

Zeitschrift: Rivista militare della Svizzera italiana
Herausgeber: Lugano : Amministrazione RMSI
Band: 45 (1973)
Heft: 4

Artikel: Genesi, evoluzione storica e tecnica della guerra chimica
Autor: Marchi, Antonio
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-246241>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Genesi, evoluzione storica e tecnica della guerra chimica



Col Antonio MARCHI

PRIMA PARTE

I DALLE ORIGINI AI GIORNI NOSTRI

Si è a conoscenza che fin dai tempi più antichi, vennero talvolta utilizzati agenti chimici (sostanze tossiche, fumogene ed incendiarie) come mezzi di offesa e di difesa. Se ne fa cenno infatti negli scritti di Tucidide, Plutarco, Polibio, Tito Livio, Sesto Giulio Frontino, Sesto Giulio Africano, Hassan El Ambrammach, Leonardo da Vinci, G.W. von Leibnitz e molti altri autori. Attraverso appunto le loro descrizioni sono giunte a noi numerose notizie sull'impiego in combattimento, nelle varie epoche lungo il corso dei secoli di sostanze diverse ad azione irritante, tossica oppure incendiaria.

«Il primo cacciatore — scrive Desfosses — che per catturare una volpe o un tasso affumicò l'animale nella sua tana è il vero inventore della guerra chimica». Può darsi però che questa astuzia venatoria sia stata usata anche contro l'uomo. Comunque l'impiego di sostanze velenose era noto fin dall'antichità; colpivano in particolar modo la fantasia le pozioni che alteravano le funzioni psichiche, tanto che tradizione e narrativa raccontano sovente di «filtri magici». La leggenda di Circe, che tramutava gli uomini in animali, oggi non ci stupisce più; si può pensare che questi uomini, sotto l'effetto di bevande a base di piante ad azione allucinogena, immaginassero di avere mutato sembianza.

Ai Cinesi sembra debba attribuirsi la priorità dell'uso contro i nemici di composti tossici, contenuti in vasi di terracotta (i cosiddetti «vasi fetidi»), che, rompendosi, emettevano fumi irritanti. Allo stesso scopo gli Assiri, nel primo millennio a.C., erano soliti versare pece e bitume, mescolati a sostanze resinose e grassi animali, su cataste di legna in fiamme; essi, fin da allora, conoscevano il petrolio che si procuravano scavando piccoli pozzi. In epoca successiva si cominciò ad impiegare anche lo zolfo per produrre, mediante combustione, fumi più irritanti; questo accorgimento fu applicato specialmente contro le città assediata. Narra Tucidide nei suoi scritti che nella guerra del Peloponneso (431-404 a.C.) fra Sparta ed Atene, durante l'assedio di Platea, gli Spartani bruciarono una grande quantità di legna, cosparsa di bitume e zolfo, allo scopo di tenere lontani dalle mura gli Ateniesi assediati; ricorsero successivamente allo stesso sotterfugio per conquistare Delo (424 a.C.). Anzi, in tale occasione, gli Spartani costruirono un'apparec-

chiatura — antesignana dei lanciafiamme — costituita da un lungo tubo, collegato a grandi mantici, mediante il quale investivano i difensori con fumi tossici e con fiamme.

Durante l'assedio di Tiro, da parte di Alessandro Magno, secondo quanto racconta Arriano, furono gli assediati che si difesero dagli assalti delle truppe macedoni, non solo per mezzo degli acri vapori prodotti dalla combustione dello zolfo, ma anche riversando su di esse sabbia rovente unita a calce viva.

Nell'assedio di Ambracia (187 a.C.), sulla costa dell'Epiro, come fanno fede gli storici Polibio e Livio, i Romani scavarono gallerie sotto le mura per penetrare nella città; altrettanto fecero, contemporaneamente, i difensori, così che ad un certo punto questi si incontrarono con gli assediati. Si iniziò una violenta e cruenta lotta con alterne vicende; gli Ambracensi allora, per risolvere il combattimento, immisero nelle gallerie irritanti e tossici che posero in fuga i Romani.

Narra ancora Plutarco ne «Le Vite» che Quinto Sertorio, nella campagna di Spagna contro i Garacitani (81 a.C.), ordinò ai suoi legionari di costruire un argine di finissima e soffice terra, mescolata a zolfo e calce viva, che fece poi sconvolgere da cavalli al galoppo (le vie respiratorie dei cavalli e cavalieri erano protette da panni bagnati). La nube di polvere sollevata, trasportata dal vento, investì i Garacitani che, accecati e presi da tosse convulsa, si arresero dopo due giorni.

Altri cenni sull'uso di sostanze tossiche a scopo bellico si trovano nello «Strategematon» di Sesto Giulio Frontino (30-103 d.C.) e negli scritti di Sesto Giulio Africano (?-203 d.C.). Quest'ultimo riferisce che intorno al III secolo d.C. si ricorreva di solito, in battaglia, a miscele di zolfo, salnitro ed asfalto, oppure a calce viva, olio e zolfo, per produrre, a scopo offensivo, fumi fortemente irritanti e fiamme, ed a vetriolo verde per avvelenare le sorgenti o l'acqua potabile in genere.

Nello stesso periodo i Bizantini pensarono di aggiungere, a miscele del genere, petrolio, realgar od orpimento (bisolfuro o trisolfuro di arsenico), sostanze queste conosciute da tempo ed esistenti allo stato naturale. Tutti questi miscugli, denominati «pirofori» ebbero larga diffusione tra il V e il VI secolo.

E veniamo al famoso «fuoco greco» che si rivelò una efficace arma incendiaria e tossica. Già negli scritti di Sesto Giulio Africano troviamo qualche accenno a questo «terribile fuoco greco» usato, sembra, dai

Bizantini fin dal III secolo d.C. Si trattava di una miscela ben dosata di petrolio o pece, resine, zolfo, calce viva e salnitro, contenuta in vasi di terracotta o di metallo; si dava fuoco alla miscela ed il recipiente in fiamme veniva scagliato contro il bersaglio per mezzo di catapulte. Si utilizzavano anche tubi simili, ma più perfezionati, a quelli usati dagli spartani durante l'assedio di Delo, di cui si è già fatto cenno, per proiettare fiamme e vapori nella direzione voluta. Con la stessa miscela si impregnava altresì della stoppa, avvolta attorno alla punta delle frecce, a cui si appiccava fuoco prima che venissero lanciate.

Per lungo tempo Bizantini e Crociati, nelle guerre contro gli Arabi, fecero largo ricorso al «fuoco greco», specie come mezzo incendiario, soprattutto nel corso delle battaglie navali. Gli Arabi a loro volta, scoperto il segreto, con l'aiuto dei loro abili alchimisti, prepararono miscele analoghe a quelle descritte sopra, variandone però la composizione, con l'aggiunta di altre sostanze quali olio di trementina, canfora, anidride arseniosa, acido nitrico, oppio, ecc., in modo da aumentare l'effetto tossico e incendiario. Dell'azione di tali miscele ci parla appunto l'alchimista arabo Hassan El Abrammach nel suo «Trattato sulla guerra» (1275 d.C.).

L'arsenico nei secoli successivi continua ad entrare come componente di base nei preparati per la formazione di fumi tossici. Così Alvise da Venezia nel 1482 propose alla Serenissima, in occasione della guerra tra Venezia e il duca Ercole di Ferrara, l'impiego di palle di metallo, lanciabili per mezzo di bombarde, capaci di sprigionare fumo avvelenato per arsenico.

Anche Leonardo da Vinci, come si può leggere in uno dei suoi numerosi appunti, suggerisce l'uso di un miscuglio di «chalcina e orpimento sottile e verde rame in polvere» da scagliare contro il nemico; allo stesso tempo consiglia di stare sopravvento, durante la emissione, e di proteggersi le vie respiratorie con una pezzuola bagnata con acqua ed aceto.

Risulta che fumi irritanti, prodotti dalla combustione di arbusti di varietà di *capsicum* (note anche col nome di pepe di Cajenna, irritanti delle congiuntive e delle mucose) e di legna resinosa imbevuta con grasso di pesce (produce acroleina, irritante delle vie respiratorie), vennero utilizzati rispettivamente contro gli spagnoli o contro i nemici, dagli indiani del sud America e del Canada.

Questi esempi stanno a dimostrare l'universalità del concetto di ricorrere in combattimento ad agenti chimici per eliminare in breve tempo l'avversario.

Andando avanti nell'esame della genesi e dell'evoluzione della guerra chimica lungo il corso dei secoli, si riscontra una fioritura di ricerche e proposte sull'impiego di sostanze tossiche e incendiarie; naturalmente le soluzioni adottate nelle diverse epoche denunciano l'empirismo e le scarse conoscenze di chimica del tempo.

