

VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA
LUNGO IL LITORALE ADRIATICO
TRA LE FOCI DEI FIUMI SAVIO E FOGLIA
NEL PERIODO DAL 1820 AL 1970

ALBERTO ANTONIAZZI

VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA
LUNGO IL LITORALE ADRIATICO
TRA LE FOCI DEI FIUMI SAVIO E FOGLIA
NEL PERIODO DAL 1820 AL 1970

di
ALBERTO ANTONIAZZI

A CURA DELLA
CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA, ARTIGIANATO E AGRICOLTURA - FORLÌ

PRESENTAZIONE

Nell' Aprile del 1965 la Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Forlì si fece promotrice di un Comitato con lo scopo di promuovere un organico programma di ricerche sulle cause del fenomeno, in continuo aggravamento, delle erosioni marine e sui possibili rimedi, al fine di conseguire :

- la prevenzione dall' erosione marina dei tratti di spiaggia non ancora colpiti e il miglioramento di quelli impoveriti;*
- la manutenzione e il miglioramento dei porti locali ad uso peschereccio e turistico.*

Di tale Comitato furono chiamati a far parte, vari tecnici, rappresentanti di Enti locali, fra i quali oltre all' Ente Camerale, l' Ente Provinciale per il Turismo, l' Amministrazione Provinciale, il Comune di Rimini, nonchè il Genio Civile Opere Marittime di Ravenna.

Con la costituzione di questo Comitato la Camera di Commercio forlivese intervenne su un problema, i cui riflessi economico-sociali erano vivamente sentiti dalle popolazioni della riviera. In proposito, nel dopoguerra, a causa dell'aggravarsi, dell' estendersi e dello spostarsi dei fenomeni erosivi lungo il litorale forlivese, erano fiorite, generalmente con prospettive piuttosto particolaristiche, varie iniziative locali per realizzare opere di difesa e, qualche volta, per promuovere studi sulle cause dell' erosione marina. Nel contempo si erano accese polemiche circa gli effetti delle opere costruite o progettate in singoli tratti costieri e sulle conseguenze che avevano provocato o potevano provocare nei tratti limitrofi. Vi furono anche iniziative tendenti a superare i particolarismi e ad impostare lo studio e la difesa del litorale in modo unitario e armonico, come quella di Cesenatico del 1963 che portò alla costituzione di un Comitato per la difesa del litorale romagnolo-marchigiano. Il principale risultato conseguito da queste iniziative fu quello di sensibilizzare l'opinione pubblica sul problema.

Il Comitato, costituito presso la Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, dopo alcune riunioni iniziali, che servirono per impostare la propria azione, affidò al Prof. Tino Lipparini l'incarico di una prima indagine, i cui risultati furono esposti, verso la fine dell'estate del 1965 in una relazione preliminare, nella quale: veniva sottolineata la sostanziale validità delle conclusioni raggiunte dal Borghi nel 1938, e cioè che la causa principale dell'erosione marina era da ricercarsi nella costruzione o nel prolungamento dei moli portuali, che hanno alterato la libera evoluzione della linea di spiaggia provocando accumuli di materiali sulla destra di tali opere e perdite delle spiagge sulla sinistra; venivano esaminati i risultati conseguiti dalle varie opere di difesa sperimentate lungo la costa; veniva proposta, infine, la ripetizione delle misure topografiche effettuate dal Borghi nel 1938 per valutare le successive variazioni della spiaggia.

Successivamente alle violente mareggiate del novembre 1966 e ai loro effetti sulle spiagge e sulle opere litoranee nel forlivese, fu deciso un rilancio dell'attività del Comitato. Il prof. Tino Lipparini, non potendo ulteriormente partecipare ai lavori del Comitato, propose di incaricare il dott. Alberto Antoniazzi di proporre un programma di studi adeguato alle dimensioni del problema.

Lo schema delle ricerche, successivamente formulato dal dott. Antoniazzi e adottato dal Comitato, si proponeva principalmente di puntualizzare:

- i lineamenti geomorfologici fondamentali della costa;
- il dinamismo atmosferico e talassografico del litorale;
- le variazioni progressive della linea di spiaggia;
- il movimento di materiali lungo la spiaggia;
- le cause delle variazioni in atto.

Circa la realizzazione di questi studi e la loro pratica utilizzazione nella sistemazione della costa, fu deciso di attuare un programma in tre fasi successive, delle quali:

- la prima concernente la raccolta e l'elaborazione dei dati facilmente reperibili o rapidamente rilevabili in modo da ottenere un quadro, il più possibile organico, accurato ed aggiornato della situazione del litorale forlivese;
- la seconda riguardante la raccolta e l'elaborazione dei dati necessari alla progettazione di un coordinato sistema di opere e di interventi difensivi lungo la costa forlivese;
- la terza, infine, con la realizzazione di un progetto organico di difesa e di sistemazione del litorale.

Un ulteriore contributo all'unitarietà e all'organicità degli studi sull'erosione marina nel litorale forlivese venne dal

coordinamento tra l'attività del Comitato presieduto da Giancarlo D' Orazio e le ricerche su questo fenomeno promosse dall'Ente Provinciale per il Turismo di Forlì ed affidate al Laboratorio Idraulico di Delft (Olanda). Questo permise di approfondire l'esame dei problemi del litorale forlivese con l'ing. E. W. Bijker, già vicedirettore del Laboratorio Idraulico di Delft ed oggi docente di ingegneria costiera presso l'Università di Delft, e con altri tecnici olandesi.

La prima delle tre fasi del programma del Comitato si è conclusa con la presentazione, nel giugno del 1967, della relazione L'erosione marina nel litorale forlivese. Conoscenze attuali. Prime ipotesi sul fenomeno. Un programma di studi del dott. Antoniazzi, successivamente pubblicata a cura dell'Ente camerale, e della relazione preliminare del Laboratorio Idraulico di Delft, pervenuta all'Ente Provinciale per il Turismo di Forlì nella seconda metà del 1968, della quale il dott. Antoniazzi è stato autorizzato a rendere di pubblica ragione gli elementi essenziali durante il Convegno di studi romagnoli tenutosi a Cesenatico nel 1969. Le due relazioni si sono rivelate complementari ed integrative. Nella prima figurava una sintesi degli elementi raccolti e un quadro d'insieme della situazione tendente ad indicare i limiti delle conoscenze disponibili e ad impostare concretamente le fasi successive del programma di studi, di ricerche e di progettazioni per la difesa e la sistemazione della spiaggia; nella seconda era presentata una interessante elaborazione tecnica dei dati disponibili ed alcune indicazioni determinanti per lo sviluppo delle ulteriori ricerche.

Attualmente è in corso di realizzazione la seconda fase del programma del Comitato di studio sui problemi dell'erosione marina nel litorale forlivese. In ossequio al preciso dovere di porre sollecitamente a disposizione dei Tecnici e di quanti sono interessati al problema gli elementi acquisiti, alcuni lavori legati a questa seconda fase del programma sono già stati pubblicati a cura della Camera di Commercio forlivese, altri sono in avanzata preparazione e saranno pubblicati quanto prima. Il presente lavoro sulle variazioni della linea di costa, è stato predisposto dal Dott. Alberto Antoniazzi, che si ringrazia vivamente per il contributo determinante offerto per l'impostazione e la realizzazione del programma di ricerca.

IL PRESIDENTE
PROF. LORENZO CAPPELLI

1. P R E M E S S A

Il presente lavoro fa parte delle ricerche sul problema dell'erosione marina, promosse dalla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Forlì e dall'Ente Provinciale per il Turismo di Forlì al fine di ottenere un quadro significativo della situazione e dei dinamismi che interessano il litorale come base conoscitiva indispensabile per adeguati interventi contro i preoccupanti fenomeni, che minacciano la ricchezza di tante località balneari.

L'acquisizione di una adeguata conoscenza delle variazioni della linea di spiaggia, specie nel periodo intercorrente dall'inizio del secolo passato ad oggi, era uno dei punti fondamentali del programma di studi previsto (A. Antoniazzi, 1967). Si trattava, in particolare, di riprendere su base cartografica continua, riguardante l'intero litorale dalla foce del fiume Savio a quella del fiume Foglia, il lavoro di G. Borghi (1938) sulle variazioni della linea di costa lungo le spiagge romagnole da Cervia a Punta Gabicce e il suo aggiornamento, pubblicato da A. Antoniazzi nel 1967.

Nei lavori citati le variazioni della linea di costa erano stabilite soprattutto in base allo spostamento di questa linea rispetto a 23 caposaldi distribuiti lungo l'arco litoraneo. Nel presente studio le variazioni risultano dai valori medi, ottenuti mediante misura ed elaborazione dei dati rilevati dalle 37 tavole in scala 1:5.000 appositamente costruite, in cui è riportata la linea di costa lungo tutto il litorale negli anni 1820 o 1835, 1915 o 1917, 1944, 1955 e 1970. Solo nel tratto tra Gabicce e Pesaro la particolare conformazione della costa ha permesso un significativo confronto solo tra la configurazione del 1835 e quella del 1970.

Nel presente lavoro è quindi fornito un quadro cartografico e statistico completo delle variazioni, negli ultimi 150 anni, della linea di costa, che può servire anche come base per valutazioni quantitative sui materiali sedimentari coinvolti annualmente nel dinamismo della spiaggia.

2. REALIZZAZIONE DELLE CARTE ED ELABORAZIONE DEI DATI

2.1 IL LITORALE CONSIDERATO

La spiaggia lungo il litorale considerato è quasi esclusivamente sabbiosa e ai margini di una costa bassa nel tratto romagnolo tra la foce del Savio e quella del Tavollo (Cattolica), è quasi esclusivamente ghiaiosa e ai margini di una costa alta a falesia nel tratto marchigiano tra la foce del Tavollo e quella del Foglia a Pesaro.

Dalla spiaggia verso l'interno del territorio si possono osservare : i residui di antiche aree lagunari e vallive ; una falesia morta, che stabilisce un dislivello di qualche metro tra i terreni alluvionali della pianura e i più recenti sedimenti marini costieri, estesa tra la foce del fiume Uso e Cattolica con una interruzione in corrispondenza della foce del fiume Marecchia ; una collina litoranea a strapiombo sul mare tra Cattolica e Pesaro.

Dalla spiaggia emersa verso il largo la pendenza dei fondali si accresce scendendo da Cervia verso Pesaro. L'isobata — 10 metri dista, infatti, oltre sette chilometri dalla costa nella zona di fronte a Cervia e a Cesenatico, si avvicina a neanche quattro chilometri innanzi a Rimini e raggiunge distanze anche inferiori ad un chilometro e mezzo dalla battigia presso la costa di Pesaro. La pendenza media del fondo, rispetto a questa isobata, sale così dal 3‰ al 7‰.

Lungo questa linea di spiaggia si sono manifestati sia fenomeni erosivi ad opera del mare, che hanno colpito il 63% del litorale in tempi diversi e in varia misura, sia importanti depositi di sedimenti. Oggetto di questo studio è appunto la documentazione grafica e quantitativa di tali fenomeni.

2.2. LA REDAZIONE DELLE CARTE

La redazione delle tavole allegate è stata fondata sui seguenti elementi base :

1° - planimetria in scala 1 : 4.000 con la posizione del battente marino negli anni 1835, 1917, 1948, 1957, 1963 e

1967 nei Comuni di Ravenna (in parte) e di Cervia, redatta a cura dell'Ufficio Tecnico Erariale di Ravenna (*);

- 2° - planimetria in scala 1:2.000 con la posizione del battente marino negli anni 1820, 1915, 1950 e 1965 nella Provincia di Forlì, redatta a cura dell'Ufficio Tecnico Erariale di Forlì;
- 3° - planimetria in scala 1:2.000 con la posizione del battente marino negli anni 1835 e 1969 nel tratto da Gabicce a Pesaro, redatta a cura dell'Ufficio Tecnico Erariale di Pesaro;
- 4° - serie di foto aeree del litorale considerate riprese dalla ricognizione inglese nei voli del 24 giugno 1944 e del 3 luglio 1944;
- 5° - serie di foto aeree del litorale considerate riprese dall'Aeronautica Militare Italiana nei voli del 30 giugno 1955 e 4 agosto 1955;
- 6° - serie di foto aeree del litorale considerate riprese dall'Aeronautica Militare Italiana nel volo del 17 febbraio 1970;
- 7° - numerose carte aerofotogrammetriche del litorale in scala varia (1:2.000, 1:4.000 e 1:5.000) e realizzate in date diverse a cura di quasi tutti i Comuni costieri.

Il fondo topografico per approntare le tavole è stato desunto dalle planimetrie catastali e dalle carte aerofotogrammetriche dei Comuni; solo in qualche tratto limitato è stato ricavato direttamente dalle foto aeree.

Le linee di costa recenti, al fine di rappresentare, per quanto possibile, posizioni riferite ad uno stesso anno lungo tutto il litorale considerato, sono state tratte dalle foto aeree del 1944, del 1955 e del 1970. Da queste foto sono state, inoltre, ricavate le varie opere di difesa approntate lungo la costa.

Le linee di costa antiche, riferite al 1820 o 1835 e al 1915 o 1917, sono quelle catastali.

Mediante un lungo e paziente lavoro cartografico, curato dal geometra Pier Giuseppe Gardelli, sotto la direzione dello scrivente, sono state redatte 37 tavole in scala 1:5.000. Per la stampa queste carte sono state ridotte alla scala 1:10.000. Una tavola in scala 1:400.000 fornisce poi la visione d'insieme del litorale considerato.

In ciascuna carta la linea di spiaggia riferita ad un dato anno è stata rappresentata con un tratteggio particolare ed è stata contrassegnata dalla data. In tutte le tavole, poi, uno stesso tratteggio corrisponde ad un determinato anno. Nei tratti di litorale in cui non vi è stata variazione durante un certo

Il rilievo topografico dell'anno 1835 venne eseguito mediante la tavoletta pretoriana. L'impianto e l'aggiornamento del nuovo Catasto fu eseguito col tacheometro facendo riferimento a punti trigonometrici. Il battente del mare dell'anno 1957 è stato desunto da un rilevamento aerofotogrammetrico.

2.3 MISURE ED ELABORAZIONI

intervallo di tempo è stato rappresentato solo il tratteggio riferito alla data più antica in cui la linea di spiaggia si è stabilizzata.

In ogni tavola sono indicate con appositi trattini le posizioni di sovrapposizione e di contatto con la tavola precedente e successiva. Segni grafici particolari distinguono i limiti comunali e provinciali. La toponomastica è stata ridotta allo stretto necessario per definire con esattezza le varie zone.

Le 37 tavole originali delle variazioni della linea di spiaggia tra le foci dei fiumi Savio e Foglia sono state utilizzate per determinare la lunghezza della linea di spiaggia negli anni 1820 o 1835, 1915 o 1917, 1944, 1955 e 1970 e per misurare le superfici guadagnate o perdute dalla spiaggia negli intervalli di tempo intercorrenti tra queste date.

Le misure sono state eseguite procedendo, in ciascuna tavola, dall'estremo nord del litorale considerato fino a raggiungere il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, indicato da un apposito trattino. Quando in una singola tavola figuravano elementi significativi per l'evoluzione della spiaggia — come porti, foci fluviali ecc. — le lunghezze delle linee di spiaggia, nei singoli tratti così definiti, sono state mantenute distinte. Per questo in alcune tavole sono state evidenziate separatamente le variazioni presentate da due o addirittura da tre tratti costieri differenti.

Le valutazioni quantitative sono state eseguite con accuratezza, sono state ripetute almeno tre volte e come risultato è stato preso il valore medio ottenuto. Per valutare l'ampiezza delle superfici è stato usato il planimetro polare in tutti i casi in cui la forma e l'estensione delle superfici era tale da consentire un corretto impiego di tale strumento, altrimenti sono stati impiegati appositi reticoli millimetrici su carta trasparente.

Per semplificare le ulteriori elaborazioni e per correggere le anomalie dovute alla suddivisione del litorale nelle varie tavole è stata determinata, in ciascun tratto considerato, la lunghezza media della linea di spiaggia, ottenendola dalle misure delle varie linee di spiaggia in esso evidenziate.

Gli incrementi o le riduzioni della spiaggia sono stati ottenuti, in ciascun intervallo di tempo, dividendo le aree misurate per la lunghezza media della linea di spiaggia nel tratto costiero considerato. Da questo dato è stata poi ottenuta zona per zona la variazione media della spiaggia in ciascun intervallo di tempo e in tutto il periodo studiato. I valori, arrotondati al centesimo, riportati nelle varie tabelle, sono stati sempre ottenuti direttamente dalle aree e dalle lunghezze misurate o dalle loro somme.

Alcune prove effettuate hanno rivelato che le differenze, tra le variazioni medie annue così ottenute e quelle determina-

bili dividendo preliminarmente ciascuna area misurata per la lunghezza del tratto costiero rispetto al quale è variata, restano normalmente contenute entro la seconda cifra dopo la virgola, nei tratti sufficientemente lunghi. Mentre usando quest'ultimo metodo si ottengono dei valori piuttosto anomali nei tratti costieri brevi, tagliati obliquamente dal limite della tavola.

