UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Lettere e Filosofia

Corso di Laurea in Studi Storici e Filologico Letterari

Percorso in Storia

IL MEZZO D'ASSALTO CAMPINI-DE BERNARDI 1942-1945

Docente responsabile

Prof. Renato Mazzolini

Esperto Esterno

Luigi Carretta

Laureando

Annalisa Cramerotti

Anno Accademico 2011-2012

RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare il Professore Renato Mazzolini per aver accettato l'incarico di relatore della mia tesi. Inoltre ringrazio vivamente Luigi Caretta, senza il quale non sarei mai riuscita a scrivere questa tesi.

Intendo poi ringraziare il Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto e in particolar modo Davide Zendri e Marco Leonardi Scomazzoni, che dopo un bellissimo periodo di tirocinio, mi hanno suggerito la tematica svolta in questa tesi, seguendomi con cura e pazienza durante tutto il periodo di stesura dell'elaborato.

Ringrazio il Museo dell'aeronautica Gianni Caproni di Trento per l'accesso alla sua biblioteca.

Ringrazio i miei genitori per il supporto dato durante tutto il periodo universitario.

Ringrazio tutti i miei amici, in particolare Jessica, Elisa, Aurora e Monica, per il sostegno morale.

IL MEZZO D’ASSALTO CAMPINI-DE BERNARDI 1942-1945

INDICE

Premessa

1. **Il fondo archivistico del Museo Storico Italiano della Guerra**
   1.1. Il lavoro archivistico svolto: riordino e catalogazione
   1.2. Criteri di catalogazione
   1.3. I campi del database
   1.4. La ricerca fuori dall'archivio

2. **La produzione di armi nelle gallerie del Garda**
   2.1. La storiografia sull'argomento
   2.2. Il contesto storico
   2.3. La produzione nelle gallerie
   2.4. La fine della produzione

3. **Il Mezzo d'Assalto Campini - De Bernardi**
   3.1. Evoluzione della guerra sottomarina con i mezzi d'assalto
   3.2. La ditta Caproni e l'accordo con Campini
   3.3. Il funzionamento del sommergibile: innovazioni tecniche e tattiche di utilizzo

4. **Considerazioni conclusive**

5. **Bibliografia**

6. **Appendici**
   6.1. Biografie
   6.2. Selezione di foto dei progetti
   6.3. Schede archivistiche

PREMESSA

Questa tesi vuole essere una prima ricerca relativa al mini sommergibile d'assalto, progettato da Secondo Campini con la collaborazione del colonnello Mario De Bernardi per conto dell'industria Caproni, attraverso uno sguardo sui fatti avvenuti durante la Seconda guerra mondiale attorno al lago di Garda.

La storia del sommergibile "Campini-De Bernardi", anche chiamato Mezzo d'Assalto (nominativo presente sui progetti), inizia nel 1942 con la stesura di una relazione tecnica firmata dall'Ing. Campini e con la progettazione di alcune parti meccaniche, tratte dall'esperienza aeronautica della Caproni, ditta a cui fu affidata la sua realizzazione. Il mezzo fu quindi assemblato a Riva del Garda nel periodo dell'occupazione tedesca (1943-45), sotto il controllo dell'Ing. De Pizzini. Furono costruiti due esemplari (anche se le testimonianze sono controverse) ma, all'arrivo degli americani, uno dei due prototipi venne affondato di proposito dai tedeschi per non farlo cadere nelle mani nemiche e l'altro pare sia stato catturato dalle truppe alleate e portato negli Stati Uniti. Alla vicenda prese parte anche una spedizione giapponese, interessata ai progetti, la quale però cadde in un'imboscata delle forze partigiane che si concluse con alcune vittime. I partigiani avevano inoltre informato, tramite spionaggio, le forze alleate, riguardo il progetto dei mini sommergibili, e questo ci è noto grazie ad una relazione top secret del 16 ottobre 1944 ritrovata presso gli archivi dell'Imperial War Museum di Londra nel 2003, redatta in forma di scheda tecnica che riportava le attività in corso, e riassumeva i dati tecnici presunti del sommergibile.

Come si può notare l'intera faccenda risulta misteriosa e intricata, tanto da aver richiamato la mia attenzione e il mio desiderio di approfondirla. Nonostante svariate ricerche già condotte su questo argomento, lo studio dei progetti da me esaminati, rimane assolutamente inedito, grazie alla disponibilità dimostrata dal Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto. La mia intenzione è quella di chiarire il più possibile il funzionamento tecnico del mezzo, finora illustrato varie volte in modo confuso, grazie all'aiuto dell'esperto Luigi Carretta.

L'elaborato si svolge partendo dalla ricerca che ho condotto al Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto, esaminando i progetti tecnici del sommergibile. Il punto di partenza è il metodo di catalogazione, del fondo Caproni conservato dal Museo, seguendo i criteri adottati da questa istituzione per questo tipo di documenti. In seguito ho voluto dare importanza anche alla ricerca fuori dall'archivio, nel lago di Garda, soprattutto dopo il ritrovamento di due relitti, che danno la speranza di un futuro recupero del mini sommergibile. Nel secondo capitolo ho voluto

contestualizzare storicamente l'argomento, parlando delle officine sistemate nelle Gallerie del Garda, della produzione bellica, del conseguente arrivo delle forze americane e della conclusione della guerra. Il terzo capitolo è il punto centrale della tesi, ovvero, dopo un iniziale inquadramento sull'evoluzione dei mezzi d'assalto subacquei, si sviluppa l'argomento proprio del sommergibile Campini-De Bernardi, analizzando prima l'accordo con la ditta Caproni e l'evoluzione dell'esperienza di Campini che ha portato alla progettazione del mezzo d'assalto; in seguito il suo funzionamento tecnico attraverso le innovazione tecnologiche e le tattiche di utilizzo.

A conclusione, ho voluto aggiungere, per mezzo delle appendici, le biografie dei tre personaggi protagonisti della vicenda: Caproni, Campini e De Bernardi, in modo da fornire un quadro della loro vita e della loro esperienza nel campo della costruzione ingegneristica. Riporto anche, nell'appendice 6.2, una selezione di fotografie dei progetti da me catalogati, tra cui le due interessanti e molto dettagliate sezioni dell'intero sommergibile, che chiariscono, la vera natura del mezzo. Inoltre ho allegato le schede tecniche in formato *Microsoft Excel* di tutti i disegni tecnici da me catalogati in modo da illustrare il lavoro di catalogazione svolto al Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto.

1. IL FONDO ARCHIVISTICO DEL MUSEO STORICO ITALIANO DELLA GUERRA

L'archivio storico del Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto si è formato in seguito a varie donazioni e acquisizioni di materiale dalla fondazione del museo stesso nel 1921 ai giorni nostri. ha il compito di garantire la raccolta, la conservazione, l'ordinamento e la valorizzazione di tutto il materiale cartaceo (documenti), iconografico (mappe, piante), video e sonoro, nonché dei cimeli minuti relativi alla storia della guerra, degli eserciti e del loro equipaggiamento, come pure dei connessi fenomeni politici, tecnologici, economici e culturali per un arco cronologico compreso tra l'età moderna ed il XXI secolo. Si propone infine di rappresentare un punto di appoggio per la realizzazione di mostre, di studi tecnici e specialistici, di ricerche storiche relative alla storia militare nei suoi diversi aspetti. Il patrimonio archivistico, originariamente raccolto e catalogato come parte integrante della biblioteca, conta oggi oltre 200 fondi. Il fondo sul quale ho concentrato la mia attenzione è arrivato al Museo grazie alla donazione di un erede della famiglia Campini nella prima metà degli anni '70.

La cartella con i progetti del sommergibile Campini-De Bernardi è inserita in una scatola di conservazione contenente altre cartelle, catalogate a parte e non analizzate in questa ricerca, relative a progetti sempre provenienti dalla ditta Caproni: alcuni risalenti agli anni della Seconda guerra mondiale riguardanti parti meccaniche aeronautiche, altri con parti meccaniche e progetti datati anni '50. La cartella presa in esame si compone di 87 disegni tecnici risalenti agli anni '40 del Novecento che si presentavano non ordinati secondo un criterio razionale, non in ordine cronologico o divisi per tipologia documentale. La datazione va dal 4 aprile 1942 al 10 ottobre 1944[1].

1.1 IL LAVORO ARCHIVISTICO SVOLTO: riordino e catalogazione

Durante i mesi di ottobre e novembre 2012 ho svolto un lavoro di riordino e catalogazione presso il Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto con l'aiuto e secondo le indicazioni dell'archivista dott. Nicola Fontana. Il lavoro di catalogazione è stato eseguito con il programma *Microsoft Access*, che permette, tramite un'interfaccia costituita da maschere, di inserire i dati relativi ai documenti esaminati. Questo strumento di lavoro è utilizzato dall'archivio del Museo Storico Italiano della

[1] Escludendo due tavole datate 1932 e 1937 di cui parlerò più avanti.

Guerra per la catalogazione del "fondo mappe e piante". Il lavoro ha portato alla compilazione di 87 schede visionabili nell'appendice 6.3 e riportate in formato di *Microsoft Excel* per ragioni pratiche.

1.2 CRITERI DI CATALOGAZIONE

Il lavoro è iniziato con il riordino di tutti i fogli contenuti nella cartella, nominata durante la catalogazione "sommergibile M.A.[2]", e la divisione in sottocartelle dei documenti. Sono stati utilizzati dei parametri archivistici per dare una numerazione sequenziale alle carte.

I documenti sono stati divisi tra quelli che contenevano un numero di serie, attribuito dal progettista al tempo della realizzazione, e quelli senza numero di serie. I documenti appartenenti al primo gruppo, 12 in tutto, sono stati ordinati seguendo il numero di serie e ed è stato riscontrato che le date presenti andavano di pari passo in progressione. Questo primo gruppo di documenti è stato inserito in una cartella denominata "tavole con serie in successione" e le è stata attribuita una nuova numerazione archivistica (1/001-1/012). Sono state tenute da parte e catalogate in seguito due tavole di altre ditte, sempre riportanti un numero di serie ma risalenti agli anni precedenti alla Seconda guerra mondiale (1932 e 1937), esse sono probabilmente relative a vecchi progetti ma riutilizzate per la realizzazione di parti meccaniche del mini sommergibile. I due documenti sono stati disposti in una cartella nominata "tavole con serie incerta" con i numeri di archiviazione 1/013-1/014.

Per quanto riguarda tutti gli altri documenti senza un numero di serie, sono stati divisi in tre cartelle, a seconda della tipologia grafica con cui essi sono realizzati.

La divisione per tipologia grafica è stata fatta sulla base della qualità e della manifattura del disegno: i fogli che presentano una squadratura ai lati e disegni tecnici particolarmente precisi[3] sono stati rinominati "tavole di precisione" e divisi tra elementi datati e non datati. Gli elementi in questa cartella sono in tutto 11 di cui 2 datati, ordinati in senso cronologico dalla data più antica a quella più recente; e 9 non datati disposti senza un ordine preciso. In questa cartella la segnatura archivistica va da 1/015 a 1/025.

I fogli con disegni tecnici, con misure, spiegazioni a lato e alcune operazioni matematiche[4] hanno preso il nome di "disegni preparatori", come sopra sono stati divisi tra datati (8 documenti) e non

[2] La dicitura M.A. sta per Mezzo d'Assalto ed è presente su gran parte dei documenti presenti nella cartella, come identificazione del progetto relativo al mezzo d'assalto Campini-De Bernardi.

[3] R. DOMENICHINI, A. TONICELLO, *Il disegno in architettura.Guida alla descrizione, archivio progetti*, IUAV – AP archivio progetti, Il Poligrafo, Padova, 2004, pp. 61-62.

[4] *Ibidem.*

datati (32 documenti) per un totale di 40 disegni (ordinati con lo stesso metodo delle "tavole di precisione"). La segnatura per questa cartella va da 1/026 a 1/066.
Infine i fogli rimanenti, tra i quali i più rovinati e sgualciti, con disegni a mano[5], molte operazioni matematiche e scritte in disordine sono stati raggruppati nella cartella "schizzi a mano libera", in essi non è stata riscontrata alcuna datazione e quindi l'ordinamento è stato fatto senza un criterio particolare. Per questi 20 documenti la segnatura va da 1/067 a 1/086.
L'ultimo documento catalogato presenta caratteristiche diverse da tutti i precedenti. Si tratta di una scheda tecnica di un serbatoio d'aria compressa datata 24 marzo 1942 e prodotta dalla ditta "Dalmine S.A." di cui l'"Aeroplani Caproni" era cliente. Essa è stata posta in una cartella a parte, nominata "altro" con la segnatura 1/087.

Riassumendo in uno schema, la divisione di tutti gli 87 fogli è stata la seguente:

- tavole con serie in successione (1/001-1/012) 12 pezzi tutti datati;
- tavole con serie incerta (1/013-1/014) 2 pezzi datati;
- tavole di precisione (1/015-1/025) 11 pezzi in totale:
    -datati (2 pezzi)
    -non datati (9 pezzi);
- disegni preparatori (1/026-1/066) 40 pezzi in totale:
    -datati (8 pezzi)
    -non datati (32 pezzi);
- schizzi a mano libera (1/67-1/086) 20 pezzi senza data;
- altro (1/087) 1 pezzo.

1.3 I CAMPI DEL DATABASE

Ogni scheda del database di *Microsoft Access* presenta 17 campi così descritti.

Scheda: indica il numero progressivo di ogni scheda del database.

[5] *Ibidem.*

Serie: indica un sottoinsieme di schede relative allo stesso progetto o argomento. Per esempio tutti i progetti del sommergibile M.A. sono stati archiviati sotto la dicitura "serie 1"[6]

Segnatura: è il numero progressivo, all'interno di una serie, dato a ogni elemento catalogato. Su ogni foglio è stata riportata a matita la segnatura per intero (esempio: 1/001, dove il numero anteriore alla barra è la serie mentre il successivo indica l'elemento).

Vecchia Segnatura: riporta, ove presente, la segnatura precedentemente attribuita al foglio dal disegnatore durante la realizzazione.

Esempio: 1/46

Titolo della serie: indica il nome proprio della serie, ricavato dall'insieme dei documenti. Per quanto riguarda il sommergibile M.A. il nome attribuito alla serie di documenti è "Sommergibile Campini-De Bernardi".

Titolo: il titolo principale trascritto nella forma in cui appare sul documento. È possibile chiarire titoli incompleti o ambigui inserendo la parte mancante tra parentesi quadre. Nel caso il foglio non abbia riportato titoli scritti sul disegno il titolo è stato attribuito sulla base di indicazioni tratte dal resto del materiale o da fonti esterne; il titolo in questa maniera è posto tra parentesi quadre e in nota è stata data ragione della fonte utilizzata. In assenza di qualunque fonte è indicato un titolo che sintetizza il contenuto del disegno posto tra parentesi quadre e nelle note è specificato : "titolo del catalogatore"[7]. Per quanto riguarda sottotitoli o complementi del titolo, essi sono riportati dopo il titolo principale preceduti dai due punti. Se inoltre sono presenti degli ulteriori elementi sono indicati alla fine, preceduti da una barra laterale.

Esempio: Mezzo d'assalto : Sezioni trasversali d'assieme / Aeroplani Caproni.

Note al titolo: solitamente vengono indicati altri titoli presenti nei disegni ritenuti significanti o note sulla fonte da cui è stato tratto il titolo (se non presente). In questo database è stato utilizzato questo campo per indicare che cosa rappresenta ogni disegno o tavola (parte meccanica, sezione longitudinale o trasversale).

Edizione: l'utilizzo di quest'area è facoltativo. Essa può contenere indicazioni circa la versione di un disegno o copie con varianti. Indicazioni relative alla versione del disegno o della tavola sono

[6] Nel fondo sono presenti altre 5 cartelle corrispondenti ognuna ad una serie.

[7] R. DOMENICHINI, A. TONICELLO, *Il disegno in architettura. Guida alla descrizione, archivio progetti, cit.*, pp. 61-62.

state trascritte come si trovavano. Nel caso in cui un disegno non riporta indicazioni d'edizione ma è noto che contiene differenze rispetto ad un'altra versione, è stata data un'indicazione tra parentesi quadre[8].

Esempio: [coda]

Scala: la scala del disegno è sempre indicata sottoforma di frazione, quando la scala è indicata in altro modo, si fornisce la frazione ricavata dal tra parentesi quadre. In nota si da conto della forma originale[9]. Le tavole catalogate sono tutte comprese tra 1:1 e 1:5 più alcuni disegni in scala 2:1.

Data: si considera la data di esecuzione che appare sul disegno stesso. Qualora il disegno non sia datato, ma sia stato possibile desumere una data da fonti secondarie essa è posta tra parentesi quadre. Sono state usate formule per indicare ambiti cronologici incerti come [194?]. Se il foglio reca più di una data, l'elemento secondario viene posto nelle note. In mancanza di data sul disegno e di elementi per fornire datazioni approssimative è stata utilizzata l'abbreviazione [s.d.][10].

Note all'edizione: vengono inserite informazioni riguardanti altre copie del disegno e sulle varianti dello stesso.

Note alla scala: se la scala è riportata non in frazione, verrà è stata inserita in questo campo.

Note alla data: sono indicati gli elementi collegati alla data (in questa serie è stato indicato l'anno fascista, espresso in numeri romani, se riportato).

Descrizione fisica: in questo campo sono stati inseriti: l'indicazione specifica dell'elaborato grafico, le caratteristiche fisiche e le dimensioni espresse in centimetri. L'indicazione specifica dell'elaborato grafico indica la categoria di materiale cui il documento appartiene, sono state utilizzate le diciture: tavola (elaborato grafico principalmente tecnico, organizzato in serie con scritte esplicative, tabella con titolo e squadratura), disegno (elaborato tecnico di carattere preparatorio, spesso realizzato utilizzando il colore come elemento significante ma sempre di estrema precisione), schizzo (elaborato grafico o tecnico a fini espositivi ma realizzato a mano libera). Nelle caratteristiche fisiche sono state date le indicazioni delle tecniche di esecuzione e del supporto utilizzato (in tale serie eliografie e lucidi). Viene inoltre specificato il materiale scrivente come le matite colorate. Infine sono riportate le misure espresse in centimetri, in ordine di altezza e

[8] *Ivi*, pp. 65-66
[9] *Ivi*, p. 67
[10] *Ivi*, p.68

poi lunghezza. Quando il foglio si presenta irregolare si forniscono le dimensioni del massimo ingombro[11].

Esempio: disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 21,5 x 61 cm

Note alla descrizione fisica: in questo campo è stato indicato lo stato di conservazione dei documenti. Il documento poteva risultare "in buono stato" o presentare strappi, macchie e segni di piegature.

Soggetto: in questo campo viene indicato il soggetto al quale le tavole fanno riferimento, in tal caso il Sommergibile Campini-De Bernardi (il nome deve coincidere con il nome della serie), con l'aggiunta del nominativo della sottocartella di cui il documento fa parte (tavola con serie in successione, tavola con serie incerta, tavola di precisione, disegno preparatorio e schizzo a mano).

Note: viene riportato tutto ciò che è presente nel foglio e non è stato inserito nei campi sovrastanti come ad esempio: note e appunti del progettista, firme del disegnatore e del revisore, scritte con spiegazioni delle parti meccaniche, operazioni matematiche, numeri, timbri. Ogni elemento viene trascritto in modo uguale a come è riportato sulla fonte, anche se contenente errori grammaticali o abbreviazioni.

1.1. LA RICERCA FUORI DALL'ARCHIVIO

Dopo aver esaminato con cura tutti i progetti e averli confrontati con le notizie pre-esistenti circa la struttura e il funzionamento del mini-sommergibile, ho raccolto informazioni relative alla ricerca di un esemplare che si presume sia stato affondato nel lago di Garda. Le testimonianze riportano che le autorità tedesche decisero di far affondare uno dei prototipi per non farlo cadere delle mani degli americani[12]. Esso partì dal porto di S. Nicolò ma essendo le cariche di esplosivo non sufficienti, vennero aperti i bocchettoni facendo imbarcare acqua, il che portò ad un lento affondamento. Si suppone che il sommergibile si trovi nella zona del lago corrispondente alla provincia di Trento, ma non si può affermare nulla di certo.

