

UFFICIO STUDI
FERRUZZI MONTEDISON

Working Paper
Giugno 1992

LA TECNOLOGIA MONTEDISON
DALL'AMERICA'S CUP
ALLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Ferruzzi

Working Paper

**LA TECNOLOGIA MONTEDISON
DALL'AMERICA'S CUP
ALLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI**

Giugno 1992

UFFICIO STUDI FERRUZZI MONTEDISON

Foro Buonaparte, 31; 20121 Milano

Telefono: (02) 62705808; Telex: 310679; Telefax (02) 62705952

	Indice
1. Premessa	Pag. 5
2. La diffusione di tecnologie su larga scala: il ruolo dei grandi eventi tecnologici »	5
3. Il contenuto di innovazione de «Il Moro di Venezia»: un caso italiano di frontiera tecnologica »	10
4. Il cantiere Tencara: l'affermazione di una metodologia di lavoro »	16
5. La leadership di Montecatini nei nuovi materiali »	24
Appendice sportiva »	29

1. Premessa

Dal gennaio al maggio 1992 si è svolta nelle acque di S. Diego, in California, la XXVIII edizione della America's Cup, la più antica e prestigiosa competizione velica del mondo. Per la prima volta una imbarcazione italiana, «Il Moro di Venezia», conquistando la Louis Vuitton Cup al termine di un avvicente confronto con le migliori barche giunte negli Stati Uniti da tutto il mondo, è stata «challenger» finale nella America's Cup contro il «defender» americano.

Si è trattato di un'impresa storica, atto conclusivo di un'avventura iniziata nel novembre del 1988, quando la Compagnia della Vela di Venezia, sostenuta dalla sponsorizzazione di Montedison, lanciò la sfida al San Diego Yacht Club, detentore del trofeo.

Il grande patrimonio tecnologico di Montedison ha avuto un ruolo fondamentale nel successo di questa spedizione italiana negli Stati Uniti. Montecatini, a cui le attività chimiche del Gruppo Montedison fanno capo, vanta infatti una posizione di leadership a livello mondiale nel campo dei materiali, risultato dell'attività svolta da numerosi centri di ricerca in Europa, negli Stati Uniti e nell'Estremo Oriente. In particolare, attraverso il sistema Tencara, che raggruppa, oltre all'omonimo cantiere nautico di Porto Marghera, diverse aziende operanti nella ricerca e nella produzione di materiali compositi, Montecatini è oggi uno dei più importanti costruttori al mondo di imbarcazioni da regata.

Proprio nel cantiere di Tencara sono state costruite nel corso di tre anni cinque imbarcazioni - da «Il Moro di Venezia I» a «Il Moro di Venezia V» - caratterizzate da sempre più elevate prestazioni. Già nel maggio 1991 «Il Moro di Venezia III» si è imposto nel primo campionato mondiale classe Coppa America, anch'esso svoltosi a San Diego. Nei mesi successivi sono state varate altre due barche, la seconda delle quali ha preso parte alla America's Cup, risultando un mezzo altamente affidabile e competitivo.

Il presente Working Paper intende illustrare gli aspetti più rilevanti di tale impegno nel settore nautico di un grande sistema industriale come Montedison ed evidenziarne il significato in termini di sviluppo tecnologico applicabile ad una pluralità di ambiti produttivi. In appendice vengono inoltre ripercorse le principali tappe sportive dell'avventura americana de «Il Moro di Venezia».

2. La diffusione di tecnologie su larga scala: il ruolo dei grandi eventi tecnologici

E' noto che i cambiamenti tecnologici rappresentano un importante

fattore propulsivo dello sviluppo industriale e, quindi, una delle principali determinanti della crescita economica di un paese.

In Occidente, l'invenzione del motore a vapore, l'elettrificazione, l'introduzione di nuovi processi e prodotti nell'industria chimica e la nascita dell'industria dei computer sono stati alla base dell'intenso sviluppo delle forze produttive verificatosi a partire dalla rivoluzione industriale fino al «boom» economico del secondo dopoguerra.

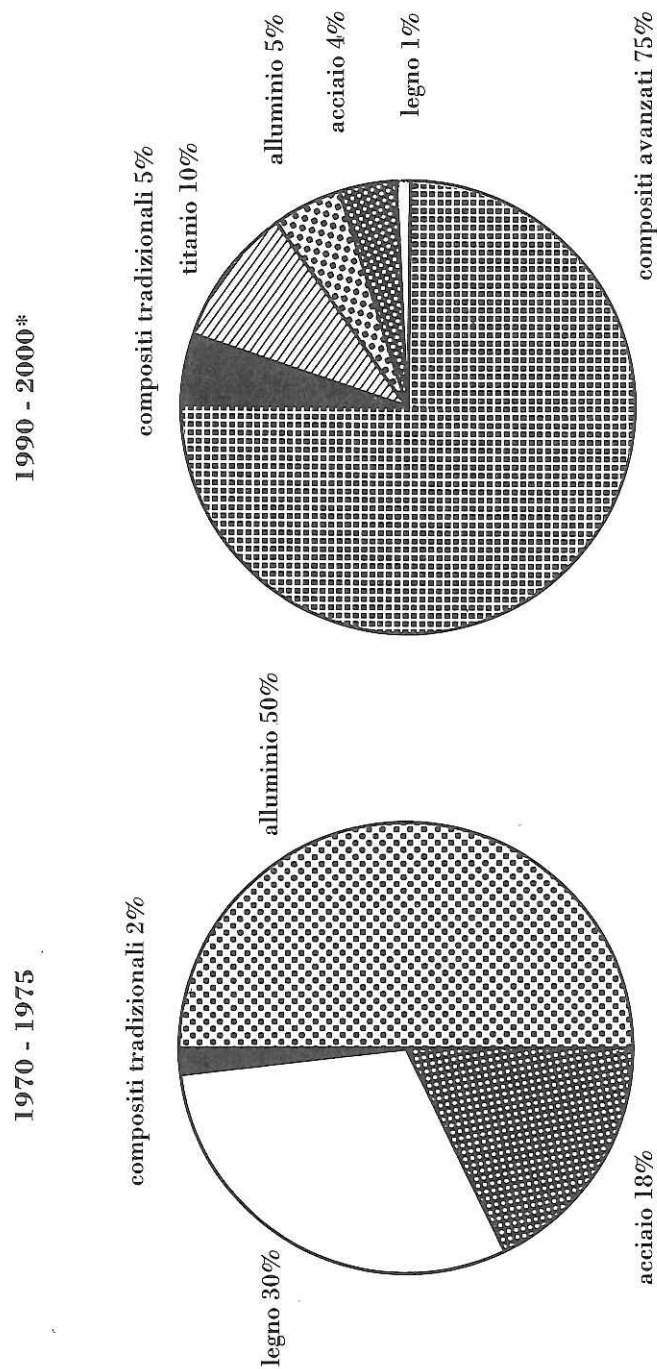
La diffusione delle tecnologie più innovative, dallo stadio di «invenzione» a quello di commercializzazione attraverso la messa a punto delle conoscenze scientifiche ed i test tipici delle fasi di sviluppo, ha storicamente assorbito ingenti risorse finanziarie. E' anche per questa ragione che, a partire dal secondo conflitto mondiale, sono state sperimentate numerose ed importanti tecnologie nell'ambito di eventi di grande rilevanza - come quelli bellici, le missioni spaziali e le più importanti manifestazioni sportive - per poi raggiungere un'ampia diffusione nella vita di ogni giorno, fino a modificare radicalmente i comportamenti individuali. Esistono al riguardo esempi particolarmente significativi.

Nel corso della seconda guerra mondiale sono state messe a punto, soprattutto nel campo dei materiali, numerose tecnologie che hanno prodotto una rivoluzione in molti settori industriali ed anche nelle abitudini di consumo. Ad esempio, in questo periodo è stato sperimentato con buoni risultati il polietilene nella fabbricazione dei radar e degli impianti ad alte frequenze, grazie anche all'individuazione delle proprietà dielettriche di tale materiale. In seguito, si è passati ad un ampio impiego del polietilene nelle applicazioni più diverse, da quelle considerate oggi tradizionali, come l'imballaggio ed il confezionamento, a quelle più avanzate - come le tubature per la distribuzione di acqua, gas e componenti chimici liquidi -, sfruttando le particolari caratteristiche di questo prodotto.