I valori fondamentali ottenuti sono stati riportati nella didascalia di ciascuna tavola e sono stati ulteriormente elaborati nel presente lavoro.

3. LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA

3.1 VARIAZIONI COMPLESSIVE

Il quadro complessivo delle variazioni nel litorale considerato, ottenuto dall'elaborazione statistica dei dati concernenti i singoli tratti costieri, mostra la spiaggia romagnola in protendimento sul mare e la costa marchigiana in regresso.

Nella costa bassa e sabbiosa romagnola tra le foci del fiume Savio e del torrente Tavollo il protendimento della spiaggia è, infatti, continuato ininterrottamente dal 1820 o 1835 al 1970. L'incremento medio annuo nell'intero arco costiero considerato, della lunghezza media di 53.323 metri, è tuttavia progressivamente diminuito nel tempo; infatti tra il 1835 e il 1915 l'aumento della spiaggia è stato di 1,96 metri all'anno, tra il 1915 e il 1944 di 0,80 metri all'anno, tra il 1944 e il 1955 di 0,68 metri all'anno e tra il 1955 e il 1970 di 0,05 metri all'anno. Posto pari a 100 l'aumento della spiaggia tra il 1835 e il 1915, successivamente l'incremento è sceso al 41% di tale valore tra il 1915 e il 1944; al 35% tra il 1944 e il 1955 e al 3% tra il 1955 e il 1970. Il protendimento medio nell'intero periodo considerato è stato di 1,40 metri all'anno.

La costa alta marchigiana tra le foci del torrente Tavollo e del fiume Foglia ha subito, nello stesso intervallo di tempo, un arretramento medio di 0,18 metri all'anno.

3.2 VARIAZIONI LOCALI

L'osservazione delle varie tavole e la lettura delle corrispondenti didascalie consente di acquisire una conoscenza analitica della situazione di ciascun tratto del litorale. E' parso, tuttavia, utile compiere un'elaborazione statistica dei dati in modo da definire le variazioni medie della spiaggia in tratti costieri particolarmente significativi. A tale fine la costa è stata suddivisa in dieci parti, come indicato nella tabella n. 1, delle quali nove appartengono alla spiaggia romagnola ed una alla costa marchigiana.

Nella tabella n. 1 i dati relativi alle variazioni della spiaggia sono stati elaborati in modo da essere tutti riferiti al 1915 e, per quanto concerne la costa forlivese, la situazione riferita

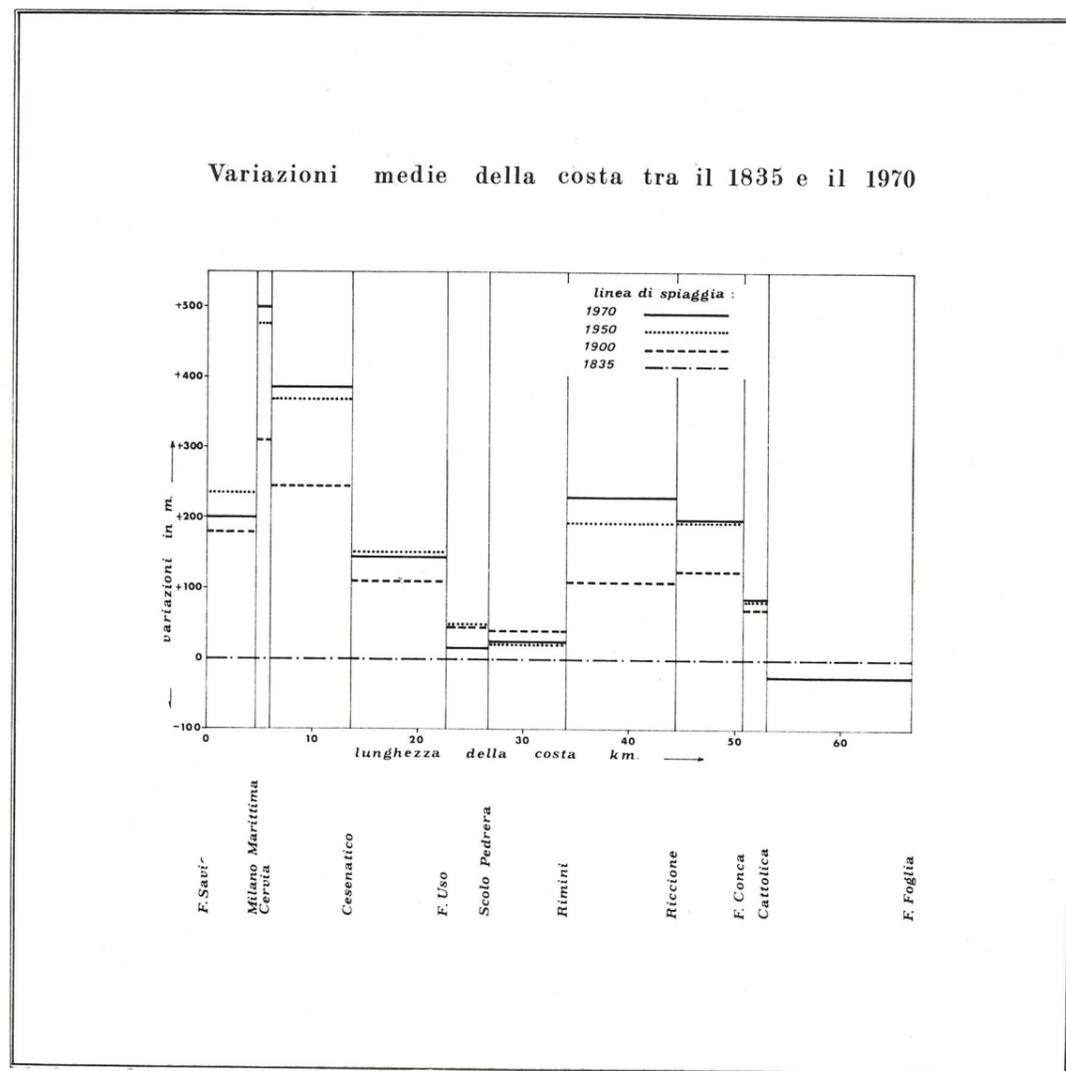


FIGURA N. 1

Le posizioni delle linee di spiaggia medie del 1900, del 1950 e del 1970, nei dieci tratti in cui è stato suddiviso il litorale considerato, sono riferite a quella del 1835.

Tab. N. 1 — VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA NEL LITORALE TRA LE FOCI DEI FIUMI SAVIO E FOGLIA

Litorale considerato	Lunghezza media della linea di spiaggia	Variazioni medie annue nei periodi:				
		1835-1915 m	1915-1944 m	1944-1955 m	1955-1970 m	1835-1970 m
Dalla foce del fiume Savio al molo di Milano Marittima	4.613	+ 2,76	+ 0,78	- 0,92	- 2,15	+ 1,49
Dal molo di Milano Marittima al porto di Cervia	1.441	+ 4,92	+ 2,95	+ 1,64	+ 1,07	+ 3,74
Dal porto di Cervia al porto di Cesenatico	7.860	+ 3,74	+ 2,19	+ 0,62	+ 1,00	+ 2,85
Dal porto di Cesenatico alla foce dell' Uso	9.003	+ 1,73	+ 0,21	+ 0,80	- 0,65	+ 1,06
Dalla foce dell' Uso allo scolo Pedrera	3.911	+ 0,70	- 0,37	+ 0,22	- 2,22	+ 0,11
Dallo scolo Pedrera al porto di Rimini	7.341	+ 0,61	- 0,85	- 0,07	+ 0,03	+ 0,18
Dal porto di Rimini al porto di Riccione	10.306	+ 1,71	+ 1,47	+ 2,35	+ 1,61	+ 1,70
Dal porto di Riccione alla foce del fiume Conca	6.504	+ 1,94	+ 1,34	+ 0,14	+ 0,08	+ 1,46
Dalla foce del fiume Conca al porto di Cattolica	2.344	+ 1,08	- 0,26	+ 0,24	+ 0,06	+ 0,61
Dal porto di Cattolica alla foce del fiume Foglia	13.469	—	—	—	—	- 0,18

al periodo 1835-1915 è ugualmente valida per l'intero periodo 1820-1915. La lunghezza dei tratti costieri considerati, in qualche caso, ha fatto sì che nelle medie siano scomparse variazioni negative della spiaggia significative, ma localizzate.

Dall'esame di questa tabella si può rilevare che fino al 1915 il protendimento medio annuo, pur con valori variabili, ha interessato l'intera spiaggia romagnola. Tra il 1915 e il 1944 arretramenti significativi si sono verificati tra la foce del fiume Uso e il porto di Rimini e tra la foce del fiume Conca e il porto di Cattolica. Successivamente nel periodo 1944-1955 gli arretramenti della costa si sono dimostrati particolarmente significativi dalla foce del fiume Savio ai moli di Milano Marittima e tra le foce dello scolo Pedrera e il porto di Rimini. Nel periodo 1955-1970, infine, si è accentuato l'arretramento nella zona tra la foce del fiume Savio e i moli di Milano Marittima ed ha raggiunto valori significativi tra la foce del fiume Uso e quella dello scolo Pedrera.

Nelle tabelle n. 2, 3 e 4 sono compendiate in un quadro sintetico le variazioni medie annue di ciascun tratto costiero considerato, riportate nella didascalia illustrativa di ogni tavola. Il segno positivo indica un incremento della terra sul mare, il segno negativo indica un arretramento della costa.

Nella tabella n. 2 si possono osservare le variazioni della costa ravennate tra le foci del fiume Savio e il confine della Provincia di Forlì per una lunghezza media della linea di costa di 11.351 metri. Questo tratto costiero risulta suddiviso in sette tratti di lunghezza variabile.

Nella tabella n. 3 figurano le variazioni lungo la costa della Provincia di Forlì. Il tratto considerato è della lunghezza media di 41.972 metri e risulta suddiviso in trentuno parti di lunghezza variabile.

Nella tabella n. 4 sono riportate le variazioni della costa nella Provincia di Pesaro tra il confine con la Provincia di Forlì e la foce del fiume Foglia. La lunghezza media della costa è di 13.469 metri.

Tab. N. 2 — VARIAZIONI DELLA COSTA RAVENNATE TRA LA FOCE DEL FIUME SAVIO E IL CONFINE CON LA PROVINCIA DI FORLÌ

Località	Tavola n.	Lunghezza media della linea di spiaggia m	Variazioni medie annue nei periodi:				
			1835-1917 m	1917-1944 m	1944-1955 m	1955-1970 m	1835-1970 m
Lido del Savio	2	1.847	+ 1,24	— 1,59	— 2,09	— 3,60	— 0,13
Milano Marittima	3	2.252	+ 3,58	+ 1,85	— 0,27	— 1,46	+ 2,36
A Nord dei moli di Milano Marittima	4	514	+ 4,63	+ 3,30	+ 0,45	0,00	+ 3,50
Tra i moli di Milano Marittima e di Cervia	4	1.441	+ 4,82	+ 2,81	+ 1,64	+ 1,07	+ 3,74
A Sud del porto di Cervia	4	361	+ 2,48	+ 4,33	+ 3,27	+ 0,53	+ 2,70
Cervia	5	2.375	+ 3,86	+ 2,89	+ 1,00	+ 1,06	+ 3,12
	6	2.561	+ 4,38	+ 1,81	+ 0,45	+ 1,47	+ 3,22

Tab. N. 3 — VARIAZIONI DELLA COSTA NELLA PROVINCIA DI FORLÌ

L o c a l i t à	Tavola n.	Lunghezza media della linea di spiaggia m.	Variazioni medie annue nei periodi:					
			1820-1915	1915-1944	1944-1955	1955-1970	1820-1970	
			m	m	m	m	m	
Dal limite della Provincia allo scolo Mesola	7	355	+ 3,59	+ 0,69	+ 0,82	+ 1,20	+ 2,59	
Dallo scolo Mesola verso il porto di Cesenatico	7	1.720	+ 3,03	+ 1,59	— 0,45	+ 0,67	+ 2,26	
Fino al porto di Cesenatico	8	488	+ 3,36	+ 1,27	+ 1,27	— 0,47	+ 2,42	
Oltre il porto di Cesenatico	8	1.407	+ 3,26	+ 2,79	+ 1,54	— 0,07	+ 2,71	
Cesenatico	9	1.542	+ 2,54	+ 2,21	+ 1,18	— 2,70	+ 1,85	
Cesenatico (Valverde)	10	1.243	+ 2,05	+ 0,76	— 0,17	— 2,47	+ 1,19	
Gatteo, Savignano e S. Mauro	11	1.962	+ 1,39	+ 1,93	+ 1,27	— 1,33	+ 0,47	
Bellarìa	12	1.840	+ 0,57	— 0,97	+ 0,36	+ 0,27	+ 0,22	
Bellarìa (fino alla foce dell'Uso)	13	1.009	+ 0,73	— 0,83	+ 0,27	+ 3,60	+ 0,68	
Igea Marina (a sud della foce dell'Uso)	13	1.031	+ 0,31	+ 0,05	+ 1,73	— 1,00	+ 0,23	
Igea Marina	14	2.030	+ 0,78	— 0,48	— 0,18	— 1,87	+ 0,20	
Igea Marina (fino allo scolo Pedrera)	15	850	+ 0,98	— 0,62	— 0,64	— 4,53	+ 0,00	
Torre Pedrera	15	825	+ 0,82	— 0,17	— 1,82	— 3,13	+ 0,04	
Viserbella	16	1.952	+ 0,39	— 0,38	— 1,91	— 0,40	— 0,01	
Viserba	17	1.962	+ 0,45	+ 0,69	+ 1,45	+ 0,33	+ 0,29	
Rivabella	18	1.730	+ 0,77	— 1,31	+ 0,27	+ 1,40	+ 0,39	
S. Giuliano a mare	19	872	+ 0,91	— 1,96	+ 1,64	+ 0,60	+ 0,37	
Rimini (a destra del porto)	19	987	+ 1,55	+ 3,65	+ 3,00	+ 1,93	+ 2,10	
Rimini	20	1.906	+ 1,52	+ 2,24	+ 3,63	+ 1,26	+ 1,79	
Bellariva	21	2.012	+ 1,41	+ 1,42	+ 3,09	+ 2,13	+ 1,61	
Miramare	22	1.666	+ 1,99	+ 1,17	+ 1,36	+ 2,13	+ 1,80	
Confine tra Rimini e Riccione	23	2.015	+ 1,79	+ 0,31	+ 2,00	+ 1,53	+ 1,49	
Riccione (a sinistra del porto)	24	1.720	+ 1,98	+ 1,10	+ 1,09	+ 0,80	+ 1,63	
Riccione (a destra del porto)	24	228	+ 2,85	+ 1,69	+ 0,63	+ 0,53	+ 2,23	
Riccione	25	1.722	+ 2,46	+ 1,65	+ 0,68	+ 1,20	+ 2,05	
Confine tra Riccione e Misano	26	1.762	+ 2,49	+ 1,44	+ 0,91	+ 0,06	+ 1,93	
Misano Adriatico	27	1.670	+ 1,28	+ 1,79	— 0,36	— 0,20	+ 1,11	
Misano Adriatico (fino alla foce del Conca)	28	1.122	+ 1,09	— 0,03	— 1,27	— 1,27	+ 0,47	
Cattolica (oltre la foce del Conca)	28	442	+ 1,27	— 0,93	+ 1,81	— 2,26	+ 0,53	
Cattolica	29	1.510	+ 1,10	— 0,27	+ 0,27	— 0,06	+ 0,66	
Cattolica (a sinistra del porto)	30	392	+ 0,80	+ 0,51	— 1,65	+ 3,13	+ 0,80	

Tab. N. 4 — VARIAZIONI DELLA COSTA DELLA PROVINCIA DI PESARO TRA IL CONFINE CON LA PROVINCIA DI FORLÌ E LA FOCE DEL FIUME FOGLIA

L o c a l i t à	T a v o l a n.	Lunghezza media della linea di spiaggia m.	Variazioni medie annue nel periodo:	
			1835-1970	m
Gabicce (a destra del porto di Cattolica)	30	840	+ 0,36	
Gabicce	31	1.490	— 0,24	
Confine tra Gabicce e Pesaro	32	1.450	— 0,19	
Pesaro (Castel di Mezzo)	33	1.670	— 0,11	
Pesaro (Fiorenzuola di Focara)	34	1.740	— 0,05	
Pesaro	35	1.660	— 0,03	
Pesaro	36	1.730	— 0,14	
Pesaro	37	1.800	— 0,22	
Pesaro	38	1.089	— 1,00	

4. QUANTITA' DI SEDIMENTI

4.1. IMPOSTAZIONE DEL PROBLEMA

Un tentativo di stima delle quantità di sedimenti annualmente in gioco lungo la spiaggia romagnola considerata deve tenere conto non solo delle variazioni positive o negative della costa, ma anche delle variazioni in senso verticale del livello marino. Infatti gli aumenti o le riduzioni delle spiagge, determinati mediante il presente studio, possono dipendere principalmente tanto da un cambiamento nelle quantità e nella distribuzione dei materiali disponibili, quanto da una modifica del livello del mare rispetto alla terra emersa.

