

1941-1961: venti anni di attività missilistica

Prof. dott. ing. Aurelio C. Robotti

I. - Dal 1941 al 1943.

La mia attività di ricerca nel campo della propulsione a razzo iniziò nel 1941, mentre ero in servizio nel Genio Aeronautico. Si era in guerra e, in qualità di Ufficiale Tecnico di uno Stormo della R. Aeronautica operante in Sicilia e Pantelleria ebbi modo di constatare drammaticamente la insufficiente velocità iniziale dei proiettili delle armi da 20 e da 37 mm. Proposi di incrementare tale velocità aggiungendo ai proiettili un dispositivo a reazione la cui spinta intervenisse dopo che il proiettile aveva abbandonato la bocca da fuoco. L'idea suscitò interesse e fui trasferito a Roma al Ministero Aeronautica dove il gen. A. A. Guglielmetti (allora Direttore Gen. delle Armi e Munizioni) appoggiò gli esperimenti. A quell'epoca le conoscenze sui razzi e relativi propellenti erano assai scarse. Cominciai a sperimentare su grani cilindrici di polvere nera ottenuti per compressione. La ricerca venne iniziata a Guidonia, con la collaborazione dell'allora ten. dott. R. Consolini.

Le cariche cilindriche di polvere nera venivano introdotte in un contenitore dotato di ugello e accese mediante una miccia pirica; la spinta veniva

misurata con un rudimentale dispositivo dinamometrico a penna scrivente. Successivamente, affinandomi l'esperienza e le conoscenze, abbandonai la polvere nera e mi orientai su « spaghetti » di cordite, con la quale ottenni risultati migliori.

Con l'aggravarsi della situazione bellica, le ricerche furono intensificate e stimolate dall'allora sottocapo di Stato Maggiore agli Armamenti Aerei gen. E. Ilari, il quale designò l'allora gen. F. Raffaelli come diretto supervisore e responsabile dell'operazione. Nel 1942 iniziai presso la B.P.D. a Colferro gli esperimenti di tiro con artiglierie calibro 20 e 37 mm. I proiettili, da me modificati, si presentavano come nello schizzo di fig. 1. La

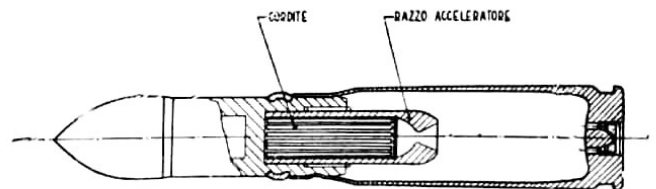


Fig. 1. — Proiettile accelerato « Robotti » (1942).

stessa carica di lancio contenuta nel bossolo innescava la carica propulsiva contenuta nel piccolo razzo posteriore, il quale accelerava ulteriormente

il proiettile per circa un secondo dopo che questo aveva abbandonato la canna. Le misure di velocità, eseguite con i metodi classici dei reticoli elettrici trapassati dal proiettile, segnarono un aumento di velocità di circa il 20%. Gli esperimenti erano in pieno sviluppo (le ultime prove furono fatte il mattino dell'8 settembre 1943 sul Poligono di Nettuno) quando intervenne l'armistizio.

Pochi mesi prima, nell'aprile del '43, si ebbe una visita a Furbara (allora Poligono e Centro Sperimentale dell'Aeronautica) dello Stato Maggiore della Luftwaffe e in quella occasione ebbe luogo uno scambio di progetti di armi segrete fra Luftwaffe e R. Aeronautica ed il mio progetto fu comunicato ai tedeschi in cambio di un'altra segnalazione da parte germanica.

Nel 1943, inoltre, su richiesta della D.G.A.M. progettai una bomba di caduta per aerei accelerata da un razzo; il progetto è illustrato schematicamente in fig. 2. La costruzione stava per iniziarsi

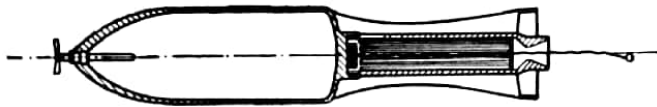


Fig. 2. — Bomba aerea accelerata «Robotti» (1943).

nell'officina meccanica di Guidonia, quando fu firmato l'armistizio.

* * *

Il progetto di gran lunga più interessante da me eseguito in quel periodo rimase tuttavia quello che dallo Stato Maggiore Aeronautica fu battezzato «Aviobomba Robotti».

Il progetto di questa aviobomba originò dalla considerazione che la nostra aviazione da bombardamento nel 1943, non aveva l'autonomia per colpire tutti gli obiettivi costieri che strategicamente interessavano. Allora proposi allo Stato Maggiore di lanciare da sommergibili in temporanea emersione delle «aviobombe», vale dire delle bombe alate autopropulse con motore a razzo. Si trattava cioè dell'idea, a quell'epoca credo non ancora avanzata da nessuno, che ora ha trovato clamorosa applicazione nei missili Polaris lanciati da sommergibili (in questo caso però, in immersione). La mia proposta suscitò vivissimo interessamento ed il Sottocapo di S. M. gen. E. Ilari diede

ordine che la realizzazione venisse immediatamente iniziata.

La aviobomba si presentava come nello schizzo di fig. 3. Era propulsa da un endoreattore ad alcool ed ossigeno (gassoso) che le doveva assicurare una gittata di 50 km (che si riteneva sufficiente perchè

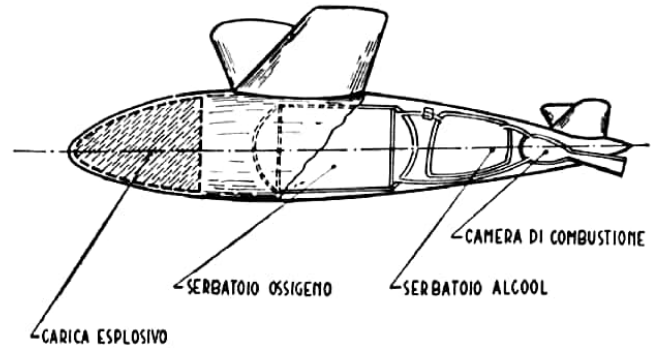


Fig. 3. — Aviobomba «Robotti» (1943).

il sommergibile potesse recare offesa a qualsiasi località costiera emergendo di sorpresa, in condizioni da non essere avvistato dal nemico). La camera di combustione era alimentata e raffreddata da una miscela di alcool (75 %) ed acqua (25 %) pressurizzata dallo stesso ossigeno gassoso attraverso un riduttore di pressione.