Un altro interessante caso di innovazione nel periodo bellico è rappresentato dalla gomma sintetica. Questo materiale ha avuto origine durante la seconda guerra mondiale, quando il governo degli Stati Uniti, venendo a mancare il tradizionale approvvigionamento dalla Malesia in seguito al conflitto con il Giappone, promosse il «progetto gomma sintetica» coinvolgendo le imprese del settore e le università. Gli intensi sforzi di ricerca degli anni successivi migliorarono sensibilmente le prestazioni della gomma di sintesi, che rappresenta attualmente un quarto del mercato mondiale complessivo della gomma. Grazie agli studi recenti, è stata individuata un'estesa gamma di proprietà della gomma sintetica in grado di soddisfare le esigenze di numerose attività industriali: dai trasporti all'arredamento, dagli elettrodomestici alla meccanica, dagli adesivi all'elettronica.

Figura 1

I materiali usati nelle imbarcazioni per l'America's Cup



(*) previsioni

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison su dati Tencara.

Va infine ricordato che la ricerca a fini bellici portò ad una migliore comprensione dei meccanismi di polimerizzazione, in virtù dei quali è stato possibile sviluppare un'ampia gamma di materie plastiche con caratteristiche diverse, tra cui il polipropilene, il PVC ed il poliestere. In conseguenza di ciò la produzione di materie plastiche nel secondo dopoguerra ha mostrato, specialmente negli Stati Uniti, una decisa accelerazione. Ed oggi è difficile pensare alla vita quotidiana senza la presenza delle plastiche. Dai sacchetti per la spesa agli involucri per gli alimenti, dai prodotti «usa e getta» a parti di autoveicoli, tutti noi veniamo ogni giorno a contatto con questi materiali.

Un'altra importante occasione di sperimentazione e messa a punto di tecnologie, che ha successivamente dato luogo ad importanti applicazioni industriali su larga scala, è stata la conquista dello spazio. Nel periodo della «guerra fredda» la conquista dello spazio ha rappresentato uno dei principali campi sul quale si è svolta la competizione tra le due superpotenze, Stati Uniti e Unione Sovietica. La ricerca finalizzata all'esplorazione del cosmo ha individuato materiali, polimeri in particolare, in grado di garantire determinate prestazioni anche se sottoposti ad un intenso flusso di energia. Questi prodotti hanno poi ricevuto negli ultimi tempi un particolare sviluppo in settori molto sofisticati, come l'elettronica e l'informatica, dove è necessario coniugare elevate prestazioni con l'adattabilità ai complessi processi produttivi e l'elevato livello qualitativo richiesto da un mercato sempre più esigente.

Oltre agli eventi bellici ed alle grandi imprese spaziali, un importante banco di prova sperimentale per l'innovazione tecnologica è rappresentato dalle grandi manifestazioni sportive come la «Formula Uno», l'«off shore» e le principali competizioni veliche, tra cui l'America's Cup, la Whitbread, la Admiral Cup ed il Fastnet.

Per quanto riguarda la «Formula Uno», numerose tecnologie sono state sviluppate ed hanno poi trovato una larga diffusione in settori dell'importanza di quello automobilistico e motoristico. Dalla sperimentazione effettuata sulla «Formula Uno», negli anni '50 e '60 sono stati introdotti nelle auto di serie i freni a disco, che garantivano una maggiore resistenza e durata, i pneumatici radiali, caratterizzati dall'ottima tenuta sul bagnato e sulla neve, l'iniezione diretta, che ha permesso risparmi di carburante a parità di potenza sviluppata. Gli anni '70 ed '80 hanno visto la messa a punto del turbo compressore, la cui introduzione ha consentito un aumento di potenza agli alti regimi a parità di cilindrata, dei lubrificanti di sintesi dotati di migliori caratteristiche soprattutto alle alte temperature, e del dado centrale delle ruote, grazie al quale è stato possibile migliorare oltre che l'estetica anche il fissaggio del cerchio al mozzo delle ruote.

Figura 2

Impieghi dei materiali compositi e avanzati Montecatini in settori diversi da quello nautico

SETTORI D'IMPIEGO	PRINCIPALI APPLICAZIONI
Automobilistico 	Auto da competizione: Scuderia Italia: Programma F1 (scocca in carbonio, carrozzeria, alettoni, fondo piatto, prese aria freni) Lola Cars Programma F3000 (scocca in carbonio, alettoni) Alfa Romeo Telaio sperimentale in carbonio
Trasporti 	Autotrasporto: Telaio e carrozzeria auto elettrica, pannellaria verticale (Ferrari), paraurti (IVECO).
Industria 	Componenti per treno veloce*. Parti di macchine utensili, componenti per impianti industriali.
Aerospaziale 	Interni di aerei: Boeing 767, MD Douglas MD11, Deutsche Airbus, De Havilland Aircraft Componenti strutturali e secondarie per satelliti (Delta), missili (Patriot, Peacekeeper), elicotteri (Blackhawk, Agusta A129 e A109), aerei (Aerialia ATR 42 e ATR 72; Piaggio P180; Aeromacchi AMX e MB 339; Meteor MIRACH 26).
Energia e telecomunicazioni 	Pale per centrali eoliche, tralicci, antenne paraboliche, quadri elettrici di comando.
Tessile 	Fibre e tessuti metallizzati per protezione dalle interferenze elettromagnetiche.
Edilizia industriale 	Strutture leggere e resistenti per ponti, pannelli per piattaforme petrolifere off shore.
Difesa 	Delle persone: giubbotti antiproiettile. Dei veicoli: barriere antibalistiche per carri e mezzi di trasporto. (*) In fase di progetto

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

Negli ultimi dieci anni anche le principali manifestazioni veliche sono divenute un importante banco di prova di tecnologie altamente innovative. Rispetto a quanto avviene nella «Formula Uno», il settore velico si caratterizza per la sperimentazione soprattutto nel campo dei materiali, i quali mostrano, più di ogni altra tecnologia, un potenziale di diffusione assai elevato, abbracciando più settori oltre a quello originario di applicazione.

E' il caso, a questo punto, di sottolineare che l'ultima edizione della America's Cup ha messo in evidenza le eccezionali prestazioni delle nuove imbarcazioni da regata, fabbricate per la maggior parte con nuovi materiali compositi (figura 1). Tali materiali sono oggi utilizzabili nelle industrie automobilistica, dei mezzi di trasporto e meccanica, aerospaziale, dell'energia e delle telecomunicazioni, degli articoli sportivi, tessile, dell'edilizia e bellica (figure 2 e 3).

L'impresa de «Il Moro di Venezia» assume quindi, al di là dei suoi pur rilevanti contenuti sportivi, il significato di un progetto pilota volto a trasferire nella vita di ogni giorno l'altissimo livello tecnologico nei materiali compositi raggiunto dal sistema Tencara di Montedison.

3. Il contenuto di innovazione de «Il Moro di Venezia»: un caso italiano di frontiera tecnologica

La XXVIII America's Cup sarà certamente ricordata come la prima edizione marcatamente tecnologica di tale competizione. La forte lievitazione del budget della maggior parte dei consorzi partecipanti rispetto alle passate edizioni testimonia il «salto di qualità» di questa manifestazione sportiva che comunque, fin dagli inizi, è sempre stata caratterizzata dall'introduzione di importanti innovazioni. Già nel 1851, ad esempio, quando lo schooner «America» vinse la Coppa delle Cento Ghinee in una regata intorno all'Isola di Wight, furono sperimentate con successo dagli Americani le vele di cotone che sostituirono quelle di lino, più sensibili all'azione deformatrice del vento ed utilizzate dagli Inglesi fino ad allora.

Si può quindi affermare che l'America's Cup, pur mantenendo intatto il suo significato sportivo, si arricchisce oggi - in misura maggiore rispetto al passato - di contenuti tali da trasformarla anche in una sfida industriale nella quale vengono sperimentate soluzioni tecnologiche e «creati» materiali che con le loro vastissime possibilità di impiego possono contribuire in tempi relativamente brevi al generale miglioramento della qualità della vita. Ed è significativo il fatto che proprio in

Figura 3

Le potenzialità di sostituzione dei nuovi materiali compositi

SETTORI D'IMPIEGO	MATERIALI CONCORRENTI	MOTIVI DI SOSTITUZIONE
Automobilistico	Acciaio Alluminio Engineering plastics	Miglior rapporto peso/prestazioni Resistenza agli agenti esterni Riduzione numero componenti Manutenzione ridotta
Mezzi di trasporto e meccanico	Acciaio Alluminio Engineering plastics	Miglior rapporto peso/prestazioni Resistenza agli agenti esterni Riduzione numero componenti Manutenzione ridotta
Aerospaziale	Alluminio Leghe alluminio-litio Titanio	Riduzione di peso Ridotti costi di assemblaggio Resistenza alle alte temperature Manutenzione ridotta
Energia e telecomunicazioni	Acciaio Alluminio	Riduzione di peso Resistenza alla corrosione
Sportivo	Legno Acciaio Alluminio Materie plastiche	Miglior rapporto peso/prestazioni
Tessile	Fibre naturali Fibre sintetiche	Resistenza agli agenti esterni Resistenza all'usura e all'abrasione
Edilizia	Legno Acciaio Alluminio Materie plastiche	Miglior rapporto peso/prestazioni Resistenza agli agenti esterni Manutenzione ridotta
Difesa	Legno Acciaio Compositi a matrice metallica Ceramici	Riduzione di peso Resistenza agli agenti esterni Riduzione numero componenti Manutenzione ridotta

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

questa edizione si sia affermata un'imbarcazione prodotta in Italia, a dimostrazione delle potenzialità industriali che hanno permesso a questo paese di competere con nazioni tecnologicamente più evolute come il Giappone e gli Stati Uniti.

