fighting with the Taliban, that is, to Pakistan, to the well-known escape of Osama bin Laden, founder of al-Qaeda, which was hidden in the mountains of Tora Bora in the cavity. Cavity, in general, are apparently abundant in Afghanistan, used as housing sites, religious, mining and irrigation tunnels. Basically, however, it is artificial cavities. Particularly extensive is the network of underground irrigation channels, known locally as "karez", to catch the water table due to the weather-arid continental desert that characterizes much of the land that was used by the guerrillas in Afghanistan since the Soviet intervention (1979-1989) (or "Russian-Afghan War"). A framework known as CIA agents in the early eighties in the United States, during "Operation Cyclone", had



helped the Mujahideen to strengthen and extend the cavities to resist the Soviet invaders. The findings of military operations in tunnel rat in Afghanistan have been known since the Soviet intervention. The Mujahideen guerrillas used the networks of karez to blend to and from places of ambush and attack positions, for against the Soviets and Afghan communist forces trying to destroy this network with expenditure of energy. The military effort spent on research and destruction of shelters Taliban in Afghanistan cavity can be exemplified by the "Operation Mangoose" in January 2003 on the Desert Mountains of Adi Ghar. The soldiers of the US-led coalition intervened in the "cave clearing" of more than 75 caves, hunting for terrorists and, if necessary, destroying the caves during their raids. Tora Bora is a complex of "caves" located in the White Mountains of eastern Afghanistan, near the Khyber Pass. The "battle of Tora Bora" was a military engagement December 12 to 17, 2001, during the war in Afghanistan wanted by the United States. Military action in Tora Bora starts from the belief that Osama bin Laden was hiding in that place in a complex of caves. The fighting took place on difficult terrain. With the defeat, the al-Qaeda negotiated a truce with the local Afghan militia commander to give time to surrender their weapons, but instead it allowed the escape of important figures of the terrorist organization and even Osama bin Laden. The allied forces reported that they have not found huge caves but only small outposts and minor underground until the last cave complex was taken and found only underground artificial modest scale considered. The caves theorized turned out to be small cavities that could accommodate up to two hundred fighters, as indeed was already reported in a report to the US Senate in 2001. However, history has shown that the caves while the proportions of modest, have been functional for terrorist operations and strategically important during military operations to conquer them for.

Although the case of Afghanistan shows a modern situation as intelligence and military doctrine and policy to counter defenses and media war by guerrillas and terrorists, the development of advanced technologies, as they emerge in the medium term, and their partial accessibility on the global market (especially in applications that are not strictly military and secure), to understand how the issue is evolving. What is the real relationship between caving and the current use of cavities? First, it must be considered as the natural caves today are the least used of the cavity. The natural caves, which are not always found where strategically useful, may have masked hardly visible access, as well as a feasibility and logistics unsuitable for extended stays. Given today's ease of excavation in the ground, thanks to advances in engineering and technology has become cheaper and easier to make tunnels for military purposes. The recent "War of the tunnel" between Israel and Hamas is a demonstration of how the tunneling techniques are very important for the supply of goods for the attack in enemy territory. The military function of the cavity, a part of which are defined with the term military and engineering of "cavern" for their vastness, is in continuous increase, as well as the study of bombs, and other means, to penetrate inside them, over any armor, and destroy them. Today there is increasing discussion of UMFs (Underground Military Facilities), to act as military bases, as well as command centers, ammunition storage and warehouses. Today, however, the penetration depth of the bombs is high: a GPS-guided bomb GBU-28 can penetrate 6 feet in concrete and another 30 yards on the ground, but was tested a MOP GBU-57A/B 30,000 lb, executed from a B-2 bomber, which can reach 200 feet (60 m) before exploding. One important means of search of the cavities was introduced with the use of "drone". Once again it shows examples of Tora Bora bombing, which took place on selected targets, and then control them from the ground troops, was based on data from previous surveillance of Predator drones. One aspect parallel to the theme of this article is the impact of environmental military bases built on Karst areas; problem that has been addressed effectively, for example, in the US (over 4,200 properties DoD Department of Defense, covered by IRP Installation Restoration Program). In the United States shall be subject to protocols for use and management of land (and underground) until the disposal and recovery of the area. Karst in the US, for example, have been studied the problems of vulnerability of groundwater in large bases at Fort Campbell Army Base (Kentucky), Fort Leonard Wood Military Reservation (Missouri), San Antonio Area Bases (Texas), Letterkenny Army Depot (Pennsylvania), included in the list of priorities, in view of the possible problems that could result in contamination of the vast karst aquifers exploited for water supply of the populations. With regard to the military problem, the concept of caving has changed over time, both in terms of the cultural and socio-political and priorities assigned. In the first half of the twentieth century, in Europe the concept of caving was very different from the current one. It was normal that caving was primarily an applied science and that the caves were sites can usefully be used in various human activities, including the war. Today, in Western countries caving has taken on very different meanings and concepts, taking into account the progressive form of the theme "environment" which, by its very nature, ethics and philosophy, is opposed to the use of the cavity. It is clear that in countries other than our own, or socio-political or even opposed to the war, the cave back to the conceptual level of the early twentieth century mentioned, or falls further, because of the contingency. An analysis of the current geopolitical situation, with widespread conflict, where on the field, in