Per concretare il progetto il Capo di S. M. convocò a Roma l'ing. A. Rocca, allora Amministratore delegato dell'Ansaldo-Genova e fui segretamente messo in contatto con esso per prendere gli accordi per la realizzazione presso la Ditta Ansaldo. Mentre sviluppavo i disegni costruttivi, l'armistizio del 9 settembre troncò tale attività.

* * *

Immediatamente dopo l'armistizio, i tedeschi i quali erano informati sulle mie ricerche sulla propulsione a razzo, mi cercarono per portarmi in Germania e poichè io rifiutai di collaborare iniziò per me un periodo di vita clandestina che doveva cessare soltanto il 4 giugno 1944 con l'arrivo degli Alleati a Roma.

II. — Dal 1944 al 1949.

Nel periodo clandestino a Roma e cioè praticamente dall'ottobre del 1943 al giugno 1944, collaborai nascostamente, insieme con l'allora capitano delle Armi Navali ing. A. Barontini (attualmente

colonnello in servizio al Ministero Marina) al progetto dell'allora colonnello ing. Pezzani per un «cannone senza rinculo» che il col. Pezzani intendeva sviluppare per sottoporlo, al loro arrivo, agli esperti delle Forze Armate Alleate.

Si trattava del progetto, di cui si conobbero nel dopo guerra varie realizzazioni in diversi paesi, di una bocca da fuoco in cui il rinculo era neutralizzato da una tempestiva deflagrazione con efflusso in direzione opposta a quello del proiettile.

Eliminando gli importanti sforzi di rinculo, si potevano perciò installare a bordo degli aerei artiglierie di grande calibro (100 ÷ 200 mm) da impiegare soprattutto per tiri di precisione in «picchiata». In questo lavoro sviluppai il progetto del razzo per frenare il rinculo.

* * *

Con l'arrivo degli alleati a Roma (giugno 1944) ripresi immediatamente servizio presso lo Stato

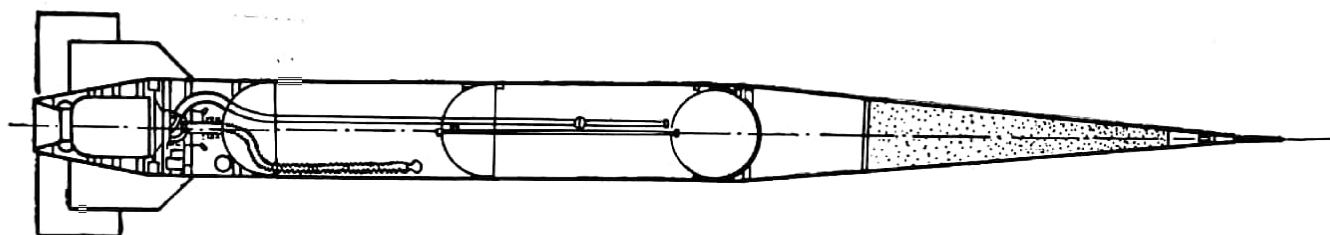


Fig. 4. — Missile contraereo AR 1 (1950).

Maggiore Aeronautica in qualità di ufficiale del Servizio Informazioni. Non potendo, in quel periodo per motivi ovvii, continuare la ricerca sperimentale nel campo della endoreazione, creai e curai per 4 anni, sotto la direzione del gen. F. Santini, capo del Servizio Informazioni, la redazione di un «Bollettino Informazioni», pubblicazione mensile a stampa, nella quale, sotto la firma *a.c.r.*, riferii tutte le notizie retrospettive di carattere tecnico sulla missilistica tedesca, giapponese, russa, nella guerra da poco terminata (missili V_1 , V_2 , etc.) e sulla nascente missilistica delle nazioni vittoriose. La pubblicazione meritò un particolare elogio dell'allora capo di S. M. gen. Ajmone Cat.

Nel marzo del 1949 abbandonai volontariamente il servizio in Aeronautica, per dedicarmi nuovamente agli studi missilistici e a tale scopo creai una piccola società «TE.CO» avente per oggetto lo studio e le applicazioni della propulsione a reazione.

III. — Dal 1950 al 1954.

Il primo progetto della nuova organizzazione fu quello di un missile contraereo teleguidato, designato *A.R. 1*, ad ossigeno liquido ed alcool etilico, del peso totale di kg 280, con velocità a fine combustione di m 1260 (fig. 4).

Il progetto fu presentato nel 1950 allo S. M. Aeronautica; il quale però non poté ordinarne la realizzazione a causa delle clausole del trattato di pace.

Decisi allora di affrontare realizzazioni in scala minore, tali cioè da poter essere portate a compimento anche con i soli modesti mezzi della Società ed iniziai lo studio di un piccolo endoreattore ad acido nitrico e anilina. L'idea che informò questo tentativo era quella di cercare di realizzare missili a propellenti liquidi non molto più complicati di quelli a propellenti solidi; dato che i propellenti liquidi erano più facilmente disponibili, sul mer-

cato italiano, di quelli solidi.

Cominciai così — nel gennaio 1951 — una serie di ricerche sperimentali sulle reazioni ipergoliche e realizzai alcune camere di combustione che sperimentai su di un rudimentale banco prova costruito in una località alla periferia di Torino (fig. 5). In quel periodo, per alcuni mesi collaborò con me il prof. C. Casci, attualmente docente al Politecnico di Milano.

