



L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

COSTRUZIONI MARITTIME

IL PORTO DI NAPOLI ED IL SUO AVVENIRE.

Memoria dell'ing. prof. GAETANO BRUNO, seguendo le idee svolte dallo stesso nella Conferenza all'Associazione dei Commercianti ed Industriali in Napoli, la sera del 19 novembre 1897.

(Veggansi le Tavole I e II)

Devo alla cortesia del comm. Enrico Arlotta, nostro Deputato al Parlamento, di avere raccolto il mio pensiero, di esporre, in apposita conferenza così alla buona, dinnanzi all'Associazione dei Commercianti ed Industriali di Napoli, talune mie riflessioni sulle condizioni nautiche e commerciali del nostro porto. Egli mi ha pure incoraggiato a scrivere questa memoria allargando e sviluppando il tema della mia conferenza, poichè, con il senso pratico che lo distingue e con l'amore che porta alla cosa pubblica, ha intuito quanta importanza avesse tale soggetto pei bisogni già riconosciuti e reclamati dai traffici marittimi, che tanta parte sono della vita economica napoletana.

Ora che il Governo volge le sue cure a soddisfare ai principali e giusti desideri nostri, niente di meglio che occuparci del modo come saranno per essere soddisfatti, senza attendere a criticare i fatti compiuti o acquietarci a subirli. Meglio è di renderci conto, a tempo debito, del bene come dei pregiudizi e, meglio ancora, concorrere nella risoluzione più adeguata allo scopo.

E con questi sentimenti che, dopo aver meditato sulla importante questione, con la passione di chi ha da anni parecchi seguito siffatti studi ed il progresso delle opere portuali di Napoli, senza trasandare l'occasione di osservare i fenomeni del mare che in questo golfo si svolgono, pubblicamente esposi le mie idee. Non mi elevo a far critica alcuna, ma solo amo prospettare lo stato delle cose e quanto intendesi dal Governo eseguire per il completamento delle opere in corso e di quelle attese indicando se meglio non possa farsi.

All'attenzione di molti ha potuto sfuggire ciò che in trent'anni e più si è andato lentamente facendo nelle opere portuali; ovvero può trovar dubbio nell'animo loro se e per quanto lo stato attuale corrisponda alle esigenze dei nostri traffici, non meno che a quelle moderne della navigazione: d'altronde, non si appartiene alle generali cognizioni quello che può di meglio ancora desiderarsi sotto gli aspetti nautico e commerciale per il benessere di Napoli. Da tutto ciò emerge la utilità del nostro dire e di questo scritto.

Opportunamente intanto mi è dato dimostrare con quale fondamento è lecito aprire il cuore a più lieto avvenire, occupandoci del miglioramento delle prerogative del nostro porto; la qual cosa se non è una impellente necessità, dovuta all'affluenza ed al movimento di grandi masse di mercanzie, il che s'impone a Genova, per esempio, pur tuttavia è bene giustificata. Infatti, mentre è constatato un certo

progresso nel traffico, fanno difetto le principali qualità che ad un porto commerciale spettano, alle quali è ormai tempo di provvedere, assicurandole e magari ampliandole, nel fine di agevolare un incremento economico più sollecito e proficuo.

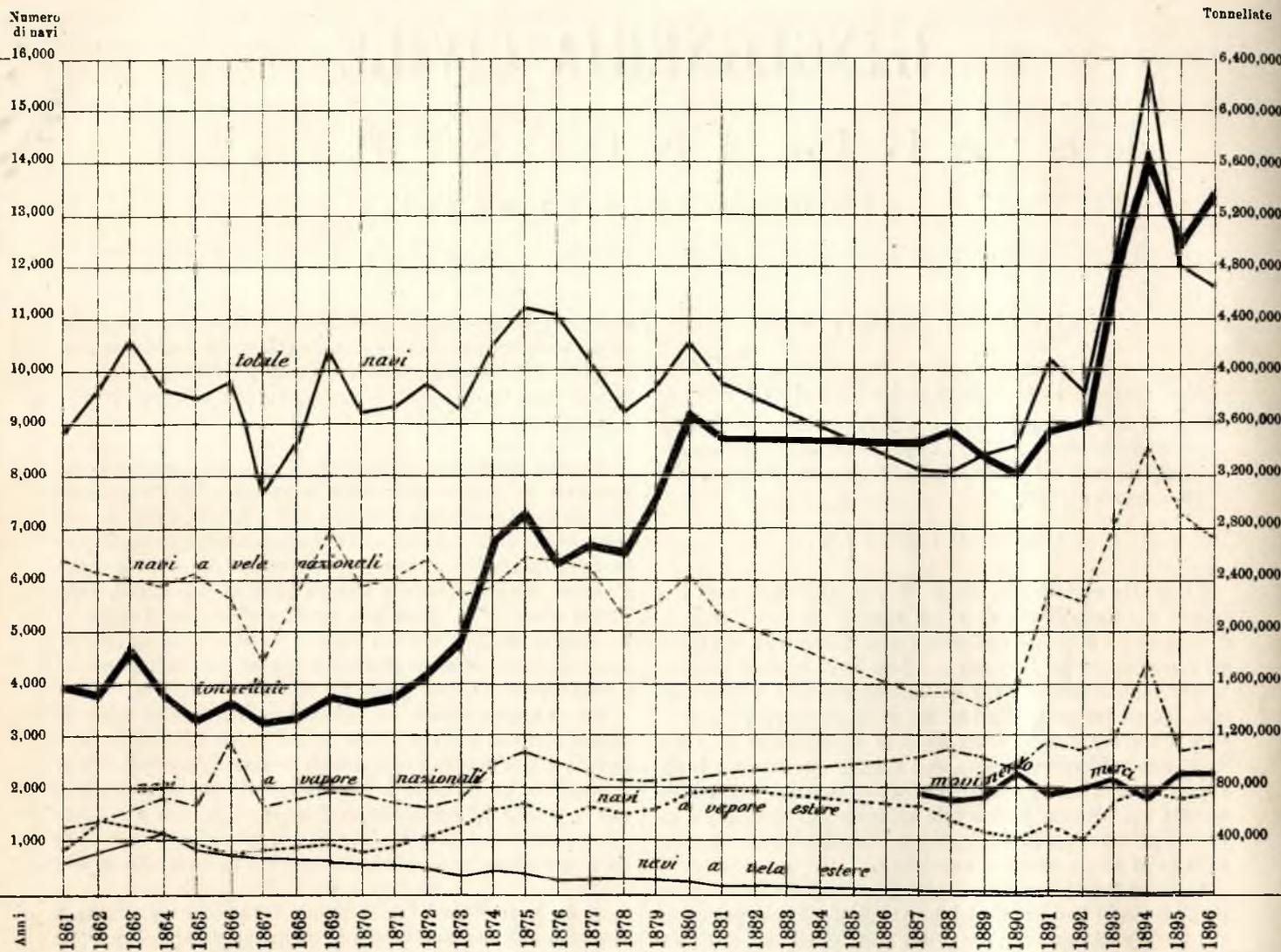
Notizie statistiche commerciali. — Ho compilato un riassunto di notizie statistiche e presento il diagramma (fig. 4) dalle medesime ricavato. Dal 1861 al 1880 il numero totale delle navi che approdarono al nostro porto, crebbe da 9,000 a 10,000, aumento dovuto soltanto alla navigazione a vapore, giacchè quella a vela fu quasi stazionaria; e negli ultimi dieci anni, dopo una certa depressione l'aumento ha progredito fino a circa 12,000 navi, sempre dovuto in massima parte alla navigazione a vapore, pur avendo quella a vela ripreso l'antico grado nel secondo quinquennio.

Ha maggior valore la indicazione del tonnello di stazza, che dal 1861 al 1880 aumentò da 1,600,000 tonnellate a 3,500,000, e nell'ultimo decennio da 3,500,000 a 5,400,000. La differenza tra l'aumento del numero delle navi e quello del tonnello di stazza è dovuta alla maggiore portata del naviglio, giacchè il numero è cresciuto di un quinto circa, mentre il tonnello è in aumento di una metà.

È da notarsi però che la merce veramente imbarcata e sbarcata è di molto inferiore al tonnello di stazza delle navi approdanti: infatti, la merce sbarcata e imbarcata al 1887 fu di tonnellate 776,000, ed al 1896 di 900,000 in cifra tonda.

Constatiamo adunque anche nell'effettivo movimento di merci un discreto aumento. Occorre però subito riflettere che in generale sono scarse le navi a carico completo; e che moderato è il tonnello di merce da imbarcare e sbarcare dai piroscafi di più grande portata. Dippiù osserviamo che è grande il numero delle piccole navi trafficanti fra la metropoli e le piccole città del golfo, le isole e le città marittime delle provincie limitrofe; le quali circostanze tutte corrispondono alla grande sproporzione fra il numero delle navi e la loro complessiva portata rispetto alla quantità di mercanzia che complessivamente arriva o parte. Tale sproporzione non si riscontra nei porti assolutamente commerciali. Cosicchè, essendo multiplo il rapporto tra il numero delle navi ed il tonnello delle merci constatate, mal si valterebbe il movimento nell'avamposto, basandolo soltanto su questo tonnello, mentre occorre più largamente provvedere all'approdo facile e sicuro ed alle evoluzioni nell'avamposto stesso delle grandi navi di scalo. E non meno devesi porre mente che il nostro antiporto dà ricetto anche alle navi da guerra, sia per ragione di stalla temporanea, che dell'Arsenale militare.

Giova anche qui a proposito considerare che i traffici di transito e di esportazione, deviati dal nostro porto a causa delle linee ferroviarie che dal sud al nord della Penisola misero da banda l'antica capitale del mezzogiorno continentale, potranno ritornare in buona parte, al che i fatti accennano, quando le comodità portuali saranno completate



N. B. — Fra gli anni 1881 e 1887 mancano le oscillazioni intermedie.

Fig. 4. — Diagramma del movimento comparativo della navigazione commerciale del Porto di Napoli, del tonnellaggio di stazza e di quello di carico e scarico delle merci.

e migliorate, e che l'ognor crescente progresso nei mezzi del trasbordo sarà anche qui attuato; poichè quelli, in concorso coi progressi della navigazione, tendono sempre più a sottrarre alle ferrovie una parte del loro traffico, ovvero ad attrarlo verso il mare per loro mezzo.

D'altra parte, i piccoli porti della costiera, più o meno a noi vicini, che nel primo trentennio del risorgimento italiano sonosi formati, non potranno a lungo andare concorrere coi progressi della navigazione e coi mezzi richiesti dai traffici moderni, e quindi decadranno a vantaggio nostro.

Esaminiamo partitamente adunque i nostri bisogni, ed insistiamo che siano soddisfatti nella miglior maniera, avendo principalmente riguardo alla sicurezza ed alla comodità del porto, senza le quali prerogative non giova attuare quei mezzi che progrediscono di conserva con la navigazione. Anzi che starcene nell'aspettativa, operiamo per raggiungere lo stato confacente alle necessità presenti, e viepiù alle future evenienze.

Non ci dissimuliamo che al grande porto debbono accorrere le grandi navi pel ricovero, per le sicure e facili evoluzioni, pei rapidi trasbordi, per le riparazioni. Il segreto dell'economia dei trasporti per via di mare sta tutto nella grandezza delle navi, e nella comodità che queste traggono

dai bacini commerciali, compiendo le operazioni d'imbarco e di sbarco nel più breve tempo possibile per riprendere ben presto il largo. Il Flachat sintetizza questo complesso di condizioni nella seguente sentenza: IL TRAFFICO PIÙ ECONOMICO APPARTERRÀ AI PORTI PIÙ PROFONDI.

Infine questa bella Napoli, tanto sventurata, ma sempre sirena del Mediterraneo, non è soltanto pel traffico delle merci e dei mercatanti che deve presentare il suo naturale ingresso attraente e sicuro, ma anche ai viaggiatori provenienti dalle più lontane regioni deve offrire il primo e più gradito ristoro, dopo lunga navigazione, nella comodità e sicurezza del porto e nelle sue condizioni igieniche, a parte le attrattive interne della città; e similmente bisogna che possa, sotto ogni riguardo, esser preferita Napoli per punto di partenza nel distaccarsi per settimane e mesi da terra ferma.

Stato attuale del Porto di Napoli. — A mettere sott'occhio ciò che deve formare oggetto dei nostri giusti desideri, espongo il più concisamente possibile lo stato attuale del nostro porto mercantile.

Le sue linee fondamentali, quali si veggono dalla planimetria (Tav. I), sono costituite dal lido arcuato dal cui estremo occidentale si protende il molo S. Vincenzo, che è

al tempo stesso un antemurale e che difende il porto militare ed i bacini commerciali, costituendo ampio avamposto della estensione di circa Ettare 56; il molo interno, detto molo orientale, che distaccandosi dal lido al Carmine, si piega a martello in direzione di ponente, ed il molo Angioino, lasciando a ponente il porto militare, piega col molo S. Gennaro verso Greco; queste opere, unitamente alle calate litoranee, costituiscono, tra vecchio e nuovo, tutto il bacino destinato al movimento dei battelli dei viaggiatori ed alle operazioni commerciali. Se non che le più grandi navi transoceaniche e transatlantiche restano nell'avamposto a ridosso del molo S. Vincenzo, non potendo sempre con sicurezza accostare al S. Gennaro e non trovando profondità sufficiente all'interno: dippiù queste ultime per ragione del loro itinerario, si fermano poche ore, imbarcando o sbarcando principalmente passeggeri, valigia postale e poca merce.

Il detto specchio commerciale ha la superficie di ettare 39 fra l'estremo del molo a martello e quello del molo S. Gennaro; e lo sviluppo in giro delle banchine di approdo, presso le quali la profondità varia fra 4 ed 8 m., è di m. 2700, eccettuata la banchina del molo a martello che non può avere alcuna destinazione commerciale; infatti, vi stanno ridossati brigantini e barcace fuori uso od in rilascio. Alla banchina di levante approdano oggi i piroscafi che importano carboni (vapori inglesi, per lo più, da 2 a 4 mila tonnellate), che si ormeggiano di poppa; ed i carboni sono sbarcati in parte entro schifi o sandali, in parte entro carri, ed in parte depositati sulle banchine che ne restano ingombrate.

Le calate verso terra vannosi mano mano fornendo di comodità commerciali, cioè magazzini e capannoni, oltre la bella stazione passeggeri impiantata sul molo trapeziale, i fianchi del quale sono approdabili ai grandi piroscafi, poichè il tirante d'acqua sta fra 7 ed 8 m. (1).

Alle altre banchine approdano i battelli velieri da cabottaggio, in maggior parte dentro il porto vecchio; presso la Immacolatella approdano anche piroscafi per passeggeri che fanno il servizio delle isole e della costa calabrese; a ridosso del porto S. Gennaro approdano i vapori della Navigazione Generale e sul fronte esterno del molo stesso, che ha 300 m. di lunghezza, si ormeggiano i piroscafi ed i velieri per la importazione ed esportazione dai magazzini generali.

Gran parte del molo S. Vincenzo, che è lungo metri 1000, è occupato dagli ormeggi militari, e quindi non resta che circa la metà dal lato foraneo per ancoraggio dei grandi piroscafi transatlantici e transoceanici.

Sufficienza dell'avamposto, del bacino commerciale e delle banchine rispetto al traffico. — Dopo questa breve descrizione espletiamo l'esame sotto l'aspetto commerciale, prendendo a base le medie statistiche stabilite per Genova, Marsiglia ed altri porti importanti. Per ogni m.l. di calata può senza disagio effettuarsi il movimento di ben 250 a 500 tonnellate annue di merce di valore da sdaziare e fermarsi; il limite più alto è stato ammesso a Genova. Quindi per il massimo movimento del nostro porto di 900,000 tonnellate, con il totale di 3000 metri di banchine, incluso il fronte del S. Gennaro, evvi la capacità per un movimento di 300 tonnellate lineari; il che è comodo abbastanza, tanto più che delle 900 mila tonnellate, soltanto il carbone rap-

presenta circa un terzo, ed essendo merce di poco valore va annoverata fra quelle che a Marsiglia costituisce un movimento di 2 a 3 mila tonnellate per ogni metro lineare di banchina.

Sotto un altro aspetto quei tali 3000 metri lineari di banchina approdabili potrebbero dare assetto a non meno di 30 navi accostandovi di bordo, e di una grandezza media dai 70 agli 80 metri. Il totale approdo delle navi nel nostro porto è in media di 33 al giorno, delle quali però 7 od 8, al massimo 10, sono piroscafi di quella lunghezza media.

Applicando la formola del Cornaglia, dopo aver distinto il tonnello totale dei bastimenti in quello di commercio locale continuo, e quello speciale a vapore, risulta per poco meno confermato lo sviluppo di banchine suddetto (1).

In quanto alla superficie dell'antiporto, ritenendo per 10 il numero dei bastimenti tra piccoli e grandi, inclusevi le navi da guerra che contemporaneamente possono trovarsi a fare evoluzioni ed ormeggiarsi, occorrendo, giusta la pratica da 4 ad 8 ettare per ognuno, l'avamposto dovrebbe avere da 40 ad 80 ettare. Ma quando il mare è mosso occorre una superficie doppia; sicchè il nostro avamposto sarebbe sufficiente nel caso che fosse ben garantito e calmo con ogni tempo, il che purtroppo non è.

Se poi ne togliamo tutto lo spazio destinato all'ormeggio militare, allora la superficie libera per le evoluzioni si riduce così da risultare insufficiente anche a mare calmo, tanto più che questo nostro antiporto va considerato al tempo stesso come rada di rifugio.