«Il Moro di Venezia» è infatti una barca fortemente innovativa costruita in gran parte con materiali compositi di nuova generazione ad elevate prestazioni.

Fanno parte della categoria dei compositi i materiali costituiti da una matrice (polimerica, metallica, ceramica) e da un rinforzo (fibra, altro). Tali componenti vengono uniti, con un numero di combinazioni potenziali molto elevato, in maniera tale da ottenere le proprietà richieste. Il principale vantaggio legato all'impiego di compositi è dato quindi dalla possibilità di assemblare componenti scelti «ad hoc» per ottenere materiali con le prestazioni desiderate. I compositi si caratterizzano inoltre, rispetto ai materiali delle precedenti generazioni, per le superiori proprietà di resistenza meccanica raggiungibili in rapporto al peso ed alla temperatura, per la resistenza alla corrosione e per la possibilità sia di integrare in un unico manufatto più componenti e funzioni sia di costruire manufatti di grande dimensione. Va infine ricordato che in relazione al tipo di matrice e di rinforzo (tradizionali o nuovi) si ottengono compositi tradizionali o caratterizzati da prestazioni avanzate.

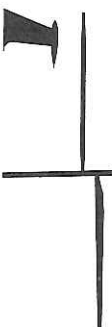
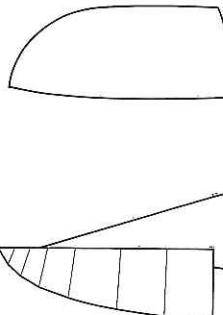
Le parti strutturali de «Il Moro di Venezia» sono interamente fabbricate con nuovi compositi a matrice polimerica e rinforzo in fibra. I principali materiali utilizzati per la costruzione della barca sono, per quanto riguarda quelli nuovi, le fibre di carbonio, le resine epossidiche, le fibre aramidiche, l'UHMW-PE (polietilene ad altissimo peso molecolare), i materiali fluorurati ed il titanio; per quanto riguarda i materiali tradizionali le leghe speciali di alluminio, il piombo, il cobalto e l'acciaio inox.

La grande maggioranza dei materiali è dunque caratterizzata da prestazioni avanzate. Va poi anche ricordato che la tecnologia impiegata per assemblare tali materiali - anche quelli non nuovi - è del tutto originale e costituisce una specialità innovativa del sistema Tencara di Montedison.

A questo riguardo si sottolinea l'originale impiego delle fibre di carbonio nella costruzione dello scafo e della coperta, nonché delle vele. Lo scafo e la coperta delle imbarcazioni sono stati fabbricati sviluppando una tecnologia costruttiva particolarmente innovativa. Si è proceduto infatti all'assemblaggio in una struttura «a sandwich» di due «pelli» esterne di fibra di carbonio, impregnate con resine epossidiche, e di un'anima «a nido d'ape» di carta aramidica (Nomex) in grado di

Figura 4.

Il Moro di Venezia V: i materiali

COMPONENTE	MATERIALE
 Albero, boma, tangone, chiglia	Composito: fibre di carbonio impregnate con resine epossidiche
 Scafo e coperta	Struttura a sandwich: pelli esterne in fibre di carbonio impregnate con resine epossidiche, anima centrale a nido d'ape di carta aramidica
 Randa, genoa Spinnaker, gennaker e trinchetta	Tessuti in fibre di carbonio accoppiati a film in resine poliestere Tessuti in fibre aramidiche accoppiati a film in resine poliestere
 Scotte, drizze, sartie	Fibre ottenute dalla lavorazione dell'UHMW-PE
 Bozzelli	Materiali fluorurati
 Verricelli	Titanio e alluminio

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

conferire spessore e migliori caratteristiche meccaniche all'intera struttura.

Per le vele principali, la randa ed il genoa, è stato impiegato un nuovo tessuto sperimentale messo a punto dai ricercatori di Montecatini costituito da fibre di carbonio accoppiate a film in resine poliestere. Tale tessuto è più leggero e resistente di quello in fibre aramidiche che viene comunemente impiegato. La maggiore leggerezza diminuisce lo sbandamento della barca, riduce l'inerzia generata dalle vele, aumentando la facilità di manovra delle stesse da parte dell'equipaggio e migliorando il passaggio della barca sulle onde. La maggiore resistenza consente parallelamente di mantenere il profilo ottimale delle vele, limitando le deformazioni causate dalla pressione del vento.

Le altre vele – spinnaker, gennaker e trinchetta – sono state fabbricate impiegando fibre aramidiche accoppiate a film in resine poliestere.

Per quanto riguarda le rimanenti parti dell'imbarcazione, l'albero, il boma, il tangone e la chiglia sono stati realizzati in compositi costituiti da fibre di carbonio impregnate in resine epossidiche. Le scotte, le drizze e le sartie sono in fibre ottenute dalla lavorazione dell'UHMW-PE, i bozzelli in materiali fluorurati ed i verricelli in titanio ed alluminio.

Il risultato finale è un natante assai leggero: lo scafo, la coperta e la struttura interna pesano infatti soltanto 2.000 chilogrammi, contro un peso di 7.000 chilogrammi se le medesime strutture fossero state realizzate in acciaio, 4.500 con strutture in legno, 3.700 con materiali in alluminio e 3.500 chilogrammi con la fibra di vetro.

L'impegno di Montedison nei nuovi materiali compositi è ora rivolto a portare nella vita di tutti i giorni la frontiera tecnologica sperimentata con «Il Moro di Venezia». Basti pensare alla possibilità di trasferire le eccezionali caratteristiche in termini di elevate prestazioni e straordinaria leggerezza dalla nautica al settore automobilistico e dei trasporti (treni, metropolitane, autobus), con notevoli vantaggi in termini di risparmio energetico, silenziosità e riduzione dell'inquinamento.

Tra i progetti già avviati in questa direzione, è il caso di citare: la progettazione di strutture e carrozzerie in materiali compositi per il progetto, ancora in via di definizione, riguardante la fabbricazione di autovetture a propulsione elettrica; la costruzione di un nuovo prototipo di pale eoliche; infine, la realizzazione di un centro internazionale di elaborazione e comunicazione sui nuovi materiali raccordato al sistema globale, industriale e di mercato, del Gruppo Ferruzzi Montedison. Quest'ultimo progetto ha come obiettivo l'assistenza all'intero sistema industriale riguardo all'impiego sperimentale dei nuovi materiali compositi nella componentistica, nell'arredamento, nel settore degli

Figura 5

Le principali società controllate da Montecatini



Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison

elettrodomestici, nell'abbigliamento e nei settori aeronautico, elettronico e dei trasporti.

4. Il cantiere Tencara: l'affermazione di una metodologia di lavoro

«Il Moro di Venezia» è frutto della collaborazione fra molteplici aziende appartenenti al Gruppo Ferruzzi Montedison, le quali, oltre a fornire la necessaria consulenza tecnica, hanno contribuito direttamente alla costruzione di alcune parti della barca. In particolare, le società operanti nel campo dei nuovi materiali compositi sono raggruppate nel sistema Tencara di Montedison (figure 5 e 6).

«Il Moro di Venezia» è stato costruito nel cantiere Tencara, situato a Porto Marghera (Venezia) e facente parte dell'omonimo sistema. Alla realizzazione del cantiere, che si estende su una superficie di oltre 5.000 metri quadrati, ha contribuito anche Tecnimont, primaria società di ingegneria controllata da Ferruzzi Finanziaria.

Tencara occupa attualmente oltre 130 persone ed è considerato uno tra i più avanzati cantieri del mondo per gli impianti di cui dispone, il know-how di processo raggiunto, la progettazione e il calcolo strutturale che è in grado di realizzare.