Mi è stato possibile entrare in contatto con un membro del Gruppo Volontari del Garda, un'associazione della Protezione Civile con sede a Salò, la quale, grazie a una squadra di sommozzatori e una strumentazione adeguata, da tempo scandaglia i fondali del lago alla ricerca dei

[11] *Ivi*, pp. 70-71

[12] Testimonianze provenienti da interviste a ex operai della Caproni che lavorarono all'assemblaggio del mini sommergibile, citate in seguito.

reperti che hanno fatto la storia del lago di Garda. Lo strumento utilizzato per vedere il fondale è un sonar a testa rotante, il Seaking della Tritech, montato su un telaio comprendente anche una telecamera fissa e una bussola. Tutto l'apparato può essere calato sul fondo tramite un cavo ombelicale di 350 metri che trasmette i suoi echi a bordo della barca utilizzata per la ricerca, la Volga 2026. Questo tipo di sonar mostra abbastanza chiaramente ogni tipo di oggetto che si alza rispetto al fondo fra i 50 e gli 80 metri, mentre può localizzare oggetti di medie e grosse dimensioni fino a 250 metri di distanza. La bussola e il software a bordo consentono all'operatore di stabilire (con l'uso di coordinate polari) la posizione geografica degli obiettivi individuati, dando al timoniere le coordinate GPS per una nuova calata in prossimità degli oggetti individuati. Il programma di lettura della scansione consente anche la misurazione della sagoma dell'oggetto avvistato. Lo standard delle ricerche prevede normalmente che venga subito dopo calato in acqua un ROV (veicolo con telecamera filoguidato) per riprendere quanto c'è sul fondo. Il Garda, come tutti i laghi alpini, può mutare le sue condizioni, soprattutto di ventosità, in pochi minuti, è quindi necessario riporre molta attenzione nel calare il ROV. C'è inoltre il rischio, se il mezzo è ben oltre il limite dell'immersione sportiva, che il cavo rimanga impigliato in qualche parte del relitto con conseguente perdita di tutto l'apparato; è quindi necessario eseguire i movimenti di comando molto lentamente e a una certa distanza dall'oggetto[13].

Grazie a questa attrezzatura, il Gruppo Volontari del Garda ha potuto, nell'ultimo anno, celebrare due ritrovamenti di successo: la cannoniera Sesia, che per 152 anni è rimasta nascosta sotto una colonna d'acqua alta 330 metri nei pressi di Limone, e il mezzo anfibio DUKW affondato con 24 militari americani il 30 aprile del 1945 vicino a Riva del Garda.

L'appasionato di storia di Limone sul Garda, Cesare Montagnoli, con cui sono entrata in contatto, ha raccolto in vent'anni di ricerche un corposo fascicolo che documenta ogni aspetto relativo alla Sesia; cercando più volte la posizione del relitto partendo dalle notizie storiche sulla rotta e sulla latitudine del vascello al momento dell'affondamento. La storia di questa nave comincia nel 1859, quando nel corso della II Guerra d'indipendenza, dopo la battaglia di Solferino, vennero richieste d'urgenza cinque cannoniere francesi, lunghe 24,70 metri e larghe 4,90 dal Regno di Sardegna per essere utilizzate contro la flottiglia delle cannoniere austriache, una di queste era la Sesia. Alla fine della guerra le autorità sabaude concessero che una delle cinque cannoniere dislocate a Sirmione si recasse periodicamente a Salò e Limone per il servizio dei viaggiatori. La mattina dell'8 ottobre 1859 alcuni patrioti italiani si imbarcarono sulla Sesia alla volta di Limone. Forse per far fronte al troppo carico o per mostrare agli austriaci la potenza della nave, la caldaia a vapore fu messa a tutta

[13] Gruppo Volontari del Garda, *Il ritrovamento della cannoniera Sesia*, 2012, pp. 9-10

forza. Dopo aver percorso meno di due miglia la caldaia esplose facendo affondare lentamente la cannoniera e trascinando con sé 42 persone tra passeggeri e marinai[14]. Il 4 marzo 2012, durante una sessione di ricerca a bordo della Volga 2026, il sonar tracciò sullo schermo la sagoma ben distinta della nave. Successivamente fu possibile esplorare il relitto e filmarlo per mezzo del ROV scoprendo ogni dettaglio sul fatto.

Per quanto riguarda il mezzo anfibio DUKW[15], proprio durante la stesura di questa tesi, il 10 dicembre 2012, il gruppo Volontari del Garda ha compiuto il suo ritrovamento con le medesime modalità di ricerca. Il 30 aprile 1945 le truppe americane della 10ma Divisione da Montagna conquistarono la città di Torbole e proseguirono per Riva del Garda, a tre miglia di distanza all'estremità nord del Lago di Garda. Un DUKW, autocarro anfibio da due tonnellate, con a bordo 25 uomini della 10ma Divisione da Montagna del battaglione della 605ma artiglieria più il timoniere e pesanti armi da fuoco calibro 50 attraversò il lago in direzione Riva del Garda, vicino alla costa per portare rifornimenti e munizioni a un reparto, ma il mezzo era troppo carico e a causa di un forte vento si rovesciò. Tutti gli uomini imbarcati morirono (soldati americani tra i 18 e i 25 anni) tranne uno: il Caporale Thomas E. Hough del 605-B oggi ancora vivo[16].

Nel 2004 una campagna di ricerca promossa dal goveno statunitense cercò il mezzo ma senza successo. La svolta se è avuta domenica 10 dicembre quando il sonar, a 276 metri di profondità, ha dato un segnale ma a causa delle cattive condizioni meteorologiche è stato rinviato al lunedì l'uso del ROV per compiere un'analisi più dettagliata. Una volta calato il robot, l'immagine del relitto era inequivocabile[17].

La ricerca nelle acque del Garda continua ma purtroppo non è possibile prevedere se il sommergibile Campini-De Bernardi verrà ritrovato, anche perché non si è certi del suo effettivo affondamento. La questione resta sospesa e spinosa, fatta da testimonianze controverse, ma ogni appassionato di storia del lago di Garda e di ricerche subacquee spera un giorno di riportale alla luce l'esemplare di sommergibile. Con questa tesi ho voluto dare un contributo alla ricerca di questo importante cimelio storico ancora custodito, forse dalle acque del lago di Garda.

[14] *Ivi*, pp. 2-5

[15] Il significato della sigla DUKW è: D-veicolo progettato nel 1942, U-caratteristiche anfibie, K-trasmissione anche su ruote anteriori, W-doppio assiale posteriore.

[16] Notizie estrapolate da uno scambio di e-mail tra americani nel 2002, i quali discutono sull'affondamento del mezzo DUKW e sul possibile ritrovamento nel lago di Garda. Documento fornito da Cesare Montagnoli.

[17] Tratto dall'articolo: L. NAVE, *I segreti dell'anfibio affondato del lago*, in «L'Adige», mercoledì 12 dicembre 2012.

2. LA PRODUZIONE DI ARMI NELLE GALLERIE DEL GARDA

2.1 LA STORIOGRAFIA SULL'ARGOMENTO

Dopo molti anni di sostanziale disinteresse da parte degli storici, si è avuto recentemente un rinnovato interesse per le vicende belliche ed industriali relative alla produzione armiera che si era stabilita nell'Alto Garda dopo l'8 settembre 1943 a seguito dell'occupazione tedesca. I primi studi sull'argomento, che hanno portato alla luce una serie di interessanti documenti e soprattutto testimonianze, si sono avuti a cura di un associazione storica locale la "Circoscrizione di Penede", un associazione di Torbole che da tempo si occupa di ricerche sull'argomento pubblicando un bollettino ad uso dei soci. Nel numero del Dicembre 1998 si trova un primo resoconto della produzione bellica tedesca nella galleria Adige-Garda a cura di Giorgio Danilo Cocconcelli[18]. Inoltre vennero raccolte alcune informazioni grazie ad un intervista con l'ing. Antonio de Pizzini, dipendente della Caproni. La mole di informazioni ha quindi portato alla stesura di un primo libro nel 2001, *Tunnel Factories*[19], cui ha fatto seguito, nel 2010, un documentario realizzato con l'aiuto della Provincia Autonoma di Trento avente il medesimo titolo[20]. Altra storiografia, ancorchè non riguardante direttamente l'argomento in questione, ma che tratta comunque gli avvenimenti del periodo, è data dai diari di guerra dell'85° e dell'87° reggimento della X° Divisione da Montagna dell'US Army[21], che occupò a guerra finita le gallerie del Garda e le cittadine circostanti. Per quanto riguarda la produzione Caproni, con particolare riferimento a quella navale, essa è stata a lungo studiata da uno dei maggiori esperti del settore, Achille Rastelli, che ha realizzato nel 2004 il libro *Caproni e il mare* in cui vengono trattate compiutamente le realizzazioni della ditta milanese[22].

---

[18] G. D. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda*, in «La Giurisdizione di Penede», anno IV n°11, Dicembre 1998, pp.5-59.

[19] G. D. COCCONCELLI, *Tunnel Factories – le Officine Aeronautiche Caproni e Fiat nell'Alto Garda 1943-1945*, Giorgio Apostolo Editore, Milano, 2001

[20] M.V. QUATTRINA, *Tunnel Factories: le armi segrete di Hitler. Armi convenzionali e produzioni belliche realizzate nelle gallerie del Lago di Garda durante la seconda guerra mondiale*, Il volo, Verona, 2010

[21] Diari come: D. R. BROWER, *Remount Blue, The combat story of the 3d Battalion, 86th Mountain Infanrey*, Berkeley, 1948

[22] A. RASTELLI, *Caproni e il mare*, Museo Aeronautico Gianni e Timina Caproni di Taliedo e Giorgio Apostolo Editore, Milano, 1999

2.2 IL CONTESTO STORICO

Con il susseguirsi dei bombardamenti alleati, e soprattutto dopo che Albert Speer divenne Ministro per gli Armamenti del Reich nel 1942, subentrando tra l'altro al Feldmaresciallo Erhard Milch per la produzione aeronautica; divenne chiaro che gli impianti industriali di tipo tradizionale costituivano dei bersagli troppo vulnerabili per un azione alleata ormai in grado di raggiungere ogni parte del territorio controllato dalle truppe del Reich. Venne quindi dato l'avvio ad un programma di costruzioni di grossi centri industriali sotterranei, alcuni di nuova realizzazione come quello denominato Der Riese (il gigante) nella Slesia, Dora Mittelbau nei pressi di Nordhausen ed altri, la maggior parte, ricavati utilizzando caverne e gallerie anche stradali già esistenti. Anche l'industria aeronautica italiana venne messa a dura prova dalla Seconda guerra mondiale e con essa, la ditta Caproni.

Dopo l'8 settembre 1943[23] ci si trovò davanti alla necessità di dovere trasferire gli impianti produttivi, decentrando così le officine in zone più protette dall'offensiva alleata. Il programma tedesco prevedeva, fino al novembre 1944, per svariate centinaia di milioni di lire, la costruzione di ali e fusoliere di velivoli da caccia tedeschi, anche a reazione, nonché di motori Daimler Benz 605, propulsori dei Messerschmitt Me.109, oltre alla costruzione di parti per le bombe volanti V-1 e per i razzi V-2. Nel Nord Italia vennero quindi sfruttate le grandi caverne di Costozza, in provincia di Vicenza, Quinzano ed Avesa nel veronese.

La Fiat insieme a Alfa Romeo, Isotta Fraschini, le industrie Reggiane e Beretta, trasferì la produzione di motori aeronautici nella Gardesana occidentale, in un complesso comprendente 70 gallerie, le cui estremità vennero murate e dotate di porte e finestre blindate. Al loro interno vennero trasferiti tutti i macchinari di un certo peso strategico, confiscati dai tedeschi dopo l'8 settembre 1943. I tedeschi fornivano le materie prime e comandavano i siti di produzione, dando disposizioni su quello che si doveva produrre e mettendo i propri ufficiali a seguire la produzione. Gli operai erano invece assunti dalle ditte italiane. La casa madre pagava gli stipendi e provvedeva alla contabilità dei prodotti, rimanendo in stretto collegamento con i loro responsabili civili dei siti di produzione.

Di conseguenza l'ingegner Gianni Caproni si preoccupò di trovare un luogo dove trasferire le proprie officine, esposte ai bombardamenti. Grazie all'ingegner Raggio gli fu mostrata la possibilità

[23] Occupazione tedesca in Italia, possibile grazie al riuscito disarmo delle armate italiane e dell'efficace difesa contro gli alleati. Il 12 settembre, secondo le direttive emanate da Hitler, il territorio italiano venne diviso in zone. Sempre il 12 settembre istituì due commissioni per l'annessione del Trentino Alto Adige e della Venezia Giulia nel grande Reich. Il Trentino Alto Adige fu in questo modo assoggettato completamente all'amministrazione civile e militare tedesca con il nome si zona d'operazione delle Prealpi o "*Operationzone Alpenvorland*".

di trasferimento nella Galleria Adige-Garda alla quale Caproni fu subito molto interessato; decise allora di convocare l'ingegnere Antonio de Pizzini, all'epoca assistente presso il Politecnico di Milano, oltre che dipendente presso la Caproni di Taliedo (MI)[24], per eseguire un sopralluogo e verificare l'effettiva fattibilità del progetto.

La Galleria Adige-Garda venne costruita per un preciso motivo: contenere le piene del fiume Adige. Nel corso dei secoli molte opere furono tentate per diminuire il danno provocato dalle sue piene. Gli argini vennero sempre più potenziati e iniziarono ad essere studiati dei metodi per lo scolmo delle acque. Già dal Settecento vi furono proposte di costruzioni di una galleria che doveva portare le acque dal fiume al Lago di Garda. Queste idee vennero però attuate solo all'inizio del Novecento. Venne pensata una galleria con l'imbocco a Mori, essendo a 100 m sopra il livello del lago di Garda. Il progetto esecutivo per la costruzione della Galleria venne redatto nel 1930 e approvato dal Comitato Tecnico Amministrativo a fine febbraio 1939. L'intera opera venne appaltata all'Impresa Galluppi di Roma[25]. La funzione della Galleria era quella di derivare dal fiume Adige le acque quando si verificavano piene superiori ai 1000 m^3/sec sfruttando la capacità ricettiva del Lago di Garda.
I lavori di costruzione iniziarono il 1 marzo 1939 e vennero interrotti nel 1943 a causa dello stato di guerra e dei continui aumenti di prezzo, durante tale intervallo fu costruito circa un terzo della galleria Mori-Torbole.

L'ingegner de Pizzini, si recò a Torbole nell'autunno del 1943 per ispezionare la galleria che era ancora in fase di costruzione e si presentava con le armature di sostegno in vista e grosse infiltrazioni d'acqua. Seguì una riunione presso Casa Beust[26] per prendere una decisione sul da farsi. Dopo l'approvazione proveniente da Milano dell'ingegner Caproni, de Pizzini e lo stesso Caproni si recarono sul lago di Como presso villa d'Este sede del generale Hans Leyers, responsabile tedesco della produzione bellica italiana dopo l'8 settembre, dove furono presi gli accordi per trasformare la galleria in officina di produzione. I lavori avrebbero dovuto protrarsi per massimo nove mesi (invece dei 12 richiesti dallo staff della Caproni). Venne sfruttata soltanto la parte verso Torbole, per una tratta di 1500m ad uso di officina per la produzione aeronautica.

[24] Dove curò anche le prime esperienze finalizzate all'uso del plexiglas in aeronautica, per la realizzazione dei tettucci degli abitacoli e delle torrette difensive. Con l'entrata in guerra dell'Italia, essendo anche pilota, chiese di essere arruolato nella Regia Aeronautica, ma le autorità lo ritennero più utile alla Caproni.

[25] G. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda cit.,* p. 7

[26] Casa Beust fu dimora dei Baroni von Beust ed è adiacente al porto di Torbole. Dopo l'8 settembre Casa Beust fu occupata dai tedeschi che vi insediarono un comando della Luftwaffe.

L'adattamento della galleria prevedeva, oltre che ai lavori generali di finitura interna, lo scavo di altri vani, laterali al tunnel principale ed a quello di servizio, per consentire l'installazione interna della potenza elettromotrice e degli apparati sussidiari. Furono così ricavati sei vani, due dei quali furono destinati all'allocazione dei trasformatori d'energia elettrica necessaria al funzionamento di tutti gli impianti[27]. Nell'ultimo camerone, che si trovava lungo il cunicolo di servizio dell'accesso alla galleria principale, furono installati dei compressori per il condizionamento dell'aria; mentre i restanti due cameroni, di dimensioni inferiori agli altri, furono utilizzati come magazzini[28]. Venne inoltre costruita una zona adibita agli uffici tecnici e a quelli amministrativi.
Le macchine arrivarono per via ferroviaria da Mori e furono trasportate a Torbole su autocarri[29].
Nella primavera del 1944 la Caproni di Torbole, che contava 1300 operai e tecnici (per lo più milanesi e bergamaschi), era pronta per iniziare la produzione secondo gli ordini dei tedeschi.
L'impianto rimase in concessione anche dopo la guerra, fino al 1950 quando venne smantellata per fallimento della ditta Caproni. La prosecuzione dei lavori per il completamento della galleria proseguirà dal 1952 grazie a un nuovo progetto presentato dal presidente del Magistrato delle Acque e approvato dal Consiglio dei Lavori pubblici l'11 marzo 1954[30].
L'opera fu completata alla fine degli anni '50 ed entrò in funzione le prime volte nel 1960 e nel 1966, in occasione di due pericolose piene dell'Adige, dimostrando di servire perfettamente allo scopo per cui era stata progettata. Dopo il passaggio della gestione dell'opera dallo stato alla Provincia autonoma di Trento, la galleria è stata aperta altre due volte, nel novembre 2000 (in tale occasione le acque del lago raggiunsero un livello di oltre 240 cm) e infine nel novembre 2002. L'opera è tutt'ora funzionante.

2.3. LA PRODUZIONE NELLE GALLERIE

La produzione si articolava in una serie di elementi completi, da spedire in Germania via treno, ove venivano quindi assemblati. Gli operai dell'epoca non conoscevano la destinazione finale dei loro prodotti, né conoscevano il quadro d'insieme di ciò che stavano realizzando. Questi erano elementi noti soltanto ai responsabili di produzione, tutti ufficiali tedeschi che nella vita civile erano stati ingegneri o responsabili di linee di produzione industriale. Secondo quanto è stato possibile

[27] G. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda cit.,* p. 28
[28] *Ivi,* p. 33

[29] Un intero convoglio ferroviario che stava effettuando il trasporto di macchine destinate alla Caproni di Torbole fu fatto saltare poco dopo Verona, a Volargne, prima della chiusa dell'Adige (notizia presa da una testimonianza dell'ingegner de Pizzini del 20/07/96).

[30] G. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda cit.,* pp. 7-9

appurare a seguito delle interviste effettuate con i lavoratori e il personale amministrativo ancora in vita, che in quelle gallerie lavorò, si trattava di una serie di macchinari che provvedevano alla produzione partendo da prodotti semilavorati, come barre d'acciaio[31] che venivano passate a tornio per ricavare vari pezzi. Sulla base dei disegni recuperati presso l'attuale proprietario dell'Albergo Benaco di Torbole, la cui madre lavorò in giovane età come segretaria nelle gallerie, e nelle cui mani rimase parte della documentazione amministrativa e tecnica dopo la ritirata germanica, venivano costruiti in particolare timoni di direzione del citato caccia Messerschmitt Me 163, timoni di profondità e componenti di fusoliera del caccia a reazione Messerschmitt Me 262, elementi metallici di varie dimensioni, ricavati per lavorazione dai blocchi di alluminio, destinati al supporto dell'apparato elettrico e di alimentazione dei velivoli stessi. Alcune gallerie vennero invece dotate di macchinari in grado di assemblare alcune sotto-componenti dei razzi V1 e V2, oltre a munizionamento di tutti i calibri, da quello per le piccole armi sino ai proiettili di artiglieria.

Nella Gardesana Occidentale la Fiat denominò, forse con un tocco melodrammatico, "Officina X" la sua officina sul Garda, ove venivano costruiti motori aeronautici, in particolare il motore Daimler Benz D.B. 605 rinominato dalla Fiat "Tifone" che equipaggiava i caccia italiani della "serie 5" (Fiat 655, Macchi C.205, Reggiane Re 2005)[32]. La Breda si occupava invece della costruzione di mitragliatrici di piccolo calibro come i fucili mitragliatori Breda 30 e Breda 38, mitragliatrici Breda 37 da 8 mm e la mitragliera Breda 35, mentre per quelle di calibro maggiore, alla Breda stessa si affiancò la Isotta Fraschini che produceva il modello Isotta Fraschini Scotti da 20 mm[33].

Nella Galleria Adige-Garda vennero prodotte poche parti di motore per la Messerschimitt, (ditta di cui Caproni fu officina ausiliaria) tra cui palette, pompe e gruppo rotore dell'impianto di alimentazione dei motori. Erano inoltre realizzate palette turbine delle pompe, palette direzionali in grafite e maschere di foratura per i missili V3 e V4. A Torbole venivano realizzate dalla Caproni parti del motore a razzo Walter HKW 109-509 che equipaggiava il Messerschmitt Me163 Komet. All'interno della Galleria era stato istituito anche un laboratorio per i ritocchi dimensionali, dotato di apparecchiature della Zeiss e della Leitz necessarie alla verifica delle dimensioni dei pezzi lavorati.

Un luogo diverso fu invece affidato per assemblare il mini sommergibile: il forte di San Nicolò, presso il porto omonimo di Riva del Garda.

Il forte di San Nicolò appartiene alla prima generazione dei forti eretti dal Genio austriaco in Trentino verso il 1870, ai piedi del monte Brione, fu costruito originariamente in pietra, su due piani

[31] Solitamente acciaio inossidabile 18/8 o 18/10, arrivava ancora grezzo, in barre, lingotti, lamiere o lastre di un metro per due, e veniva portato all'interno passando per l'ingresso principale.

