

Davide Zerbinati

La barca in alluminio

Viaggio nel mondo del metallo,
dalla costruzione alla manutenzione

il Frangente

Contenuto

1. Storia della barca in alluminio	11
1.1 Germania	12
1.1.1 Abeking & Rasmussen	12
1.1.2 Dübbel & Jesse Yacht und Bootbau	13
1.1.3 Feltz Boote	14
1.1.4 Kurth Reinke	14
1.1.5 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare	14
1.2 Francia	15
1.2.1 Meta	15
1.2.2 Jean Pierre Brouns	19
1.2.3 Joubert e Nivelte	20
1.2.4 Le Guen et Hemidy	20
1.2.5 Pouvreau	22
1.2.6 Autocostruzione	23
1.2.7 Éric Tabarly e i Pen Duick	24
1.2.8 ACNAM	25
1.2.9 Gilbert Caroff e il cantiere Brument	27
1.2.10 Garcia	28
1.2.11 Philippe Harlé	30
1.2.12 Alubat	30
1.2.13 Alliage	34
1.2.14 Allures	35
1.2.15 Boreal	36
1.2.16 Altri cantieri, progettisti, barche da ricordare	36
1.3 Olanda	43
1.3.1 Van de Stadt	44
1.3.2 Anne Wever e Trintella Yacht	46
1.3.3 Huisman	46
1.3.4 Jongert	47
1.3.5 Dick Koopmans	48
1.3.6 Dick Zaal	49
1.3.7 Gerard Dijkstra e il cantiere K&M	50
1.3.8 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare	51
1.4 Italia	53
1.4.1 SAI Ambrosini	53
1.4.2 Cantieri Navali 71	54
1.4.3 Cantieri Gennari	55

1.4.4 Cantieri Tormene	56
1.4.5 Alfeo Scattolin, i Fratelli Griggio e l'Anodica Trevigiana	56
1.4.6 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare	58
1.5 Russia	63
1.6 Polonia	63
1.7 Nuova Zelanda	63
1.7.1 Steve Dashew	63
1.7.2 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare	64
1.8 Brasile	66
1.9 Argentina	66
1.10 USA	67
1.10.1 Derecktor	67
1.10.2 Sparkman e Stephens	68
1.10.3 James Betts	69
1.10.4 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare	69
1.11 Canada	73
1.11.1 Kanter Yacht	73
1.12 Sudafrica	73
1.12.1 Jacobs Bros	73
1.12.2 Skip Novak	74
1.13 Altri paesi	74
1.14 Conclusioni	75
1.15 Breve cronologia	75
2. L'alluminio	87
2.1 Denominazione e caratteristiche dell'alluminio	87
2.2 Lavorazioni	91
2.2.1 Incrudimento	91
2.2.2 Tempra	92
2.3 Quale lega per una barca?	93
2.4 Caratteristiche meccaniche	97
2.4.1 Rp0.2% Carico di snervamento	97
2.4.2 Rm Carico di rottura	97
2.4.3 Proprietà elastiche	97
2.4.4 A Allungamento	97
2.4.5 Sollecitazione di compressione	98
2.4.6 Fatica	98
2.4.7 Tenacità e resistenza alla propagazione di cricche	99
2.5 Confronto con altri materiali	102
2.5.1 Alluminio verso ferro	102
2.5.2 Alluminio verso vetroresina	104
2.5.3 Alluminio verso composito	105
2.5.4 Alluminio verso legno	106

3. Lavorare l'alluminio	107
3.1 Lavorare la lamiera	107
3.1.1 Tagliare la lamiera	109
3.2 Utensili per lavorare l'alluminio	110
3.2.1 Protezioni	110
3.2.2 Sega elettrica	111
3.2.3 Fresa	111
3.2.4 Pressa	111
3.2.5 Rullatrice (<i>plate rolls</i>)	111
3.2.6 Bolla, laser e squadra	112
3.2.7 Smerigliatrice (<i>angle grinder, grinder o flex</i>)	112
3.2.8 Frullino (<i>metal remover cutter</i>)	112
3.2.9 Rotorbitale	112
3.2.10 Piegatubi	113
3.2.11 Filettatrice per tubi	113
3.2.12 Aspirapolvere	113
3.2.13 Utensili minori	113
3.2.14 Saldatrice	113
3.3 La saldatrice in dettaglio	117
3.3.1 Trainafilo	118
3.3.2 Torce	118
3.3.3 Gas	119
3.3.4 Amperaggi	119
3.3.5 Procedimento modulato <i>spray-modal</i> manuale e automatico	119
3.3.6 Ultime novità	120
3.4 Tecniche di saldatura	120
3.4.1 Preparazione della saldatura	120
3.4.2 Saldatura continua	121
3.4.3 Saldatura alternata	121
3.4.4 Passata multipla	121
3.4.5 Molare la saldatura	121
3.4.6 Il calore della saldatura	121
3.4.7 Interruzione della saldatura e dell'arco	121
3.4.8 <i>Backing bar</i>	122
3.4.9 Controllo della distorsione	122
3.4.10 Saldature a T e assemblaggio scafo	123
3.4.11 Difetti comuni della saldatura	134
3.4.12 Saldare alluminio e acciaio	136
3.5 Alternative alla saldatura e semplici riparazioni	137
3.6 Controlli non distruttivi delle saldature	138
3.6.1 Liquidi penetranti (<i>dry penetrant</i>)	138
3.6.2 Radiografia (<i>X Ray</i>)	138
3.6.3 Ultrasuoni	138
3.6.4 Termografia	139

4. Forme dello scafo e tecniche di costruzione	141
4.1 Forme dello scafo	141
4.1.1 A spigolo	142
4.1.2 <i>Radius chine</i>	143
4.1.3 Tondo (<i>round bilge</i>)	146
4.1.4 A V con spigolo arrotondato	147
4.1.5 Fasciame obliquo	147
4.1.6 Origami	147
4.2 Forme delle prue e delle poppe	147
4.3 Coperta	149
4.4 Superfici sviluppabili	151
4.5 Lo <i>jig</i> o basamento di costruzione	152
4.6 Costruire dritti (<i>upright</i>) o rovesciati (<i>upside down</i>)?	152
4.7 <i>Mylar full size pattern</i>	155
4.8 Sviluppo <i>Cam/Cad, nesting, metal kit</i>	156
4.9 Autocostruzione	163
4.9.1 Progettisti per autocostruzione	163
4.10 Strutture degli scafi e spessori delle lamiere	165
4.10.1 Struttura trasversale	166
4.10.2 Struttura longitudinale	166
4.10.3 Struttura mista	167
4.10.4 Struttura flottante	167
4.10.5 Struttura a raggio	171
4.10.6 Serbatoi strutturali	171
4.10.7 Inserti	171
4.10.8 Cassa della deriva mobile	171
4.10.9 Scafo	171
4.10.10 Alcuni esempi	172
4.11 Paratie stagne	174
4.12 Serbatoi	174
4.12.1 Gasolio	175
4.12.2 Acqua	176
4.12.3 Acque grigie	177
4.12.4 Acque nere	177
4.12.5 Guarnizioni per serbatoi	177
4.13 Appendici	178
4.13.1 <i>Deriveur integral - daggerboard</i>	179
4.13.2 <i>Deriveur con ballast keel</i>	185
4.13.3 <i>Deriveur lasté</i>	185
4.13.4 Pinna mobile sollevabile o rotativa	185
4.13.5 Due pinne	187
4.13.6 Il falso timone (o due timoni) dei <i>deriveur</i>	191
4.13.7 Timone e <i>skeg</i>	194
4.13.8 Timone sollevabile	196