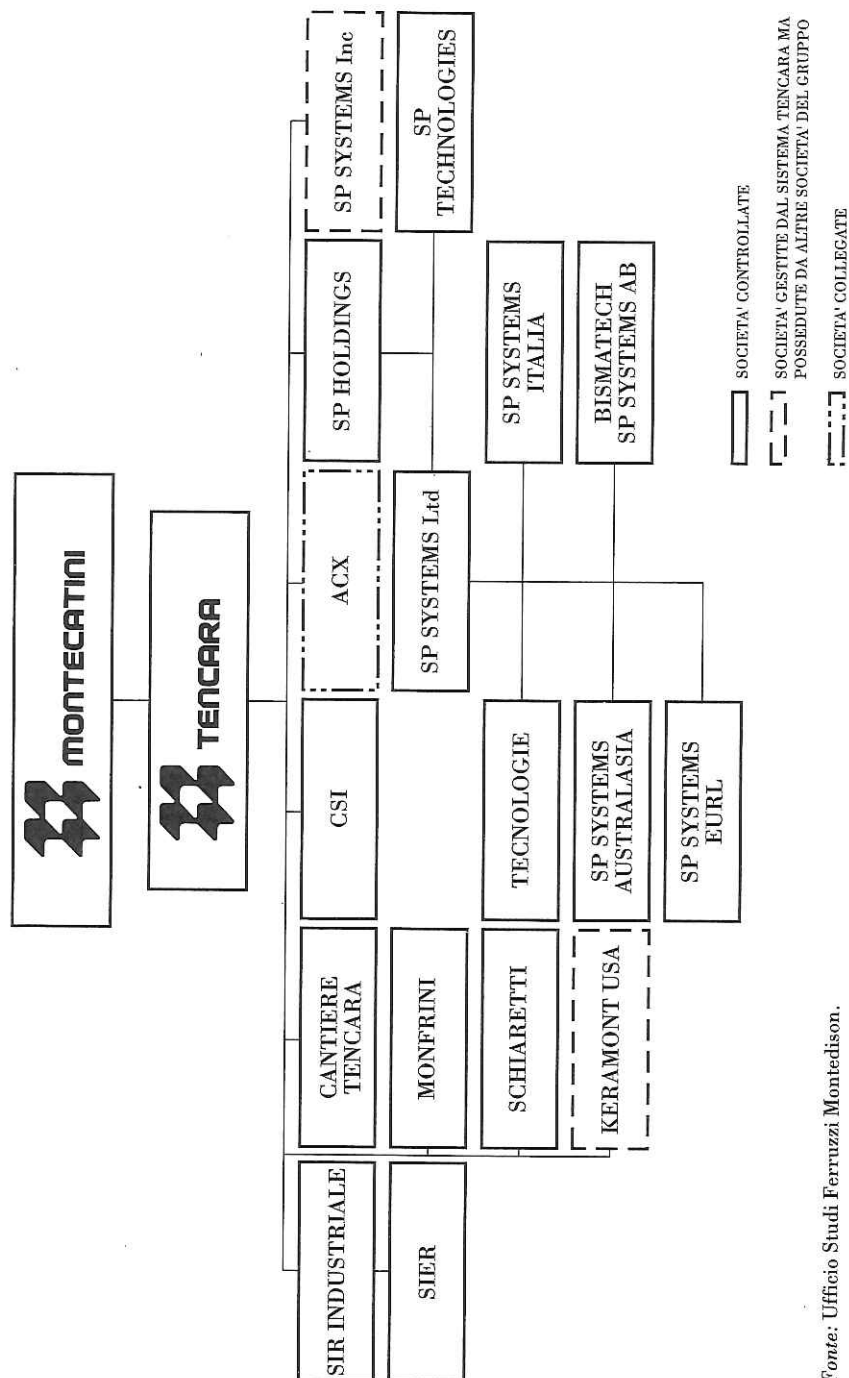
Tencara è stato concepito non solo per la costruzione della serie di barche de «Il Moro di Venezia» ma anche per diventare un centro di applicazione dei nuovi materiali compositi ai vari settori industriali, quali l'aerospaziale, il navale, l'automobilistico e quello dell'energia. A tale scopo è stato allestito all'interno del cantiere un centro ricerche. In questo laboratorio vengono condotte indagini di due tipi: una di carattere chimico-fisico e un'altra di tipo meccanico, attraverso le prove di resistenza che consentono di fornire risultati scientifici alle soluzioni sperimentali. Il centro ricerche è inoltre dotato di tutte le apparecchiature necessarie per la realizzazione di test sui materiali plastici rinforzati, tra cui anche un dinamometro Instrom da 250 kN, appositamente progettato per effettuare test di carico e fatica su componenti di grandi dimensioni, su sistemi di fissaggio di attrezzature di coperta o su strutture complesse.

Vanno infine ricordate le operazioni di controllo di qualità, attraverso i test dei materiali e delle resine, unitamente alla verifica delle soluzioni applicative durante la fase della costruzione.

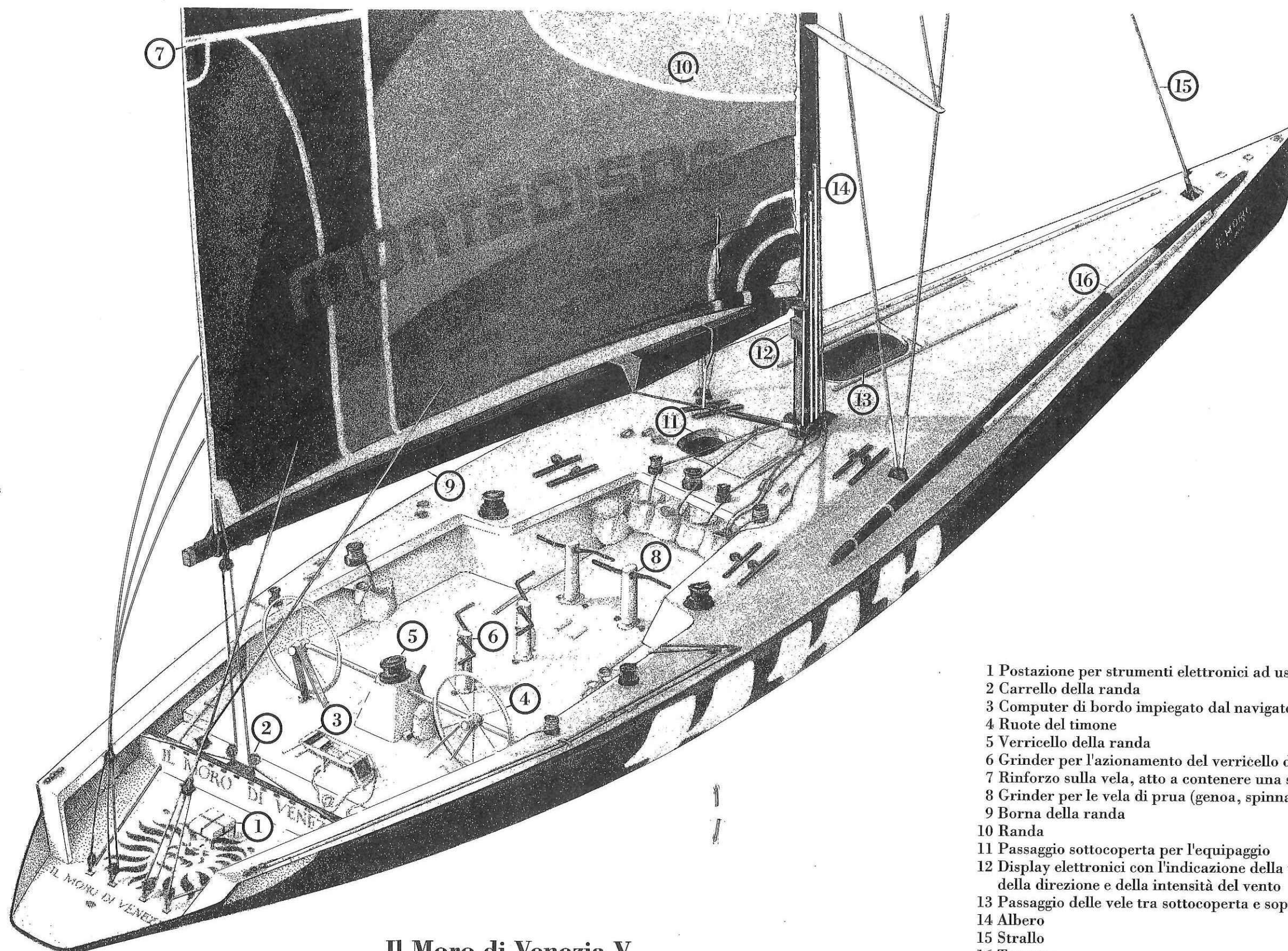
Per quanto riguarda le attrezzature, Tencara utilizza un impianto di aria condizionata che garantisce, in base alle esigenze di lavoro, una regolazione continua della temperatura tra i 15 e i 35 gradi centigradi e un accuratissimo controllo dell'umidità dell'aria. Il ricambio dell'aria

Figura 6

Le società del sistema Tencara



Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.