Gli esperimenti furono incoraggianti ma confermarono i miei timori e cioè che il problema dell'alimentazione comportava complicazioni non facilmente eliminabili.

Per evitare i complessi sistemi di pressurizzazione dei serbatoi, ebbi l'idea di sfruttare la pressione che per inerzia si crea nei liquidi quando il missile è accelerato da una forza esterna; questa avrebbe potuto essere realizzata da un piccolo «booster» a propellente solido. Progettai allora un piccolo missile *AR₂* nel quale una piccola carica di propellente solido contenuta in modo op-

portuno nella camera di combustione dei propellenti liquidi doveva assicurare l'accelerazione iniziale necessaria per iniettare i propellenti liquidi, i cui serbatoi venivano messi in pressione dagli stessi gas combusti. Con quel progetto nella primavera del 1951 mi presentai al Ministero della Marina,

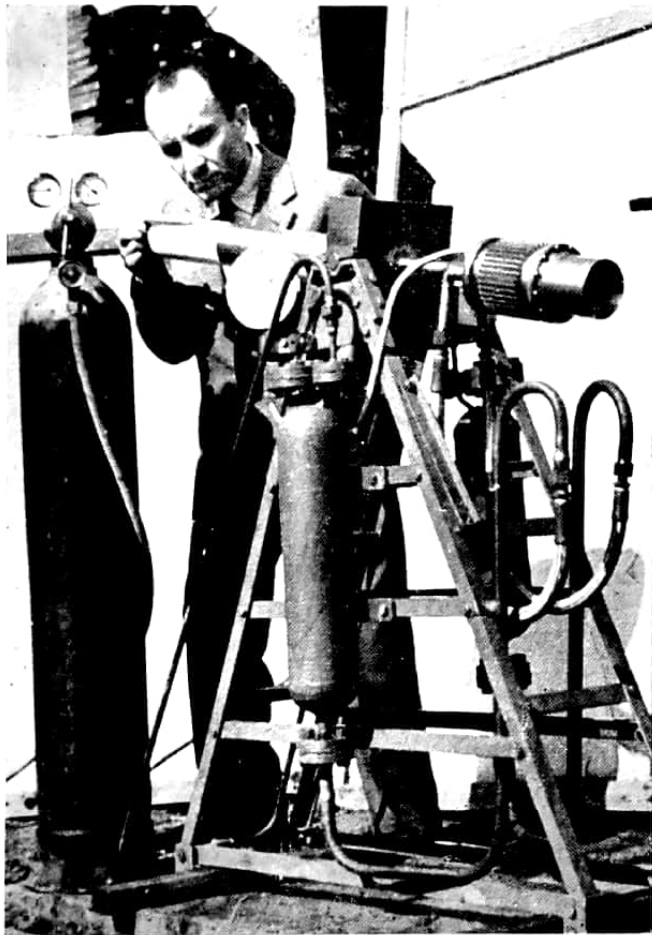


Fig. 5. — Prime prove al banco su endoreattori a liquidi (1951).

dove l'allora colonnello delle Armi Navali V. Re diede il suo appoggio al progetto sotto forma di una piccola commessa sperimentale. La Marina mi fornì il propellente solido necessario, e dopo un certo numero di esperimenti al banco, a Torino, realizzai una prima serie di *AR 2*, sui quali nel settembre 1951 iniziarono le prove di lancio presso il Poligono di Tiro di Torre del Lago (Viareggio) alla presenza di ufficiali della Marina, tra i quali il gen. Pellegrini, il gen. Almasio, il col. Miani, il com. Mamberti. Dopo i primi lanci, l'*AR 2* fu modificato nell'*AR 2 bis*. Alla fine di ottobre le prove con l'*AR 2 bis* furono trasferite a Punta Castagna (La Spezia) e nel febbraio del 1952 furono riprese a Torre del Lago. Furono lanciati numerosi missili,

ma si ebbe la sensazione che la propulsione fosse dovuta essenzialmente alla carica di propellente solido; cosicché la Marina abbandonò il progetto. Tuttavia, malgrado l'esito insoddisfacente, le osservazioni che potei fare durante le prove di lancio mi confermarono che il principio era degno

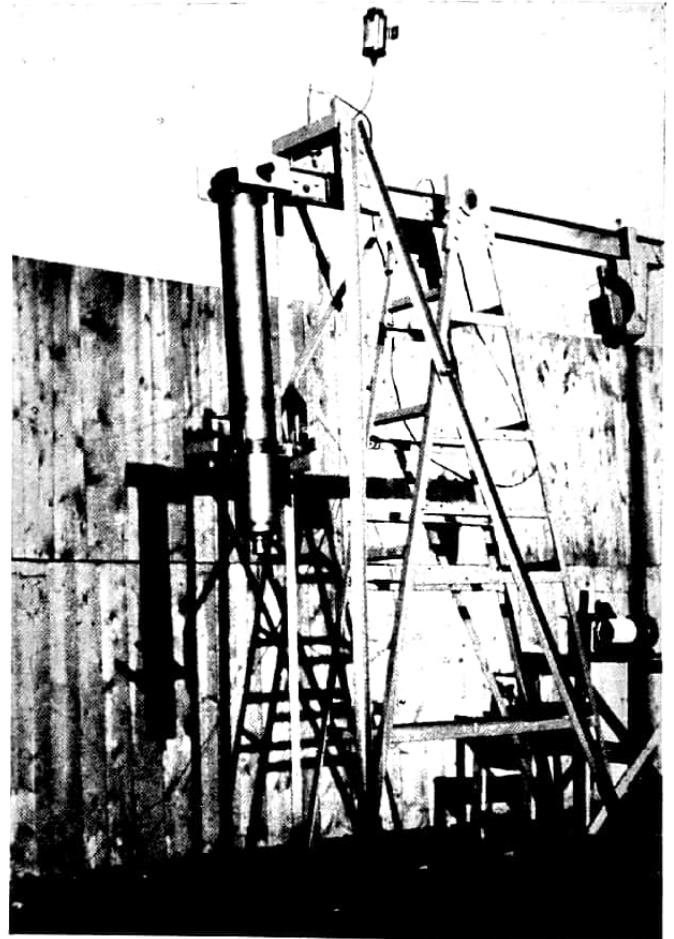


Fig. 6. — Prove al banco della camera di combustione dell'*AR 3* (1952).

di sviluppo e perciò ritornai a Torino deciso a riprendere gli esperimenti per mio conto.