Leonardo Fioravanti, medico bolognese, nel suo «Compendio de' segreti rationali» (1604), consiglia il ricorso ai «fuochi infernali» per uso bellico; si trattava di un miscuglio di trementina, zolfo, «assa fetida» (gommo-resina che si estrae dalle radici di diverse varietà di ferula), sterco, sangue umano, ecc., di odore nauseabondo, da lanciare contro il nemico.

Il chimico tedesco Glauber propose l'uso di bombe fumogene ed incendiarie, caricate con olio di trementina ed acido nitrico, quale mezzo di difesa contro i Turchi. Uno studio abbastanza dettagliato fu eseguito dal Generale polacco Siemienowiz, sull'impiego di sostanze tossiche ad azione asfissiante e lacrimogena, da diffondere per mezzo di granate; le sostanze considerate erano il mercurio, l'arsenico, il cinabro, composti azotati ed alcuni veleni vegetali quali la cicuta, l'aconito, ecc. Risulta da documenti veneziani che il milanese Francesco Dattilo, nel 1654, propose al residente veneziano a Napoli l'uso di una polvere, di sua invenzione, che bruciando produceva un fumo tossico. I tecnici dell'artiglieria veneziana effettuarono degli esperimenti e dichiararono che la scoperta del Dattilo poteva essere presa in considerazione; rappresentarono altresì le difficoltà che si riscontravano, in determinate occasioni, di ottenere, all'aria libera, uno sviluppo efficace di vapori. Il problema non era nuovo perché aveva condizionato, come del resto avviene ancor oggi, la formazione delle nubi.

Sistemi e modalità per produrre fumi tossici e nebbie artificiali per occultare movimenti di truppe sono descritti dallo scienziato, filosofo e uomo politico G.W. von Leibnitz (1646-1716) nell'opera «Pensieri sull'arte di condurre la guerra». Facendo tesoro di questi consigli, Carlo XII di Svezia, durante la guerra contro i sassoni, ordinò che venissero create dense nubi di fumo, così che le truppe poterono guardare inosservate la Dvina e piombare alle spalle del nemico.

Pare che granate contenenti sostanze arsenicali siano state impiegate durante le ultime campagne napoleoniche. Nello stesso periodo un chimico inglese propose al suo governo l'uso in battaglia di proietti carichi con acido cianidrico.

Comunque, in linea generale, nelle guerre del XVIII secolo non si avvertiva, come per il passato, il bisogno di ricorrere agli agenti chimici anche perché, essendo mutati i metodi di combattimento, non si potevano conseguire risultati pratici. Verso la metà del secolo XIX maggiore credito assume l'idea di avvalersi di mezzi chimici in combattimento. E' del 1855 la proposta dell'Ammiraglio inglese X Earl of Dundonald di impiegare proietti a gas per le artiglierie (in genere caricati con composti arsenicali) e di produrre densi fumi tossici (specialmente per anidride solforosa) e non tossici, da emettere con favore di vento.

Durante la guerra di Crimea, un giornale di Torino dava per imminente l'uso di tali sostanze, ma non risulta sicuramente se esse siano state impiegate.

Ad alcune esperienze eseguite, con proietti carichi di sostanze tossiche, nel 1865 nel campo di Châlons, assistesse anche Napoleone III. Durante le prove vennero uccisi molti cani, per cui gli esperimenti vennero fatti sospendere perché giudicati inumani.

Non risulta infine che nella guerra del 1870 e in quelle successive venissero impiegate sostanze tossiche, anche se in quell'epoca si era verificato un rifiorire di studi e proposte per l'uso di agenti chimici in conflitto. Del resto non deve destare meraviglia il fatto, poiché dagli inizi del secolo XIX la chimica aveva preso uno slancio prodigioso in tutti i campi di applicazione. Le acquisizioni della scienza pura offrivano prospettive insospettabili alla giovane industria, nata alla fine del secolo precedente. La scienza aveva avuto infatti uno sviluppo sempre più rapido e i progressi realizzati in meno di due secoli avevano superato con larghissimo margine, nello specifico campo, il contributo dei millenni precedenti. Molti composti infatti, sintetizzati per scopi industriali od ottenuti nel processo di preparazione di altre sostanze (specie dei coloranti e dei prodotti farmaceutici), si erano rivelati ben presto molto più micidiali degli agenti chimici che fino a quel momento erano stati presi in considerazione. Poiché alcune di queste sostanze ben si prestavano, per le loro caratteristiche fisiche e

chimiche, ad essere utilizzate in campo aperto, vennero tenute presenti dai tecnici militari per un loro eventuale impiego a scopo bellico.

II LA CONVENZIONE DELL'AJA E IL PRIMO CONFLITTO MONDIALE

Origini della guerra chimica moderna

Il timore di un probabile ricorso agli agenti chimici in guerra fece sì che i rappresentanti di 26 Stati, riuniti all'Aja per la Conferenza internazionale della pace (12 maggio - 29 luglio 1899), promossa dalla Russia, accettassero la proposta di porre al bando i «gas tossici» in caso di conflitto. Infatti una clausola del Trattato impegnava le parti contraenti a non usare proietti che emettessero «gas asfissianti o deleteri», veleni o armi avvelenate (annesso alla Convenzione, sezione 2. capitolo I, art. 23). Otto anni dopo in una seconda Conferenza dell'Aja (15 giugno - 19 ottobre 1907), convocata per iniziativa degli USA, le principali Nazioni si accordavano per porre nuovamente al bando le armi chimiche; la Convenzione però non venne firmata da 5 dei 44 Stati partecipanti.

Il 28 giugno 1914 scocca la scintilla, che fa divampare la prima conflagrazione mondiale. Accesa la miccia l'incendio non tarda a svilupparsi e, malgrado gli impegni assunti con la Convenzione dell'Aja, si dà l'avvio alla guerra chimica vera e propria, condotta in modo scientifico con l'impiego sistematico, in campo aperto, di sostanze patologicamente attive contro l'uomo e di composti ad effetto incendiario o nebbiogeno.

Per quanto limitata fosse la tossicità delle sostanze allora utilizzate e per quanto rudimentali fossero i mezzi usati per la loro diffusione, rispetto agli aggressivi ed ai mezzi d'impiego moderni, notevoli, tuttavia, sono state le perdite umane in morti e gassati. E' pur vero che a ciò concorse anche la sorpresa, perché l'azione aggressiva colse le truppe o impreparate o insufficientemente protette.

Ai primi di ottobre si verificarono le prime avvisaglie, avendo i Francesi adoperato, su un settore limitato, proietti caricati con aggressivi lacrimogeni. Accusati di aver violato per primi la Convenzione dell'Aja, essi addussero come pretesto il fatto che il Trattato non vietava l'uso di composti ad effetto irritante; la polemica si protrasse a lungo.

Comunque il precedente diede un ottimo pretesto ai Tedeschi per giustificare il successivo impiego di sostanze tossiche che una fiorente industria chimica, senza rivali all'epoca, produceva in gran quantità. Un mese più tardi infatti, nel novembre del 1914, i Tedeschi lanciano, sulle posizioni francesi di Neuve-Chapelle, 3000 proietti da 105 carichi con una soluzione di sali di dianisidina, ad azione irritante, come proposto dal prof. Nerst.

Questi primi tentativi, i cui risultati furono di scarsa efficacia, effettuati più che altro a scopo sperimentale, diedero modo di rilevare che i proietti caricati con liquidi si comportavano balisticamente presso a poco come quelli dirompenti.

Altri attacchi con sostanze lacrimogene, quali il bromuro di benzile o di xilile (T. stoff), vengono attuati dai Tedeschi, sul fronte russo (31 gennaio 1915) e su quello francese a Nieuport (marzo 1915).

Ai primi di marzo nel 1915, per incarico delle autorità militari britanniche, il Ten. Gen. XII Earl of Dundonald, si recava sul fronte francese per studiare le possibilità d'impiego di proietti a gas e a caricamento fumogeno.

Il Ten. Gen. Dundonald era nipote del famoso Ammiraglio X Earl of Dundonald, di cui si è già fatto cenno, che nel 1855 aveva proposto l'impiego in guerra di agenti chimici e di fumi. E' interessante notare che i piani segreti per l'impiego dei gas, compilati dall'Ammiraglio, vennero da lui consegnati, poco prima della sua morte, al chimico inglese Lord Playfair, con la promessa che li avrebbe recapitati al governo inglese solo in caso di pericolo nazionale. Detti piani pervennero al nipote dell'Ammiraglio, il quale, allo scoppio del conflitto, reputando che fosse giunto il momento, presentò al ministro della guerra, Lord Kitchener, un suo progetto basato su tali «piani segreti». Dopo varie vicissitudini il Gen Dundonald, come si è detto, venne inviato in Francia, a scopo di studio, e, al termine della missione, presentò un memorandum. Tuttavia, sembra per l'opposizione di Lord Kitchener, l'Esercito inglese, almeno nei primi tempi del conflitto, non si avvalse dei «fumi protettivi» o degli aggressivi chimici.