[32] . D. COCCONCELLI, *Tunnel Factories, cit.,* p.112

[33] *Ivi,* p.98

e poi rinforzato in calcestruzzo armato durante l'ammodernamento eseguito tra 1911 e 1913. Nella facciata frontale presenta sei feritoie nel piano terreno e due cannoniere, nel primo piano invece ne erano presenti quindici. Appena sopra al forte, lungo il bordo del monte era posta la prima Batteria Mortai, armata con quattro mortai da 30 mm puntati sulla strada del Ponale. Durante la Seconda guerra mondiale fu impiegato come officina[34].
Pare che i pezzi del sommergibile siano stati costruiti nelle officine Caproni di Milano e poi inviati sul lago di Garda per l'assemblaggio e le prove in acqua.

2.4. LA FINE DELLA PRODUZIONE

La produzione nelle gallerie si svolse a partire dagli ultimi mesi del 1943 al mese di aprile 1945. La tecnologia dei sommergibili di Caproni interessò anche la Marina Imperiale giapponese. Durante gli ultimi anni di guerra una missione diplomatica nipponica si trovava infatti a Merano, e da tempo alcuni alti ufficiali della marina giapponese percorrevano l'Europa per acquisire tecnologia dagli alleati tedeschi, ceduta in cambio di materie prime ormai introvabili, come la gomma. Alcuni ufficiali in borghese si recarono quindi a fare visita al forte di Riva del Garda, accompagnati da ufficiali tedeschi ed accolti dall'ing. De Pizzini che, come detto, sovraintendeva ai lavori. Ai giapponesi vennero ceduti copia dei disegni di progetti, tuttavia questi non giunsero mai in Giappone. Un giorno non precisato del mese di giugno del 1944 tre ufficiali della Marina giapponese si erano inoltre recati a Milano, presso gli uffici della ditta Caproni, ove si incontrarono con un disegnatore, che potrebbe essere R. Trentini, firmatario di tutti i progetti del sommergibile da me catalogati, per l'acquisto dei progetti di un sommergibile monoposto. Gli ufficiali vennero identificati in Hideo Tomonaga, Genzo Syozi ed un ufficiale, il Comandante Inaba[35]. L'8 giugno del 1944 altri ufficiali giapponesi partirono da Merano alla volta di Montecatini provincia di Pistoia, dove aveva sede il comando della marina tedesca, per mezzo di un'automobile, guidata dal meranese Amos De Marchi, ma la loro auto cadde vittima di un'imboscata partigiana. La vettura di De Marchi fu bloccata in una vallata dell'Appennino toscano a causa dei chiodi a tre punte di cui la strada era stata costellata da una pattuglia partigiana. Il capitano Mitsunobu, della Imperiale Marina Nipponica venne ucciso, il suo vice Yamanaka, sebbene ferito, riuscì fortunosamente a fuggire, mentre De Marchi si consegnò agli assalitori. Altri diplomatici giapponesi, che avevano visitato

[34] Notizie raccolte durante una visita al forte di San Nicolò a Riva del Garda.

[35] P. SAVEGNAGO, L.VALENTE, *Il mistero della Missione giapponese. Valli del Pasubio, giugno 1944: la soluzione di uno degli episodi più enigmatici della guerra nell'Italia occupata dai tedeschi*, Cierre edizioni, Verona, 2005, p. 271

l'officina del porto di S. Nicolò, in quei giorni, si dirigevano a Venezia e a Cortina d'Ampezzo[36]. A causa di un'altra imboscata sulle colline sopra Schio (Vicenza), tutti i componenti della missione furono trucidati, e la documentazione che avevano con sé prelevata. Sappiamo oggi che i disegni dei mini sommergibili di Campini facevano parte di quella documentazione, poichè da una relazione sui fatti scritta per il comando partigiano si legge testualmente che vi erano "…disegni di oggetti della forma di un siluro…"[37]. Un dettaglio ancora più curioso, è la presenza di una pistola giapponese, la Baby Nambu da 7 mm, comparsa dopo tale vicenda. Essa è ora custodita al Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto.

Numerosi bombardamenti effettuati dai bombardieri medi americani che decollavano dalla Toscana e dalla Sardegna, e i mitragliamenti ad opera dei caccia-bombardieri P-47 non riuscirono ad interrompere del tutto la produzione bellica, salvo quando il cavo di alimentazione veniva tagliato in qualche punto. Dopo l'aprile 1945 però, le gallerie vennero via via evacuate, con i macchinari prelevati e inviati in Germania. Dal lato opposto del Lago di Garda stava infatti risalendo la 10ma Divisione da Montagna americana, che aveva avuto il compito di conquistare l'area sino al Monte Baldo, e di risalire verso Trento e la Valle dell'Adige attraverso la Valle dei Laghi. Dato che la strada lungo il lato occidentale non era praticabile, gli americani risalirono il Lago di Garda dalla parte opposta. Dopo avere preso Verona e Peschiera la 10ma Divisione da Montagna si diresse su Salò, sede del governo della Repubblica Sociale Italiana, alla ricerca di eventuali prigionieri e documenti di interesse. Per affrontare lo specchio d'acqua, alla fanteria, vennero affiancati dei mezzi da trasporto particolare, denominati "DUKW"; sostanzialmente si trattava di grossi mezzi da trasporto a sei ruote, resi però anfibi mediante dei cassoni galleggianti applicati ai lati e dotati di elica. I mezzi imbarcarono il personale e le attrezzature e con una tecnica nota come "il salto dell'oca" percorsero il lato Est del lago di Garda, risalendo quindi da Peschiera e Garda[38]. Uno dei due reggimenti proseguì invece sulle creste delle montagne che sovrastano il lago, in direzione del Monte Baldo, allo scopo di eliminare le sacche di resistenza costituite da reparti tedeschi ed italiani. Sulle pendici delle montagne erano infatti piazzati numerosi cannoni da 88 mm della "Flak", con funzione antiaerea per i numerosi raid compiuti dagli aerei alleati, utilizzati come artiglieria per fare fuoco contro i reparti avversari sulle rive. La tattica del "salto dell'oca" aveva sia lo scopo di prendere alle spalle i reparti delle SS posti a difesa delle gallerie-officina del lato ovest del lago, ma anche lo scopo di evitare le zone più pericolose della strada che costeggiava il lago risalendo da Garda e che arrivava sino a Torbole, comunque non prive di truppe nemiche, attestate

[36] *Ivi* p.274-275
[37] Per maggiori informazioni sulla missione giapponese consultare: P. SAVEGNAGO, L.VALENTE, *Il mistero della Missione giapponese, cit.*
[38] *Ibidem.*

principalmente in corrispondenza di gallerie e anfratti[39]. La 10ma Divisione giunse in questo modo a Torbole. Furiosi combattimenti si accesero nel piccolo porto di Torbole e lungo la strada gardesana, con ogni singola galleria trasformata dai reparti tedeschi presenti, di cui molti delle Waffen SS, in veri e propri fortini che richiesero molto tempo ed impegno per essere messi fuori combattimento[40]. Molte delle attrezzature vennero sequestrate intatte, altre, quelle più vicine all'abitato di Riva, rimosse o sabotate dai tedeschi con cariche esplosive. Proprio a Torbole, il 30 aprile del 1945 mentre si trovava nel piazzale della "Colonia Pavese" venne colpito mortalmente al cuore dal frammento di un proiettile di artiglieria da 88mm sparato dalle pendici della montagna soprastante, il Colonnello William Darby, vice comandante della 10ª Divisione da Montagna. Si trattò di uno degli ultimi scontri armati, dato che il Generale Heinrich von Vietinghoff aveva già firmato, il 29 aprile, la resa incondizionata delle forze germaniche in Italia che avrebbe però avuto effetto solo dal 2 maggio.

Sul destino ultimo dei sommergibili nel corso degli anni furono avanzate varie ipotesi. Una testimonianza diretta viene, ancora una volta, dall'Ing. De Pizzini, sovraintendente del progetto il quale affermò che i mezzi erano in realtà due, di cui almeno uno affondato nel lago al sopraggiungere degli alleati, nella zona del lago antistante l'abitato di Limone. Il De Pizzini ricordava inoltre come alcuni ufficiali tedeschi ogni tanto giungessero a fare una visita per verificare il proseguimento dei lavori e che al momento di abbandonare tutto per l'arrivo degli americani, un gruppo di SS bruciò, all'interno del forte, tutti i disegni, le fotografie e gli incartamenti. Tuttavia lo stesso De Pizzini darà, nel corso degli anni, testimonianze contraddittorie, affermando anche a mezzo stampa che i mezzi d'assalto erano talvolta uno, talvolta due[41]. Che si trattasse di un solo mezzo è invece testimoniato dal sig. Franco Tomasi, operaio della Caproni residente a Dro, che al forte di Torbole lavorava in qualità di saldatore. Lo stesso ha riportato che lo scafo giunse, vuoto, a Torbole proveniente dalle officine Caproni di Milano, ove era stato costruito, per sottrarlo ai bombardamenti. Secondo il Tomasi lo stesso Campini veniva a Torbole ogni 15 giorni circa, accompagnato dalla moglie, per verificare i lavori. Questi vertevano principalmente nella messa a punto del motore, in particolare modo del sistema di riduzione della pressione

[39] *Ibidem.*

[40] D. PIVETTI, *Ecco le armi segrete del Fuhrer*, in «L'Adige», cronaca di Riva del Garda, giovedì 30 Aprile 2009.

[41] Intervista con l'Ing. De Pizzini realizzata da Carretta Luigi, 18 maggio 2006. L'ing. De Pizzini era incaricato di sovraintendere ai lavori di costruzione della galleria Adige-Garda. Dopo la decisione di trasformarla in un officina sovraintendette alla sua trasformazione. Da Campini, che a Torbole si recava ogni 15 giorni circa, e dal conte Caproni ricevette l'incarico di sovraintendere anche alla costruzione del sommergibile, pur senza intervenire nella realizzazione delle singole componenti, ma solo per quanto riguarda l'approvvigionamento del materiale, la paga dei salari, ecc.

dell'ossigeno calettato all'albero dell'elica. A causa delle fortissime tensioni era necessario infatti procedere con saldature assolutamente prive di imperfezioni, ma i materiali a disposizione ben difficilmente consentivano tale livello di qualità. Secondo la sua testimonianza infatti "una volta su tre il motore esplodeva". Il Tomasi peraltro non è stato in grado di dire se il mezzo sia stato catturato o affondato, dato che qualche giorno prima l'officina era stata evacuata. Che almeno un mezzo sia stato catturato intatto da parte delle truppe americane è comunque stato confermato dalla seconda edizione del volume *Caproni e il mare,* scritto da Achille Rastelli e rieditato, nella seconda edizione, dall'editore specializzato Giorgio Apostolo di Milano[42]. In questa edizione, oltre ai disegni del sommergibile originariamente pubblicati, a loro volta copia di un progetto di massima allegato alla relazione presentata al Ministero della Marina Militare, i cui originali sono andati perduti alla fine degli anni '70, l'autore ha inserito copia di alcuni disegni di massima recuperati, senza data né descrizione, negli archivi americani. Si tratta indubbiamente del sommergibile ideato da Campini, che mostra tra l'altro gli organi di comando di poppa nella loro forma definitiva, coincidente con i disegni custoditi presso il Museo della Guerra di Rovereto. I servizi segreti alleati erano comunque da tempo informati su quanto si andava costruendo nel forte di Torbole. Un rapporto datato 16 ottobre 1944 con la dicitura "segreto", redatto in forma di scheda tecnica riportava infatti le attività in corso, e riassumeva i dati tecnici presunti del sommergibile[43]. Non è dato sapere da quale fonte provenissero le informazioni, dato che il documento non le riporta, ma si trattava comunque di informazioni di seconda mano e parzialmente inesatte, dato che nel rapporto veniva genericamente indicata una propulsione tradizionale alimentata a carburante diesel, mentre i dati metrici e dimensionali del battello risultavano abbastanza corretti. La notizia dovette comunque essere giudicata sufficientemente importante dagli alleati, dato che inviarono sul posto, al seguito della 10° Mountain Division la "S Force", un servizio segreto statunitense che operava con le forze avanzate americane per impadronirsi degli ordigni segreti nemici e assumere informazioni tecniche dagli scienziati o dai costruttori, e che catturarono un esemplare del battello[44]. Un'altra testimonianza deriva infine da quanto riportato da Marco Faraoni nel volume dal titolo *Quell'ultimo giorno*, ove vengono ricostruiti gli avvenimenti bellici che consentirono agli americani di liberare la cittadina di Garda il 27 aprile 1945[45]. Nella parte conclusiva del volume l'Autore richiama la

[42] A. RASTELLI, *Caproni e il mare, cit.*

[43] Copia del documento ritrovato presso gli archivi dell'Imperial War Museum di Londra nel 2003 durante una ricerca dal curatore del Museo Militare di Fort Rammekens situato a Vlissingen (Olanda), Sig. Roland Block e fornito in copia dallo stesso al sig. Carretta Luigi.

[44] G. FERRARO, *Enciclopedia dello spionaggio nella Seconda guerra mondiale*, Teti Editore, Roma 2010, pp. 630-631.

[45] M. FARAONI, *Quell'ultimo giorno*. *L'arrivo degli americani a Garda il 27 aprile 1945 nei documenti militari alleati*, 2010, p. 89

testimonianza diretta di un soldato americano il quale riferisce che in data 30.04.1945 alle ore 11.15 "Sulla riva del lago (si deve presumere lungo la striscia di costa compresa tra Torbole e Riva) fu fatta una scoperta stupefacente. Avevamo già visto sul lago anfibi, barche d'assalto e barche a vela [...] Di conseguenza non ci saremmo dovuti stupire - ma lo fummo - di trovare in una baracca sulla sponda del lago un sommergibile quasi ultimato. Era molto piccolo ma sembrava indicare che il Lago di Garda doveva essere stata l'ultima dimora della Marina Militare Italiana"[46].

[46] *Ibidem*

3. IL MEZZO D'ASSALTO CAMPINI - DE BERNARDI

3.1. EVOLUZIONE DELLA GUERRA SOTTOMARINA CON I MEZZI D'ASSALTO

L'evoluzione del pensiero bellico da sempre si accompagna con la storia dell'umanità. La maggior parte degli sforzi, nella storia dell'uomo, è stata rivolta verso nuovi, e più efficaci mezzi per distruggere l'avversario. Sin dalla prima affermazione del potere navale, come strumento di potere al servizio delle nazioni, grande fascino ha sempre rivestito l'idea di utilizzare mezzi che, nascosti sotto il pelo dell'acqua, potessero dare dimostrazione di potenza e fossero in grado di mettere a rischio, o meglio distruggere la potenza altrui. Queste erano le considerazioni alla base del pensiero di David Bushnell nel presentare la sua invenzione, ossia il piccolo sommergibile Turtle, lungo appena due metri, il quale, con una carica esplosiva tentò nel 1776, anno della dichiarazione di Indipendenza americana, di affondare nel porto di New York la nave ammiraglia inglese[47]. L'attacco fallì ma si trattò del primo di una lunga serie di tentativi che costellarono, da allora in poi, la storia di questi mezzi. Ulteriori esperimenti vennero comunque intrapresi, per mettere a punto un vascello subacqueo di qualche tipo, ma bisognerà comunque attendere la guerra civile americana per assistere all'affondamento della prima nave da guerra ad opera di un sommergibile. La sera del 17 febbraio 1864, salpando dal porto di Charleston il piccolo sommergibile confederato "H.L. Hunley", spinto da un elica azionata da un'unica gigantesca manovella la cui forza propulsiva era assicurata da sette uomini[48], riuscì ad affondare con una carica esplosiva la fregata unionista USS Housatonic, nonostante il successivo affondamento del sommergibile stesso, per cause ancora oggi sconosciute[49]. Bisognerà comunque attendere la Prima guerra mondiale per assistere ad azioni belliche continuative compiute da mezzi sommergibili. Il pensiero degli strateghi in merito fu comunque contrastante: da una parte, un rigido tradizionalismo in materia di strategia navale impedì la realizzazione di grandi flotte di mezzi sommergibili; dall'altra la mancanza di una strategia di utilizzo chiara, impedì l'affermarsi del mezzo in un ottica di guerra globale al traffico mercantile, dal momento che molti illustri pensatori militari dell'epoca consideravano ancora il sommergibile come adatto ad affondare le corazzate nemiche, riuscendo magari là dove le grandi battaglie navali avevano fallito. Comunque, mentre si faticava per trovare al nuovo mezzo bellico una sua precisa collocazione nel vasto panorama del pensiero militare dell'epoca, si andava affermando anche un

[47] R. J. ROBERT, *Sottomarini. 300 grandi battelli da tutto il mondo*, L'Airone Editrice, Roma, Collana: Super jolly, 2011.

[48] E. PALMER HOYT, *The Voyage of the Hunley*, Burford Books, New York, 2003.

[49] L'Hunley verrà ritrovato, praticamente intatto, solo nel 1996. Recuperato nel 2000 è attualmente esposto al "Warren Lasch Memorial Center" di Charleston, USA.

diverso approccio alla guerra sottomarina, i cui esiti avranno conseguenze assai importanti nei decenni che seguirono. Per riportare il quadro complessivo allo scenario italiano, va infatti senz'altro ricordato quanto messo allora a punto da due personaggi che non provenivano certo dal panorama tecnico-militare della guerra sottomarina: si trattava del maggiore del Genio Navale Raffaele Rossetti e del tenente medico Raffaele Paolucci di Valmaggiore, che nella notte tra il 31 ottobre e il 01 novembre 1918 furono protagonisti della cosiddetta Impresa di Pola: il forzamento del porto a nuoto con una "torpedine semovente", nota anche come mignatta, con la quale venne affondata la corazzata austriaca Viribus Unitis da 20.000 tonnellate, e il vicino piroscafo Wien[50]. Al di là del valore militare dell'impresa, si trattò di un nuovo approccio alla lotta sottomarina, che a prezzo bassissimo[51] permise di ottenere uno strepitoso successo, aprendo nuovi scenari di sviluppo ed utilizzo di quella che allora era, e tutto sommato rimane tutt'ora, una delle frontiere tecnologiche maggiori per le sfide che poneva.

Dopo il primo conflitto mondiale, complice anche l'esaltazione del conflitto ad opera del regime fascista, la cosiddetta "Impresa di Pola" non venne dimenticata dai vertici della Regia Marina, che guardarono sempre con attenzione alla possibilità offerta da quelli che allora erano chiamati "mezzi insidiosi", ossia piccoli battelli, con un equipaggio ridotto a due, tre uomini, in grado di operare in acque basse, di nascondersi, e di colpire là dove reti, sbarramenti, o la semplice natura non permetteva ad altri mezzi navali di operare. Un particolare impulso all'evoluzione del pensiero, e di conseguenza della tecnica, collegata a questi mezzi venne innanzitutto dal "Trattato Navale di Washington" del 1922[52], che regolamentava il tonnellaggio massimo che ognuna delle grandi potenze dell'epoca poteva utilizzare per le proprie navi da guerra, e il tonnellaggio di ogni singola nave a seconda della classe di appartenenza[53]. Il trattato venne firmato da Stati Uniti, Impero Britannico, Giappone, Francia ed Italia, in cui le ultime tre nazioni erano costrette ad un notevole limite dimensionale nelle costruzioni navali. Si procedette quindi con lo studio di nuovi mezzi che permettessero di riequilibrare la situazione. Il trattato ebbe efficacia sino al 1936, dopodiché non venne più ratificato. Tuttavia nel frattempo si erano definite delle situazioni di tensione tra

[50] R. H. RAINERO, R. ROSSETTI , *Dall'affondamento della Viribus unitis all'impegno antifascista*, Editore Marzorati, Settimo Milanese, 1989.

[51] La 'Mignatta' venne costruita in due esemplari, denominati S.1 ed S.2, sfruttando due vecchi siluri messi a disposizione dalla regia Marina Italiana. Entrambi furono modificati all'arsenale militare di Venezia con assai poca spesa. Attualmente rimane il solo S.2, esposto al Museo navale di La Spezia.

[52] Per maggiori informazioni consultare: http://www.ibiblio.org/pha/pre-war/1922/nav_lim.html

[53] Per "classe" si intende sostanzialmente la categoria cui la nave stessa apparteneva: corazzata, incrociatore, cacciatorpediniere ecc. Per comprendere l'importanza del Trattato bisogna considerare che all'epoca le corazzate erano considerate alla stregua delle armi nucleari odierne, quanto a capacità di affermazione del potere militare di una nazione.

Inghilterra, Francia ed Italia. La Regia Marina, che aveva comunque continuato una serie di studi e sperimentazioni in materia, sebbene impegnata a costruire quella che prima dello scoppio del conflitto era la più grande flotta di sommergibili del mondo, cominciò seriamente ad occuparsi dello sviluppo di questi mezzi dopo il 1936, ossia dopo lo scoppio della guerra di Spagna, l'invasione dell'Abissinia e le nuove, reiterate tensioni con la Gran Bretagna, che proprio a Malta, Cipro e Gibilterra manteneva quelle che venivano viste come vere e proprie spine nel fianco di quello che era stato battezzato 'Mare Nostrum' dal Regime Fascista[54]. La presenza di una grossa componente di navi da battaglia ad Alessandria d'Egitto e nella baia di Suda costituiva nel contempo un bersaglio primario in caso di conflitto, ma anche un ostacolo, che per le sue caratteristiche intrinseche, sembrava insormontabile con mezzi, per così dire, tradizionali[55].

