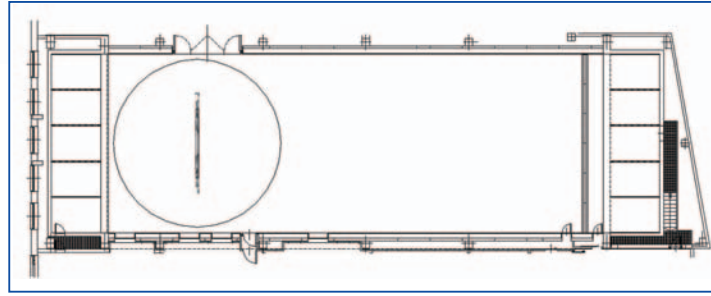


fluidi diversi una buona comprensione dell'aerodinamica dell'imbarcazione richiede una altrettanto buona comprensione del comportamento idrodinamico dello scafo. Nel progetto di un'imbarcazione da regata l'obiettivo è quello di poter navigare lungo un certo percorso più velocemente di ogni altra barca e risulta quindi chiaro che il problema aerodinamico non può essere affrontato separatamente da considerazioni riguardanti lo scafo, il regime di venti che si incontreranno, il regolamento di stazza, il percorso e così via. Proprio per il fatto che il comportamento finale dell'imbarcazione a vela dipende sia dagli effetti aerodinamici che da quelli idrodinamici i primi programmi per la previsione delle prestazioni [5] (che sono denominati con dicitura anglosassone Velocity Prediction Programs o con l'acronimo VPP) utilizzavano coefficienti aerodinamici del piano velico determinati non da attività di ricerca specifica sulle vele ma dedotti utilizzando la velocità che l'imbarcazione raggiungeva una volta costruita, mentre i coefficienti idrodinamici dello scafo sono in generale sempre stati ricavati da campagne di misura condotte in vasca navale su modelli in scala. I metodi che vengono attualmente utilizzati nel tentativo di caratterizzare un piano velico sono l'esecuzione di test o in galleria del vento su modelli in scala [4] oppure al reale e l'utilizzo della fluidodinamica computazionale. I metodi numerici sono, allo stato attuale, ben sviluppati per il progetto delle vele da bolina ma sono ancora inadeguati per il progetto delle vele per andature portanti: ciò è legato al fatto che le tecniche numeriche sviluppate per il settore aeronautico possono essere applicate alle vele da bolina che, come accennato in precedenza, si comportano come profili aerodinamici sottili interessati solo modestamente da fenomeni di separazione del flusso (1), (2), (3), mentre è molto più com-

[Fig. 2] - Vista in pianta della camera a bassa velocità / Plan of low speed section



plesso risolvere il flusso che si stabilisce nell'intorno di uno spinnaker o di un gennaker che a causa della loro grande curvatura sono spesso interessati da importanti zone di separazione. È inoltre da tenere presente che i metodi numerici non sono di fatto applicabili allo studio del meccanismo aeroelastico che governa il comportamento di queste vele caratterizzate da grande flessibilità e da una forma molto variabile.

Per quanto riguarda l'esecuzione di test al reale, recentemente (6) sono stati effettuati dei tentativi di ricavare i coefficienti aerodinamici sperimentalmente realizzando una sorta di dinamometro navigante: si tratta in pratica di un'imbarcazione di 10 [m] completamente strumentata e realizzata in modo che i carichi provenienti dalle vele, dall'albero dai sistemi di regolazione vengono convogliati attraverso un telaio che risulta poi vincolato al resto dello scafo mediante una bilancia dinamometrica a 6 componenti. In tal modo si è tentato di pervenire alla misura dei coefficienti aerodinamici del piano velico direttamente nelle condizioni reali di esercizio; tuttavia oltre agli elevatissimi oneri economici che occorre sostenere con tale approccio, i risultati ottenuti presentano una notevolissima dispersione. Gli studi in galleria del vento su modelli in scala risultano decisamente più attraenti sia per ragioni economiche che per il fatto che consentono di effettuare confronti tra diverse soluzioni (diversi armamenti e diverse vele) in condizioni controllate. Inoltre i test in galleria richiedono molto meno tempo di quelli al reale in quanto le variazioni al piano velico sono molto più rapide,

on the aerodynamic effects and on the hydrodynamic ones, the first of the performance prediction programs (5) (which are called Velocity Prediction Programs or VPP) utilised aerodynamics coefficients of the sail plan, not determined by specific researches on sails, but deduced from the speed rate reached by the boat when sailing, while the coefficients of hydrodynamics of the hull, generally, have always been drawn from measuring cycles carried out in the test tank on scale models.

The methods that are currently used in the attempt to characterise a sail plan are the accomplishment of test either in the wind tunnel on scale models (4) or at real conditions with the use of the fluid dynamics calculations.

Nowadays, the digital methods are well developed for the design of close-haul sails, but are still unsatisfactory regarding the design of carrying sails. This is related to the fact that the numerical techniques developed for the aeronautical sector can be applied the close-hauled sails, which, as it was mentioned above, behave as thin aerodynamic profiles, scarcely affected by the phenomenon of the flow separation (1), (2), (3), while it's more difficult to solve the flow around a spinnaker or a gennaker which, due to their great curvature are often affected by large separation zones. It also should be taken into account that the digital methods cannot be applied to the analysis of the aeroelastic mechanism, responsible for the behaviour of these sails, characterised by a high flexi-

bility and by a changing shape. Concerning the carrying out of test in real conditions, recently (6) some attempts were done to obtain the coefficients of aerodynamics designing a kind of sailing dynamometer: a 10 mt boat, completely equipped and built to convey the loads from the sails, the mast and the adjustment systems, through a frame which is also connected to the rest of the hull by a dynamometrical 6-component-balance. Thus the attempt was made to measure the sail plan area coefficients of aerodynamics on real working conditions but besides the very high costs of this technique, the results achieved are not strictly under control. The studies in the wind tunnel on scale models are definitely more attractive not only economically but also because they permit comparison between several solutions (different riggings and sails) under controlled conditions. Furthermore, tests in the wind tunnel require a shorter time than those carried out on real conditions, as the modifications of the sail plan are much quicker, there are no climate effects and so on.

This study shows the test methods developed in the Wind Tunnel of the Milan Polytechnic to carry out test of the nautical rigs on scale models of pleasure and racing boats.

Details of the system used

The wind tunnel system of Milan Polytechnic was designed with the purpose of providing a tool for the wider application spectrum as possible. To do so, it was necessary to adopt innovative unconventional solutions.

The modelling used, is a close circuit with two test sections located at different heights [Fig. 1].

The test of the sail plan areas are carried out in the civilian test section at a low speed rate. In the measuring zone the wind tunnel is provided