Finora dunque noi troviamo appena sufficiente lo specchio d'acqua commerciale col relativo sviluppo delle banchine o calate, e lo avamposto *teoricamente* abbastanza ampio, ma non già nel fatto. E se consideriamo al tempo stesso che poche sono le calate approdabili di fianco; se consideriamo che quando il mare è mosso il bacino commerciale resta molestato in buona parte e che mal sicuri diventano gli ormeggi alle banchine più direttamente esposte; tutta quella modesta proporzione fra la disponibilità e la necessità dell'oggi vien meno. Adunque per goder bene dello stato attuale, e tanto più guardando ad un prospero avvenire è mestieri garantire e migliorare tutte le disponibilità.

Dei bisogni di secondaria importanza è superfluo che si dica tanto più che agli stessi si va mano mano provvedendo: tali sono i binari della ferrovia di allacciamento alla stazione, che ora esistono soltanto nei magazzini generali, ma che si estenderanno per tutto lo sviluppo delle calate; e così nei magazzini, tettoie o capannoni presso le medesime, non che nei mezzi meccanici atti al sollevamento delle merci, le quali cose sono in via di attuazione o promesse. Accenniamo nondimeno a taluni inconvenienti d'indole speciale tanto per esaurire questo argomento.

Alcuni commercianti si dolgono dei cotonei, la cui importazione media annua varia da 40 a 45 mila balle, cioè circa 9000 tonnellate, a mezzo dei grossi piroscafi provenienti dalle Indie orientali, dall'America del Nord, dall'Egitto; questi si ancorano per poco tempo al molo S. Vincenzo, qualche volta al S. Gennaro, e perciò debbono scaricare sopra chiatte e schifi, cui la merce resta affidata lungamente

(1) Gli elementi della formola sono:

T_c = navigazione totale per operazione di commercio, esclusa quella di rilascio od in zavorra (1896) 5,397,870

T_s = navigazione speciale a vapore (1896) 4,889,812

$$\frac{T_c - T_s}{270,000} = \frac{5,397,870 - 4,889,812}{270,000} = m. 1900$$

Posto che nel porto si possano trovare otto piroscafi di m. 100 di lunghezza, si ha lo sviluppo di banchine:

$$X = \frac{T_c - T_s}{270,000} + 800 = 2700$$

(1) I magazzini compiti sono quelli della Società Navigazione Generale; trovasi in costruzione un capannone doganale; esistono varie tettoie per depositi di legname. Sul molo S. Gennaro sono i magnifici Magazzini Generali, una volta Punto franco, ed una grande tettoia con magazzini per l'esportazione, corredati di grue idrauliche con relativo impianto meccanico. Gli antichi magazzini doganali e privati, 2° e 3° recinto, sono, come è noto, nell'interno del porto vecchio e del Mandracchio.

pel trasporto ai magazzini del terzo recinto, o per insufficienza di carri, o infine per taluni rigori doganali.

L'articolo importante di esportazione è costituito dalla canape proveniente dalle provincie di Napoli e Caserta; sono circa 20,000 tonnellate annue, il qual genere anch'esso per buona parte è imbarcato sui grandi piroscafi di bandiera inglese o tedesca che approdano al molo S. Vincenzo, o in parte alla banchina del S. Gennaro, fermandosi poche ore; la merce deve trovarsi pronta all'imbarco, per cui è desiderato dagli esportatori che essa possa trovarsi a contatto con gli approdi, tanto più che è esente da dazio.

Per il movimento di passeggeri che sbarcano dalle lunghe linee di navigazione che abbiamo già mentovate, i quali hanno premura di raggiungere la ferrovia, come quelli che provengono dal Nord, via di terra, e si dirigono a Brindisi per le Indie, o che fanno il cammino inverso; non meno che per quei viaggiatori che vogliono profittare delle poche ore di fermata del bastimento per visitare la città, si lamenta grande disagio dal dislocamento di posizione dell'ancoraggio e dalla mancanza di diretta comunicazione con la ferrovia. Per queste ed altre circostanze relative agli orari ferroviari e ad inutili fastidi doganali, i piroscafi della peninsulare hanno preferito di rinunciare a Napoli, approdando invece a Marsiglia, con evidente danno del commercio in genere.

Non mancano rimostranze sui fatti, cui di volo accenno, che in buona parte sono conseguenza della incompleta difesa del bacino di avamposto e dell'esposizione dei bacini interni, o in altri termini, per difetto delle buone qualità nautiche che prima di quelle commerciali debbono riguardarsi, poichè queste da quelle derivano; e mal si appongono coloro che credono che basterebbero a sollevare le qualità del porto e le sorti del commercio i soli arredamenti di binari locali, di grue e di capanne, giacchè questi senza le principali prerogative che i porti moderni, come abbiamo premesso, debbono avere, a nulla valgono. Ed invero per il movimento materiale delle merci non occorrono, al grado attuale del nostro commercio, nè grandi comodità, nè mezzi di più rapide manovre, poichè abbondante ed economico è sempre il concorso della mano d'opera delle carovane. Invece per accrescere il soffio di vitalità desiderato, occorre provvedere alle qualità fondamentali già poste in rilievo.

Condizioni edilizie e sanitarie. — Prima di passare oltre vogliamo anche quietarci rispetto agli altri requisiti secondarii, che sono quelli edilizi e sanitari. I primi sono del tutto soddisfatti, i secondi trovansi bene preparati e di prossima attuazione.

Infatti, il lato più lungo delle calate è a contatto col lido urbano e con l'ampia strada Marina, dalla quale sono facili gli accessi; lung'essa si distende la ferrovia di collegamento tra il molo S. Gennaro e la Stazione centrale, cui è già innestata la calata del molo orientale, e vi sarà presto innestato lo scalo passeggeri con le banchine di Villa del Popolo e Porta di Massa. Intanto tutti i magazzini che a queste calate prospettano e prospetteranno hanno un lato verso la città, il che agevola moltissimo i traffici.

Sotto l'aspetto sanitario gli sgorghi delle cloache saranno presto deviati dal porto, sicchè resterà soltanto l'influenza dei gettiti delle navi, contro la quale officia il ricambio naturale, sebbene lento, derivante dal modesto dislivello di marea e del moto ondoso esterno, nonchè dall'azione dei venti che producono variabili moti di corrente, e più utilmente quelli da terra. In tutti i porti moderni la voluta quiete delle acque contrasta il desiderabile ricambio; e tra queste due condizioni quanto più la prima è preferita, tanto più la seconda è depressa, specialmente nei porti mediterranei, dove la marea è moderata; ma d'altra parte la grande profondità richiesta, fino ai più internati specchi d'acqua,

garantisce da malefici effetti, mentre che lo sgombro, che naturalmente non avviene, deve inevitabilmente ottenersi col cavamento artificiale.

A questo proposito è utile notare che il Governo risparmierà qualche centinaio di mila lire annue per la escavazione e nettamento, quando le foci saranno del tutto deviate, giacchè innanzi ad esse è constatato un cono di deiezi ne che si riproduce ogni anno. Si avrà dunque vantaggio igienico ed economico.

Opere occorrenti disposte e da disporre pel completamento del porto. — Anche prima di far la storia delle opere del nostro porto, possiamo affermare ciò che a molti è pur noto, che quelle sonosi andate eseguendo con una grande incertezza e con criteri diversi; ma ora le cose sono a tal punto che non può mutarsi più il fatto, ed occorre trarne partito senza distruggere, adottando le più opportune modalità delle opere complete che non aggravino i peccati d'origine: al che debbono concorrere buona volontà e piena coscienza di ciò che si vuole e che si può volere, e molta efficacia per giungere all'applicazione.

Nell'anno 1896 il Ministero dei Lavori Pubblici, in seguito ad alcune rimostranze esposte dal Comune e dalla Camera di Commercio, e dopo interpellanze svolte nel Consiglio Provinciale, non meno che per effetto di polemiche giornalistiche, volse le sue cure ai bisogni del nostro porto, riguardanti comodità commerciali e nautiche, tra cui spiccatamente gli arredamenti delle calate, la questione dei bacini da carena e la difesa esterna.

L'eccellentissimo Ministro Prinetti, accompagnato dal Sotto-Segretario di Stato, nostro Deputato, onorevole De Martino, visitò personalmente il porto, intese le doglianze del ceto commerciale e delle Autorità cittadine, provvide per le cose minori che sono già in corso di attuazione, e di poi invitò a conferenza i rappresentanti degli enti elettivi coi quali furono concordate alcune determinazioni di massima, rispetto ai bacini da carena e fu anche ammessa la convenienza del prolungamento del molo S. Vincenzo (1). Coerentemente sonosi, nel modo che vedremo, compilati i disegni dei bacini con una darsena cinta da una diga, e per riflesso alla difesa del porto, fu commesso all'Ufficio del Genio Civile il progetto del prolungamento del molo S. Vincenzo, che pare consista in un tratto AB di molo, lungo metri 240, ripiegato verso settentrione ad angolo di 156° col molo S. Vincenzo medesimo (Tav. I). Siffatto prolungamento importerebbe la spesa di 4 a 5 milioni, data la profondità delle acque in quel paraggio.

Tale proposta destò nella Commissione permanente in Roma gravi obiezioni, e forma ancora oggetto di esame.

Fermiamoci a definire quale possa essere la utilità effettiva di quella ingente spesa, rispetto agli inconvenienti che ora si risentono, e se questi non possano diversamente e più proficuamente eliminarsi con altre opere, meglio spendendo e senza tema di pentimento.

Difficoltà in genere delle opere portuali. — Il soggetto è in sè stesso difficile, come avviene per tutte le opere che si oppongono allo sviluppo dei fenomeni della natura, massimamente a quelli, tanto variabili, del mare.

(1) In quella conferenza più particolarmente si parlò dei bacini, per stabilire le linee fondamentali del progetto da sostituire a quello che si voleva escludere: in quanto alla difesa del porto non si discusse fondatamente. Il Ministro propose al più competente degli intervenuti, se il prolungamento, ripiegato, del molo S. Vincenzo, di circa m. 200, per difendere lo specchio interno, potesse ammettersi rispetto alla navigazione. A ciò, data la discretezza sì del prolungamento che dell'angolo, fu risposto affermativamente; e così parve assodato e convenuto il prolungamento del S. Vincenzo, e forse, che null'altro restasse da fare per la quiete del porto di Napoli.

Il mare sembra geloso soprattutto della conquista che l'uomo fa nel suo campo; a malincuore cede alle opere che vi si avanzano, le combatte, le rode, le rovina: prevalendo invece la resistenza loro, obbligano il mare a sfogare altrove la sua energia, scavando il fondo ed i lidi, e producendo altri effetti. Le correnti, le maree ed il moto ondoso sono modificati dal vario andamento delle coste e del fondo, dai promontori e dalle insenature; le condizioni idrografiche in sostanza alterano il naturale svolgersi dei fenomeni che, liberi, si generano e si sviluppano in alto ed ampio mare.

I moti e le correnti aeree, generate dalle mutazioni barometriche e termometriche dell'atmosfera, sono variati di direzione ed intensità dagli ostacoli in genere, dalle prominentezze, dalle forme orografiche; ed i moti del mare che traggono origine da tali fasi atmosferiche sono a lor volta in varia guisa modificati.

In tanto contrasto di cause e di effetti, allorchè trattasi di nuove opere che si avanzano in mare e delle modalità e disposizioni loro assegnate, è incerta la misura dei risultati, per cui ne conseguono apprezzamenti ed opinioni contraddittorie o contrastabili, secondo che si dà maggiore importanza ad una circostanza che all'altra. Le previsioni non possono dimostrarsi matematicamente ed hanno piuttosto il carattere di presunzioni, ed alle volte si mutano in delusioni.

Massimo insorge il contrasto di opinioni nello stabilimento ed orientazione delle opere foranee dei porti.

Le dissertazioni ed i diversi opinamenti svoltisi in occasione dell'ingrandimento del porto di Genova, che si agitarono per molti anni, che qui sarebbe troppo lungo ricordare, sono un classico esempio di quanto accenniamo; ed ancora si ripetono oggi le divergenze per le nuove opere ideate, rese necessarie dal maggiore incremento di quell'intenso emporio commerciale.

Nondimeno dobbiamo riconoscere che l'esperienza acquistata da circa mezzo secolo a questa parte nei grandiosi lavori marittimi, che la civiltà moderna fra tante altre impone, ed il loro esempio coordinato ai sani principii scientifici e pratici, costituiscono prezioso ammaestramento e più sicura guida per l'avvenire.

Criteri fondamentali per la costituzione di un bacino portuale. — Ricordiamo a noi stessi, nei più brevi termini, che per procurare l'utile quiete nelle acque portuali devesi precludere ai forti marosi di dirigersi verso di quelle, senza però rendere difficile e pericolosa alle navi l'entrata nel porto e l'uscita dallo stesso, allorchè il vento è contrario ed il mare tempestoso; ed è questo duplice pregio che torna malagevole ad ottenersi nei casi poco favoriti dalla natura, come il nostro (di non trovarsi cioè il porto di Napoli in rada naturalmente coperta), pur troppo vero essendo l'aforisma marinaresco che *non vi è buon porto senza rada*.

Con le opere artificiali, combattendo il propagarsi delle ondulazioni foranee della massa delle acque all'interno del porto, si va d'ordinario incontro a dare alla navigazione una rotta di obbligo, la quale diviene tortuosa, tarda, ed anche pericolosa se quelle si protendono esternamente accavalcandosi, ossia covrendosi: e qualora le opere di difesa sono intercalate fra i bacini esterni e quelli interni, creano moti e reazioni nella massa delle acque, per cui il risultato finale è piuttosto dannoso che benefico.

Non dobbiamo d'altra parte nasconderci che nei porti moderni la difficoltà per soddisfare adeguatamente alle esigenze nautiche, nonchè a quelle commerciali, nasce dai grandi fondali che lo specchio acqueo deve conservare fino ai più remoti ed interni bacini, e dalla massima quiete che devesi per questi riguardare.

Evidentemente per quest'ultima finalità vuolsi senz'altro che l'apertura del porto sia la minore possibile; ma affinché

non emergano difficoltà nautiche nell'accesso al porto, nonchè all'uscita, il segreto della miglior possibile soluzione sta nella più adeguata *orientazione* della imboccatura stessa, rispetto ai venti foranei ed alla massa delle acque in moto, e contemporaneamente nella buona *posizione* di quella rispetto al litorale, in modo da evitarne ogni influenza.

Con tale criterio, largo e sicuro, si è condotti naturalmente, quale che sia la costituzione del litorale, a cingere ampio specchio d'acqua, rendendolo dalle riflessioni di quello affatto indipendente; tale ampiezza, che succede allo stretto passaggio, giova all'ammortamento, per espansione, dei marosi che inevitabilmente penetrano per la bocca nel bacino portuale.

Nei modi ora detti e propriamente con la bocca rivolta al largo, risulta giovamento anche alla navigazione a vela, non trascurandosi così del tutto l'antico dettato, che l'accesso come l'uscita dal porto debbano essere sempre possibili da qualunque rombo spiri vento contrario, nei tre quarti della rosa.

Tralasciamo di fare un richiamo ai porti antichi e moderni che sieno importanti e di miglior esempio, poichè il semplice accenno della loro orientazione e della imboccatura sarebbe insufficiente a trarne regola persuasiva e completa; d'altra banda, un esame particolareggiato ci menerebbe troppo per le lunghe: atteniamoci quindi ai criterii generali ed a qualche citazione soltanto (1).

Dai marini già vecchi fu ritenuto porto-tipo quello a due bocche, le quali di conseguenza possono essere ben ristrette; giovando così ad una buona soluzione delle due prerogative, sicura navigabilità e quiete interna. Ma è d'uopo osservare che della duplice apertura al mare si giova più la navigazione a vela che quella a vapore, e che tale disposizione risultava utile, non solo, ma necessaria allorchè i porti si trovavano più a terra che non oggi. I porti moderni sono per la grandezza del naviglio più sporgenti dal lido, val quanto dire che le opere di protezione tendono le loro braccia al mare largo e profondo, dove non è agevole disporre una doppia bocca, e neanche torna necessario.

I più noti fautori della doppia entrata non potrebbero in ciò disconvenire e si unirebbero ai loro oppositori che, preferendo l'altro sistema, intravedevano forse il progresso nella grandezza dei porti.

Il porto a bacino, in sostanza, che non sia in rada co-verta, per soddisfare ai suddetti obblighi, deve presentare l'imboccatura al largo, e perchè questa non rechi molestia all'interno, deve essere ristretta, lasciando all'ampio bacino di avamposto la cura di spegnere le ondulazioni; intanto la rotta delle navi resterà sempre facile (2).

Anche i porti-canali, per le esigenze della navigazione, e perchè in essi le ondulazioni del largo, anzichè spegnersi, accresconsi di altezza per la diminuzione della profondità, sono oggi muniti di un antiporto spazioso, come una rada artificiale, con una stretta imboccatura però dalla via del mare (3).

Affrontiamo dunque il problema con maggior fiducia di risolverlo adeguatamente, traendo ammaestramento da ciò che abbiamo ricordato, non meno che dal corredo di altri studi ed opinioni, e dalle annose osservazioni locali.

Esposizione idrografica di Napoli e necessità di nuove opere portuali foranee. — Il porto di Napoli è situato in

(1) Larghezze d'imboccatura di porti mediterranei: porto di Ancona m. 360, Algeri 300, Alessandria 400, Barcellona 230, Bona 250, Certe 300, Marsiglia 100, Genova ora 600, in progetto 200, Catania 260, Civitavecchia 150, Fiume 170, Livorno 170, Orano 150.