Nemmeno sul fronte balcanico la situazione politica volgeva al meglio, a causa di reiterate minacce di guerra. In un simile contesto si venne quindi affermando una tattica di utilizzo di 'mezzi insidiosi' di varia natura, costituiti da piccoli motoscafi d'assalto dotati di carica esplosiva, siluri portati da sommozzatori sin sotto le navi nemiche, e mini sommergibili.

I cosiddetti siluri a lenta corsa o "maiali", che prendevano il loro nome dall'appellativo con cui i primi operatori si riferivano a loro, a causa della scarsissima manovrabilità, erano essenzialmente dei siluri dotati di alcune superfici di governo in coda, dei seggiolini per due sommozzatori, ed una testata esplosiva di circa 300 kg smontabile, che poteva essere staccata e piazzata sotto la carena delle navi nemiche. I motoscafi d'assalto derivavano invece dai mezzi turistici costruiti negli anni '30. Erano piccole imbarcazioni con motori fuoribordo, molto veloci, dotati anch'essi di carica esplosiva di 300 kg a prua, azionata da una struttura metallica sporgente, che azionava il detonatore quando impattava con la fiancata della nave. L'operatore doveva puntare verso la nave, bloccare i comandi e gettarsi in mare qualche centinaio di metri prima dell'impatto[56].

Tuttavia i mini sommergibili rimanevano di gran lunga il progetto più complesso e tecnologicamente avanzato. Molte ditte costruttrici, ed ingegneri navali si cimentarono con questa idea, ma fu grazie al genio di un costruttore di aerei che l'idea divenne infine realtà.

Nel corso di questo studio analizzeremo quindi come tale concezione tecnica si sviluppò nel corso dei decenni precedenti il secondo conflitto mondiale, e di come si arriverà alla sua massima espressione tecnica grazie all'opera di Secondo Campini e di Gianni Caproni.

Si trattava fondamentalmente di sommergibili in miniatura, dotati di due siluri trasportati all'esterno in contenitori cilindrici. L'equipaggio era di quattro persone, e il loro compito era,

[54] D. RODOGNO, *Il nuovo ordine mediterraneo*, Bollati Boringhieri, Torino, 2003, pp. 72-73

[55] M. SPERTINI, E. BAGNASCO, *I mezzi d'assalto della X flottiglia MAS 1940-1945*, Albertelli Editore, Parma, 2005

[56] *ibidem*

fondamentalmente, quello di tendere agguati. Se l'idea non era del tutto nuova, innovativa era però la concezione dell'armamento, non più mine o cariche esplosive, da applicare con difficoltà alla carena delle navi avversarie, ma veri e propri mezzi in grado di silurare a distanza, di "portare l'offesa", come allora si diceva, con la relativa sicurezza di non essere immediatamente attaccati perché troppo vicini al nemico[57]. Dal punto di vista tecnologico il sommergibile non presentava, armamento e dimensioni a parte, grosse innovazioni, un motore diesel assicurava il moto in emersione, delle batterie elettriche quello in immersione, per il tempo dell'attacco o per sfuggire all'avversario. Le condizioni di vivibilità, all'interno del piccolo sommergibile, non erano certo ideali: umidità, freddo e locali assai stretti dove l'equipaggio era chiamato ad operare anche per qualche giorno.

Venne quindi dato il via alla produzione, i mezzi vennero costruiti dalla Caproni nello stabilimento di Milano, e poi trasportati con carrelli ferroviari sino ai porti. Ne vennero ordinati 72 dopo lo scoppio della guerra, ma solo 22 furono quelli costruiti prima della fine delle ostilità[58].

Sebbene affascinante, l'uso dei mini sommergibili non sembrò essere così risolutivo come inizialmente ipotizzato, anche perché per essere di valido aiuto in un confronto bellico, il mezzo doveva operare in numeri consistenti. Qualche clamoroso successo[59], comunque, parve confermare la validità dell'idea dell'assalto furtivo, tanto da fare affermare a Winston Churchill che "…sei Italiani equipaggiati con materiali di costo irrisorio hanno fatto vacillare l'equilibrio militare in Mediterraneo a vantaggio dell'Asse", dato che la prima volta dall'inizio del conflitto, infatti, la flotta italiana si trovava in netta superiorità rispetto a quella britannica, a cui non era rimasta operativa alcuna corazzata.

Caproni, attraverso le sue società controllate, aveva praticamente il controllo di tutta la produzione navale, sia di superficie che subacquea, di mezzi insidiosi per la Regia Marina[60]. Tuttavia, con il progredire dello scontro divenne sempre più chiaro che, soprattutto dopo il 1942, i giorni dei mezzi sommergibili d'assalto così come inizialmente concepiti erano contati. Varie le cause, innanzitutto la conquista, dopo l'ingresso nel conflitto degli Stati Uniti d'America, della superiorità navale nell'Atlantico e nel Mediterraneo da parte alleata. Gli alleati svilupparono, prima che le forze dell'Asse, nuovi e più efficaci strumenti di ricerca e scoperta a lunga e lunghissima distanza, in

[57] *Ibidem*

[58] A. RASTELLI, *Caproni e il mare, cit*

[59] In particolare si ricorda l'affondamento delle corazzate HMS Queen Elizabeth e Valiant del 19 dicembre 1941 ad Alessandria d'Egitto, ad opera dei 'maiali', ossia siluri pilotati da sommozzatori e l'affondamento dell'incrociatore York a Suda con dei barchini esplosivi il 26 marzo 1941.

[60] A. RASTELLI, *Caproni e il mare, cit*

particolare modo il sonar ed il radar. Per dare un idea del divario sia tecnologico, sia produttivo, basti pensare che all'atto dell'armistizio, l'8 settembre 1943, praticamente tutte le navi inglesi ed americane erano dotate di radar di scoperta, mentre si stava cominciando a sperimentare solo allora, e solo sulle navi maggiori italiane, questo apparato, che pure per la sua messa a punto, nel corso degli anni '30, aveva visto l'apporto di scienziati italiani[61]. I tedeschi, perse le loro corazzate, si diedero alla guerra sottomarina, con lo sviluppo di sempre più avanzati sommergibili, sino ad arrivare alla realizzazione del primo, vero sottomarino[62]. Non trascurarono nemmeno lo sviluppo dei mezzi insidiosi, con i quali impartirono severe sconfitte agli avversari, a fronte del modesto impegno richiesto in termini di investimenti in denaro e di materiali e complessità della produzione industriale. Nel tentativo di metter a punto un efficace arma subacquea, anche in previsione della sempre più probabile invasione alleata, che iniziò a concretizzarsi agli inizi del 1943, vennero messe a punto vere e proprie flotte di mini-sommergibili, dalle caratteristiche fondamentalmente uguali: due siluri esterni, uno o al massimo due uomini di equipaggio, dimensioni il più possibile contenute. Diversi i modelli realizzati ed arrivati alla piena capacità operativa: Molch, Neger, Biber tra i più famosi. Basi in caverna vennero realizzate un po' in tutto il territorio controllato dall'asse, tra cui Sistiana, vicino a Trieste, e in Liguria[63]. Tuttavia le possibilità di successo si facevano sempre più scarse, una delle cause era da ricercarsi, oltre che nella scarsa profondità raggiungibile da questi mezzi che li rendeva un facile bersaglio della ricognizione aerea, anche nella bassa velocità che potevano raggiungere. Basti pensare che il 7 giugno 1944 un assalto di oltre un centinaio di minisommergibili del tipo 'Neger' attaccò la flotta alleata ormeggiata davanti alle coste della Normandia[64]. Nessun mezzo giunse a portata utile, e solo un mercantile risultò danneggiato da un siluro lanciato da grandissima distanza. Nesun sommergibile fece ritorno alla base. Vari metodi furono poi sperimentati per nascondere questi mezzi agli avversari. I periscopi, che erano fissi e non ritraibili, per comprensibili ragioni di mancanza di spazio, vennero camuffati come nidi di uccelli acquatici, o ammassi di rami alla deriva. Ma gli alleati ormai sapevano cosa cercare, e il lento avvicinamento dei mezzi permetteva loro di mettere in atto tutte le misure necessarie per scongiurarne l'attacco. Nemmeno ai porti ci si poteva avvicinare impunemente, erano tutti difesi da reti subacquee impossibili da oltrepassare o tagliare, e barche con soldati a bordo lanciavano in acqua, ad intervalli regolari, delle bombe a mano. L'attacco al porto di Ancona, nel febbraio 1944,

[61] G. BARONI, *La guerra dei radar, il suicidio dell'Italia 1935/43*, Greco&Greco editore, Milano, 2007

[62] I metodi di costruzione dei moderni sommergibili, realizzati assemblando sezioni diverse poi montate assieme, è identico a quello messo a punto dai tedeschi nella seconda guerra mondiale.

[63] L. POGGIALI, M. AFIERO, *Kuestenjaeger, I cacciatori costieri tedeschi*, Lupo Editore, Firenze, 2006.

[64] D. BROWN, *Warship Losses of World War Two*, Arms and Armour, London, 1990.

partito da Venezia, si risolse ad esempio in un clamoroso insuccesso, con nessun mezzo che raggiunse l'obiettivo e tutti i marinai tedeschi catturati o uccisi[65].

In questo quadro venne affermandosi quindi un idea lanciata già nel 1942 da un altro geniale inventore italiano, l'ingegnere Secondo Campini, che porterà alla realizzazione di un mezzo rivoluzionario ed innovativo.

3.2. LA DITTA CAPRONI E L'ACCORDO CON CAMPINI

Giovanni Battista Caproni era, negli anni '30 del secolo scorso, uno dei maggiori imprenditori dell'industria aeronautica mondiale[66]. Già nel 1907 aveva realizzato un velivolo, e durante la Prima guerra mondiale le sue fabbriche sfornarono uno dei bombardieri di maggior successo di tutto il conflitto, il Caproni CA 3[67]. Caproni aveva da tempo compreso come la possibilità di successo per un'industria aeronautica, allora l'ultima nata in campo industriale, fosse la ricerca sperimentale continua, battendo nuove strade prima inesplorate. Caproni destinava alla ricerca e alla sperimentazione, anche assolutamente non ortodossa, una buona parte dei suoi ricavi. Alcuni si rivelarono dei veri e propri vicoli ciechi tecnologici, altri permisero invece di mettere a punto velivoli con prestazioni eccezionali. Tutto ciò era comunque dovuto alla solidità del Gruppo Industriale Caproni, che si era via via allargato nel corso degli anni, invadendo settori anche non strettamente aeronautici. La Caproni infatti era attiva nel campo delle grandi opere industriali, come la costruzione di opere idrauliche di grosse dimensioni, e nel settore navale dove vennero messi a punto una serie di progetti assolutamente originali per l'epoca, tra cui i primi esempi di efficiente e funzionante "mini-sommergibile", denominati Caproni CA e CB, ad indicazione del diverso modello[68].

L'ingegnere Secondo Campini, bolognese di nascita, classe 1904 si laureò in ingegneria civile nella sua città natale. Già nel 1931, convinto assertore della propulsione a reazione come metodo di spinta dei futuri velivoli fondò uno studio di progettazione che chiamò V.E.N.A.R. (Velivoli E Natanti A Reazione) ed iniziò a mettere a punto una serie di studi teorici che permettevano ad un velivolo o ad un natante di muoversi sfruttando il principio di azione e reazione, che veniva esteso per trasformare la variazione della quantità di moto della massa espulsa, o getto, in energia cinetica

[65] S. NESI, *Decima flottiglia nostra*, Lo Scarabeo, Bologna, 2008.

[66] Per una dettagliata biografia sull'ingegner Caproni consultare la sezione 6.1 delle Appendici

[67] G. ALEGI, *Campini-Caproni*, Collana Ali d'Italia Mini n°5, Giorgio Apostolo Editore, 2006.

[68] A. RASTELLI, *Caproni e il mare*, *cit.*

del veicolo[69]. Secondo Campini il metodo era utilizzabile in entrambi i campi, marino ed aeronautico, dal momento che si trattava di utilizzare un fluido che poteva essere manipolato, anche se ovviamente, nel caso dell'acqua, esso risultava incomprimibile[70]. I suoi studi si basavano fondamentalmente sullo sfruttamento della compressione e la successiva espansione dell'aria, che veniva incanalata in maniera dinamica per effetto del moto relativo del velivolo stesso, quindi veniva compressa, riscaldata e infine rilasciata per ottenerne un getto di spinta. Nel gennaio 1931 quindi Campini presentò alla Regia Aeronautica una relazione che illustrava il nuovo motore aeronautico basato su questo principio. Dopo che Italo Balbo, allora ministro dell'aviazione e convinto assertore della ricerca avanzata in campo aeronautico, ne venne a conoscenza, il 19 maggio di quello stesso anno, nel corso di una dichiarazione al Senato in qualità di ministro dell'Aviazione, azzardò che i 550 km/h di velocità massima, ormai superati, sarebbero diventati comuni a tutti i velivoli nel giro di pochi anni, e che in Italia si stava comunque studiando anche la possibilità del volo ad alta quota[71]. Comunque sia venne dato il benestare a Campini per la prosecuzione dei suoi studi. Il primo progetto ad essere realizzato fu un motoscafo a reazione, che venne ordinato dal Ministero dell' Aeronautica e provato con successo a Venezia nel 1932. Si trattava di un normale motoscafo utilizzato nella città lagunare, cui erano stati applicati ai lati, sopra il pelo dell'acqua, due piccoli propulsori orientabili, che avevano il compito di comprimere l'acqua marina e spingerla all'indietro a forte velocità, assicurando così la necessaria spinta al natante, che raggiunse i 28 nodi di velocità, circa 50 km/h. Il successo ottenuto impressionò positivamente anche il Ministero dell'Aviazione che, in data 5 febbraio 1934, autorizzò quindi la Regia Aeronautica a stipulare con Campini un contratto per £. 4.500.000 (circa 5.000.000 di euro odierni) e che prevedeva la fornitura di due velivoli, più una fusoliera di prova dotati di propulsione a reazione del sistema Campini da consegnarsi entro il 31 dicembre 1936[72].

Caproni era, come detto, uno dei maggiori produttori di velivoli dell'epoca, e intuendo le potenzialità commerciali accolse la richiesta accordandosi per la costituzione del "Centro Sperimentale Campini" presso i propri stabilimenti di Taliedo, iniziando una collaborazione che consentì all'ingegnere bolognese di contare su considerevoli risorse finanziarie e tecniche. Si diede quindi il via immediatamente alla costruzione di un prototipo, mentre il progettista affinava nel contempo il progetto, un metodo, questo, che come vedremo Campini non abbandonerà mai.

[69] G. CIAMPAGLIA, *La propulsione a reazione in Italia dalle origini al 1943*, Ufficio Storico Aeronautica Militare Italiana, Roma, 2002.

[70] In realtà l'acqua è comprimibile per circa il 4% in condizioni di altissima pressione. Tuttavia all'epoca il dato era ignoto, e comunque non praticamente raggiungibile con le tecnologie esistenti.

[71] G. ALEGI, *Campini-Caproni, cit*.
[72] *Ibidem*

All’epoca l’Italia, ancorché in primo piano a livello internazionale per le sue imprese aviatorie, non disponeva di un industria metallurgica a livello della Gran Bretagna o della Germania. Molte delle materie prime dovevano venire importate dall’estero. Perciò, malgrado all’inizio il progetto originale prevedesse che i compressori potessero essere azionati sia da un motore a combustione interna che da una turbina a gas, si seguì la prima proposta per semplicità tecnologica[73]. Campini richiese alla Isotta Fraschini (anche questa azienda di proprietà Caproni) la fornitura del nuovo motore V12 Asso XIR, ma per intervento della Direzione Generale delle Costruzioni Aeronautiche (DGCA) che non volle che venisse interrotta la fase di sviluppo gli venne offerto un motore W18 Asso 750R con il quale, nel 1936, vennero perciò effettuate le prove a terra[74]. Questi mutamenti nel loro insieme influirono negativamente sui costi e sui tempi di realizzazione, costringendo quindi Campini a contattare i vertici ministeriali per richiedere una dilazione sui tempi di consegna e un contemporaneo aumento (nell'ordine del 25-30%) della cifra originariamente prevista degli stanziamenti. La richiesta fu parzialmente accolta, con un incremento dei finanziamenti del 16%, e lo spostamento della data di consegna al 31 dicembre 1938. Si arriverà quindi al marzo del 1940, quando Campini riuscì finalmente a disporre delle unità motrici che, tuttavia, differivano ancora una volta da quelle previste: anziché gli Asso 750 furono consegnati due motori Asso L.121 RC.40 a 12 cilindri a V ben diversi, come architettura ed ingombri, dal previsto W18, obbligando perciò il progettista ad una nuova modifica del disegno originale[75]. L'unità motrice consegnata aveva però la quota di ristabilimento della potenza fissata a 4100m[76], tale caratteristica risultava inadeguata ai propositi iniziali del progetto impedendo di effettuare prove al di sopra dei 4. 000 m e vanificando la possibilità di verificare i vantaggi offerti dalla nuova tecnologia alle alte quote dove, secondo l’inventore, avrebbe dovuto dare i risultati migliori[77]. Il motore costruito da Campini era formato da un compressore (formato da tre stadi di giranti a 15 palette ciascuno azionato da un motore alternativo), un condotto dinamico (Venturi), un gruppo anulare di bruciatori ed un ugello di scarico regolabile con un comando idraulico, che forniva la spinta di reazione. I bruciatori servivano a surriscaldare l'aria compressa resa già calda dal calore disperso dal motore alternativo e dai gas di scarico dello stesso. Ciò significava che il motore ideato da Campini poteva funzionare in normali condizioni di volo anche a freddo, senza l'uso dei bruciatori, che venivano invece accesi per il volo ad alta quota ed alta velocità. Il velivolo finito era lungo 13,12 metri, con un'apertura alare di 15,86

[73] G. CIAMPAGLIA, *La propulsione a reazione in Italia dalle origini al 1943*, *cit.*
[74] *ibidem*
[75] *Ibidem*

[76] Nei motori aeronautici si compensa la diminuzione della densità dell'aria in quota, e quindi della potenza, utilizzando una sovralimentazione che viene utilizzata in maniera automatica dal propulsore a quote prefissate.

[77] G. CIAMPAGLIA, *La propulsione a reazione in Italia dalle origini al 1943*, *cit.*

metri, e toccava i 500 km/h a 3.000 metri di quota, una buona velocità e alla pari con quella dei più veloci velivoli dell'epoca[78]. Il velivolo effettuò un unico volo regolare Milano-Guidonia (Roma) nel 1941, trasportando dei sacchi di posta e sorvolando la capitale. A lungo venne quindi ritenuto il primo volo di un aereo a reazione, ma era invece stato battuto da un similare velivolo tedesco che aveva volato circa un anno prima, ma il cui volo era stato tenuto segreto, l'He 178 V1. Ad ogni modo il motore progettato da Campini non era un motore a getto come inteso oggigiorno. Si trattava, in realtà, di un complesso azionato da un motore convenzionale a pistoni. Questo motore a pistoni era collegato, mediante un gruppo moltiplicatore ad ingranaggi, ad un compressore assiale a sua volta composto da tre stadi rotorici, costituiti ciascuno da 16 palette con passo modificabile al suolo e 3 stadi statorici da 15 palette con passo variabile idraulicamente in volo[79]. Il condotto a valle del compressore fungeva contemporaneamente da camera di combustione ed ugello di scarico, con iniettori di cherosene disposti circolarmente su un anello che stabilizzava la fiamma. La geometria dell'ugello di scarico veniva poi modificata facendo scorrere idraulicamente una spina Pelton avanti o indietro in modo da regolare l'area di efflusso del getto di scarico. Da questo punto di vista Campini aveva quindi dimostrato la fattibilità del concetto, ma aveva imboccato un "vicolo cieco tecnologico", dal momento che il suo velivolo, per funzionare, era strettamente dipendente da un motore di tipo tradizionale. Ad ogni modo gli studi e le sperimentazioni completarono il quadro teorico e pratico iniziato da Campini quasi dieci anni prima, provando definitivamente che, opportunamente trattata, l'aria poteva generare una spinta diversa da quella generata da un elica tradizionale. Si trattava ora di vedere se ciò era applicabile anche all'altro fluido presente in maniera massiccia sul nostro pianeta, l'acqua.

L'ingegner Caproni rimase in contatto con l'ingegner Campini anche dopo la realizzazione, nel 1940, dei due prototipi di aereo noti come "Campini-Caproni", propulsi da motore a reazione. Probabilmente fu allora che iniziò la collaborazione tra l'ingegner Campini ed il comandante De Bernardi, il pilota collaudatore designato alle prove di volo dei Campini-Caproni: infatti nel febbraio 1942 fu proposto alla ditta "V.E.N.A.R. Costruzioni Aeronautiche Navali" di Milano al "comitato Esperienze e Progetti Navi e Armi" il progetto del mezzo d'assalto, denominato "Campini-De Bernardi"[80].