La conoscenza delle variazioni del livello marino lungo la nostra costa è quindi una base indispensabile per tentare una stima delle quantità di materiali annualmente in gioco lungo le nostre spiagge.

4.2 INNALZAMENTO DEL LIVELLO MARINO

Quando si studiano le variazioni del livello marino rispetto alla terra emersa bisogna tenere conto che alla modifica osservabile possono concorrere due fatti concomitanti: l'aumento o la riduzione delle quantità d'acqua nel mare (*variazioni eustatiche*) e l'innalzamento o l'abbassamento della crosta terrestre (*bradisismi*). Lungo le nostre coste queste due cause agiscono contemporaneamente e concorrono all'aumento medio del livello marino.

Negli ultimi anni il livello marino medio è aumentato su tutta la terra. Secondo S. Polli (1952) questo incremento è stato di + 1,1 mm all'anno nel periodo 1871-1940. Tale variazione eustatica del livello marino medio, connessa con lo scioglimento dei ghiacciai dopo l'ultima glaciazione e con oscillazioni nella temperatura generale della superficie terrestre e nella estensione delle calotte glaciali, è accompagnata nel litorale romagnolo da moti di subsidenza della crosta terrestre. G. Salvioni (1967) con la comparazione, dopo opportune elaborazioni, tra i dati della vecchia rete altimetrica dell'I.G.M. (1877-1903) e la nuova (1950-1956), ha posto in evidenza che il litorale roma-

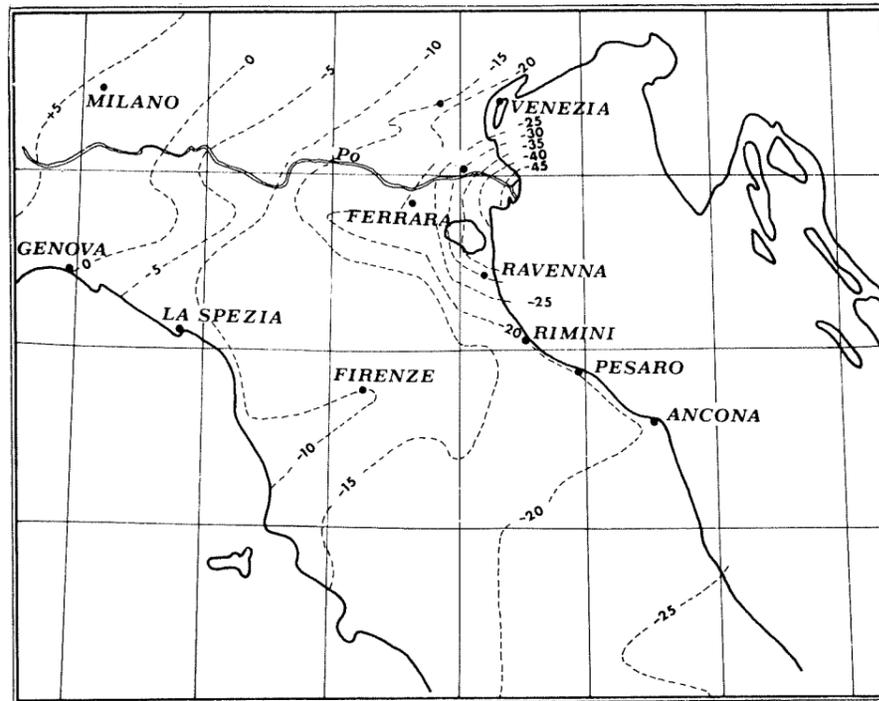


FIGURA N. 2

Variazioni nel livello del suolo tra il 1827 e il 1957 (ridisegnato da G. Salvioni, 1967).

gnolo si è abbassato di circa 20-35 centimetri in un periodo di 60 anni. Le due livellazioni, infatti, sono state riferite rispettivamente al 1897 e al 1957 e sono state corrette dell'innalzamento medio del mare e del divario esistente tra gli anni in cui sono state effettivamente eseguite le misure e quelli di riferimento. L'abbassamento del suolo è, in particolare, risultato: di 32,2 centimetri a Ravenna; di 19,8 centimetri a Rimini; di 17,4 centimetri a Riccione; di 20,1 centimetri a Cattolica.

Altri importanti dati sulla variazione reciproca del livello suolo-mare sono forniti da D. Gottardo (1970). Questo Autore pone in evidenza che dal confronto tra i livelli mareografici medi annui a Porto Corsini e a Trieste risulta che a Porto Corsini si riscontra « un abbassamento di mm 7,74 per anno che aggiunto al solito aumento di mm 1,43 per anno dà, per il periodo considerato dal 1926 al 1960, un innalzamento del livello medio del mare relativo al suolo di ben mm 9,2 all'anno ». I dati mareografici di Trieste sono stati presi come base in quanto nella zona non sono stati riscontrati moti di subsidenza, ma solo un incremento medio e lineare del livello marino di mm 1,43 per anno, conforme all'innalzamento normale dell'Adriatico, leggermente più elevato di quello medio generale.

A Porto Corsini la subsidenza si accentua, in modo particolare, dopo il 1950. Infatti, in tale periodo, secondo l'Autore citato, l'abbassamento « risulta in mm 11,35 l'anno per cui, aggiunto al solito aumento normale del mare, l'innalzamento totale del livello marino rispetto al suolo diventa di mm 12,78 per anno ».

Un fatto analogo si sarebbe verificato a Rimini, dove l'Autore afferma che « il caposaldo dell'ex mareografo di Rimini, riferito alla rete fondamentale dello Stato del 1897 come quello di Ravenna, si trova pressochè alla stessa quota di quello di Porto Corsini e quindi fa pensare ad un uguale abbassamento. Tale fatto è stato confermato dagli ingegneri che hanno progettato le fognature di Rimini, i quali a seguito di livellazioni fatte con partenza da capisaldi posti lontano da Rimini hanno riscontrato un abbassamento del caposaldo del mareografo di cm 35, e di conseguenza hanno variato le quote del progetto e degli impianti di sollevamento. Tale abbassamento, da loro riscontrato con partenza da un caposaldo in terraferma, non tiene naturalmente conto dell'aumento normale del livello marino avvenuto dalla data della rete altimetrica fondamentale, per cui anche col sistema delle livellazioni successive tornano per Rimini i 40 cm d'innalzamento del mare riscontrato per Porto Corsini dal 1897 ad oggi ».

In base ai dati esposti risulta che il mare nel litorale romagnolo si è innalzato di circa 5,5 millimetri all'anno negli ultimi settanta anni. Risulta quindi, dedotto l'innalzamento eustatico del livello marino, che la subsidenza dovuta a cause tettoniche e l'effetto di costipamento dei materiali alluvionali ammontano in media a più di quattro millimetri annui.

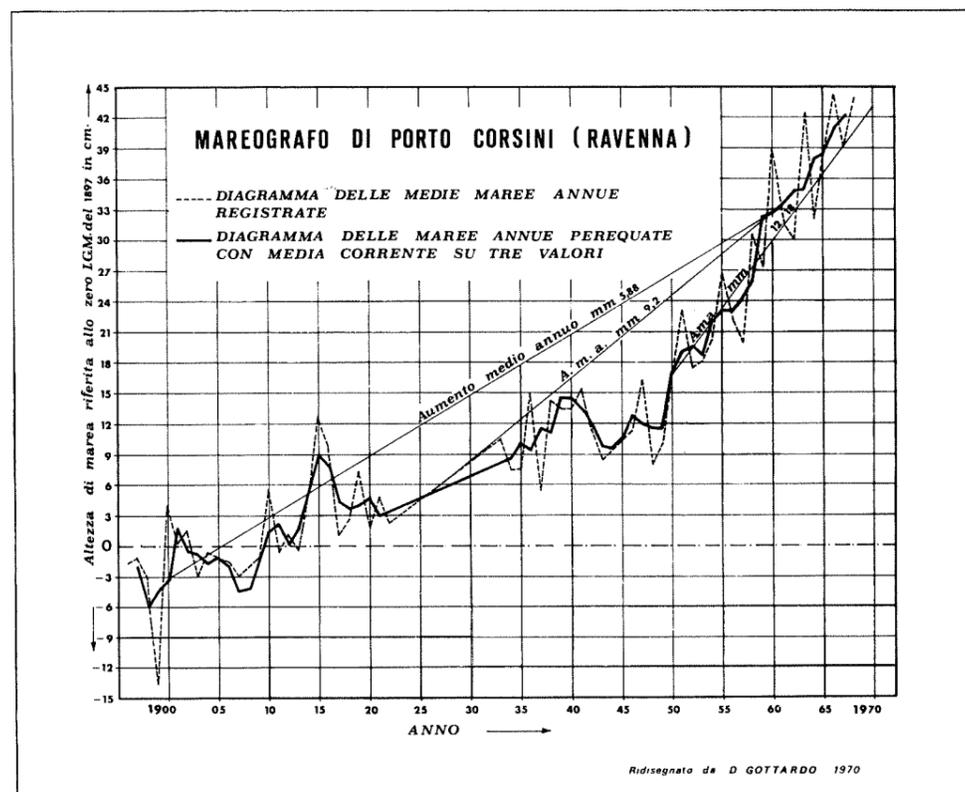


FIGURA N. 3

Incrementi del livello marino medio riscontrati a Porto Corsini (Ravenna).

4.3 UNA STIMA PRECEDENTE

Nel 1970, infine, l'Istituto Geografico Militare ha compiuto una nuova livellazione di alta precisione anche lungo il litorale romagnolo (O. Manfredi, 1971) ed in particolare lungo la linea di livellazione, già misurata nel 1950, che segue all'incirca la S. S. n. 16 nel tratto Ravenna-Rimini.

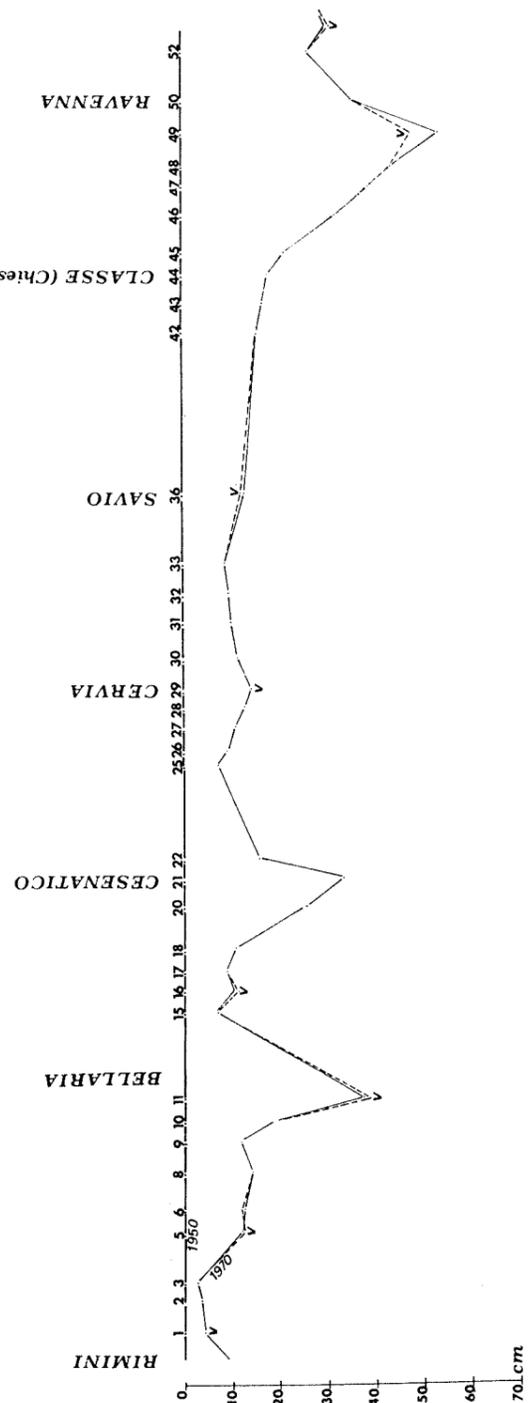
Le variazioni del livello del suolo, riscontrate tra il 1950 e il 1970 tra Savio e Rimini, interessano direttamente la zona oggetto del presente studio. L'abbassamento medio del suolo lungo questo tratto costiero risulta di circa 15-17 centimetri nel ventennio 1950-1970. Una particolare accentuazione della subsidenza si nota in corrispondenza degli abitati di Cesenatico (circa 35 centimetri) e di Bellaria (circa 40 centimetri).

In merito alle variazioni storiche del livello marino risulta (M. Caputo, 1971) che « durante il periodo romano, cioè in questo intervallo di sette secoli per il quale abbiamo dati, l'innalzamento medio del livello marino è circa della stessa grandezza di quello attuale, diciamo circa 1,4 mm all'anno, mentre dal 100 d. C. fino alla fine dell'800 l'abbassamento è quasi trascurabile, dell'ordine di 0,02 mm all'anno ».

Un tentativo di stima, in base ai dati fino ad allora disponibili, delle quantità di sedimenti annualmente in gioco, nel litorale tra la foce del Savio e Cattolica è stato compiuto dai Tecnici olandesi nel 1968. I risultati di questa stima sono stati citati dallo scrivente nella relazione sullo stato attuale delle ricerche sul fenomeno dell'erosione marina nel litorale forlivese, tenuta al Convegno di Studi Romagnoli di Cesenatico del 1969. Nell'impostare il calcolo è stato seguito questo schema di ragionamento: i fenomeni di sommersione, erosione e ripascimento producono dei cambiamenti nelle sezioni trasversali alla costa. Le quantità di sedimenti coinvolte sono essenzialmente fornite e portate via dal nastro trasportatore litoraneo. Durante questi cambiamenti, tuttavia, la zona ove i sedimenti prendono parte attiva a questi processi tende a conservare il proprio profilo, che rappresenta una condizione di equilibrio, e possiede una profondità d e una larghezza b , in cui il fondo è ancora composto da materiali di spiaggia. Su una spiaggia di lunghezza l deve, quindi, depositarsi una quantità $P = p d l$ di materiali, perchè si verifichi un incremento p perpendicolare alla costa, e, allo stesso modo si ritiene che una quantità $Q = q b l$ di materiali venga asportata quando la costa viene sommersa di una quantità q .

Per il calcolo la costa è stata suddivisa in quattro tratti (foce Savio — porto di Cesenatico; porto di Cesenatico — foce Uso; foce Uso — Porto di Rimini; porto di Rimini — porto di Cattolica) lunghi rispettivamente Km 13; 7,5; 12,5 e 17. A questi tratti sono stati attribuiti rispettivamente valori di d pari a 10; 10,5; 11; 12 metri e valori di b pari a 3.500; 3.000; 2750 e 2.500 metri.

**ABBASSAMENTI DEL SUOLO
NEL PERIODO 1950 - 1970**



Ridisegnato da O. MANFERTI, 1971

FIGURA N. 4

Confronto di due livellazioni di alta precisione eseguite dall'Istituto Geografico Militare.

**4.4 UN NUOVO TENTATIVO DI
STIMA**

Tenendo conto che nei quattro tratti considerati il protendimento medio annuo nell'ultimo novantennio, allora risultava rispettivamente di 1,4; 0,4; 0,2 e 0,9 metri all'anno, l'accrescimento totale risulta di 420.000 m³ annui. A questo valore venivano poi aggiunti 330.000 m³ per anno necessari per compensare un innalzamento complessivo del livello marino considerato variabile da 2 a 2,5 millimetri all'anno, procedendo da Cattolica verso la foce del Savio. Risulta, così necessario, secondo questa stima, un quantitativo medio annuo di 750.000 o 800.000 m³ di materiali per mantenere in equilibrio la spiaggia romagnola in esame.

Allo stesso modo veniva calcolato che, con uno sprofondamento quasi nullo, ma con un protendimento della spiaggia di 2,5-3 metri all'anno, lo sviluppo della spiaggia precedente al 1850 doveva avere richiesto circa 1,5 milioni di m³ di materiali. Veniva tuttavia ritenuto ammissibile, in questa spiaggia, un apporto a lunga scadenza non superiore, in media, a 750.000-1.000.000 di metri cubi di sabbia.

Con lo stesso tipo di calcolo seguito dai Tecnici olandesi, ma con i dati acquisiti nel presente ed in altri recenti lavori, è stata tentata una nuova stima delle quantità annualmente in gioco lungo la spiaggia romagnola in esame.

I valori delle variazioni orizzontali della spiaggia, impiegati nel calcolo, sono quelli ottenuti dal presente studio. La stessa cosa vale per quanto concerne la lunghezza media dei tratti costieri considerati.

Per definire, invece, la profondità *d* e la larghezza *b*, in cui il fondo è ancora costituito da materiali di spiaggia, sono stati utilizzati i risultati di un recente studio sui lineamenti granulometrici della spiaggia emersa e sottomarina lungo il litorale romagnolo-marchigiano tra le foci dei fiumi Savio e Foglia (A. Antoniazzi, 1971) e, in particolare, quelli compendiate nella figura n. 5 qui riportata. E' stata così considerata, col margine di arbitrarietà che questo comporta, come termine della spiaggia sottomarina la curva di 75 micron, la cui profondità media è di circa 7 metri e la cui distanza media dalla linea di spiaggia è di circa 1.650 metri.