4.14	Asse elica	198
4.15	Passascafo	198
4.16	Zavorra	199
4.17	Coperta	202
4.17.1	Lande, gavoni, bitte, dettagli di coperta	202
4.17.2	Rollbar	206
4.17.3	Coperta in composito	206
4.17.4	Coperta in teak o similteak	206
4.17.5	Viti, rivetti e fissaggi	206
4.18	Finitura di scafo e bottaccio	211
4.19	Interni	212
4.20	Costo	212
5.	Pittura e isolamento	245
5.1	Pittura	245
5.1.1	Problemi e scelta delle zone da dipingere	245
5.1.2	Rimozione della verniciatura precedente	247
5.1.3	Accoppiamenti	248
5.1.4	Preparazione	248
5.1.5	Applicazione	249
5.1.6	Ciclo	250
5.1.7	Stucco	254
5.1.8	Antiscivolo	254
5.1.9	Antivegetativa	257
5.1.10	Costo	258
5.1.11	Pitturare la sentina	258
5.1.12	Pitture anticondensa	258
5.1.13	Dipingere il serbatoio dell'acqua	258
5.2	Isolare il metallo	259
5.2.1	Ventilazione o isolamento?	259
5.2.2	Pro e contro	260
5.2.3	I fattori k , λ e μ e la classe di fuoco	262
5.2.4	Tecnica	264
5.2.5	Ponte termico	265
5.2.6	Un errore comune	265
5.2.7	Vetri	265
6.	Impianto elettrico e corrosione	267
6.1	Circuito primario	269
6.1.1	Batterie	269
6.1.2	Alternatore	270
6.1.3	Motorino di avviamento	271
6.1.4	Staccabatterie	274
6.1.5	Distribuzione	274
6.1.6	Note per la realizzazione di un buon impianto	277
6.1.7	Tester	278

6.2 Corrosione	279
6.2.1 Corrosione elettrolitica	280
6.2.2. Altri tipi di corrosione	281
6.3 L'impianto a corrente alternata (220V) e il collegamento da banchina	284
6.3.1 Problemi in cantiere	287
6.3.2 Barche in ferro vicino a barche in alluminio	288
6.4 Come evitare la corrosione elettrolitica	288
6.4.1 Prevenzione	288
6.4.2 Dispersione: origine, tipologie e problemi	288
6.4.3 Anodi sacrificali	290
6.4.4 Controlli	293
6.5 Fulmini	295
6.6 Massa per le trasmissioni radio (RF) e corrosione galvanica	295
6.6.1 Cavo dell'accordatore	296
6.6.2 Antenna SSB	296
6.6.3 Alimentazione	297
6.6.4 Schermatura RF	297
6.7 Conclusioni	297
7. La perizia e i problemi più comuni	309
7.1 Perizia	310
7.2 Survey durante la costruzione	312
7.3 Difetti tipici nelle barche usate	313
7.4 Refitting	313
7.5 Valore commerciale	314
8. Guida all'acquisto della barca in alluminio	331
8.1 I modelli più diffusi a confronto	331
8.1.1 Boreal 47	331
8.1.2 Garcia 45	335
8.1.3 Bestevaer 54-56 e Stadtship 54-56	339
8.1.4 Cigale 16 Finot e Lombard	339
8.2 Trucchi e consigli per una scelta azzeccata	340
9. Il parere dei navigatori	341
Appendice I. Preparazione della barca per i climi polari	357
Appendice II. L'alluminio in pillole	361
Bibliografia	366
Ringraziamenti	367

Storia della barca in alluminio

1

Nel campo navale l'alluminio era usato già nell'Ottocento in Olanda e in Germania e sembra che il primo scafo parzialmente realizzato in lega leggera per il diporto sia stato un battello a vapore del 1891 denominato *Le Migron* e disegnato in Svizzera per conto del signor Alfred Nobel (1833-1896), fondatore svedese del premio Nobel, chimico, fisico, ingegnere e industriale. Il cantiere si chiamava Escher Wyss & Cie, sito in Zurigo.

Nel 1893 in Francia si costruì *Vandenesse*, un 17,4 yacht a vela presso i Cantieri della Loira di Parigi, e un *barge* fluviale a vela chiamato *Jules Davoust*.

Nel 1895 William K. Vanderbilt commissionò a Nathanael Green Hereshoff il *Defender* per la Coppa America. Lo yacht fu costruito presso il cantiere del progettista, realizzando le murate in lega leggera, ma anche accoppiando bronzo, manganese e ferro. La barca aveva una storia costruttiva e progettuale segreta, ma di fatto iniziò a soffrire velocemente di un fenomeno sconosciuto ai tempi: la corrosione. Venne demolita alla fine della sua regolare carriera nel 1901.

Nel 1939 l'architetto William Starling Burgess (1878-1947) disegnò un dinghy in alluminio chiamato *Pirouette*. Burgess era il progettista dell'*Enterprise* e del *Rainbow*, barche vincitrici di due Coppa America.

Nel 1949 Laurent Giles (1901-1969) realizzò il suo disegno n°104, *Gulvain*, numero velico GBR620R, un "race winning". La costruzione è in alluminio rivettato e il numero di rivetti è impressionante. La coperta è in teak, imbullonata su bagli in alluminio, la tuga è in



Foto 1.1 *Gulvain*, disegno Giles, una delle prime barche in alluminio rivettato, costruita nel 1949. Gilles-Mthivet

1. Storia della barca in alluminio

metallo. Si tratta della prima barca a vela per il diporto. *Gulvain* ha un lungo curriculum: vinse due volte la Trans Atlantic Race (Bermuda–Plymouth), venne citata in diversi libri e le fu dedicato un dipinto. La barca è un 55 piedi (17m) disegnato per Jack Rawlins (1923-2016), che la costruì nel suo cantiere Sussex Shipbuilding Company nel Regno Unito. Caratterizzata dal cavallino rovescio, è uno sloop che ha regatato anche nel Fastnet del 1991. La barca ha subito due refitting e alcune riparazioni nel 2006.

Seguì poi nel 1951 *Four Freedom*, di 10,8m, per l'industriale dell'automotive Robert Boyle, una barca sviluppata con forme cilindriche e deriva fissata con cinquanta bulloni. L'albero era in alluminio, alto 14,5m, realizzato in tre pezzi.

È interessante scoprire che in Francia l'alluminio era chiamato inizialmente Duralinox, un nome commerciale che richiamava le qualità "miracolose" dell'acciaio inox. "L'alluminio che resiste all'acqua di mare", recitava una pubblicità del tempo. In realtà il nome è un po' deviante e va ricordato che si parla sempre di una lega leggera, una lega di alluminio. Più tardi sarebbe comparsa la sigla nazionale francese AG4 o AG4MC, lega leggera con il 4% di magnesio. Un altro nome diffuso in Italia, ad esempio, è Peraluman o Peralluman 4.5, siglato anche come P.AIMG4.4 secondo la norma UNI5452.

Già nel 1954 fu registrata dall'Alluminium Association la lega leggera più popolare e diffusa, la 5083, pensata per la costruzione navale, ma questa sigla sarà usata solo molti anni dopo con l'unificarsi delle codificazioni e delle normative e la creazione dell'Europa unita. Di fatto, pur cambiando la sigla, buona parte delle barche sono state costruite con lega al 4 o al 4.5% di magnesio.

L'alluminio trovò in Europa molti costruttori, soprattutto in Germania, Francia e Olanda, interessando per un certo periodo anche l'Italia, la Scandinavia e il Regno Unito a seconda delle mode, del mercato e delle regate.

1.1 Germania

1.1.1 Abeking & Rasmussen

Pioniere dell'alluminio è il cantiere Abeking & Rasmussen, che nel 1965 iniziò la costruzione in serie di barche con lunghezze dai 20 ai 40 metri, spesso su disegni di Mac Lear & Harris e soprattutto di Sparkman & Stephens. Il cantiere ha il vanto di aver realizzato nel 1963 la prima barca per il diporto in alluminio in Germania, si tratta del *Germania VI*, uno yawl bermuda di 22m per il magnate Alfried Krupp von Bohlen, che con esso fece molte regate a Newport, Buenos Aires e Rio de Janeiro. La barca è ancora navigante e nel 2003 aveva percorso secondo il log 219.378 miglia.

Un'altra bella barca del cantiere è il *one off Avenir*, oggi rinominato *Dancer*, disegnato da Bill Trip e realizzato nel 1965 come CCA *ocean racer*, sorella gemella di *Ondine II 73* ketch, nata nel 1967.



Foto 1.2 SY *Dancer 55 Trip*, disegno del 1965, realizzata dal cantiere Abeking & Rasmussen. Baum & König

1.1.2 Dübbel & Jesse Yacht und Bootbau

Nel 1967 fu fondata la ditta Dübbel & Jesse Yacht und Bootbau, che sarebbe diventata poi Dübbel & Jesse Yachtbau und Innenausbau GmbH, attiva fino al 2007 sull'isola di Norderney in Germania. Il cantiere ha costruito 125 barche, tra vela e motore, dai 16 ai 30m, tra cui i modelli Noordsee disegnati dallo stesso Dübbel.