Campini proseguì quindi i suoi studi, e già nell'ottobre 1942, sull'onda del successo ottenuto con il suo velivolo, riprese il concetto dell'idrogetto, da lui dimostrato, come abbiamo visto, nel 1931. Quindi sottopose al Ministero della Marina Militare una relazione in cui descriveva un mezzo

[78] *Ibidem*
[79] *Ibidem*

[80] G. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda, cit.,* p. 60

sommergibile dotato di propulsione ad idrogetto. Non sono purtroppo noti i rapporti tra Secondo Campini e Gianni Caproni su questa specifica materia[81]. Ignoriamo cioè se il costruttore aeronautico e, come abbiamo visto, anche navale, sia pure in un settore assolutamente particolare, abbia chiesto a Campini di occuparsi del problema. Nulla rimane di un eventuale documentazione in merito[82], tuttavia appare lecito affermare che il progettista bolognese venne a conoscenza della materia, e degli specifici problemi operativi derivanti da quella mancanza di velocità cui si è accennato più sopra. L'argomento comunque rimase lettera morta da parte delle autorità italiane, che non sembra abbiano dato risposta positiva alla proposta, probabilmente oppresse da ben altri problemi in Mediterraneo[83]. Il progetto venne quindi riproposto alle autorità tedesche, sembra alla fine del 1943. Il progetto venne ritenuto interessante, ed un contratto per lo sviluppo del sommergibile venne firmato con Campini, per un importo pari a 50.000 Reichsmark. Lo scafo venne costruito a Milano, negli stabilimenti Caproni. Nella tarda estate del 1944 venne trasferito a Torbole, all'interno del vecchio forte austriaco posto a ridosso della montagna. Si trattava di una posizione ideale, in quanto permetteva una buona protezione dagli attacchi aerei, e nel contempo la vicinanza con le acque del lago, e la presenza del piccolo porto avrebbe permesso di mettere in acqua i battelli finiti per i necessari test.

3.3. IL FUNZIONAMENTO DEL SOMMERGIBILE: INNOVAZIONI TECNICHE E TATTICHE DI UTILIZZO

Campini concepì il nuovo mezzo subacqueo cercando di mettere a frutto quanto appreso negli anni di studi e sperimentazioni precedenti la guerra, combinando la dinamica di un corpo immerso in un fluido come l'acqua con quella necessaria per ottenere la spinta richiesta. Punto cruciale di tutto il progetto era la velocità massima raggiungibile. Il progettista, puntava chiaramente ad una velocità complessiva di circa 30 nodi (50 km/h circa) a battello completamente immerso[84]. Un enormità per l'epoca. Si consideri, a titolo di esempio, che questa velocità è quella oggi sviluppata dai moderni sommergibili nucleari, battelli con ben altre potenze e dimensioni.

[81] Intervista alla Contessa Maria Fede Caproni del 3 settembre 2003, rilasciata al giornalista del 'Trentino' Carretta Luigi.

[82] Intervista telefonica al Conte Giovanni Caproni, figlio del costruttore aeronautico e curatore della chiusura delle aziende e della raccolta del materiale d'archivio delle stesse all'inizio degli anni '80.

[83] Intervista con l'Ing. De Pizzini realizzata da Carretta Luigi, *cit.*

[84] *Ibidem.*

Nella relazione sulle caratteristiche del mezzo d'Assalto Campini-De Bernardi[85], ritrovata insieme ai progetti, è descritto in maniera molto dettagliata il funzionamento del mini sommergibile[86]. Grazie a tale relazione e allo studio dei progetti è stato possibile dedurre alcuni dati tecnici sul mezzo e il suo funzionamento. È probabile però che il prototipo costruito sia stato diverso dalla relazione.

Il mezzo d'assalto doveva derivare in maggioranza dall'esperienza aeronautica più che da quella navale; poteva infatti definirsi un aeroplano adatto a muoversi nell'acqua e a combattere con i mezzi usati dagli idrosiluranti nella guerra aereo-navale.

La sua immersione in acqua era infatti dovuta alle azioni di idro-dinamica su superfici portanti come le ali degli aeroplani che ad azioni idrostatiche, ciò conferiva al mezzo una grande rapidità di movimento.

Per potere raggiungere queste prestazioni venne quindi progettato un battello dotato di un solo uomo di equipaggio. Il sommergibile aveva un corpo cilindrico molto allungato ricordando un grosso siluro senza carica di esplosivo, dotato di una prua conica in gradi di garantire un buon coefficiente di penetrazione idrodinamico. Il corpo centrale era del diametro di 910 mm; in lunghezza misurava 11 m (di cui 1 metro occupava la lunghezza della coda), in altezza 2,7 m (compreso il periscopio, il quale misurava 850 mm) mentre in larghezza 1,4 m (comprese le pinne laterali a loro volta riportanti un altezza di 855 mm). Infine i due siluri sottostanti avevano diametro di 450 mm[87]. La costruzione era in acciaio ed alluminio, con una struttura portante di tipo tradizionale. Nell'ultimo terzo della lunghezza del battello era situata una torretta completamente retraibile nel corpo del sommergibile, che veniva alzata per meno di un metro quando il battello navigava in emersione, e veniva completamente ritratta dentro il corpo del natante quando in immersione, ciò allo scopo di garantire il miglior coefficiente di penetrazione possibile nell'acqua. Vi era un singolo periscopio di navigazione ed attacco, ossia utilizzato per vedere al di sopra del pelo dell'acqua e dotato di un reticolo di mira per lanciare i siluri. Verso il retro del sommergibile vi era un grosso timone di direzione che garantiva la manovra del battello. Il suo disegno è

[85] La relazione firmata da Campini, l'11 febbraio 1942 a Milano, di cui una copia è stata trovata nella teca insieme ai progetti. Essa si divide in una serie di capitoli esplicativi cui: descrizione di massima, motore-propulsore, impiego, costo produzione di serie e personale. I dati da me riportati provengono dal riassunto di questi capitoli e da fonti esterne.

[86] Il sommergibile è un unità navale di medio dislocamento adatta a compiere trasferimenti e/o attacchi in superficie e, solo per periodi limitati di tempo, attività operative in navigazione subacquea profonda. Formato in genere da un doppio scafo (scafo resistente per sopportare le pressioni della navigazione in immersione e scafo nautico adatto ad agevolare la navigazione in superficie e al di sotto di essa), dotato normalmente di doppi sistemi di propulsione (diesel-elettrici). I sommergibili sono stati affiancati nell'immediato dopoguerra dai sottomarini, unità navali che, possono compiere qualsiasi tipo di trasferimento e attacco prevalentemente sotto la superficie del mare. Per maggiori dettagli consultare: R. Busetto, *il dizionario militare (Dizionario Enciclopedico del lessico militare)*, Zanichelli, 2004, p. 810 e p. 815.

[87] Misure tratte dal progetto d'assieme in sezione longitudinale contenuto nell'appendice 6.3.

chiaramente di ispirazione aeronautica, con un andamento curvilineo chiaramente marcato, fissato ad una struttura cruciforme esterna, e manovrato dal pilota[88].

Era provvisto, oltre che di un appropriato motore ad aria compressa e vapore per il funzionamento sub acqueo, anche di un piccolo motore a scoppio per la navigazione in emersione. L'alimentazione sub-acquea del motore era fatta dall'aria compressa mescolata a gas e vapori prodotti dalla combustione dell'ossigeno compresso, accumulato in numerose bombole di volume totale sufficiente a garantire all'apparecchio un autonomia in immersione di 40 km percorribili alla velocità di 20 nodi (37,04 km/h)[89]. Il motore a benzina invece era previsto di potenza tale da consentire di percorrere in emersione totale o in emersione del solo periscopio e delle prese d'aria, una distanza dell'ordine di 500 km alla velocità di circa 20 km/h[90].

Circa il propulsore era stata prevista in un primo tempo l'adozione di due eliche contro-rotanti come nei siluri. Successivamente, avendo constatato di non poter contare su un sufficiente rendimento delle eliche durante il funzionamento in emersione, venne adottata la propulsione a reazione che in questo caso oltre ad offrire un buon rendimento offriva anche altri vantaggi: scarsissima rumorosità dell'apparato e quindi impossibilità di individuare la macchina con idrofoni[91]. Esternamente non vi era dunque nessuna elica, la propulsione era infatti assicurata da un elica tripala metallica posta all'interno di un grosso cono di coda, aperto verso la parte posteriore. L'afflusso dell'acqua era assicurato da incassi di dimensioni generose nel corpo dello scafo, in cui l'acqua, dopo essere scivolata lungo lo scafo del sommergibile, penetrava e incontrava l'elica. Il moto della stessa, durante le fasi emerse, concepibilmente l'ingresso e l'uscita dal porto, era assicurata da un motore esotermico, che poteva quindi scaricare all'esterno i fumi di combustione e usufruire dell'aria necessaria al suo funzionamento[92]. Ma era il funzionamento dell'elica durante la fase immersa la parte assolutamente geniale ed innovativa del progetto di Campini: nella parte anteriore dello scafo erano infatti sistemate delle grosse bombole di ossigeno puro, tutte collegate tra loro mediante una serie di tubazioni poste davanti al pilota, che confluivano tutte in un'unica valvola, che veniva aperta quando il mezzo si era immerso. Calettato opportunamente all'albero del motore esotermico,

[88] Deduzioni ricavate dallo studio tecnico dei progetti.

[89] Dato estrapolato dalla relazione di Campini nel 1942, come già detto, de Pizzini affermò che la velocità era di 30 nodi. Ma tale velocità non fu mai stata testata, fu soltanto stimata. Tra il primo e il secondo valore ci sono più di due anni di evoluzione. Forse fu aumentata da Campini elaborando qualche calcolo. Non disponiamo della prima versione del progetto, soltanto della relazione iniziale. Campini potrebbe aver rivisto il coefficiente idrodinamico del mezzo e il sistema dell'elica per renderlo molto più veloce, ma per ora resta soltanto un ipotesi.

[90] Relazione Campini

[91] Dal greco *hydro* = acqua e *phone* = suono, è un microfono progettato per essere utilizzato sott'acqua o per ascoltare suoni provenienti dall'acustica sottomarina.

[92] Supposizioni tratte dallo studio dei progetti.

che era posto alle spalle del pilota, vi era un insieme di ingranaggi di riduzione, collegati ad una turbina in tutto simile a quelle attualmente utilizzate per la produzione di energia idroelettrica, sia pure di dimensioni molto minori delle attuali[93]. L'utilizzo dell'ossigeno, e non dell'aria, nasceva inoltre da una considerazione di tipo tattico, mescolandosi con l'acqua, dopo avere azionato l'elica, esso non generava infatti alcun tipo di bolle in superficie, nascondendo l'approssimarsi del mezzo.

L'analisi dei disegni di progetto giunti sino a noi fanno comprendere due cose, che nella progettazione Campini aveva riversato molta dell'esperienza acquisita nella realizzazione del velivolo "a reazione" Campini-Caproni C.C.2, come la raffinatezza del disegno del sommergibile e della sua struttura di governo rivela, e che il progettista aveva progettato e realizzato molte nuove componenti che fossero in grado di resistere alle altissime pressioni richieste, dell'ordine calcolato delle 700 atmosfere, ben superiore a quanto sino ad allora realizzato. L'ossigeno ad alta pressione così immagazzinato confluiva quindi dalle bombole anteriori, penetrava attraverso delle tubazioni alla turbina e alla girante ad essa collegata, che tramite gli ingranaggi forniva quindi la necessaria potenza all'elica. Secondo i calcoli teorici la potenza così sviluppata era molto superiore a quella di un motore tradizionale, e poteva fornire la velocità desiderata, ormai indispensabile, come abbiamo visto, per sperare di potere attaccare con successo il naviglio avversario, ed eluderne la reazione tornando alla base.

Le armi a disposizione erano due siluri tedeschi del diametro di 450 millimetri, dello stesso tipo di quelli imbarcati sui sottomarini della Kriegsmarine tedesca. Si trattava di armi a contatto, ossia il pilota, giunto in prossimità del naviglio avversario ed inquadrato il bersaglio, lanciava le armi che dovevano andare ad impattare sulla fiancata della nave, o comunque su una superficie solida, esplodendo. I siluri erano agganciati ad apposti supporti, e dotati di una sicura all'acciarino a contatto che era posto anteriormente all'arma. Poco prima dell'azione il pilota, attraverso una serie di leverismi e ingranaggi posti al suo fianco, provvedeva al rilascio della sicura, e al momento dell'attacco, tramite un impulso elettrico, metteva in moto il siluro, che era dotato di motore elettrico a batteria e lo sganciava[94].

Questa macchina era concepita come mezzo d'assalto da usarsi contro formazioni navali o come mezzo di sbarramento di un tratto di mare ristretto. La tattica di utilizzo prevista era abbastanza semplice, il sommergibile, in gruppi di 4-6 battelli, o se possibile anche più, operanti di notte o all'imbrunire per ridurre le possibilità di essere avvistati, si avvicinava al naviglio avversario in navigazione. La distanza ideale di ingaggio era fissata attorno ai 2700 metri, e un reticolo graduato sul periscopio permetteva, stimate le dimensioni delle navi nemiche, di valutare se si era a distanza

[93] *Supra*.
[94] Supposizioni tratte dallo studio dei progetti.

corretta[95]. L'uso contro formazioni navali in marcia o in combattimento richiedeva l'ausilio di un idrovolante, di una silurante o di una nave qualsiasi incaricata di trasportare il piccolo idro-silurante a distanza d'ordine di 30 km di fronte alla formazione navale avversaria. Messo in acqua e armato di uno o due siluri, tale mezzo d'assalto, guidato da un pilota, poteva portarsi in immersione con una rapidità di avvicinamento che escludeva alla formazione navale la possibilità di sfuggire all'attacco, a distanza utile dei propri siluri. Dopo aver colpito, poteva sfuggire al contrattacco dei mezzi avversari, sempre in immersione e sempre con velocità molto alta. Data la mancanza di radio, o di altro metodo di comunicazione tra i sommergibili, veniva concordato prima dell'azione il momento di lancio dei siluri. In caso di avvistamento, questo coincideva con il momento del lancio, dato che ci si doveva allontanare il più in fretta possibile, in caso contrario veniva stabilito un limite di distanza, raggiunto il quale si doveva fare fuoco[96]. Una volta esaurito il compito e lontano dal pericolo del contrattacco, il mezzo poteva emergere e ritornare alle proprie basi con mezzi propri, percorrendo anche una distanza di 500 km in 25 ore.

La durata totale di un attacco eseguito con tale apparato compreso il tempo per il ritorno alla base doveva perciò essere al massimo dell'ordine di 10-20 ore, il che semplificava straordinariamente il problema dell'abitabilità della cabina e poneva tale mezzo aero-navale alla pari del pratico impiego del mezzo aereo[97]. Come mezzo di sbarramento di un tratto di mare di determinata larghezza, la macchina richiedeva solo la permanenza in mare di piccoli mezzi navali di appoggio, sub-acquei o di superficie, distanziati tra loro di circa 50 km in modo che il pilota, nella propria cabina stagna, veniva introdotto soltanto in vista di un'azione.

Il personale da impiegarsi per tale mezzo, che nella sua condotta richiedeva più l'esperienza e la sensibilità di un pilota da aeroplano che di un pilota di sommergibile, poteva essere preso dall'aviazione e istruito espressamente a questo scopo. Secondo Campini poteva addirittura essere istituita un'apposita scuola per il personale della Regia Marina, con istruzione da svolgersi in breve tempo, dato che la condotta di questa macchina non richiedeva particolari attitudini fisiche e nervose come quelle richieste per la formazione di un pilota di aeroplani[98].

Il costo di produzione di un esemplare di questa natura, completa di motori, era dell'ordine di 950.000£, ma una produzione di serie avrebbe abbassato il prezzo intorno alle 500-600.000£. Campini, nella relazione, stima un costo complessivo per la costruzione di 50 apparecchi di 25-30.000.000 di £ che avrebbero portato all'attacco 100 siluri, con un rischio e un logoramento sia per il materiale che per il personale, infinitamente inferiori a quelli che sarebbero stati inevitabili con

[95] S. CAMPINI, *Relazione sulle caratteristiche tecniche del mezzo d'assalto*, Milano, febbraio 1942.
[96] *ibidem*
[97] *ibidem*
[98] *ibidem*

mezzi aerei o navali normali[99]. La probabilità di successo nell'attacco era ritenuta superiore a quella che i coevi mezzi offrivano: in primo luogo per l'elevata velocità di avvicinamento e autonomia sub-acquea nei confronti dei normali sommergibili, in secondo per la sua grande maneggevolezza e rapidità d'immersione e infine per le sue dimensioni estremamente piccole e per la scarsa rumorosità che rendeva difficile il suo avvistamento da parte di mezzi nemici visivi o acustici di osservazione.

[99] Informazioni supposte in S. CAMPINI, *Relazione sulle caratteristiche tecniche del mezzo d'assalto*, *cit.*

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'innovativo progetto di Campini arrivò in una fase del conflitto in cui l'Italia non possedeva le necessarie risorse per realizzare e gestire un progetto così innovativo. Tralasciando qualsiasi altra considerazione sullo stato dei rapporti con la Germania dopo l'8 settembre 1943, ci si chiede infatti come si sarebbe potuto provvedere al rifornimento di simili mezzi, dato che la produzione di ossigeno a livello industriale all'epoca veniva realizzata attraverso la separazione criogenica dell'aria, un procedimento messo a punto tra il 1901 e il 1910 dall'ingegnere tedesco Carl von Linde, e che viene svolta a -195,8 °C. Una flotta di tali battelli avrebbe richiesto un'adeguata struttura di supporto, mezzi adeguati di trasporto dell'ossigeno, che è esplosivo, dato che una forte pressione parziale di ossigeno può provocare combustioni spontanee, e basta un innesco anche blando (una scarica elettrostatica, magari causata dallo sfregamento di un maglione sintetico), per scatenare un incendio molto difficile da domare. Inoltre la realizzazioni delle turbine, sottoposte a forti pressioni e sollecitazioni dinamiche (si pensi al regime di rotazione dell'albero dell'elica) avrebbe richiesto un industria metallurgica di dimensioni e qualità ben più elevata di quella allora presente sul suolo italiano. Le stesse saldature, che non dovevano presentare difetti, presentavano grossi problemi, come ha ricordato uno degli operai che al sommergibile lavorarono[100]. Campini, geniale progettista, non tenne, o non volle tenere conto, delle difficoltà insite in un progetto bellico che per caratteristiche intrinseche richiedono facilità di produzione e di utilizzo in massa. Il carattere del battello rimase, grosso modo, confinato al campo della sperimentazione, così come fu per il velivolo a reazione da lui progettato cinque anni prima. Non è invece stato possibile appurare, dalle testimonianze e dalla documentazione consultata, quanti mezzi furono effettivamente costruiti. Alcune testimonianze, come quelle dell'Ing. De Pizzini, riferiscono di due battelli, altre di un solo battello, quest'ultima l'ipotesi forse più probabile. Recentemente sono venuti alla luce dei disegni, poco più che schizzi, di origine statunitense e riferiti ad un sommergibile catturato dall'esercito americano a Torbole sul Garda, e che ricordano i disegni originali del sommergibile di Campini[101]. Peraltro pare accertato che un mezzo di tale tipo sia stato catturato dalla "S Force", un reparto dell'esercito USA incaricato di recuperare la tecnologia superstite, gli scienziati e tutte le

[100] Intervista con Giovanni Tomasi di Dro, che fu uno degli operai che presero parte al progetto. Realizzata da Carretta Luigi il 28 giugno 2005.

[101] A. RASTELLI, *Caproni e il mare, cit.* p. 95-97

informazioni possibili in merito[102]. Si trattò quindi di un progetto avveniristico per l'epoca, ma difficile da realizzare nella pratica.

La mia ricerca tuttavia, anche se ancora approfondibile, ha portato alla luce dei documenti inediti: i progetti del mini sommergibile, grazie ai quali, è stato possibile compiere un primo studio di massima del funzionamento tecnico attraverso le innovazione tecnologiche e le tattiche di utilizzo, che fino ad ora erano state soltanto supposte sulla base di testimonianze confuse. Questo lavoro è stato possibile anche grazie all'aiuto dell'esperto in campo militare Luigi Carretta, con cui ho esaminato i progetti ricavando le misure reali e la forma del mezzo d'assalto, confermando poi la teoria che sosteneva che fosse stato costruito dalla ditta Caproni basandosi su alcune concezioni aeronautiche rendendo quindi possibile, affermare con certezza che il sommergibile fu costruito veramente e che quindi non si tratta di una leggenda.

In questa tesi sono state unite tutte le testimonianze relative al sommergibile Campini-De Bernardi recuperate durante 60 anni di ricerche da vari soggetti maturate grazie ad interviste agli operai che lavorarono all'assemblaggio al forte di Riva del Garda e agli ingegneri costruttori. Grazie alle foto da me scattate, sarà possibile visionare i documenti da altri ricercatori, presso il Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto, senza bisogno di estrarli dalla propria teca di conservazione rischiando di rovinarli, e inoltre compiere ulteriori ricerche utilizzando il database di *Microsoft Access*.

I misteri su tutta la produzione dell'alto Garda rimangono irrisolti, ma questa tesi mi auguro, possa aver portato uno spiraglio di luce per poter approfondire meglio la questione.