(2) I porti di Algeri, di Orano, di Barcellona, di Philippeville, di Boulogne, di Leytaes, di Madras, di Kingstown possono servire ad esempio.

(3) Tale è la disposizione data ai moli di Imuiden e di Tynemouth.

fondo ed a nord del golfo, in un tratto di rada affatto scoperta alla metà della rosa dei venti, e propriamente da est per sud ad ovest (veggansi la conformazione e la orientazione del golfo nella fig. 5 qui nel testo).

L'asse del golfo corrisponde quasi alla direzione di sud-ovest fronteggiato dal Vesuvio e dal lido che ne forma la base, il quale è roccioso fra le due Torri e Portici, ed è profondo e ripido più che nel resto del lido, come vedesi dalle curve di livello della carta idrografica. In quella direzione di sud-ovest spirano i venti ed i mari che ne sono eccitati, che dalla costa dell'Africa corrono liberi per una distanza di 300 e più miglia marine, passando per la bocca di Sardegna. Dalle bocche di Capri vengono i marosi eccitati dai venti di mezzogiorno che, massime in inverno, pur sono frequenti e non corti, perchè provenienti dall'a costa della Sicilia sulla distesa di 180 miglia, acquistando però molta forza in quello stretto. La traversia al tratto di lido napoletano gira nell'angolo sud 32° sud ovest e sud 11° est, più grossolanamente tra libeccio e mezzogiorno, 1/4 a scirocco, ed essa mena ad insaccare il mare verso il lido napoletano.

Il libeccio ed il ponente sono regnanti in qualsiasi stagione, preponderando per un terzo dell'anno: il mezzogiorno e lo scirocco lo sono nell'inverno spirando circa 90 giorni; la tramontana e il greco nell'autunno: il greco ed il ponente

nell'estate e primavera (vedi rosa dei venti). È pure generalmente ritenuto che i venti da libeccio sono i più forti e per ciò dominanti. Della intensità relativa non possiamo dare un diagramma parlante, sebbene l'anemometro dell'Osservatorio di Capodimonte confermi la maggior forza dei venti da sud-ovest.

Fin qui dei venti rispetto al golfo intero con analoghe conseguenze sul moto ondoso del mare; ma rispetto al litorale di Napoli sono i venti di mezzogiorno e di scirocco, coi marosi che ne derivano, i più dannosi, i più cattivi negli effetti; essi, sebbene meno lunghi del libeccio, prendono energia passando negli stretti ed avvicinandosi alle coste: il vento, insistendo con l'oscillazione di vari rombi, dà loro più vivace impulso; e forse in ciò influisce anche la inclinazione del vento prodotta dagli ostacoli non lontani.

La storia ci ricorda che i porti di Palepoli e Neapoli, tra Mezzocannone e S. Onofrio dei Vecchi a piè del Salvatore, furono rovinati ed interrati dalla tempesta, che non da libeccio, ma da mezzogiorno a scirocco proveniva. Petrarca, che ne fu spettatore, lo racconta.

Era naturale quindi che fin dall'epoca la più remota, prima dai venti frequenti e più forti le opere artificiali dovessero difendere il lido urbano, e per costituirvi con opportune prominente il porto, quelle volger dovessero la schiena ai più

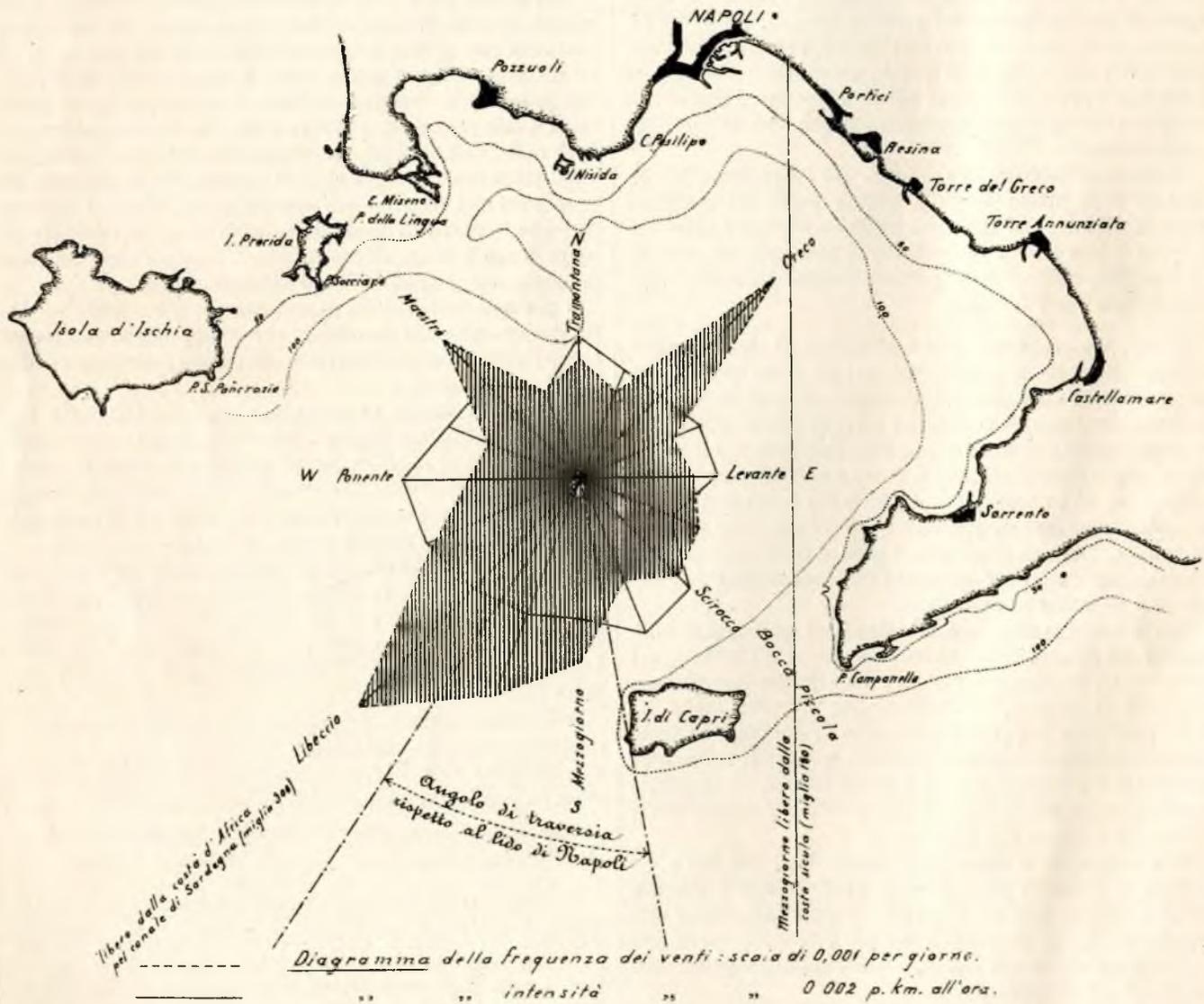


Fig. 5.

molesti localmente; epperò vediamo ancora la prima difesa esterna, più ardua di quelle greche e medioevali, cioè il molo Angioino, poi Aragonese, diretto quasi normalmente a mezzogiorno, ripiegato verso greco, contro lo scirocco, mediante il molo S. Gennaro nell'epoca, a noi più prossima, di Carlo III. Ed il lido della Marinella essendo soggetto a frequenti avarie era protetto da scogliere e frangiflutti di molta resistenza.

Coloro che danno poca importanza ai marosi da levante a mezzogiorno, non si rendono conto delle avarie che quelli hanno spesso prodotte (1).

Progetti e progressi delle opere ultime. — Nella prima metà del secolo, fra il 1840 ed il 1850, il tratto del molo San Vincenzo, con le batterie del Molosiglio, fu protratto fin poco oltre il bacino di carenaggio compiuto nell'anno 1852. Molti ragionamenti ed aggiustati progetti di massima furono nondimeno ventilati dal 1824 al 1838-39, al 1841 ed al 1847, allorchè trattavasi dove e come si dovessero gettare le basi di un nuovo porto, ma altro non si fece che ampliare la batteria S. Vincenzo per proteggere il porto militare. Sagge idee furono espone di poi da illustri ingegneri e marinari napoletani per il porto mercantile, prevalendo il concetto di un grande molo orientale con un antemurale distaccato contro i rombi di sud-ovest. Le stesse linee furono riesaminate da una imponente Commissione del Governo italiano, che nel 1861 ebbe mandato di suggerire quanto di meglio, intorno alla formazione del porto. (Vedi fig. a, b, tav. II).

Le opinioni di tutti quei valentuomini concordavano nell'ammettere una difesa occidentale, affermando però che necessaria fosse anche la difesa contro i marosi dal lato di oriente. I danni in varie epoche tempestose verificatisi in fondo al seno portuale, dovuti proprio ai marosi da mezzogiorno e da scirocco, consigliavano quel sistema. Alla difesa orientale concorrevano le considerazioni di coloro che alle correnti litoranee da est ad ovest davano grande peso; e non erravano, salvo che nella definizione, poichè corrente permanente e sensibile non esiste, mentre gli effetti che le venivano attribuiti allora, erano e sono sempre quelli del moto ondoso riflesso. Nondimeno tutti volevano dare all'imboccatura principale del porto una posizione centrale rispetto al lido, ed altra secondaria, addicendosi ad una simile disposizione le migliori qualità che abbiamo dianzi accennate; e quella centralità all'accesso principale, piacemi riceverlo, era caldeggiata anche da coloro che erano fautori della protrazione di un certo tratto del molo occidentale. Furono tutti, ingegneri, marinari ed osservatori, concordi nell'ammettere la convenienza di una entrata lungi dalla spiaggia e lontana dal lido più percosso dai marosi e più esposto alle traversie, qual'è il lido quasi rettilineo alla base del Vesuvio.

(1) Sul predominio e forza dei mari da sud, a noi è occorso fare le seguenti osservazioni:

« Nel periodo 3 e 4 dicembre del 1872 per effetto di venti da sud e da sud-est (registrati fortissimi e di lunga durata tanto dall'Osservatorio di Capodimonte che da quello di Marina, con la caratteristica di impetuosi), il mare con spaventevole burrasca rovinò gran tratto della diga a Chiaia, allora in costruzione. Girò il vento a sud-ovest nei giorni successivi.

« Al 9 e 10 dicembre 1874 venti da sud-sud-est, impetuosi, con forte depressione barometrica; ed al 1° dicembre 1875 ed al 16 gennaio 1876 replica di venti da sud-sud est e da sud-est, fortissimi, con mare tempestoso: ne risultarono gravi danni alle opere suddette.

« Questi particolari furono rilevati per ragioni d'ufficio in vista degli effetti prodotti sulle opere marittime municipali allora in corso » (Vedi BRUNO, *Considerazioni e note sugli effetti dovuti al mare nel litorale di Chiaia*. — Periodico *L'Ingegneria Civile*, 1880).

Rinomati costruttori affermano per esperienza propria come i venti di sud-est, soli nel nostro golfo, i più *pericolosi*. I maggiori danni avvenuti ai moli dei porti di Nisida e di Torre Annunziata furono cagionati dai venti che i marinari chiamano *scirocco a levante* (sud-sud est).

Alcuni brani di quella argomentazione è bene a proposito di rileggere (1).

Fatto sta che i piani concretati al 1861 furono modificati al 1862, ed al 1864 fu data troppa prevalenza alla difesa da sud-ovest, così come la volle il Parodi e la seguì il Serra adottando il prolungamento del S. Vincenzo per una moderata lunghezza di m. 400 soltanto. Si manteneva però il molo da levante, distaccandolo da presso il Sebeto, in direzione di sud $\frac{1}{4}$ ovest, da ripiegarsi poi verso occidente; quel molo cioè che fu cominciato e di cui vedonsi le fondamenta nella tuttora esistente gettata dei Granili. Il progetto completo doveva importare circa 50 milioni.

Fu abbastanza avanzata la costruzione del molo S. Vincenzo, nonostante le avarie che soffrì nel 1866, 1868, e gli altri assai più gravi danni sopravvenuti al 1872: allora si riconobbe necessario un robustamento al tipo di costruzione e si stabilì anche fare il prolungamento del molo fino a m. 600 (Legge 1875).

Una importante memoria dell'ing. Milesi dà conto delle rovine e delle indicate modalità; e lo stesso ingegnere, pur sostenendo che convenisse prolungare il S. Vincenzo, propugnava la costruzione del molo orientale a partire dalla piazza Maddalena (fig. c, tav. II).

Al 1879 altri danni avvennero; e sebbene a riprese si discutessero sul da fare e talune convenzioni ed offerte diverse pur si fossero prese ad esame, pur si mantennero così le opere fino al 1881, accarezzando sempre il S. Vincenzo, col gettarvi però lentamente pietra sopra pietra per prostrarlo, in acque ben profonde, fino a 750 metri di lunghezza.

Si lavorò intanto a migliorare il porto vecchio ed alla costruzione delle calate, e per scopo di economia, forse allora opportuna, malintesa per l'avvenire, fu deciso costruire il molo sottovento ad est, rientrandolo al Carmine con le due ali, o corni, l'uno dei quali a martello e l'altro curvo ed esterno (Legge 1881). Quest'ultimo però fu tenuto interrotto per molto tempo, dubbio essendone lo scopo e l'utilità non che probabile il danno.

Tali lavori sonosi andati eseguendo dal 1882 fin oggi, complete ora essendo le opere interne già descritte. E poi, riconosciutasi ancora la necessità di coprire meglio lo specchio commerciale, senz'affrontare il problema fondamentale, fu ordinato il prolungamento di altri m. 190 (Legge 1889) del molo S. Vincenzo, e poi di altri m. 20 (forse la testata); e così quel molo ha acquistata la totale lunghezza di m. 960, che gli danno circa 1000 metri a partire dall'antico bacino di raddobbo.

Tutte le spese fatte nel porto di Napoli per le opere allo stato suddescritto, ascendono soltanto alla somma di lire 21,755,000, eseguite a spizzico e fra tante incertezze con ben sette Leggi successive, in 30 anni e più.

(1) Commissione 1861: Imbert, Parodi, Sponsilli, Longo, Di Negro, Segretario Cornaglia. Si deduce dallo scritto che:

Riesaminate tutte le precedenti proposte, specialmente gli studi del 1857, è data grande importanza alla difesa da oriente; poco favorito il prolungamento del S. Vincenzo, preferendosi un antemurale occidentale.

Il Parodi soltanto propugnò il prolungamento del porto militare, ma non escludeva la necessità della difesa ad est.

Nell'assieme tutte le idee allora svolte tendevano a dare al porto una bocca più centrale di quella che risulta dal grande prolungamento ora raggiunto dal Molo militare.

Il Comandante Imbert dice: « E passando ad analizzare i principii che ci han guidati, il primo di essi è stato quello dall'esperienza dettato, cioè l'evitare nel futuro porto da proporsi il nocivo effetto del *rinsacco delle onde, dannosissimo attualmente in quello militare e mercantile*.

« Altro principio parimenti è quello di preservar l'entrata dai fortunali dello scirocco e del libeccio che *i fatti non già le semplici deduzioni* dimostrano indistintamente tempestosi ».

E si conchiude per il progetto a due bocche e diga isolata (Vedi fig. B, Tav. II).

Inconvenienti allo stato attuale. — Il bacino portuario intanto quale lo abbiamo illustrato, sebbene difeso dai marosi più frequenti, perchè eccitati dai venti del terzo quadrante, rimane invece scoperto in buona parte ai mari del primo e secondo quadrante, e propriamente da sud-est a nord-est, che sebbene meno lunghi, perchè contro di essi è non lontano baluardo tutto il promontorio che termina alla Campanella, complessivamente presi, non sono rari, ed abbiamo detto che sono al porto più molesti degli altri.

Il molo orientale con la diramazione a martello, che sono a lor volta coverti dal S. Vincenzo, difendono soltanto la parte interna del porto mercantile.

La vera imboccatura, allo stato attuale, non è quella fra la testata del S. Vincenzo e il molo a martello, ma sibbene quella nella direzione da nord-est 1/4 nord a sud-ovest 1/4 sud, tra le estremità del molo S. Vincenzo e del frangionde abbandonato, larga 900 metri. Da quest'ampia bocca penetrano in porto i mari di levante e di scirocco, s'incalzano tra il curvilineo ed il molo a martello, agitando direttamente gli specchi commerciali e militari, e molestano quindi gli ormeggi e gli approdi alle banchine con gli effetti di resacca. Eguali effetti derivano dai mari da mezzogiorno, che giungono obliquamente alla costa quasi rettilinea dai Granili a Portici, quindi sono riflessi in direzione di levante verso il porto. Una simile riflessione sebbene meno immediata (si osservi bene la profondità del mare e la orografia del fondo, che ha assai maggiore influenza che non si creda nei fenomeni del moto ondoso), subiscono i marosi che investono quella costa, eccitati da venti regnanti nel golfo, che sono quelli da libeccio.

Dippiù devesi notare, ciò che d'ordinario è traseurato, che, mutando la direzione dei venti del nostro golfo, assai di frequente agisce l'uno quando ancora il mare è agitato per precedente dominio di altro vento; così, ad esempio, il vento gira a sud dopo aver spirato da libeccio, e più spesso e più fortemente che non si creda avviene in tal caso che la massa acquea profondamente eccitata da libeccio alimenta il movimento nel bacino portuale, replicando le moleste influenze dei venti da mezzogiorno a levante (1).