Nel 1970 produssero Optimist B e tra il 1978 e il 1981 una serie di barche per l'Admirals Cup come *Jan Pott*, *Tina i-Punkt*, *Magic Eliza*, *SiSiSi*, *Suca I* e *Suca II* e *Tislag*. Il cantiere, che contava tra i venti e i quaranta dipendenti, era in grado di coprire tutta la produzione. Il cantiere cessò la sua attività con la tragica scomparsa di Dübble.

Uno dei modelli più belli è il Nordsee 47, firmato da Judel & Vrolicjk e presentato al Boot di Düsseldorf nel 1999. Si tratta di un 14m a deriva mobile con due timoni e due motori, dotato di due cabine, che ho avuto modo di veder navigare in Sud America. Purtroppo fu prodotto in una serie limitata di pochi esemplari. I modelli più datati di questa taglia (fino agli anni '90) sono spesso a chiglia lunga, con timone incorporato. Jesse Edwin svolge ancor oggi delle attività di consulenza collaborando con il cantiere Benjamin Jachtwerf di Emden.

A cavallo degli anni '90 un concorrente di Dübbel & Jesse era il cantiere Baron Yacht Bau ed entrambi i due nomi sono ben spendibili.



Foto 1.3 Un sublime scafo di Dübble&Jesse in presentazione al Düsseldorf Boat Show nel 1999.

1.1.3 Feltz Boote

Nel 1945 Karl Feltz fondò il cantiere Feltz Boote ad Amburgo, con la sua linea Skorpion in acciaio o in alluminio e la linea Kalan 33, 37 e 48 solo in alluminio. La produzione, che comprendeva anche barche da lavoro, è passata di mano nel 2009 con la creazione di Feltz Weft GmbH.

Nel 1998 uno Skorpion IIA in acciaio, rotondo a chiglia lunga, costava 50.600 marchi tedeschi, uno Skorpion III 84.000 marchi, uno Skorpion IV 104.600 (se in alluminio 158.000). Le stesse barche erano offerte nella versione MS, *motor sailer*, con una prominente sovrastruttura. Feltz è considerato un costruttore famoso che oggi si occupa soltanto di barche da lavoro.

Holger Koch Yachtasubau, con sede vicino a Lipsia, è un allestitore molto conosciuto che ha terminato numerose barche di Feltz.

1.1.4 Kurth Reinke

Il padre dell'autocostruzione tedesca è Kurth Reinke, scomparso nel 2018, che ne fece un processo industriale. A lui il merito di aver creato degli scafi solidi, stabili, economici, ma decisamente non aggraziati. Attento più alla sostanza che alla forma, Reinke ha prodotto barche per quarant'anni, coadiuvato da suo figlio Peter. Il suo sistema di costruzione HD permise di contenere i costi, ad esempio nel 1996 lo scafo di un Reinke 10 costava, prodotto da un cantiere, 190.000 marchi e autocostruito 65.000.

Reinke ha disegnato anche la barca dei navigatori Erich e Heide Wilts, che hanno percorso oltre 300.000 miglia in cinquant'anni. Il loro primo Reinke, *Freydis II*, costruito nel 1978 in acciaio dal cantiere Dikubo, fu sfortunatamente distrutto da uno tsunami in Giappone, che lo scaraventò contro una scogliera semiaffondandolo. Nel 2013 la coppia costruì un Reinke 16 modificato a chiglia mobile nel cantiere Benjamins.

Un altro yacht Reinke famoso è *Ocean Tramp*, un Hydra 16 che svolge crociere in Antartide.

1.1.5 Altri cantieri, progettisti e barche da ricordare

A partire dal 1964 si affermò anche Anton Luff, con i suoi Moana 38, Mupiti 38 e Motu 44 in acciaio.

Durante l'epoca dei Maxi tra le varie barche spiccava *Philips Innovator* per la Withbread dell'85-86, disegnata dal famosissimo studio tedesco Judel & Vrolijk. Arrivò seconda alla Withbread dell'89-90, secondo la stazza IOR con il nome di *Equity and Law II*. Fu costruita da Aluboot in Olanda.

Lo Yachtwerft Benjamin, fondato nel 1974, è attualmente il cantiere che realizza più barche *one off* in Germania, collabora con Black Yacht Design e dal 2004 con Berckermeyer YD. In passato ha realizzato qualche German 48 e diverse navette per la polizia. Dal 1999 al timone dell'azienda vi è Heiner Uffen, coadiuvato dall'architetto Martin Menzner, famoso campione di J80 e titolare dello studio Berckermeyer, che studia scafi in diverse configurazioni (clipper, pilothouse, bristol o classic). Tutte le barche hanno serbatoi strutturali e alcune deriva mobile. Possono essere finiti da terzi.

1.2 Francia

1.2.1 Meta

In Francia il celebre cantiere che aprì la strada al mondo del metallo è Meta, fondato nel 1967 da Jean Fricaud e da suo figlio Joseph, metallurgista. Con la costruzione in acciaio della barca di Bernard Moitessier il cantiere conobbe un interminabile periodo di successo. *Joshua*, disegnato dal francese Jean Knocker, fu realizzato da Jean Fricaud nel 1961-62 e a seguire nei successivi vent'anni in 70 esemplari da Meta, ma anche da altri cantieri tra cui a Venezia dalla famiglia Alberti.

Nel 1974 iniziò un lungo sodalizio anche con l'architetto navale Michel Joubert grazie alla nascita del Damien II. Il cantiere Meta diventò così un'istituzione tra i navigatori-viaggiatori e nella sua storia si possono annoverare il *Northern Light* di Rolf Bjelke e *Ophelie* della famiglia Jullienne, disegnato da Maurice Amiet.

Se sul *Joshua* si è scritto molto, poco si sa del Damien II, una goletta di 14 metri concepita dalla coppia di amici Jérôme Poncet e Gérard Janichon, il cui primo esemplare, denominato *Om*, era di proprietà del cantante navigatore Antoine (Pierre Muraccioli). La barca è un *deriveur* zavorrato che divenne celebre grazie ai viaggi di Jérôme Poncet, proprietario del secondo esemplare, che con esso svernò in Antartide. La terza



Foto 1.4 Il famoso ketch *Joshua* a La Rochelle.



Foto 1.5 Una *sister ship* di *Joshua* realizzata da Meta.

1. Storia della barca in alluminio

barca della serie, Damien III, andò a Janichon ma fu costruita da Eloy Llorente, presso Marsiglia, da un caposquadra di Meta. Gérard Janichon ne fu armatore fino al 1978, poi la barca passò di mano due volte e fu ribattezzata *Kotick*. Janichon costruì poi il Damien IV, di 11m, rivenduto nel 1984, disegnato da Jean Francois André e costruito da ACNNO. Identico a Damien II fu *Tigre Mou*, la barca personale di Michel Joubert, l'architetto che aveva dato forma alle idee dei due amici navigatori, costruita nel 1982.

In realtà Michel Joubert disegnò il Damien in tre versioni: schooner con deriva zavorrata mobile e ketch a chiglia fissa o a deriva parzialmente sollevabile. Solo lo schooner ebbe il successo meritato. In totale si parla di venticinque barche costruite presso Meta dal 1974 al 1983, ma se si contano anche gli altri costruttori si arriva circa a quaranta. Molte hanno svernato nei ghiacci e sono ancora apprezzate, dopo opportuni refitting, per le navigazioni polari.

La costruzione Meta di questi modelli in acciaio era geniale perché lo scafo era realizzato all'interno di ruote che, girando, permettevano al saldatore di lavorare comodamente e velocemente in orizzontale.

Si precisa che, come riportato nel libro di Gérard Janichon, *Moitessier dix et dragons*, i primi due Damien furono iniziati da un cantiere che andò in bancarotta e poi ultimati da Meta: a volte la sfortuna di alcuni è la fortuna di altri.

Joubert disegnò, subito dopo il 1974, cinque nuovi modelli per il cantiere: il Dalu 40 (costruito dal 1980 al 1987 in quaranta esemplari, a deriva fissa, mobile, prima senza tuga e poi con), l'Outremer 33 (1994), l'Outremer 37e 47 e il *Sainte Marthe*, la barca personale di Joseph Fricaud.

Nel 1978 Meta brevettò internazionalmente lo Strongall e costruì molti Dalu in varie versioni, anche con tre timoni.