traditional forces oppose those of guerrilla warfare and terrorism, even the latter organized the models of conventional forces as in the case of the "Islamic State", the cavity always have a great strategic offense and defense. The cavities within the framework of conventional or non-conventional conflicts and military needs in general, as well as regardless of their size, are rapidly increasing It is assumed, for the long term, which will be hidden in one of the underground systems suitable for military, secrecy and the defensibility offense. In the present scenario, the methods of research and interpretation on the existence of the cavity, natural or artificial, such as strategic ability to fight the enemy. It is also clear, in military doctrine, which to this day and for a long time, it will often be the only soldier in the field, trained and aggressive but at the same time capable of exerting force in an appropriate and proportionate to the purpose, to having to locate and penetrate into the cavity to neutralize the threat, if necessary, until its complete destruction.

Very recent or ongoing conflicts indicate that the military logic on the use of tunnels is essentially no different from those of the past. Thanks to new techniques, identification and contrast operations are more sophisticated. In the current Ukrainian conflict, or also "Special military operation" launched by Russia on 24 February 2022 with the invasion in the Donbass region, the tunnels in Ukrainian territory have once again had military use. In Ukraine, numerous tunnels are known to have been built during the Cold War when the Americans insisted on regular overflights of the territory thanks to the air and satellite advantage held by the United States and NATO. In recent conflicts or those underway such as in Ukraine we have witnessed the increasingly massive use of drones, i.e. Unmanned (or even Uncrewed) vehicles defined in doctrinal terms as Vehicles if they operate in the air or on the ground and classified, for use, with the acronyms UAV (Unmanned Aerial Vehicle) if for aerial use (remote-controlled to autonomous) or UGV (Unmanned Ground Vehicle) if for land use (remote-controlled to autonomous). They were widely used not only for reconnaissance and attack, but also for intelligence to discover tunnel accesses or movements of troops and vehicles that could indicate the existence of military tunnels.

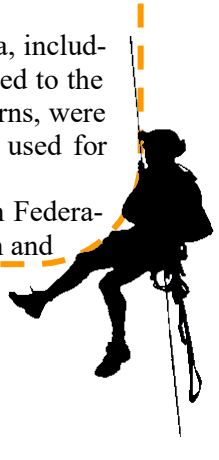
In the current conflict in Gaza between the Israel Defense Forces (IDF) and Hamas, following the terrorist attack on Israel on 7 October 2023, the former are well aware of the presence of tunnels in Gaza. The destruction of these tunnel complexes was one of the objectives of previous Israeli ground campaigns in Gaza, in 2008 and 2014. In total, there were believed to be over three hundred miles of tunnels as of 2021, when Israel claimed to have destroyed sixty miles of tunnels during an eleven-day bombing campaign. In Gaza there are tunnels that go down to 70 meters deep. In the construction of the tunnels, in addition to mechanical excavation equipment, prefabricated concrete structures were used. The main tunnels are equipped with electrical, ventilation and sewage systems. Israel has a wide range of ground-penetrating munitions, such as the GBU-28 which can penetrate thirty meters into the ground or through twenty feet of concrete. Then there are different types of explosives to collapse or seal tunnels. Currently, the use of so-called "sponge bombs" for the purpose of sealing the various accesses has taken hold on the Israeli side; these are "chemical bombs" which, when triggered, give rise to an expansion of foam which quickly hardens.