I tedeschi, continuando nei loro tentativi e prove, pensarono di usare composti ad azione soffocante, gassosi nelle normali condizioni di temperatura e pressione, più pesanti dell'aria, da diffondere in favore di vento. Venne quindi deciso di far ricorso al gas cloro, emesso da

bombole, dietro consiglio del prof. Haber, considerato il padre e il teorico della guerra chimica.

Il 22 aprile del 1915 segna l'inizio della guerra chimica moderna vera e propria e da tale data la tecnica e la scienza entrano, in misura sempre più rilevante, nella condotta delle operazioni sia per quanto concerne l'attacco che la difesa. Alle ore 18 di tale giorno nel settore fra Langemark e Bixschoote (Yprès), da 6000 grosse bombole, sistemate in gran segreto, su un fronte di circa 6 km, dal 35.mo rgt. genio tedesco, viene emesso gas cloro, con favore di vento (2-3 m/sec), dalle posizioni germaniche verso quelle francesi. Sottoposti in precedenza per alcune ore ad un violento bombardamento, i «poilus» vedono ad un tratto avanzare, sospinta dal vento, una nube di gas di colore giallo verdastro che a poco a poco si diffonde e si innalza. Si pensa in un primo momento ad un annabbiamiento artificiale e quando ci si rende conto dell'errore è troppo tardi. Il panico si impossessa delle truppe francesi che subiscono perdite gravissime; sul fronte si apre una grossa falla.

Il Comando tedesco rimane a sua volta sorpreso dal successo ottenuto, poiché l'attacco, anche se attuato con dovizia di mezzi, era stato concepito ed eseguito a scopo sperimentale, per trarre ammaestramenti sugli effetti che si potevano conseguire con l'emissione di gas cloro. Non essendo state prese perciò, da parte del Gran Quartiere Generale, adeguate misure, non poté essere sfruttata tatticamente la favorevole situazione che si era verificata. Si deve tener presente anche l'imperdonabile incuria del Comando Supremo francese, che, fin dagli ultimi di marzo, aveva avuto precise notizie, in seguito all'interrogatorio di prigionieri e alle informazioni fornite da un disertore, dell'imminente attacco con aggressivi chimici.

Due giorni più tardi, il 24 aprile, viene effettuato dai Tedeschi, con le stesse modalità, un altro attacco contro le truppe canadesi ad est di Yprès-Auche.

Da tutto il mondo si levò, pressoché unanime, il biasimo verso la Germania per aver violato le Convenzioni dell'Aja. I Tedeschi sostennero che la dichiarazione dell'Aja del 1907, fra l'altro non era stata firmata da tutte le Potenze in conflitto e si scagionarono dall'accusa addossando ai Francesi la responsabilità di essere stati gli iniziatori della guerra chimica.

Il 31 maggio 1915, il cloro fa la sua comparsa sul fronte russo; gli effetti sono disastrosi, poiché i Russi, meno preparati alla guerra chimica, non dispongono di adeguati mezzi protettivi. Dal maggio 1915 fino a circa la metà del 1917 i Tedeschi, e così anche gli Alleati, limitano a mano a mano l'impiego di gas cloro in bombole (a causa dei lavori occorrenti per la sistemazione delle bombole stesse e per il fatto che l'emissione del gas, anche se più pensante dell'aria, era condizionato dalla velocità e direzione del vento), per dare progressivamente maggiore incremento all'uso di proietti, caricati con sostanze tossiche; questi mezzi venivano lanciati da prima con bombarde e mortai da trincea e successivamente con cannoni. Si può dire comunque che il sistema di emissione di gas con bombole venga del tutto abbandonato con l'avvento alla guida dell'Esercito tedesco della coppia Hindenburg-Ludendorff (agosto 1916).

Il 16 luglio 1915 si ha la prima azione in grande stile con proietti lacrimogeni (bromuro di benzile e di Xilile) da parte dei Tedeschi sul fronte francese delle Argonne (bosco della Chalande); vengono fatti circa 8 000 prigionieri. Nel settembre anche i Francesi, nella Champagne, usano proietti caricati però con tiofosgene. Successivamente compaiono le granate contenenti «palite» (denominazione francese del cloroformiato di metile monoclorurato; K. stoff per i Tedeschi), fosgene o difosgene mescolati o no con cloropicrina, tutti aggressivi ad azione soffocante. Comunque l'iniziativa ed il vantaggio erano sempre in mano agli Imperi Centrali che, conseguirono, in genere, concreti risultati, mentre altrettanto non poteva dirsi per gli Alleati che stentavano a tenere il passo.

Degno di menzione, non per i risultati ottenuti, che furono in verità assai modesti, ma perché il primo da parte inglese, fu l'attacco con cloro effettuato contro i Tedeschi a Loos il 21 settembre 1915.

Una grande azione con aggressivi chimici, la prima sul fronte italiano, viene organizzata con dovizia di mezzi, ed attuata dagli Austro-Ungarici, il 29 giugno 1916, nel settore da Cima 7 del Monte S. Michele fino a sud del Monte S. Martino del Carso. In un fronte di 12 km circa, con meticolosità e nel più assoluto silenzio, vengono collocate su trespoli di legno, da due reggimenti scelti ungheresi della 20.ma «Honved», 6000 bombole da 50 kg ciascuna, contenenti una miscela di

cloro e fosgene in parti uguali. Alle ore 5,30, con mezz'ora di ritardo sul previsto, vengono messe in funzione, contemporaneamente, soltanto 3000 bombole sistemate nel settore sud, poiché in quello nord la mutata direzione del vento aveva consigliato di rinunciare al progettato attacco chimico. La nube in pochi minuti investe le trincee italiane, talché circa 2000 uomini passano direttamente dal sonno alla morte. I colpiti, appartenenti alle Brigate «Regina» e «Pisa» sono complessivamente 8000, di cui circa 5000 muoiono subito e dopo qualche giorno per effetto del fosgene, aggressivo ad azione differita. Molti moribondi sono finiti con colpi di mazza ferrata dagli ungheresi della «Honved» che, avanzando con i volti coperti dalle maschere dietro la nube tossica, penetrano silenziosi nelle trincee. Malgrado la sorpresa, la reazione delle truppe italiane e gli energici contrattacchi fanno sì che gli Austro-Ungarici vengano ributtati sulle posizioni di partenza. Anche gli austriaci subiscono perdite, di modesta entità, per effetto degli aggressivi da essi stessi impiegati.

Va notato che pur essendo stato dato l'allarme, anche se tardivamente ben poco poteva farsi contro l'azione del fosgene, giacché le rudimentali maschere, allora in dotazione alle truppe italiane erano insufficienti a dare adeguata protezione. La sorpresa fu dovuta anche al fatto che nel primo anno di guerra gli Austriaci si limitarono a sporadici attacchi aggressivi, ricorrendo in genere a granate caricate con lacrimogeni e soffocanti; ciò perché la natura del terreno non era del tutto favorevole ad un massiccio uso di aggressivi.

L'impiego da parte dei Tedeschi di proietti a gas si intensifica nella estate del 1916; nello stesso tempo compaiono le prime maschere a filtro in sostituzione di quelle fino ad allora usate dall'Esercito germanico. Padroni del campo rimangono pur sempre i Tedeschi che, nella fabbricazione di aggressivi, superano di molto gli Alleati; fra l'altro un processo per la sintesi dell'ammoniaca dall'azoto atmosferico, messo a punto da Haber nel 1913, consente all'industria germanica, sempre per merito del grande chimico, di produrre, guerra durante, acido nitrico e composti ammoniacali, sopperendo così alla penuria di sostanze azotate necessarie per la fabbricazione di esplosivi ed altri prodotti, fra cui anche aggressivi. Gli Alleati reagiscono con tenacia e compiono sforzi notevoli per colmare questa preponderanza avversaria, potenziando le loro industrie e lavorando indefessamente

nel campo tecnologico per ideare nuovi strumenti di offesa e di difesa. Malgrado la superiorità tedesca, gli Alleati segnano un punto a loro favore, con la messa in campo di un moderno mezzo di offesa: il proiettore Livens. E' questa l'arma tipica per lancio di bombe caricate con aggressivi. Era costituita da un tubo d'acciaio, chiuso ad una estremità, nel fondo del quale si collocava una carica di lancio sufficiente per proiettare la bomba, sistemata al di sopra; l'accensione della carica avveniva elettricamente. Questi proiettori potevano essere collegati assieme in gran numero, in modo che il lancio delle bombe avvenisse contemporaneamente.