Ottenuti, in questo modo, i valori di *d* e di *b*, si è resa necessaria la scelta degli elementi da introdurre nei calcoli circa l'aumento del livello marino rispetto alla terra emersa. A tale fine sono stati utilizzati prima i dati sull'aumento medio del livello marino nel litorale romagnolo, forniti dallo studio di D. Gottardo (1970); poi i dati sulla subsidenza rilevati dall'Istituto Geografico Militare e pubblicati nel 1967 (figura n. 2) e nel 1971 (figura n. 4). Questo ha portato a due serie di calcoli diversi e alle due stime riportate nelle figure n. 6 e n. 7.

La prima stima, ha assunto, come aumento del livello marino rispetto alla crosta terrestre nel litorale romagnolo considerato, il valore medio di 5,5 millimetri annui nel periodo 1915-1970. Precedentemente al 1915 è stato ammesso un aumento medio del livello marino di 2 millimetri annui.

Questo tipo di calcolo mette in evidenza una netta caduta quantitativa nei materiali in gioco annualmente lungo la spiaggia dal secolo scorso ad oggi. La disponibilità passa, infatti, da 908 mila metri cubi annui, precedentemente al 1915, a 781 mila metri cubi annui tra il 1915 e il 1944, a 737 mila metri cubi annui tra il 1944 e il 1955, a 502 mila metri cubi annui tra il 1955 e il 1970.

Il dato più appariscente e meno accettabile di questa stima è la netta riduzione nella disponibilità di materiali per la spiaggia successivamente al 1955. Verosimilmente questo valore anomalo è legato ad una sottovalutazione della subsidenza, e quindi della quantità di materiali impiegati per compensarla, fenomeno che, come ha fatto chiaramente rilevare D. Gottardo (1970), si è andato accentuando nel tempo e, in particolare, dal 1950 in poi. Nel litorale in esame, d'altra parte, è utilizzabile solo il valore medio valido per Rimini come per Porto Corsini, secondo il citato studio di D. Gottardo. L'estensione pura e semplice alla nostra spiaggia dell'andamento analitico riscontrato a Porto Corsini (figura n. 3), oltre ad essere arbitraria, porta, con la base di calcolo stabilita, a risultati del tutto inaccettabili.

Nel secondo tentativo di stima si è cercato di ovviare a questo inconveniente, introducendo nel calcolo, in misura prudente, i valori della subsidenza, riscontrati dall'Istituto Geografico Militare lungo la nostra costa, integrati dell'incremento medio annuo del livello marino. La variazione complessiva terra-mare è stata così considerata di 2 millimetri annui prima del 1900; di 4,7 millimetri annui tra il 1900 e il 1950 e di 8,9 millimetri annui tra il 1950 e il 1970. Con questi valori è risultato che la disponibilità media di materiali nella spiaggia in esame è stata di 908 mila metri cubi annui prima del 1900, di 837 mila metri cubi annui nel periodo 1900-1950 e di 860 mila metri cubi annui nel periodo 1950-1970.

Nella figura n. 7 si può osservare come, procedendo nel tempo, le quantità di materiali disponibili sono state sempre, più assorbite per compensare la subsidenza. Forse questo tipo di calcolo, estendendo anche a sud di Rimini la stessa subsidenza riscontrata tra il 1950 e il 1970 tra questo centro e Cervia, porta a valutare con un leggero eccesso l'apporto attuale di materiali alla spiaggia. Tale eccesso, tuttavia, non dovrebbe superare i 60-70 mila metri cubi annui.

Quantità di materiali sedimentati e asportati ogni anno nei diversi tratti della spiaggia secondo un tentativo di stima

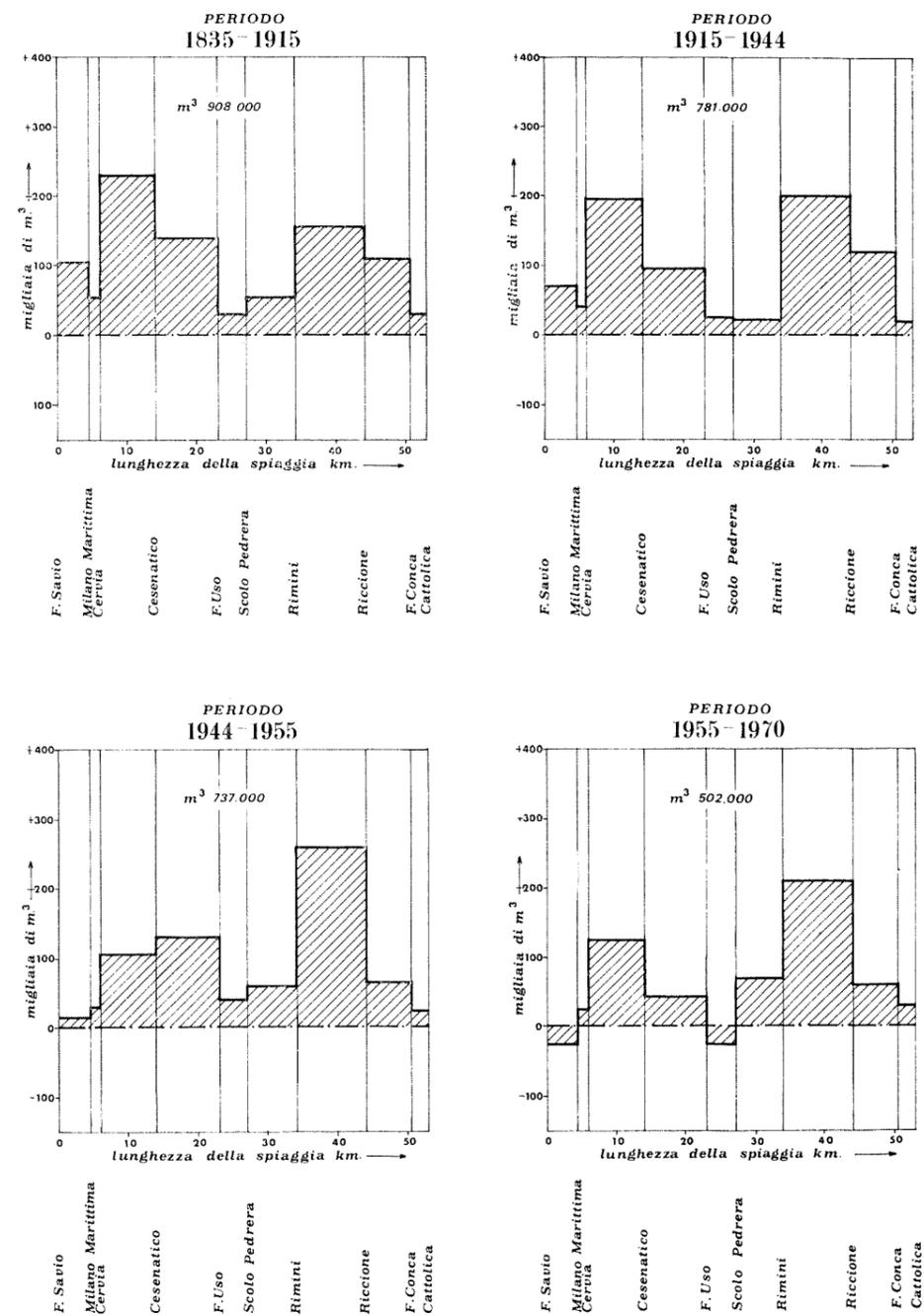


FIGURA N. 6

Le variazioni in senso orizzontale utilizzate nei calcoli sono quelle acquisite col presente studio; le variazioni verticali, evidenziate dall'aumento del livello marino, sono di 2 millimetri annui antecedentemente al 1915 e di 5,5 millimetri annui nei tempi più recenti.

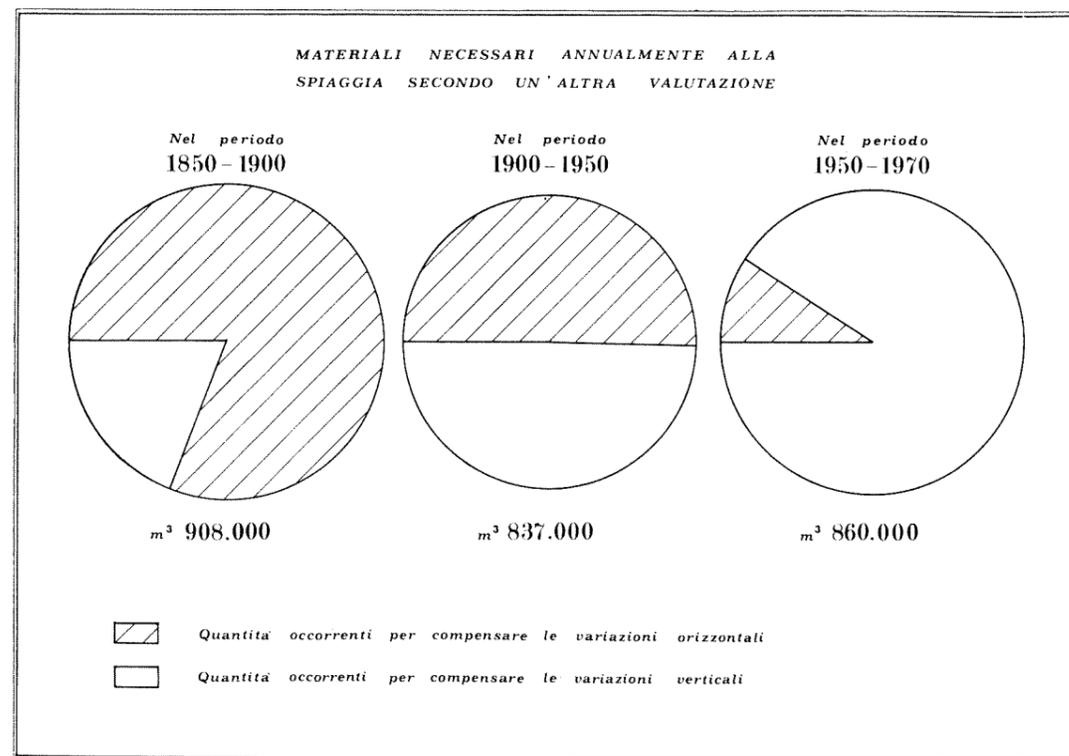


FIGURA N. 7

Le variazioni in senso orizzontale utilizzate nei calcoli sono quelle acquisite col presente studio; le variazioni verticali, evidenziate dall'aumento del livello marino, sono di 2 millimetri annui precedentemente al 1900; di 4,7 millimetri annui tra il 1900 e il 1950; di 8,9 millimetri annui tra il 1950 e il 1970.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio ha posto in evidenza che nella costa romagnola considerata esiste ancora un modesto incremento medio annuo della spiaggia. Questo induce a ritenere che una oculata distribuzione dei materiali lungo tutto l'arco litoraneo potrebbe consentire, in un breve volgere di anni, di ristabilire una condizione di equilibrio nelle varie spiagge, se non continua ad accentuarsi il preoccupante fenomeno della subsidenza.

I movimenti del suolo vanno studiati attentamente al fine di individuare se in essi vi sono componenti dipendenti dall'azione dell'uomo, sulle quali sia possibile intervenire prima che i danni siano troppo gravi.

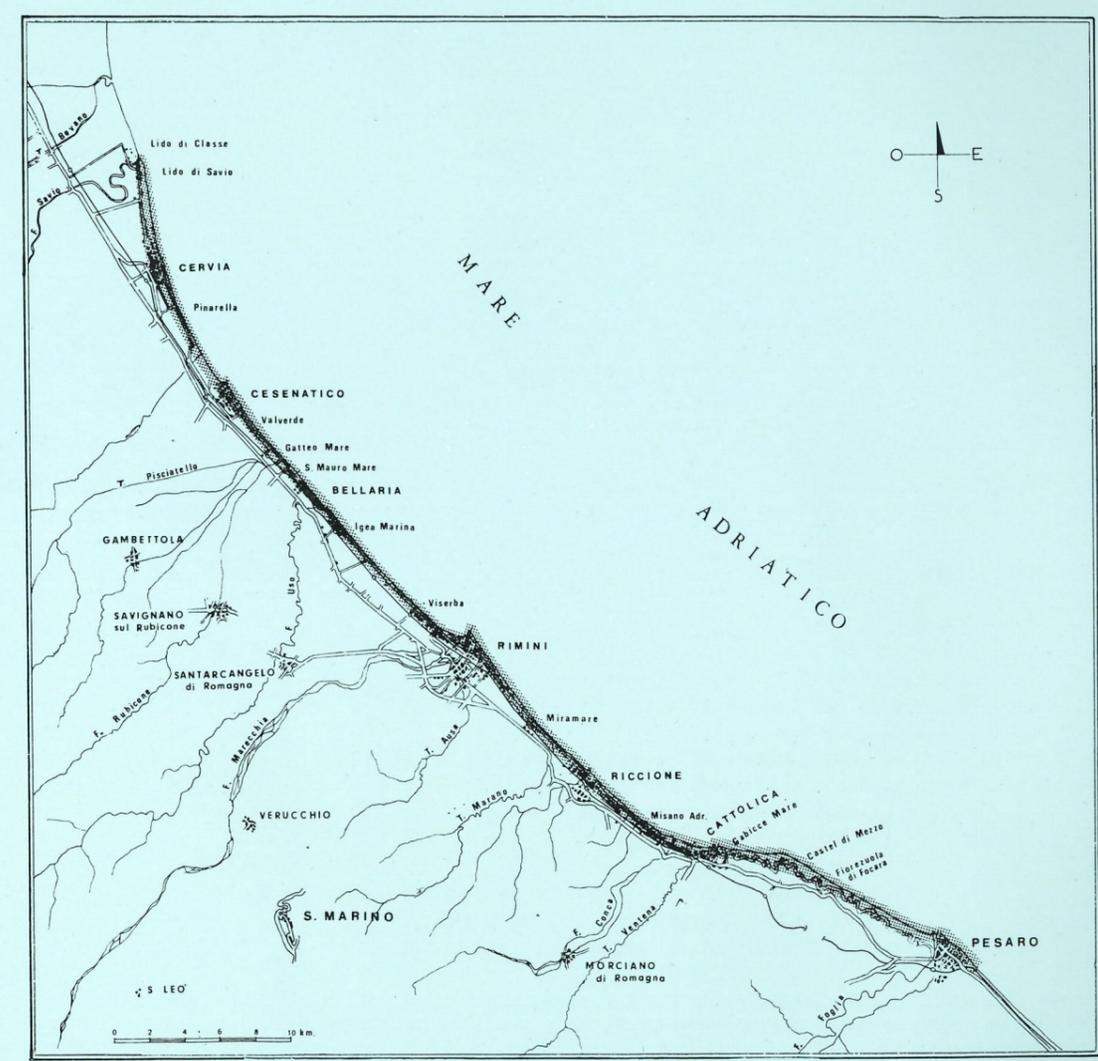
Se, per una qualsiasi ragione, la subsidenza rientrasse nei valori precedenti al 1950, una disponibilità annua non inferiore a 500 mila metri cubi di materiali dovrebbe consentire alle nostre spiagge di ritrovare il proprio equilibrio, ove si impediscano particolari accumuli in certi tratti del litorale a detrimento di altre zone costiere limitrofe.

BIBLIOGRAFIA
CITATA

- A. ANTONIAZZI — *L'erosione marina nel litorale forlivese. Conoscenze attuali. Prime ipotesi sul fenomeno. Un programma di studi.* Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura - Forlì, 1967.
- A. ANTONIAZZI — *Lineamenti granulometrici e calcimetrici della spiaggia emersa e sottomarina lungo il litorale romagnolo-marchigiano tra le foci dei fiumi Savio e Foglia.* Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura - Forlì, 1971.
- A. ANTONIAZZI — *Lo stato attuale delle ricerche sul fenomeno dell'erosione marina nel litorale forlivese.* In « Studi Romagnoli » XX (1969), Faenza, 1972.
- G. BORGHI — *Le spiagge romagnole da Cervia a Punta Gabicce.* C. N. R. Roma, 1938.
- M. CAPUTO — *Intervento raccolto negli atti della tavola rotonda tenutasi il 3 aprile 1971 sui movimenti del suolo nel Ravennate.* Lions Club - Rotary Club Ravenna, 1971.
- D. GOTTARDO — *Sprofonda di più Venezia o Ravenna?* In « Bollettino Economico », Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Ravenna, 1970.
- O. MANFERTI — *Intervento raccolto negli atti della Tavola rotonda tenutasi il 3 aprile 1971 sui movimenti del suolo nel Ravennate.* Lions Club - Rotary Club Ravenna, 1971.
- S. POLLI — *Gli attuali movimenti verticali delle coste continentali.* In « Annali di Geofisica » V Trieste, 1952.
- G. SALVIONI — *I movimenti del suolo nell'Italia centro-settentrionale. Dati preliminari dedotti dalla comparazione di livellazioni.* In « Bollettino di Geodesia e Scienze affini » I. G. M., Firenze, XVI, 1967.