In conclusion, the use of cavities in general and tunnel wars in particular, as a military technique dating back to the oldest wars in history, is still current and widely used as demonstrated by ongoing conventional and non -conventional conflicts.

The Cold War was the non-belligerent conflict between the so-called Western Bloc (United States and its allies) and the Eastern Bloc (Soviet Union and its allies), which began with the worsening of relations between the two shortly after the end of World War II. An example of underground works comes from the area along Italy's eastern border, where a series of secret "bunkers" were built, deployed not only to contain potential attacks but also for intelligence and weapons storage purposes, particularly in the context of inter-armed conflict, including a "partisan" model. This complex of bunkers was conceived as a "flexible and porous" line (or band): the only possible one, which, if necessary, would have to hold for several days while awaiting a counterattack. This issue disappeared with the fall of the Berlin Wall and the dissolution of the Soviet Union, when in the early 1990s the idea of "national defense" was shifted to that of "national security": the geopolitical framework had radically changed, with the consequence that this defensive and counterattack system was abandoned.

Cold War bunkers spanned various parts of the world. Examples include those in southwestern China, including Plant 816 in Chongping, with 20 km of tunnels and 100,000 m^2 of floor space, originally dedicated to the production of plutonium for nuclear weapons. Underground works, again to address Cold War concerns, were built in Canada and the United Kingdom, for example. Tunnels in East Berlin were also notable, used for wiretapping and the subject of skirmishes between the Allied and Soviet Secret Intelligence Services.

With the beginning of the Special Military Operation of the Armed Forces of the Russian Federation on the territory of Ukraine on February 24, 2022 (or "war in Ukraine"), the motivation and



justification of which, for Moscow, is the neo-Nazification of the Ukrainian state and the related consequences to the detriment of ethnic Russian residents and Russia itself, a modern war began. During this conflict, underground structures were reevaluated as a response to technological progress, in terms of the armed forces' intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR) functions. Some important Russian operations are well known. For example, in January 2024 they emerged beyond enemy lines, through a long pipeline "reclaimed" to make it accessible, at Tsarska Ohota south of Adviika. Then in 2025 the attack on the Ukrainian forces isolated around the city of Sudzha where the Russians used the Urengoy-Pomary-Uzhhorod gas pipeline which, once stopped, had supplied Europe. The evolution of tactics has instead led Ukrainian defenders, above all, to maximize the concealment of sites of interest. This is to counter aerial observation (drones, satellite information, etc.) that allows for the monitoring of moving objects, soil/environmental changes, etc., as well as the increasingly pressing need to hide, mask, and confuse stable sites of military interest. The current Russia-Ukraine war demonstrates this paradigm shift, which has occurred very rapidly, with thousands of UACs and UCAVs now being deployed on the front lines. Indeed, underground excavation is the answer.

In current conventional conflicts, with the massive use of drones, war has become synonymous with a "transparent" battlefield. Essentially, anything that moves can be seen and destroyed. This transformation, which has occurred very rapidly, affects not only the sky but everything that is, or could be, underground. The war in Ukraine has exacerbated this situation, which is now unprecedented in history. It is also clear that in a war fought with conventional weapons, not weapons of mass destruction (nuclear weapons), on a front extending well over 1,000 kilometers, army ground forces are the last straw in conquering/occupying contested areas. The survival of both armies therefore increasingly depends on the ability to infiltrate underground. In particular, in Ukraine, the so-called "death zone," or more modernly known as the "gray zone," has expanded significantly (compared to the past), reaching between 20 and 50 kilometers (likely destined to increase). In this area, interference-resistant fiber-optic drones equipped with thermal imaging cameras, constantly flying over troop concentrations, trenches, and supply routes, thanks to acoustic detection and artificial intelligence (AI)-assisted targeting systems, have drastically reduced the chain of events between detection and destruction. Underground works are being built ever deeper. To counter this subsoil engineering, Russian forces can attack underground positions, for example, with thermobaric weapons.

