

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt  
3. Frage

Bau der Häfen an sandigen Küsten

BERICHT

VON

**D. LO GATTO**

Ingénieur en chef du Génie civil italien

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299863



~~118211~~

11-348757

# KONSTRUKTION DER HÄFEN

an sandigen Meeresküsten

1. Die Frage betreffend die Konstruktion der Häfen an sandigen Küsten in der Form, in welcher sie in das Arbeitsprogramm des Kongresses aufgenommen worden ist, lässt sich wie folgt zerlegen :

1) In eine ganz allgemeine Frage, welche sich auf alle Häfen bezieht und zwar auf die Anlage der Werke in nautischer Hinsicht (Einfahrt und Ausfahrt der Schiffe), sowie in hydrodynamischer Hinsicht (Schutz der Hafenbecken gegen Wellenanstrang) ;

2) In eine Sonderfrage, welche sich auf eine bestimmte Klasse von Häfen bezieht und zwar auf solche an sandigen Küsten, in welchem Falle meistens der Erhaltung der für die Schifffahrt notwendigen Tiefe Schwierigkeiten entstehen durch den Eintritt von Sandmassen in den Hafen infolge Wellenschlags.

Der Berichterstatter ist der Ansicht, dass der Kongress sich ganz besonders veranlasst fühlen sollte, sich mit dieser zweiten Sonderfrage zu beschäftigen. Auch er wird sich nur mit dieser Frage beschäftigen und sich dabei darauf beschränken was auf Italien Bezug hat.

2. Italien ist ein Land mit ausgesprochenen Marine-Interessen und einer Küstenentwicklung von ungefähr 6 900 km, es besitzt eine grosse Zahl Häfen (103 grosse und kleinere Häfen), an deren Unterhaltung und Verbesserung ihm sehr viel liegt. Viele dieser Häfen liegen an sandigen Küsten und bieten grosse Schwierigkeiten wegen Aufrechterhaltung der für die Schifffahrt nötigen Tiefen. Weil die italienischen Küsten keinen erheblichen Unterschied zwischen Ebbe und Flut aufweisen und in Folge dessen keinen kräftigen Ebbe- und Flutstrom, so sind die Mittel Sandablagerungen, welche nur auf künstlichem Wege durch Baggerung beseitigt werden können, zu verhüten, der Gegenstand des Studiums verschiedener hervorragender Fachmänner

Akc. Nr.

~~118211~~ 52

300-B-340/2017

gewesen. Diese Herren haben das Ergebnis ihrer Bemühungen in Leitsätzen niederlegt, deren zweckmässige Erprobung in der Praxis gewünscht wird und zwar in Italien oder auch in Ländern mit ähnlichen Verhältnissen.

3) In Italien (1) unterscheidet man Küsten mit schwacher und solche mit starker Neigung, je nachdem der Meeresgrund geringeres oder grösseres Gefälle besitzt.

Dem entsprechend bezeichnet man als flache Küsten die von Ferrara, Neigung des Meeresgrundes  $\frac{1}{270}$  bis  $\frac{1}{500}$ ; von Ravenna, Neigung des Meeresgrundes  $\frac{1}{420}$  bis  $\frac{1}{650}$ ; von Pisa, Neigung  $\frac{1}{100}$  bis  $\frac{1}{280}$ ; während man als Steilküsten diejenigen von Ancona beim Mont Conero, Neigung  $\frac{1}{10}$ ; bei Chiavari, Neigung  $\frac{1}{40}$ ; bei Cornigliano, Neigung  $\frac{1}{15}$ ; bei Pegli, Neigung  $\frac{1}{40}$ ; u. s. w. bezeichnet.

Im allgemeinen ergibt die Beobachtung, dass die Steilküsten sich von selbst in ihrem *natürlichen Zustand erhalten* und zwar ohne dass die Herstellung von neuen Werken erforderlich ist, während die flachen Küsten fortgesetzt der Anlandung auf *natürlichem* Wege unterworfen sind unter derselben Voraussetzung (2).

Allein aus diesem Grunde und unter Berücksichtigung der Veränderungen, welche durch künstliche Werke hervorgerufen und auf die wir später noch zu sprechen kommen werden, eignen sich die flachen Küsten wenig zur Schaffung neuer Häfen.

Man beachte hierfür als Beispiel das Zurückweichen des Meeres um mehr als 10 km innerhalb einiger Jahrhunderte beim Hafen von Ravenna, woselbst einstmals die Meeresküste *geringe*, teilweise sogar *ausserordentlich geringe* Neigung besessen hat.

---

(1) Vergleiche die Schrift des bekannten Ingenieurs Paul CORNAGLIA (*Jahresbericht der Académie Royale des Lycées, 1888*).

(2) Diese Tatsache wird durch die Berechnungen des Herrn Ingenieur CORNAGLIA nachgewiesen in seiner Schrift über die *Bewegung des Grundes im Wasser in Folge Wellenbewegung* und in der schon erwähnten Schrift über die Meeresküsten.

Man beachte aber auch die Veränderungen an den Steilküsten, wie solche beobachtet sind an der Ligurischen Küste, bei Cornigliano und bei Chiavari. Bei Chiavari hat man den Abbruch — aus noch später zu besprechenden Ursachen — nicht zum Stillstand gebracht und die Folge davon ist sehr unheilvoll geworden, denn die Bauwerke am Meere sind eingestürzt.

Sobald man an flachen Küsten oder an Steilküsten künstliche Werke errichtet, sei es in Gestalt von langgestreckten Steinschütungen weit im Meere draussen oder nur in einem gewissen Abstand vom Gestade oder in Gestalt von senkrechten an der Küste beginnenden Ausläufern, so treten in der Gestaltung der Küste ganz ausserordentliche Veränderungen auf.

Bei solchen langgestreckten Werken ist der gewöhnliche Erfolg mit vereinzelt Ausnahmen der, dass die Küste vorrückt und zwar liegt der Grösstwert dieser Zunahme in der Mitte des Werkes, von wo sie bis auf Null herabgeht in dem Maasse wie man sich den beiden Enden des Werkes nähert. Dies ist zum Beispiel der Erfolg des Dammes gewesen, welchen man errichtet hat um die Werke des Hafens von Salerno zu schützen; ausserdem erlitt dadurch der Hafen noch weitere Einbusse. Die gleiche Wirkung hat sich kürzlich nochmals in Salerno gezeigt nach Errichtung eines der Küste gleich laufenden isolierten Wellenbrechers, welcher zu einem ganz anderen Zweck errichtet war, nämlich um die Küste gegen einen sich bemerkbar machenden sehr bedeutenden Abbruch zu schützen.

Bei senkrecht von der Küste abgehenden Werken tritt eine Versandung auf beiden Seiten des Werkes ein und zwar in grösserem Umfange auf der der vorherrschenden Strömung am meisten ausgesetzten Seite; das Gleiche tritt ein, wenn das Werk mit der vorherrschenden Strömung einen gewissen Winkel bildet.

Als Endergebnis zeigt sich ein Vorrücken der Küste mit der vorbeschriebenen Umrisslinie. Dieselbe erreicht gewöhnlich nicht den Kopf des Werkes, sondern endigt schon etwas hinter demselben.

So gelang es in Sampierdarena, wo die vorherrschende Meeresströmung (Südwest) schräg zur Küste gerichtet ist, die Küste zum Schutz der Eisenbahnlinie weiter hinaus zu rücken. Dagegen in Chiavari, wo die vorherrschende Strömung (ausschliesslich Südwest) senkrecht auf die Küste gerichtet ist, erreichte

man die erhoffte Wirkung dem Abbruch der Küste zu steuern und ein Anwachsen derselben herbeizuführen, durch entsprechende Werke nicht.

Bei Chiavari tritt fortgesetzt Abbruch der Küste auf und hat man sich jetzt entschlossen, Längsdämme draussen im Meer der Küste vorzubauen.

Man versteht die Wirkungsweise der beiden Arten von Werken, wie sie im allgemeinen in Italien verwendet werden, wenn man beachtet, dass an den italienischen Küsten die Bewegung der Anlandungsmassen auf dem Vorstrand fast ausschliesslich auf der Einwirkung der Wellen beruht und die Strömung dabei nur einen sehr geringen Einfluss ausübt. Im übrigen ist, obgleich ein ziemlich beständiger Küstenstrom vorliegt, die Wirkung desselben äussert gering.

Die Einwirkung der Wellen auf das Ufer ist eine doppelte. Sie besteht in einem Abgraben, wobei die Massen losgelöst und in schwebenden Zustand versetzt werden und das Wasser eine Trübung erfährt, sowie ferner in einer Fortbewegung in Folge der Wellenbewegung, sodass die Reaktion des Strandes und die regelmässige Bewegung der Wellen als Ursachen der Küstenveränderungen zu gelten haben.

5. In Italien wird die Konstruktion senkrecht zur Meeresküste gerichteter Werke angewendet in besonderen Fällen zu dem Zweck, die Häfen gegen Versandung zu schützen, nämlich um durch sie den Sand in seiner Fortbewegung längs der Küste aufzuhalten.

Diese Anordnung ist gewählt beim Hafen Santa Venere in Calabrien und bei dem kleinen Hafenkanal von Fano am Adriatischen Meere. Hierbei hat die Praxis eine sehr wichtige Erfahrung gezeitigt nämlich, dass ein zur Küste senkrecht gerichtetes Werk vollständig nutzlos sein kann zur Abhaltung der Sandmassen, wenn dasselbe mit seinem Kopf nicht bis zu einer gewissen Meerestiefe vorgeschoben wird. Diese notwendige Tiefe steht in Beziehung zu gewissen Eigentümlichkeiten der Küste und zur Stärke des Ebbe- und Flutstromes. So sind in den beiden erwähnten Fällen die ausgeführten Werke vollständig nutzlos gewesen, weil sie zu kurz ausgeführt worden sind, denn es trat trotzdem eine sehr grosse Versandung im Hafen von Santa Venere ein, ebenso wie es nicht geglückt ist den Kanalhafen von Fano dadurch gegen Versandung zu schützen. In

beiden Fällen wandert der sich auf die Werke zu bewegende Sand um den Kopf der Werke herum in die Häfen hinein.

Die entgegengesetzte Wirkung ergibt sich bisweilen in Folge besonderer natürlicher Verhältnisse, sei es dass Vorgebirge oder Felsenriffe *sich unter Wasser bis in beträchtliche Tiefen erstrecken*; in solchen Fällen ist die Hafenbucht oder die von dem Vorgebirge gebildeten Buchten unempfindlich gegen Versandung. Beispielsweise befinden sich an der Küste des mittleren Adriatischen Meeres zwischen Manfredonia und Ancona (diese Küste besteht aus sehr flachem sandigen Strand, sodass die Schaffung von Häfen daselbst sehr schwierig ist) zwei Caps: das Cap von Termoli und das Cap von la Penna, unter deren Einfluss der sandige Strand verschwindet und die Bedingungen zur Schaffung eines Hafens günstige sind.