Infatti nell'aprile del 1952 ricominciavo a Torino una serie di prove al banco su prototipo di un progetto (*AR 3*) nel quale l'inizio della alimentazione non avveniva più per *inerzia*, come nel progetto precedente, ma semplicemente per *gravità*; il che disimpegnava il progetto dalla necessità del propellente solido e consentiva una più completa sperimentazione al banco.

Feci prove con ritmo febbrile per tutto il mese di aprile (fig. 6) e sebbene i risultati non fossero pienamente soddisfacenti, mi confermarono che valeva la pena di continuare. Finalmente, il 9 maggio 1952 effettuai una prova di lancio al Pian della

Mussa, nell'alta Val di Lanzo. Il missile, lanciato con una inclinazione di 80° , si innalzò per alcune centinaia di metri e poi inclinò la sua traiettoria scomparendo dietro un'altura. Fu per me un gran giorno sia perchè era certamente la prima volta che un razzo a propellenti liquidi si staccava da terra in Italia, sia perchè avevo la conferma che il principio della autoalimentazione era fondato e degno di sviluppo.

Ripresi immediatamente le prove al banco a Torino, modificando e migliorando il progetto sino ad ottenere prestazioni migliori (fig. 7) ed alternando le numerose prove dell'*AR 3 bis* con altre su di un piccolo razzo a propellenti solidi, battezzato *AR 60* (dal calibro di 60 mm), che impiegava un propellente solido tedesco residuo di guerra (fig. 8). Ottenni con questo dei buoni risultati ma ormai il mio interesse era per i razzi a liquidi, ad autoalimentazione, sui quali intensificai le ricerche. Dopo uno strenuo lavoro di alcuni mesi, comunicai al Ministero Aeronautica i risultati ottenuti, invitando una commissione di tecnici a venire ad assistere agli esperimenti. Così, il 7 ottobre 1952 arivarono a Torino il ten. col. prof. C. Cremona ed il ten. col. C. Cao, entrambi del Ministero Aeronautica, accompagnati da un operatore cinematografico, i quali assistettero a due prove al banco a Torino ed una prova di lancio al Pian della Mussa.

Dato l'incoraggiante esito delle prove, nell'estate del 1953 il Ministero dell'Aeronautica mi dimostrava il suo interesse assegnandomi una commessa di 30 razzi sperimentali a propellenti liquidi, funzionanti ad autoalimentazione.

Seguiva un periodo di nuovi studi, modifiche, prove al banco, prove di lancio; mediante le quali mettevo a punto un nuovo progetto, battezzato *AR 4*. Dopo aver approntato un certo numero di esemplari informavo il Ministero Aeronautica ed il 10 marzo 1954 veniva a Torino una commissione tecnica formata dal col. D'Agostini, ten. col. Cremona, cap. Ospitali, ten. Presta e un operatore cinematografico, la quale assistette a due prove al banco (fig. 9), alle quali fecevano seguito altre prove ufficiali al Poligono di Furbara (Roma) su di un banco appositamente costruito dall'Aeronautica, nonchè le prove ufficiali di lancio, le quali iniziarono la notte del 13 maggio 1954 (fig. 10), alla presenza del ten. gen. Alippi, magg. gen. Angeloni, col. Zucconi, col. Bicolini, col. Galbiati, col. Teste-

rini, col. Benato, ing. Crocchi, ing. Bertagnolio, col. Cremona, cap. Ospitali ed altri ufficiali. Le



Fig. 7. — Prova di lancio dell'*AR 3 bis*, a Pian della Mussa (1952).

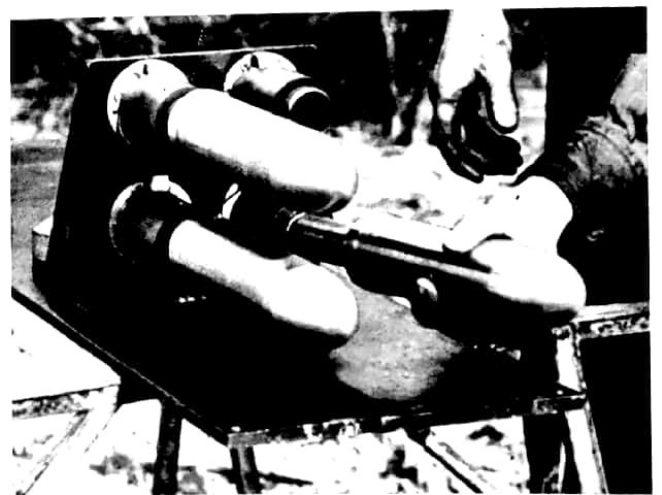


Fig. 8. — Lanciatore multiplo di razzi *AR 60* (1952).

prove si protrassero sette giorni e registrarono venti lanci riusciti su venti effettuati.

Il missile *AR 4* fu quindi esposto nell'autunno del 1954 al Salone della Tecnica di Torino.