Il Moro di Venezia V

- 1 Postazione per strumenti elettronici ad uso del navigatore
- 2 Carrello della randa
- 3 Computer di bordo impiegato dal navigatore
- 4 Ruote del timone
- 5 Verricello della randa
- 6 Grinder per l'azionamento del verricello della randa
- 7 Rinforzo sulla vela, atto a contenere una stecca
- 8 Grinder per le vela di prua (genoa, spinnaker, gennaker)
- 9 Borna della randa
- 10 Randa
- 11 Passaggio sottocoperta per l'equipaggio
- 12 Display elettronici con l'indicazione della velocità della barca, della direzione e della intensità del vento
- 13 Passaggio delle vele tra sottocoperta e sopra coperta
- 14 Albero
- 15 Strallo
- 16 Tangone

avviene inoltre attraverso una serie di appositi filtri e ventilatori, in modo da ridurre al massimo la presenza nell'ambiente di polveri e altre particelle.

Fra le strutture ed i macchinari più importanti del cantiere sono da ricordare: il pavimento, che può sostenere carichi concentrati fino a 150 tonnellate e temperature fino a 150 gradi centigradi; l'impianto elettrico, che regge una potenza di 5 Megawatt erogata da due fonti separate, in modo che la fornitura di energia sia sempre assicurata; le attrezzature, tutte azionate ad aria compressa per evitare eventuali folgorazioni, dal momento che il carbonio è un eccellente conduttore di elettricità; le rotaie, che consentono di spostare il forno semovente e altri carichi pesanti; i ponti mobili, che permettono un'agile movimentazione delle barche.

Oltre alla zona di lavorazione delle strutture in composito, Tencara possiede un'officina meccanica, dove è possibile costruire ogni genere di attrezzatura sia per impiego marino sia per uso industriale, e una falegnameria per la costruzione di modelli, stampi e arredamenti.

4.1 Gli impianti del cantiere Tencara

Il cantiere è dotato di una serie di impianti speciali che sono in grado di gestire in modo completo l'ingegneria e il controllo di ogni genere di progetto, a partire dall'analisi strutturale fino alla vera e propria realizzazione.

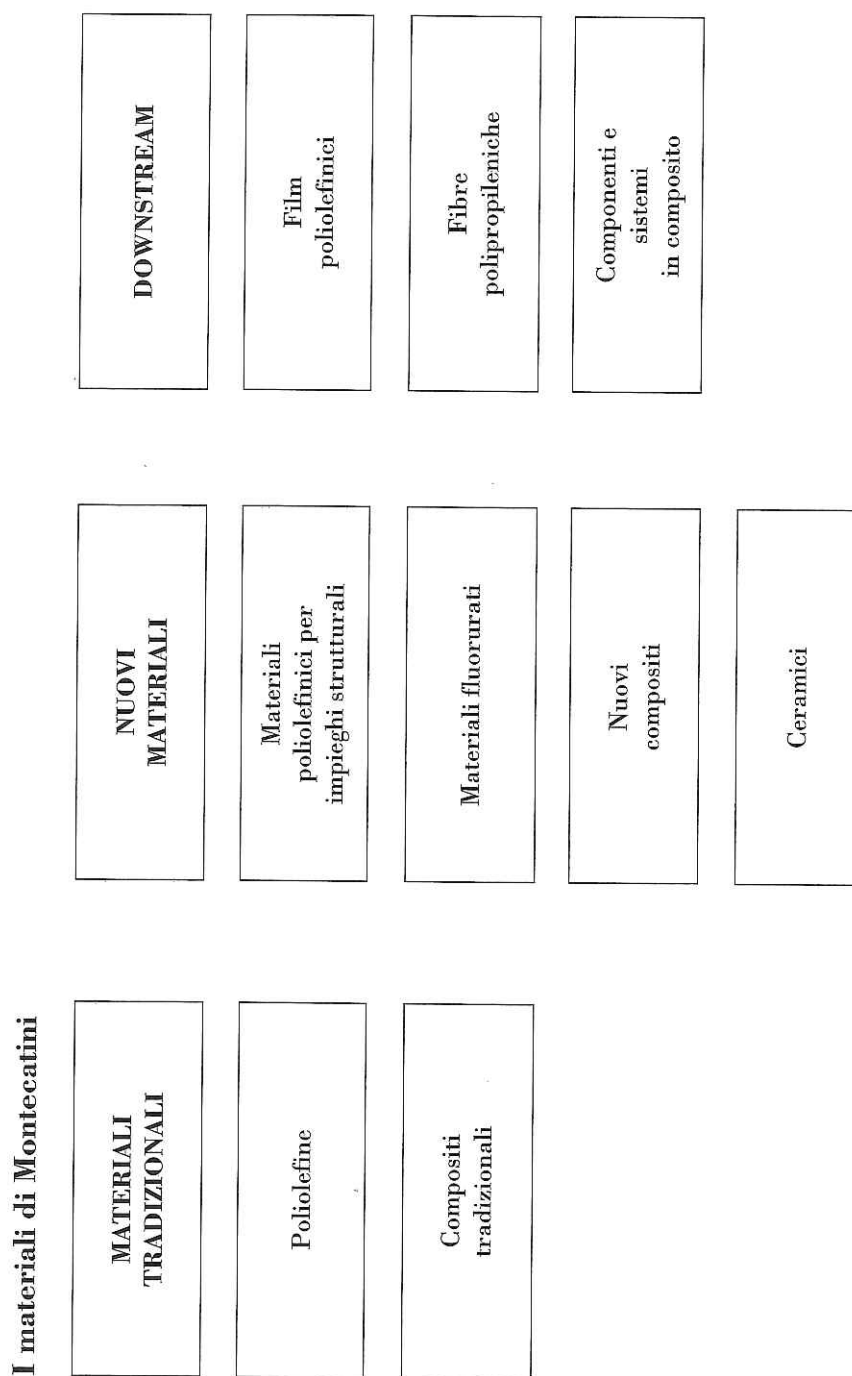
Un forno semovente su rotaie, costruito in acciaio, viene utilizzato per il processo di polimerizzazione di alcuni dei materiali impiegati per la costruzione. Nel caso de «Il Moro di Venezia», alcune parti dell'imbarcazione hanno richiesto fino a sei differenti fasi di «cottura».

Il forno è in grado di polimerizzare strutture lunghe fino a 30 metri ed è diviso in 16 gruppi termici i quali, gestiti da un computer, garantiscono una distribuzione uniforme del calore su tutta la superficie del componente. Una serie di sensori, collegati al computer centrale, permette di gestire e monitorare il ciclo di polimerizzazione con una precisione di 2 gradi centigradi in più o in meno.

Il forno ha una potenza di 3 Megawatt, può raggiungere una temperatura massima di 150 gradi centigradi e richiede meno di un'ora per essere spostato, testato e preparato all'uso.

Il cantiere è dotato di un impianto di vuoto utilizzato per la polimerizzazione sottovuoto dei laminati e per l'incollaggio delle anime dei «sandwich». Grazie a questa tecnologia è possibile ottenere stratificati molto compatti con elevati rapporti fibra-resina e incollaggi particolar-

Figura 7



Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

mente consistenti.

Un'autoclave di 12 metri di lunghezza e 3,5 di diametro, in grado di raggiungere temperature di 150 gradi centigradi e pressioni di 6 bar, permette di costruire strutture in composito con preimpregnati ad alta temperatura; grazie all'impiego delle alte pressioni è infatti possibile realizzare componenti strutturali critici con elevatissimi rapporti fibra-resina.

Un plotter con testa di taglio intercambiabile (getto d'acqua o laser) viene utilizzato per il taglio di strutture in composito o in altri materiali. Date le sue dimensioni (6 metri per 5), il plotter viene impiegato anche per il disegno, in scala 1 a 1, di componenti e strutture di grandi dimensioni.