**APPENDICE
CARTOGRAFICA**

VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA
LUNGO IL LITORALE ADRIATICO TRA
LE FOCI DEI FIUMI SAVIO E FOGLIA
NEL PERIODO DAL 1820 AL 1970.



— Litorale considerato

TAVOLA N. 1

Questa tavola mostra il tratto di litorale adriatico tra le foci dei fiumi Savio e Foglia, del quale sono state studiate le variazioni nel periodo intercorrente tra il 1820 e il 1970.

Le linee di spiaggia considerate sono quelle del 1820 - 1835, del 1915 - 1917, del 1944, del 1955 e del 1970.

La lunghezza media tra le misure delle varie linee di spiaggia considerate è di 66.792 metri, dei quali 53.323 appartengono alla spiaggia romagnola e 13.469 alla costa marchigiana.

TAVOLA N. 2

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia nel periodo 1835 - 1970 in prossimità di Lido del Savio (Ravenna).

Si nota, in particolare, una importante modifica nella foce del fiume Savio nell'intervallo tra il 1835 e il 1917.

Al protendimento della terra sul mare, ancora significativo nel 1917, segue un progressivo arretramento con un massimo in corrispondenza della foce fluviale.

L'avanzamento medio della terra sul mare, nel tratto a sud della foce del fiume Savio fino al limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è stato di m. 1,24 all'anno tra il 1835 e il 1917.

L'arretramento medio della linea di spiaggia è stato di m. 1,59 all'anno tra il 1917 e il 1944, di m. 2,09 all'anno nel periodo 1944 - 1955 e di m. 3,60 all'anno nell'intervallo 1955 - 1970.

L'erosione marina, in corrispondenza della foce del fiume Savio, tende quindi a farsi sempre più rapida ed efficace.

Complessivamente nel periodo 1835 - 1970 la spiaggia, considerata lunga in media 1847 metri, è arretrata di 0,13 metri all'anno.

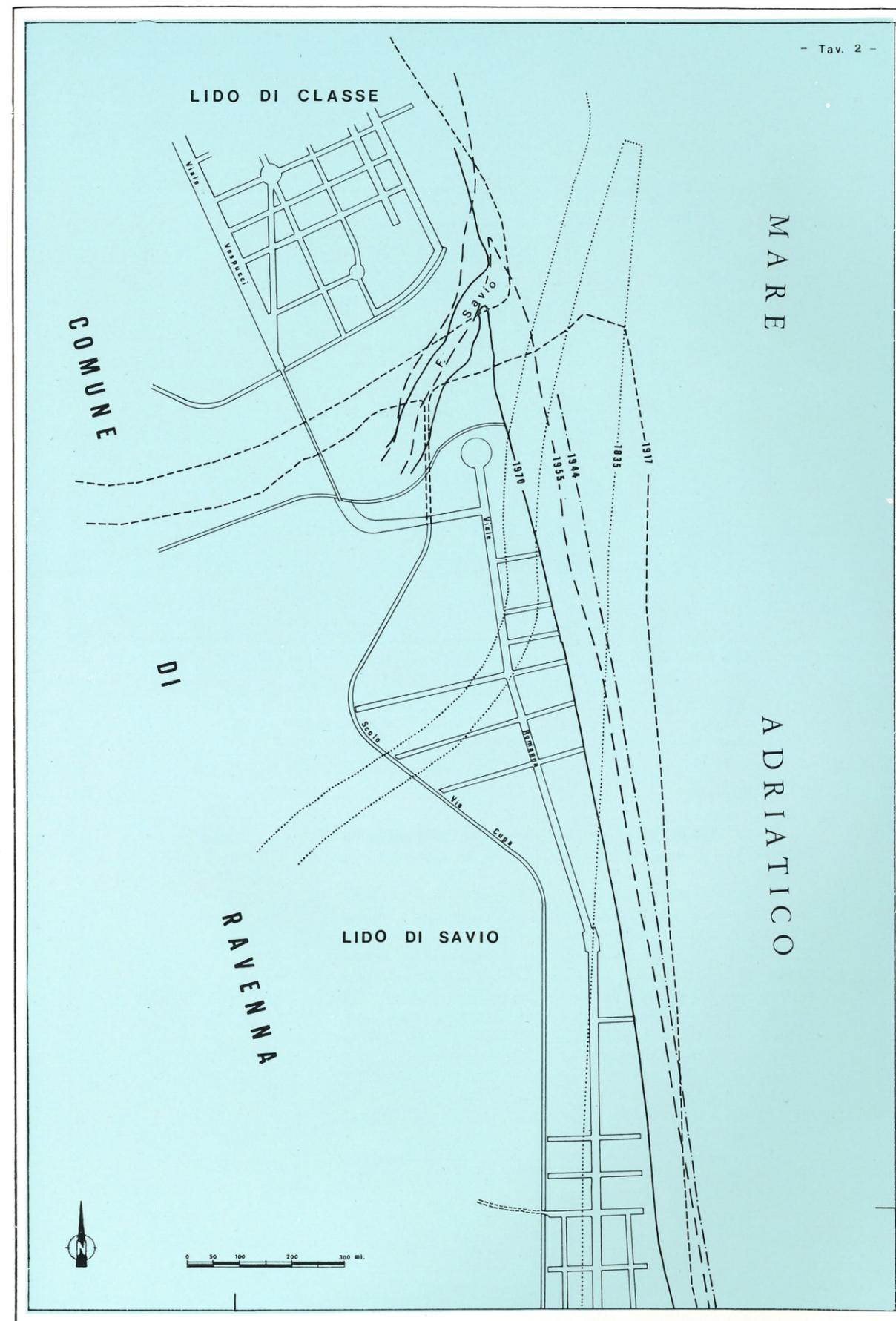


TAVOLA N. 3

Questa tavola concerne la parte più settentrionale del Comune di Cervia e un breve tratto di quello di Ravenna.

In questo tratto del litorale il protendimento della terra emersa è continuato fino al 1944, data in cui si sono manifestati i primi cenni di stasi e di arretramento.

La crescita nella terra sul mare, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è stata dapprima rapida con m. 3,58 in media all'anno nell'intervallo tra il 1835 e il 1917, poi più lenta con m. 1,85 in media all'anno nel periodo 1917 - 1944.

La successiva avanzata del mare ha fatto arretrare la linea di spiaggia prima in media di m. 0,27 all'anno tra il 1944 e il 1955, poi in media di 1,46 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo 1835 - 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 2.252 metri, è aumentata di 2,36 metri all'anno in media.

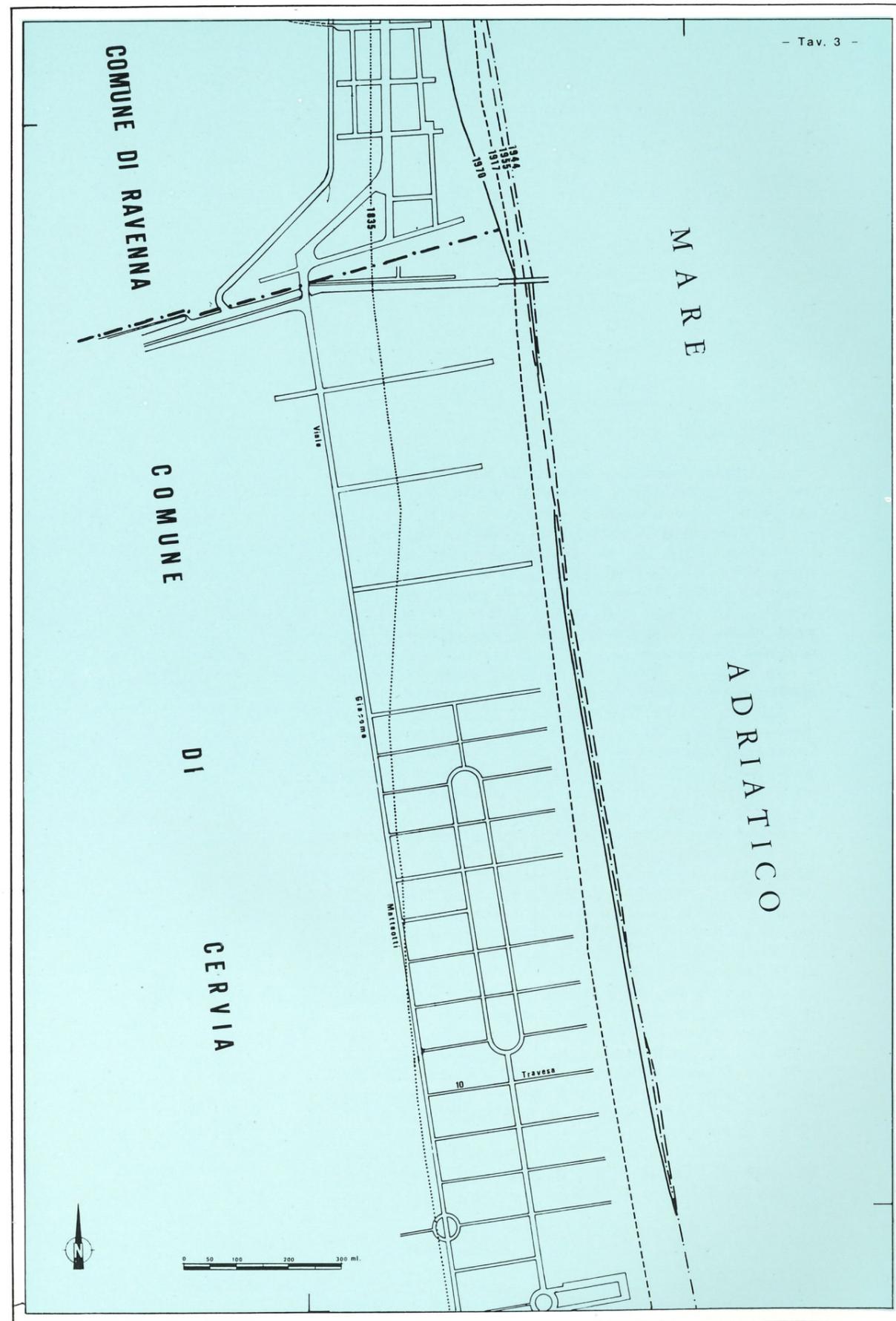


TAVOLA N. 4

In questa tavola sono indicate le variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale di Milano Marittima e nei pressi del porto canale di Cervia.

Per descriverne le variazioni il tratto costiero considerato viene suddiviso in tre parti, procedendo dall'alto verso il basso: la prima posta tra il limite della tavola e i moli di Milano Marittima; la seconda tra i moli di Milano Marittima e di Cervia; la terza, infine, tra il porto canale di Cervia e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva.

La lunghezza media dei tre tratti considerati è rispettivamente di 514, di 1.441 e di 361 metri.

Nel primo tratto il protendimento diminuisce progressivamente fino al 1955 e successivamente si riduce a zero. La crescita della terra emersa, infatti, è stata di 4,63 metri all'anno tra il 1835 e il 1917; di 3,30 metri all'anno tra il 1917 e il 1944; di 0,45 metri all'anno tra il 1944 e il 1955; di 0 metri tra il 1955 e il 1970.

Nel secondo tratto, quello tra i moli di Milano Marittima e di Cervia, l'accrescimento della spiaggia continua ancora, pur manifestando un ritmo progressivamente meno intenso. Il protendimento medio annuo in questa zona infatti è progressivamente diminuito dai 4,82 metri del periodo tra il 1835 e il 1917; ai 2,81 metri tra il 1917 e il 1944; a 1,64 metri tra il 1944 e il 1955; ad 1,07 metri tra il 1955 e il 1970.

Nel terzo tratto, quello immediatamente a sud del porto di Cervia, l'aumento della terra sul mare è continuo pur subendo dopo il 1955 un'attenuazione ancora più evidente che nel tratto precedente. L'incremento, infatti, è stato di 2,48 metri all'anno tra il 1835 e il 1917; di 4,33 metri all'anno tra il 1917 e il 1944; di 3,27 metri all'anno tra il 1917 e il 1944; di 0,53 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Il protendimento medio della spiaggia è stato rispettivamente di 3,50; di 3,74 e di 2,70 metri all'anno nel periodo tra il 1835 e il 1970.

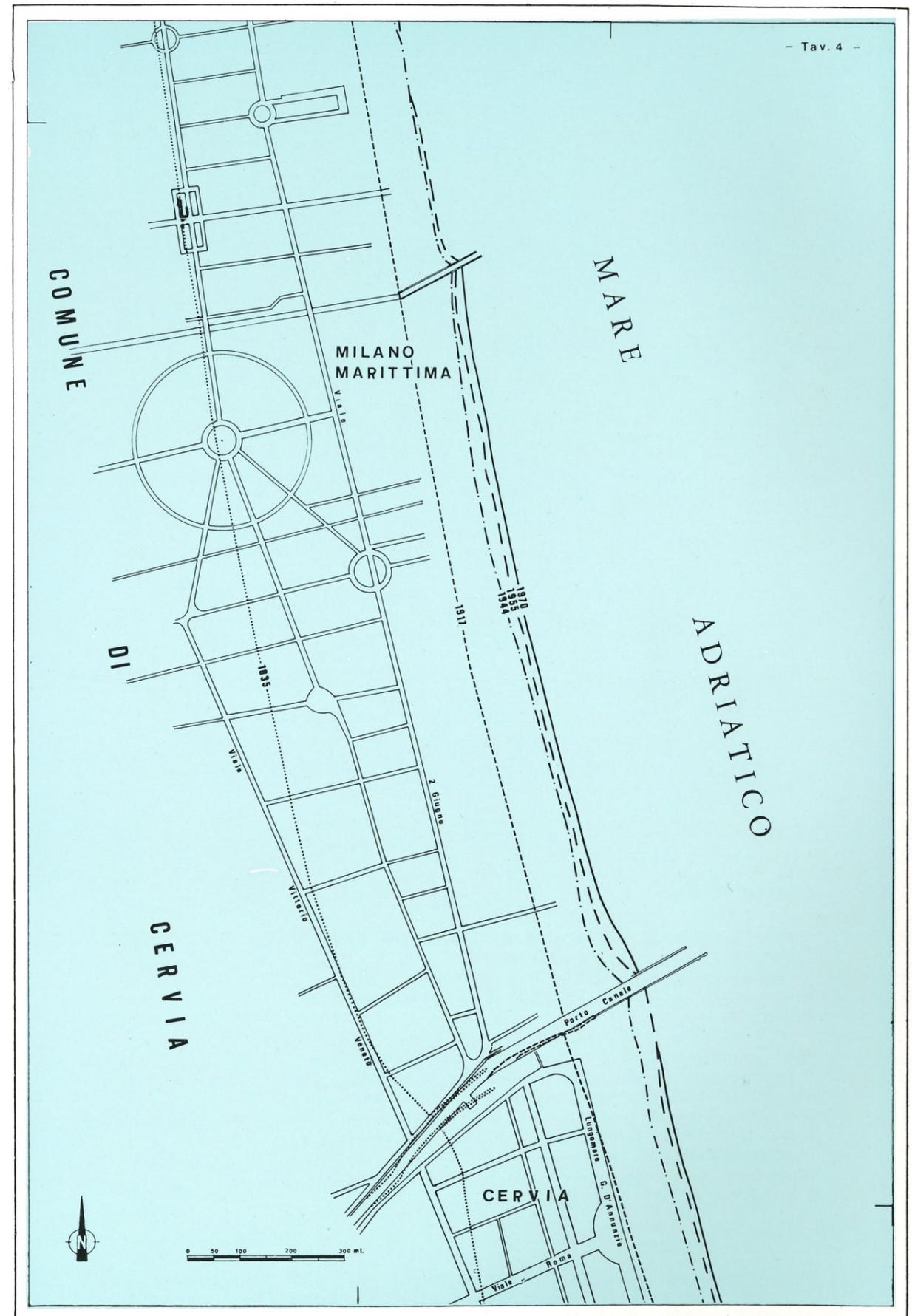


TAVOLA N. 5

Questa tavola riguarda circa la metà del litorale del Comune di Cervia a sud del porto canale.

Lungo questo tratto costiero il protendimento è continuato ininterrottamente dal 1835 al 1970, pur attenuandosi nel tempo.

Tra il 1835 e il 1917 la spiaggia, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è avanzata sul mare di 3,86 metri all'anno; tra il 1917 e il 1944 di 2,89 metri annui; tra il 1944 e il 1955 di 1,00 metri annui; tra il 1955 e il 1970, infine, di 1,06 metri annui.

Complessivamente nel periodo tra il 1835 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 2.375 metri, si è accresciuta di 3,12 metri all'anno.