[102] Notizia contenuta in : G. FERRARO, Enciclopedia *dello spionaggio nella seconda guerra mondiale*, Teti Editore, Roma, 2010, pp. 630-631.

5. BIBLIOGRAFIA

Parte archivistica e di ricerca

- GRUPPO VOLONTARI DEL GARDA, *Il ritrovamento della cannoniera Sesia*, 2012.

- R. DOMENICHINI, A. TONICELLO, *Il disegno in architettura, giuda alla descrizione, archivio progetti*, IUAV – AP archivio progetti, Il Poligrafo, Padova, 2004.

Parte storica

- F. BOVI, *Tunnel Factories: le fabbriche segrete del Garda*, in «Volare», n°247, Luglio 2004.

- D. R. BROWER, *Remount Blue, The combat story of the 3d Battalion, 86th Mountain Infantry*, Berkeley, Calif., 1948

- T. CHAFFIN, The H. L. Hunley, *The Secret Hope of the Confederacy*, Farrar, Straus and Giroux, 2008.

- G. D. COCCONCELLI, *La Galleria Adige-Garda*, in «La Giurisdizione di Penede», anno IV n°11, Dicembre 1998, pp.5-59.

- G. D. COCCONCELLI, *Tunnel Factories – le Officine Aeronautiche Caproni e Fiat nell'Alto Garda 1943-1945*, Giorgio Apostolo Editore, Milano, 2001.

- M. FARAONI, *Quell'ultimo giorno*. *L'arrivo degli americani a Garda il 27 aprile 1945 nei documenti militari alleati*, 2010.

- A. MIORELLI, *Remount blue 1945. Dal Tirreno al Garda con la 10a Divisione da montagna (USA)*, Fondazione Cassa di risparmio di Trento e Rovereto, Trento, 2009.

- A. RASTELLI, *Caproni e il mare*, Museo Aeronautico Gianni e Timina Caproni di Taliedo e Giorgio Apostolo Editore, Milano, 1999.

- P. SAVEGNAGO, L.VALENTE, *Il mistero della Missione giapponese. Valli del Pasubio, giugno 1944: la soluzione si uno degli episodi più enigmatici della guerra nell'Italia occupata dai tedeschi*, Cierre edizioni, Verona, 2005.

- V. SPIGAI, *Cento uomini contro due flotte*, Marina di Carrara, Associazione Amici di Teseo Tesei, 2007.

Parte tecnica

- G. ALEGI, *Campini-Caproni*, Collana Ali d'Italia Mini n°5, Giorgio Apostolo Editore, 2006.

- G. BARONI, *La guerra dei radar, il suicidio dell'Italia 1935/43*, Greco&Greco editore, Milano, 2007

- P. BARONI, *Bombardieri Caproni, le ali della vittoria*, Edizioni Settimo Sigillo, Roma, 2007.

- D. BROWN, *Warship Losses of World War Two*, Arms and Armour, London, 1990.

- R. BUSETTO, *Il dizionario militare (Dizionario Enciclopedico del lessico militare)*, Zanichelli, 2004.

- S. CAMPINI, *Relazione sulle caratteristiche tecniche del mezzo d'assalto*, Milano, febbraio 1942.

- G. CIAMPAGLIA, *La propulsione a reazione in Italia dalle origini al 1943*, Ufficio Storico Aeronautica Militare Italiana, Roma, 2002.

- G. FERRARO, *Enciclopedia dello spionaggio nella Seconda guerra mondiale*, Teti Editore, Roma 2010.

- S. NESI, *Decima flottiglia nostra*, Lo Scarabeo, Bologna, 2008.

- E. PALMER HOYT, *The Voyage of the Hunley*, Burford Books, New York, 2003.

- L. POGGIALI, M. AFIERO, *Kuestenjaeger, I cacciatori costieri tedeschi*, Lupo Editore, Firenze, 2006.

- R. H. RAINERO, R. ROSSETTI , *Dall'affondamento della Viribus unitis all'impegno antifascista*, Editore Marzorati, Settimo Milanese, 1989.

- R. J. ROBERT, *Sottomarini. 300 grandi battelli da tutto il mondo*, L'Airone Editrice, Roma, Collana: Super jolly, 2011.

- D. RODOGNO, *Il nuovo ordine mediterraneo*, Bollati Boringhieri, Torino, 2003.

- M. SPERTINI, E. BAGNASCO, *I mezzi d'assalto della X flottiglia MAS 1940-1945*, Albertelli Editore, Parma, 2005.

Parte Biografica

- R. ABATE, G. ALEGI, G. APOSTOLO, *Aeroplani Caproni, Gianni Caproni ideatore e Costruttore di ali italiane*, Giorgio Apostolo Editore, Milano, 1992.

- G. EVANGELISTI, *Un' aquila nel cielo. Mario De Bernardi. La vita, le imprese*, Editoriale Olimpia, 1999.

- I. MENCARELLI, *Gianni Caproni*, Pubblicazioni Ufficio Storico Aeronautica SMA, Roma, 1969.

- R. TURRINI, *Federico Caproni*, in «Il Sommolago», anno IV, n.1, aprile 1987.

Articoli di giornale

- L. NAVE, *I segreti dell'anfibio affondato del lago*, in «L'Adige», mercoledì 12 dicembre 2012.

- D. PIVETTI, *Ecco le armi segrete del Fuhrer,* in «L'Adige», cronaca di Riva del Garda, giovedì 30 Aprile 2009.

Interviste

- *Intervista telefonica al Conte Giovanni Caproni*, all'inizio degli anni '80.

- *Intervista alla Contessa Maria Fede Caproni*, realizzata da Carretta Luigi, 3 settembre 2003

- *Intervista con Giovanni Tomasi di Dro*, realizzata da Carretta Luigi, 28 giugno 2005.

- *Intervista con l'Ing. De Pizzini*, realizzata da Carretta Luigi, 18 maggio 2006.

Fonti multimediali

M.V. QUATTRINA, *Tunnel Factories: le armi segrete di Hitler. Armi convenzionali e produzioni belliche realizzate nelle gallerie del Lago di Garda durante la Seconda guerra mondiale*, Il volo, Verona, 2010.

Siti internet

- http://www.ibiblio.org/pha/pre-war/1922/nav_lim.html

- http://www.lucavalente.it/modules.php?name=Speciale

6. APPENDICI

6.1 BIOGRAFIE

Giovanni Battista Caproni

Giovanni Battista Caproni, semplicemente Gianni per la famiglia, nacque il 3 luglio 1886 a Massone, ora frazione di Arco, ma che allora era il Comune di Oltresarca (in pratica il territorio che si trova a est del fiume Sarca). Figlio di Giuseppe e Paolina Maini, proveniva da una famiglia di piccoli possidenti arcensi che gli garantirono una certa agiatezza e anche la possibilità di un'istruzione elevata, prima frequentò inizialmente la Realschule di Rovereto, quindi si laureò in ingegneria al Politecnico di Monaco di Baviera nel 1907, e in seguito si perfezionò come ingegnere elettrotecnico nel 1908 presso l'Istituto "Montefiori" di Liegi, ove tra l'altro conobbe Henry Coanda, uno dei pionieri dell'aerodinamica moderna e le sue teorie sugli effetti fluidodinamici[103]. La passione per le "macchine volanti" si manifestò praticamente da subito, e durante il suo soggiorno parigino entrò in contatto con il mondo delle "macchine volanti". Parigi era allora una delle capitali mondiali di questa nuova tecnologia e gare aviatorie si tenevano praticamente di continuo. In un primo tempo si dedicò al volo degli alianti, perfezionando gli studi di Otto Lilienthal sul volo a vela, e dal 1908 si dedicò alla progettazione del suo primo vero aereo, che chiamò, abbastanza semplicemente, Caproni 1. Cercò senza successo in Italia i primi finanziatori del suo progetto e pertanto produsse il primo biplano autonomamente, in collaborazione con il fratello maggiore Federico. Nel 1910, si trasferisce prima nella zona della Malpensa e poi a Vizzola Ticino, iniziando l'attività di costruzione e collaudo degli aerei contrassegnati dalla sigla "Ca" e fondando la Scuola di Aviazione Caproni, che diplomò numerosi piloti del tempo. A partire dal 1911 si concentrò sullo sviluppo di monoplani, con la produzione dei modelli da Ca.8 a Ca.16. Da questi aerei, Gianni Caproni sviluppò poi il Ca.18, destinato all'osservazione aerea, ma purtroppo l'aereo uscì sconfitto dal 1º concorso militare italiano che si era tenuto all'inizio del 1913. L'azienda da lui fondata si trovò così in difficoltà economiche, e perciò nello stesso anno venne acquistata dallo stato italiano, che non aveva interesse a perdere un polo progettuale di eccellenza Giovanni Battista Caproni vi rimase come direttore tecnico. In questo periodo iniziò lo sviluppo dei trimotori da bombardamento che, dal prototipo Ca.31, porteranno alla sviluppo dei bombardieri biplani Ca.32, Ca.33, Ca.44 e triplani Ca.40[104]. Poco prima dello scoppio della Prima guerra mondiale,

[103] La fluidodinamica è quella parte della meccanica dei fluidi che studia il comportamento dei fluidi (ovvero liquidi e gas) in movimento.

[104] I. MENCARELLI, *Gianni Caproni*, Pubblicazioni Ufficio Storico Aeronautica SMA, Roma, 1969.

Giovanni Battista Caproni rifiutò inoltre un invito dall'Impero austro-ungarico a trasferire la sua azienda in Austria, e questo fece sì che durante la Prima guerra mondiale venisse considerato dagli austriaci un "traditore". Fu comunque con la Prima guerra mondiale che gli aeroplani Caproni divennero universalmente noti. Il Caproni CA 3, aereo da bombardamento, venne ordinato in grandi quantità. Le commesse belliche e gli introiti relativi permisero al costruttore trentino di costituire un vero e proprio impero industriale, in cui l'attività aeronautica era prevalente, ma che non disdegnava la partecipazione in altre aziende meccaniche, o comunque giudicate di interesse. Nuovo impulso all'industria aeronautica giunse con l'avvento del fascismo. Nel gennaio 1923 fu costituito il "Commissariato per l'aeronautica" e ricostituite subito le flotte aeree. In particolare per la flotta da bombardamento furono utilizzati i vecchi Caproni Ca.45, ma nel 1924 il Ca. 66 vinse un concorso indetto dal Ministero dell'aeronautica per un bombardiere notturno. Nel 1935 furono incorporate le Officine Meccaniche Reggiane, di cui fu mantenuto il nome. Nel 1936, con la guerra in Etiopia molti aeroplani furono commissionati alla Caproni, e negli anni tra le due guerre mondiali Caproni si impegnò anche a creare un vero e proprio gruppo industriale che assunse il nome "Aeroplani Caproni S.A." e che arrivò a contare più di 20 consociate (Gruppo Caproni) di cui alcune officine all'estero, a Baltimora negli Stati Uniti (Caproni-Curtiss) e in Bulgaria a Kazanlik (Kaproni Bulgarski). Nel 1940 venne nominato da Mussolini conte di Taliedo, dalla località del comune di Milano dove sorgevano le officine Caproni e il primo aeroporto milanese. Inizialmente contrario all'entrata dell'Italia nella Seconda guerra mondiale, era fermamente convinto che sarebbe stato un conflitto di macchine, vinto da chi "ne avrebbe schierato il maggior numero e della qualità migliore"[105].

A seguito dell'armistizio dell'8 settembre 1943 i principali stabilimenti della Caproni si trovarono nel territorio controllato dalla Repubblica Sociale Italiana. Alla fine della guerra il nuovo governo italiano preferì rifornirsi all'estero, soprattutto negli Stati Uniti, per quel che riguardava il materiale aeronautico e questo causò la crisi della Caproni che perse molte delle sue commesse. Dopo la guerra Caproni tentò di riorganizzare il suo gruppo industriale che nel frattempo si era fortemente indebitato. Tra il 1947 ed il 1951 cercò finanziatori e committenti in tutto il mondo: Unione Sovietica, Francia, ed Israele. Provò ad ottenere finanziamenti anche presso le banche vaticane, con scarso successo. Morì nel 1957 all'età di 71 anni[106].

[105] R. TURRINI, *Federico Caproni*, in «Il Sommolago», anno IV, n.1, aprile 1987.

[106] R. ABATE, G. ALEGI, G. APOSTOLO, *Aeroplani Caproni, Gianni Caproni ideatore e Costruttore di ali italiane*, Giorgio Apostolo Editore, Milano, 1992.

Secondo Campini

Secondo Campini nacque il 28 agosto del 1904 a Bologna, dove visse i primi anni della sua vita e dove si laureò in ingegneria civile nel 1928. Dopo un apprendistato in una serie di studi tecnici della sua città, nel 1931 cominciò ad inoltrare ai competenti ministeri delle proposte per dei nuovi tipi di propulsione a getto, e dopo avere ricevuto un iniziale interessamento provò con successo un idrogetto nella laguna di Venezia nel 1932. Da allora, e sino al 1940, tramite l'ufficio di progettazione da lui fondato, la VENAR, si dedicò alla realizzazione del primo jet italiano, un motoreattore, che compì il primo volo nel 1940, divenendo il secondo velivolo di questo tipo al mondo a volare. Dopo la Seconda guerra mondiale emigrò negli Stati Uniti, iniziando una collaborazione con Preston Tucker, un costruttore di automobili allora noto per la Tucker '48, una macchina di grande successo commerciale. Tucker incaricò l'ingegnere italiano di mettere a punto una macchina spinta da un motore a turbina. Dopo la chiusura della Tucker, nel 1948, Campini lavorò per la Northrop in vari progetti militari, venendo coinvolto anche nella progettazione dell'YB-49, una vera e propria 'ala volante' di dimensioni colossali. Nella seconda metà degli anni '60 fece rientro in Italia, e morì a Milano il 7 febbraio del 1980[107].

Mario De Bernardi

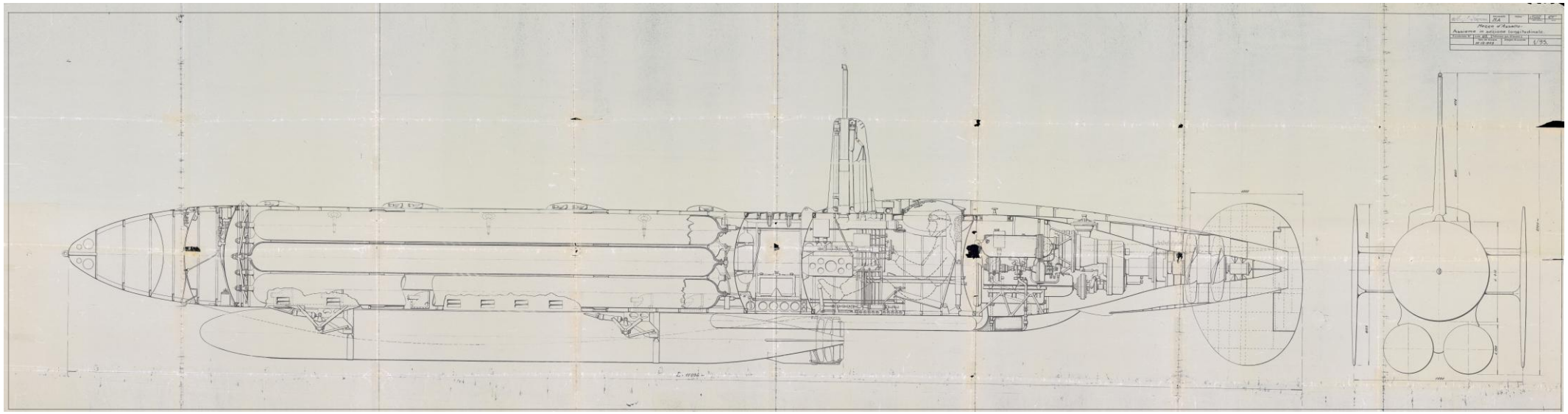
Nato a venosa il 1° luglio del 1893 (PZ) fu uno dei nomi di maggior spicco della nascente aeronautica militare italiana. Già all'età di 18 anni, nel 1911, si arruolò volontario per combattere nel conflitto Italo-Turco in Libia. All'epoca venivano effettuati i primi esperimenti di osservazione aerea e di bombardamento delle truppe nemiche. De Bernardi assistette alle operazioni aeree, e al suo rientro in patria per motivi di salute, presso il campo di volo di Aviano riuscì a conseguire nel 1914 il brevetto di pilota civile n° 259. L'anno dopo De Bernardi riuscì ad entrare all'Accademia Militare di Modena, mentre il 20 marzo conseguiva il nuovissimo brevetto di pilota militare. Nel corso della Prima guerra mondiale venne assegnato a vari reparti, prima di essere mandato alle squadriglie di aviazione. Sebbene non conseguisse mai la qualifica di "asso", data dopo cinque abbattimenti, conseguì la medaglia di bronzo al Valor Militare per avere abbattuto un aereo nemico nel cielo di Verona, il primo del conflitto. In seguito divenne collaudatore di aerei per la Pomilio occupando il posto che era stato del fratello maggiore, Alberto, precipitato sul campo di Mirafiori per un guasto al motore. Fu il primo a compiere un volo di collegamento postale tra Torino e Roma il 23 maggio 1917, decollando dal campo Aeritalia con un Pomilio PC1 e atterrando dopo 4 ore e 3

[107] G. CIAMPAGLIA, *La propulsione a reazione in Italia dalle origini al 1943*, *cit.*

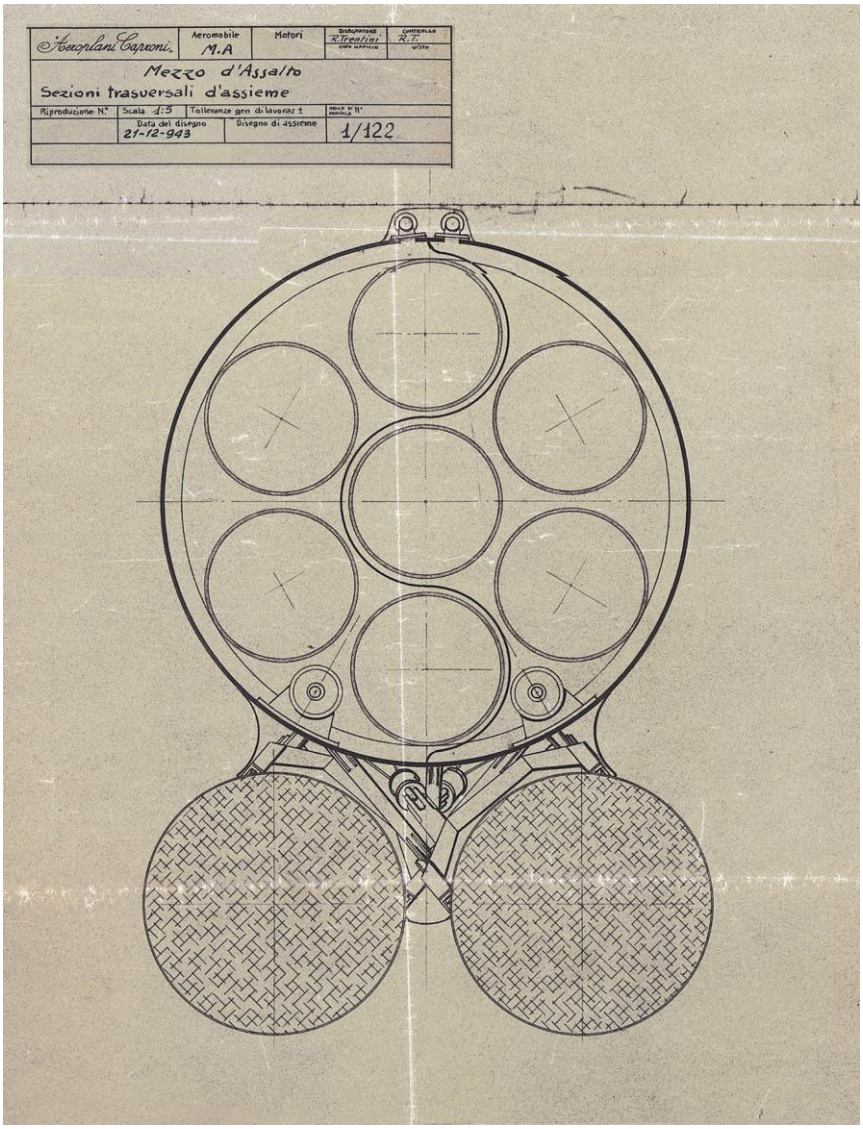
minuti, portando alcuni sacchi con duecento chilogrammi di posta. Dall'inizio del 1918, fino al termine del conflitto, fece parte della 91ª Squadriglia Aeroplani da Caccia comandata da Baracca insieme con altri piloti assai famosi, abbattendo complessivamente prima della fine del conflitto quattro velivoli austriaci ed ottenendo per questo la medaglia d'argento al valor militare. Rimasto in aviazione dopo la fine del conflitto, nel 1923, fu nominato comandante del Gruppo Sperimentale con base al campo di Montecelio a Roma. Si trattava di un unità che aveva il compito di sviluppare aeroplani e di competere nella gare aeronautiche di velocità che all'epoca si tenevano un po' in tutto il mondo. Tra le più famose vi era la Coppa Schneider, cui De Bernardi partecipa nel 1926, vincendo e stabilendo il nuovo record mondiale di velocità per idrovolanti. Nel 1928, con un idrocorsa Macchi M.52R, fu il primo uomo ad oltrepassare in volo, la velocità di 500 km/h, raggiungendo i 512,776 km/h. Nel 1930 rassegna le sue dimissioni dall'aeronautica militare, e si trasferisce alle officine Caproni di Taliedo, vicino all'attuale aeroporto di Linate, ricoprendo nell'azienda lombarda il ruolo di pilota collaudatore e consulente tecnico. Dal 1940 partecipò allo sviluppo del primo Aereo Radio Pilotato. Nel 1941 collaudò il Campini-Caproni C.C.2, con cui, il 30 novembre del 1941 coprì la tratta Milano-Guidonia in circa due ore trasportando con se alcune lettere. Fu il primo trasporto di posta aerea con velivolo a reazione. Morirà l'8 aprile 1959, all'età di sessantacinque durante un esibizione in volo nei pressi di Roma[108].