Più volte abbiamo osservato che, pure spirando il vento forte da ponente (si guardi la frequenza e la forza indicate dal diagramma) i flutti spumeggianti vanno bensì a rompersi verso la costa di levante al porto, ma dalla testata del molo S. Vincenzo si forma larga e lunga ondulazione, il cui moto si avvanza in direzione come da scirocco, e, sebbene senza frangenti, pur produce resacca contro le banchine del porto, specialmente del molo S. Vincenzo e del S. Gennaro; e

(1) Il Milesi, nella Memoria succitata, sui disastri del 1872 e conseguenti progetti, così si esprime:

« Sebbene i mari da scirocco, perchè provenienti dalla vicina costiera con percorso di 15 miglia (28 chilometri), non sono forti; però quelli da mezzogiorno potenti abbastanza per distesa di 300 chilometri) penetrando per la bocca di Capri, acquistano vigoria, la quale si accresce fino a renderli procellosi se sono incalzati dai venti di scirocco; come talvolta accade, per cui sono erroneamente giudicati mari provenienti da questo rombo ».

E sui danni avvenuti nel 1872, così prosegue:

« Da diversi giorni l'Ufficio meteorologico di Napoli segnalava l'eventualità di forti burrasche da mezzogiorno, mantenendo continuo allarme. La notte infatti dal 3 al 4 dicembre un mare burrascoso si scatenava nel golfo, il quale, aiutato prima dai venti di scirocco e rinvigorito poi da quelli di mezzogiorno, si traduceva in terribile tempesta, man mano che il mare col ventoolgeva a libeccio.

« L'intero molo fu investito ed avviluppato da cavalloni di enorme altezza che arrivavano a soverchiare le batterie ed i fabbricati installati sulla parte meno esposta del molo medesimo, ed a rovesciarsi sul bacino del Porto Militare dall'altezza di m. 20.

« Un'ampia breccia fu aperta ed il muraglione quasi totalmente abbattuto, ecc.

« Un masso di m. 128 fu spostato, ecc. ».

quando il mare è da libeccio più sensibile vedesi questo effetto ora descritto.

Certo è che più spesso che non lo indichi la direzione del vento, il mare fluttuante, se non diretto, riflesso, o di consenso, o quel che dicesi *mare-morto* entra in porto per l'ampia apertura e batte spumeggiante contro la testata del curvilineo e contro il molo a martello, penetra nel bacino commerciale fino alle banchine di fronte, molestando le navi e impedendo financo le operazioni d'imbarco e sbarco delle merci. Gli approdi di fianco sono impossibili a qualunque calata; piccole e grosse navi debbonsi ormeggiare di prua a distanza, e talune volte i sandali e gli schifi non si tengono sicuri. Quando poi contribuisce mare diretto gli ormeggi sono compromessi e le navi si cozzano fra di loro.

E' incontestabile che quando il S. Vincenzo era meno lungo giungevano più diretti anche da sud a sud-ovest i marosi nel porto a far danno fino a terra; ora ciò non avviene, ma quelli pur fanno nell'avamposto ballare le navi, e molestano gli ormeggi, e producono resacca alle banchine, così come la producono i mari da sud ad est.

Devesi pur considerare che la indicazione che si fa della direzione del moto ondoso, seguendo le linee direttrici dei rombi della rosa dei venti, è una maniera necessaria alla denominazione di quelli, ma nel fatto le onde corrono per larghe zone a cavalloni girando e spandendosi da un canto e dall'altro degli ostacoli assai più che non si consideri con la linea corrispondente ad un dato rombo di vento.

Erroneo è il credere, vogliamo dire in ultimo, che il mare vada a spegnere il suo impeto sulla spiaggia dal Granatello a Napoli; occorre guardare più largamente il complesso fenomeno in tutta la rada fra Torre del Greco e Napoli e devesi tenere conto, lo ripetiamo, che quelle coste sono profonde e dure in buona parte; sicchè tutta la grande massa delle acque, agitata al largo dal vento, corrente verso il lido, in parte soltanto va a sfaldarsi e spegnersi, dove la spiaggia è sottile e morbida; ed in parte per la elasticità del fluido è respinta, dal che derivano confluttazioni e riflessioni di onde diverse.

L'esperienza insegna, come abbiamo ricordato, che da sud e da sud-est il mare è procelloso e produce molti danni, il che se non deriva da azione diretta, vuol dire che v'influisce anche l'azione da sud-ovest per effetto di orografia del golfo e del fondo. L'agitazione, sebbene di origine diversa, si compone nella direzione di sud-est ad est dirigendosi verso il porto, e perciò per quanto indispensabile fu la difesa da sud-ovest, non di meno reclamata fu sempre, e da taluni ritenuta egualmente necessaria, la difesa da levante (1).

(1) L'ing. del Genio civile, cav. Beniamino Trinchera, tanto provetto nelle opere marittime e che fu per parecchi anni ai lavori di Napoli, così scrive in una sua Memoria:

« L'angolo dei venti dominanti del porto di Napoli è di 70°-30°, cioè mezzogiorno 11° levante e mezzogiorno 60°-30° ponente. Essi vengono tra il Capo di Posillipo e la punta della Campanella, e nella loro direzione giungono al porto le più forti tempeste. I venti compresi fra mezzogiorno 11° scirocco e scirocco, cioè a dire quelli che vengono tra la punta detta Campanella e Castellammare, hanno minore distesa dei precedenti, in media 13 in 14 miglia, e sono molto meno dannosi dei primi, ma conviene pure da essi riparare il porto, perchè le onde che giungono nella loro direzione possono impedire le operazioni commerciali, danneggiare i navigli, e farli sin anche naufragare. Tra i moltissimi fatti che potrei addurre in appoggio di tali mie asserzioni, mi limiterò a citare solo gli effetti della fortissima tempesta dal 24 al 25 febbrajo 1879, che ebbi agio studiare per parecchie ore.

« In allora le opere foranee erano quasi tali quali ora sono (1884). La tempesta ebbe ad un bel circa la durata di 20 ore. Per lo spazio di 13 ore le onde giungevano al porto nella direzione dei venti di mezzogiorno a scirocco, e per le altre 7 ore nella direzione dei venti compresi tra mezzogiorno e libeccio. Durante il primo periodo andarono soggetti ad avarie i bastimenti che stazionavano a levante e a qualche distanza dal molo dell'Immacolatella, ove affondarono 9 grosse tartane, e presso il molo suddetto tre piccoli piroscafi soffrirono non lievi avarie;

Scopo dei prolungamenti vagheggiati ai moli esistenti.

— Prendendo sempre le mosse dallo stato attuale delle opere, esaminiamo quanto possa convenire ad assicurare al porto i requisiti desiderabili.

Due concetti fondamentali possono discutersi: quello che mira a costituire per mezzo delle opere artificiali una rada coperta, che la natura non ha concesso alla località, ed in sostituzione un sicuro avamposto: e l'altro che mira piuttosto a quietare direttamente le acque interne.

Nel primo ordine d'idee è spontanea la soluzione del prolungamento del molo S. Vincenzo in linea retta, molto al di là dello stato attuale 500 a 600 metri, e quindi in acque profonde da metri 34 a metri 40. Se ne caverebbe una certa difesa contro l'azione diretta dei venti del secondo quadrante; ma la quiete delle acque non sarebbe che parzialmente accresciuta, giacchè niun vantaggio si avrebbe rispetto alle azioni riflesse ed a quelle pur dirette dovute al primo e secondo quadrante, per le circostanze ampiamente esposte. L'avamposto, che si vorrebbe far diventare rada coperta, diverrebbe invece vieppiù un seno ad imbuto, nel quale le ondulazioni si andrebbero accrescendo con gli effetti di resacca.

Ripiegando invece il molo per incontrare acque meno profonde, e per ottenere lo scopo della difesa con un prolungamento meno esteso, si verrebbe a pregiudicare la nautica e propriamente la evoluzione di entrata ed uscita delle navi. Queste dovrebbero tenere una rotta non quale ora la vediamo tracciata con angolo di 45° con la direzione di levante a ponente, ma con angolo molto minore, tanto se condotte dalla vela che da propulsori a macchina: la qual cosa diventa pericolosa allorchè spira vento da ponente a mezzogiorno. Infatti la nave dovrebbe poggiare più a terra che non lo faccia oggi, allorchè il vento è contrario, e quindi subirebbe *staorzate*; e si troverebbe rischiosamente sospinta dai flutti correnti verso il lido subendo *deriva* verso fondali decrescenti!

Parmi ormai superfluo confutare la bontà di quelle linee con altri ragionamenti, poichè evidente risulta che il fine non sarebbe raggiunto.

Un antemurale che covrisse la testata del S. Vincenzo ed una larga zona d'acqua corrisponderebbe soltanto al concetto di costituire una rada. In questa fondamentale disposizione, come abbiamo ricordato, concordavano gli studiosi del porto di Napoli prima che il S. Vincenzo fosse di troppo protratto, poichè allora nè questo avrebbe raggiunto fondali tanto grandi, nè l'antemurale vi sarebbe capitato (vedi figure *a, b*, Tav. II).

Ma ora tale proposta è da scartarsi, perchè risulterebbe anche più gravosa all'erario.

Per il secondo concetto, oltre ad un adeguato prolunga-

mento del Molo S. Vincenzo, ovvero alla sua ripiegatura, occorrerebbe qualche altra sporgente verso l'interno. S'incorrerebbe quindi negli stessi inconvenienti poc'anzi esposti, aggravati dall'ingombro interno, causa sicura di moti riflessi e vorticosi nella strozzatura tra l'antemurale e le opere interne; sicchè le evoluzioni del naviglio sarebbero non poco impedito o rese pericolose.

Siffatte linee vediamo nel piano pubblicato nell'Album dei porti del Regno; cioè circa 300 metri di molo S. Vincenzo, ripiegati verso scirocco; ed altri 100 metri al molo curvilineo in direzione a questo normale. Ma ecco quanto sull'oggetto scrisse in un'importante memoria il valoroso Ingegnere del Genio Civile cav. Lo Gatto, che per molti anni fu ai lavori marittimi del dipartimento di Napoli:

« Allo stato attuale 1890 il porto è completamente difeso dal libeccio (molo S. Vincenzo) ma non lo è dai venti compresi fra mezzogiorno e mezzogiorno $\frac{1}{4}$ a scirocco, nè da quelli compresi fra mezzogiorno $\frac{1}{4}$ a scirocco e scirocco a levante i quali anche *non spirando molto violenti producono per altro agitazione molesta nell'antiporto e nella parte centrale del porto*, di cui una piccola parte si estende anche agli specchi d'acqua più interni ».

....« Quanto alla difesa del porto contro i rombi scirocco a mezzogiorno e scirocco, che *indubbiamente* è anch'essa *necessarissima*, poichè questi venti pur non avendo molte miglia di mare da percorrere (dalla Penisola Sorrentina a Napoli) producono violenti mareggiate, occorrerebbe un prolungamento del molo S. Vincenzo di più di 600 metri se si volesse eseguire il prolungamento nell'attuale direzione. Siccome però ciò non è necessario, e niente impedisce di ripiegare il molo verso nord, il cammino occorrente a raggiungere il rombo scirocco passante per l'estremità del curvilineo si potrà di molto abbreviare, e quindi eseguire più facilmente dal punto di vista della spesa, e più presto.

« Non è probabile che il prolungamento del molo S. Vincenzo non venga mai spinto sino a coprire anche lo scirocco a levante, che soffia raramente ma talvolta con impeto; ma anche se tal prolungamento non si farà, sarà poco male tutto riducendosi ad una sospensione di operazioni commerciali nel porto per pochissimi giorni dell'anno.

« Si potrebbero però sempre diminuire gli effetti dello scirocco a levante nel porto interno restringendo acconciamente la bocca di questo, che attualmente è larga ben 400 metri. Questo restringimento si potrebbe ottenere prolungando l'uno verso l'altro i moli S. Gennaro ed a martello, sarebbe facilissimo e non molto dispendioso, poichè le profondità in quel punto del porto sono moderate ».

L'egregio ingegnere dunque in cuor suo trova necessario un prolungamento del S. Vincenzo *non meno di m. 600* fino a tagliare la linea dello scirocco tangente alla punta della Campanella; vede però tutta la difficoltà di tale opera, sicchè ad evitarla ricorre alla piegatura di quel prolungamento per render questo meno lungo ed in acque meno profonde. Ma al tempo stesso non si dissimula che l'avamposto non ne risulterebbe difeso da oriente, e non ha fiducia che basterebbe a garantire da molestia lo specchio interno commerciale; ed allora accetta un prolungamento del molo curvilineo e del molo a martello, creando così ostacoli interni, per combattere il male cui resterebbe soggetto l'avamposto.

A noi importa rilevare che Egli stima *indubbiamente necessarissima* la difesa contro i rombi scirocco a mezzogiorno, cui affetta *violenti mareggiate*; stima enorme la spesa del prolungamento del S. Vincenzo: teme insuccesso da un moderato allungarsi di quello per cui ricorre ad altre

nella zona contigua al molo San Gennaro, tutti i piroscafi di grossa portata che erano colà ormeggiati, riportarono gravi danni, cozzando gli uni contro gli altri. In tutte le cennate località, l'azione dei venti del secondo quadrante si fa sentire, ove più, ove meno, direttamente.

« Avvennero pure avarie nel Porto Militare, ad onta che sia riparato interamente da tutti i venti di traversia. Colà i danni si verificarono per le onde che percuotevano il fronte della banchina esterna del Molo San Gennaro, e si riflettevano in modo spaventevole nel detto Porto Militare, ove i bastimenti della Regia Marina furono soggetti a molti danni.

« Laonde l'esposizione idrografica, i fatti citati e molti altri che per brevità si tacciono, devono persuadere e convincere ognuno che per rendere il porto in esame sicuro e tranquillo, in modo da potersi attendere alle operazioni di carico e scarico, anche quando il mare di fuori è molto agitato e sconvolto, è indispensabile ripararlo anzi tutto dai moti diretti e indiretti dei venti dominanti, e indi dagli altri non meno dannosi che vengono dalla *costa orientale* del golfo, senza di che avarie e naufragi non mancheranno mai di verificarsi nel porto ».

opere interne, e ciò senza discutere gl'inconvenienti per la navigazione, di cui abbiamo discorso già lungamente.

È vano arrabattarsi con ripieghi diversi; la calma non si otterrà senza affrontare coraggiosamente il problema, lasciando la comune falsariga e scrutando bene dove il male si concentra. Lasciamo i rombi dei venti e guardiamo al mare la cui agitazione si propaga in larghezza ed in profondità che non si misurano con l'occhio.

L'antemurale S. Vincenzo è ora giunto a tal segno massimo, superando non solo le originarie previsioni quanto le ultime, ed è in acque profondissime: la testata ne è in costruzione, e bene stia. Ciò che manca a costituire un avamposto che della rada faccia le veci, e che del suo ufficio abbia le buone qualità, è la difesa dal lato orientale: e non si quieteranno le acque interne se non sia preclusa per la maggior parte possibile la via ai marosi diretti e riflessi che dall'ampia apertura, di ben 900 metri, ora pervengono; se non si restringa l'imboccatura quanto è necessario, conservandone la migliore orientazione sotto l'aspetto nautico, obbedendo cioè ai concetti generali che informano l'architettura dei porti moderni, che abbiamo premesso a questo ragionamento obbiettivo.

Della difesa orientale (Tav. I). — Il molo che dal lato orientale si pensava distaccare dal lido sui concepimenti del 1861-1864 (gettata dei Granili), ripiegandolo più o meno ad ovest, aveva l'obbiettivo che ci sforziamo con ogni buona ragione di propugnare, ed al quale avrebbe corrisposto pienamente. Ma prolungato troppo oltre il S. Vincenzo, quella eccellente radicale disposizione non è più possibile, poichè creerebbe per antiporto un canale con larga apertura alle influenze esterne, stringentesi ad imbuto verso l'interno, posizione e conformazione che sarebbero creatrici di malefici effetti.

Non resta che una soluzione, cioè che la difesa sia diretta e distesa più ch'è possibile contro i rombi del 1° e 2° quadrante, stringendo l'entrata verso l'asse dall'ansa naturale del lido, che diventa così asse del porto, coincidente al tempo stesso con la rotta delle navi che ne escono o che vi entrano.

In tal senso presentasi facile il prolungamento rettilineo della gettata dei Granili fino a lasciare fra il suo estremo e la testata del S. Vincenzo un'apertura fra i 300 e 400 m di larghezza (1).

L'indicata direzione del molo di levante e la sua continuità ci mettono sott'occhio due osservazioni di non lieve importanza, l'una pertinente alla nautica e l'altra all'edilizia ed all'igiene. Ragionammo su queste due obiezioni in due lettere dirette a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici che riassumerò brevemente (2).

La prima osservazione riflette principalmente l'arrivo della nave in porto nel momento in cui soffia vento forte da libeccio; quella infatti sarebbe minacciata dall'investire il molo di sottovento, dato che questo si prolunghi verso la testata del S. Vincenzo fino a stringere la bocca a 300 metri; rischio ben vero di breve durata, fin tanto che la nave non avrà superata quella testata e che sarà entrata in porto. Se ad evitare le difficoltà di manovra per superare il rischio si lasciasse più ampia la bocca, 400 metri, p. es., resterebbe agevolato ai marosi l'accesso all'avamposto: sarebbe cioè ridotto il beneficio della difesa orientale. Di più, la testata

del molo sottovento si avvicinerrebbe al curvilineo, il che non è bene.