Foto 1.6 Il Damien II *Philos*, costruito nel 1980, dopo un recente refitting.



Foto 1.7 Un Dalu 47 realizzato nel 1978. Si notino gli archi per far ruotare le barche e lavorare in piano.

Scheda 1.1 Estratti di una brochure del cantiere Meta degli anni '70-'80.

Immagine 1.1



Immagine 1.2

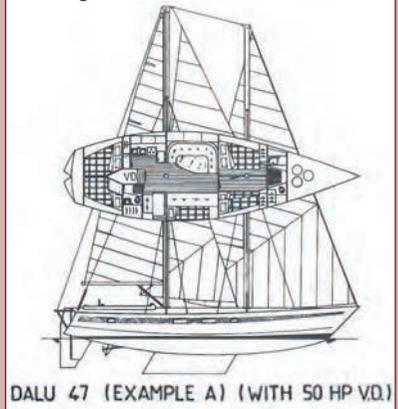


Immagine 1.3

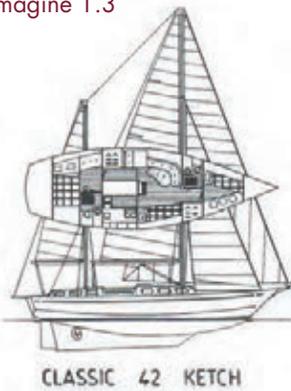


Immagine 1.4



Immagine 1.5

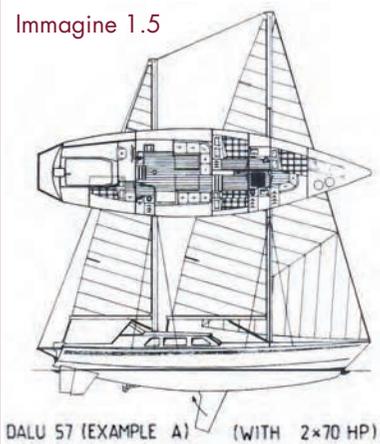
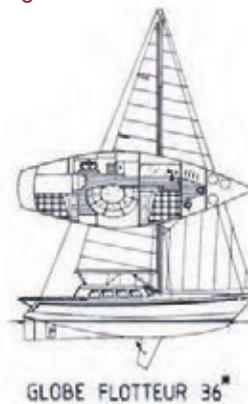


Immagine 1.6



4.4 Superfici sviluppabili

Le superfici sviluppabili sono le aree curve che possono essere facilmente riportate su una lamiera e che normalmente hanno una sola curvatura. Nei programmi di progettazione queste superficie sono composte solo da rette. Forme semplici come coni o cilindri possono essere utilizzate per ottenere parti della carena. Per verificarlo al computer l'analisi della curvatura gaussiana deve essere sempre zero in ogni suo punto. L'esempio più pratico è la barca a spigolo. La superficie sviluppabile viene proiettata su una lamiera che sarà curvata e adattata, ma non sarà necessario deformarla o stirarla.

Gli scafi tondi, invece, nel progetto sono rappresentati da superfici tridimensionali a curvatura complessa.

Grazie all'ausilio dei software di modellazione è possibile ottenere da aree a curvatura complessa (dette anche "a doppia curvatura") delle superfici sviluppate in piano con i riferimenti di costruzione (prua, poppa, alto, basso ed eventuali quote). Grazie all'orientamento e a un senso di piegatura l'operatore con l'ausilio della rullatrice attribuisce la curvatura corretta alla lamiera, che si sposa con le ordinate della barca.

In questo caso, decise le dimensioni del pannello di alluminio da ottenere dalla superficie, si identificano i bordi e i *seams*, cioè le generatrici. Il software sviluppa e proietta dal 3D al 2D la superficie evidenziandone lo *stretch* (all'allungamento) e la forma. Il disegnatore dovrà verificare manualmente se la forma e l'allungamento sono vantaggiosi.

Il punto di partenza è un modello 3D con superfici ben avviate (*fairing*). I software più evoluti permettono di autocorreggere le curvature o di ottimizzare le superfici delle zone più complesse come il bulbo di una prua o un'appendice.

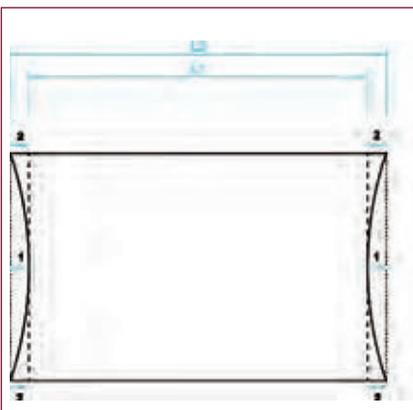


Immagine 4.11

Lamiera espansa, direttamente dopo il taglio

Espansione lamiera corretta.

Sistuzione corrente (apparente problema)

L'espansione deve essere stirata/piegata (*stretching*) nel mezzo del piatto, ad esempio rullandola. In questo modo l'espansione può essere sviluppata nel mezzo della lunghezza L2. Attraverso lo *stretching* la lamiera diventerà subito a doppia curvatura, senza che i bordi si pieghino, poiché la lunghezza della lamiera resterà L2.

Quando l'espansione è assemblata alla costruzione senza stiramento l'espansione si sforzerà di mantenere la sua lunghezza L1 lungo i bordi della lamiera, fenomeno che si traduce in un ritiro o, nel peggiore dei casi, in una piega.

4. Forme dello scafo e tecniche di costruzione

I software migliori sono Mastership, Catia, Shipconstructor, Autoship, Solidworks, o altri più semplici come Rhino e Expressmarine, Delft Ship e Maxsurf. Molto spesso si tratta di applicazioni da combinare con il software madre. È importante anche che vengano forniti risultati come la marcatura e l'identificazione dei pezzi, il database, l'immediato controllo dei pesi e della lunghezza di taglio, in modo da poter ottenere preventivi precisi.

4.5 Lo *jig* o basamento di costruzione

Le ordinate rovesciate sono in genere fissate su un telaio messo in bolla chiamato *jig*. In passato era costruito in legno, ma la soluzione migliore resta farlo in acciaio, imbullonato in più pezzi e con larghe superfici di appoggio. È prassi recente realizzare anche la coperta (ma non il pozzetto), in modo da lavorare più facilmente. Il contatto alluminio-acciaio è in genere tollerato, oppure viene inserito un pezzo di alluminio sacrificale o di gomma, l'importante è che il ferro non lasci ruggine e non contamini l'alluminio.

Il *gantry* è invece il carroponete, o meglio, un insieme di carroponeti, costruito già in modo da sostenere le ordinate che vengono appese come burattini e allineate l'una all'altra. È un tecnica ideale per autocostruttori che non possono disporre di una gru o che costruiscono in una zona remota. Questo sistema di "capre" può essere utilizzato poi come tettoia.

4.6 Costruire diritti (*upright*) o rovesciati (*upside down*)?

La maggior parte delle barche in metallo è costruita a chiglia in su e senza specchio di poppa. La tecnica prevede di partire dal fasciame della coperta, appoggiata a un letto di telai di compensato (o acciaio inox per barche in serie o ferro talvolta). Sul fasciame vengono saldati i telai delle ordinate, mantenuti equidistanti dai vari rinforzi longitudinali e dal piatto della chiglia.

Una volta che lo scheletro è completo si inizia a fasciare lo scafo con le lamiere, dall'alto verso il basso e da poppa verso prua; l'uso del carroponete facilita questa operazione. Il vantaggio è che si può saldare sia dentro che fuori con una buona comodità e quando la barca sarà girata sarà già pronta e con minimo rischio di deformazione.

Lo scafo tondo o *radius chine* deve essere costruito a chiglia in su, ovvero sotto-sopra; lo scafo a spigolo può essere costruito facilmente anche in posizione verticale.

Per una costruzione armatoriale può essere significativo valutare come si ruoterà lo scafo. È importante capire che tenere una lamiera dal basso verso l'alto è più scomodo che appoggiare la lamiera allo scheletro della barca, pertanto alcune scelte possono essere dettate dalle proprie capacità personali. Personalmente non ho dubbi che la tecnica della barca rovesciata sia più facile.



Foto 4.11 e 4.12 Struttura di un JFA 45 progetto Berret Racopeau bichiglia realizzato da Voisin.



Foto 4.13 e 4.14 La rotazione dello scafo è una fase che richiede attenzione, si può fare con travel lift o con argani, appoggiando lo scafo a terra o meno, oppure con due gru.