[108] Informazioni relative a Mario De Bernardi ricavate da: G. EVANGELISTI, *Un' aquila nel cielo. Mario De Bernardi. La vita, le imprese*, Editoriale Olimpia, 1999.

6.2 SELEZIONE DI FOTO DEI PROGETTI



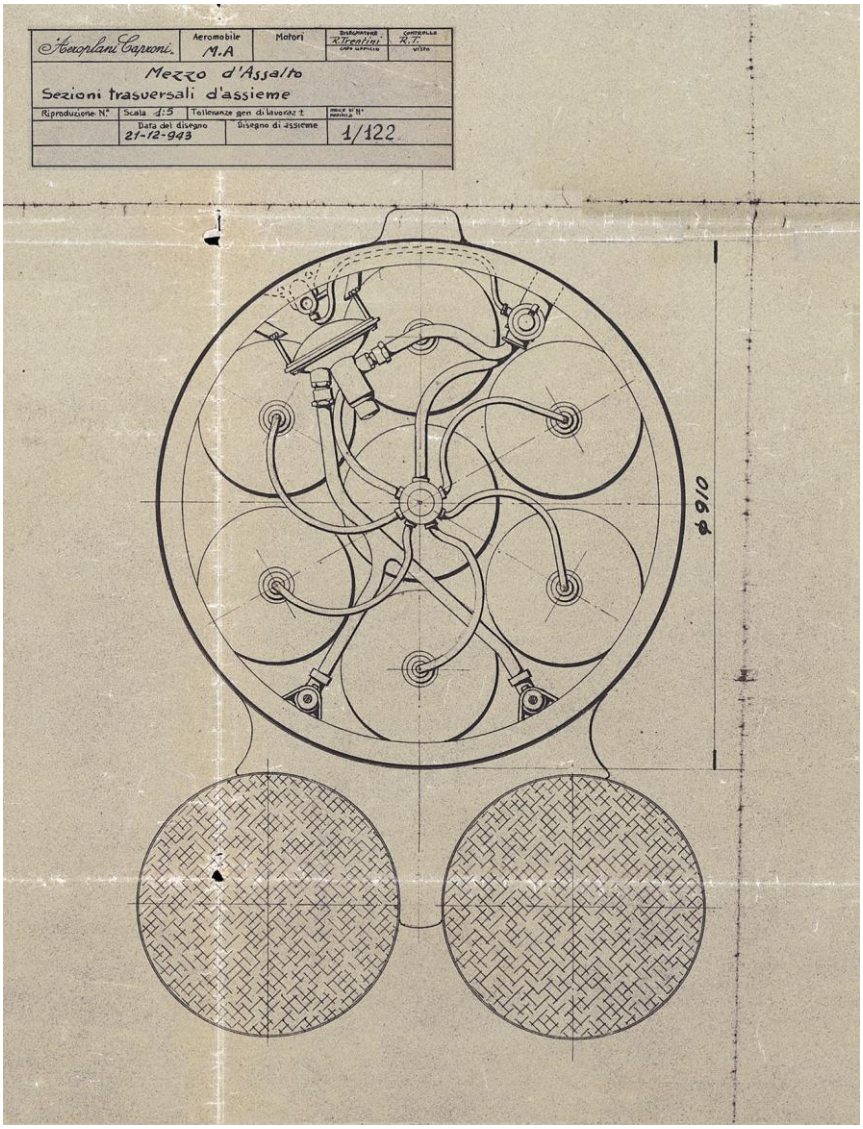
Tavole con serie in successione (1/010)
SEZIONE LONGITUDINALE D’ASSIEME



Tavole con serie in successione (1/011)

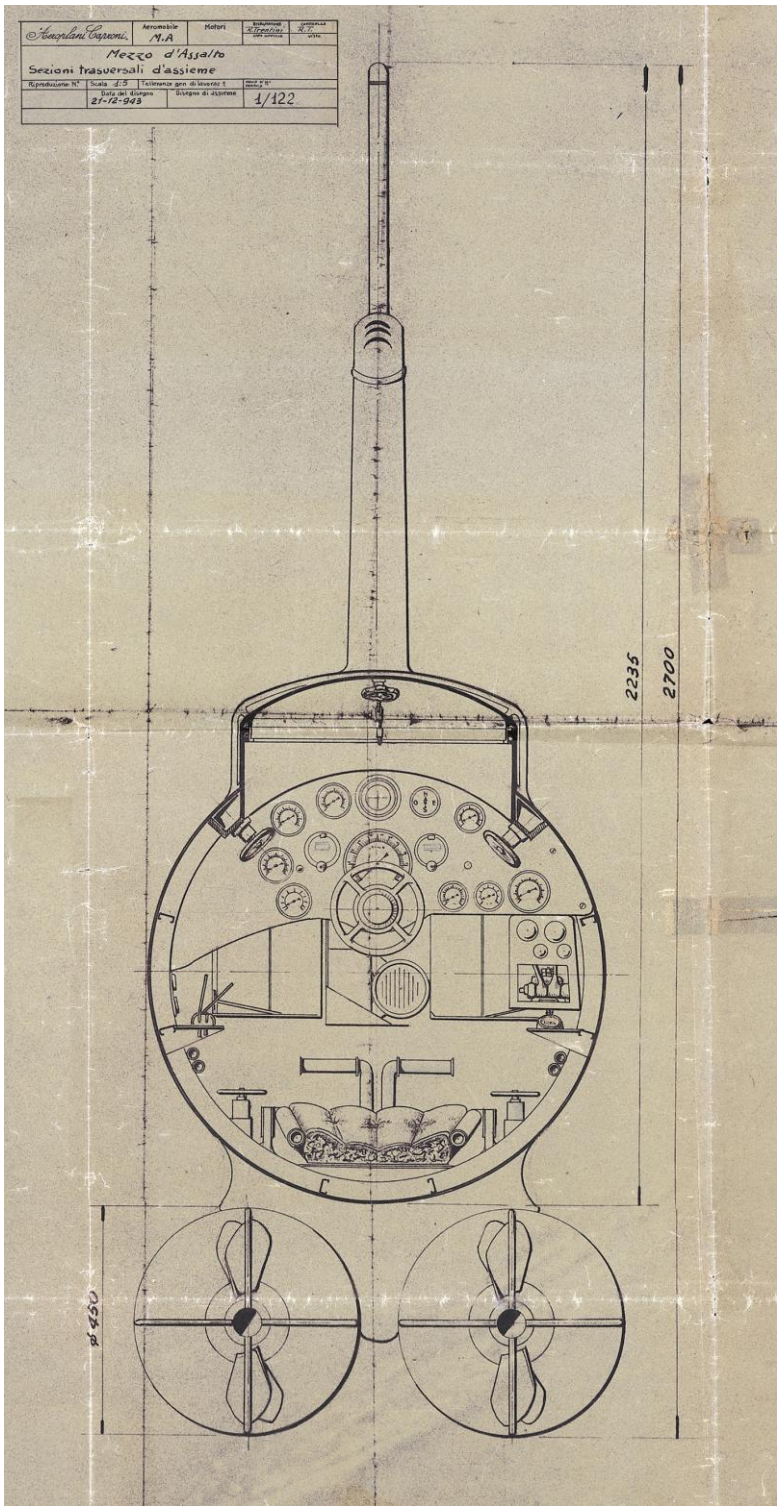
SEZIONE TRASVERSALE D'ASSIEME 1

In corrispondenda delle bombole di ossigeno, evidenzia gli agganci dei siluri.



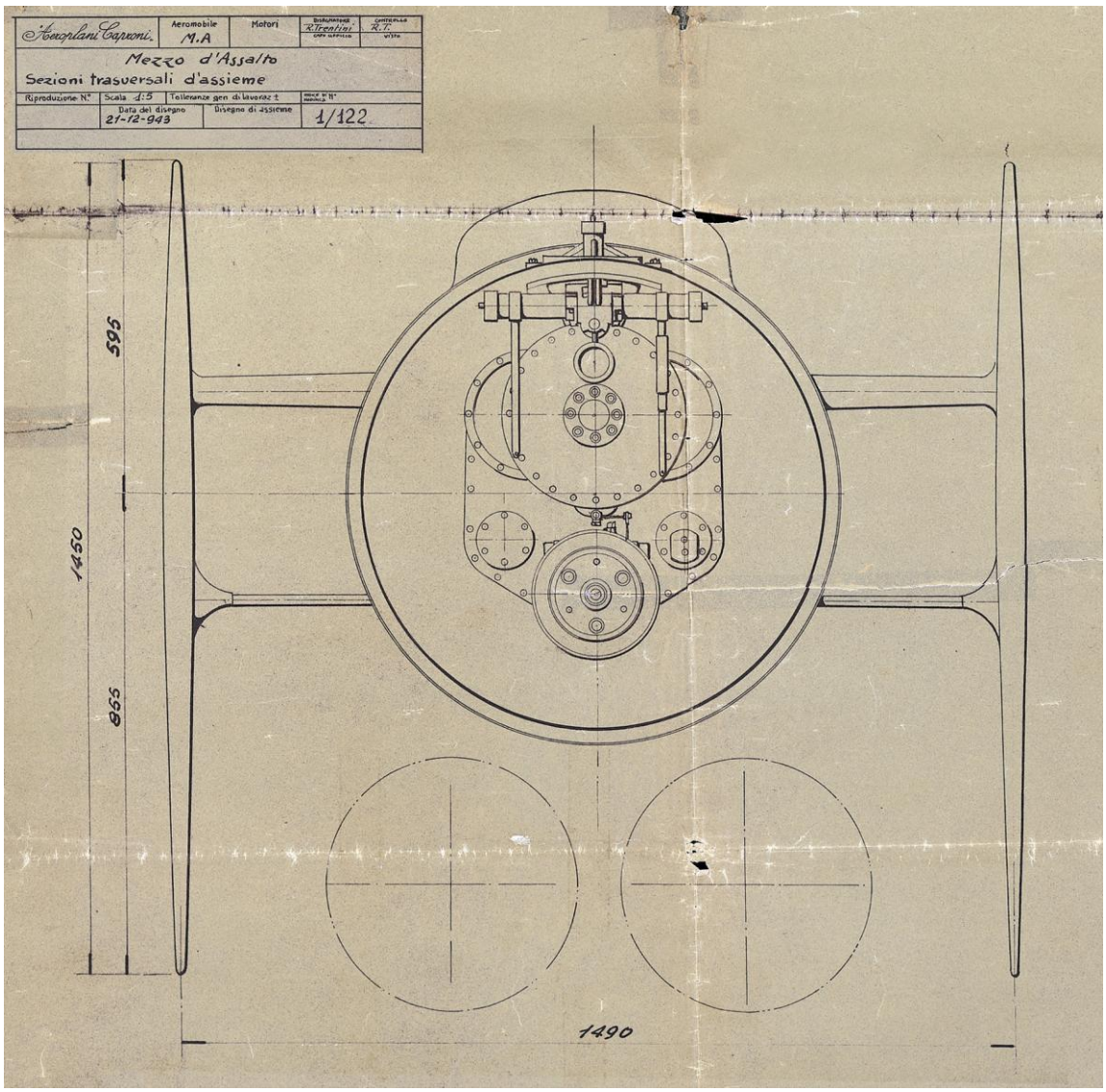
SEZIONE TRASVERSALE D'ASSIEME 2

Davanti al posto di pilotaggio, indica la valvola di pressione centrale delle bombole di ossigeno e del sistema di alimentazione degli agganci di rilascio dei siluri.



SEZIONE TRASVERSALE D'ASSIEME 3

Vista in corrispondenza del posto di pilotaggio, in evidenza emergono le eliche controrotanti dei siluri, il volantino di governo del mezzo, il sedile del pilota, le due pedaliere direzionali trasversali (derivate dalla tecnologia aeronautica). Tra gli strumenti si notano la bussola, il profondimetro, il gruppo di comando di rilascio dei siluri, la luce per illuminare l'abitacolo, gli indicatori di pressione delle bombole. Ai lati del seggiolino sono posti i tubi di conduzione dell'aria esterna per il motore esotermico.



SEZIONE TRASVERSALE D'ASSIEME 4

Vista verso il lato posteriore che evidenzia il gruppo riduttore delle eliche e la "tasca" di presa d'acqua che alimentava le eliche stesse. Il meccanismo circolare inferiore è l'albero di motore azionato a diesel per a navigazione in superficie, il meccanismo circolare superiore invece è l'albero di motore alimentato dalle bombole di ossigeno per la navigazione in immersione. Entrambi i meccanismi si collegano all'elica.

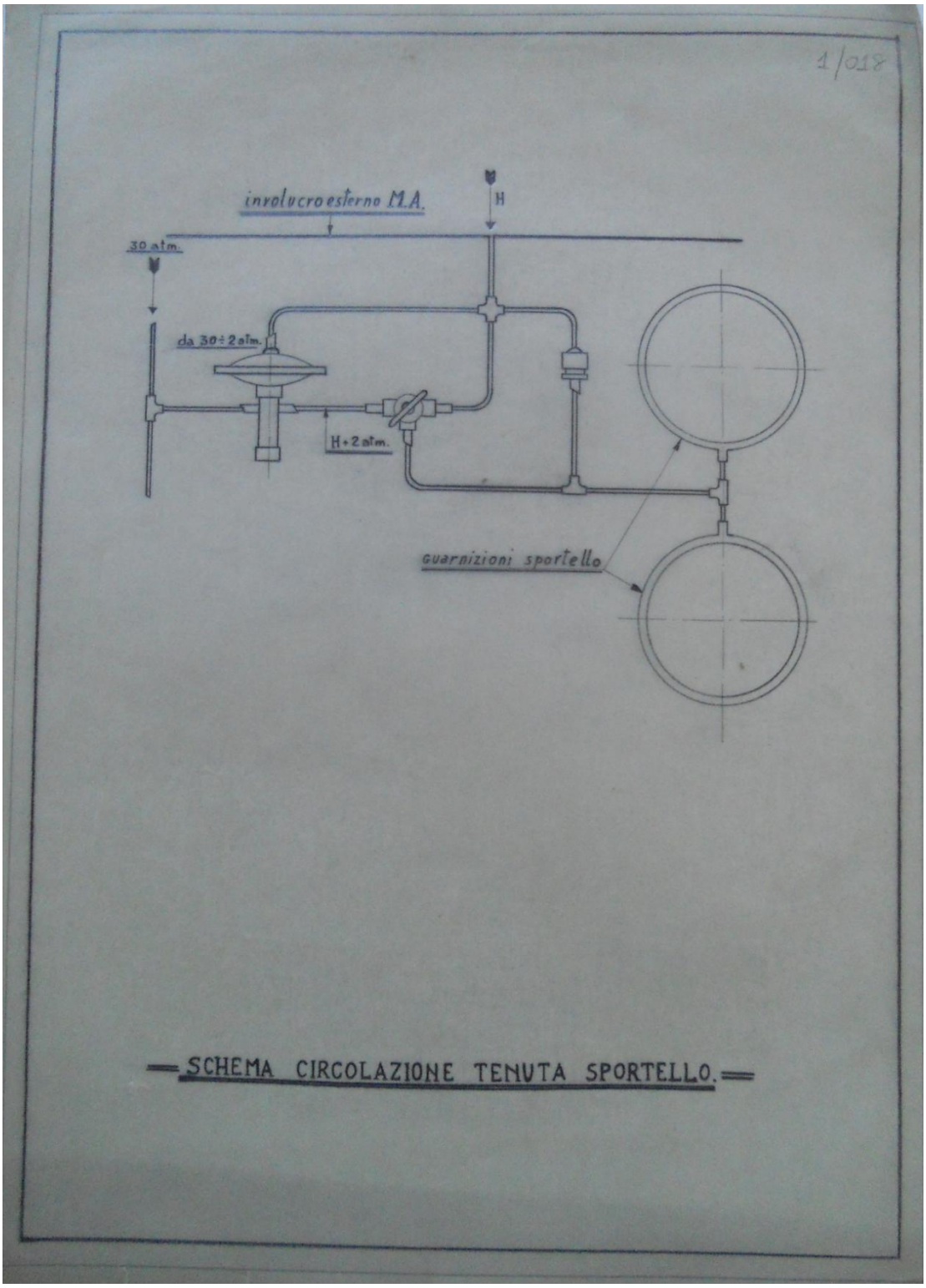
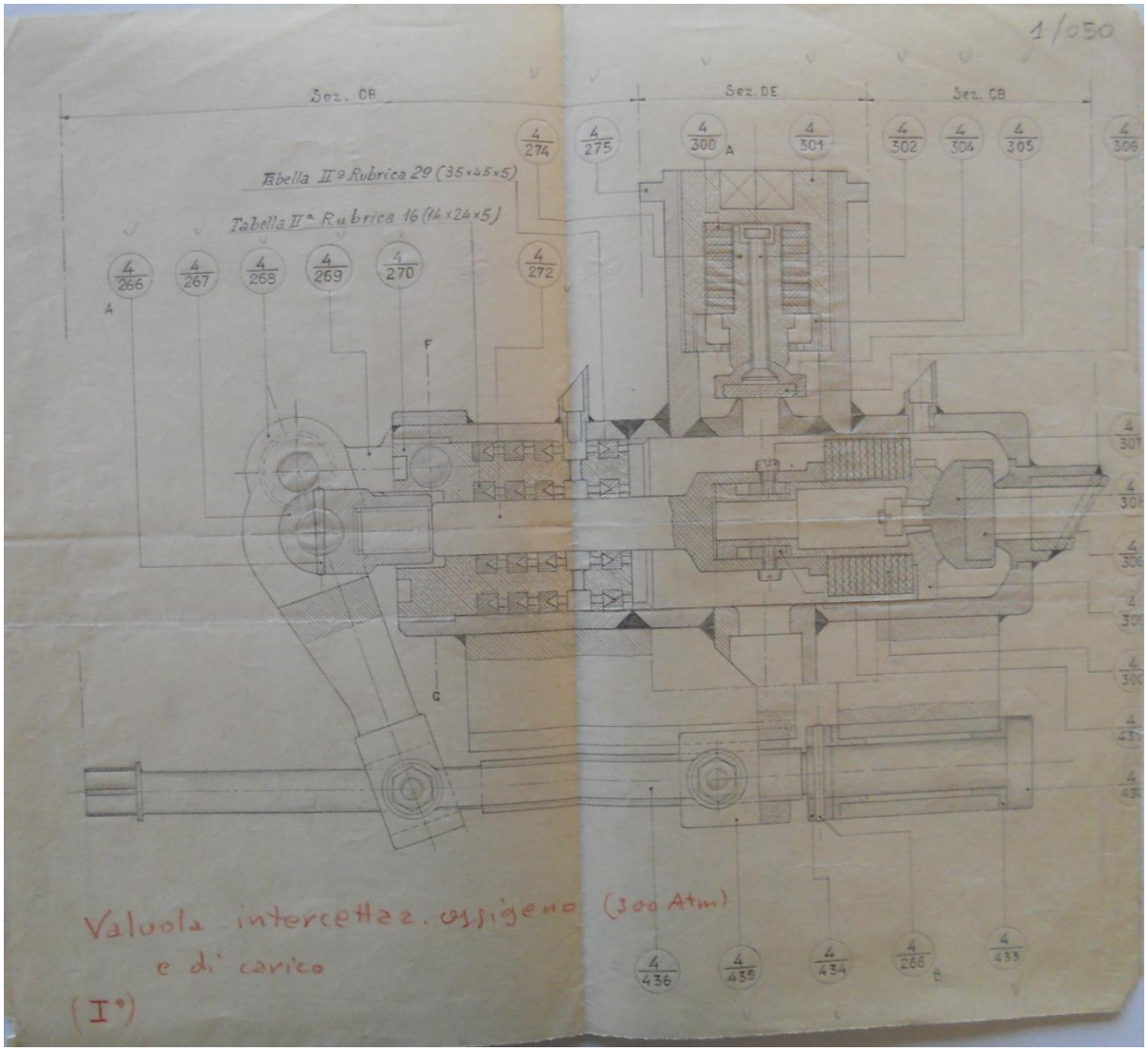