L'altra osservazione riguarda il tratto di lido dal frangionde Granili, verso ponente, fino al molo orientale esistente, il quale rimarrebbe chiuso dentro insieme alle foci Sebeto ed alveo Arenaccia, che vi giungono, ed a quelle che vi sgorgano dai grandi scaricatori di acque di piena della nuova fognatura. Gli alvei Sebeto ed Arenaccia portano senza dubbio un certo contributo di torbide del vasto territorio che si estende ad oriente della città, comprendendo la collina di Poggioreale fino al colle Arpino, che tutto scola nel Sebeto, e quelle delle colline Miradois e Capodimonte fino a Capodichino, che vanno all'Arenaccia. I nuovi canali porteranno le acque di piena dei collettori urbani di tutta la zona orientale della città, dal Museo al mare.

A questi afflussi bisogna lasciare franco lo sfociarsi in mare libero per quanto è possibile; nè quelle foci si potrebbero pretendere al di là del frangionde senza peggiorarne l'ufficio, scarso essendo il loro pendio. Meglio vale, salvo opere di regolazione agli sbocchi stessi, di lasciarle ove si trovano, e se pure il Sebeto potesse essere deviato da monte a Sant'Erasmo, non si potrebbe mai e poi mai fare altrettanto per gli alvei urbani.

Deve dunque il frangionde o il nuovo molo staccarsi ad occidente del Sebeto, come suggeriva il Milesi. Pertanto, la modalità che proponiamo per questa difesa orientale, che farebbe evitare amendue i difetti ora detti, consiste propriamente in una diga FG distante metri 500 circa dal molo orientale, per ora altrettanto distante da terra, nella direzione da nord a sud, con la lunghezza di metri 600; sicchè la sua estremità si troverebbe nella linea sud-ovest che passa per la testata del San Vincenzo, lasciando così orientata una bocca di 300 metri, con l'asse in direzione sud-est. Per conseguenza, nella direzione di mezzogiorno si presenta una larghezza di circa 210 metri, ed altrettanto nella direzione di levante (Tav. I e fig. e Tav. II).

Sembra che in tal guisa sia agevole alla nave che deve entrare in porto di prendere l'asse della bocca fra i due moli, poichè il vento di libeccio gli sta a 90°, e se quella proviene, come spesso si verifica, in direzione di sud, prende lo stesso vento a 45°; al tempo stesso la nave non ha bisogno di accostarsi troppo al molo San Vincenzo.

Un veliere potrà entrare a vele spiegate, correndo libero nello specchio d'acqua già relativamente calmo, tra il detto molo e l'altro interno che gli è parallelo, seguendo cioè la rotta quasi in direzione di mezzogiorno, portato in poppa dai venti di traversia.

In sostanza, questa orientazione della bocca sembra tanto favorevole alla rotta più facile per ogni nave che con grosso fortunale debba prendere porto che, se non paresse troppo ardito rispetto alle idee più comuni, consiglieri che fosse ristretta a 200 metri soltanto: ma ciò potrà farsi in avvenire. Similmente potrà restringersi il varco FC fra l'estremo verso terra della nuova ideata diga ed il frangionde Granili, ovvero prolungare la prima fino al lido per unirli ad un nuovo fronte di banchina parallela al lido stesso.

La imboccatura così ristretta, insieme alla grande ampiezza che si aggiunge all'avamposto, è ciò che garantisce la quiete delle acque, quale che sia il mare esterno, poichè poca massa di onde penetra all'interno, sebbene portata dai venti di traversia, questa essendo ormai la inevitabile quanto utile orientazione. Intanto il fenomeno dell'ammortamento delle ondulazioni in quell'ampio bacino non è da mettersi in dubbio: infatti applicando la formola inglese, ammettendo il massimo flutto esterno di altezza m. 2,50, tenendo conto della bocca di 300 metri e dell'ampiezza del bacino di m. 1600, alla distanza di m. 550, cioè presso il moletto curvilineo, l'altezza massima supposta si riduce a m. 0,73;

(1) Siffatta maniera fu già proposta dall'ing. Trinchera nel 1884 con la Memoria-progetto citato nella precedente nota, e crediamo sia da altri competenti vagheggiata.

(2) Vedi *Polytechnicus*, n. 21, 1° novembre, e n. 22 e 23, 1° dicembre 1897. Lettere a S. E. il ministro Prinetti, del 20 luglio e 16 novembre 1897.

ma quella non è che in caso molto raro si forte e quindi all'interno il flutto sarà d'ordinario assai lieve (1).

La direzione che per tale frangiflutti proponiamo è tale da evitare ogni riflessione verso l'interno, lasciando libero al mare di sud di correre a terra; niuna confluttazione potrà quindi generarsi. I mari diretti di scirocco, passata la bocca si ammorzeranno per espansione, come si è detto: ed infine i marosi da libeccio, nella cui direzione starebbero le due testate, sfuggiranno fuori verso levante ben poca parte penetrandone allo interno. Aggiungendo poi alla testata del S. Vincenzo un risalto maggiore a martello verso dentro l'ondulazione che la lambisce ne sarà spostata.

Concretate così le opere di difesa all'avamposto, che sono di facile ed economica esecuzione, mediante gettate di scogli naturali, si potranno epletare tutte le opere interne.

Dei bacini da carena. — Ho ricordato in principio che dopo tanta aspettativa (per effetto della Legge 1889) si è appaltato un progetto definitivo della diga di recinzione alla darsena pei bacini. Questa non risponde appieno, come era desiderabile alle idee di massima convenute a dicembre 1896 con ministeriale processo verbale; nondimeno talune giuste obiezioni fatte a tempo opportuno, officiosamente e nella Commissione permanente, non valsero a far mutare consiglio: e sia pure ben fatto rispetto al tema dei bacini isolatamente preso.

Ma ora, giacchè parlo pel migliore avvenire del nostro porto, torna debito analizzare anche questa parte, la quale va coordinata con la difesa generale del porto: che anzi, la difficoltà, nel definire la migliore posizione dei bacini e delle opere che occorrono a garantirne l'ufficio, sta proprio nel vizio di origine, poichè si è voluto fare dei bacini un soggetto distaccato dalla sistemazione dell'avamposto, mentre che le opere a ciò adatte possono giovare a quelli con evidente economia.

Il progetto del 1892, conseguente alla Legge 1889, fu abbandonato per restare libera la maggior parte possibile della spiaggia della Marinella, e per rendere indipendente dall'interno specchio commerciale il traffico per la darsena e pei bacini, dove sarebbe mancata anche la profondità per le grosse navi. Quindi la modifica consisteva in ciò: che la darsena facienda si sarebbe disposta parallelamente al molo orientale che avrebbe avuto accesso dall'avamposto, e che i bacini si dovessero scostare tanto da terra da non impedire la comunicazione più ampia possibile fra le calate interne del porto e quelle che in avvenire potessero occorrere ad oriente per nuove esigenze commerciali. Il progetto emergente da questi concetti è indicato nella planimetria d'insieme, Tav. I, ed è tracciato anche nella Tav. II, fig. A.

La darsena si addossa all'esterno del molo orientale e del curvilineo, nel quale un costoso taglio deve procurarvi un angusto passaggio. La distanza dal molo orientale di m. 200 è piccola, e ne consegue che per piazzare un bacino lungo m. 200 e più con la prua verso terra, quella viene ad addentrarsi troppo nel lido, tagliando così l'avvenire della comunicazione fra il porto attuale ed ogni futura espansione di porto e banchine verso levante. Grave pregiudizio questo, d'incalcolabile danno.

(1) La formola dello Stevenson, accettata e completata da molti Ingegneri inglesi, non meno che dal Barret, è la seguente:

$$x = H \left\{ \sqrt{\frac{h}{B}} - \frac{1}{50} \left(1 + \sqrt{\frac{h}{B}} \right) \cdot \sqrt[4]{D} \right\}$$

in cui:

x è l'altezza dell'onda residua alla distanza D della imboccatura;

H è l'altezza nota dell'onda alla imboccatura;

h è la larghezza della imboccatura;

B è la larghezza al posto ove si cerca la riduzione.

Non meno gravose sono le condizioni per l'entrata alla darsena dal cuore del movimento d'avamposto e proprio accosto al molo a martello, in quell'angolo fra questo ed il curvilineo, dove abbiamo già detto come il mare investe turbinoso. Tali osservazioni molto validamente sostenute e sapientemente ragionate furono obiettate in seno alla Commissione permanente; ma non ne fu tenuto conto.

Personalmente ci occupammo di tale questione, col pensiero d'investigare con quali modalità quelle prescrizioni fondamentali si dovessero e potessero attuare senza inconvenienti, e ne risultarono due soluzioni esposte in una memoria di poi presentata al R. Istituto d'Incoraggiamento. (Vedi fig. B, C della Tav. II).

La soluzione C) è quella che più largamente ed obbiettivamente parve a persone competenti, che rispondesse ai requisiti nautico ed edilizio, con la massima comodità per l'esercizio delle darsene e dei bacini.

Ma ora, guardando la planimetria generale e l'ideata difesa esterna, salta all'occhio l'inutilità della diga di recinzione, non meno che dannoso sarebbe all'avamposto l'ingombro che vi appornerà. Coperto dal di fuori l'avamposto il bacino potrà rinunciare ad una propria difesa, con che molti pregiudizi possono evitarsi, e molti vantaggi si prospettano realizzabili.

D'altra parte un bacino sufficiente ai nostri bisogni potrebbe costruirsi più presto senza attendere a tanti preparativi, salvo ad eseguirne in avvenire un altro più grande coordinato alla difesa esterna del porto; sicchè, forte dell'eminenza degli indicati benefizi, espongo alla critica questa nuova proposizione.

Nella grande planimetria, Tav. I, e nella fig. D, Tav. II, è tracciato un bacino sufficiente, meglio ancora praticamente utile, costruibile da domani, senz'attendere l'impianto da altre opere. Colà nell'angolo fra il molo orientale e quello - martello, il cui ridosso non ha destinazione spiccata, un bacino di 100 o di 150 metri può dirsi già mezzo fatto, ben difeso, di facile accesso dal bacino mercantile, presso all'ingresso di questo. Qualora lo si volesse ingrandire e raddoppiare ciò si farebbe dallo esterno quando la difesa orientale sarà compiuta, provvedendo anche ad un'ampia forma militare.

È incontrastabile che dei 2500 vapori che vanno e vengono dal nostro porto, la grande maggioranza tanto di bandiera italiana che estera non supera i m. 125 di lunghezza, la media sta fra 80 e 100 metri. Questi che fanno traffico continuo e che hanno Società residenti o larga rappresentanza in Napoli hanno spesso bisogno dei bacini, ed intanto debbono ora ricorrere altrove, per riparazioni non solo, quanto per nettamente di carena, dipintura e visita. Ai pochi e rari piroscafi transatlantici e transoceanici solo un raro quanto contrario evento può dar luogo alla necessità di entrare in bacino a metà del loro viaggio qui dove permangono poche ore soltanto. Nondimeno si potrà, come ho detto, provvedervi quando sarà eseguita la difesa esterna che propugniamo.

Conclusioni. — Metto termine a questa troppo lunga esposizione succintamente concludendo:

Che il porto di Napoli tanto nella parte anteriore, rada ed avamposto, che nei bacini interni, militare e mercantile, è esposto maggiormente che non si creda e non si dica, come chi è abituato a sopportare le proprie sofferenze, alla molestia recata dai marosi diretti, eccitati dai venti del 2° quadrante, non meno che da quelli derivanti, perchè riflessi, dal 3° quadrante. Tal fatto è conseguenza della orientazione della rada e della configurazione del golfo, nonchè della orografia del fondo, agevolata dalla grande apertura dell'avamposto;

Che molestati sono dalla resacca gli ormeggi alle banchine, ed impediti i pochi approdi di fianco;

Che lunghe sono e fastidiose risultano le traversate nell'avamposto e nelle parti esposte del bacino commerciale, mediante le chiatte e gli schifi, stante il dislocamento di taluni approdi:

Che in siffatte condizioni vani riuscirebbero gli arredamenti ed i meccanismi per facilitare le operazioni di imbarco e sbarco delle merci, se gl'inconvenienti medesimi non si evitano; ed al tempo stesso non sarà mai possibile il passaggio diretto dalla nave alla ferrovia;

Che al mantenimento degli attuali traffici è necessario provvedere col miglioramento delle condizioni nautiche, e vieppiù è mestieri provvedervi, avendo riguardo al progressivo sviluppo commerciale ed al futuro incremento che ci auguriamo;

Che tutte le opere interne relative alle calate ed agli arredamenti, non meno ai necessari bacini da carena, è bene che siano coordinate ad una ben disposta difesa esterna dell'avamposto.

Quest'ultima, quale mi son fatto a proporla, opposta all'oriente, con le modalità e disposizioni che ho creduto giustificare, potrà soddisfare a tutti quei bisogni dianzi esposti senza tema d'inconvenienti emergenti, poichè nulla si muta alle opere già compiute. Tra gl'indubbi vantaggi sta principalmente il rispetto della rotta di navigazione tale quale è praticata dalle navi allo entrare quanto all'uscire dal porto nella direzione di sud-est.

Risulterà ridotto ad un'ampiezza di m. 200 soltanto il passaggio dei marosi esterni in direzione di levante, e così pure in direzione di mezzogiorno.

La ristretta entrata verso terra in acque poco profonde e larga circa 100 metri permetterà il passaggio al piccolo naviglio, ed alle bareche da pesca, soddisfacendo anche alle condizioni igieniche del lido della Marinella.

Dalla centrale e moderata imboccatura foranea i marosi più grossi penetrando in porto si affievoliranno ben presto in ampio bacino di espansione, così da giungere agli ostacoli interni tanto ridotti da non produrvi molestia alcuna. Nè la diga orientale, per la sua posizione e direzione, potrà alterare il naturale svolgimento dei flutti che alla imboccatura si presentano. La navigazione quindi, specialmente nell'arrivo in porto, sarà sotto ogni aspetto resa più sicura, poichè al mare libero succederà il passaggio immediato in ampio specchio calmo, e quindi ogni nave e con qualunque mare contrario non avrà bisogno di ricorrere ad evoluzioni che ora non siano strettamente necessarie, che anzi si lascerà andare in porto più fiduciosa che mai.

L'avamposto acquisterà le qualità di cui ora difetta offrendo ampio e sicuro ricovero in tempi burrascosi, vieppiù per gli arrivi di notte, permettendo altresì l'ancoraggio lungi dalle calate. Tutto ciò tornerà maggiormente benefico alle grandi navi militari e commerciali, anche in caso di provenienze sospette.

Le condizioni generali degli ormeggi si migliorano, massimamente quelli del molo S. Gennaro.

Garentita sarà in complesso e per ogni tempo la maggiore quiete dei bacini interni militare e commerciale, di cui tutto lo specchio d'acqua sarà calmato ed utilizzato con il corrispondente sviluppo di calate circondanti.

Queste si potranno munire di pontili, pieni o a traforo, per l'accosto di fianco e per l'accrescimento dei fronti, tanto utili, insieme agli arredamenti, al sollecito movimento delle mercanzie.

Infine il possibile accosto all'esterno dell'esistente molo orientale offrirà non pochi vantaggi, per le comunicazioni fra i piroscafi di transito e la ferrovia.

La nuova diga in ultimo renderà superflua quella di recinzione alla darsena del bacino da carena in progetto, am-

mettendo anche per questo la deliberata posizione, sebbene di meglio potrà farsi, come abbiamo detto, mediante un bacino sufficiente all'interno del molo a martello.

La ripetuta diga si distenderà in acque profonde da m. 8 a 25.30, e data la sua orientazione non richiederà le colossali dimensioni del molo S. Vincenzo, nè una struttura di lusso come quella, per cui la spesa resterà nei limiti in L. 2.500.000.

Ho fede che queste idee che espongo all'esame di tutti possano, per il bene del porto e nell'interesse di Napoli, venire accolte favorevolmente; e se così è, uniamoci tutti a propugnarle rafforzando le buone intenzioni del Ministro dei LL. PP. Bisogna lottare con le stesse armi con le quali siamo minacciati dalla concorrenza di altri porti nazionali ed esteri. Affrontiamo coscienziosamente la questione, discutiamola, concorriamo col buon consiglio e col buon volere, affinchè si evitino maggiori danni al nostro porto con opere insufficienti, e che invece il danaro sia impiegato ad ottenere reali vantaggi. Ed io sarò lieto di avere a ciò contribuito, come grato sono per la cortese accoglienza che si ebbe la mia conferenza.

Napoli, 30 novembre 1897.

G. BRUNO.

MECCANICA APPLICATA

SUL CALCOLO STATICO DEI RECIPIENTI COMPARABILI A SUPERFICIE DI ROTAZIONE

(Continuazione)

PARTE II. — STUDIO DI ALCUNI CASI PARTICOLARI.

CAPO I. — USO DEL METODO DIRETTO.

§ 1. — Tronco cilindrico retto — Disco — Caldaia cilindrica.

Del dato recipiente faccia parte un tronco cilindrico, o segmento di tubo, a sezione circolare, di raggio a ; ed il suo peso proprio sia trascurabile, ovvero sia $\gamma = 0$. Vediamo anzitutto come si semplifichino le equazioni fondamentali.