Rientrato a Torino e, incoraggiato dall'ottimo esito, mi misi subito al lavoro per costruire un nuovo prototipo caratterizzato dallo stesso cali-

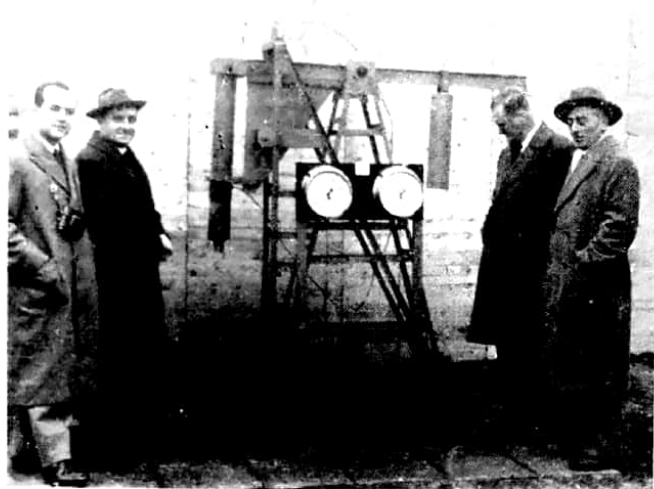


Fig. 9. — Prove al banco del missile *AR 4* (1954).

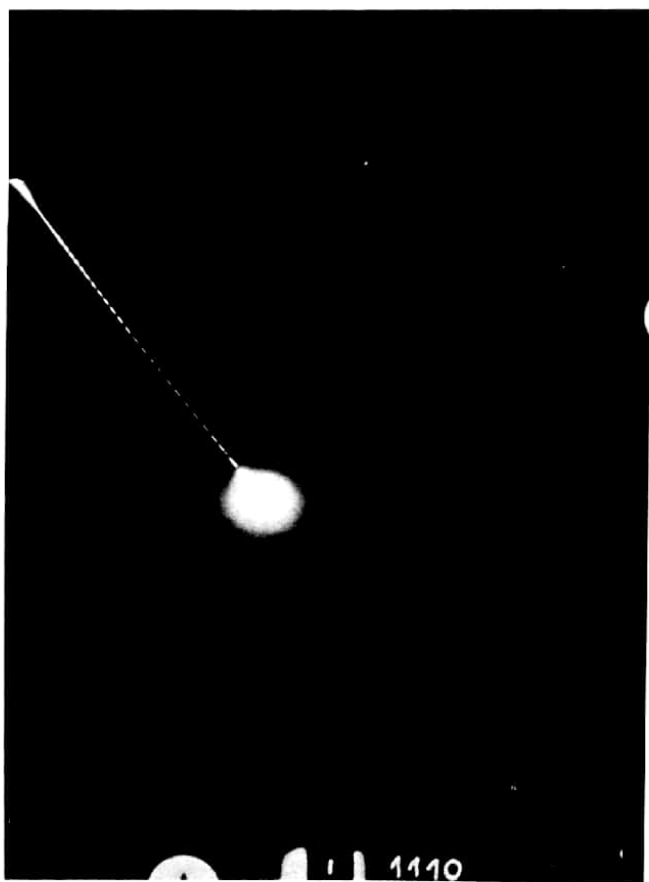


Fig. 10. — Primo rilevamento fotogrammatico di traiettoria del missile *AR 4*, a Furbara (1954).

bro ma di lunghezza maggiore (*AR 5*) e con prestazioni migliori, sul quale sperimentai anche speciali alette destinate alla eventuale guida del missile.

IV. — Dal 1955 al 1961.

Assicuratomi l'interessamento del Ministero Aeronautica alla progettazione e costruzione di nuovi missili di dimensioni maggiori, non potendo affrontare il nuovo lavoro con i modesti mezzi della Soc. TECO, la costruzione e la sperimentazione dei nuovi missili venivano appoggiate agli Stabilimenti Whitehead-Moto Fides di Livorno, ai quali il Ministero Aeronautica nella primavera del '55 assegnava una commessa sperimentale di missili designati *AR 15*.

Come primo lavoro, progettavo e costruivo nello stabilimento un banco prova sul quale eseguire le prove a punto fisso e successivamente iniziavo la costruzione e la sperimentazione dei prototipi dell'*AR 15*. Dopo circa un semestre di prove al banco, l'11 maggio 1956 lanciavo a Furbara i due primi *AR 15*.

Dopo varie modifiche e nuove prove il 19 maggio 1956 vennero effettuate a Livorno prove ufficiali al banco di 4 *AR 15*, alla presenza di una Commissione formata dal ten. gen. Alippi dell'Aeronautica, gen. Re della Marina, col. Bicolini, col. Cao dell'Aeronautica, t. col. Valentini dell'Esercito.

Le prime prove ufficiali di lancio furono successivamente eseguite sul Poligono di Salto di Quirra (Sardegna) dal 20 al 22 novembre 1956 alla presenza di una Commissione dell'Aeronautica formata da numerosi ufficiali tra i quali il col. Carnevalini, il col. Favero, il magg. Ospitali. In quella occasione vennero lanciati 6 *AR 15*, tutti con esito positivo.

Rientrato a Livorno ripresi ad apportare modifiche e migliorie al progetto, effettuando nuove prove al banco, delle quali una fu eseguita con perfetto esito il 12 marzo 1957 alla presenza dell'ammiraglio americano Briscoe, comandante la flotta della NATO nel Mediterraneo, del comandante americano Anderson, del gen. Re e del gen. Picozzi. Una prova analoga venne ripetuta il 4 maggio 1957, alla presenza dell'ammiraglio Pecori-Giraldi, Capo di S. M. della Marina, ed il 18 giugno 1957, alla presenza del gen. ispettore della Marina, gen. Spina. Il 9 luglio 1957 furono riprese le prove di lancio al poligono di Salto di Quirra, alla presenza del gen. Savi e del gen. Zanchi dell'Aeronautica. Furono lanciati 5 missili *AR 15* di cui due con esito negativo (presumibilmente per difetti costruttivi), e gli altri con buon esito. Di

questi ultimi, due erano dotati di paracadute che si apersero regolarmente alla quota di circa 10.000



Fig. 11. — Lancio di un *AR 15* munito di paracadute, a Perdas de Fogu (1957).

metri, realizzando così questo tipo di esperimento per la prima volta in Italia (fig. 11).