La comparsa dei proiettori Livens, sul campo di battaglia, avviene il 24 settembre 1916 nel settore di Loos, durante l'offensiva della Somme attuata dagli Inglesi. La nuova arma, con la quale è possibile realizzare attacchi massicci a gas in un'area ristretta, crea sorpresa, sgomento e scompiglio fra le truppe germaniche; le perdite sono elevate. Analogo risultato conseguono di nuovo i Britannici con il lancia-gas nel settore di Arras nell'aprile del 1917.

Intanto nuovi composti sono approntati ed utilizzati da entrambe le parti e la guerra chimica nel 1917 assume toni particolarmente intensi. Vengono usati, oltre agli altri aggressivi, l'acido cianidrico e derivati del cianogeno da parte tedesca, la «vincennite» (miscela di acido cianidrico, tricloruro di arsenico, tetracloruro di stagno e cloroformio) preparata dai Francesi, la «campiellite» (miscuglio di bromuro di cianogeno, bromo-acetone, benzolo) dagli Austriaci sul fronte italiano. Ma una nuova sorpresa si ha da parte tedesca nella notte tra il 21 e il 22 luglio 1917, sulle posizioni occupate dagli Inglesi sul fronte francese tra Nieuport e Yprès. Si tratta di un nuovo aggressivo che i «tommies» battezzano «mustard-gas» per il suo odore agiaceo ed i «poilus» iprite da Ypreès. La sostanza nota fin dal 1860, era stata scoperta dal chimico Guthrie; nel 1866 Meyer perfezionò il metodo di preparazione. Già a quell'epoca si era riscontrata una notevole azione corrosiva e necrotizzante del prodotto nei confronti delle cellule animali. Gli scienziati tedeschi, riesumate le esperienze del Meyer, diedero il via alla preparazione su scala industriale del prodotto, chimicamente solfuro di etile biclorurato, che si presentava sotto forma di liquido poco volatile e quindi molto persistente.

Le truppe inglesi, dunque, subiscono per prime gli effetti di questo

terribile aggressivo e neanche gli uomini che indossano la maschera si salvano dall'azione dell'iprite: infiammazione, piaghe, vesciche dolorose si formano sulla cute per effetto del contatto col liquido. Individui che hanno avuto gli occhi colpiti da schizzi del composto perdono la vista, altri ancora muoiono per l'inalazione dei vapori. Le perdite inflitte agli Alleati con l'iprite sono state, senza dubbio, maggiori di quelle causate dagli altri aggressivi.

Successivamente fanno la loro comparsa sul fronte francese le arsine, aggressivi ad azione starnutatoria. Queste sostanze, sotto forma di minutissime particelle, avevano il potere di passare attraverso i filtri allora in uso; i colpiti, colti da irrefrenabili starnuti, e quindi costretti a togliersi la maschera, venivano a trovarsi indifesi dall'azione degli aggressivi di eliminazione. Gli Alleati corsero subito ai ripari, rendendo così vani gli intenti dei Tedeschi, introducendo nei filtri cotone idrofilo, che aveva la funzione di arrestare, per azione meccanica, le particelle degli starnutori.

L'industria chimica italiana si era mobilitata fin dagli inizi del 1916 per produrre aggressivi e mezzi di protezione. Si fabbricava cloropirrina a ritmo continuo, in misura di oltre 1 t al giorno. Alla fine del 1917 la produzione di fosgene, nel solo stabilimento della Rumianca, ammontava a 6 t al giorno; quella di aggressivi chimici vari raggiungeva le 13 000 t annue.

Da parte italiana, durante l'II battaglia dell'Isonzo, nell'agosto del 1917, vengono effettuati numerosi e massicci attacchi con aggressivi per mezzo di bombardamenti che si protraevano per diverse ore; risulta da una relazione austriaca che durante una di queste azioni vennero impiegate 3500 granate a caricamento speciale, nel corso di un bombardamento durato ben 9 ore.

Dopo l'amara esperienza del 25 settembre 1916, che aveva scosso la sicurezza germanica, non restava altro da fare ai Tedeschi che cercare di ricopiare il proiettore tipo Livens. Nell'autunno del 1917 finalmente il lanciagas, simile a quello inglese, tranne per alcuni particolari, è pronto. Pare anzi che la prima prova sia stata attuata a Caporetto il 24 ottobre. Si è affermato, da più parti, che l'iniziale successo nello sfondamento di Caporetto fu soprattutto dovuto alla azione degli aggressivi chimici.

L'operazione ha inizio alle ore 2 del 24 ottobre del 1917 mediante il

lancio di 2000 bombe, caricate con fosgene e difenilcloroarsina, per mezzo di 912 proiettori da 18 cm a canna liscia, dislocati su un fronte di un km, sistemati in gran segreto ed in breve tempo sulle posizioni prescelte nell'altopiano a sud-est del Ravelnik. L'attacco viene sferrato nel tratto centrale della linea fra Tolmino e la Conca di Plezzo, che si sviluppava sul fondo della conca stessa. Tutti gli uomini dislocati sul fondo del vallone, saturato di vapori tossici, muoiono. Nel varco aperto dalla nube mortale penetrano la 22 Divisione «Schützen» e la 3. Divisione «Edelweiss». Sempre nella stessa giornata si sviluppa un'altra azione con aggressivi contro le postazioni di artiglieria alpina sul Krad Vhur.

Ai primi di novembre vengono attuati dagli Austriaci altri consistenti attacchi, specie con iprite, sull'altopiano di Asiago contro le posizioni occupate dal XII C.A.; le perdite risultano notevoli fra morti e ipritati. Le azioni con iprite si susseguono per tutto il 1917 da parte tedesca sul fronte franco-britannico: in agosto sulla Mosa e a Verdun, in settembre e ottobre ancora a Verdun, in dicembre a Cambrai e Lens; nei primi mesi del 1918 ad Armentières sono prese di mira le trincee britanniche.

Gli Imperi Centrali per tutto il 1917, malgrado gli «exploits» alleati, conservano il predominio e l'iniziativa. Soltanto agli inizi del 1918 si verifica un netto miglioramento, quando l'industria francese è in grado di fornire iprite in qualità sufficiente per un impiego massiccio.

Nel 1918 l'uso degli aggressivi si va sempre più intensificando su tutti i fronti. Nella primavera gli Alleati sferrano un violento attacco con iprite; i Tedeschi vengono colti di sorpresa poiché, fiduciosi nella loro supremazia, non si erano curati di adottare misure protettive adeguate contro il terribile aggressivo.

Nel frattempo i tecnici germanici avevano apportato un notevole miglioramento al loro lanciagas: il nuovo modello da 16 cm aveva la canna rigata e le bombe erano munite di rudimentali alette. Per effetto di questi perfezionamenti si ha una maggior gittata e si ottengono tiri più precisi. La nuova arma fa la sua prima comparsa sui Vosgi il 21 agosto del 1918.

Intanto le truppe italiane in prima linea sono state dotate di un moderno tipo di maschera a filtro di fabbricazione inglese; grazie soprattutto a questo mezzo protettivo di Austro-Ungarici non possono

conseguire che risultati assai modesti in seguito ai ripetuti massicci bombardamenti con proiettili, caricati con bromuro di cianogeno e bromoacetone, durante l'offensiva sferrata dell'Astico al Piave nel giugno 1918. Il 24 e 25 ottobre 1918 sull'altopiano di Folgaria, in risposta all'attacco con il XII C.A. del novembre 1917, si sviluppa da parte italiana una massiccia azione con iprite, che causa notevoli perdite fra gli Austriaci.

Alla fine della guerra l'impiego dell'iprite assume un nuovo ruolo, quello difensivo, poiché viene largamente utilizzata per coprire la ritirata delle Armate tedesche; appare così un nuovo ostacolo chiamato «reticolato chimico».