Abbiamo:

$$x = a \quad , \quad \frac{dx}{dy} = 0 \quad , \quad \frac{d\sigma}{dy} = 1 .$$

Riprendendo le (9), (10), (11), esse divengono:

$$Pa - T\varepsilon - \frac{d}{dy} (\Phi\varepsilon a \cos\beta) = 0$$

$$\Phi\varepsilon a \sin\beta = C$$

$$\Phi\varepsilon a \cos\beta + a \frac{d\mu}{dy} = 0 .$$

Dalla seconda di queste emerge intanto che *la componente della $\Phi\varepsilon$ secondo la generatrice è costante.*

Se il momento μ fosse nullo o costante, allora le precedenti darebbero ancora:

$$\Phi\varepsilon a \cos\beta = 0$$

e quindi le $\Phi\varepsilon$, oltrechè essere costanti, sarebbero allora dirette secondo le generatrici del cilindro.

Del resto, quest'ultima proprietà non è che una conseguenza del caso più generale, in cui μx , pel recipiente di rotazione, sia nullo o costante. Difatti in quell'ipotesi (11) fornisce subito:

$$-\frac{dx}{dy} \sin\beta + \cos\beta = 0 ,$$

che equivale ad essere:

$$\tan\beta = \frac{dy}{dx} = \tan\alpha ;$$

ossia le Φ sono parallele alle tangenti corrispondenti della curva meridiana.

Pel tronco cilindrico si avrebbe nella presente ipotesi:

$$P a - T \varepsilon = 0, \quad \Phi \varepsilon a = C,$$

e quindi:

$$T = \frac{P a}{\varepsilon}, \quad \Phi = \frac{C}{\varepsilon a}.$$

Ma vediamo d'integrar direttamente la (20), quando abbiassi μ variabile. Per quel che riguarda la legge di variazione delle P , abbracciamo tutti i casi pratici, supponendo P funzione lineare di y . Invero, se sul dato recipiente agisce, sia internamente che esternamente, un fluido pesante qualunque, l'asse di rotazione essendo situato verticalmente, P è proporzionale ad y , a parte una costante. Quando il fluido è un gas od un vapore, P è fisicamente costante, qualunque sia l'orientazione dell'asse.

Ora, sostituendo gli attuali valori in (17) e nella prima delle (19), si ha:

$$Y = P a, \quad U = \frac{a}{\varepsilon},$$

e quindi, siccome supporremo ε costante:

$$\frac{d^2 U Y}{d y^2} = \frac{d^2}{d y^2} \left(\frac{P a^2}{\varepsilon} \right) = 0.$$

L'equazione differenziale (20) si ridurrà dunque semplicemente alla:

$$\frac{d^4 \mu}{d y^4} + \frac{12}{a^2 \varepsilon^2} \mu = 0. \quad (46)$$

Ed osserviamo che tale equazione deve considerarsi come esatta; mentre, avendosi qui:

$$\cos \psi = \sin \beta,$$

si ha, pel dimostrato di sopra:

$$\Phi \cos \psi = \cos t,$$

e quindi da (15) risulta $\tau_1 = 0$.

L'integrale di (46) si sa trovare, e dipende dall'equazione algebrica di quarto grado in m :

$$m^4 + \frac{12}{a^2 \varepsilon^2} = 0,$$

la quale ha due coppie di radici immaginarie. Dicendo per brevità:

$$\frac{\sqrt[4]{3}}{\sqrt{a \varepsilon}} = k,$$

quelle radici sono:

$$m_1 = k(1 + \sqrt{-1}); \quad m_2 = k(1 - \sqrt{-1}); \\ m_3 = -k(1 + \sqrt{-1}); \quad m_4 = -k(1 - \sqrt{-1}).$$

Allora, se avvertiamo che:

$$\cos(-k y) = \cos(k y); \quad \sin(-k y) = -\sin(k y)$$

ed applichiamo le note regole, l'integrale generale della (46) ci risulterà:

$$\mu = e^{k y} (C_1 \cos k y + C_2 \sin k y) + e^{-k y} (C_3 \cos k y + C_4 \sin k y) \\ \text{oppure:}$$

$$\mu = (C_1 e^{k y} + C_3 e^{-k y}) \cos k y + (C_2 e^{k y} + C_4 e^{-k y}) \sin k y. \quad (47)$$

Derivando una volta, si ha:

$$\frac{d \mu}{d y} = k \sin k y \{ (C_2 - C_1) e^{k y} - (C_3 + C_4) e^{-k y} \} + \\ + k \cos k y \{ (C_2 + C_1) e^{k y} - (C_3 - C_4) e^{-k y} \}. \quad (48)$$

E derivando ancora:

$$\frac{d^2 \mu}{d y^2} = 2 k^2 (C_2 e^{k y} - C_1 e^{-k y}) \cos k y - \\ - 2 k^2 (C_1 e^{k y} - C_3 e^{-k y}) \sin k y.$$

Sicchè sostituendo in (18), otterremo:

$$T = \frac{a}{\varepsilon} \{ P + 2 k^2 (C_2 e^{k y} - C_1 e^{-k y}) \cos k y - \\ - 2 k^2 (C_1 e^{k y} - C_3 e^{-k y}) \sin k y \}. \quad (49)$$

Ora, è noto che:

$$\int e^{m y} \cos n y d y = \frac{m \cos n y + n \sin n y}{m^2 + n^2} e^{m y},$$

$$\int e^{m y} \sin n y d y = \frac{m \sin n y - n \cos n y}{m^2 + n^2} e^{m y};$$

e quindi nel caso attuale avremo:

$$\int \left(P x - T \varepsilon \frac{d \sigma}{d y} \right) d y = \int (P a - T \varepsilon) d y = \\ = -a k \sin k y \{ (C_2 - C_1) e^{k y} - (C_3 + C_4) e^{-k y} \} - \\ - a k \cos k y \{ (C_2 + C_1) e^{k y} + (C_3 - C_4) e^{-k y} \}. \quad (50)$$

Supponiamo di poter collocare l'origine delle coordinate in modo che per $y=0$ si abbia $\beta = \frac{3\pi}{2}$, e sia ivi $\Phi = \Phi_0$ quantità nota. Per (8) determineremo allora C , giacchè ne risulta:

$$\Phi_0 a \varepsilon = -C \quad (51)$$

essendo:

$$\int P x d x = 0.$$

Posta per l'integrale che figura in (21) l'espressione (50), fattovi $y=0$, ed osservato che per questo valore è $\cos \beta = 0$, ne ricaveremo:

$$A = a k (C_2 + C_1 + C_3 - C_4).$$

Ma fatto ancora $y=0$ in (48), dovendo parimenti esserne nullo il primo membro a causa di (11), ne segue:

$$C_1 + C_2 - C_3 + C_4 = 0. \quad (52)$$

Dunque:

$$A = 0. \quad (53)$$

Per (22) e (51) così consegue:

$$\tan \beta = \frac{-\Phi_0 a \varepsilon}{\int (P a - T \varepsilon) d y}.$$

Il fondo del recipiente sia un disco piano. Chiamiamone ε_1 lo spessore costante; a ne sarà il raggio. Qui avremo:

$$\frac{d y}{d x} = 0, \quad d \sigma = d x, \quad \psi = \beta.$$

Moltiplicando (9) e (11) per $\frac{d y}{d x}$ e dipoi facendo questa quantità uguale a 0, si ha:

$$T + \frac{d}{d x} (\Phi x \cos \beta) = 0, \quad (54)$$

$$-\Phi \varepsilon_1 x \sin \beta + \frac{d \cdot \mu x}{d x} = 0. \quad 55$$

La (10) qui diviene poi semplicemente:

$$\Phi \varepsilon_1 x \sin \beta = -\frac{P x^2}{2}$$

ed è evidentemente nulla la costante C . Perciò:

$$\Phi \varepsilon_1 \sin \beta = -\frac{P x}{2}. \quad (56)$$

E la (55) diviene:

$$\frac{d \cdot \mu x}{d x} + \frac{P x^2}{2} = 0,$$

la quale integrata fornisce:

$$\mu x = -\frac{P x^3}{6}$$

mentre per $x=0$ deve aversi $u_x = 0$.

Posto adesso in (12) $dy = 0$, $\psi = \beta$, $\Delta x_0 = 0$, come vedesi, se ne ha:

$$T x + \frac{\Phi x \cos \beta}{m} - E \int_0^x \lambda dx = 0,$$

che derivata una volta in x , diviene:

$$\frac{d \cdot T x}{d x} + \frac{1}{m} \frac{d}{d x} (\Phi x \cos \beta) - E \lambda = 0;$$

ossia per (13):

$$\frac{d \cdot T x}{d x} + \frac{1}{m} \frac{d}{d x} (\Phi x \cos \beta) + \Phi \cos \beta + \frac{T}{m} = 0.$$

E questa, a causa di (54), riducesi a:

$$-\frac{d}{d x} \left\{ x \frac{d}{d x} (\Phi x \cos \beta) \right\} + \Phi \cos \beta = 0.$$

Posto ora per brevità:

$$\Phi x \cos \beta = w$$

ed eseguita la differenziazione esterna nella penultima equazione, la stessa trasformasi in:

$$\frac{d^2 w}{d x^2} + \frac{1}{x} \frac{d w}{d x} - \frac{w}{x^2} = 0.$$

Ma osservisi che:

$$\frac{1}{x} \frac{d w}{d x} - \frac{w}{x^2} = \frac{d}{d x} \left(\frac{w}{x} \right);$$

quindi, sostituendo, si ha:

$$\frac{d^2 w}{d x^2} = - \frac{d}{d x} \left(\frac{w}{x} \right).$$

Di qui, integrando una volta, emerge:

$$\frac{d w}{d x} = 2 F - \frac{w}{x}$$

essendo $2 F$ costante arbitraria.

La precedente è una equazione lineare di prim'ordine, il cui integrale generale si sa ottenere. Esso è:

$$w = \Phi x \cos \beta = \frac{H}{x} + F x.$$

Ma Φx non potendo essere infinita per $x=0$, la costante H dev'esser nulla, e resta perciò:

$$\Phi \cos \beta = F \tag{57}$$

costante. Sarà quindi ancora, per (54):

$$T = - \frac{d}{d x} (\Phi x \cos \beta) = - F.$$

Da (56) e (57) eliminando prima Φ e poi β , si trae:

$$\text{tang } \beta = \frac{-P x}{2 F \varepsilon_1}; \quad \Phi = \sqrt{\left(\frac{P x}{2 \varepsilon_1} \right)^2 + F^2}.$$

Sia il dato recipiente una caldaia sottoposta ad una pressione interna costante, e semplicemente costituita da un tronco di cilindro retto terminato da due fondi piani, come il disco or ora considerato.

Prendiamo per origine degli assi coordinati il centro di figura della caldaia, è rappresentino:

- $2h$ = l'altezza del cilindro;
- a = il raggio;
- ε = lo spessore della parete curva;
- ε_1 = lo spessore comune dei fondi.

Immaginando per un momento troncata la caldaia secondo la sezione retta del cilindro, per l'equilibrio dovrà sussistere la:

$$2 \pi a \Phi_0 \varepsilon = \pi a^2 P;$$

per la quale, comparata a (51), risulta:

$$-C = a \Phi_0 \varepsilon = \frac{a^2 P}{2}.$$

Osserviamo poi che, stante la simmetria del sistema, quanto accade pel punto di ordinata y , accade ancora pel punto d'ordinata $-y$. Dunque (47) non cambia, se cambiasi segno ad y . Dovendo ciò verificarsi per infiniti valori di y , si troverà facilmente che fra le quattro costanti C_1, C_2, C_3, C_4 si dovranno in conseguenza avere le relazioni:

$$C_1 - C_3 = 0; \quad C_2 + C_4 = 0,$$

le quali includono la (52), come era da prevedere.

Le stesse si otterrebbero ripetendo il discorso per (49).

Ora, indicando con iniziale maiuscola seni e coseni iperbolici, e ponendo l'indice c alle quantità relative al cilindro e l'indice d alle relative al disco, avremo così, mediante facili passaggi:

$$\begin{aligned} \mu_c &= 2 C_1 \text{Cos } k y \text{ cos } k y + 2 C_2 \text{Sen } k y \text{ sen } k y, \\ T_c \varepsilon &= a (P + 4 k^2 C_2 \text{Cos } k y \text{ cos } k y - \\ &\quad - 4 k^2 C_1 \text{Sen } k y \text{ sen } k y), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tang } \beta_c &= \frac{4k(C_2 - C_1) \text{Cos } k y \text{ sen } k y + 4k(C_2 + C_1) \text{Sen } k y \text{ cos } k y}{a P}, \\ \mu_d &= - \frac{P x^2}{6}, \quad T_d = - F, \quad \text{tang } \beta_d = - \frac{P x}{2 F \varepsilon_1}. \end{aligned}$$

Di più, dovendosi avere, come subito si scorgerà:

$$\begin{aligned} (\nu_c)_{y=h} &= - (\nu_d)_{x=a}; \quad \varepsilon (T_c)_{y=h} = \varepsilon_1 (T_d)_{x=a}; \\ (\beta_c)_{y=h} &= \pi - (\beta_d)_{x=a}; \end{aligned}$$

detto per brevità:

$\text{Cos } k h = K$, $\text{Sen } k h = \Sigma$, $\text{cos } k h = \nu$, $\text{sen } k h = \zeta$, sarà, sostituendo i valori:

$$\begin{aligned} P a^2 &= 12 (C_1 K \nu + C_2 \Sigma \zeta) \\ F \varepsilon_1 &= - a (P + 4 k^2 C_2 K \nu - 4 k^2 C_1 \Sigma \zeta) \\ F \varepsilon_1 &= 2 k (C_2 - C_1) K \zeta + 2 k (C_2 + C_1) \Sigma \nu. \end{aligned}$$

Da queste potranno desumersi le tre incognite C_1, C_2, F . Come vedesi, la determinazione diretta degli sforzi interni, anche per casi relativamente semplici, dà luogo a calcoli piuttosto prolissi. Trattandosi di recipienti di rotazione propriamente detti, è talora preferibile l'applicazione del metodo delle successive approssimazioni indicato alla fine del § 2, capo II, parte I, di cui daremo appresso qualche esempio illustrativo.

§ 2. — Tubo indefinito di sezione ellittica o rettangolare.

Sezione ellittica. — Supponiamo di avere un tubo indefinito, la cui sezione retta sia un'ellisse. Ne assumeremo gli assi per assi coordinati. Se a e b sono le loro semi-lunghezze, x ed y le coordinate correnti della curva, il momento di inerzia, rispetto all'asse maggiore, della quarta parte della periferia sarà:

$$\int_0^a y^2 \sqrt{1 + \left(\frac{d y}{d x} \right)^2} d x.$$

La sezione considerata non essendo una linea geometrica, ma una corona di piccolissima larghezza ε (costante), detto i_x il momento d'inerzia della sezione intera, potremo scrivere allora:

$$\frac{i_x}{4} = \varepsilon \int_0^a y^2 \sqrt{1 + \left(\frac{d y}{d x} \right)^2} d x.$$

Ora, dall'equazione dell'ellisse:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

si trae:

$$y = b \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}; \quad \left(\frac{d y}{d x} \right)^2 = \frac{b^2 x^2}{a^2 (a^2 - x^2)};$$

e quindi:

$$\frac{i_x}{4} = b^2 \varepsilon \int_0^a \left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right) \sqrt{1 + \frac{b^2 x^2}{a^2 (a^2 - x^2)}} d x.$$

Variando x tra 0 ed a , potrà assumersi una variabile ausiliaria θ , tale che abbiasi:

$$x = a \operatorname{sen} \theta .$$

Sarà così:

$$dx = a \cos \theta d\theta ,$$

ed allora avremo:

$$\frac{i_x}{4} = a b^2 \varepsilon \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta \sqrt{1 + \frac{b^2 \operatorname{sen}^2 \theta}{a^2 \cos^2 \theta}} d\theta .$$

Ma, chiamando e l'eccentricità dell'ellisse, si ha:

$$b^2 = a^2 (1 - e^2) ; \quad (58)$$

quindi sarà:

$$\begin{aligned} \frac{i_x}{4} &= a b^2 \varepsilon \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta \sqrt{1 + (1 - e^2) \frac{\operatorname{sen}^2 \theta}{\cos^2 \theta}} d\theta = \\ &= a b^2 \varepsilon \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \theta} d\theta . \end{aligned}$$

Per effettuare l'integrazione, svilupperemo il radicale in serie. Otterremo allora:

$$\frac{i_x}{4} = a b^2 \varepsilon \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta \left(1 - \frac{e^2}{2} \operatorname{sen}^2 \theta - \frac{e^4}{8} \operatorname{sen}^4 \theta - \dots \right) d\theta ;$$

od anche:

$$\begin{aligned} \frac{i_x}{4} &= a b^2 \varepsilon \left\{ \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta d\theta - \frac{e^2}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta (1 - \cos^2 \theta) d\theta - \right. \\ &\quad \left. - \frac{e^4}{8} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta (1 - \cos^2 \theta)^2 d\theta - \dots \right\} \end{aligned}$$

ossia raccogliendo i fattori comuni:

$$\begin{aligned} \frac{i_x}{4} &= a b^2 \varepsilon \left\{ \left(1 - \frac{e^2}{2} - \frac{e^4}{8} - \dots \right) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 \theta d\theta + \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{e^2}{2} + \frac{e^4}{4} + \dots \right) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^5 \theta d\theta - \right. \\ &\quad \left. - \frac{e^4}{8} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^7 \theta d\theta + \dots \right\} \end{aligned}$$