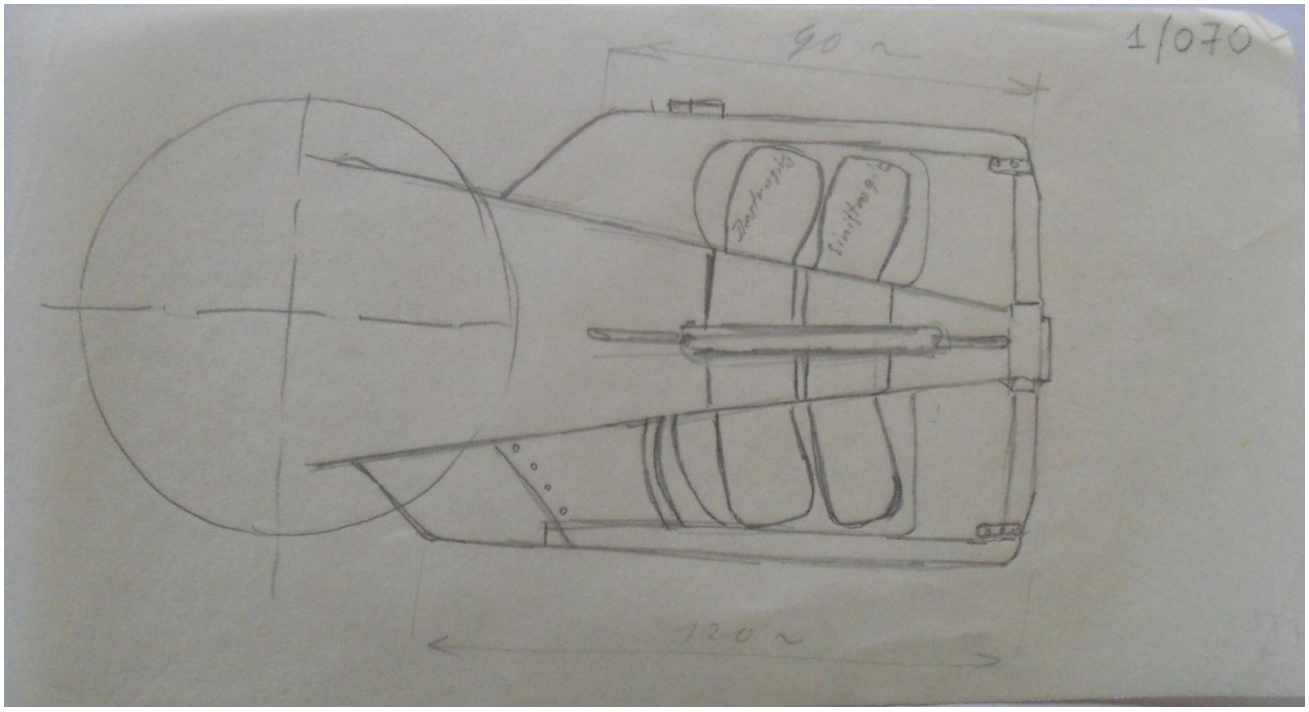
Tavola di Precisione (1/018)

SCHEMA CIRCOLAZIONE TENUTA SPORTELLO



Disegno Preparatorio (1/050)

VALVOLA INTERCETTAZ. OSSIGENO (300 Atm) E DI CARICO



Schizzo a mano libera (1/070)

CODA

6.3 SCHEDE ARCHIVISTICHE

Scheda	Serie	Segnatura	Vecchia segnatura	Titolo della serie	Titolo	Note al titolo	Edizione	Note all'edizione	Scala	Note alla scala	Data	Note alla data	Descrizione fisica	Note alla descrizione fisica	Soggetto	Note
1	1	001	1/1	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Riduttore di pressione : da 300 a 30 kg/cmq / aeroplani Caproni Taliedo-Milano	Parte meccanica	Prima versione		1 : 1		4 aprile 1942		Tavola : eliografia; 50x59 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Due scritte del progettista "annullato" una in matita rossa, l'altra in matita color grafite, altre scritte a mano non decifrabili, disegni a mano ai lati.
2	1	002	1/1	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Riduttore di pressione : da 300 a 30 kg/cmq / aeroplani Caproni Taliedo-Milano	Parte meccanica	Seconda versione		1 : 1		4 aprile 1942		Tavola : eliografia; 50x59 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Due scritte del progettista "annullato" una in matita rossa, l'altra in matita color grafite,annotazioni a mano dal progettista non decifrabili, disegni a mano ai lati.
3	1	003	1 / 20	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Riduttore di pressione / aeroplani Caproni Taliedo - Milano	Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : eliografia ; 56x53 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Scritta "annullato" in matita rossa + segni di matita rossa. Firma del disegnatore: M. Gastiglione, nemero: 490557
4	1	004	7 / 35	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola termoregolatrice : complessivo / aeroplani Caproni Taliedo - Milano	Parte meccanica			1 : 1		4 giugno 1942	XX	Tavola : eliografia ; 44x75 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Firma del disegnatore non decifrabile, numero : 4554401, scritta in alto a destra non decifrabile
5	1	005	1 /43	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola a rubinetto di comando pressione valvola riduttrice : complessivo / aeroplani Caproni Milano	Parte meccanica, Gruppo: Comando			1 : 1		6 ottobre 1942	XX	Tavola : eliografia ; 41,5x59 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Scritta in matita rossa: "27/1/43 annullato", note del progettista, firma del disegnatore e del controllo non decifrabili, n° riproduzione cancellato
6	1	006	1 / 46	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Assieme : valvola d'intercettazione ossigeno / aeroplani Caproni Milano	Parte meccanica, Gruppo: Comandi			1 : 1		13 ottobre 1942	XX	Tavola : eliografia ; 66x71 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Scritta in matita rossa: " annullato 27/1/943 CM", firma disegnatore: F. Galli, firma controllo non decifrabile, n° riproduzione cancellato
7	1	007	1 /48	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Assieme : Rubinetto d'intercettazione aria compressa turbina e sazzoni / / aeroplani Caproni Milano	Parte meccanica, Gruppo: Comandi			1 : 1		16 ottobre 1942	XX	Tavola : eliografia ; 41,5x59	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Scritta in matita rossa: " annullato 27/1/43", firma disegnatore non decifrabile, n° riproduzione cancellato
8	1	008	1 /18	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Complessivo : Gruppo pompe ad ingranaggi per lubrificazione / Aeroplani Caproni Milano	Parte meccanica			1 :1		25 novembre 1942	XXI	Tavola : eliografia ; 41,5x59 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Segni di matita rossa e gialla nel disegno del progetto, Modifiche: "25-11-42 Modificato (sostituisce la pari Numero)",firma disegnatore e di controllo non decifrabili, n° riproduzione 586193
9	1	009	1 / 71	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola intercettazione ossigeno / Aeroplani Caproni Taliedo - Milano	Parte meccanica			1 : 1		29 gennaio 1943		Tavola : matita su lucido ; 50x79 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Scritta a matita "annull", firma disegnatore e verificatore non decifrabili, scritta a matita "4" sopra l'intestazione.
10	1	010	1 / 95	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Mezzo d'assalto : Assieme in sezione longitudinale / Aeroplani Caproni	Sezione longitudinale			1 :5		14 dicembre 1943		Tavola : eliografia ; 76x279 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Firma del disegnatore: "R. Trentini", firma di controllo "R.T."
11	1	011	1 / 122	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Mezzo d'assalto : Sezioni trasversali d'assieme / Aeroplani Caproni	Sezioni trasversali			1 : 5		21 dicembre 1943		Tavola : eliografia ; 72,5x145 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	Firma del disegnatore: "R. Trentini", firma di controllo "R.T."; scritta in fondo a destra a matita: "3/1007" + altro non decifrabile
12	1	012	1 / 127	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	1° Vaporizzatore : Complessivo / Aeroplani Caproni	Parte meccanica			1 : 1		[s.d.]		Tavola : eliografia ; 88x133 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola con serie in successione	2 disegni: 1. Assieme del Vaporizzatore senza valvola di sicurezza a due candele di accensione staccate; 2. Sezione immaginaria del vaporizzatore con valvola disicurezza sulle candele di accensione; firma disegnatore: "R. Silvestri"
13	1	013	424	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Riduttore di Velocità / Brighi & C. - Milano	Parte meccanica			1 : 2		17 marzo 1932		Tavola : eliografia ; 50x67	Stato di conservazione: segni di piegature, qualche strappo	Tavola con serie incerta	Scritta in matita rossa "Comm 99" con "99" leggermente cancellato"; scritta a matita in fondo a sinistra "solo il 10 Tonn (resto indecifrabile) ing. C. 1-2.35".
14	1	014	1227 / 7551A	SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Micropompa a otto pistoni per impianto idraulico : complessivo / Cantieri Aeronautici Bergamaschi	Parte Meccanica, Aeroplano S.B.1 ; Motore 2. P16c ; Gruppo : Comandi	Seconda versione	Annulla e sostituisce il dis. 6662 del 12-5-37	2 : 1		12 luglio 1937		Tavola : eliografia ; 41x75 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, qualche strappo	Tavola con serie incerta	Firma del disegnatore, del capo ufficiale tecnico e del direttore tecnico non decifrabili; note del progettista : "B- aggiunti part. dis. N° 13476-13477-13478 24-8-38 (con firma non decifrabile)" e "Δ= Modificato disegno: scatola stoppa-guarniz. e aggiunta valv."; altre note scritte a matita dal progettista
15	1	015		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					6 ottobre 1942		Tavola : matita su lucido ; 57,5x95 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola di precisione	Firma del progettista in basso a destra sotto la data
16	1	016		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Gruppo Pompe e Distribut(ri) Acqua e Benzina : al vero	Parte meccanica					12 gennaio 1943	XXI	Tavola : matita su lucido ; 40x71 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, strappo sul lato destro	Tavola di precisione	Legenda con calcoli matematici nella parte inferiore della Tavola; firma del progettista R.T.(R. Trentini?)
17	1	017		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola di sicurezza per tenuta anelli di gomma dello sportello : Assieme	Parte meccanica			1 : 1		[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 31x23 cm	Stato di conservazione: alcuni strappi e piegature sui margini	Tavola di precisione	Nessuna
18	1	018		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Schema circolazione tenuta sportello	Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 31,5x23 cm	Stato di conservazione: alcuni strappi e piegature sui margini	Tavola di precisione	Spiegazioni delle parti meccaniche all'interno del disegno
19	1	019		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 22,5x30 cm	Stato di conservazione: alcuni strappi e piegature sui margini	Tavola di precisione	Spiegazioni delle parti meccaniche all'interno del disegno
20	1	020		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 22,5x30 cm	Stato di conservazione: lievi strappi e piegature sui margini	Tavola di precisione	Firma del progettista in basso a sinistra
21	1	021		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	R. Trentini : Sviluppo progetti d'Ingegneria	Parte meccanica	Prima edizione				[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 35x45 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola di precisione	Timbro in alto a destra
22	1	022		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	R. Trentini : Sviluppo progetti d'Ingegneria	Parte meccanica	Seconda edizione				[s.d.]		Tavola : eliografia ; 35x45 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola di precisione	Timbro in alto a destra
23	1	023		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	R. Trentini : Sviluppo progetti d'Ingegneria	Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : eliografia ; 35x45 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola di precisione	Timbro in alto a destra
24	1	024		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 45x45 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, leggere macchie al centro	Tavola di precisione	Nessuna
25	1	025		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Tavola : matita su lucido ; 65x95 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Tavola di precisione	Calcoli, scritte e disegni a mano libera fatti a matita dal progettista o disegnatore
26	1	026		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Distributore di comando idraulico - valvole aria e acqua -: valvole riduttr.(ci) e acqua / R. Trentini : Sviluppo progetti d'Ingegneria	Parte meccanica			1 : 1	Al vero	20 agosto 1942	XX	Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 50x74 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; firma del progettista R.Trentini; 2 timbri nella parte centrale del foglio e scritta "T. 998"
27	1	027		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					27 settembre 1942		Disegno : matita su lucido ; 61x91 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Scritta "capienza= lt. 6,5 ~ olio"; scritta: "Sospeso d'ordine dell'Ing. Campini in attesa della definitiva sistemazione (allungamento poppa)"; firma del disegnatore R.T. (R. Trentini?)
28	1	028		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					1 ottobre 1942		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 21,5x61 cm	Stato di conservazione: segni di piegature; Tavola tagliata con parte mancante	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; firma del progettista R.Trentini; disegni e calcoli a lato scritti a mano
29	1	029		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					9 ottobre 1942		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 61x92 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, macchie brune sul margine superiore	Disegno preparatorio	Spiegazioni delle parti meccaniche; scritta sul lato sinistro in matita rossa non decifrabile; firma del progettista R. Trentini
30	1	030		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Rubinetto d'intercettazione aria compressa alla Turbina Rubinetto d'intercettazione aria compressa ai cassoni	Parte meccanica			1 : 1	Al naturale	11 ottobre 1942		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 38x42 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, leggere macchie nella parte centrale	Disegno preparatorio	Spiegazioni delle parti meccaniche; scritta: "# 2 Pezzi"; scritta: "Fb 2. Salvo le Belleville"; scritta: "Allungare la camera delle rondelle Belleville"; firma del progettista R.Trentini
31	1	031		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola di sicurezza del Periscopio	Parte meccanica			1 : 1	Al vero	10 ottobre 1944		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 26,5x21 cm	Stato di conservazione: lieve piegatura sull'angolo inferiore a sinistra	Disegno preparatorio	Firma del progettista R.Trentini
32	1	032		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[parte del periscopio]	sezione trasversale					7 dicembre (194?)		Disegno : matita su lucido ; 48x41 cm	Stato di conservazione: segni di piegature; Tavola tagliata con parte della data mancante	Disegno preparatorio	Firma del progettista R.Trentini
33	1	033		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Peghetti di comando : Distributore (In posizione di riposo - In posizione di lancio)	Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 18x55 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, leggera macchia nell'angolo destro superiore	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcolo a lato e disegno a mano
34	1	034		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 27,5x26 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Misure e calcoli delle parti meccaniche all'interno del disegno; disegni a mano a lato

Scheda	Serie	Segnatura	Vecchia segnatura	Titolo della serie	Titolo	Note al titolo	Edizione	Note all'edizione	Scala	Note alla scala	Data	Note alla data	Descrizione fisica	Note alla descrizione fisica	Soggetto	Note
35	1	035		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 29x40 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, bordo destro strappato	Disegno preparatorio	Calcoli e disegni a mano a lato del disegno, graffi a matita nella parte destra inferiore
36	1	036		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 21,5x72 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, angolo destro inferiore strappato	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli a lato; serie di firme tagliate nella parte inferiore destra
37	1	037		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 70x57,5 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, carta macchiata in varie zone	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli a lato; scritta: "Re... cliche Camera Turbina (...) Distribut. Olio comando m... frizioni Lubrificazione"
38	1	038		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 26,5x39 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
39	1	039		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola intercettaz. Ossigeno (300 Atm) e di carico	Parte meccanica	VI				[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 26x42 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; paerticolare in dettaglio in basso a destra
40	1	040		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 57x42 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Calcoli e disegni fatti a mano dal disegnatore a lato
41	1	41		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 50x59 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Qualche calcolo scritto a lato
42	1	042		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 36x43 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno
43	1	043		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Comando a snodo grande	Parte meccanica			2 : 1		[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 19x31 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno
44	1	044		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 19x30 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
45	1	045		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 42 x 42	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; scritta: "Bronzo Weis Acciaio Inossidabile";firma: "Biorizo?"
46	1	046		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Rubinetto per caricamento aria nelle guarniz. Tenuta : da 20 atm.	Parte meccanica			2 : 1		[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 34x26 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Qualche calcolo scritto a lato
47	1	047		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 30x40 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno
48	1	048		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 29x61 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Scritta: "30 atm?"
49	1	049		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 29x58 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
50	1	050		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola intercettaz. Ossigeno (300 Atm) e di carico	Parte meccanica	Prima edizione	I°			[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 28 x 32 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno
51	1	051		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 39x55 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido
52	1	052		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 38x26 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Qualche calcolo scritto a lato
53	1	053		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					26 febbraio 1944	Definitiva	Disegno : matita su lucido ; 55x78 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido
54	1	054		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 42x78 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Misure delle parti meccaniche all'interno del disegno
55	1	055		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 22x41 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni delle parti meccaniche all'interno del disegno
56	1	056		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola super camera combustione + Reggispinta turbina orientabile	Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 41x64 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido; riquadro a destra con particolare : Reggispinta turbina orientabile
57	1	057		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 41,5x48,5 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Il lucido sembra essere stato tagliato sul lato destro
58	1	058		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione longitudinale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 31x39 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
59	1	059		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[Coda]	Sezione longitudinale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 25x49 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
60	1	060		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione trasversale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 31x33 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Calcolo sul lato sinistro
61	1	061		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione trasversale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 69x40 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
62	1	062		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione trasversale					[s.d.]		Disegno : matita grafite e matite colorate su lucido ; 58x30 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
63	1	063		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione trasversale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 42x29 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
64	1	064		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Sezione trasversale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 63,5x29 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Nessuna
65	1	065		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[Bombole d'ossigeno]	Sezione longitudinale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 42,5x142 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Scritta: "mt. 6,20"
66	1	066		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[Sezione coda]	Sezione longitudinale					[s.d.]		Disegno : matita su lucido ; 54x121 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Disegno preparatorio	Operazioni matematiche nella parte superiore
67	1	067		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Tappo di chiusura tubo di scarico	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 19x17 cm	Stato di conservazione: in buono stato	Schizzo a mano	Scritta in matita rossa: "Siluro"
68	1	068		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Valvola di caricamento aria compressa	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 23x19 cm	Stato di conservazione: piegatura sull'angolo sinistro superiore	Schizzo a mano	Firma disegnatore: "R. Trentini"
69	1	067		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Porta con bloccaggio a 4 spine	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 22x17 cm	Stato di conservazione: in buono stato	Schizzo a mano	Nessuna

Scheda	Serie	Segnatura	Vecchia segnatura	Titolo della serie	Titolo	Note al titolo	Edizione	Note all'edizione	Scala	Note alla scala	Data	Note alla data	Descrizione fisica	Note alla descrizione fisica	Soggetto	Note
70	1	070		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[Coda]	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 11x20 cm	Stato di conservazione: margini tagliati male	Schizzo a mano	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche
71	1	071		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	[Valvola]	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 19x23 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini	Schizzo a mano	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido
72	1	072		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 15x42 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, scotch sui margini	Schizzo a mano	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido; scritta: "saldat. A stagno"
73	1	073		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 57x47 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Schizzo a mano	Spiegazioni e misure delle parti meccaniche all'interno del disegno; calcoli negli spazi vuoti del lucido
74	1	074		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte Meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 35x107 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Schizzo a mano	Doppio disegno su foglio ripiegato, sul primo lato scritta: "Si può racchiudere il tutto in una scatola elastica si gomma o cuoio contenente del grasso?"; sul secondo lato calcoli negli spazi vuoti.
75	1	075		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte Meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su lucido ; 80,5x36,5 cm	Stato di conservazione: segni di piegature	Schizzo a mano	Molti calcoli negli spazi vuoti del lucido
76	1	076		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte Meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x20,5 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Nessuna
77	1	077		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Sistemazione generale	Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 20x28 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Nessuna
78	1	78		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x21 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Operazioni aritmentiche e misure a lato
79	1	079		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x21 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Operazioni aritmentiche e spiegazioni a lato
80	1	080		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x22 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Operazioni aritmentiche e spiegazioni a lato
81	1	081		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x20 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Operazioni aritmentiche e spiegazioni in tutto il foglio
82	1	82		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Promemoria : Eccentrico / Diagramma tempi eccentrico	Testo scritto					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x21 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Avancorpo - aumentare di 3 mm il di. Brocciature - Esaminare le tabelle Silumin. - Non si può andare al contatto dell'acqua marina Quote minime all'interno del riduttore Materiali dei ruotismi e loro trattamento
83	1	083		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x21 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Operazioni aritmentiche e misure a lato; sul retro del foglio scritta in matita rossa: " 278657" Via Morgagni 23, Agenzia, 2 app. - 1 MacMahon, 1Città degli studi
84	1	084		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x21 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Schizzo a mano	Misure a lato, Schizzo anche sul retro del foglio con scritta in matita rossa "Ritornare per il contropeso"
85	10	085		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta; 28x22 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Caproni - Schizzo a mano	Misure e operazioni aritmetiche a lato, Schizzo anche sul retro del foglio
86	1	086		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"		Parte meccanica					[s.d.]		Schizzo : matita su carta ; 28x22 cm	Stato di conservazione: piegature ai margini, segni di strappo	Caproni - Schizzo a mano	Misure e operazioni aritmetiche a lato
87	1	087		SOMMERGIBILE "CAMPINI-DE BERNARDI"	Serbatoio per aria compressa / Dalmine s.a.	Parte meccanica					24 marzo 1942		Tavola : eliografia ; 29x20 cm	Stato di conservazione: segni di piegature, segni di strappo	Altro	Operazioni aritmentiche e spiegazioni; numerazione T16: 521; Disegnato da Dentella, firme del costruttore, dell'ingegnere capo dell'ufficio tecnico commerciale; inviato al cliente: Aeroplani Caproni Milano