Evoluzione nell'impiego degli agenti chimici e dei mezzi tecnici nel primo conflitto mondiale

La Germania che disponeva, prima dell'inizio delle ostilità, di un'industria chimica che non aveva rivali, specie nel ramo dei coloranti e dei prodotti farmaceutici, potendo fabbricare aggressivi in quantità illimitata, non esitò a dare l'avvio alla guerra chimica, imponendo agli Alleati un'impari lotta. Dopo la battaglia della Marna, in seguito alla stabilizzazione del fronte ed al conseguente «interramento» degli Alleati, gli attacchi chimici da parte tedesca assunsero un consistente metodico sviluppo poiché, secondo gli intendimenti, con questa arma si sarebbero potuti colpire egualmente i combattenti dentro le trincee, non altrimenti raggiungibili con le armi convenzionali, e quindi metterli fuori combattimento nel più breve tempo possibile. Gli Alleati, stante l'inferiorità della loro industria chimica, furono quindi costretti ad adeguarsi alla situazione imposta e si misero all'opera, onde ridurre al minimo lo svantaggio. Tanto la Germania che l'Inghilterra e la Francia, all'entrata in guerra del 1914, erano convinte che il conflitto sarebbe stato di breve durata. Ma il passare degli anni, i lunghi ed estenuanti combattimenti e soprattutto il blocco marittimo, finirono per fiaccare soprattutto la Germania, per cui anche la sua industria chimica cominciò a risentire della mancanza dei rifornimenti di petrolio e specialmente della penuria di nitrati; i chimici tedeschi tuttavia fecero miracoli. Gli Alleati non rimasero inerti e, pur partendo svantaggiati, rimontarono poco a poco tale svantaggio; essi, a cui non difettavano le materie prime, furono in grado di progredire nel campo

tecnologico e di sperimentare nuovi mezzi di offesa e di difesa. Non bisogna dimenticare che ciò è stato possibile anche per l'apporto dato dagli Stati Uniti, le cui industrie ben poco risentivano delle limitazioni imposte dalla guerra.

I composti chimici proposti e studiati dai belligeranti prima e durante il conflitto mondiale furono moltissimi; di questi ne vennero usati circa una trentina e solo cinque o sei su vasta scala. In un primo tempo, e fino a tutto il 1915, vennero impiegati il bromuro di benzile e di xilile (camite), il bromometiletilchetone (B. stoff), l'ioduro di benzile, ecc. tutti aggressivi ad azione lacrimogena e moderamente soffocante, caricati in proietti che venivano lanciati con bocche da fuoco.

Nel 1915 gli Imperi Centrali utilizzarono il gas cloro emesso per mezzo di bombole sotto forma di nube, in favore di vento; le bombole erano di peso variabile dai 25 ai 70 kg. La nube a livello del suolo veniva spinta dal vento sulle posizioni avversarie, perciò si potevano adoperare soltanto sostanze ad elevata densità di vapore e basso punto di ebollizione.

Ben presto si ricorse ad altri prodotti, abbandonati i troppo blandi lacrimogeni, si passò nel 1916 all'uso dei soffocanti. Nel febbraio fu adottato da tutti i belligeranti il fosgene, diffuso da prima, mescolato al cloro, per mezzo di bombole e, successivamente, con granate per lanciagas e mortai da trincea. Ai composti già in uso si aggiunsero i soffocanti lacrimogeni come l'acroleina (papite), la cloropicrina (klop; acquinite) ed il difosgene (superpalite; perstoff), i causticanti del tipo clorosolfonato di etile (sulvinite) ed i così detti tossici del sangue, acido cianidrico e derivanti (vincennite; mauguinite; campiellite). Tutte queste sostanze erano impiegate per mezzo di bombe e di proietti di artiglieria. Nell'anno 1917 si deve segnalare il progresso più notevole nel campo della guerra chimica; vengono usati, oltre agli altri aggressivi, per la prima volta, il solfuro di etile biclorurato (yprite; mustard gas; lost) ad azione vescicatoria, la difenilclorarsina (clark I) e gli omologhi arsenicali tutti con effetto starnutatorio-vomitatorio. Mezzi di impiego base restano le bombe da mortaio o da lanciagas e le granate d'artiglieria. La comparsa dell'iprite impone la soluzione di nuovi e più vasti problemi per quanto concerne mezzi di difesa individuale, bonifica del personale, del terreno e dei materiali contaminati. Verso la fine della

guerra gli Americani, dopo lungo lavoro di ricerche e studio, sono in grado di preparare un nuovo composto arsenicale ad azione vescicante: la lewisite (clorovinildicloroarsina), denominata addirittura «rugiada della morte». Questo aggressivo non giunse in tempo sul campo di battaglia perché nel frattempo intervenne l'armistizio. Dei molti aggressivi chimici usati i più efficaci si sono dimostrati evidentemente l'iprite, il fosgene e difosgene, la cloropicrina, la difenilcloroarsina e derivati arsinici.

Per la diffusione degli aggressivi, oltre ai tempi di impiego, già citati ed utilizzati da entrambi le parti, altri, quali le bombe da sganciarsi dall'aereo e le mine a gas, erano allo studio o in fase di sperimentazione; essi non vennero però utilizzati durante il conflitto.

La comparsa di un numero sempre crescente di aggressivi, dotati di attività specifica e caratteristiche diverse, portò all'adozione di ancora più perfezionati mezzi di protezione individuale. Il primo tipo di maschera usato dagli Austro-Tedeschi era costituito da diversi strati di garza imbevuta con una soluzione di carbonato ed iposolfito di sodio. Doveva proteggere le vie respiratorie degli alogeni in genere; successivamente furono distribuiti anche occhiali per la protezione degli occhi dagli irritanti. Anche i Franco-Inglesesi disponevano di un tipo di maschera simile.

Le truppe italiane, all'entrata in guerra, erano dotate del respiratore tipo Cimician-Pesci, costituito da falde di garza che venivano bagnate con soluzione acquosa di carbonato di sodio e di potassio (ciascun soldato era munito di una boccetta contenente la soluzione). In un secondo tempo vennero dati alle truppe in linea anche occhiali in mica. Questo tipo di protezione valse a limitare gli effetti degli aggressivi usati inizialmente, ma dopo l'offensiva del S. Michele tale mezzo protettivo, dimostratosi assolutamente insufficiente, fu scartato.

In Francia venne approvato un nuovo tipo di maschera polivalente (T.N.), a forma di imbuto, costituita da 38 strati di garza imbevuta di olio di ricino e urotropina; successivamente fu costruito il respiratore M2, sempre della stessa foggia del precedente, con 40 strati di garza imbibiti, falda a falda, con diverse sostanze neutralizzanti (glicerina, solfato di nichelio, urotropina, carbonato di sodio, ed olii). Seguì il tipo M2-1916 analogo al precedente, ma con l'aggiunta di solfato di zinco; questo composto venne sostituito successivamente, nel modello

MZ, da solfoanilato di sodio. Gli occhiali erano in primo tempo staccati e poi vennero incorporati nella maschera stessa.

In Italia si allestì un respiratore, di foggia simile a quello francese, formato da 64 falde di garza trattate, strato a strato, con composti vari (nichelio, sapone di ricino, permanganato di potassio, solfofenato di sodio, glicerina, carbonato di sodio e potassio). Un altro tipo di maschera polivalente, il modello Z, non fu sperimentato perché il Comando Supremo, nel novembre 1917, decise di adottare il respiratore inglese a filtro, di cui si parlerà più avanti. E' interessante notare che fin dal 1915 il chimico prof. Guareschi dell'Università di Torino, aveva proposto in sostituzione degli strati di garza, un tipo di maschera, con facciale e valvole, munita di filtro contenente calce sodata. Quasi contemporaneamente, un'altro professore dell'Università di Torino, il fisiologo A. Herlitzka, propose una maschera con filtro, avente all'interno granuli di pomice impregnati di sostanze neutralizzanti. Le due proposte non trovarono però accoglimento.

La maschera a filtro venne adottata dai Tedeschi dopo la constatazione della scarsa protezione offerta dai respiratori di garza. Essa era costituita da una testiera di tela gommata, con occhiali, e da una scatola filtro, attraverso cui passava l'aria ispirata ed espirata. La scatola conteneva tre strati di cui due di granuli di silice, impregnati di carbonato potassico, ed uno, intermedio, costituito da granuli di carbone attivo. Nel 1917 si aggiunse anche urotropina alle sostanze neutralizzanti. Anche gli Austriaci erano dotati di maschere similari; nel filtro però, al posto dei granuli silicei, venne introdotta polvere di mattone tritato e ossido di mercurio. Infine, nel marzo del 1918, nel filtro tedesco gli strati vennero ridotti a due; carbone attivo e pomice, imbevuta di carbonato di potassio, miscelata a vari assorbenti chimici: successivamente sull'esempio degli Inglesi, i Tedeschi munirono i filtri di una copertura di cellulosa anti arsine. Anche in Francia nel 1918 venne costruita una maschera a filtro tipo ARS, simile a quella tedesca; differiva per il fatto che il facciale era munito di valvola di espirazione.