Nell'autunno 1957 il missile *AR 15* fu esposto al Salone della Tecnica di Torino.

Nelle ultime prove i rilievi con i cineteodoliti dimostrarono però che l'*AR 15* non raggiungeva la velocità a fine combustione imposta dalle clausole contrattuali. Per guadagnare tempo, proposi allora di accelerare il missile nella prima fase del volo, dotandolo di due piccoli *boosters* laterali; la proposta fu accettata dal Ministero Aeronautica, anche perchè in Italia mancava completamente l'esperienza dei razzi bistadi e i miei esperimenti avrebbero servito ad acquistare conoscenza in quel campo.

Con propellente solido fornitomi dall'Aeronautica realizzai due tipi di *boosters* di diverse dimensioni e spinta e studiai il problema del distacco del 2° stadio dal 1°. Dopodichè, il 23 settembre 1957 e, successivamente, il 3 ottobre 1957 furono eseguite felicemente, alla presenza del gen. Savi

e del col. Favero dell'Aeronautica, prove di lancio al Poligono di Furbara, con missili *AR 15* inerti

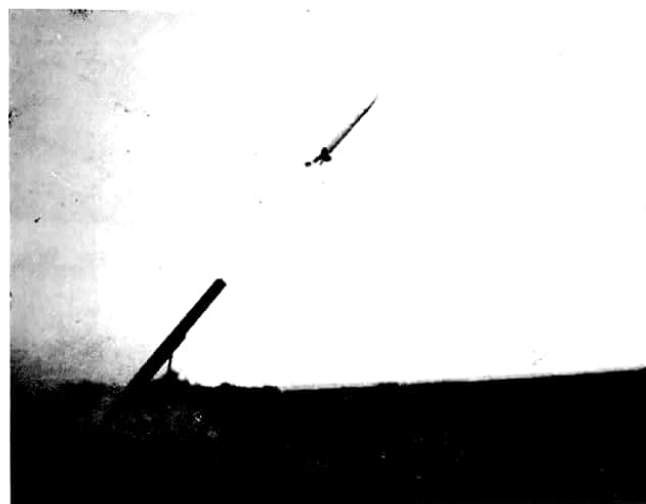


Fig. 12. — Lancio di un *AR 15* inerte munito di impulsori, a Furbara (1957).

(cioè senza propellenti liquidi ma opportunamente zavorrati), lanciati con i *boosters* a propellenti solidi (fig. 12). In base a tale esperienza, le prove di lancio furono trasferite in Sardegna dove il 2 novembre 1957 alla presenza del generale Savi, generale Cigerza ed altri ufficiali, furono lanciati 2 *AR 15* con *boosters*; ma queste prove non ebbero buon esito per motivi tecnici che furono successivamente accertati. Perciò apportai al missile una serie di modifiche aventi per scopo di migliorarne le prestazioni senza ricorrere ai *boosters* e le costru-

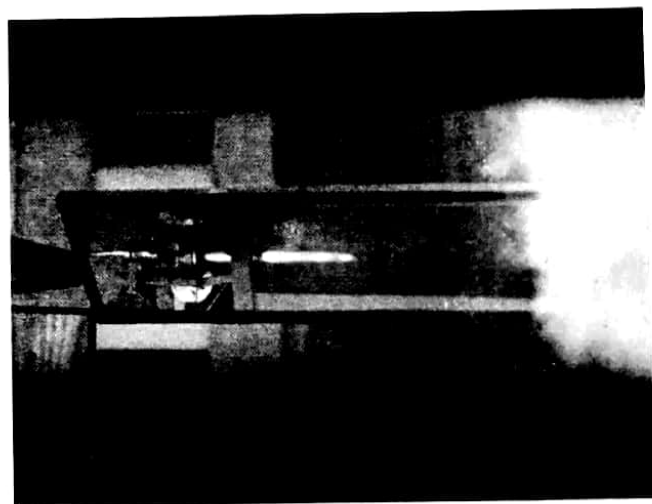


Fig. 13. — Impianto sperimentale per prove su microendoreattori (1960).

zioni e relative prove al banco impegnarono l'intero anno 1958.

Il 19 marzo 1959, su invito del Ministero Aeronautica venne a Livorno una commissione di esperti degli U.S.A., i quali assistettero ad una prova al

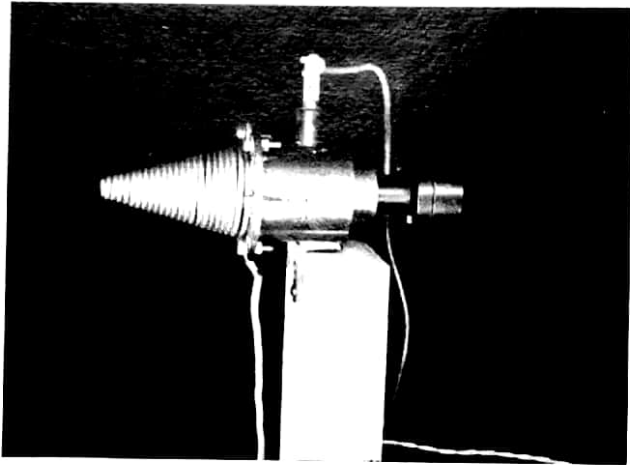


Fig. 14. Impianto sperimentale per prove su endoreattore a plasma stabilizzato con campo magnetico (1961).

banco e furono informati dello stato dei lavori. Essi mi invitarono negli U.S.A. allo scopo di visitare colà installazioni sperimentali e impianti di strumentazione elettronica di cui difettavo per il proseguimento delle mie ricerche; effettuai un viaggio di un mese negli U.S.A. nel dicembre del '59 insieme con due ufficiali dell'Aeronautica, vistando i principali centri dell'industria missilistica americana. Il viaggio fu da me ripetuto del dicembre 1960, rinnovando così l'occasione di colloqui con i maggiori esperti americani.