4.7 Mylar full size pattern

Si tratta di lavorare con il disegno delle linee della barca, in particolare delle sezioni (ordinate), della prua, dello specchio di poppa e del fasciame su pellicola in mylar 1:1. Si tratta di una tecnica rimasta in vigore fino agli anni 2000 e poi soppiantata dal Cad/Cam.

Il foglio in mylar stampato dal plotter con inchiostro anche a colori, su scala al vero, aveva un costo di circa €5000-7000 per una barca sui 40-45 piedi.

I fogli erano disposti su un banco in compensato e fissati con delle puntine. Indefornabile al tempo, all'umidità e al calore, i pezzi di alluminio erano ricalcati al vero, ma soprattutto i profili erano piegati come le ordinate. Un lavoro lungo, ma sempre più facile rispetto a riportare le curve delle sezioni in scala al vero nella sala a tracciare

partendo dall'*offset* (la tabella delle quote date dallo yacht designer). La tracciatura, o *lofting*, fa ormai parte del passato.

4.8 Sviluppo Cad/Cam, *nesting*, *metal kit*

Un buon processo di *engineering* parte dalla carena e dalle analisi delle sue prestazioni, per affinare pesi e piano velico, posizione di pinna e timone.

Viene poi eseguito il dimensionamento secondo i parametri del registro o di marcatura CE.

La modellazione viene affinata, la geometria della coperta definita e il modello approvato, completando i disegni strutturali di massima e di dettaglio.

A questo punto è necessario disegnare le strutture in 3D nello scafo. Le lamiere saranno sviluppate (*expanded plates*) nel formato che ci serve, il classico 2x6m. Le sezioni devono essere scomposte in più parti, ad esempio: madiere di destra, madiere di sinistra, ordinata del fianco e bagli. Nel farlo si cerca di ridurre il numero di componenti e il numero di saldature. Ogni parte viene identificata da un codice chiamato in genere "*partdata*", che contiene un riferimento (composto da un numero e una lettera, ad esempio S20 = sezione 20, per creare la sequenza di montaggio).

Come minimo vengono lasciati due riferimenti, uno orizzontale e uno verticale per verificare poi il montaggio dell'ordinata. Nel *partdata* viene anche indicato lo spessore.

Alla fine di questo lungo lavoro, che crea un *metal kit* e richiede circa un mese per una persona esperta, è possibile vedere un assemblaggio 3D di tutte le parti.

Una volta verificato che ci siano tutti i pezzi (fasciame, ordinate, eccetera), è possibile fare il *nesting*, cioè raggruppare le varie parti organizzate per spessore. Questa operazione è fatta dal PC, che può impiegare tra le 20 e le 50 ore a seconda dei pezzi. Il processo tende a ottimizzare e ridurre scarti e numero di lamiere, per cui i tentativi sono tanti.

Le parti non sono mai messe a filo della lamiera da tagliare, ma viene sempre mantenuto un certo margine. Inoltre viene creata una zona di centratura della fresa per il taglio a controllo numerico e viene richiesto il centraggio della lamiera. Di fatto molte macchine verificano poi il centraggio e la posizione della lamiera.

A livello software viene lanciata la simulazione di taglio al fine di controllare che la macchina lavori correttamente e tagli i pezzi in sequenza corretta, senza passare da un pezzo all'altro. Molte ditte di taglio generano il loro codice NC di taglio in modo autonomo dal file di *nesting*, fornito in formato DXF o DWG.

La cosa importante in un *bulding kit* e in un *nesting* è avere chiaro come sarà fatta la marcatura e l'identificazione delle parti (robotizzata o a mano dall'operatore con un pennarello). Se il lavoro di progettazione è ben fatto e testato, la qualità di costruzione è ottimale.

Questa è la tecnica moderna e molte volte mi è capitato di convertire disegni di progettisti noti dalla carta al *metal kit*, in quanto sono venute meno le maestranze in grado di trasformare la carta in yacht. Il metodo è preciso e quindi garantisce qualità e riduce i tempi di costruzione anche di un solo esemplare con risultati ottimali in termini economici per una piccola serie.

Il lavoro del progettista ingegnere è lungo e va rispettato e pagato adeguatamente. Molti clienti spesso pensano che il *metal kit* si faccia con €1000 o meno, in quanto trovano in rete prezzi simili. In questo caso si tratta di piani venduti in serie, che il progettista vende liberamente nel mercato globale. Un *metal kit* di un 12-14 metri può costare dai € 20.000 ai € 30.000, molto dipende dal livello dei disegni di partenza. Negli USA questa cifra è leggermente superiore, ad esempio il kit di un Dix 43 ha un costo di € 31.000 in Olanda, ma in America si raggiungono i US\$ 44.500, escludendo i progetti e il trasporto. Il disco di taglio ha un costo che si aggira intorno ai € 4000, attualizzato al 2017.

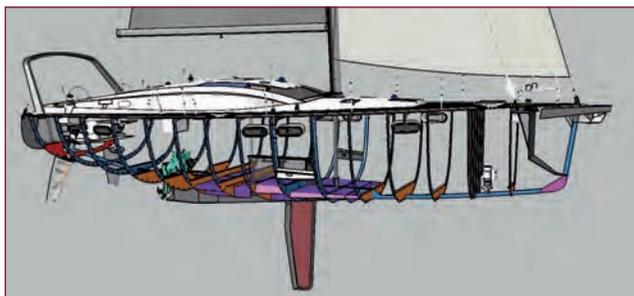


Immagine 4.16 Progetto di un Allures 51.

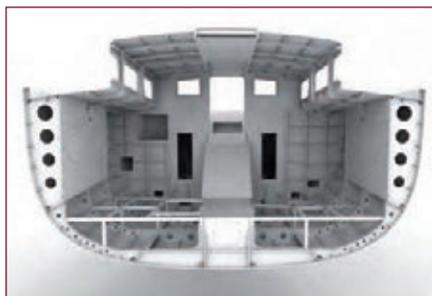
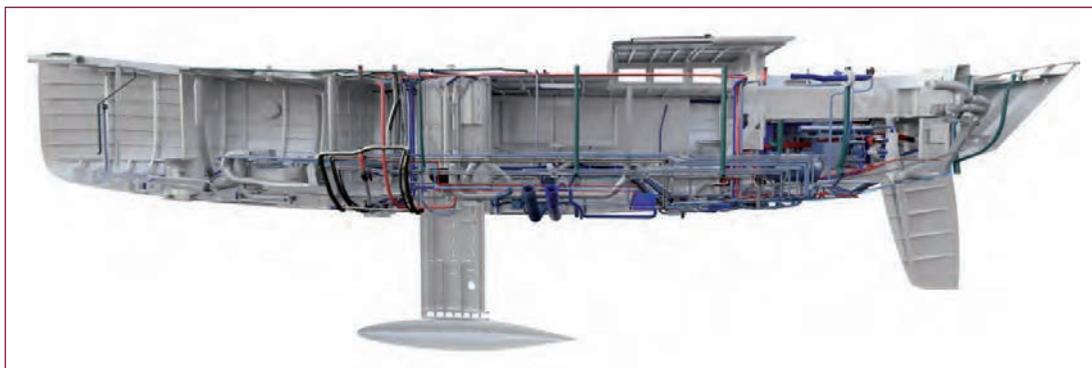


Immagine 4.17 BV62 di K&M, sezione della struttura. Si notino i ballast laterali. Il lavoro è necessario per realizzare il kit di taglio.

Immagine 4.18 BV62 di K&M, disegno delle strutture e degli impianti a un ottimo livello: un progetto dettagliato di un certo costo che farà risparmiare tempo durante la realizzazione.