Il respiratore inglese modello 1917 si componeva di facciale, tubo corrugato e scatola filtro. Il facciale era munito di occhiali, valvola di espirazione, pinza stringinaso e tiranti elastici; nell'interno una boccheruola di gomma, da stringere fra i denti, era connessa al tubo corru-

gato che a sua volta si univa al filtro. In un primo tempo la scatola filtro era riempita con granuli di carbone attivo e calce sodata; in un secondo tempo si aggiunsero ossido di calcio, permanganato di potassio e sodio ed ancora, successivamente, granuli silicei ed urotropina. Con la comparsa delle arsine, furono inseriti anche strati di cotone idrofilo.

Le truppe inglesi, italiane e francesi avevano in dotazione anche un altro tipo di maschera, il Tissot.

Il respiratore americano mod. 1918 era simile, tranne alcuni particolari, a quello inglese.

A questo punto è bene fare un rapido cenno sull'impiego, durante il primo conflitto mondiale, degli altri agenti chimici: i nebbiogeni e gli incendiari.

Il ricorso a fumi e nebbie artificiali, come si è detto, risale fin ai tempi più remoti. Nella guerra 14-18 la produzione di fumi e nebbie (il fumo è costituito da microscopiche particelle solide di sostanze igroscopiche sospese nell'aria, la nebbia da particelle liquide) assunse a mano a mano importanza, in tutte le operazioni terrestri e marittime, dopo che la tecnica consentì di produrre estese cortine con mezzi sempre più perfezionati.

Nell'inverno del 1914-1915 venne sperimentato un tipo di candela fumogena utilizzato, però, con modesti risultati, nel settembre 1915, durante la battaglia di Loos.

Alla fine del 1915 si cominciarono ad impiegare granate di artiglieria caricate con sostanze nebbiogene; queste munizioni vennero usate con notevole successo nel novembre del 1916 nella battaglia di Arras. In un secondo tempo i proiettili a caricamento nebbiogeno ebbero un notevole incremento e furono adottate anche bombe fumogene per fucile e mortaio. L'impiego di nebbiogeni andò sempre più generalizzandosi con notevole dovizia di mezzi; si ricorse pertanto di frequente al fumo per coprire movimenti di truppe, per accecare osservatori nemici, per proteggere un fianco scoperto, durante il forzamento di corsi d'acqua, nella guerra sul mare, ecc.

Notevole, ad esempio, fu lo spiegamento di mezzi nebbiogeni, da parte degli Inglesi, nella battaglia di Cambrai nel novembre del 1917; un annebbiamento dell'estensione di 20 km per 8 di profondità, venne attuato dai Tedeschi nel 1918 per mezzo di proiettili; nell'agosto del 1918

gli americani attaccarono, con fanteria e carri armati, Neuville sur Resson, protetti da una densa cortina fumogena; durante l'offensiva della Mose-Argonne, nel settembre 1918, si fece largo impiego di nebbia artificiale per coprire i movimenti delle truppe e per passare la Mosa. Sul fronte italiano possono essere ricordati gli annebbiamenti, in grande stile, effettuati da parte italiana durante il passaggio dell'Isonzo, nell'agosto del 1917, e da parte austriaca nella battaglia del Piave, nel giugno 1918.

Anche in mare, come si è accennato, si fece largo ricorso alle nebbie artificiali. Queste venivano prodotte per mezzo di generatori sistemati a bordo delle navi oppure con bombe fumogene che venivano gettate in acqua. Si può citare in proposito la battaglia dello Jutland (31 maggio - 1. giugno 1916), durante la quale le unità germaniche ricorsero di sovente a dense cortine fumogene per occultare i movimenti. Le sostanze nebbiogene più comunemente impiegate erano: fosforo (granate e bombe), tetracloruro di silicio, di titanio e di stagno con ammoniacca (granate, bombe e generatori), cloruro di solforile (generatori), oleum e calce viva (generatori), miscele fumogene tipo Berger (mezzi a candela).

Per quanto concerne gli incendiari, si è visto come l'uomo sia ricorso, in tutti i tempi, al fuoco come arma di offesa e di difesa. La parte però che esso aveva nell'andamento generale del combattimento era in realtà trascurabile. Fu solamente durante il primo conflitto mondiale che le sostanze ed i mezzi incendiari vennero scientificamente utilizzati sotto diversa forma. I tedeschi, per primi, usarono gli olii minerali combustibili, caricati nei lanciafiamme, per cercare di snidare gli avversari dalle posizioni difensive, visto che ciò non poteva conseguirsi con i mezzi tradizionali (è del resto lo stesso criterio che ha determinato il ricorso agli aggressivi chimici). Il primo impiego di lanciafiamme avvenne a Malancourt contro i Francesi, il 26 febbraio 1915, e poco dopo sul Carso, da parte degli Austriaci.

Queste armi però mostrarono subito le loro limitazioni dovute alla modesta portata in combustibile e gittata, all'estrema vulnerabilità dei flammieri, al notevole ingombro e peso del mezzo impiegato, alla insicurezza nel funzionamento. Inoltre vi è da considerare che, per ottenere gli effetti voluti, sarebbe stato necessario investire più estese superfici e fare in modo che gli olii minerali bruciassero più lentamen-

te. Si tentò di superare questa difficoltà cercando di rendere più viscosi le benzine, con l'aggiunta di particolari sostanze, onde aumentare i tempi di combustione. Verso la fine della guerra gli Americani stavano conducendo esperimenti in tale senso; il problema però non era di facile soluzione.

Nel febbraio 1918 venne distribuito un lanciafiamme italiano, a getto intermittente ed accensione automatica, che per le sue caratteristiche si dimostrò il migliore fra tutti i consimili apparecchi usati dai belligeranti. Oltre agli oli minerali combustibili, venne usato come incendiario, anche il fosforo bianco (caricato in granate).

Una delle tante necessità, inoltre, messa in evidenza nella guerra 1914-1918, è stata quella di disporre di artifici illuminanti e di segnalazione, che stretta attinenza hanno con i mezzi caricati con incendiari e nebbiogeni. Moltissimi e di vario genere furono pertanto gli artifici approntati e distribuiti, sia dall'una che dall'altra parte in contesa, per soddisfare questa esigenza.

III DAL TRATTATO DI GINEVRA ALLA FINE DEL SECONDO CONFLITTO MONDIALE

I prodromi del secondo conflitto

Si ritiene che durante la prima guerra mondiale siano state impiegate almeno 125 000 t di aggressivi chimici. Secondo i rapporti ufficiali si sono avuti 1.009.038 gassati, dei quali oltanto 78.390 deceduti, con una percentuale di mortalità pari al 7,7 per cento (il totale dei morti per cause varie ammonta complessivamente a 8 543 515). Il ricorso comunque all'arma chimica, durante il conflitto, in violazione dei Trattati dell'Aja, ripropose la questione nel corso della Conferenza per la Pace. Nel trattato di Versailles (28 giugno 1919) venne inserita una clausola (art. 17, par. 1-2), con la quale si ribadiva la proibizione dell'uso di gas asfissianti, tossici o simili. Però tale Trattato impose alla Germania il riconoscimento della propria colpevolezza, con una presa di posizione unilaterale dei vincitori nei confronti dei vinti. La Germania aveva un'industria ancora potenzialmente efficiente, per cui la Francia, ritenendo che la clausola del Trattato stesso non desse sufficienti garanzie, chiese, il 20 ottobre 1920, al Consiglio di Società

delle Nazioni che venisse concordato un piano di sanzioni collettive contro chi avesse usato per primo, in un eventuale conflitto, gli aggressivi chimici. Per iniziativa degli Stati Uniti un articolo, basato sui postulati dei negoziati di pace, venne incluso nel Protocollo di Washington (6 febbraio 1922), in virtù del quale si ribadiva il concetto della proibizione in guerra di gas asfissianti, tossici o simili.

Sebbene ratificato dagli USA, dalla Gran Bretagna, dall'Italia e dal Giappone, questo documento non fu uno strumento pratico, mancando l'estensione agli altri Paesi, ed anche perché la Francia, a cui si chiedeva la ratifica, non era d'accordo su alcune clausole, riguardanti altre questioni, incluse nel Trattato stesso. Nel 1925 alla Conferenza di Ginevra per limitazione degli armamenti, su iniziativa degli USA e soprattutto della Francia, venne formulata una proposta per il divieto di impiego di «gas» in guerra, sostanzialmente identica a quella del Trattato di Washington. Tale formulazione, per suggerimento della Polonia, fu estesa anche ai «metodi batteriologici di guerra».