Esiste nel cantiere un impianto di estrazione delle polveri che ha una portata di 11.400 m³ l'ora ed è costituito da tre unità indipendenti, ciascuna delle quali è formata da un «ciclone» in acciaio, utilizzato per la raccolta delle polveri e collegato ad un turboaspiratore a 4 stadi con una portata di 3.800 m³ l'ora.

Un sistema informativo basato su di un database relazionale integrato assiste tutte le attività del cantiere, dalla gestione amministrativa fino al disegno CAD e strutturale; tale sistema utilizza due HP 750 ed un Vax server centrali, collegati ad una rete Ethernet di 50 workstation Unix.

Allo scopo di evitare eventuali fughe di notizie o dettagli costruttivi dei progetti in corso, il cantiere è dotato di un sofisticatissimo sistema di controlli di sicurezza, che offre la possibilità di sviluppare e portare a termine progetti o studi riservati, grazie anche alla suddivisione del cantiere in aree accessibili solo a determinate persone.

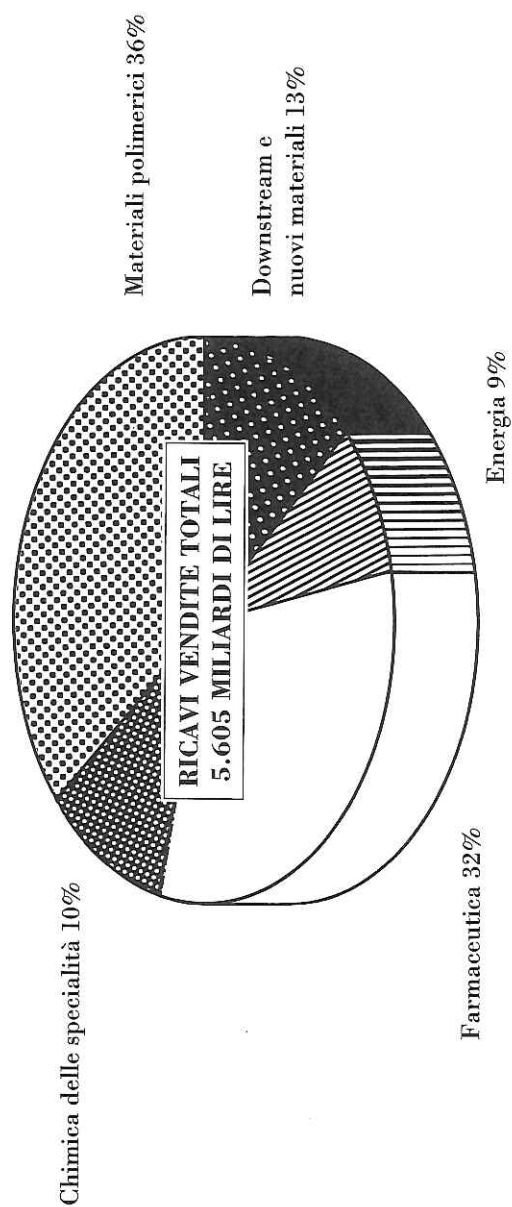
4.2 Le commesse del cantiere Tencara

L'esperienza tecnologica acquisita da Tencara durante la costruzione delle cinque barche de «Il Moro di Venezia» ha fatto in modo che il cantiere si presenti oggi come un accreditato «contractor» per chiunque richieda prodotti innovativi, super-leggeri, super-veloci e ad altissime prestazioni.

Relativamente al settore nautico, Tencara ha già costruito il catamarano «off shore» Classe I «Gruppo Dalle Carbonare», progettato dallo statunitense Michael Peters e realizzato in compositi sulla base dell'esperienza acquisita con la costruzione del precedente Classe I «Iceberg-Ferretti», secondo classificato al Campionato Europeo «off shore» '91 e vincitore di due delle tre prove del Campionato Mondiale «off shore» '91.

Figura 8

Montecatini: ripartizione ricavi vendite per settore di attività, 1991



Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

Recentemente anche il celebre navigatore solitario Titouan Lamazou ha commissionato a Tencara la costruzione del «Jules Verne I», una goletta di 43 metri con cui prevede di compiere, alla fine del 1993, il giro del mondo in meno di 80 giorni.

Nel portafoglio ordini del cantiere figura anche la costruzione del 60 piedi «Brooksfield», che parteciperà alla Whitbread Round The World Race 1993-94, una tra le regate veliche più prestigiose del mondo. Il «Brooksfield», un monoscafo di poco più di 19 metri di lunghezza progettato dallo studio francese Petit-Bouvet, verrà realizzato «a sandwich» con preimpregnati epossidici di vetro R e fibre aramidiche. La consegna di questa imbarcazione è prevista per l'ottobre 1992, così da consentire la partecipazione alla Discovery Race, regata transatlantica che prenderà il via nel dicembre dello stesso anno.

La capacità progettuale del cantiere, tuttavia, va ben oltre il settore nautico. Tencara, per esempio, insieme con Monfrini - anch'essa appartenente al sistema Tencara - è oggi impegnata nella costruzione di pale eoliche a partire da un progetto strutturale della SP Technologies - società del sistema Tencara - su commissione di una società bolognese attiva negli aerogeneratori.

5. La leadership di Montecatini nei nuovi materiali

Lo sviluppo tecnologico e la produzione industriale di materiali polimerici riveste da tempo un ruolo prioritario all'interno dell'attività produttiva chimica di Montecatini, sub-holding di Montedison e attiva oltre che nella chimica anche nell'industria dell'energia e nella farmaceutica.

Si può senz'altro affermare che Montecatini ha fondato la sua strategia di crescita nell'«area materiali», che oggi costituisce il business centrale. In particolare, si prevede che entro il 2000 la produzione di nuovi materiali darà luogo al 50% del fatturato chimico della società.

Le principali caratteristiche dell'attività nei materiali polimerici sono:

1. la presenza in aree di business (materiali poliolefinici, materiali fluorurati, nuovi materiali compositi) comprendenti sia commodity di largo consumo, versatili negli impieghi e dal costo relativamente basso, sia prodotti ad alto valore aggiunto ed elevato contenuto tecnologico destinati ad essere utilizzati in specifici segmenti di mercato (specialty);
2. la specializzazione, nell'ambito dei materiali a largo consumo, nella produzione di poliolefine, dove Montecatini, attraverso Himont, detiene posizioni di leadership mondiale con una quota del 20% sui principali

Figura 9

I principali prodotti di Montecatini nell'area dei nuovi materiali

HIMONT	AUSIMONT	TENCARA
Nuovi materiali poliolefinici • tecnopolimeri rinforzati vetro: HiGlass® • resine caricate estetiche: Astryn® • resine flame-retardant: Astryn-FR® • olefine termoplastiche: HiFax® • resine adesive: Qestron® • UHMW-PE	Fluidi fluorurati • perfluoropolieterei: Fomblin®, Galden® Elastomeri fluorurati • vinilidenfluoruro-esafuoropropene-tetrafluoroetilene: Tecnoflon® Plastomeri fluorurati • politetrafluoroetilene: Algoflon® PTFE • tetrafluoroetilene-perfluorovinilietere: Hyflon® PFA • etilene-tetrafluoroetilene: Hyflon® ETFE • etilene-clorotrifluoroetilene: Halar® ECTFE • polivinilidenfluoruro: Hylar® PVDF	Resine • termoindurenti (SIR Industriale) Internedi • formulati e pre-impregnati in resine epossidiche, poliestere insaturo, fenoliche, polimmidiche; tessuti in fibre di carbonio, di vetro e aramidiche (gruppo SP Systems) Componenti e sistemi in composito • a matrice polimerica (ACX, Monfrini, Tencara, Schiaretto) Ceramici • ceramici avanzati (Keramont) • whiskers (Keramont)

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

mercati mondiali nella produzione di polipropilene e con la propria licenza tecnologica sul 60% della produzione dello stesso nel mondo;

3. la crescente diversificazione verso materiali ad alte prestazioni tecniche, caratterizzati da tassi di crescita medi annui notevolmente superiori a quelli con cui si evolve il sistema economico nel suo complesso. Questo orientamento si realizza con l'impiego di due strumenti: l'ampliamento della gamma di materiali prodotti e l'«upgrading» tecnologico dei materiali poliolefinici, che vengono dotati, tramite innovative tecnologie di processo, di proprietà tecniche equiparabili a quelle dei tecnopolimeri.

4. il perseguimento di una strategia di produzione market-oriented, attuata sia con una corretta integrazione a valle degli stadi della lavorazione dei materiali (fibre e film polipropilenici, componenti e sistemi in materiale composito), sia con la conduzione di progetti di sviluppo di nuovi materiali in stretta collaborazione con le industrie utilizzatrici finali.