Nell'anno 1960, con fondi assegnatimi dal Con-

siglio Nazionale delle Ricerche, realizzai presso il Politecnico di Torino un impianto sperimentale per prova di microendoreattori (fig. 13) con i quali ef-

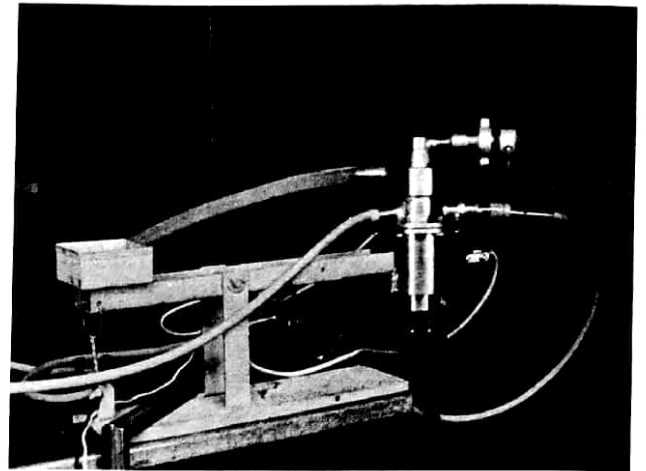


Fig. 15. — Impianto sperimentale per prove su endoreattore a plasma stabilizzato a vortice (1961).

fettuai varie ricerche riferite nella rivista del C.N.R. « La ricerca scientifica », nella Rivista « Missili » ed in numerose relazioni al C.N.R.

Verso la fine dello stesso anno iniziai una ricerca sistematica sulla « propulsione elettrica » mediante endoreattori ad arco (fig. 14 e 15); tale ricerca, affrontata per la prima volta in Italia, e proseguita nel 1961 è tuttora in corso e delle numerose realizzazioni e risultati ottenuti sto riferendo periodicamente al Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Torino, aprile 1961.

Presso l'archivio dell'A.I.R., nella Sede Centrale di Roma (Piazza San Bernardo 101), sono a disposizione per consultazione dei Soci le documentazioni fotografiche ed in fotocopia, gentilmente fornite dall'Autore.

LA DIREZIONE

mente in fig. 2. La costruzione stava per iniziarsi

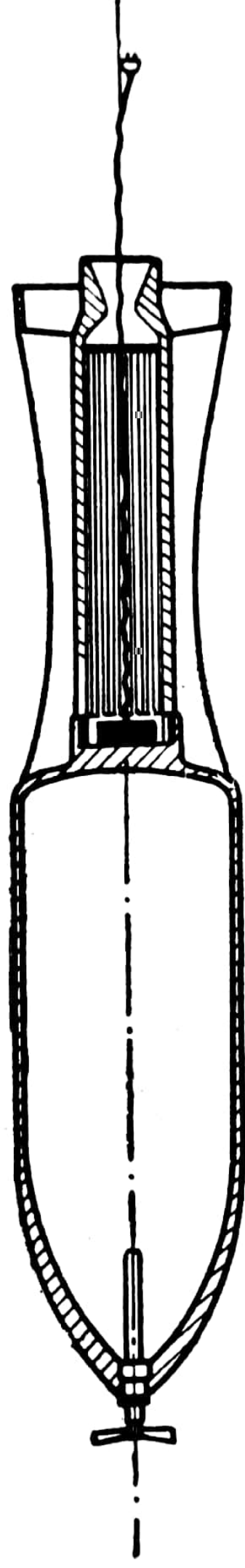


Fig. 2. — Bomba aerea accelerata « Robotti » (1943).