A questo proposito è bene accennare al fatto che, secondo una relazione americana, agenti tedeschi operanti negli USA, durante il primo conflitto, avrebbero inoculato germi in cavalli e bovini che dovevano essere esportati in Gran Bretagna. Episodi del genere vennero segnalati anche a Bucarest nel 1916 ed in alcune città della Francia nel 1917. L'attendibilità di queste notizie, potrebbe però essere inficiata dalla influenza esercitata dalla «psicosi biologica» collettiva che a quella epoca si andava formando in diverse Nazioni, in seguito alle notizie che pervenivano dai vari fronti.

Il Protocollo di Ginevra, con cui fra l'altro si proibiva in guerra «l'uso dei gas asfissianti, velenosi o altri gas» e dei «metodi batteriologici di guerra», fu firmato dai rappresentanti di 38 Nazioni il 17 giugno 1925. Ma alla firma non seguì la relativa ratifica da parte di diverse Potenze (tra cui gli Stati Uniti); altre (fra cui la Francia, la Gran Bretagna e l'URSS) condizionarono il rispetto degli accordi solamente nei confronti delle Nazioni che avessero ratificato il Protocollo. Tentativi per perfezionare l'impegno vennero compiuti negli anni successivi dalla Società delle Nazioni, ma senza esito positivo. Malgrado gli accordi internazionali e i compromessi di ordine morale per la messa al bando degli aggressivi chimici, nessuna Nazione, tuttavia, osò trascurare od accantonare la preparazione alla guerra chimica sia in

campo militare che civile. All'inizio delle ostilità, nel 1914, la guerra chimica, come si è visto, venne condotta, senza una conveniente preparazione ed una eccessiva fiducia, tra errori ed incertezze. Da principio mancò soprattutto la concezione dell'impiego in massa dei nuovi mezzi e dello sfruttamento del successo dopo la sorpresa. A poco a poco però questi errori ed incertezze vennero superati, così che alla fine della guerra le armi chimiche venivano considerate, non come qualcosa di inutilizzabile, ma come mezzi quanto mai efficaci, suscettibili di ulteriori perfezionamenti. I risultati conseguiti e gli ammaestramenti tratti vennero opportunamente vagliati, e si giunse alla conclusione che il sottovalutare le reali possibilità di questa nuova arma avrebbe costituito un'imperdonabile leggerezza.

In seguito poi all'enorme sviluppo assunto dagli armamenti terrestri, ma soprattutto aerei, andò prospettandosi una nuova possibilità, quella cioè di estendere l'offesa per un più vasto raggio. Di fronte all'evenienza di una guerra aerochimica condotta sia contro le truppe combattenti sia contro il territorio metropolitano, sorsero e dovettero essere risolti molti problemi, fra cui quello importantissimo della Protezione Civile.

Sulla base di queste premesse, tutti gli attori dell'ultimo conflitto spinsero quindi la preparazione alla guerra chimica al punto da superare, in taluni casi, quella conseguita nel campo delle armi e mezzi tradizionali. Quasi ovunque si adottarono provvedimenti e si apprestarono adeguati mezzi per la difesa del territorio nazionale: le popolazioni civili furono addestrate seriamente alla protezione antigas.

L'Italia, nel settore specifico, raggiunse posizioni di primo piano; molti problemi furono brillantemente risolti ed alcune soluzioni non solo destarono ammirazione, ma furono adottate da altre Nazioni. Il Servizio Chimico Militare provvedeva a tutta la branca comprendente aggressivi, nebbiogeni ed incendiari. Complessi industriali producevano maschere per militari e civili, materiali e mezzi idonei per la offesa e la difesa. Dopo la necessaria fase di progettazione, studio e sperimentazione, si passò alla realizzazione e quindi alla distribuzione di nuovi e più perfezionati mezzi d'impiego (per aggressivi, incendiari e nebbiogeni), di rivelazione, di protezione individuale e collettiva, di bonifica dell'uomo, materiali, equipaggiamento e terreno. Nel campo della protezione, ad esempio, oltre all'approntamento dei mate-

riali speciali, si provvide alla distribuzione di una moderna, per quei tempi, maschera antigas. Sulla scorta dell'esperienza del primo conflitto, venne studiato e sperimentato un nuovo respiratore; successivi perfezionamenti portarono all'adozione della maschera 31/33, versione migliorata del precedente modello Penna. Queste maschere avevano il facciale in gomma con tiranti elastici, occhiali, valvole di espirazione ed inspirazione. Un tubo corrugato univa il facciale alla scatola filtro. Quasi contemporaneamente venne allestita un'altra maschera, la T. 35, per la popolazione attiva; il facciale di essa era simile presso a poco a quello del mod. 31/33; il filtro, più piccolo, ma sostanzialmente identico per costituzione al precedente, era unito direttamente al facciale.

Visto che questa maschera possedeva notevoli pregi, venne distribuita anche alle FF.AA.; inoltre per le esigenze di alcune categorie di specializzati, venne realizzata altresì una maschera ottica, mod. 0/41.

Per la popolazione passiva furono approntati i respiratori mod. P.C. 35, P.C. 38 e 40 che differivano di poco l'uno dall'altro. Anche i quadrupedi (cavalli, muli, cani), per le esigenze dell'Esercito, vennero dotati di respiratori.

La Germania, disponendo pur sempre di una potente industria chimica, poteva produrre in grandissima quantità aggressivi di tipo classico (nel 1938 aveva raggiunto una capacità produttiva di 184 000 t annue); aveva inoltre formidabili complessi per la produzione di materiali protettivi sia per usi militari che civili. Alla fine del secondo conflitto mondiale si scoprì che aveva messo a punto i più temibili aggressivi che ancor oggi si conoscono e di cui parleremo più avanti. La Francia raggiunse una preparazione in campo militare e civile non certamente inferiore a quella delle altre Nazioni.

L'Inghilterra disponeva di impianti che producevano a ritmo costante agenti chimici, materiali e mezzi di offesa e difesa. Inoltre era stata organizzata, con meticolosità anglosassone e in modo capillare, la protezione del territorio nazionale e delle popolazioni civili contro le offese aerchimiche. In questo campo essa aveva raggiunto un primato veramente ineguagliabile.

In Russia si erano sperimentati nuovi agenti chimici, ed erano state create vaste riserve di aggressivi sistemici, tipo acido cianidrico, e di dicloroformossima; attrezzati stabilimenti lavoravano a pieno regime

per preparare materiali e mezzi di vario tipo. Da notizie pubblicate su «La Stella Rossa» risulta, ad esempio, che tra il 1935 e il 1936 vennero effettuate molte esercitazioni antigas con le truppe, consistenti in marce diurne e notturne, tiro, ed attività varie a maschera indossata ininterrottamente per diverse ore; anche operai, impiegati, ecc, svolsero allenamenti all'uso prolungato della maschera per interi turni di lavoro.

Negli Stati Uniti si studiarono un migliaio di sostanze tossiche fra cui soltanto una quindicina resistette al vaglio. Il Servizio Chimico Militare, perfettamente organizzato, curò non solo la fabbricazione di aggressivi, incendiari e nebbiogeni, ma provvide ad allestire e distribuire milioni di ottime maschere antigas. Venne fra l'altro messo a punto un procedimento di impregnazione del vestiario militare per proteggere il corpo dall'azione degli aggressivi vescicanti. La popolazione civile venne addestrata alla difesa antigas.

Da quanto si è detto appare evidente che la minaccia chimica non venne sottovalutata; determinò anzi da parte di tutti i Paesi un imponente sforzo non solo per conseguire un'adeguata preparazione in campo militare ma anche per approntare confacenti misure per la difesa del territorio nazionale e per la protezione antigas delle popolazioni civili. Con l'avvicinarsi del secondo conflitto mondiale si andò diffondendo gradatamente la convinzione che le armi chimiche fossero più umanitarie, meno dolorose, più economiche delle altre armi. Comunque allo scoppiare della guerra, tra Inghilterra, Francia e Germania vi fu uno scambio reciproco di assicurazioni sul rispetto degli accordi di Ginevra. In diverse occasioni gli USA dichiararono di dare il loro appoggio al principio contenuto nel Protocollo di Ginevra e di non impiegare mai per primi le armi chimiche.

I nervini, una novità nel campo degli aggressivi

Nonostante le previsioni più pessimistiche durante il secondo conflitto mondiale non si fece ricorso alla guerra chimica con aggressivi. Si pensa, ma non si hanno notizie certe, che il Giappone abbia usato talvolta gas tossici contro la Cina, prima dell'ingresso in guerra degli Stati Uniti.

Comunque l'eventualità d'un possibile impiego degli aggressivi venne

tenuta sempre presente in ogni circostanza, in ogni fase del combattimento, durante tutto il conflitto.