Der bekannte italienische Ingenieur Paul Cornaglia erklärt in sehr einleuchtender Weise diese Tatsache, indem er sich auf seine Theorie der Wellenbewegung stützt, über welche gelegentlich des X. Schiffahrtskongresses in Mailand die italienischen Abgeordneten einzelne Angaben gemacht haben bei Behandlung der Frage der Verbesserung der Flussmündungen an Meeren ohne Ebbe und Flut.

Nach Cornaglia üben die Wellen eine wechselnde Bewegung auf den Untergrund aus, einmal in Richtung der Wellenbewegung und einmal in entgegengesetztem Sinne. In Richtung der Fortbewegung der Welle unter dem Wellenberg, im entgegengesetzten Sinne unter dem Wellental. Die eigentliche Welle (aufsteigende Welle) hat das Bestreben der entgegengesetzten Periode der Wellenbewegung (absteigende Welle) vorzueilen; das ist durchaus natürlich, wenn man beachtet, dass die Wellen bei ihrer Bewegung gegen den Strand in ganz bestimmter Weise das Wasser die geneigte Ebene, welche vom Meeresgrund gebildet wird, hinauftreiben muss.

Das wird auch durch die Tatsache bewiesen, dass Schiffe, welche sich zu sehr dem Strande nähern, an die Küste getrieben werden, denn dort hält das Meer fest, was es an den Strand treibt.

In Folge des Eigengewichts der Massen und weil die Componente dieses Gewichts parallel zur Neigung des Untergrundes, welche der Bewegung der Gegenstände auf das Ufer zu entgegenwirkt, entgegengesetzt gerichtet ist der Wellenkraft an

der aufsteigenden Seite und gleich gerichtet ist der Wellenkraft an der absteigenden Wellenseite, so hat man an jeder Küste eine Kette von Punkten, welche in einer Linie liegen, an denen die Gewalt der aufsteigenden Wellenseite abzüglich der Componente aus dem Eigengewicht der Teilchen parallel zur Bodenneigung der absteigenden Wellenkraft das Gleichgewicht hält. Auf dieser Linie werden die Körper *weder auf den Strand zu weiterbewegt noch in grössere Tiefen zurückgerissen*.

Von dieser Linie nach dem Ufer zu gesehen werden die Massen dem Ufer zu getrieben, auf der Meeresseite werden sie in die Tiefe gezogen.

Diese Linie ist von Cornaglia die *neutrale Linie* genannt worden. Sie kann nachgewiesenermassen verschiedene Lagen haben je nach der Gewalt der Wellen, der Neigung des Untergrundes, dem spezifischen Gewicht der Massen und ihrer Menge.

Sie weicht in grössere Tiefen zurück je nachdem die Bewegung zunimmt und sich die Neigung des Untergrundes und die Grösse sowie das spezifische Gewicht der Massen vermindert. Auch nimmt sie an ein und derselben Küste verschiedene Lagen ein je nach der Heftigkeit der Meeresbewegung. Dies entspricht der wohlbekanntem Tatsache, dass bei grösseren Stürmen die Massen aus sehr grossen Tiefen an den Strand getrieben werden in Folge des sich auf grössere Tiefen erstreckenden Aufruhrs der Wassermassen.

Auch nimmt die Tiefe, aus welcher die Stoffe an die Küste getrieben werden, um so mehr zu je schwächer die Neigung des Strandes ist.

Daraus folgt, wenigstens für die meisten Fälle, dass die an einem sich in das Meer vorstreckenden Werke, *welches beträchtliche Tiefen erreicht*, eintretenden Sandablagerungen in einer gewissen Tiefe aufhören müssen und dass ein solches Werk im Stande ist die Sandmassen zurück zu halten und zu verhindern, dass diese Massen um den Kopf des Werkes wandern und die andere Seite erreichen.

6. In Italien wird seit einigen Jahren das Studium der Konstruktion von Häfen an sandigen Küsten in Beziehung gebracht zur tiefsten Lage der neutralen Zone der betreffenden Küstenstriche; man ist der Ansicht, dass das Regim des Hafens ein gutes ist — im Hinblick auf Versandungen — wenn die Mündung jenseits der tiefsten neutralen Linie liegt; man vermutet,



dass alsdann die Sandmassen nicht in die Mündung getrieben werden können. Es bleibt deshalb nur die Frage zu beantworten, in welcher Tiefe sich die niedrigste neutrale Linie an den betrachteten Küsten vorfindet.

Diese Frage kann anscheinend nicht in ganz sicherer Weise gelöst werden, denn man hat keine allgemeingültigen Anhaltspunkte zum Vergleich mit anderen Fällen.

In Italien, wo gegen Ende des letzten Jahrhunderts die Konstruktion neuer Häfen an sandigen Küsten unternommen wurde, hat man Gelegenheit gehabt, Beobachtungen in dieser Hinsicht anzustellen. So kam man unter Beachtung des spezifischen Gewichts der Massen und ihres Körper-Umfanges zu dem Urteil, dass diejenige neutrale Linie, welche im Mittelländischen Meere als massgebend für eine gute Wirkung eines Hafens zu gelten hat, nicht höher als die 10 m Linie liegt. Diese Tiefe ist ausserdem unumgänglich notwendig für die Schifffahrt.

Es gibt zahlreiche Beispiele für Hafendämme an italienischen Häfen, welche bei einer Tiefe von 5, 6 und 7 m endigen. Bei diesen Häfen hört der Sand nicht auf um die Köpfe der Dämme herum zu wandern und die Becken zu versanden; als wirksamstes Mittel hiergegen hat sich die weitere Verlängerung der Hafendämme bis zur Erreichung grosser Tiefen erwiesen.

Der Berichtersteller hat einige Zeit die Arbeiten am Hafen von Maurice im westlichen Ligurischen Meer (vergl. Figur 1 der Tafel I) geleitet und kann bezeugen, dass daselbst, wo nämlich von Südwesten her eine sehr harte See ansteht, durch die Endigung des Seedeiches schon in 6 m Wassertiefe an der inneren Seite des Dammes eine Versandung entsteht (vergleiche die dargestellten Umriss derselben in der erwähnten Figur), welche sofort wieder entsteht, so oft man sie auch durch Baggerung beseitigt hat. Das ist als Beweis anzusehen, dass hier die neutrale Linie tiefer als 6 m liegt.

Als man zur Verlängerung des Dammes schritt bis der Kopf desselben die Tiefe 7 m 25 erreicht hatte, trat ein Stillstand in der Versandung ein, aber nur für kurze Zeit, denn nach einigen Jahren erschien die Bank wieder. Man sah sich schliesslich gezwungen, den Damm um ungefähr 100 m bis zu einer Tiefe von 8 m zu verlängern ohne das Ziel jedoch zu erreichen.

Im Hafen von San Remo, welcher wenigstens 30 km westlich vom Hafen von Maurice liegt an einem Küstenstrich, wo die Wirkung des Meers fast die gleiche ist, genügte die Verlän-

gerung des Seedeiches bis zu einer Tiefe von 11 m, um den Hafen gegen die Versandung zu schützen. Es ist somit erwiesen, dass in diesen Küstenstrichen die tiefste neutrale Linie sich jenseits der Tiefen von 6 m und 8 m findet. Sie nähert sich der 11 m Tiefenlinie und vielleicht kann die Lage in einer Tiefe von 10 m als Grenze für das italienische Mittelmeer gelten.

7. Bei Häfen an sandigen Küsten ist die Frage, ob der Hafen aus zwei Dämmen zu bilden ist oder ob ein einziger genügt zum Schutz gegen das Meer, von ganz besonderer Bedeutung.

Wenn man beachtet, was hinsichtlich der Wirkung der weit in das Meer vorspringenden Werke an Sandküsten gesagt worden ist, so sieht man, dass sich die Versandung nicht nur auf die Seeseite beschränkt, also auf die Seite des stärksten Wellengangs, sondern auch auf die Seite des weniger heftigen Wellengangs, der zudem oft vorherrscht. Wird der Hafen von einem einzigen vor dem stärksten Wogengang schützenden Damm gebildet, so reicht es oft nicht aus, um sich gegen Versandung zu schützen, denselben bis über die neutrale Linie zu verlängern, denn die Sandmassen werden von der anderen, dem heftigsten Wogengang entgegenstehenden Richtung heraufgeführt, und es entsteht ebenfalls eine Versandung des Hafens, die sich an die *Innenseite* des Dammes anlehnt.

Der kleine Hafen von Ortona am Adriatischen Meer (vergl. Figur 2 Tafel 1) liegt an sandiger Küste mit einer stärksten Neigung von  $1/100$  und wird von einem einzigen Damm gebildet, der gegen den Ansturm des Meeres aus ONO errichtet ist.

Sandmassen treten dort sehr oft einmal aus der oben genannten Richtung auf, zuweilen aber auch aus SO. Seit einigen Jahren war eine ziemlich beständige Lage des Meeresbodens eingetreten. Die Verlängerung des Dammes, welche kürzlich auf eine Länge von 130 m ausgeführt worden ist, verschlimmerte jedoch diesen Zustand statt ihm zu verbessern, beträchtlich, denn es trat dadurch in kurzer Zeit eine Anlandung ein, wie sie in dem Plan vermerkt ist.

Diese Anlandung ist entstanden durch die von Südosten kommenden Sandmassen, welche an der Innenseite des Dammes zur Ruhe kommen.

Ein guter Zustand wird sich erst erreichen lassen durch einen zweiten Damm im Süden zur Fernhaltung der von den Wogen aus Südosten angetriebenen Sandmassen.

Es lässt sich daher behaupten, dass zur ausreichenden Verteidigung gegen Versandung an sandigen Küsten ein Hafen aus zwei Dämmen gebildet werden *muss*, welche alle beide den Zweck haben die Sandbewegung und den Eintritt von Sandmassen in den Hafen aufzuhalten.

8. Um diesen Zweck zu erfüllen, muss nach den vorhin erwähnten Regeln jeder der Dämme bis zur neutralen Linie vorgestreckt werden.

Zwei Fälle können dabei vorliegen : einmal kann die Hafeneinfahrt in Richtung des stärksten Seeganges liegen oder auch in Richtung des weniger starken Seeganges nach der Seite zu, sobald der Hafen in einer Bucht liegt.

Im ersteren Falle kommt nur eine einzige neutrale Linie in Betracht : nämlich diejenige bei heftigstem Seegang ; im anderen Falle kann man für den Damm unterm Wind (der dem Seegang weniger ausgesetzt ist) eine viel höher liegende neutrale Linie annehmen, als wie für den Damm vor dem Wind, sodass der Kopf des ersteren weiter zurückliegen kann als der des letzteren.