nell'officina meccanica di Guidonia, quando fu

gittata di 50 km (che si riteneva sufficiente perchè

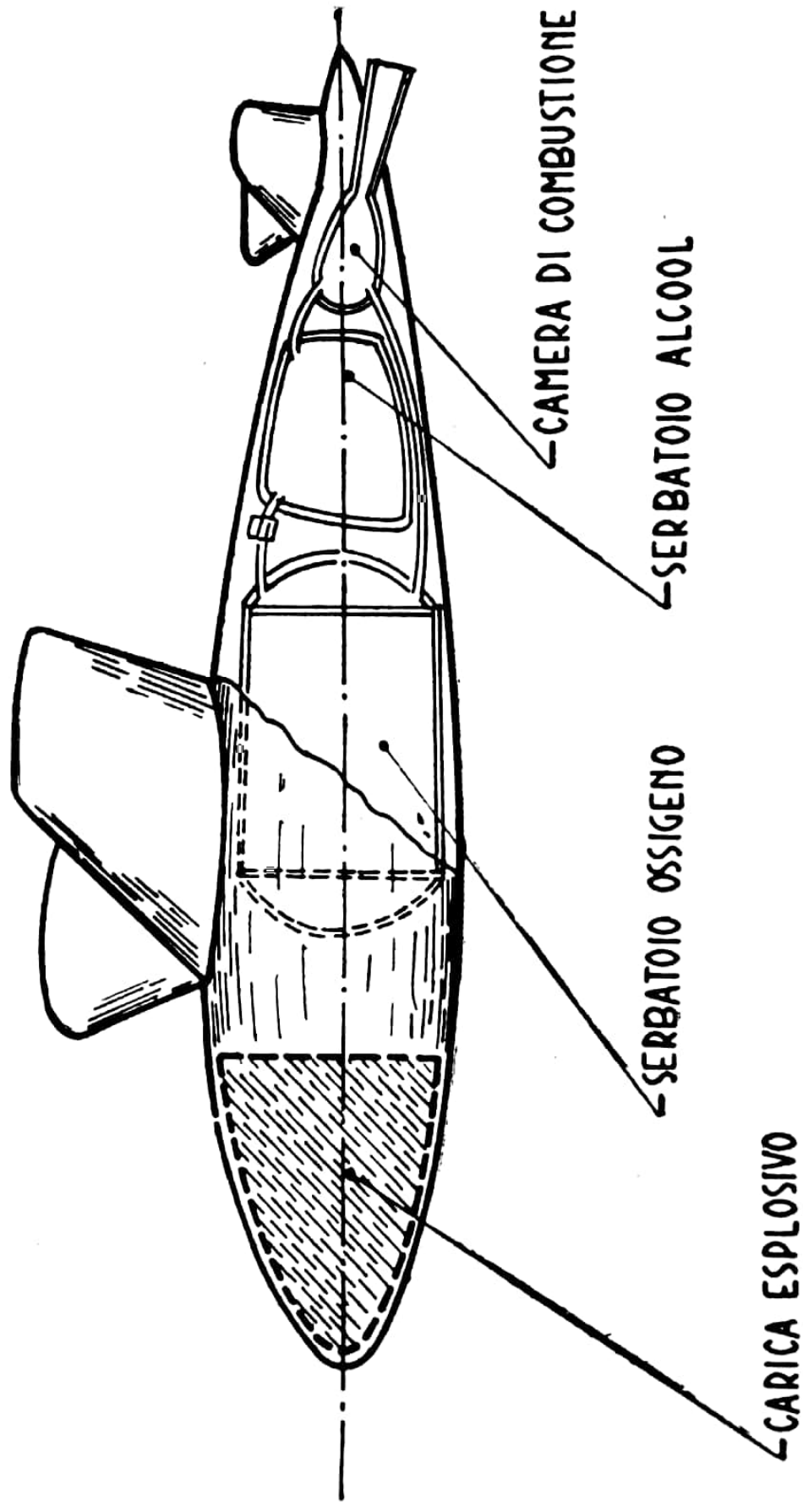


Fig. 3. — Avio bomba «Robotti» (1943).

il sommergibile potesse recare offesa a qualsiasi

ripresi immediatamente servizio presso lo Stato liquidi erano più facilmente disponibili, sul mer-

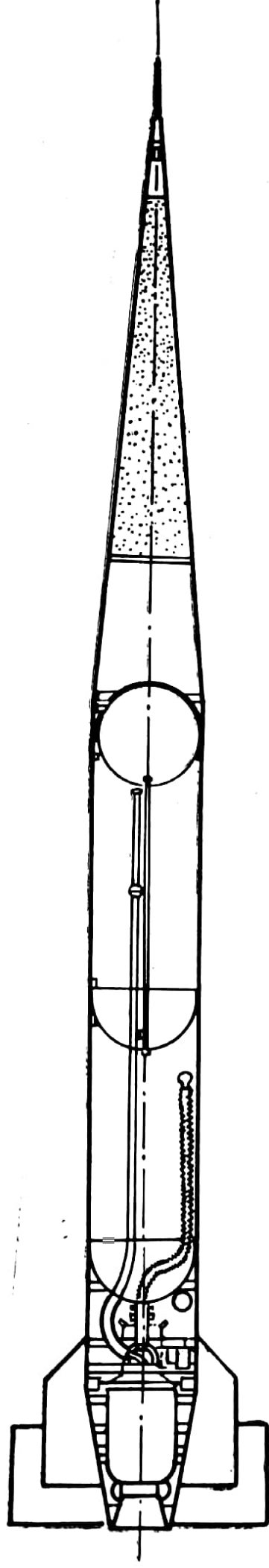


Fig. 4. — Missile contraereo AR 1 (1950).

Maggiore Aeronautica in qualità di ufficiale del Servizio Informazioni. Non potendo, in quel pe-

cato italiano, di quelli solidi.

Cominciai così — nel gennaio 1951 — una serie

si presentavano come nello schizzo di fig. 1. La

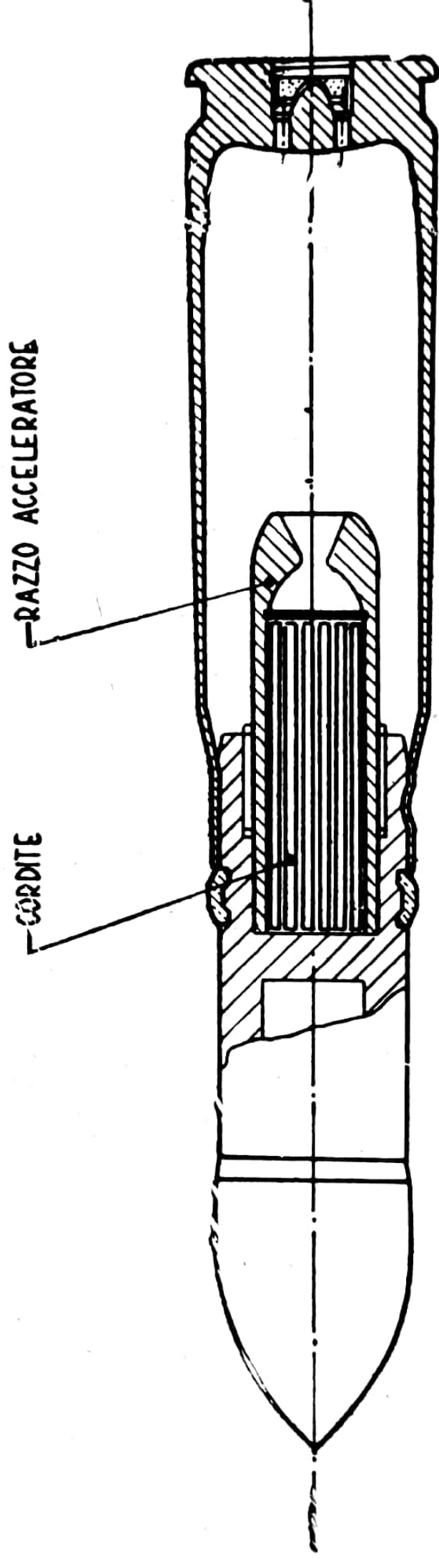


Fig. 1. — Proiettile accelerato «Robotti» (1942).

stessa carica di lancio contenuta nel bossolo inne-