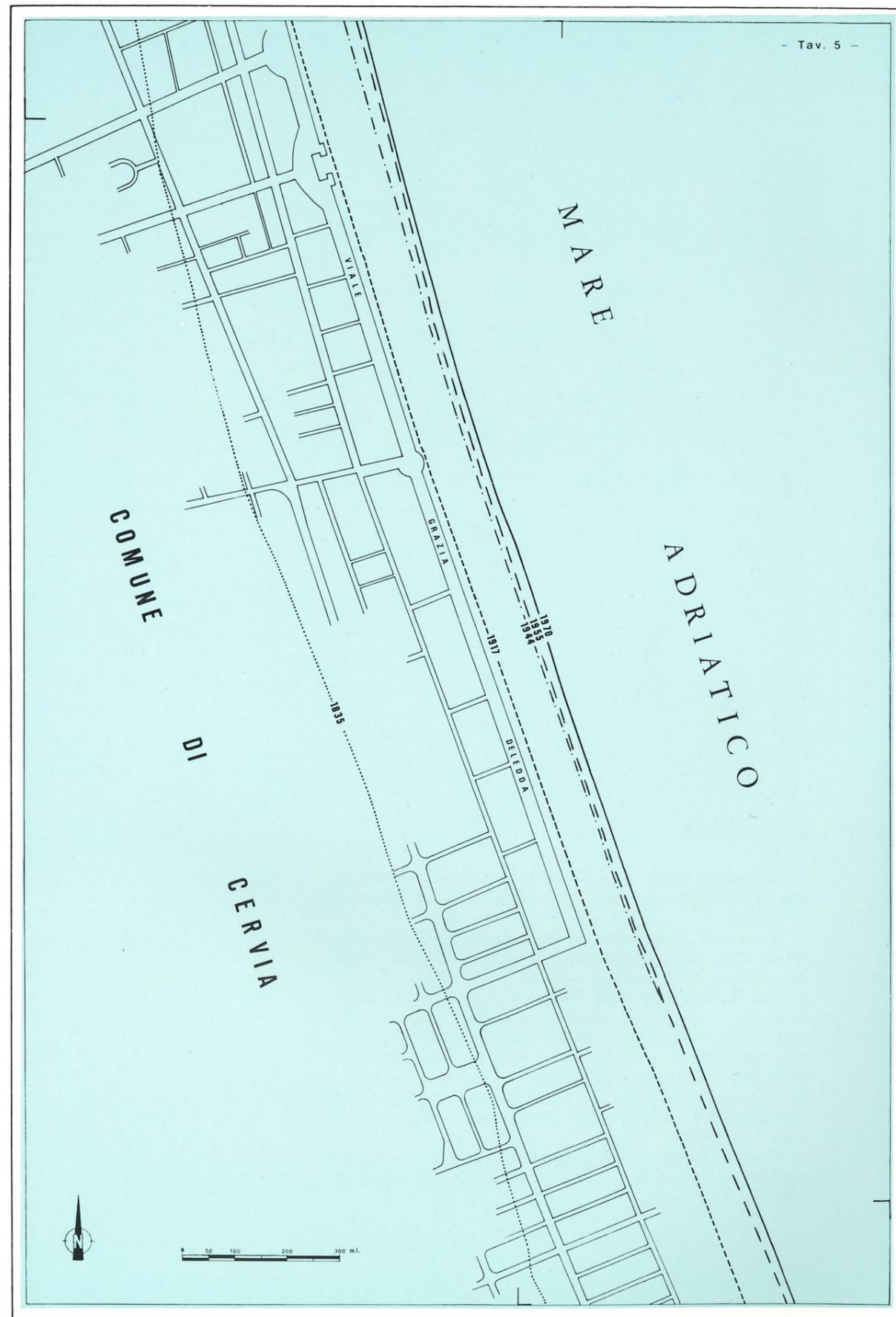


TAVOLA N. 6

In questa tavola sono riportate le variazioni della linea di spiaggia nel tratto più meridionale del Comune di Cervia.

In questa zona, come nella precedente, il protendimento della terra emersa è continuato ininterrottamente dal 1835 al 1970.

Tra il 1835 e il 1917 l'aumento della spiaggia, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, si è verificato al notevole ritmo di 4,38 metri all'anno in media; successivamente l'incremento è stato meno forte: di 1,81 metri annui tra il 1917 e il 1944; di 0,45 metri annui tra il 1944 e il 1955; di 1,47 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo 1835-1970 la spiaggia considerata, lunga in media 2.561 metri, si è estesa di 3,22 metri all'anno.

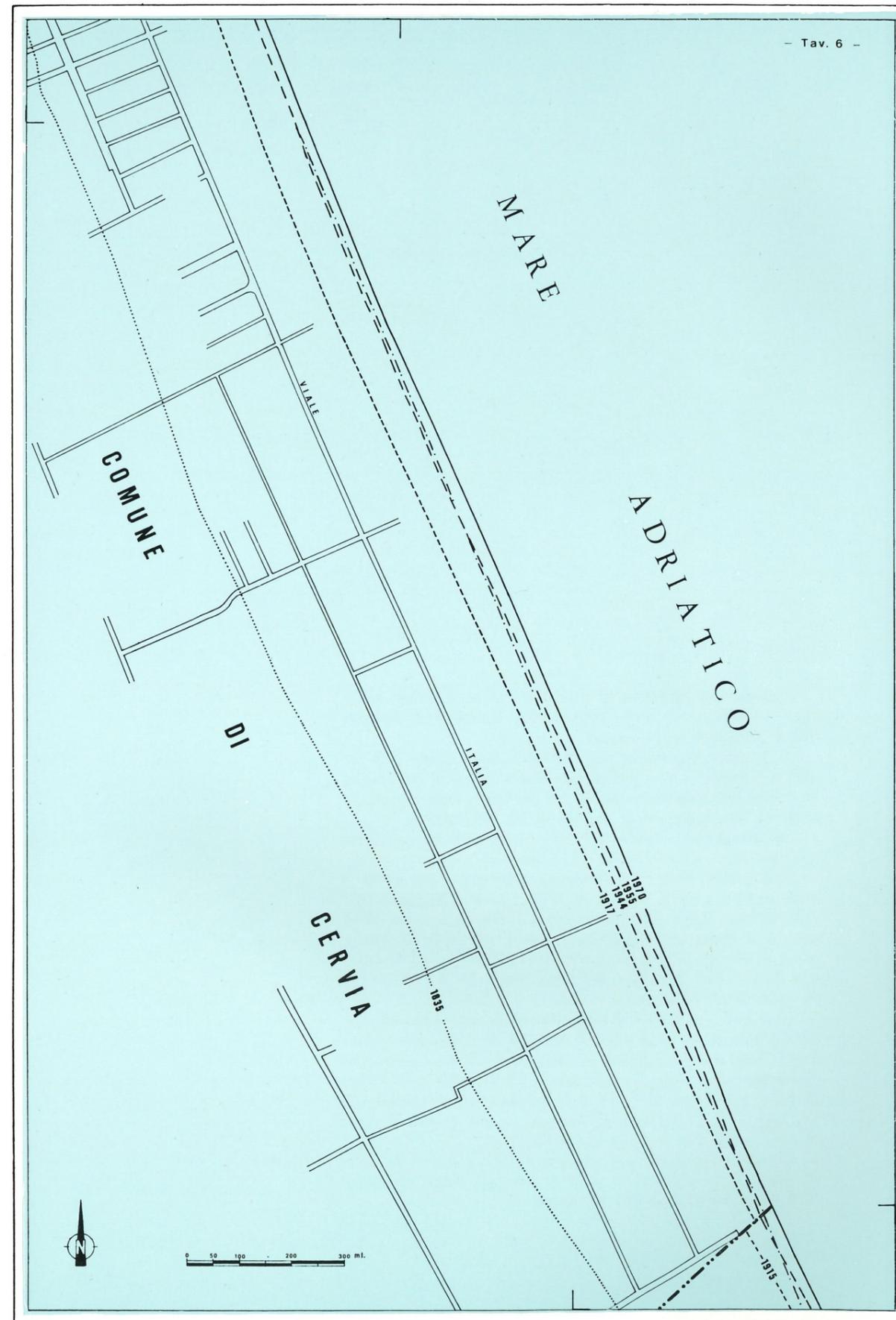


TAVOLA N. 7

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia verificatesi nel tratto costiero del Comune di Cesenatico a nord del porto canale.

Il litorale in esame, per comodità descrittiva, può essere suddiviso in due parti: quella tra il limite provinciale e lo scolo Mesola e quella tra lo scolo Mesola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva.

La lunghezza media dei due tratti considerati è rispettivamente di 355 e di 1720 metri.

Nel primo tratto l'incremento della terra sul mare è stato continuo tra il 1820 e il 1970, pur con una notevole attenuazione tra il 1915 e il 1955. L'aumento della terra emersa è stato, infatti, di 3,59 metri all'anno in media tra il 1820 e il 1915; di 0,69 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; di 0,82 metri all'anno tra il 1944 e il 1955; di 1,20 metri all'anno tra il 1955 e 1970.

Nel secondo tratto l'aumento della terra emersa ha subito una interruzione tra il 1944 e il 1955, quando si è manifestata una limitata retrocessione. Il protendimento medio annuo è stato di 3,03 metri tra il 1820 e il 1915; di 1,59 metri tra il 1915 e il 1944; di 0,67 metri tra il 1955 e il 1970. L'arretramento medio annuo è stato di 0,45 metri tra il 1944 e il 1955.

Complessivamente nel periodo 1820-1970 i due tratti di spiaggia considerati si sono accresciuti rispettivamente di 2,59 e di 2,26 metri all'anno.

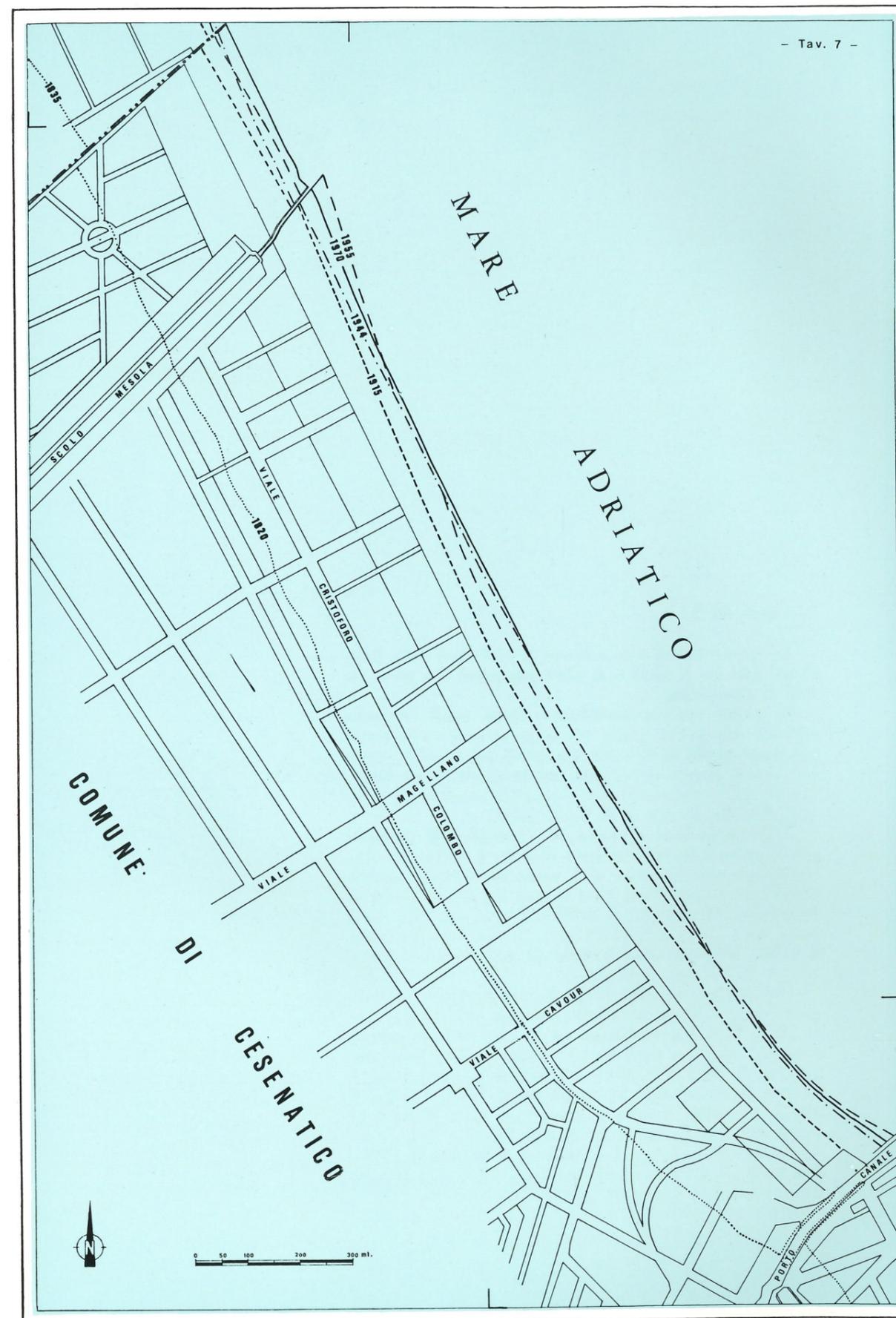


TAVOLA N. 8

In questa tavola sono evidenti le variazioni della linea di spiaggia tra il 1820 e il 1970 nei pressi del porto canale di Cesenatico.

Il tratto costiero considerato viene suddiviso nelle seguenti due parti: quella tra la parte nord della tavola e il porto canale di Cesenatico e quella tra il porto canale e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva.

La lunghezza media dei due tratti considerati è rispettivamente di 488 e di 1.407 metri.

Nella zona fino al porto di Cesenatico il protendimento verso il mare della linea di costa è continuato fino al 1955; successivamente si è avuto un limitato arretramento. L'aumento della terra emersa è stato in media di 3,36 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; di 1,27 metri annui tra il 1915 e il 1944; di 1,27 metri tra il 1944 e il 1955. L'arretramento è stato di 0,47 all'anno tra il 1955 e il 1970.

Nel tratto a sud del porto di Cesenatico il protendimento è continuato, in misura sempre più ridotta, fino al 1955. Si è poi verificato un leggero arretramento. I guadagni sul mare sono stati in media di 3,26 metri annui tra il 1820 e il 1915; di 2,79 metri annui tra il 1915 e il 1944; di 1,54 metri annui tra il 1944 e il 1955. Le perdite rispetto al mare sono state di m. 0,07 annui nel periodo tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 i due tratti di spiaggia considerati sono aumentati rispettivamente di 2,42 e di 2,71 metri.

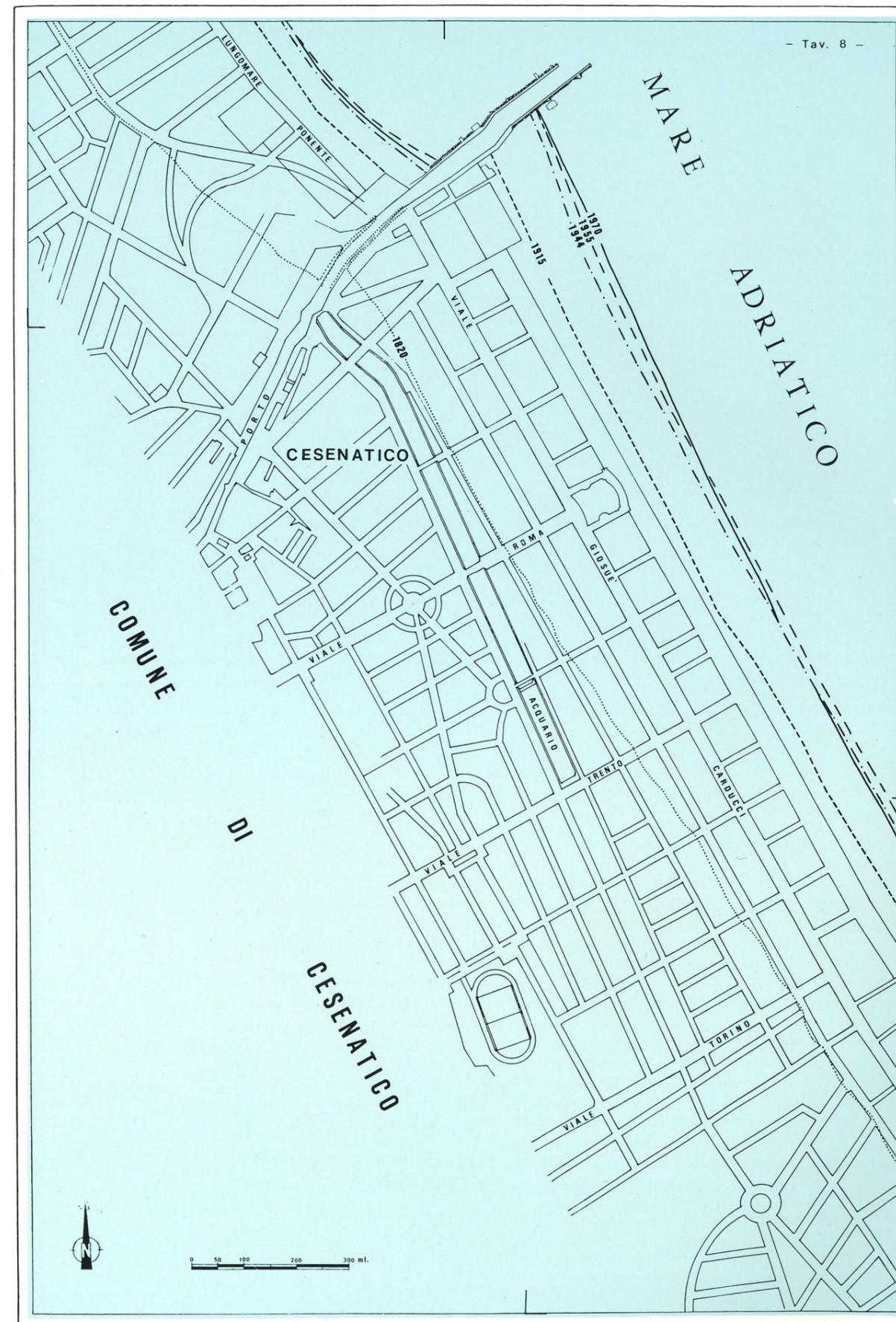


TAVOLA N. 9

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale del Comune di Cesenatico tra il viale Torino e il viale Melozzo.