Diese Anordnung deckt sich übrigens mit derjenigen, welche bei Häfen der zweiten Art zur Anwendung kommt, zum besseren Schutz gegen den herrschenden Seegang. Es gibt für diese Anordnung ein Beispiel, welches wegen des voll und ganz eingetretenen Erfolges sehr bemerkenswert ist, nämlich den neuen Hafen von Empedocle an der Südküste von Sicilien (vergl. Figur 3 Tafel I).

Die beiden Hafendämme, welche den neuen Hafen bilden und den alten kleinen Hafen einschliessen, sind alle beide bis zur 9 m Tiefenlinie vorgestreckt, von welcher man annimmt, dass sie in diesem Küstenstrich tiefer als die neutrale Linie liegt ; das Ziel Versandungen zu verhindern, hat man damit erreicht.

Die Hafenmündung liegt nicht in Richtung des vorherrschenden Seeganges ; vielmehr ist sie diesem aus Südwesten anstehenden Seegang abgewendet, weil der seeseitige Damm vor den Damm unterm Wind vorspringt. Der Ausbau des Hafens wurde 1885 vollendet und hat ein ausgezeichnetes Ergebnis geliefert auch was Versandung anlangt, weil letztere im Jahr eine mittlere Höhe von 0 m 05 nicht überschreitet ; dies beweist, dass in diesem Küstenstrich die neutrale Linie sich tatsächlich in einer

geringeren Tiefe als 9 m befindet und dass die Voraussetzungen für die Konstruktion der Werke richtig gewesen sind.

9. Die Unsicherheit, welche bezüglich der Lage, auch nur der annäherungsweise, der tiefsten neutralen Linie in den verschiedenen Küstenstrichen besteht, hat zum Gefolge, dass nicht jeder Entwurf eines Hafens an sandigen Küsten so glücklichen Erfolg aufzuweisen haben wird wie der Hafen von Empedocle. Lässt man in anderen Fällen die Dämme, wenigstens vorläufig, in einer bestimmten Tiefe endigen, so kann diese sehr wohl nicht ausreichen zur Verminderung von Versandungen, sobald nämlich die neutrale Linie tiefer liegt als die Köpfe der Dämme.

Uebrigens hat die Konstruktion der Dämme, welche wie Bühnen wirken und eine Anlandung an der Küste verursachen, die Wirkung, dass der Strand vorrückt und infolge dessen ein Zurückweichen der neutralen Linie von der Küste eintritt. Auch treffen nach Ausführung des Entwurfs entsprechend dem ursprünglichen Zustand des Meeresbodens die Annahmen weiterhin nicht mehr zu.

Die Erfahrung lehrt, dass das Vorrücken des Strandes in Folge der bühnenartigen Wirkung eines Dammes in dem Masse fortschreitet wie die Konstruktion des Dammes vorrückt und zwar umso schneller als der Baufortschritt des letzteren ein grösserer ist. Sobald mit der Konstruktion des Dammes innegehalten wird, dauert das Vorrücken des Strandes allerdings nur in geringem Masse noch eine kurze Zeit an bis ein Dauerzustand eintritt. Dieser Zustand wird wieder gestört, wenn man die Verlängerung des Dammes wieder aufnimmt. Sobald der Kopf des letzteren die neutrale Linie überschritten hat, bildet sich der endgültige Zustand aus.

Es liegen ferner Fälle vor, wo wegen der ausserordentlichen Mengen des an der Küste entlang bewegten Anlandungsmaterials die in Folge Errichtung des Dammes auftretende Anlandung so beträchtlich ist, dass das Vorrücken des Strandes sehr schnell bis zum Kopf des Dammes vor sich geht, selbst wenn derselbe zu Anfang sofort bis in beträchtliche Tiefe sogar über die neutrale Linie hinaus vorgetrieben wurde.

In Italien besitzt man hierfür ein sehr lehrreiches Beispiel an dem Zufluchtshafen von Santa Venere in Calabrien (vergl. Figur 4 Tafel I). Der diesen Hafen bildende Damm, der bei der Erbauung sofort bis in 11 m Tiefe vorgestreckt wurde, wurde

bald darauf von so grossen Sandmassen bedeckt, dass eine Bank von sehr erheblicher Ausdehnung auf der äusseren Steinschüttung lagerte. Nachdem der Kopf des Dammes erreicht war, begann auch die Versandung des Hafenbeckens selbst, die nahe der Einfahrt die Höhe des Molenrückens erreichte. Man unternahm verschiedene Versuche zur Bekämpfung dieser ungeheueren Versandung. Es wurde ein Damm an der Küste weiter oberhalb des Hafens errichtet um die wandernden Sandmassen vom Hafen fern zu halten; aber dieses Bauwerk nützte, da es zu kurz und nicht hoch genug war, nichts, wohl aus dem Grunde, weil die Sand führende Strömung über dasselbe hinweg ging. Jetzt ist man überzeugt, dass der Damm bis in eine Tiefe von 15 m verlängert werden müsste und wendet hier jedes Jahr zur Freihaltung der Hafeneinfahrt das Hilfsmittel der Baggerung an.

Die Verhältnisse sind im Falle des Hafens von Santa Venere wegen der ausserordentlichen dort angeschwemmten Anlandungsmassen so besondere, dass die Verlängerung der Mole kein unbedingt sicheres Heilmittel sein wird. In Folge angestellter, sorgfältiger Untersuchungen steht fest, dass der meiste Sand aufgewühlt wird von den Stürmen, welche die an der Windseite des Hafens liegende Küste angreifen; man hat deshalb vorgeschlagen, die Zuflucht nicht nur zur Verlängerung des Dammes sondern auch zur wissenschaftlichen Untersuchung des Einflusses jener Stürme auf das Meer zu suchen.

Man strebt danach die dem Hafen zugeführten Sandmassen so viel wie möglich zu beschränken durch künstliche Verlandungen der Strandeinbuchtungen und durch Verminderung des Abbruches und der Erzeugung von Geschieben. Dieses Verfahren ist sehr zweckmässig. Aber wenn alle Hilfsmittel nicht von Erfolg gekrönt sind, bleibt die Baggerung immer der einzige wirksamste, wenn auch kostspielige Ausweg.

Wenn schliesslich zeitweilig wiederholte Baggerungen zu einer schwer zu ertragenden Last werden im Vergleich zu dem Dienst, den der Hafen der Schiffahrt gewährt, so handelt es sich um einen der Fälle (obwohl andere Fälle möglicherweise von Erfolg gekrönt sind), wo die Aufgabe zur Erhaltung eines Hafens an sandiger Küste keine günstige Lösung ergibt.

10. In Anbetracht dieser Vorgänge müsste der Entwurf eines neuen Hafens an sandiger Küste die Möglichkeit zur Verlänge-

rung der beiden Hafendämme bieten, für den Fall, dass die Länge der Dämme sich nicht als ausreichend erweisen sollte, die Sandmassen abzuhalten.

Allerdings ist es nicht leicht diese Forderung gleichzeitig für beide Hafendämme zu erfüllen. Denn die beiden einen Hafen bildenden Dämme laufen gewöhnlich schräg auf einander zu (vergl. Figur 5 Tafel II) und bilden so die Einfahrt. Es ist deshalb bisweilen nur möglich sie bis in grosse Tiefen zu verlängern durch eine Richtungsveränderung und Bildung eines Kanals. Es ist aber klar, dass man einen regelrechten Einfahrtskanal nur zulassen darf, wenn seine endgültige Länge begrenzt ist (vergl. Figur 5, Tafel II) weil andernfalls nautische Unzulänglichkeiten daraus entstehen können.

Es ist leichter die oben erwähnte Bedingung zu erfüllen, wenn man sich auf die Verlängerung eines einzigen Hafendammes beschränkt. Weil der grösste Teil der Sandmassen gewöhnlich beim stärksten Seegang herbeigeführt wird, so ist es gerechtfertigt den Hafendamm vor dem Wind zu verlängern, um die grösste Wirkung zu erreichen. Dies ist der Fall bei Häfen, deren Einfahrt gegen den vorherrschenden stärksten Seegang geschützt ist; als Beispiel ist der erwähnte Hafen von Port-Maurice anzusehen (vergl. Figur 1, Tafel I). Bei diesem Hafen hat die Ausdehnung des Hauptdammes nach der Seite des heftigsten Seeganges bis über Tiefen von 10 bis 11 m hinaus zweifellos eine günstige Wirkung ausgeübt was die in Folge heftigen Seeganges auftretenden Versandungen anlangt.

Figur 1 zeigt auch deutlich, dass der Ostdamm (unter dem Wind) des Hafens von Port-Maurice zu kurz ist zur Verhinderung der Versandungen von Osten her. Man erkennt tatsächlich auf dem Plan eine sehr umfangreiche Sandbank östlich von diesem Hafendamm und vor der Einfahrt. Man könnte eine weitere Verlängerung dieses Dammes parallel zu dem Hafendamm auf der Seite des heftigsten Seeganges nicht bewirken, ohne eine kanalartige Einfahrt zu erhalten. Das wird auch sicherlich niemals ausgeführt werden.

Daraus folgt, dass man sich genötigt sieht, die Zugänglichkeit eines Hafens durch sich von Zeit zu Zeit wiederholende Baggerungen aufrecht zu erhalten, vorbehaltlich des Versuchs den Einfluss dieser Massnahme durch weitere Verlängerung des Hafendammes an der Windseite zu unterstützen.

Der Berichterstatter ist in der Lage als Beispiel einen sehr interessanten Fall anzuführen, nämlich den von ihm selbst aufgestellten Entwurf für einen Hafen zur Verschiffung der Marmorblöcke an der Küste von Carrara (vergl. Figur 5, Tafel II). Diese Küste besitzt eine sehr flache Neigung (etwa 1 : 100) und landet im Jahr etwa 1 1/2 m an. Die dort angeschwemmten Massen kommen teils von Nordwesten teils von Südosten, in der Hauptsache aber aus ersterer Richtung, denn dort befindet sich die Mündung eines grosse Mengen von Sinkstoffen führenden Flusses, des « Magra ». Der Berichterstatter hat für den Hafen die im Plan dargestellte Anordnung gewählt; diese Anordnung gestattet nur eine beträchtliche Verlängerung des Hafendammes vor dem Wind.

Durch eine solche Verlängerung wird man die von Südwesten angetriebenen Sandmassen fernhalten können, die am meisten zu fürchten sind wegen ihrer Menge; sollten an der Hafeneinfahrt Versandungen aus Südosten festgestellt werden, so wird man sie durch Baggerungen entfernen müssen.