4. Forme dello scafo e tecniche di costruzione

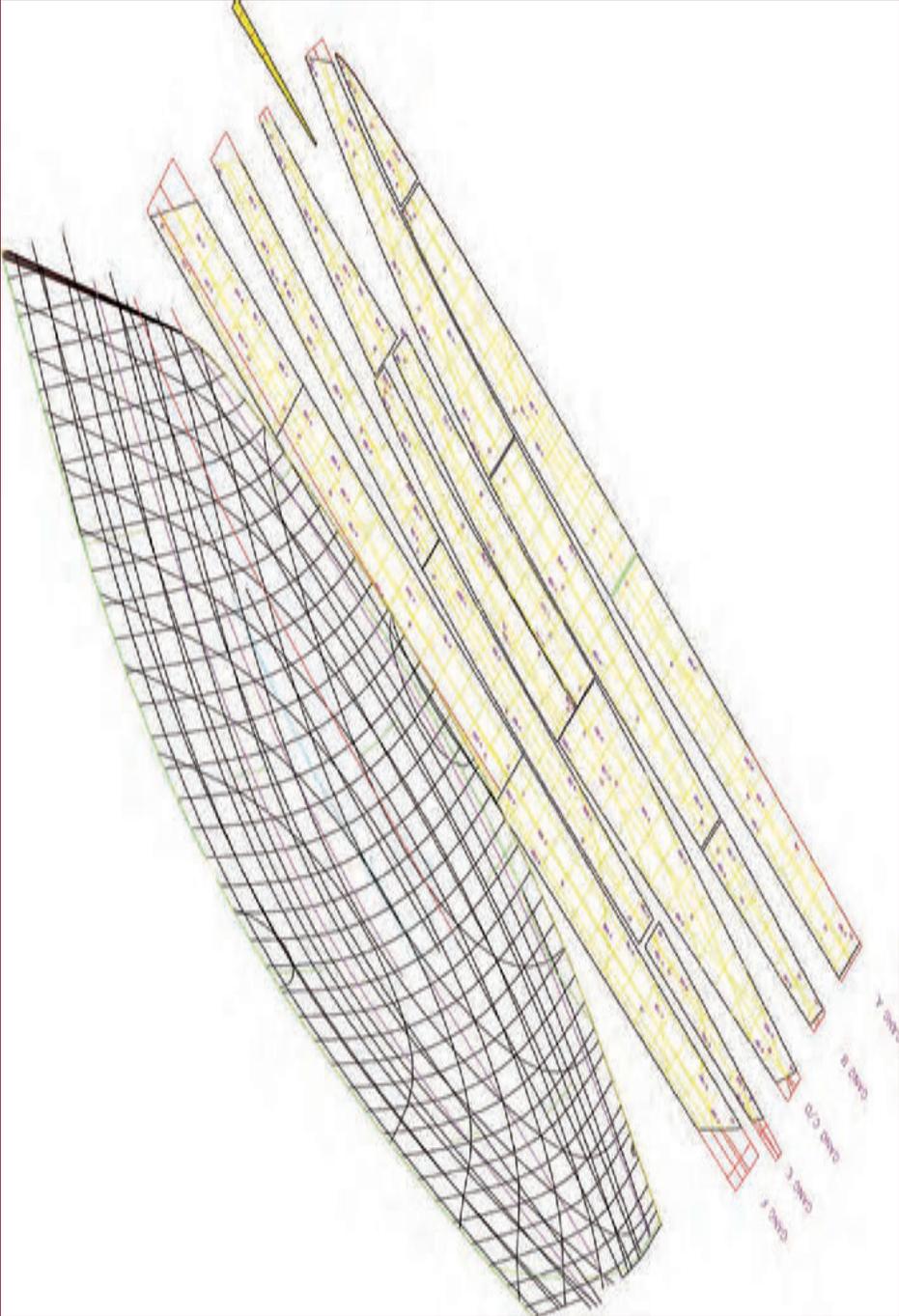


Immagine 4. 19 Sviluppo delle lamiere di uno scafo di 48 piedi. Le lamiere messe in piano, una volta piegate, prendono la forma a calice dello scafo. Vengono riportati i riferimenti di galleggiamento, ordinate e longitudinali, in modo da montarle in modo corretto.

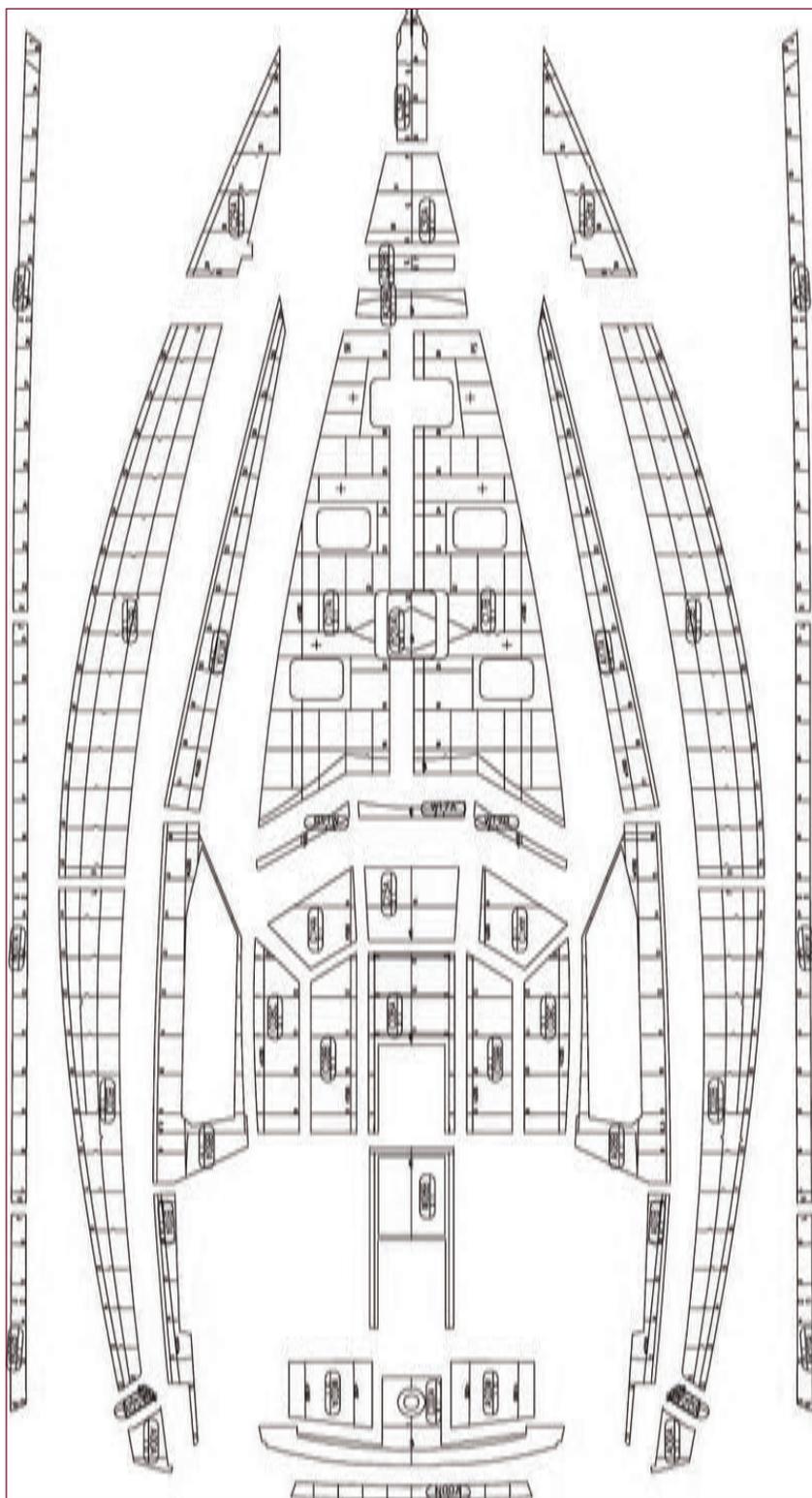


Immagine 4.20 Coperta di un deck house Van de Stadt.