Lungo questo tratto costiero il protendimento della terra emersa è continuato fino al 1955, successivamente il mare ha cominciato a riguadagnare le posizioni perdute.

L'arretramento del mare, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è stato in media di 2,54 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; di 2,21 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; di 1,18 metri all'anno tra il 1944 e il 1955. L'arretramento medio della linea di spiaggia è stato poi di 2,70 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1.542 metri, è aumentata di 1,85 metri all'anno.

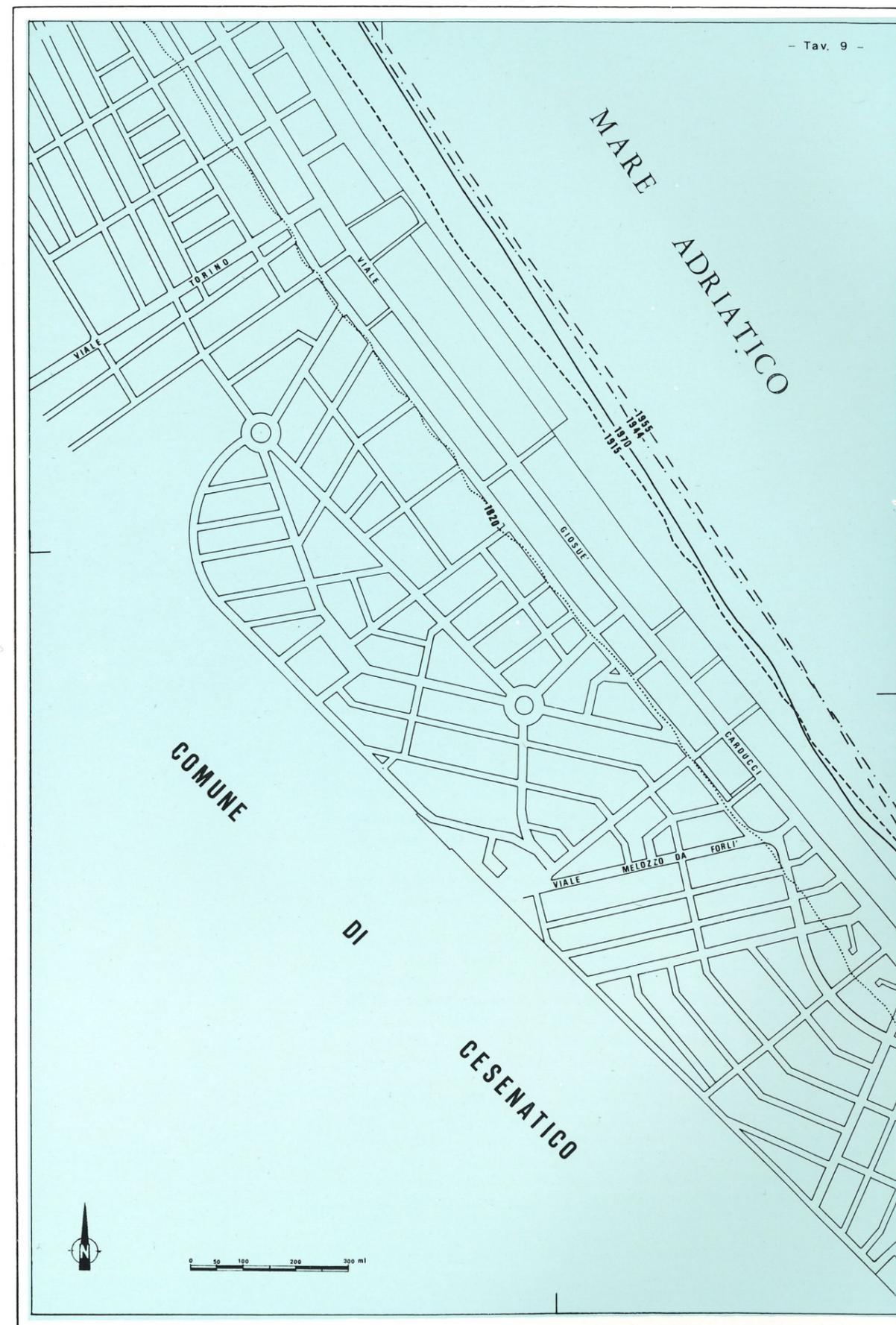


TAVOLA N. 10

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia avvenute nel tratto più meridionale della costa del Comune di Cesenatico.

Lungo questa parte del litorale il protendimento della terra sul mare è stato notevole tra il 1820 e il 1915 e poco significativo tra il 1915 e il 1944. La successiva avanzata del mare, appena configuratasi tra il 1944 e il 1955, si è successivamente dimostrata assai attiva.

Tra il 1820 e il 1915 l'aumento della spiaggia, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è stato in media di 2,05 metri annui e tra il 1915 e il 1944 di 0,76 metri annui. L'arretramento medio della linea di spiaggia è stato di 0,17 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 2,47 metri tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1243 metri, si è accresciuta di 1,19 metri all'anno.

Lungo la linea di spiaggia si possono osservare le prime opere di difesa contro l'erosione ad opera del mare.

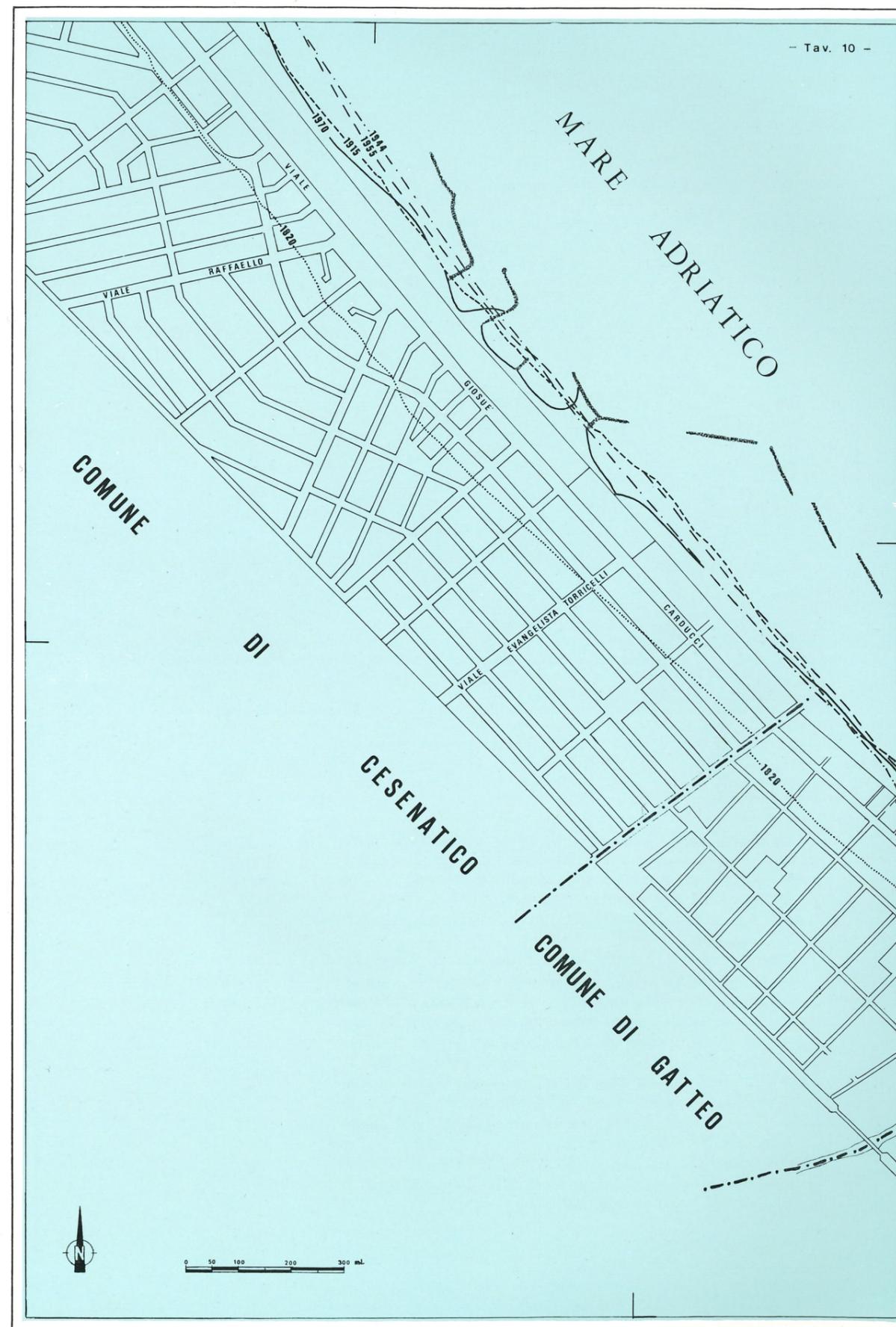


TAVOLA N. 11

In questa tavola sono evidenti le variazioni della linea di spiaggia verificatesi nel litorale dei Comuni di Gatteo, di Savignano sul Rubicone e di S. Mauro Pascoli.

In questo tratto costiero, tra il 1820 e il 1970, si sono alternate fasi di protendimento e di arretramento della terra emersa.

Tra il 1820 e il 1915, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, si è verificato l'arretramento più significativo del mare, che ha raggiunto in media valori di 1,39 metri all'anno. Successivamente il mare ha ripreso ad avanzare di 1,93 metri all'anno tra il 1915 e il 1944. Questa fase è stata interrotta da un nuovo arretramento di 1,27 metri all'anno tra il 1944 e il 1955. Il mare, poi, ha ripreso ad avanzare di 1,33 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1962 metri, si è accresciuta di 0,47 metri all'anno.

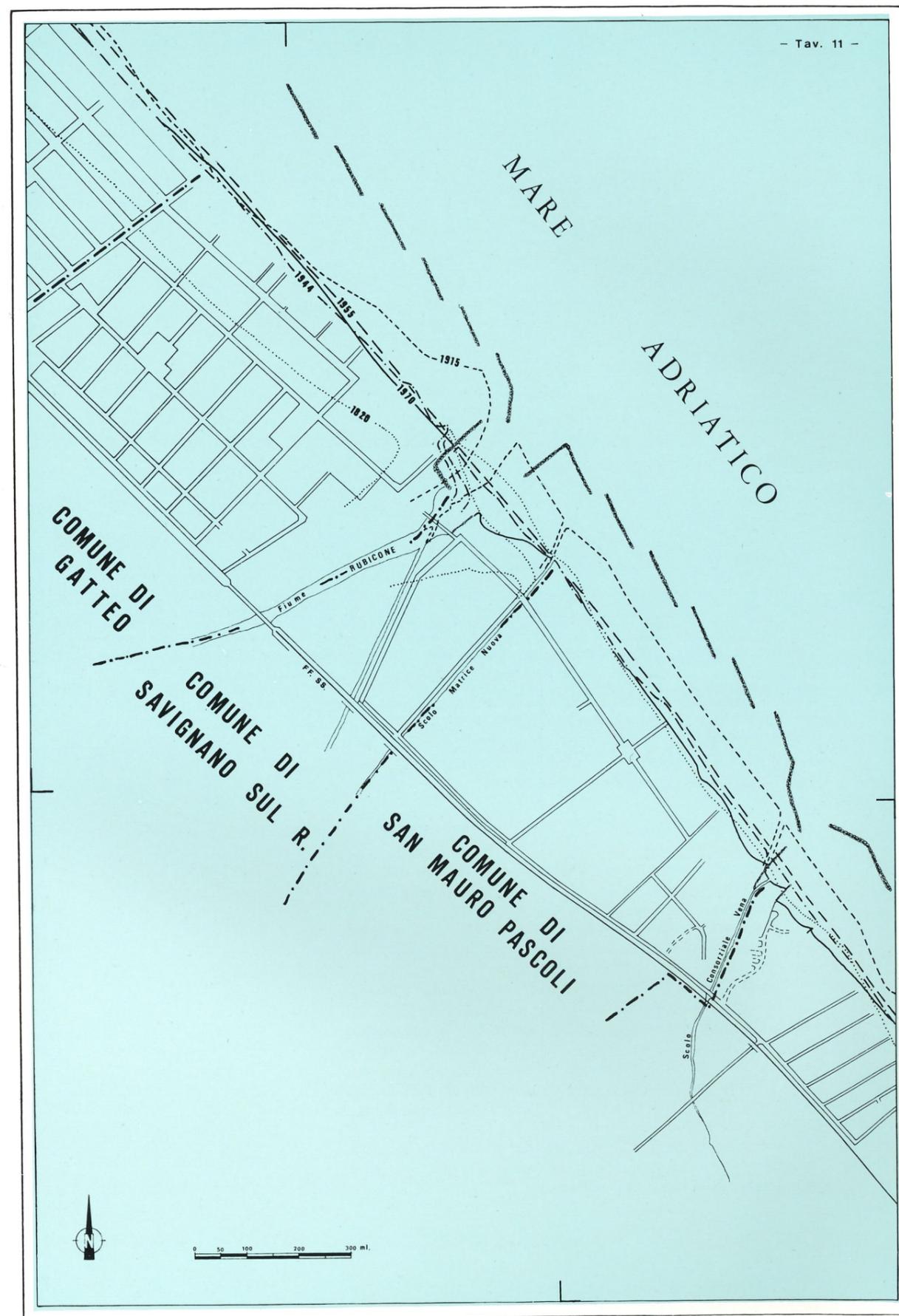


TAVOLA N. 12

In questa tavola sono riportate le variazioni della linea di spiaggia verificatesi nella parte più settentrionale della costa del Comune di Bellaria e Igea Marina.

In questo tratto i protendimenti e gli arretramenti medi della terra emersa sono sempre stati piuttosto limitati nel periodo 1820 - 1970 considerato.

Tra il 1820 e il 1915 la terra è avanzata sul mare in media, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, di 0,57 metri all'anno. Tra il 1915 e il 1944 ha subito un arretramento di 0,97 metri all'anno. Dopo questa data vi è stato un certo protendimento medio di 0,36 metri annui tra il 1944 e il 1955 e di 0,27 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1840 metri, è aumentata di 0,22 metri all'anno.

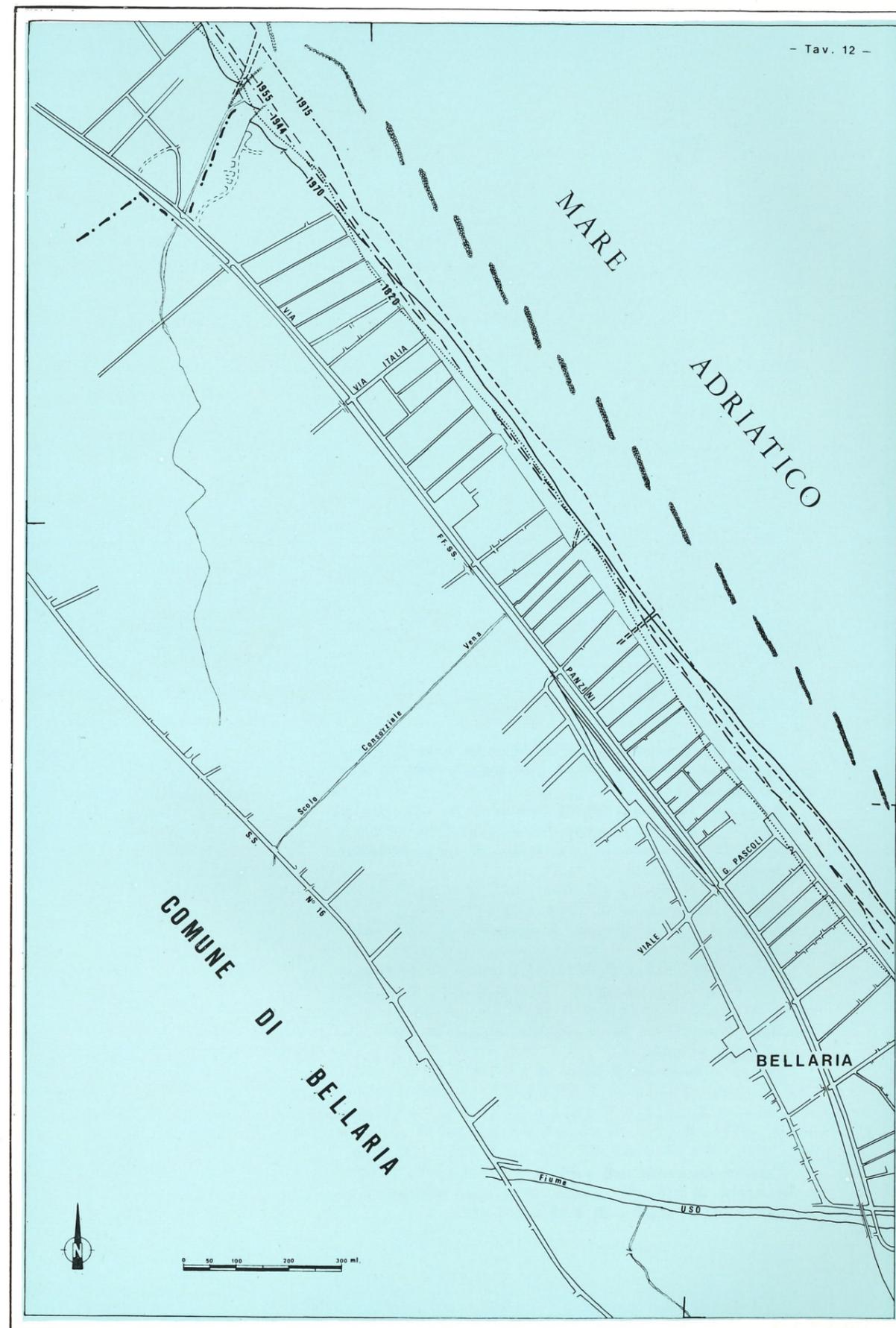


TAVOLA N. 13

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia attorno alla foce del fiume Uso nel Comune di Bellaria e Igea Marina.