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts hat man in Italien, besonders im Süden, Zuflucht genommen zu einem Verfahren, durch welches man die Versandung der Häfen zu verringern sich bestrehte nämlich durch Anordnung von Lücken an der Wurzel der Hafendämme oder des einen den Hafen bildenden Dammes, durch welche die Wogen hindurch laufen können. So wurde bei dem erwähnten Beispiel von Santa Venere in Calabrien der Hafendamm in einiger Entfernung von der Küste begonnen (im Meer freiliegender Hafendamm). Es ist dies ein gutes Beispiel für diese Anordnung.

Obgleich man ohne weiteres voraussehen konnte, dass die Wogen durch die Aussparungen auch Sandmassen mit in den Hafen tragen würden, die sich alsdann daselbst niederschlagen würden, so zog man doch einen Versuch mit diesem System vor.

Die Erfahrung hat ausreichend bewiesen, dass dieses Verfahren keine günstige Wirkung hat. So war die Versandung in Santa Venere in der Oeffnung ganz ungeheuer und bald war die Verbindung zwischen der Küste und dem freiliegenden Damm hergestellt infolge sehr schneller Bildung einer breiten Sandbank in jener Oeffnung.

Gegenwärtig führt man in Italien keine Hafendämme mit derartigen Aussparungen mehr aus, die viel eher zu Anlandun-

gen führen als zur Offenhaltung des Hafens. Das wird auch durch die bei Port-Said gewählte Anordnung bewiesen wo eine Aussparung im westlichen Hafendamm vorgesehen wurde zu dem Zweck die Sandmassen eintreten zu lassen um sie alsdann im ruhigen Wasser baggern zu können.

12. Die an sich schon schwierigen Bedingungen zur Erhaltung der Häfen an sandigen Küsten, verschlimmern sich beträchtlich, wenn in geringer Entfernung von solchen Häfen Geschiebe führende Flüsse münden, insbesondere auf der Seite von der der heftigste Seegang ansteht. Das ist ein Sonderfall des allgemeinen Falles, in welchem die Menge des den Hafen bedrohenden Anlandungsmaterials ausserordentlich vermehrt wird.

Wenn man gezwungen ist — und dies kann zuweilen der Fall sein — unter solchen Verhältnissen einen Hafen zu errichten, so sind die bei Errichtung der Werke zu beachtenden Gesichtspunkte dieselben wie sie für den allgemeinen Fall schon angegeben worden sind, nämlich Verlängerung des Hafendamms oder der Hafendämme bis in Wassertiefen *jenseits der angenommenen Lage der neutralen Linie* und zwar wegen der Anlandung an dem der Flussmündung zunächst liegenden Hafendamm, welche schnell vor sich gehen wird. Aber man wird einen solchen Hafendamm auch so anlegen, dass den Sinkstoffen des Flusses der Eintritt in den Hafen nicht leicht gemacht wird.

An der Südküste von Sicilien bei Licata, wo Schwefel aus den Minen des Hinterlands in ganz erheblichen Mengen verschifft werden, hat man seit etwa dreissig Jahren einen Hafen in unmittelbarer Nähe der Mündung des Flusses Salso zu errichten angefangen; der Ausbau dauert in Folge verschiedener Umstände noch an.

Auf jeden Fall was vorauszusehen, dass die Sinkstoffe des Flusses eine sehr schwere Gefahr für die Unterhaltung des Hafens bilden würden und hätte man, um diese Sinkstoffe möglichst fern zu halten, beim Entwurf der Dämme besondere Anordnungen treffen müssen. Das ist aber nicht geschehen. Die für den Hafen gewählte Anordnung ist die mit zwei Einfahrten, welche gebildet wird aus zwei Hafendämmen und einem dritten getrennt liegenden Damm; eine der Einfahrten ist gegen den Fluss hin gerichtet. Der dieser Einfahrt zunächst liegende Hafendamm (Ostdamm) verläuft im Bogen und zwar



convex zur See. Der Kopf dieses Dammes liegt in einer Wassertiefe von 7 m 50 (vergl. Figur 6, Tafel II).

Diese Anordnung der Hafenerwerke hat zu einer ganz ausserordentlichen Versandung geführt.

Ausserhalb des Hafens bildete sich zuerst in Anlehnung an den östlichen Hafendamm eine grosse Sandbank, welche die Höhe von 8 m erreichte. Im weiteren Verlauf traten die Sandmassen durch die breite Ostöffnung in das Hafenbecken und lagerten sich dort einmal an dem westlichen Hafendamm ab, sowie ferner — und zwar in grösseren Mengen infolge der Ruhe des Wassers daselbst — an dem Ostdamm, wo der Ankergrund der Dampfer sich befindet. Hier hat man die nötigen Tiefen nur durch sehr umfangreiche und häufige Baggerungen aufrecht erhalten können, denn die Verlandung erreichte in einem Winter das erhebliche Mass von 1 m. Das Vorhandensein der beiden gegenüberliegenden Einfahrten in der Richtung Südost-Nordwest hat sicherlich dazu beigetragen, die Ablagerung der Geschiebe des Flusses in dem Hafenbecken zu erleichtern, indem diese Einfahrten die Bildung einer Strömung von grosser Schnelligkeit begünstigte, durch welche den Sinkstoffen der Zutritt sehr erleichtert wurde; es ist aber sicher, dass wenn der Hafen auch nur eine nach Osten gerichtete Einfahrt erhalten hätte, die Versandung nicht geringer geblieben wäre.

Es wäre besser gewesen, den Hafen von Licata etwa wie den von Port Empedocle, dessen Ausbau jenem bald folgte, auszugestalten indem man dem östlichen Hafendamm einen gradlinigen Verlauf von Norden nach Süden gab und seinen Kopf bis in grössere Tiefen vorschob. Bei einer derartigen Anordnung wäre den Sinkstoffen des Flusses der Eintritt in das abgeschlossene Hafenbecken erschwert gewesen und man hätte die sich dort absetzenden Mengen mit geringeren Kosten haben baggern können, während jetzt die jährlichen Kosten der Baggerungen fast 80 000 M betragen.

Ein anderer italienischer Hafen an sandiger Küste, dessen Verhältnisse in Folge der Nachbarschaft einer Sinkstoffe führenden Flussmündung sehr schlecht sind, ist der Hafen von Oneille (im westlichen Ligurien), der in Bezug auf die Mündung des Gebirgsflusses Impero unter dem Winde liegt und was vor allem wichtig ist, seine Einfahrt in Richtung auf diese Mündung hat. Diese Lage der Hafeneinfahrt ist deswegen gewählt worden, weil man gegen grobe See von dem Schutz Nutzen ziehen

wollte, welchen die grosse Mole des Hafens von Port-Maurice gewährt. Dieser liegt westlich von Hafen von Oneille in unmittelbarer Nähe. Die aus dieser Anordnung sich ergebenden Unzuträglichkeiten für die gute Erhaltung der Wassertiefen waren ungeheuer. Bei jedem Hochwasser des Impero wird die Einfahrt des Hafens von Oneille von Sandmassen, Geschieben, Steinen und organischen Sinkstoffen gesperrt, sodass zur Erhaltung der Durchfahrt Baggerkosten in Höhe von nicht weniger als 32.000 M jährlich aufzuwenden sind. Diese Kosten werden nunmehr schon seit einigen Jahren aufgewendet und stellen schon jetzt ein ganz ansehnliches Kapital dar.

Seit langem geht man damit um, die vorhandene Hafeneinfahrt zu schliessen und eine neue Einfahrt nach Osten zu schaffen, welche von der Flussmündung abgewendet ist. Es ist zu wünschen, dass diese Lösung bald angenommen werde.

13. Das Vorrücken der Uferlinie neben den Dämmen eines Hafens, das allgemein in grösserem oder geringerem Grade *an beiden Küstenstrecken zugleich eintritt*, kann bisweilen an einer der beiden Strecken nicht auftreten und es kann dahingegen hier sogar *Uferabbruch* stattfinden.

Es stellt sich also bei der Einrichtung eines Hafens an sandiger Küste, ausser der Schwierigkeit die Wassertiefe im Hafenbecken zu erhalten, dann eine weitere Aufgabe anderer Art ein, die bisweilen eine sehr grosse Bedeutung gewinnen kann, nämlich die Aufgabe eine der beiden an den Hafen sich anschliessenden Küstenstrecken gegen Abbruch zu sichern.

Man kann sich den erwähnten Küstenabbruch leicht erklären. Der dauernde Zustand einer Küstenstrecke ist in besonderen Fällen von der abbrechenden Einwirkung des aus einer bestimmten Richtung anstehenden Wellenganges abhängig und von der anlandenden Wirkung bei Wellengang aus einer anderen Richtung. Das Vorrücken der Küste tritt ein bei überwiegendem Auftreten dieser zweiten Einwirkung gegenüber der ersten, während Uferabbruch im umgekehrten Falle eintritt. Wenn die anlandende Einwirkung auf eine im Vorrücken begriffene Küste ausgeschaltet wird, so tritt Abbruch ein. Nun ist es der neben einem Hafendamm eintretende Stillstand in der Bewegung der Stoffe, welcher die anlandende Wirkung aufheben kann, denn der Hafendamm verhindert die Sandmengen die Küste zu erreichen, an der sie früher angelandet wurden.

In Italien besitzt man hierfür sehr zutreffende Beispiele.

Hierher gehört die Entwicklung der Hafenwerke zu Neapel im Westen der Bucht mit der sehr bedeutenden Verlängerung des Hafendamms St. Vincent, welche kürzlich ausgeführt worden ist mit Rücksicht auf den eingetretenen Abbruch der Küste St. Jean östlich vom Hafen. Dieser Abbruch ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Mole die Fortbewegung der Massen hinderte, welche früher von dem vorherrschenden, aus Südwest anstehenden Wogengang an jene Küstenstrecke geführt wurden und welche zur Erhaltung der Uferlinie beitragen.

Ferner gehört hierber der Strand von Borgo Peri, östlich vom Hafen von Oneille und in Bezug auf diesen unter dem Winde liegend, welche eine sehr starke Neigung erhalten hat und dem Abbruch unterworfen ist in Folge Errichtung dieses Hafens.

Daraus entstand eine Gefahr für die Baulichkeiten des Ortes selbst. Auch hier wurden die Sandmassen, welche früher den Strand immer wieder neu bildeten, in ihrem Wege gehindert und gelangten, aus der Richtung geworfen, nicht mehr an die Küstenstrecke, zu deren Erhaltung sie notwendig waren.

Zur Erhaltung dieser Küste nahm man die Zuflucht zu künstlichen Werken. Es wurde zuerst mit einer Steinschüttung östlich vom Hafen ein Versuch gemacht, um die Anlandung der Küste wieder herbeizuführen.