4. Forme dello scafo e tecniche di costruzione

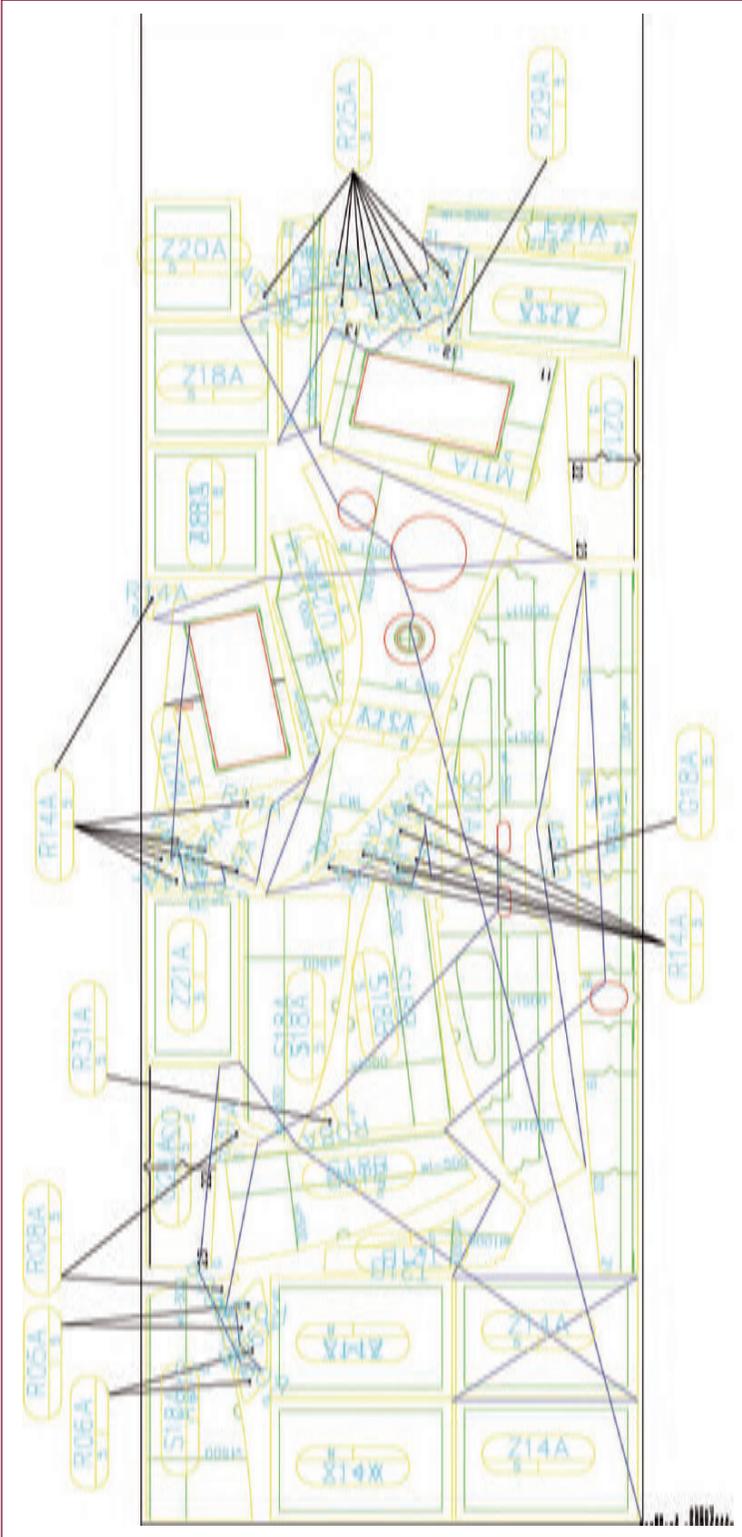


Immagine 4.23 Un *nesting* di vari componenti identificati dal proprio *partdata*. In giallo i contorni delle varie parti da tagliare. In rosso i fori o le parti da scartare. In verde chiaro le marcature, cioè i riferimenti per il montaggio (una linea d'acqua o un longitudinale). Si noti come nei pezzi più piccoli il *partdata* sia indicato fuori dalla tavola per non creare confusione. L'operatore marcherà con un pennarello i pezzi più piccoli prima di raccogliere tutte le parti tagliate. I pezzi più grandi avranno il *partdata* marcato (lieve incisione) sopra.

Impianto elettrico e corrosione



Nel trattare le caratteristiche dell'impianto elettrico di una barca in metallo, e in particolare in alluminio, si è deciso di mantenere un'esposizione semplice ma orientata alla barca da viaggio, che necessita di maggiore autonomia. È necessario richiamare qualche concetto basilare e fare dei confronti con l'impianto della barca in vetroresina.

In genere quando si comincia a pensare a un impianto si stabilisce un bilancio elettrico basato sui consumi nelle 24-48 ore in navigazione e alla fonda: si noterà che il pilota automatico e il frigorifero rappresentano i consumi più importanti, anche grazie alla tecnologia led per l'illuminazione e all'elettronica dai consumi modesti.

Cuore del sistema sono le batterie, che rappresentano il nostro serbatoio di ampere, e, indipendentemente dai modelli più recenti sul mercato, quali gel, AGM o litio, bisogna considerare spazio e peso.

L'impianto elettrico a bassa tensione di bordo (12 o 24V) si divide in due parti:

- circuito primario, cioè delle batterie, del motore per ricarica e avviamento, degli staccabatterie e delle grandi utenze, quelle per le quali le forti correnti non passano per il quadro elettrico (motorino di avviamento, winch, salpancora, elica di prua);
- circuito di distribuzione, cioè quella parte dell'impianto che dal quadro elettrico tramite interruttori porta l'energia alle varie utenze (luci, pompe, strumenti, accessori).

L'impianto elettrico a corrente alternata a 220V (o 110V in alcuni paesi) è invece più semplice e sostanzialmente comprende il caricabatterie, il boiler, l'aria condizionata e le prese a 220V della barca; il tutto alimentato tramite un quadretto dedicato e separato da quello a bassa tensione.

Le norme ISO-CE e AYBC sono scarse riguardo la realizzazione di un impianto elettrico per scafi metallici e quindi spesso bisogna cercare uno specialista sia per

la progettazione che per la realizzazione. Ricordo che un elettricista alla fine di un refitting di un Ovni 43, nell'installare un frigoboat sul motore di bordo elettricamente isolato, cercando una massa (negativo), decise di collegare il polo negativo delle batterie al blocco motore. Questo intervento causò una forte dispersione (con il rischio di corrosione marcata), poi fortunatamente trovata subito ed eliminata.

Le formule principali per gestire l'elettricità sono semplici. Un accessorio, ad esempio una pompa, viene venduto per una certa potenza e con una specifica tensione di funzionamento. Ad esempio un'autoclave (pompa) ha una potenza nominale massima P di 60W alla tensione V di 12 volt.

Se dividiamo P per V otteniamo il valore della corrente durante il funzionamento dell'autoclave in ampere (A); nel nostro caso $60W:12V=5A$.

Ovviamente il fattore tempo complica la situazione, infatti se la nostra autoclave funzionerà idealmente per un istante saranno solo 5A, ma se funzionerà per una frazione di ora si parla di ampere/ora: Ah. Per cui se la pompa autoclave funziona per 2 ore in un giorno, a fine giornata avrà consumato 10Ah, estraendo questa energia dal pacco batterie.

Purtroppo le batterie, che sono appunto come un serbatoio di Ampere/ora, possono essere scaricate solo fino al 30-50% a seconda della loro tecnologia di costruzione, pena il decadimento della durata di vita.

L'energia consumata dovrà poi essere ritornata alle batterie tramite l'alternatore del motore (quando questo è in moto) o tramite il caricabatteria quando collegati in banchina alla 220V. Un aiuto, spesso importante e fondamentale nei lunghi viaggi, può venire anche da fonti alternative quali pannelli solari ed eolico.

La ricarica non avviene in modo lineare: l'energia reimpressa nelle batterie va solo in parte a compensare i consumi. Una parte dell'energia ritornata viene persa in calore e lavoro chimico all'interno delle batterie. Si parla quindi di "efficienza di ricarica", che mediamente è pari al 75-90% dell'energia ritornata.

Se, ad esempio, dopo un consumo di 25Ah vogliamo ricaricare con l'alternatore del motore, che eroga 50 ampere a 1500 giri al minuto, il tempo di ricarica non sarà di 30 minuti, ma dipenderà dall'efficienza di ricarica e potrà variare dai 35 ai 40 minuti.

L'efficienza di ricarica dipende da vari fattori: valore in volt della tensione di ricarica, tipologia delle batterie e stato dei collegamenti elettrici (cavi di sezione adeguati, contatti puliti e stabili).

Con un pannello solare da 30watt/12volt avremo un'erogazione massima (sole a 90°) di 2,5 ampere e quindi ci vorrebbero 10-12 ore per coprire l'ammacco dei 25Ah.

I pannelli solari hanno il vantaggio di offrire una ricarica molto più economica (nessun consumo di gasolio né usura del motore), oltre a un funzionamento silenzioso.

Ovviamente per avere una buona ricarica dai pannelli solari occorre installarne per una potenza di almeno $100\text{watt}/12\text{volt}=8,33\text{A}$, che in estate con 8-10 ore di insolazione possono ricaricare 65-85Ah.