Current global scenarios regarding warfare and underground defense and attack facilities indicate that warfare facilities are rapidly expanding worldwide, as their secrecy and depth can constitute a "bastion" of defense that is sometimes impregnable against conventional weapons. This is true despite the fact that recent ballistic missiles, bunker-busting guided bombs, and other devices have very high penetration (tens of meters) and destructive capabilities. Three examples are provided: a) the enormous proliferation and expansion of tunnels in the Democratic People's Republic of Korea, including for invasive purposes; b) the Islamic Republic of Iran's deep-secret sites (nuclear, missile, etc.); and c) the increase in war tunnels established by Hezbollah in southern Lebanon. However, in response to perceived or intentionally made-perceive threats, underground facilities are being constructed in areas far from "hot theaters" of war. This is the case in Finland, where Helsinki reports 5,500 shelters capable of housing nearly a million people in the event of a nuclear attack or Russian invasion. These shelters have autonomous systems that can be used, for example, as sports facilities during peacetime ("dual-use philosophy"). Similar developments are also observed in Taiwan.

In modern, or current, underground warfare, it is imperative to consider how the data, currently available primarily in specialized journals, are incomplete and often fabricated, and thus passed on to analysts or news agencies. This scenario compromises the analyst's ability to gather sufficient, reliable evidence for an assessment based on a broad body of factual or balanced information. It must be noted that in all these contexts, the information reaching "the outside" (print media, internet, videos, etc.) is more often than not manipulated, adapted, and becomes a tool for propaganda and influencing public opinion through the distortion of news intended to influence social, political, and economic choices. In particular, social media and artificial intelligence (AI) have accelerated the spread of disinformation. For speleology, specifically "speleology in artificial cavities," the interest is historical rather than military. Consequently, military speleology, although a "hybrid science," sees the discovery/rediscovery of these underground structures as its initial interest. For the speleologist, the primary interest arises when the underground warfare structure becomes obsolete or no longer in use. Today's speleologist has the opportunity to conduct critical analyses, especially in terms of the evolution of techniques, defenses, counter-defenses, and broad-based strategies. This allows the speleologist to assert his presence and be a key player in the study of the context in which these modern underground structures were built, alongside other specialists in the field.

* * *



SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista on line del
C.R.C. "C. Seppenhofer" aps

via Ascoli, 7
34170 GORIZIA
Tel.: 3297468095
E-mail: seppenhofer@libero.it
Sito web: http//:www.seppenhofer.it





" il Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps è un'associazione senza fini di lucro"



Chi siamo

Il Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps (www.seppenhofer.it) è un'associazione senza fini di lucro, ufficialmente fondato a Gorizia il 25 novembre 1978. Si interessa di speleologia, nelle sue molteplici forme: dall'esplorazione di una grotta, fino alla protezione dell'ambiente carsico e alla sua valorizzazione naturalistica. È socio fondatore della Federazione Speleologica Isontina, collabora attivamente con diverse associazioni speleologiche e naturalistiche del Friuli Venezia Giulia. Ha svolto il ruolo di socio fondatore anche della Federazione Speleologica Regionale del Friuli Venezia Giulia, ed è iscritto alla Società Speleologica Italiana. La nostra sede si trova a Gorizia in via Ascoli, 7.



Il C.R.C. "C. Seppenhofer" aps ha al suo attivo numerose pubblicazioni, fra cui alcuni volumi monografici a tema fra i quali "Le gallerie cannoniere di Monte Fortin", "Le gallerie cannoniere del M. Sabotino", "La valle dello Judrio", "ALCADI 2002", "Il territorio carsico di Taipana", "Monteprato di Nimis", cura inoltre la presente rivista online "Sopra e sotto il Carso". Dal 2003 gestisce il rifugio speleologico "C. Seppenhofer" di Taipana, unica struttura del genere in Friuli Venezia Giulia.