Aber dieser Damm brachte keinerlei Vorteile, wie vorauszu- sehen war, weil die zur Erhaltung des früheren Zustandes der Küstenstrecke notwendigen Anschwemmungen von Westen kommen und in ihrem Weg von den Hafenwerken gehindert werden. Man nahm darauf die Zuflucht zu Parallelschüttungen am Fuss des Strandes, um diesen gegen die Angriffe des Meeres zu schützen und verzichtete auf die Wiederherstellung des früheren Zustandes an der Küstenstrecke. Die Küste fällt nach wie vor steil ab und befindet sich im Abbruch.

Aehnliche Verhältnisse finden sich am Hafen von Villa San Giovanni bei Reggio in Calabrien. Dieser Hafen (vergleiche Figur 7, Tafel II) ist erst kürzlich geschaffen worden, hauptsächlich als Anlaufhafen für die Ferryboote für den Verkehr in der Meerenge von Messina und zwar bestand die erste Anlage in einer kurzen Mole in der Richtung von Osten nach Westen, welche später nach Nordwesten sich wendend verlängert wurde. Die Küste verläuft hier von Süden nach Norden; die von Süden kommenden an der Küste entlang bewegten Sandmassen sind so beträchtlich, dass das zuerst ausgeführte kurze Molenstück

trotz der grossen Tiefe in der es ursprünglich hergestellt war, bald von Sandmassen begraben war.

Zu gleicher Zeit begann die Küste nördlich des Hafens, welche vorher einen guten gleichförmigen Bestand aufwies, abzubrechen und zwar in solchem Umfange, dass man um dem Abbruch zu steuern gezwungen war Buhnen herzustellen.

Auch die Einwirkung der zum Ausbau des neuen Hafens von Salerno (vergleiche Figur 8, Tafel II) errichteten Werke sind sehr beachtenswert und gefährlich gewesen für den Bestand des Gestades östlich vom Hafen, an dem sich der grösste Teil der Stadt ausdehnt. Auf diesem Gestade zog sich nämlich, auf dem sandigen Strand errichtet, ein Spazierweg am Meer entlang nebst einer Reihe wichtiger Bauwerke. Hier verschwand während eines grossen Sturmes der Strand beinahe ganz und viele Mauerblöcke aus dem Unterbau der Strasse versanken, sodass die Wogen die Strasse selbst zerstörten und sogar die Gebäude erreichten. Die Gemeinde von Salerno hat in Folge dessen zum Schutz der Küste umfangreiche Werke ausführen müssen, die zur Zeit in der Ausführung begriffen sind und von denen unter No. 4 dieses Berichts eine kurze Beschreibung gegeben ist.

Die im Vorstehenden für italienische Verhältnisse festgelegten Grundsätze für die Schaffung günstiger Hafenverhältnisse finden ihre Bestätigung an mehreren Häfen, bei denen die Köpfe der Hafendämme sich in geringen Tiefen von zwei bis vier Meter befinden, also viel höher als die neutrale Linie angenommen werden kann. Die Verhältnisse dieser Häfen sind infolgedessen ungünstig.

Wir führen als Beispiel den neuen Hafen (Junocenziano) von Porto d'Anzio in der Provinz Rom (vergl. Figur 9, Tafel II) an, welcher an Stelle des Hafens des Nero errichtet wurde, als letzterer, in Folge der Nachlässigkeit der Anwohner und unter dem Einfluss der Stürme verfallen war. Der Hafen des Nero war im Schutz des Caps von Anzio errichtet worden und zwar besass derselbe zwei Hafendämme, welche so angeordnet waren, dass ihre Verlängerung unmöglich war. Die Köpfe der Hafendämme lagen in sehr beträchtlichen Wassertiefen, sodass als Ursache des Unterganges des Hafens nur künstliche Versandung des Beckens und Zerstörung der schützenden Werke angenommen werden kann. Ein Mangel in der Anordnung des Entwurfs ist auf keinen Fall als Ursache anzusehen.

Dahingegen wurde der neue Hafen, vom Pabst Junocent XII

im Osten des alten Hafens errichtet, nach einem auf falschen Grundlagen beruhenden Entwurf ausgeführt, indem nämlich auf dem wenig geneigten flachen Strand eine neue kurze Mole errichtet wurde, abseits von der alten Ostmole des Nero und in östlicher Richtung verlaufend und schon in der geringen Tiefe von weniger als 4 m endigend. In Folge dieser Anordnung traten, herbeigeführt durch den schweren Seegang aus Südwesten, welcher um den Kopf der Mole herumläuft, so bedeutende Versandungen ein, dass ungeachtet der ausgeführten Molenverlängerung, weil letztere nicht bis in grössere Tiefen ausgeführt wurde, der Hafen für die Schifffahrt nur durch fortgesetzte Baggerungen offen gehalten werden konnte. Die Sandmengen, welche bei jedem Sturm den Hafen zugeführt werden, sind so gross, dass man um die Unzuträglichkeiten für die Schiffe, welche gerade bei schweren Stürmen in Anzio Zuflucht suchen, zu vermindern, zu einem besonderen Verfahren gegriffen hat. Dieses besteht darin, dass man in geringer Entfernung von der Einfahrt Becken (italienisch *sentine* genannt) auf dem Meeresgrund ausbaggert, welche die von den Wellen vor die Hafeneinfahrt getriebenen Sandmassen aufnehmen sollen. So vermindert man in der Hafeneinfahrt die Versandung, welche eine Verringerung der für die Schifffahrt erforderlichen Wassertiefe herbeiführen würde.

Zur Verbesserung der sehr ungünstigen Verhältnisse gibt es nur das eine Mittel, nämlich die Mole zu verlängern bis in eine Tiefe, die in Ansehung der geringen Neigung der Küste und der Stärke des Seegangs nicht geringer als 10 bis 12 m zu bemessen ist. Ferner muss ein zweiter Hafendamm im Osten errichtet werden, denn von Osten kommen ebenfalls — wenn auch in geringerem Grade — Sandmassen, die von dem Seegang aus Südosten angetrieben werden.

Ebenso schlecht wie bei dem vorstehend beschriebenen Beispiel sind die Verhältnisse an anderen italienischen (1) Hafenanälen, welche an sandiger Küste und nicht schlammigem

---

(1) In Italien hat man auch Hafenanäle an der Mündung schiffbarer Wasserläufe, besonders am Adriatischen Meer nämlich in Fano (Mündung des Gebirgsflusses Metauro), in Rimini (Mündung des Gebirgsflusses Marecchia), Sinigaglia (Mündung des Gebirgsflusses Misa); aber diese Häfen müssen zu den Flussmündungen an Meeren mit schwachem Ebbe- und Flutwechsel gerechnet werden, mit denen sich schon der X. Schifffahrtskongress in Mailand 1905 beschäftigte.

sondern klarem Wasser liegen. Zumeist liegen die die Einfahrt einschliessenden Molenköpfe nur in sehr geringen Tiefen (2-3 m). Eine Ausnahme bildet vielleicht der Hafenkana! Coris-tini bei Ravenna (vergl. Figur 10, Tafel II) wo man, trotzdem die Dämme keine grössere Tiefe als 5 m erreichen, mit Hilfe von wenig umfangreichen Baggerungen eine Tiefe von 3 bis 4 m dauernd aufrecht erhalten kann. Aber diese günstigen Verhält-nisse verdankt man der Wechselwirkung der Strömungen, welche hier Ebbe und Flut erzeugen. Diese Strömungen sind, obgleich die Fluthöhe nicht sehr gross ist (0,74 bis 0,90 ordinär), lebhaft genug in Folge einer Anzahl kleiner Lagunen (Pia-lasse) (1), die sich hinter dem Hafen befinden und welche abwechselnd die Flut füllt und die Ebbe entleert.

Die aufräumende Kraft der Strömung ist so gross, dass die Tiefenlinie von 5 m, welche sich auf der Seeseite der Hafenein-fahrt befindet, die beiden Molenköpfe verbindet, indem sie, wie der Plan zeigt, einen Trichter umschliesst.

Man versucht eine ähnliche Wirkung an dem neuen Hafen von Lido bei Venedig, der dadurch gebildet wird, dass die Mün-dung der gleichnamigen Lagune an flacher Küste von zwei Dämmen eingefasst werde. An diesen Hafendämmen bildeten sich neue Küstenstrecken und die Sandmassen, welche um die Molenköpfe herumwanderten, bildeten Sandbänke vor der Mün-dung des Hafenkana!s. Die Köpfe der Dämme liegen in nicht grösseren Tiefen wie 8 m.

Der Ebbe- und Flutstrom unterhält jedoch quer durch diese Bänke einen Kanal von nicht weniger als 7 m Tiefe. Man wird nunmehr zur Verlängerung der Hafendämme schreiten und ebenso zu Baggerungen in jenem Kanal, aber nicht zu dem Zweck, um den Kanal zu vertiefen sondern nur um ihn zu ver-breiten und zu begradigen. Die Verbreiterung der Mündung des neuen Hafenkana!s wird übrigens sehr erheblich und wird die Wirkung der Strömung dadurch ein wenig geschwächt wer-den ; geringfügige Baggerungen werden jedoch zur Erhaltung hinreichen.

---

(1) Der Name Pialasse, gebildet nach dem Ausdruck *Piglia e Cascia* (zufassen und loslassen) bringt sehr gut die wechselnde Vorgängen beim Vollaufen und Entleeren der Lagunenbecken zum Ausdruck.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nach dem Vorhergehenden unterbreitet der Berichterstatter dem Kongress die folgenden Beschlüsse :

An sandigen Küsten und an Meeren mit schwacher Ebbe- und Flutwirkung ist die Errichtung von Häfen mit nur geringer Versandung und dauernd guter Erhaltung der für die Schifffahrt notwendigen Tiefen eine schwer zu lösende Aufgabe.

Zur Lösung in gewissem Umfange sind die folgenden Bedingungen zu erfüllen :

1. Ein Hafen muss zweckmässiger von zwei Molen oder Hafendämmen als von nur einem einzigen solchen Werk gebildet werden.

2. Wie gross auch die nutzbare Wassertiefe sei, die für den Hafen zu fordern ist, so muss der Hafendamm oder die Hafendämme ganz allgemein beim Beginn ihrer Ausführung vorgestreckt werden bis in beträchtliche Wassertiefen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen am Mittelmeer nicht geringer als mit 10-12 m angenommen werden sollten im Hinblick auf die Gewalt, welche das Meer an solchen Küstenstrichen gewöhnlich zu entwickeln vermag. Alsdann wird man hoffen können, dass Versandungen der Einfahrt unterbleiben.

3. Weil die Hafendämme an der Küste die anlandende Wirkung von Buhnen besitzen und das Vorrücken der Küste auf beiden Seiten des Hafens bewirken, so tritt eine Versandung der Einfahrt schliesslich doch ein. Auch müssen die beiden Dämme — insbesondere der Damm nach der Seeseite — so angeordnet werden, dass sie bis in möglichst grosse Tiefen verlängert werden können. Wenn es jedoch in einzelnen Fällen nicht möglich ist die Dämme entsprechend zu verlängern, wenn dieselben wie es oft der Fall ist gegen einander gerichtet sind, so bildet Baggerung das einzige wirksame Hilfsmittel zur Erhaltung der Tiefen.