La scelta della tensione di funzionamento nell'impianto di bordo dipende da vari fattori. Il principale è rappresentato dalla corrente, che deve transitare nei vari cavi senza causare una caduta di tensione (dovuta alla resistenza elettrica dei cavi stessi). Si deve quindi determinare la sezione specifica dei vari cavi e per farlo si usa una regola empirica: 3A a 1mm^2 di sezione.

Vediamo un esempio specifico: se ho un salpancora da 2000W/12V mi servirà una corrente pari a 167 ampere. Questa corrente richiede una sezione teorica del cavo pari a 55mm^2 . Se il salpancora funzionasse a 24 volt, la corrente necessaria sarebbe di 83 ampere, con una sezione teorica dei cavi pari a 28mm^2 . È ovvio il risparmio sia di peso che di costo con la soluzione a 24 volt.

Normalmente la corrente a 24 volt diventa interessante su barche oltre i 15 metri, anche se richiede una maggiore attenzione nella sua realizzazione per evitare fughe e dispersioni accelerate dal più elevato valore della tensione.

6.1 Circuito primario

6.1.1 Batterie

Le batterie standard hanno normalmente una capacità di circa 100-125Ah a 12V e un peso di circa 20-25kg a seconda della loro tipologia. Batterie con maggiore capacità sono disponibili ma sono di maggiori dimensioni e peso, con conseguenti problematiche di installazione e movimentazione.

Per aumentare la capacità disponibile occorre quindi installare più batterie in parallelo. Esistono in commercio anche batterie con tensione a 2V o 6V con altissima capacità unitaria da combinare in serie e parallelo per ottenere la tensione di 12/24V. Batterie di questo tipo (specialmente le 2V) sono però facilmente reperibili solo in alcune zone del mondo .

In una barca avremo due tipi di batterie: quelle per uso servizi (alimentazione delle varie utenze) e quelle destinate al solo avviamento del motore. Questi due tipi sono molto diversi tra loro.

Le batterie per uso servizi devono essere del tipo a funzionamento ciclico: devono poter essere caricate/scaricate (cicli di funzionamento) moltissime volte e sono anche dette "a trazione" in quanto utilizzate anche per la movimentazione dei carrelli elettrici, delle macchine elettriche, delle moto spazzatrici: utenze che lavorano per diverse ore per poi essere ricaricate durante le soste. Il pacco batterie servizi va normalmente posizionato a centro barca, relativamente vicino al motore, ma preferibilmente non

nello stesso vano, dato che soffrono (vita utile minore) a temperature superiori ai 55°-60°.

Per ottenere un gruppo di batterie servizi con buone capacità occorre collegare le batterie (tassativamente dello stesso tipo e data) in parallelo. La capacità totale si ottiene sommando la capacità unitaria per il numero delle batterie.

Per barche sopra i 15 metri conviene optare per un impianto a 24 volt: in questo caso il collegamento delle batterie avviene in serie e in parallelo. Infatti collegando due batterie da 12V in serie si ottiene una tensione doppia, di 24V, mentre l'ampereaggio rimane quello di una sola batteria.

La componentistica a 24V è più affidabile nel tempo e richiede minore manutenzione rispetto a quella a 12V. Uno dei vantaggi principali è il minor peso dei cablaggi.

È bene proteggere il gruppo delle batterie dei servizi con un fusibile dedicato con capacità pari a 150-200 ampere in corrente continua, oltre ovviamente a prevedere una protezione per ogni singola utenza.

Il motore avrà una sua batteria dedicata al solo avviamento, posizionata il più vicino possibile al motorino di avviamento. Le batterie destinate all'avviamento del motore sono dette "di spunto", cioè sono in grado di fornire tanti ampere per pochi istanti. Le batterie del motore non sono quindi adatte al funzionamento ciclico (scarica seguita da ricarica) tipico delle batterie dei servizi. Se la tensione delle batterie del gruppo servizi è la stessa della batteria di avviamento (normalmente 12V) sarà possibile realizzare un bypass di emergenza tra il gruppo delle batterie dei servizi e la batteria del motore, in modo da avviare il motore con il gruppo servizi o attivare il quadro per poco tempo con la batteria del motore.

In caso di tensione a 24V per i servizi e a 12V per il motore non è possibile fare questo passaggio, ma bisogna ricavare un 12 volt scollegando momentaneamente le batterie del gruppo servizi e usando dei cavi di avviamento volanti.

6.1.2 Alternatore

L'alternatore sarà tassativamente a poli isolati (come del resto tutto il motore). Gli alternatori a poli isolati sono standard per gli alternatori di potenza come Balmar, AM TEK, Prestolite, ma spesso altri modelli, anche se potenti,

Foto 6.1 Un alternatore per barche in metallo deve essere a poli isolati, quindi avere i due cavi, positivo e negativo, e le loro connessioni isolate dalla carcassa metallica, in genere con rondelle in Delrin o altro materiale.



non offrono questa caratteristica. La verifica dell'isolamento è semplice: i due morsetti dove si collegano il cavo positivo e negativo di potenza sono dotati di rondelle o guarnizioni di plastica che isolano i prigionieri dalla carcassa (negativo non a massa).

Lo specchietto sottostante riporta le principali differenze tra un alternatore standard e un alternatore di potenza.

Caratteristiche	Alternatore standard	Alternatore di potenza
Corrente erogabile	Max 80A	120-280A/12V e 175A/24V
Regolatore	Interno	Esterno
Tensione di ricarica	Fissa	Variabile
Temperatura di lavoro	Max 70°C	Max 90°C
Cuscinetti	Grasso standard max 70°C	Grasso alta temperatura 100°C
Puleggia	Stampata singola	Stampata singola o doppia ricavate dal pieno
Ventola	Standard	Standard e bidirezionale
Spazzole	Standard	Antiscintillio o assenti
Diodi di raddrizzamento	Tensione max 50-100V	Tensione max 200V a volte esterni
Poli	Solo positivo isolato	A poli isolati

6.1.3 Motorino di avviamento

È un componente del motore e per isolarlo è necessario abbinare un solenoide o un relè che abiliti (colleghi) il negativo solo quando si gira la chiave per avviare il motore. Per un breve attimo viene data corrente positiva e negativa e una volta in moto il motorino è isolato e non vi sono contatti. Ovviamente il relè deve essere potente al punto giusto da coprire l'intensità di corrente richiesta dal motore durante l'avviamento.

Scheda 6.1 Il montaggio bipolare di un motore Volvo D1/D2 EVC

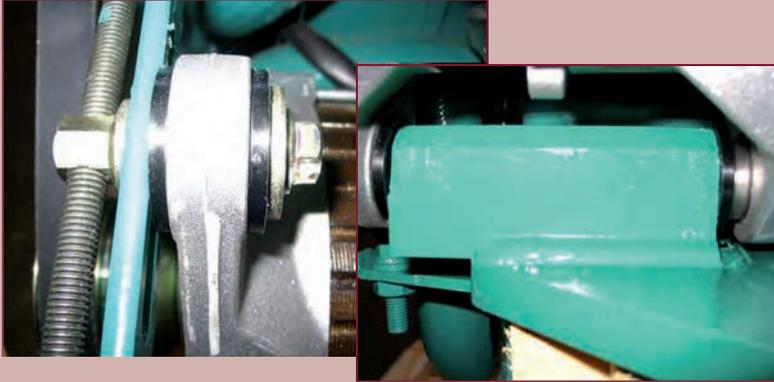


Foto 6.2 L'alternatore viene isolato attraverso due rondelle in plastica ai punti di attacco.



Foto 6.3 Sostituzione delle sonde di temperatura monopolari e montaggio di quella bipolare. Il cavo negativo da 1,5mm² viene collegato al relè.



Foto 6.4 Inserimento del relè della massa o del negativo che viene imbullonato sul tubo di scappamento (*raiser*).



Foto 6.5 O sullo scambiatore di calore.



Foto 6.6 e 6.7 Per installare il relè è necessario allungare alcune viti.

Foto 6.8 Al relè devono arrivare: il cavo B dell'alternatore secondo lo schema Volvo, il negativo della sonda di temperatura, il negativo dell'avviamento e il negativo delle batterie.



Foto 6.9 Viene eliminata la massa esistente sul motore che va quindi messa al relè.



Foto 6.10 Il risultato finale.