Ora si richiami la conosciuta formola che ha luogo per m pari, cioè:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^m \theta d\theta = \frac{(m-1)(m-3)(m-5)\dots 3}{m(m-2)(m-4)\dots 2} \frac{\pi}{2} .$$

Avremo in tal guisa:

$$\begin{aligned} i_x &= 2 \pi a b^2 \varepsilon \left\{ \frac{1}{2} \left(1 - \frac{e^2}{2} - \frac{e^4}{8} - \dots \right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{3}{8} \left(\frac{e^2}{2} + \frac{e^4}{4} + \dots \right) - \frac{5}{16} \left(\frac{e^4}{8} + \dots \right) + \dots \right\} \end{aligned}$$

e finalmente, riducendo:

$$i_x = 2 \pi a b^2 \varepsilon \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{16} e^2 - \frac{1}{128} e^4 - \dots \right) .$$

Analogamente procedendo, pel momento d'inerzia rispetto ad Oy , avremmo ottenuto:

$$i_y = 2 \pi a^3 \varepsilon \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{16} e^2 - \frac{5}{128} e^4 - \dots \right) .$$

Da queste due espressioni possiamo con tutta facilità calcolare il momento d'inerzia polare i_p della considerata corona ellittica rispetto al centro (*). Essendo infatti noto che:

$$i_p = i_x + i_y ,$$

(*) Avremmo potuto più direttamente ottenere l'espressione di i_p ; ma abbiamo creduto non inutile ricavare anche quelle di i_x e di i_y .

si avrà:

$$\begin{aligned} i_p &= 2 \pi \varepsilon \left\{ a b^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{16} e^2 - \frac{1}{128} e^4 - \dots \right) + \right. \\ &\quad \left. + a^3 \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{16} e^2 - \frac{5}{128} e^4 - \dots \right) \right\} \end{aligned}$$

e, posto per b^2 il suo valore (58) e ridotto:

$$i_p = 2 \pi a^3 \varepsilon \left(1 - \frac{3}{4} e^2 + \frac{1}{64} e^4 - \dots \right) .$$

Ciò che di qui ci interessa dedurre è il raggio di girazione polare r , cioè la quantità determinata per definizione dalla formola:

$$r = \sqrt{\frac{i_p}{S \varepsilon}} .$$

Ora, si ha la nota espressione dello sviluppo ellittico S :

$$S = 2 \pi a \left(1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3}{64} e^4 - \dots \right) .$$

Avremo quindi:

$$r^2 = a^2 \frac{1 - \frac{3}{4} e^2 + \frac{1}{64} e^4 - \dots}{1 - \frac{1}{4} e^2 - \frac{3}{64} e^4 - \dots}$$

e sviluppando in serie il denominatore e tralasciando, dopo eseguito il prodotto, le potenze di e superiori alla quarta, otterressi finalmente:

$$r^2 = a^2 \left(1 - \frac{e^2}{2} - \frac{e^4}{16} - \dots \right) . \quad (59)$$

Limitandola ai tre termini scritti, l'espressione è esatta sino alla quinta potenza inclusivamente dell'eccentricità, la quale è sempre una frazione propria.

Sostituiscesi ora in (40) il precedente valore di r^2 . Pongasi inoltre:

$$r^2 = a^2 \operatorname{sen}^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta = a^2 (1 - e^2 \cos^2 \theta)$$

quale risulta facendo (come sopra):

$$x = a \operatorname{sen} \theta , \quad \text{e quindi} \quad y = b \cos \theta ,$$

nell'equazione $r^2 = x^2 + y^2$. Allora vedremo che si ottiene:

$$\begin{aligned} \mu &= - \frac{P a^2 e^2}{4} \left(1 + \frac{e^2}{8} + \dots - 2 \cos^2 \theta \right) = \\ &= - \frac{P a^2 e^2}{4} \left(\frac{e^2}{8} + \dots + 2 \operatorname{sen}^2 \theta - 1 \right) , \quad (60) \end{aligned}$$

ossia:

$$\mu = - \frac{P e^2}{4} \left\{ 2 x^2 - a^2 \left(1 - \frac{e^2}{8} - \dots \right) \right\} ;$$

dove i termini sostituiti da puntini contengono e^4 e potenze superiori.

Il Bresse, nel suo *Cours de mécanique appliquée* tratta direttamente il caso della caldaia cilindrica ellittica a piccolissima eccentricità con un calcolo approssimativo. Dalla nostra formola vedesi che l'espressione data dal chiaro Autore (*) pel momento flettente nel punto d'ascissa x , non è che il principio d'una serie, di cui i termini trascurati sono affetti dalla potenza quarta e superiori di e .

E' agevole trovare in quale sezione longitudinale, anzi, più precisamente, in quale generatrice della parete cilindrica corrisponda il massimo assoluto sforzo normale unitario R .

Il valor massimo dell'ultimo termine della (45) ha luogo per $r = a$, ove $\cos \psi = \pm 1$; ma anche a questo corrisponde

(*) Parte I, pag. 312 (Paris, 1859). È superfluo avvertire che ivi il recipiente è considerato come un tubo indefinito. A causa della differente disposizione convenzionale dei segni con cui si sono stabilite le formole da principio, avvertiamo che il segno del nostro μ risulta opposto a quello del Bresse. Per noi un μ negativo diminuisce la convessità (oppure aumenta la concavità) del profilo verso l'esterno; o, in altre parole, un μ positivo fa ruotare due sezioni successive, una rispetto all'altra, nel senso degli'indici di un orologio, e viceversa.

il massimo del primo termine (astrazione fatta dal segno). Infatti per $r = a$ da (59) si trae:

$$r^2 - r^2 = \frac{a^2 e^2}{2} \left(1 + \frac{e^2}{8} \right);$$

mentre per $r = b$ si ha:

$$-(r^2 - r^2) = \frac{a^2 e^2}{2} \left(1 - \frac{e^2}{8} \right)$$

minore del precedente. In tutti gli altri punti dell'ellisse r ha un valore intermedio fra a e b . Ma il punto della corona ellittica, pel quale il primo termine del terzo membro di (43) ha lo stesso segno del secondo termine, è quello situato nell'interno. Resta quindi stabilito che la sollecitazione massima ha luogo agli estremi dell'asse maggiore del perimetro interno della corona; e vedesi che si avrà una trazione se P è positiva, una compressione se P è negativa.

Risolvendo la (45) in ε ed osservando che dobbiamo prendere il valore assoluto di tutti i termini di doppio segno, si ha:

$$\varepsilon = \frac{P r \cos \psi + \sqrt{(P r \cos \psi)^2 + 12 P R (r^2 - r^2)}}{2 R}$$

Posto qui $r = a$, il conseguente valore di $r^2 - r^2$ e $\cos \psi = 1$, se ne trae:

$$\varepsilon = \frac{a}{2 R} \left\{ P + \sqrt{P^2 + 6 P R e^2 \left(1 + \frac{e^2}{8} \right)} \right\}, \quad (61)$$

che per $e = 0$, riducesi ad:

$$\varepsilon = \frac{a P}{R} \quad (62)$$

nota espressione dello spessore per la sezione circolare di raggio a .

Questi risultati ci occorreranno nella Parte III.

Sezione rettangolare. — Nel perimetro rettangolare è facile vedere che il raggio di girazione polare è uguale alla media geometrica dei due semi-lati. Chiamandoli a e b , si ha cioè:

$$r^2 = a b.$$

La massima sollecitazione si troverà corrispondere ai 4 vertici nell'interno (*). Avendosi in quei punti:

$$r^2 = a^2 + b^2,$$

risulterà:

$$\varepsilon = \frac{P r + \sqrt{P^2 r^2 + 12 P R (r^2 - a b)}}{2 R},$$

che per un quadrato di lato $2a$ diviene:

$$\varepsilon = \frac{a}{R\sqrt{2}} \left(P + \sqrt{P^2 + 6 P R} \right)$$

Vogliamo mostrare con un esempio numerico in quanto migliori condizioni di resistenza si trovi un tubo a sezione circolare che non uno a sezione quadrata, anche a parità di dimensioni massime.

Si rileverà subito che se il diametro del circolo è uguale alla diagonale del quadrato, lo spessore (supposto uniforme) corrispondente al secondo starà a quello corrispondente al primo, ad uguale stabilità, come:

$$\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + 6 \frac{R}{P}} \right) : 1.$$

Il materiale sia il ferro: se poniamo dunque il carico ammissibile $R = 6,000,000$ kg. a m. q., e supponiamo $P = 100,000$ kg.

(*) Non crediamo che il lettore incontrerà ostacolo a ritenere anche in quei punti $\psi = 0$ se considererà i 4 lati come *raccordati* fra loro mediante 4 quarti di circonferenza di raggio estremamente piccolo. I raggi vettori r passanti per i centri dei 4 quadranti risultano bene normali alle tangenti nei loro estremi, ossia queste ben coincidono in direzione con le ϕ . Il perimetro medio d'una sezione rettangolare materiale, per esempio di lamina metallica, è più conforme ad una figura concepita come s'è ora detto, che non ad un rettangolo geometrico.

a m. q., equivalente a 10 atmosfere circa, troveremo quel rapporto uguale a:

$$\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + 6 \times 60} \right) = 10.$$

Quindi il tubo a sezione quadrata dovrebbe avere uno spessore (se uniforme) decuplo del tubo a sezione circolare circoscritto, per presentare la stessa sicurezza di stabilità.

(Continua)

Ing. PIETRO ALIBRANDI.

NOTIZIE

Esperimenti di trazione a Roma cogli accumulatori leggeri del Tenente-Colonnello Pescetto. — Questi accumulatori (V. *Ingegneria Civile*, 1897, pag. 158) furono provati a Roma sulla linea che da Via Dogali conduce a S. Agnese, lunga 3 chilometri e con pendenze le quali giungono fino al 41 per mille. Fu pure percorso un tratto di Via Nazionale, partendo da piazza Venezia, la cui forte pendenza del 60 per mille per una lunghezza di 500 metri fu percorsa in 90 secondi.

La vettura che servi a questo primo esperimento era di quelle che fanno servizio col *trolley*, del tipo Thomson e Houston, con due motori e del peso di 8000 chilogr. Gli accumulatori in n. di 256 vennero alloggiati in quattro armadi su ciascuna delle testate della vettura, nello scompartimento dei fumatori. Ed il peso della batteria era di 2000 chg.

Naturalmente in una prova definitiva, gli accumulatori vogliono essere disposti sotto i sedili, e tutto l'impianto elettrico dovrà essere a dovere coordinato.

Ad ogni modo queste prime prove hanno dato i risultati soddisfacenti che si attendevano. (L'Industria).

L'impianto d'energia elettrica per l'Ufficio telegrafico di Milano. — Per gli svariati usi di illuminazione, di attivazione dei motorini per gli apparati telegrafici stampanti e di carica degli accumulatori per il servizio delle linee, si fece un impianto autonomo, che funziona regolarmente da quattro mesi, e che per quanto modesto, merita d'essere conosciuto.

Esso consta: di due motori a gas, della fabbrica Langen e Wolf, tipo verticale a grande velocità, della potenza di 8 cavalli ciascuno; di due dinamo, una per motore, direttamente unite all'albero del motore col solo intermezzo di un giunto elastico. Esse sono da 40 ampère, con un voltaggio variabile a volontà da 110 a 150 volts. Sono dinamo a sei poli, costruite dalle officine elettrotecniche nazionali di Pavia, e girano a piccola velocità, facendo in media 330 giri al minuto. Fanno contemporaneamente la ricarica degli accumulatori per luce, la carica degli accumulatori telegrafici Gandini, il servizio di illuminazione e quello dei motorini elettrici per gli apparati telegrafici.

L'impianto comprende pure un quadro di carica, colle comunicazioni disposte in modo che l'una o l'altra delle due dinamo o tutte due in parallelo possano fare sia il solo servizio di luce e dei motorini, sia la sola ricarica degli accumulatori per luce, sia tutto insieme.

La batteria di accumulatori per luce si compone di 35 elementi Tudor da 160 ampère-ora e 50 elementi Electrical Power Storage, questi ultimi in doppia serie in parallelo, in modo da formare 25 soli elementi della capacità di 160 ampère-ora, come i Tudor. Onde in totale una batteria di 60 elementi, di cui 59 funzionanti ed uno di scorta.

L'illuminazione è fatta quasi esclusivamente con lampade ad incandescenza; poche da 16 candele, alcune da 8, messe due a due in serie, e nella grande maggioranza lampadine da 10 candele a consumo ridotto, 2,6 watt per candela, lavoranti a voltaggio forzatissimo; essendo che sono lampadine da 107 a 168 volt, alle quali è applicato un voltaggio di 112; le quali, a voltaggio normale, dovrebbero consumare 26 watt, e ne consumano 32, ma danno effettivamente una luce di 16 candele, mentre una lampada da 16 candele, fatta per 112 volt, assorbe 51 watt.

Il servizio è fatto, per solito, con una sola dinamo, la quale comincia a lavorare un'ora prima dell'imbrunire, e lavora sempre a pieno carico fino all'una o alle due dopo la mezzanotte, fin quando cioè la carica degli accumulatori è completa.

Allora si ferma la dinamo, bastando la batteria accumulatori (Tudor ed El. Power Storage) a fare da sola il servizio di luce e motorini fino al domani sera.

Questa batteria si comporta assai bene; la sera, quando si ferma la dinamo, incomincia a lavorare con 112 volt, al mattino ne ha ancora 111 abbondanti. Si inserisce un elemento, e un altro si inserisce per solito a mezzogiorno e basta. Degna di nota la costanza assoluta del voltaggio, lodevolissimo il servizio.

Il consumo di gas accertato è di circa 890 litri per cavallo elettrico misurato al quadro, cioè dopo subite le perdite del rendimento delle macchine. (Dall'Elettricista).

LEGGENDA:

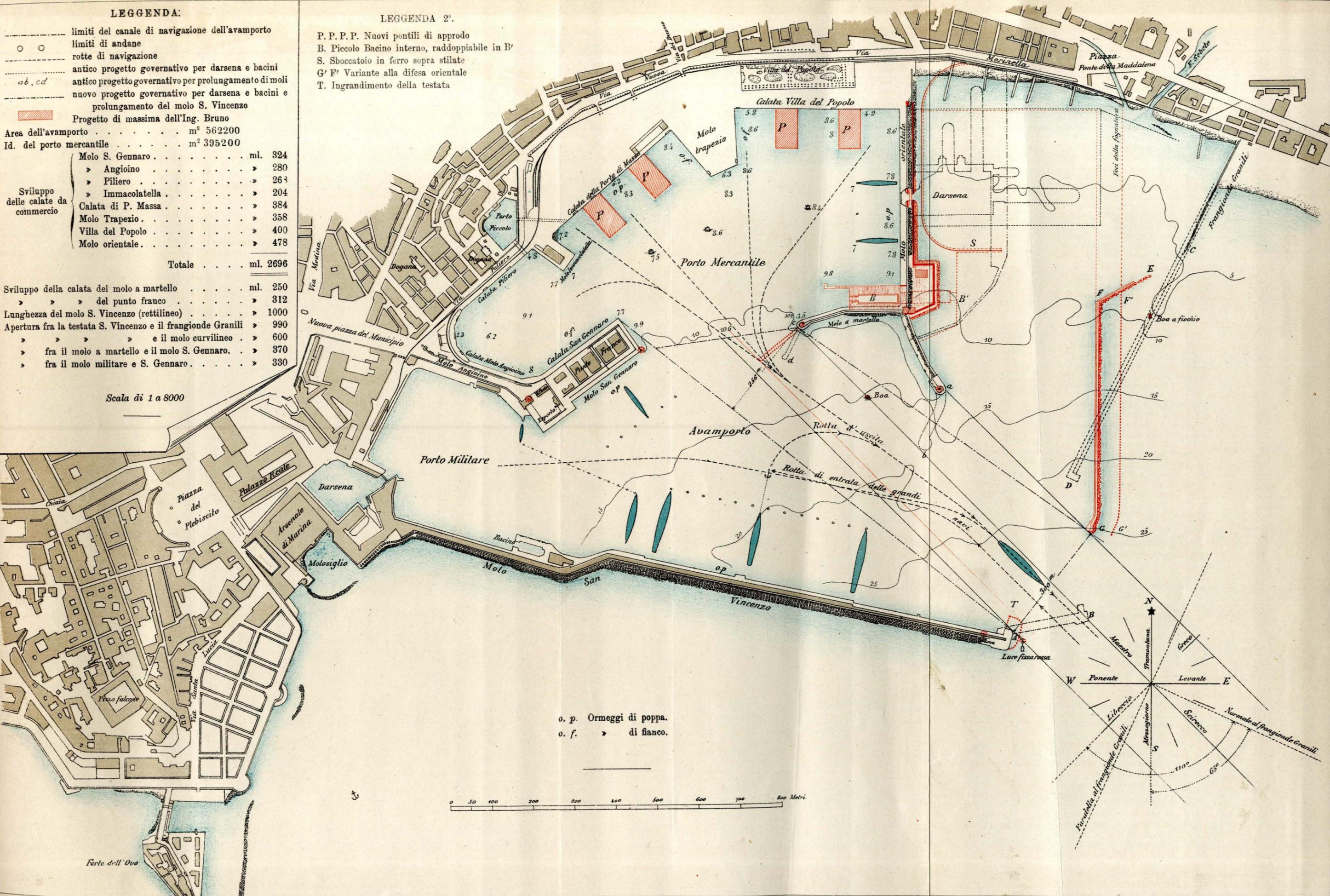
- limiti del canale di navigazione dell'avamposto
- o o limiti di andane
- - - - - rotte di navigazione
- - - - - antico progetto governativo per darsena e bacini
- ab, cd antico progetto governativo per prolungamento di moli
- - - - - nuovo progetto governativo per darsena e bacini e prolungamento del molo S. Vincenzo
- ▨ Progetto di massima dell'Ing. Bruno

Area dell'avamposto	m ² 562200
Id. del porto mercantile	m ² 395200
Molo S. Gennaro	ml. 324
» Angioino	» 280
» Piliero	» 263
» Immacolatella	» 204
Calata di P. Massa	» 384
Molo Trapezio	» 358
Villa del Popolo	» 400
Molo orientale	» 478
Totale	ml. 2696
Sviluppo della calata del molo a martello	ml. 250
» » del punto franco	» 312
Lunghezza del molo S. Vincenzo (rettilineo)	» 1000
Apertura fra la testata S. Vincenzo e il frangionde Granili	» 990
» » e il molo curvilineo	» 600
» fra il molo a martello e il molo S. Gennaro	» 370
» fra il molo militare e S. Gennaro	» 330

LEGGENDA 2^a.