4. Ist die Sandmasse, welche dem Hafen zugetrieben wird, ausserordentlich gross, wie dies der Fall sein kann bei Häfen in der Nähe von Flussmündungen oder Gebirgsbächen, so kann die Verlängerung der Hafendämme, wenigstens wenn man sie nicht

in ausserordentlich grossem Umfange ausführt, keine ausreichende Wirkung haben.

In solchem Falle befestigt sich mehr und mehr die Ansicht, dass wiederholte Baggerungen anzuwenden sind.

5. Steht ein offener Hafen an einer sandigen Küste, wie dies in Italien bei Venedig und Ravenna der Fall ist, in Verbindung mit einer Lagune von grösserem Umfange, so kann, auch wenn, wie in den beiden erwähnten Fällen der Wechsel zwischen Ebbe und Flut sehr gering ist, die Erhaltung der Wassertiefen des Hafens gesichert sein durch die Wechselwirkung des Ebbe- und Flutstromes

6. Auf beiden Seiten eines Hafens an sandiger Küste kann unter der Einwirkung der Hafenwerke bisweilen Uferabbruch auftreten, der gefährlich werden kann für die Wohnstätten und dem man mit wirksamen Mitteln entgegenwirken muss. Bei Aufstellung neuer Hafentwürfe an sandigen Küsten sollte man auf eine solche Möglichkeit sein Augenmerk richten.

Neapel, April 1907.