La figura 7 sintetizza le attività produttive di Montecatini nell'area dei materiali: dalla produzione di materie plastiche e di nuovi materiali alla conduzione delle rispettive attività a valle (downstream).

Prospettive di particolare interesse sono offerte dalla produzione dei nuovi materiali dotati di particolari proprietà fisiche e di prestazioni tecniche elevate. Essi rappresentano una delle frontiere dello sviluppo scientifico e tecnologico di un moderno sistema industriale e sono in grado di offrire grandi opportunità di crescita all'industria chimica.

Nel corso degli anni '80 la domanda delle principali famiglie di nuovi materiali ad alte prestazioni ha fatto registrare elevati tassi di crescita, cosicché le vendite di nuovi materiali poliolefinici sono aumentate in Europa ad un tasso medio annuo superiore al 10% medio, mentre a livello mondiale i fluoropolimeri (termoprocessabili) hanno avuto un incremento di circa il 14% e i nuovi materiali compositi di circa l'11%. Negli anni '90 tali dinamiche sono destinate a proseguire con altrettanta intensità ed i nuovi materiali tenderanno a sostituire quelli tradizionali in molti settori d'impiego, così come si è verificato, ad esempio, negli ultimi decenni nell'industria automobilistica, dove il peso delle materie plastiche per vettura è passato dai 3-4 chilogrammi dei primi anni '60 ai 100 chilogrammi di oggi.

Nell'area di attività dei nuovi materiali, Montecatini dispone di un prezioso patrimonio scientifico e tecnologico e oggi detiene indubbi vantaggi competitivi ed importanti leadership tecnologiche e di mercato.

Nel 1991 le attività in questo campo hanno generato il 37% circa del fatturato chimico di Montecatini, circa 1.200 miliardi di lire su un giro

d'affari del settore chimico di quasi 3.300 miliardi (figura 8).

Attualmente l'offerta produttiva di Montecatini in tali attività è diversificata sia in termini di tipo di materiali (polimeri, compositi, ceramici) sia in termini di proprietà tecnologiche, che variano in una gamma molto ampia compresa tra quelle delle commodity e quelle dei superpolimeri. I prodotti sono principalmente di tre tipi (figura 9):

1. le plastiche per ingegneria, a loro volta distinte in materiali poliolefinici per impieghi strutturali (prodotti da Himont) e materiali fluorurati (Ausimont);
2. i nuovi materiali compositi (sistema Tencara);
3. i materiali ceramici (sistema Tencara).

Il vantaggio della presenza di Montecatini nei materiali poliolefinici è costituito da un lato dall'interessante potenziale strategico individuato in tale area, dall'altro dalla versatilità del processo-prodotto e del know-how tecnologico che il Gruppo vanta nei processi di catalisi e di polimerizzazione delle olefine. Con lo sviluppo delle più moderne tecnologie, Montecatini è in grado di produrre, direttamente in sintesi, le più avanzate leghe polimeriche, sia integralmente poliolefiniche (processo Catalloy) sia con monomeri di tipo diverso (processo Hivalloy). Questo è possibile grazie alla capacità di controllo «genetico» dei polimeri e di produzione degli stessi nella forma, dimensione e compattezza desiderate. Inoltre, Montecatini ha recentemente messo a punto un processo d'avanguardia, denominato «Spherilene», per la produzione di polietilene lineare. Tale processo si caratterizza, da un lato, per la sua economicità, dall'altro, per la sua validità sotto il profilo ambientale.

Assieme ai materiali poliolefinici, la seconda area di specializzazione dell'attività produttiva Montecatini nell'ambito dei nuovi materiali riguarda i materiali fluorurati. Nella chimica del fluoro Montecatini è integrata a monte e possiede impianti e tecnologie per la produzione di tutti i monomeri di cui fa uso. E' possibile distinguere tre categorie di prodotti fluorurati: resine, elastomeri e fluidi. Essi sono in grado di offrire prestazioni tecniche ad alto livello, soprattutto in termini di resistenza alle alte temperature e di elevata inerzia chimica.

Montecatini è presente anche nel settore dei nuovi materiali compositi a tutti i livelli di business, con una forte integrazione lungo la linea materiali-tecnologia-prodotto. La sua produzione comprende le materie prime (resine), gli intermedi (formulati, pre-impregnati e tessuti), nonché i prodotti finali (manufatti in composito e materiali ceramici), ed è organizzata all'interno del sistema Tencara.

Appendice sportiva

Cronologia della partecipazione de «Il Moro di Venezia» alla XXVIII edizione della America's Cup

1988	Settembre Novembre	Montedison decide di partecipare all'edizione 1992 della America's Cup La sfida viene ufficialmente lanciata a S. Diego
1989	Gennaio Luglio	Montedison inizia la costruzione del cantiere Tencara e del centro di ricerca e progettazione di Castellanza (VA) Montedison inizia la costruzione de «Il Moro di Venezia I»
1990	Febbraio Agosto Ottobre Novembre Dicembre	Inizia la costruzione de «Il Moro di Venezia II» Viene varato «Il Moro di Venezia II» Montedison inizia l'allestimento della base operativa di S. Diego Inizia la costruzione de «Il Moro di Venezia III» La base operativa si sposta a S. Diego con «Il Moro di Venezia I» e «II»
1991	Gennaio Aprile Maggio Giugno Luglio	Inizia la costruzione de «Il Moro di Venezia IV» «Il Moro di Venezia III» viene trasferito a S. Diego «Il Moro di Venezia III» vince il primo campionato mondiale classe Coppa America «Il Moro di Venezia IV» viene trasferito a S. Diego Inizia la costruzione de «Il Moro di Venezia V»
1992	Gennaio	Viene ufficialmente annunciata la partecipazione de «Il Moro di Venezia V» alle selezioni per la XXVIII America's Cup. Iniziano le regate di selezione nell'ambito della Louis Vuitton Cup

Fonte: Ufficio Studi Ferruzzi Montedison.

Le regate de «Il Moro di Venezia» nella Louis Vuitton Cup (25 Gennaio - 30 Aprile 1992)

0 = persa 1 = vinta	Avversario	Risultato partenza 1/0	Risultato finale 1/0	Distacco ore:min:sec	Vento n° nodi	Forza mare
1° Round Robin Louis Vuitton Cup						
	Spirit of Australia	0	1	-00:02:23	4-10	1-2
	New Zealand	1	1	-00:02:14	7-5	3
	Nippon	1	0	+00:03:55	10-14	2-3
	España '92	1	1	-00:09:46	5-8	2
	Challenge of Australia	1	1	Ritiro	10-6	2
	Tre Kronor	1	1	Squalifica	7-9	2
	Ville de Paris	1	0	+00:00:25	5-12	2-3
2° Round Robin Louis Vuitton Cup						
	Tre Kronor	1	1	-00:13:32	7-4-8	4
	Ville de Paris	0	1	-00:00:11	8-11-14	2-3
	Challenge of Australia	1	1	-00:06:57	6-10-12	3
	New Zealand	1	0	+00:01:16	10-15	2-3
	Spirit of Australia	1	1	-00:07:46	4-5-8	2
	España '92	1	1	-00:13:58	6-4	2
	Nippon	0	1	-00:00:46	7-10	1-2
3° Round Robin Louis Vuitton Cup						
	Challenge of Australia	pari	1	-00:08:03	9-12	2
	Nippon	1	0	+00:00:05	10-9-8	2
	Tre Kronor	1	1	-00:04:57	10-15-18	1-2
	New Zealand	0	0	+00:05:01	7-7-8	1
	Ville de Paris	1	1	-00:03:14	5-3-5	1
	España '92	1	1	-00:02:14	5-10-12	1
	Spirit of Australia	1	1	-00:01:15	6-10-12	1-2

Fonte: elaborazione Ufficio Studi Ferruzzi Montedison su dati After.