Quali furono le cause di questo mancato impiego? Cercheremo di rispondere a questo interrogativo. Scarsa fiducia dell'azione con gli aggressivi? Basterebbe quanto si è detto per escludere a priori questo motivo. Non sarebbero giustificabili il timore e le preoccupazioni che destava la minaccia chimica, né le previdenze adottate per far fronte, in tutti i casi, a tale minaccia. I perfezionamenti tecnici apportati ai mezzi aggressivi non lasciavano dubbi sulla efficacia dell'arma chimica.

Né si può concepire che sia stata determinante la proibizione sancita dalla Convenzione. Indipendentemente dalla considerazione della mancata ratifica da parte di qualche Potenza e delle riserve avanzate da altre, v'è da osservare che già nel primo conflitto si era avuta una palese violazione degli accordi dell'Aja.

E' da escludere altresì, a priori, l'impreparazione; anzi forse l'elevato livello addestrativo raggiunto da tutti i contendenti e la preparazione bilanciata, diremo, fra i belligeranti, costituì una remora, per l'eventuale avvio alla guerra chimica, a causa anche del timore di ritorsioni, specie contro le popolazioni civili. Resta il fatto che nessuno osò muovere il primo passo, anche se, per manifesti indizi, non è mancato, per tutto il conflitto, l'intendimento di far ricorso agli aggressivi chimici.

Quale significato deve essere attribuito alla famosa frase pronunciata da Hitler: «Dio mi perdoni gli ultimi giorni di guerra»? Molte ipotesi sono state avanzate nel passato. Oggi, basandoci su recenti rivelazioni, sembra assodato che Hitler si riferisse alla stessa arma di cui aveva provato le conseguenze sulla persona durante il primo conflitto mondiale; gli aggressivi chimici. Guerra durante, infatti, i Tedeschi, dopo anni di studi ed esperienze, avevano messo a punto i procedimenti di sintesi dei più temibili aggressivi che ancor oggi si conoscono, i nervini, e ne avevano iniziato la produzione, nel più assoluto segreto, su scala industriale.

Fin dal 1934 il chimico tedesco Schrader aveva ricevuto incarico di realizzare degli anticrittogamici. Nel corso delle ricerche furono presi in esame gli esteri fosforici, che dimostrarono subito la loro attività specifica come insetticidi. Studi successivi portarono Schrader a sinte-

tizzare altri composti dello stesso tipo dotati di una tossicità elevatissima. Fu scoperto così, dapprima, il «tabun» (dimetilamminocian-fosfato di etile), che, per le sue caratteristiche fisico-chimiche, ben si prestava ad essere utilizzato come aggressivo chimico. Successivamente, guerra durante, furono preparati il «sarin» ed il «soman», composti omologhi al precedente, appartenenti alla stessa famiglia chimica. Vennero effettuati degli esperimenti a Raubkammer, e poco dopo sorse sull'Oder uno stabilimento per la produzione del «tabun».

Di poi si passò alla fabbricazione, su scala industriale, del «sarin». Soltanto con la fine della guerra gli anglo-americani ed i Russi scoprirono quanto i Tedeschi avessero realizzato nel campo degli aggressivi chimici. Erano pronte per l'impiego circa 30 000 t di «tabun»; la produzione di «sarin» si aggirava intorno alle 7.200 t. annue; per quanto concerne il «soman» si era sul punto di passare dalla fase di sperimentazione di laboratorio a quella di fabbricazione. Hitler, almeno per tre volte, secondo quanto risulta, si era trovato sul punto di scatenare la guerra chimica; fortunatamente però, per molteplici cause, questo intendimento non poté essere messo in atto. Gli Alleati sarebbero stati colti di sorpresa perché nessuna notizia era trapelata. Mentre oggi azioni ed effetti di queste sostanze sono ben noti, allora sia gli anglo-americani che i Russi non erano a conoscenza di questa micidiale novità e non disponevano, di conseguenza, di adeguati mezzi di difesa contro l'intossicazione.

Questi aggressivi che sono liquidi, agiscono sia per inalazione che per assorbimento cutaneo e le dosi mortali, in entrambi i casi, sono quanto mai basse. Anche l'iprite agisce nello stesso modo; mentre però i vapori inalati, in presenza di concentrazioni di una certa consistenza, conducono a morte, l'azione di assorbimento, per contaminazioni non rilevanti, causa in genere, soltanto lesioni dolorose e di difficile guarigione, ma non la morte.

I nervini (appartengono alla stessa famiglia chimica dei moderni insetticidi usati in agricoltura, ma sono molto più tossici di questi) esplicano la loro azione sul sistema nervoso, qualunque sia la via di penetrazione. Hanno il potere di inibire l'attività funzionale della colinesterasi (perciò sono detti anche «anticolinesterasici»), l'enzima che interviene per idrolizzare un mediatore chimico (l'acetilcolina) utilizzato dall'organismo per il passaggio degli stimoli dal centro alla periferia,

lungo le fibre nervose. Se l'acetilcolina non viene prontamente eliminata si ha un aumento sub enorme di questa sostanza a livello di determinati dispositivi nervosi, le «sinapsi», e quindi una permanente eccitazione incontrollata del sistema nervoso stesso; allo stato spasmodico subentra il collasso, la paralisi, quindi morte in breve tempo.

Una volta occupata la Germania gli anglo-americani ed i Russi si preoccuparono di impostare gli studi su questi nuovi aggressivi, che costituivano la micidiale novità in campo chimico; i primi requisirono quanto più materiale poterono, i secondi prelevarono impianti, materiali e tecnici al completo e contemporaneamente si impadronirono dei piani di fabbricazione.

Mentre, come si è detto, durante tutto il secondo conflitto mondiale non si è fatto ricorso agli aggressivi, gli altri agenti chimici, incendiari e nebbiogeni furono largamente utilizzati; si può asserire in proposito che questi ultimi, razionalmente impiegati, concorsero al successo di molte operazioni. Proprio durante il secondo conflitto il fuoco, inteso come arma da guerra, assunse un ruolo sempre più importante dopo che i bombardamenti aerei con bombe incendiarie (in genere al fosforo, alla termite o ad elektron) presero fisionomia di vere e proprie operazioni belliche e si cominciò ad investire con esse centri abitati, impianti, stabilimenti industriali, basi, ecc. Furono causate più gravi ed estese distruzioni con bombe incendiarie che non con quelle dirompenti.

Verso la fine della guerra, alle sostanze incendiarie fino allora usate, si aggiunse la benzina gelatinizzata nota comunemente con la denominazione di «napalm». Ecco finalmente risolto, per merito dei tecnici statunitensi, il problema di cui si è già parlato, di rendere cioè gelatinosi gli olii minerali combustibili, per aumentarne i tempi di combustione, senza alterarne però la caratteristica di estrema infiammabilità. Viene realizzato così l'incendiario moderno tipo che è fluido ed allo stesso tempo viscoso, che si può spargere sul terreno e non viene assorbito da esso, che aderisce a superfici verticali, che galleggia sull'acqua continuando a bruciare, che consente l'aumento di gittata dei lanciafiamme. Da quel momento non v'è operazione in cui non sia presente il «napalm» caricato in tutti i prevedibili mezzi d'impiego (bombe, granate, lanciafiamme, mezzi speciali, ecc.). Da bombe al «napalm» di ogni tipo è costituito infatti il munizionamento dei bombardieri che

effettuano il *raid* su Tokio nella notte tra il 9 e il 10 marzo 1945; un'immane rogo si leva dalla città. Circa un mese più tardi, il 1 aprile 1945, il «napalm» trova impiego nello sbarco di Okinawa contro i giapponesi annidati nelle numerose grotte esistenti nell'isola; per la prima volta, in quella occasione, vengono impiegati carri lanciafiamme in massa.

Per quanto concerne i nebbiogeni si può dire che non vi sia stata operazione, in terra, in mare e in cielo, in cui non si sia fatto ricorso ad essi. Il forzamento del Reno, ad esempio, può essere attuato mercé lo stendimento di una cortina e di una coltre di nebbia, delle dimensioni di 40 km di fronte e per 3 o 4 di profondità, alimentate in continuazione per giorni e giorni. Tutti gli sbarchi compiuti dagli alleati nel Pacifico sono agevolati da densi ed estesi annebbiamenti ottenuti con un razionale impiego di mezzi diversi: dalle bombe da mortaio alle granate d'artiglieria, dai razzi alle bombe d'aereo, dai generatori montati sulle navi e sui mezzi di sbarco alle candele nebbiogene galleggianti. Per dare un'idea dell'importanza di queste sostanze e del consumo di esse che può essere stato fatto durante il conflitto su tutti i fronti, si pensi che per annebbiare il solo porto di Genova, durante gli attacchi aerei, venivano impiegati circa 30 t di nebbiogeni per ora.

(*continua*)