Oberingenieur  
der italienischen öffentlichen Arbeiten,

D. LO GATTO.









INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

XI. Congress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Bericht

BERICHT

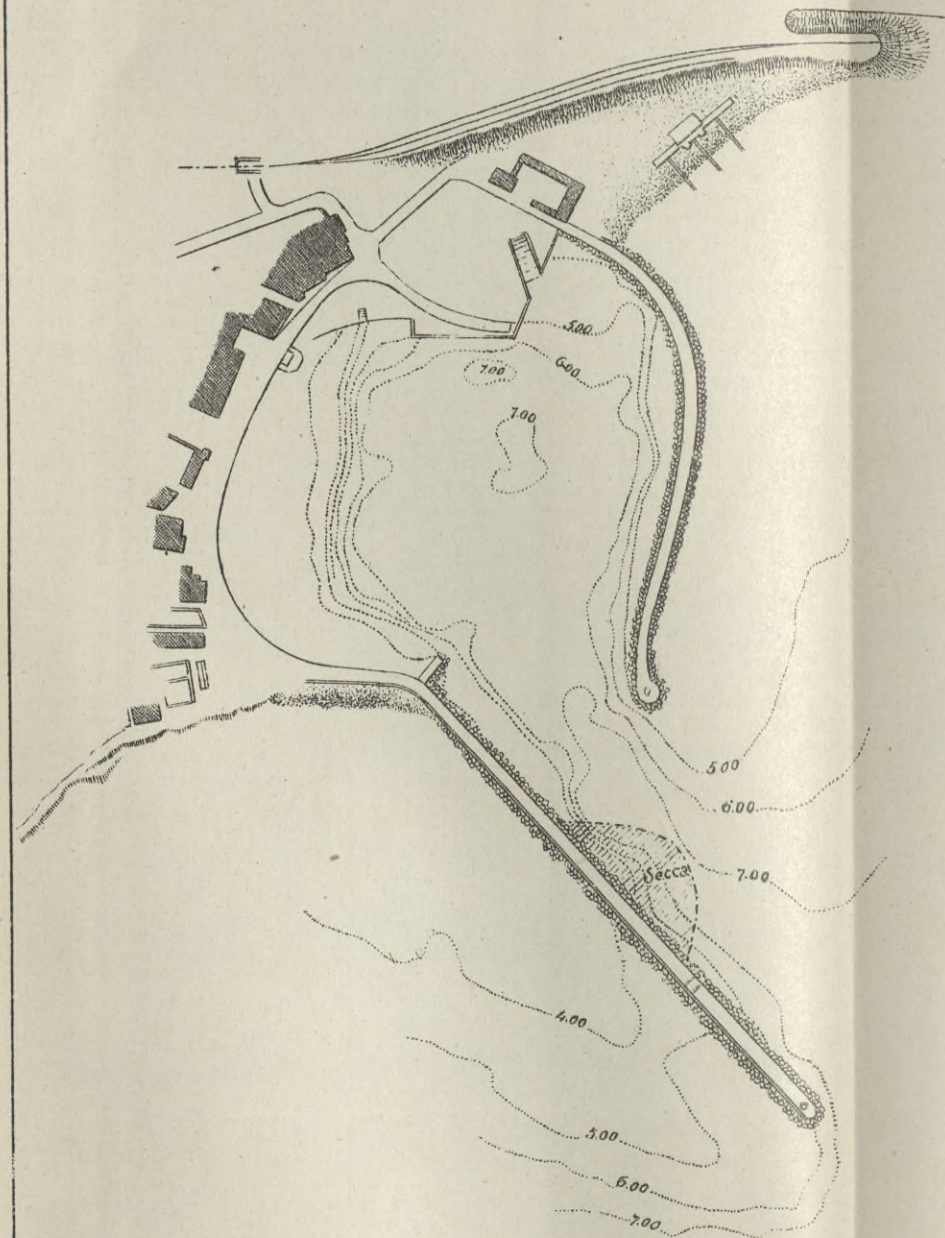
VON

D LO GATTO

BLATT I

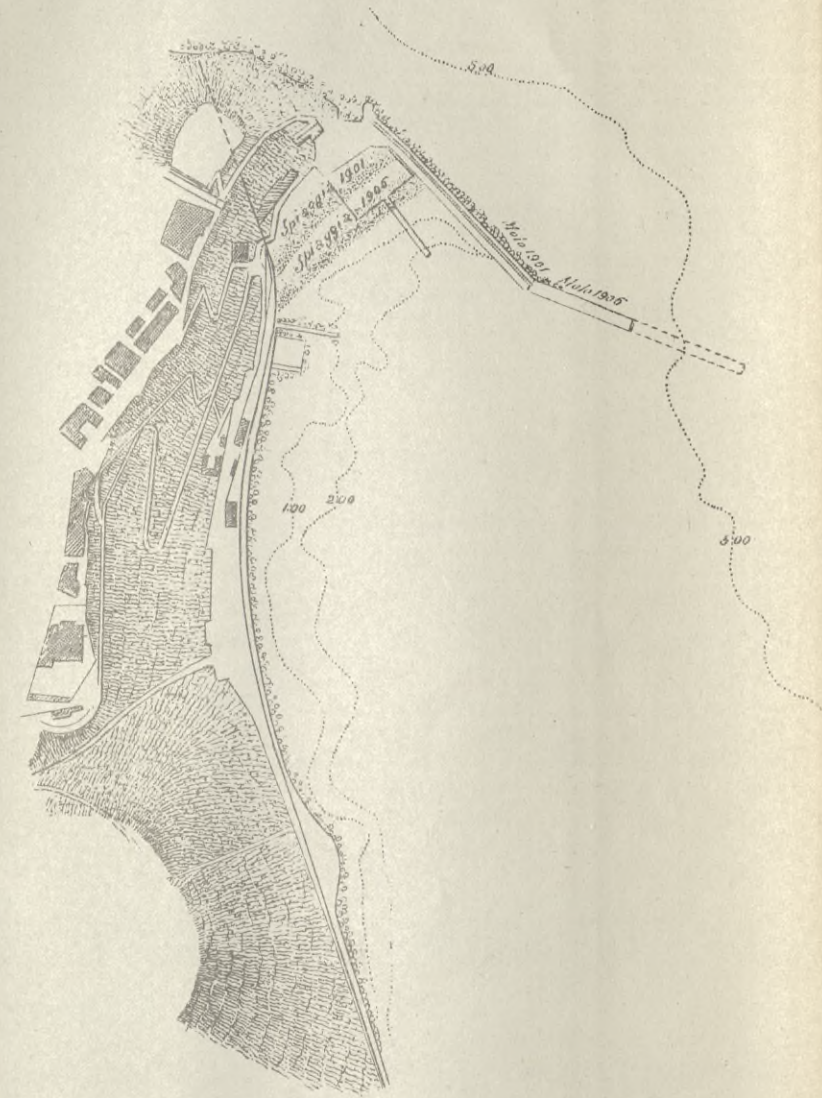
PORTO DI PORTO MAURIZIO  
Scala 1:6000

Fig. 1<sup>a</sup>



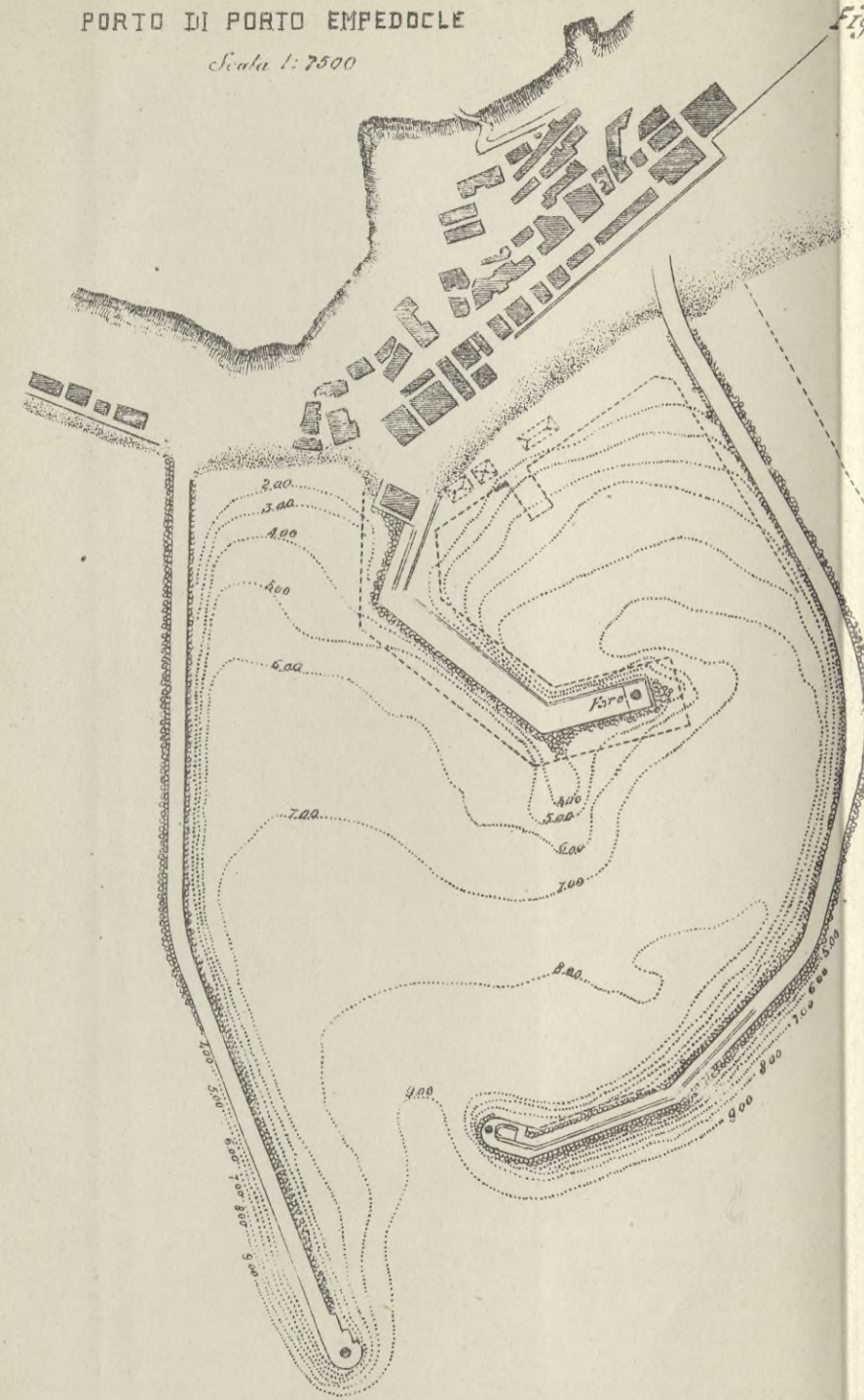
PORTO DI ORTONA  
Scala 1:10000

Fig. 2<sup>a</sup>



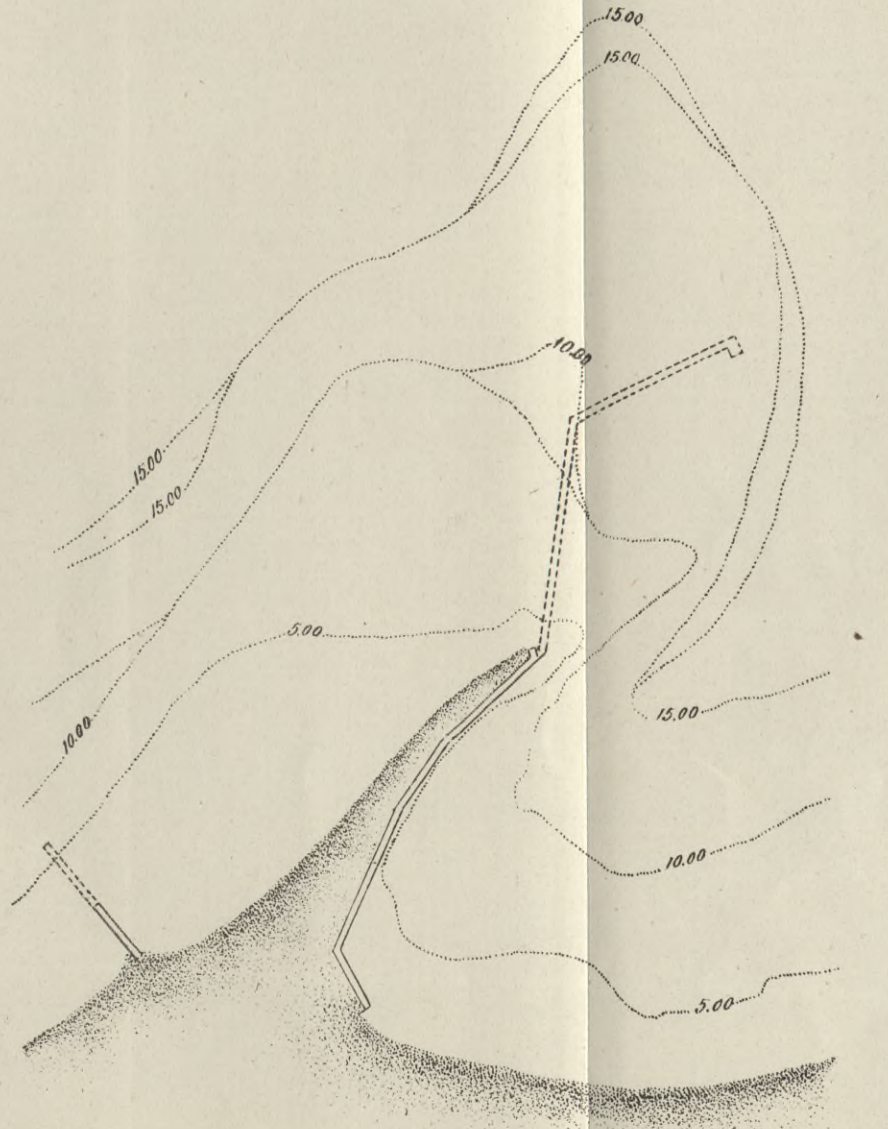
PORTO DI PORTO EMPEDOCLE  
Scala 1:7500

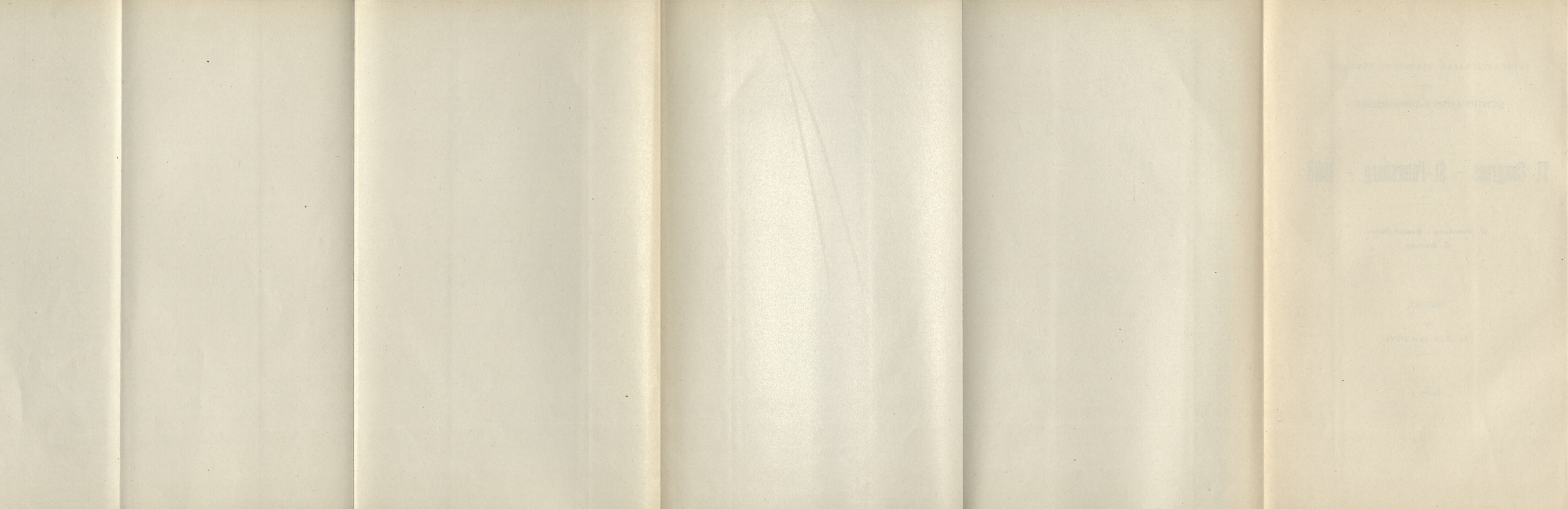
Fig. 3<sup>a</sup>



PORTO DI S. VENERE  
Scala 1:10000

Fig. 4<sup>a</sup>





XI. Congress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Bericht

BERICHT