- P. P. P. P. Nuovi pontili di approdo
- B. Piccolo Bacino interno, raddoppiabile in B'
- S. Sboccatoio in ferro sopra stilate
- G' F' Variante alla difesa orientale
- T. Ingrandimento della testata

Scala di 1 a 8000



PORTO DI NAPOLI — OPERE OCCORRENTI AL SUO COMPLETAMENTO. (Tav. I)

Torino. Tip-Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero, editore.

Fig. a. - Progetto della Commissione Governativa del 1859-60.

Fig. b. - Progetto approvato dalla Commissione gover. nel 1861.

Fig. c. - Progetto Milesi del 1877.

Fig. d. - Difesa orientale propugnata dall'Ing. Bruno.

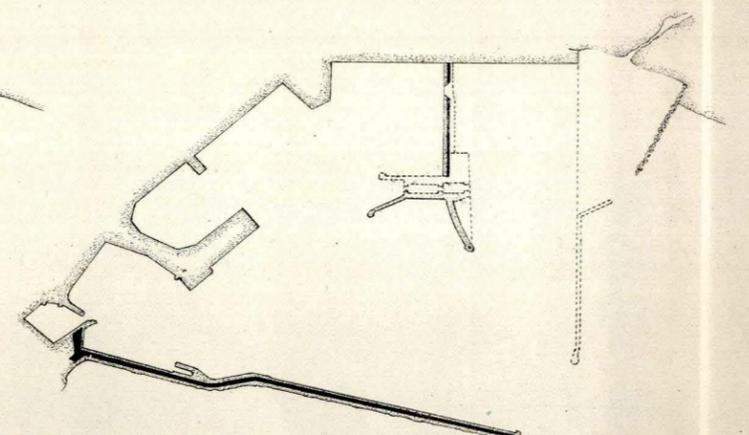
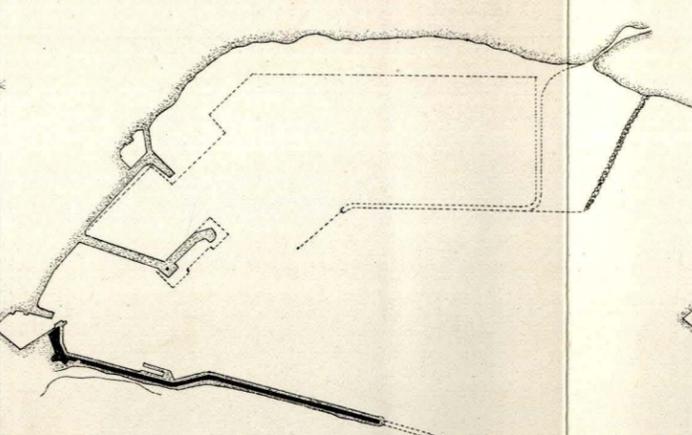
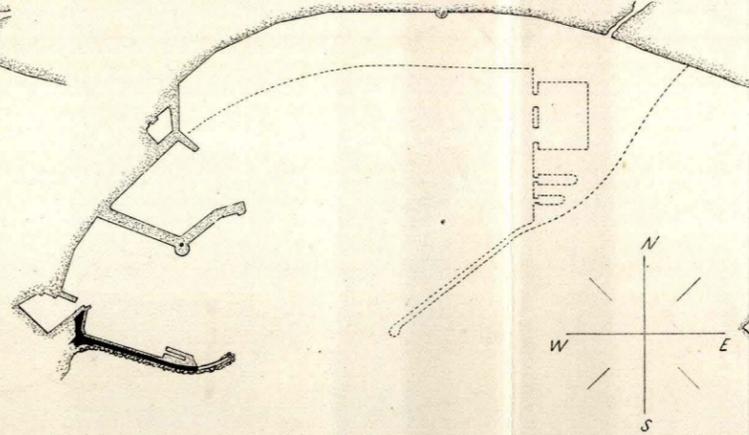
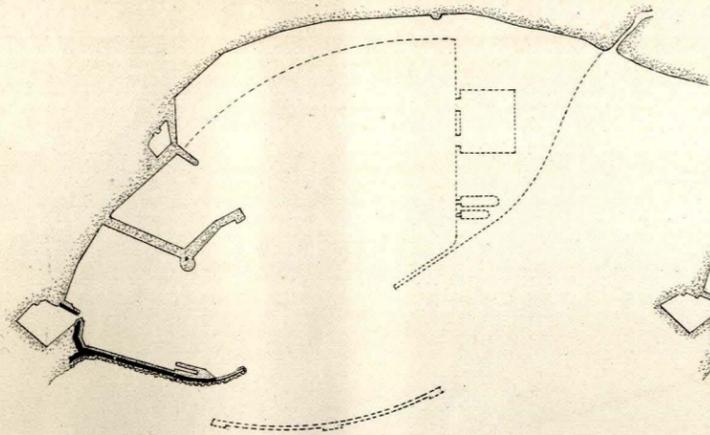
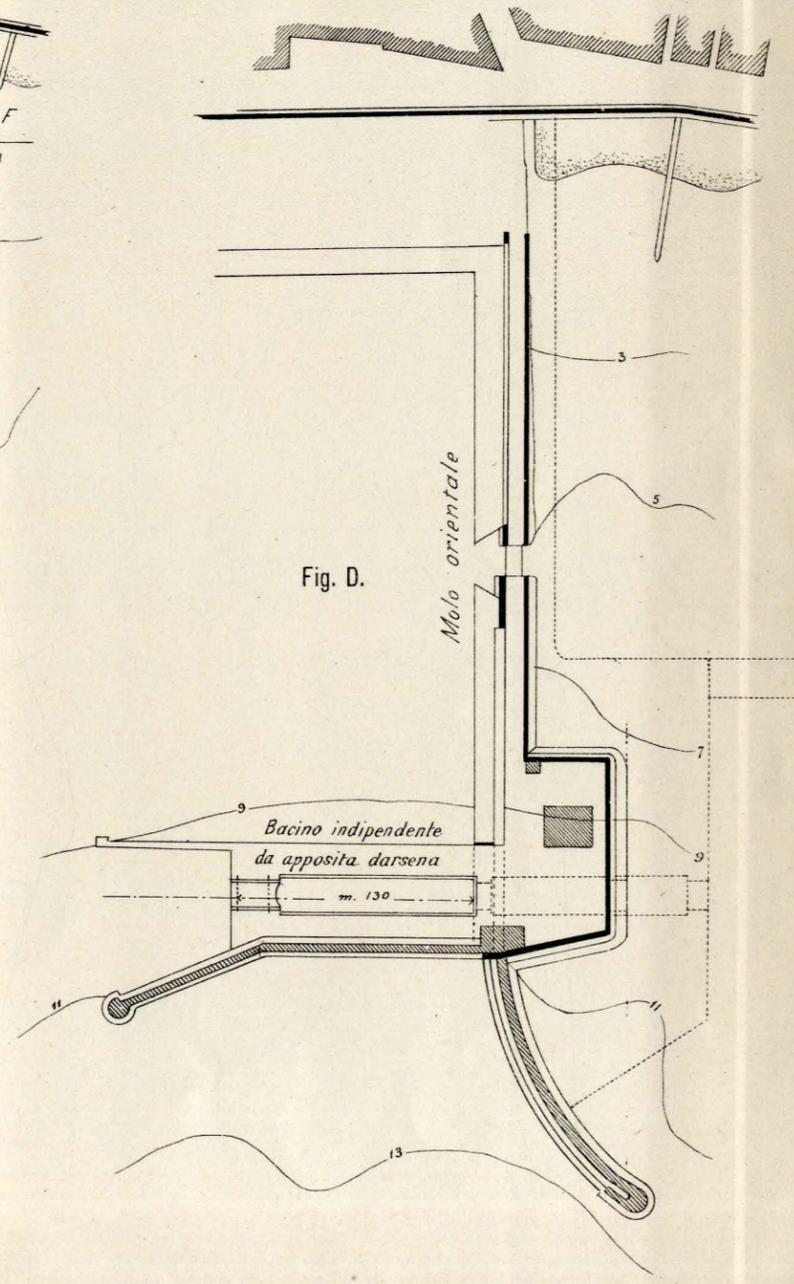
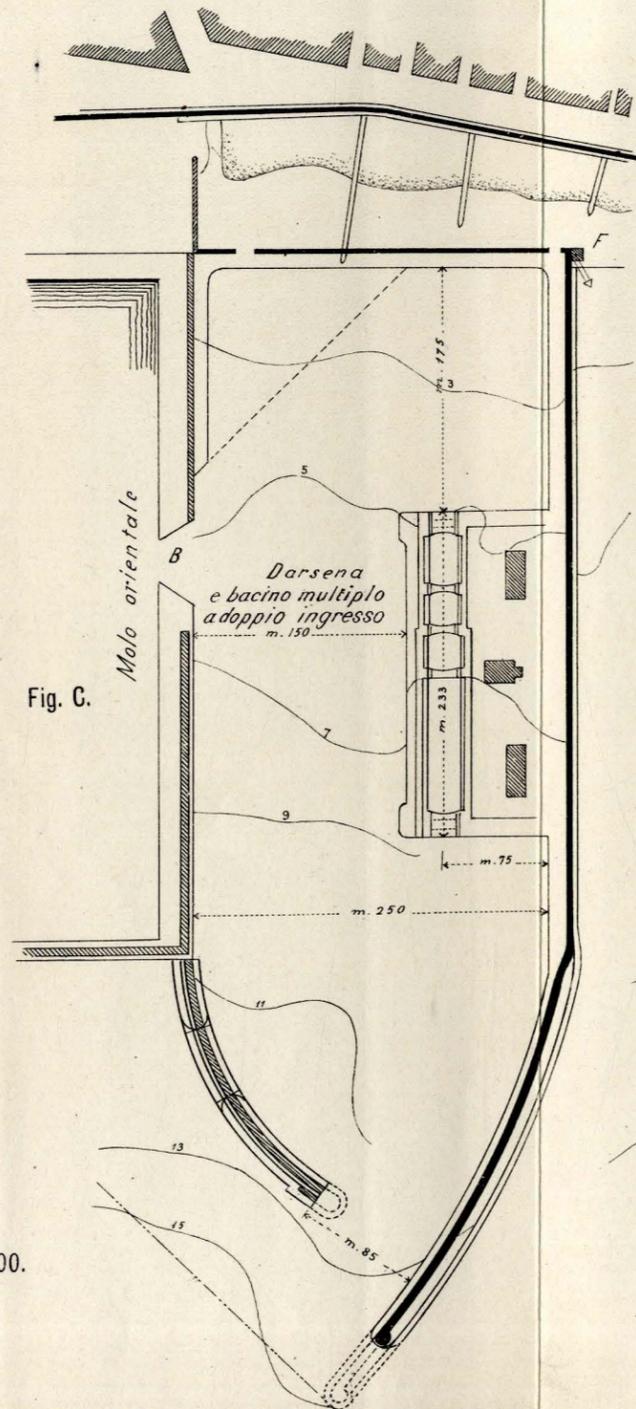
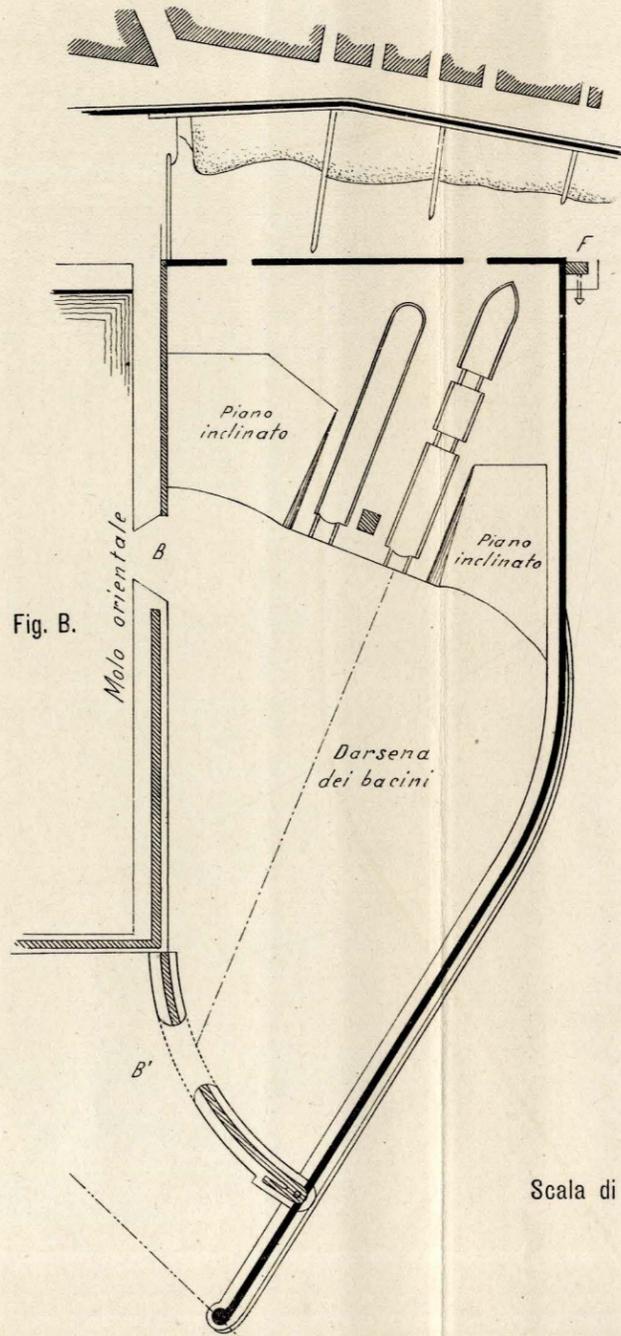
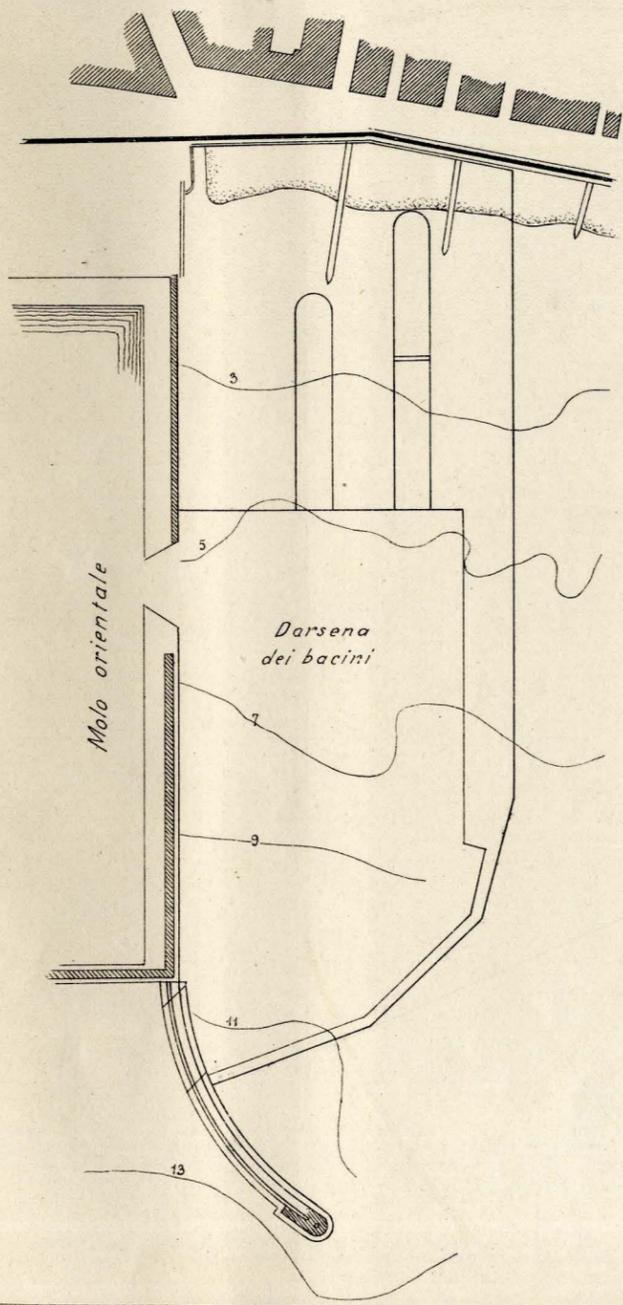


Fig. A. - Progetto governativo.

Fig. B, C, D. - Progetti Bruno.



Scala di 1 a 5000.