Le regate de «Il Moro di Venezia» nella Louis Vuitton Cup (25 Gennaio - 30 Aprile 1992)

0 = persa 1 = vinta	Avversario	Risultato partenza 1/0	Risultato finale 1/0	Distacco ore:min:sec	Vento n° nodi	Forza mare
Semifinali Louis Vuitton Cup						
	Ville de Paris	1	1	-00:01:24	6-8-10	1
	Nippon	1	1	-00:02:04	9-8-5	4
	New Zealand	pari	0	+00:00:18	12-13-18	1-2
	New Zealand	1	1	Squalifica	10-11-13	1-2
	Ville de Paris	1	0	+00:01:56	9-8-6	3-2
	Nippon	1	1	-00:01:53	12-10-9	4
	Ville de Paris	1	1	-00:01:28	10-12-14	2-3
	Nippon	1	0	+00:01:53	8-9-11	1-2
	New Zealand	1	0	+00:02:20	5-8-4	1
Finali Louis Vuitton Cup						
	New Zealand	0	0	+00:01:32	9-13-8	3
	New Zealand	1	1	-00:00:01	12	2
	New Zealand	1	0	+00:00:34	6-8-9	3
	New Zealand	0	0	+00:02:26	8-10-11	1
	New Zealand	1	Annullata	-	6-6-4	1
	New Zealand	1		-00:00:43	7-9-6	2
	New Zealand	1		-00:00:53	5-7	2
	New Zealand	1		-00:00:20	7-8-9	1
	New Zealand	1	1	-00:01:31	8-12-16	1-2-3

«Il Moro di Venezia»" batte «New Zealand» 5-3

Fonte: elaborazione Ufficio Studi Ferruzzi Montedison su dati After.

Le regate de «Il Moro di Venezia» nella America's Cup (9 Maggio - 21 Maggio 1992)

0 = persa 1 = vinta	Avversario	Risultato partenza 1/0	Risultato finale 1/0	Distacco ore:min:sec	Vento n° nodi	Forza mare
Coppa America	America 3	0	0	+00:00:30	13-14-10	3
	America 3	1	1	-00:00:03	10-9-8	3-2
	America 3	0	0	+00:01:58	10-12-11	2
	America 3	0	0	+00:01:04	12-9-10	3
	America 3	0	0	+00:00:44	12-14-12	3

«America 3» batte «Il Moro di Venezia» 4-1

Fonte: elaborazione Ufficio Studi Ferruzzi Montedison su dati After.

Alcune informazioni di sintesi sulle regate de «Il Moro di Venezia» alla XXVIII America's Cup

Louis Vuitton Cup

Regate disputate	39
Partenze vinte da «Il Moro di Venezia»	31
Percentuale di vittoria	79,5%
Regate vinte da «Il Moro di Venezia»	26
Percentuale di vittoria	66,7%

America's Cup

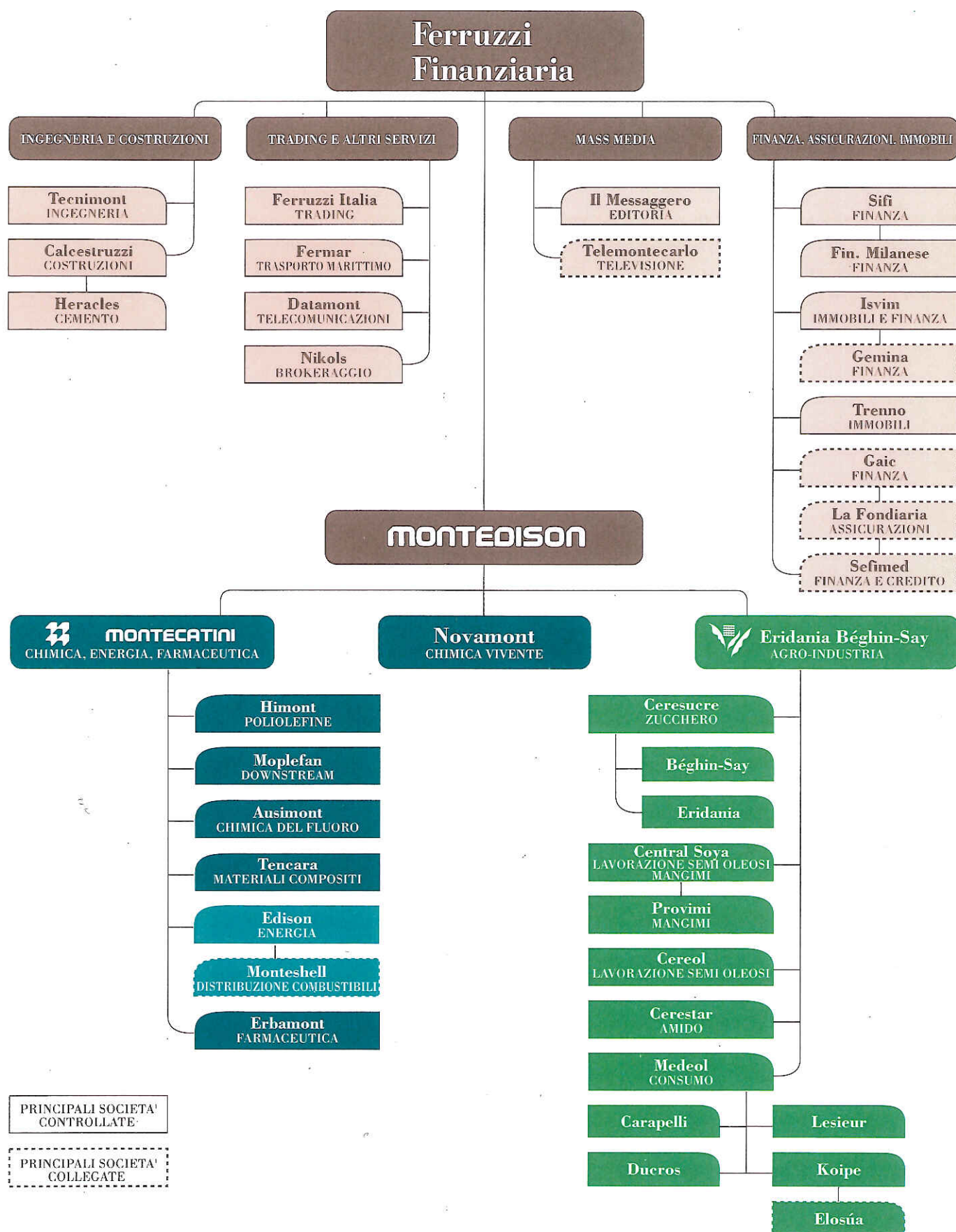
Regate disputate	5
Partenze vinte da «Il Moro di Venezia»	1
Percentuale di vittoria	20%
Regate vinte da «Il Moro di Venezia»	1
Percentuale di vittoria	20%

Louis Vuitton Cup e America's Cup

Regate disputate	44
Partenze vinte da «Il Moro di Venezia»	32
Percentuale di vittoria	72,7%
Regate vinte da «Il Moro di Venezia»	27
Percentuale di vittoria	61,4%

Fonte: elaborazione Ufficio Studi Ferruzzi Montedison su dati After.

Il Gruppo Ferruzzi Montedison



Il Gruppo Ferruzzi Montedison è una delle più importanti realtà imprenditoriali a livello internazionale. Il Gruppo è presente in tutti i maggiori mercati del mondo, dall'Europa all'America, dal Far East all'Est Europeo: complessivamente 50 paesi nei cinque continenti.

Ferruzzi Montedison è attiva in queste aree attraverso 225 impianti industriali operanti nell'agro-industria (attraverso Eridania Béghin-Say), nella chimica ad alta tecnologia, nella farmaceutica e nell'energia (attraverso Montecatini). Vanta inoltre un'importante presenza nei settori delle costruzioni e dell'ingegneria, rispettivamente con Calcestruzzi e Tecnimont. Elemento propulsivo del sistema industriale, l'attività di ricerca e sviluppo viene svolta in 35 centri dotati di risorse scientifiche altamente qualificate e inseriti nelle realtà più avanzate nel campo dell'innovazione. Grazie ad essa il Gruppo è anche all'avanguardia nello sviluppo di tecnologie e prodotti ecocompatibili. Una rete di 190 uffici commerciali assicura inoltre una distribuzione capillare dei prodotti nei diversi mercati di sbocco.

L'intero sistema è gestito da 361 società, che nel 1991 hanno realizzato un fatturato consolidato pari a 17.790 miliardi di lire e impiegato circa 45.000 addetti, facendo di Ferruzzi Montedison il secondo gruppo industriale privato italiano. Il fatturato aggregato ha raggiunto invece i 31.000 miliardi di lire.

Ferruzzi Montedison è però impegnata anche in altre attività tra cui: il trading di prodotti agricoli, il trasporto marittimo, le assicurazioni (controlla pariteticamente La Fondiaria, una delle principali compagnie italiane), i servizi finanziari, le attività immobiliari e numerose joint venture nel campo della produzione e commercializzazione di materie plastiche e nuovi materiali, nonché nella distribuzione di carburanti. E' presente inoltre nell'editoria (Il Messaggero) e nella comunicazione televisiva (Telemontecarlo).

**Ricavi del Gruppo Ferruzzi Montedison
per paese
(1991, miliardi di lire, al lordo
di eliminazioni e rettifiche)**