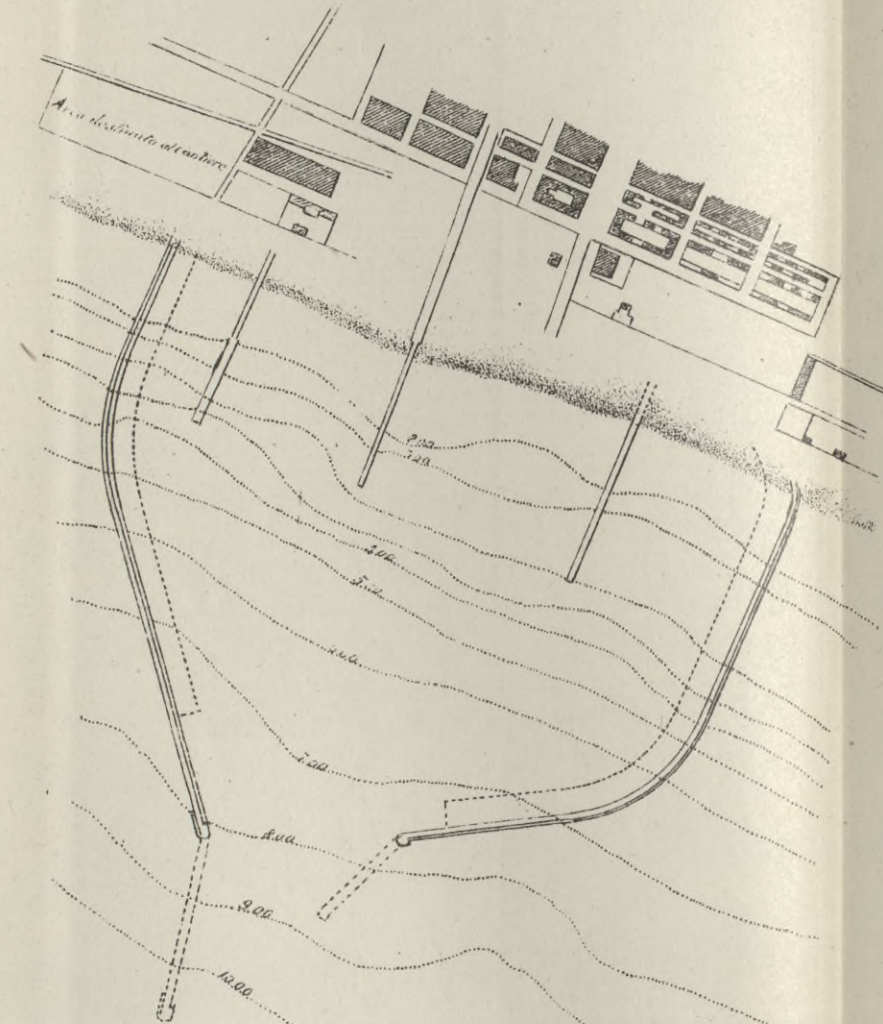
VON

D. LO GATTO

BLATT II

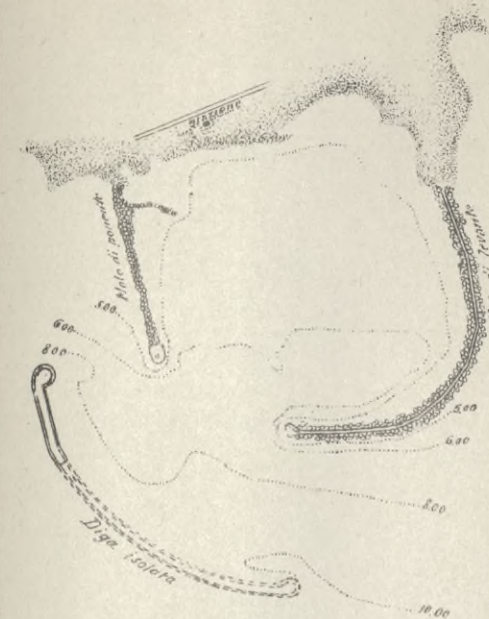
MARINA DI CARRARA  
Scala 1:12000

Fig. 5<sup>a</sup>



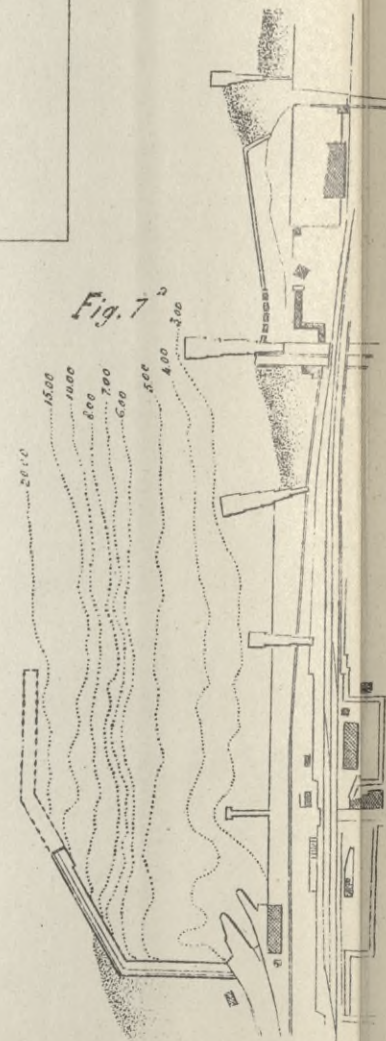
PORTO DI LICATA  
Scala 1:7500

Fig. 6<sup>a</sup>



PORTO DI VILLA S. GIOVANNI  
Scala 1:6000

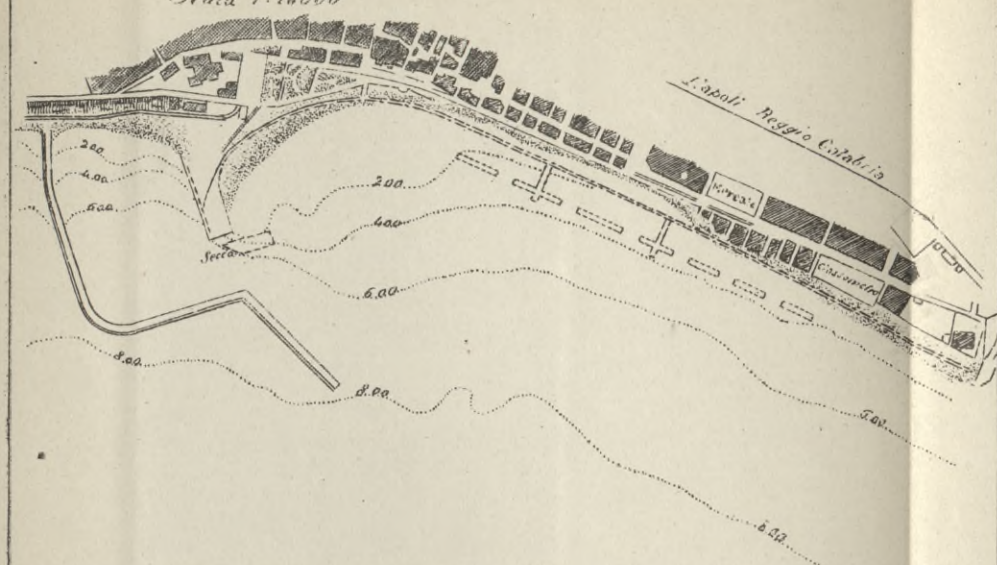
Fig. 7<sup>a</sup>



PORTO DI SALERNO

Scala 1:13000

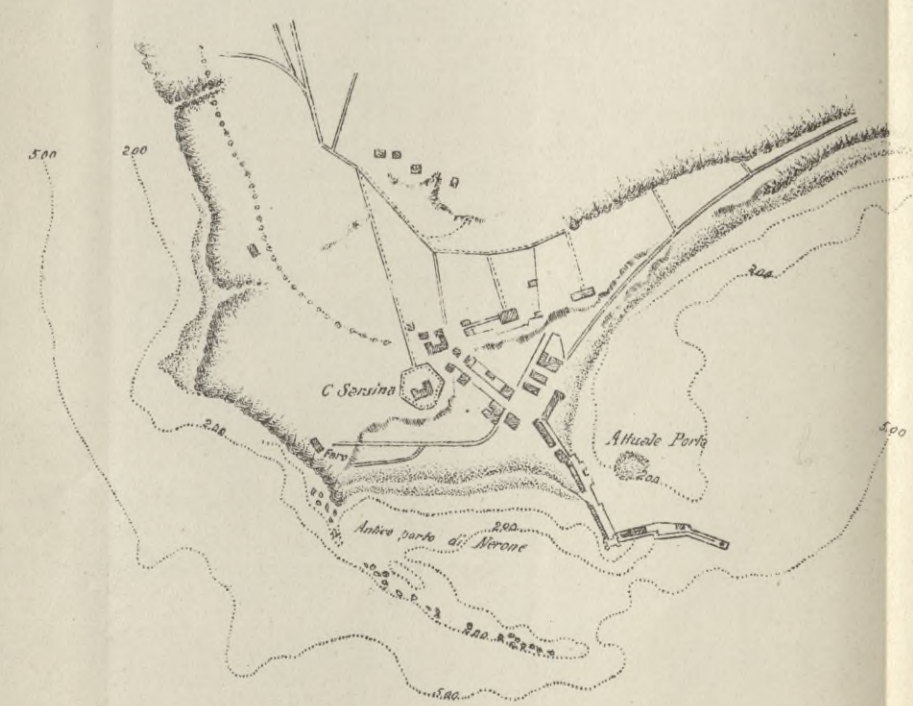
Fig. 8<sup>a</sup>



PORTO D'ANZIO

Scala 1:20000

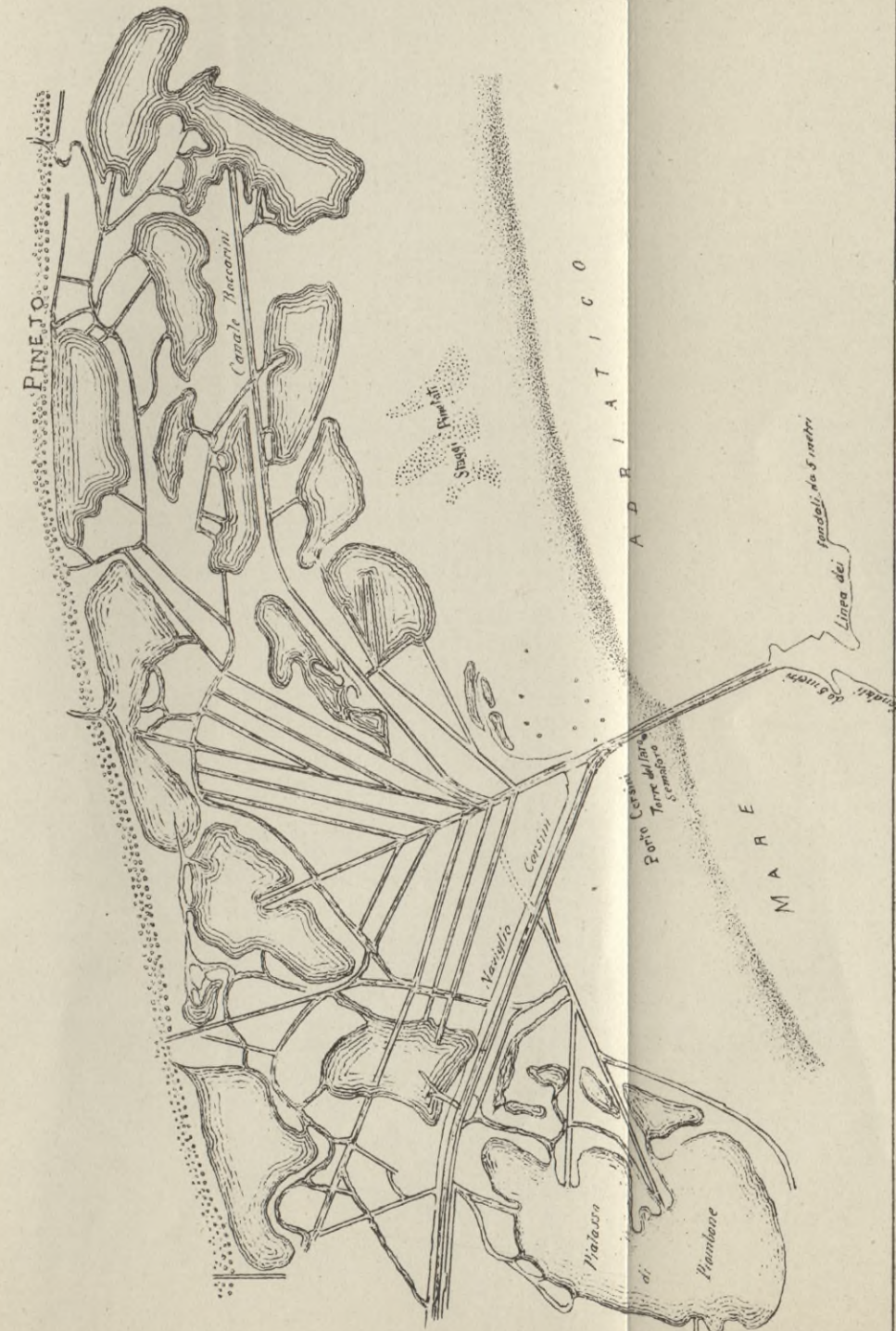
Fig. 9<sup>a</sup>



PORTO-CANALE CORSINI (RAVENNA)

Scala 1:40000

Fig. 10<sup>a</sup>



S. 61



**POLITECHNIKA KRAKOWSKA**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-349757**

Kdn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299863