Il litorale in esame viene suddiviso in due parti : quella tra la parte nord della tavola e il porto canale e quella tra il porto canale e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva.

La lunghezza media dei due tratti di spiaggia considerati è rispettivamente di 1009 e di 1031 metri.

Nel primo tratto il mare è arretrato di 0,73 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; è avanzato di 0,83 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; si è nuovamente ritirato di 0,27 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 3,60 metri all'anno tra il 1955 e il 1970. La costruzione delle scogliere frangiflutto ha consentito questo sensibile aumento della spiaggia.

Nel secondo tratto il mare si è allontanato in media di 0,31 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; di 0,05 metri all'anno tra il 1915 e il 1944 e di 1,73 metri all'anno tra il 1944 e il 1955. Il mare è poi tornato ad avanzare sulla terra di 1,00 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 i due tratti di spiaggia considerati si sono accresciuti rispettivamente di 0,68 e di 0,23 metri all'anno.

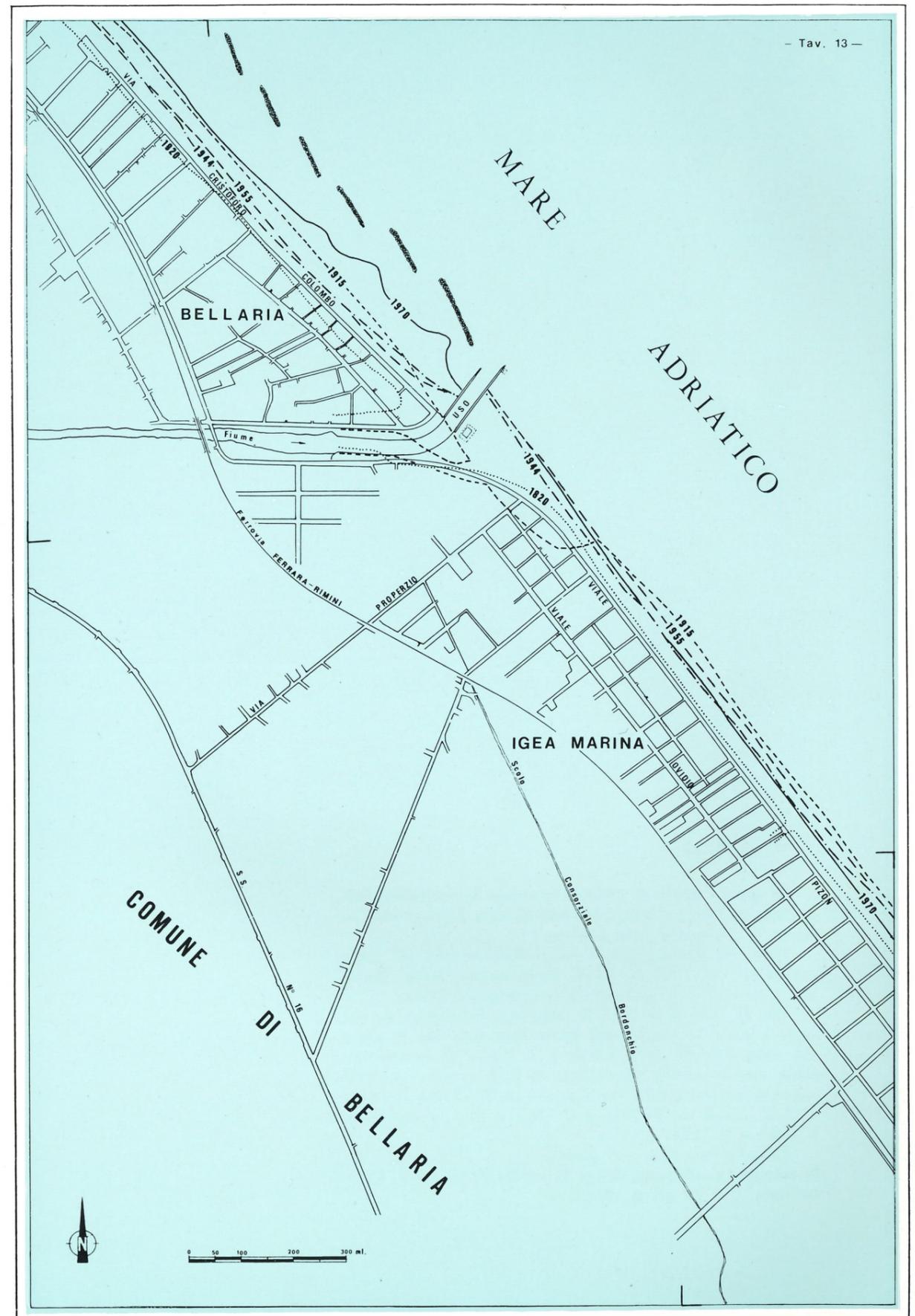


TAVOLA N. 15

In questa tavola sono evidenti le variazioni della linea di spiaggia avvenute nel tratto costiero più meridionale del Comune di Bellaria e Igea Marina e nei pressi di Torre Pedrera in Comune di Rimini.

Il tratto in esame viene suddiviso in due parti: quella tra la parte nord della tavola e lo scolo consorziale Pedrera Grande e quella successiva fino al limite di sovrapposizione con la tavola successiva. Viene distinta, in pratica, la zona non protetta da scogliere frangiflutto da quella difesa da tali opere.

La lunghezza media dei due tratti costieri considerati è rispettivamente di 850 e di 825 metri.

Nella prima parte, dopo un protendimento medio della costa sul mare di 0,98 metri all'anno tra il 1820 e il 1915, si è verificato un costante arretramento dal 1915 in poi, con una brusca accelerazione tra il 1955 e il 1970. Il mare è infatti avanzato di 0,62 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; di 0,64 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 4,53 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Nella seconda parte l'andamento del fenomeno è analogo. Il mare è arretrato di 0,82 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; è successivamente avanzato di 0,17 metri all'anno tra il 1915 e il 1944, di 1,82 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 3,13 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 i due tratti di spiaggia considerati sono aumentati rispettivamente di 0,00 e di 0,04 metri all'anno.

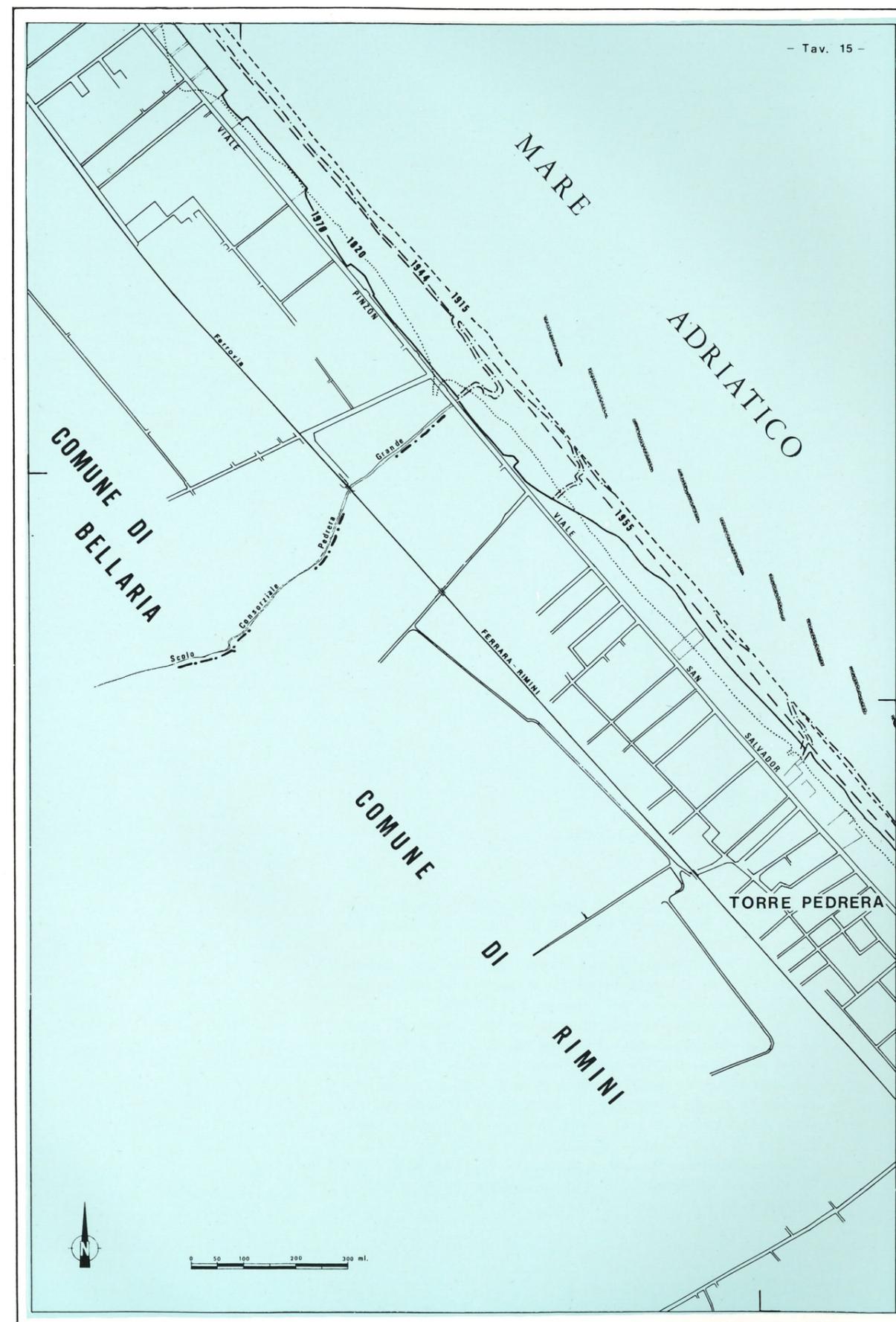


TAVOLA N. 15

In questa tavola sono evidenti le variazioni della linea di spiaggia avvenute nel tratto costiero più meridionale del Comune di Bellaria e Igea Marina e nei pressi di Torre Pedrera in Comune di Rimini.

Il tratto in esame viene suddiviso in due parti: quella tra la parte nord della tavola e lo scolo consorziale Pedrera Grande e quella successiva fino al limite di sovrapposizione con la tavola successiva. Viene distinta, in pratica, la zona non protetta da scogliere frangiflutto da quella difesa da tali opere.

La lunghezza media dei due tratti costieri considerati è rispettivamente di 850 e di 825 metri.

Nella prima parte, dopo un protendimento medio della costa sul mare di 0,98 metri all'anno tra il 1820 e il 1915, si è verificato un costante arretramento dal 1915 in poi, con una brusca accelerazione tra il 1955 e il 1970. Il mare è infatti avanzato di 0,62 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; di 0,64 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 4,53 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Nella seconda parte l'andamento del fenomeno è analogo. Il mare è arretrato di 0,82 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; è successivamente avanzato di 0,17 metri all'anno tra il 1915 e il 1944, di 1,82 metri all'anno tra il 1944 e il 1955 e di 3,13 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 i due tratti di spiaggia considerati sono aumentati rispettivamente di 0,00 e di 0,04 metri all'anno.

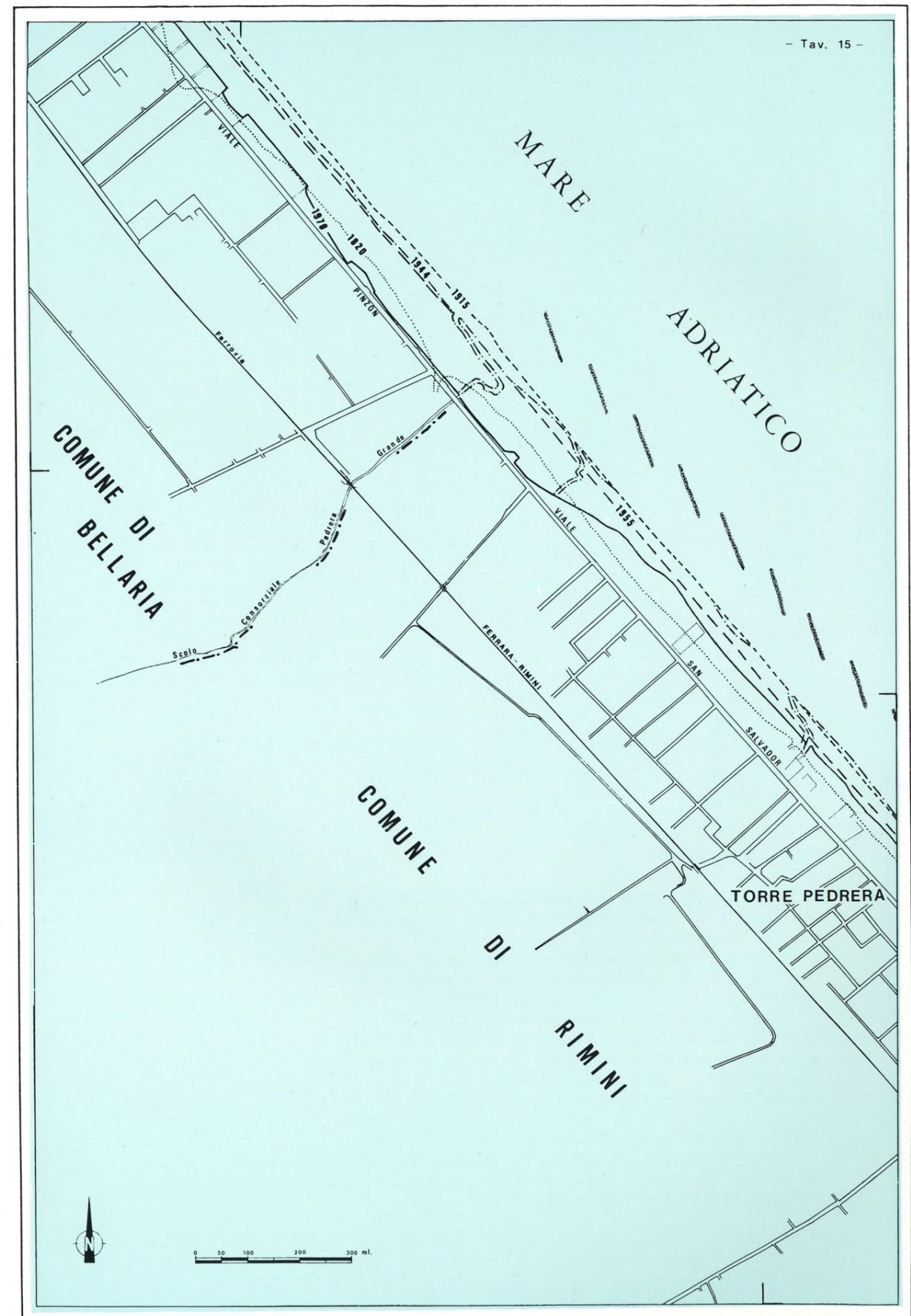


TAVOLA N. 16

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale del Comune di Rimini tra Torre Pedrera e Viserbella.

Dopo un limitato protendimento iniziale nel periodo 1820-1915, la spiaggia in media è sempre arretrata, con una velocità massima nel periodo 1944-1955.

Il mare risulta essersi ritirato di 0,39 metri all'anno in media nell'intervallo di tempo tra il 1820 e il 1915; è poi avanzato, sempre nella fascia interposta tra la parte più settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, di 0,38 metri all'anno nel periodo 1915-1944; di 1,91 metri all'anno nel periodo 1944-1955 e di 0,40 metri all'anno nel periodo 1955-1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1952 metri, è arretrata di 0,01 metri all'anno.

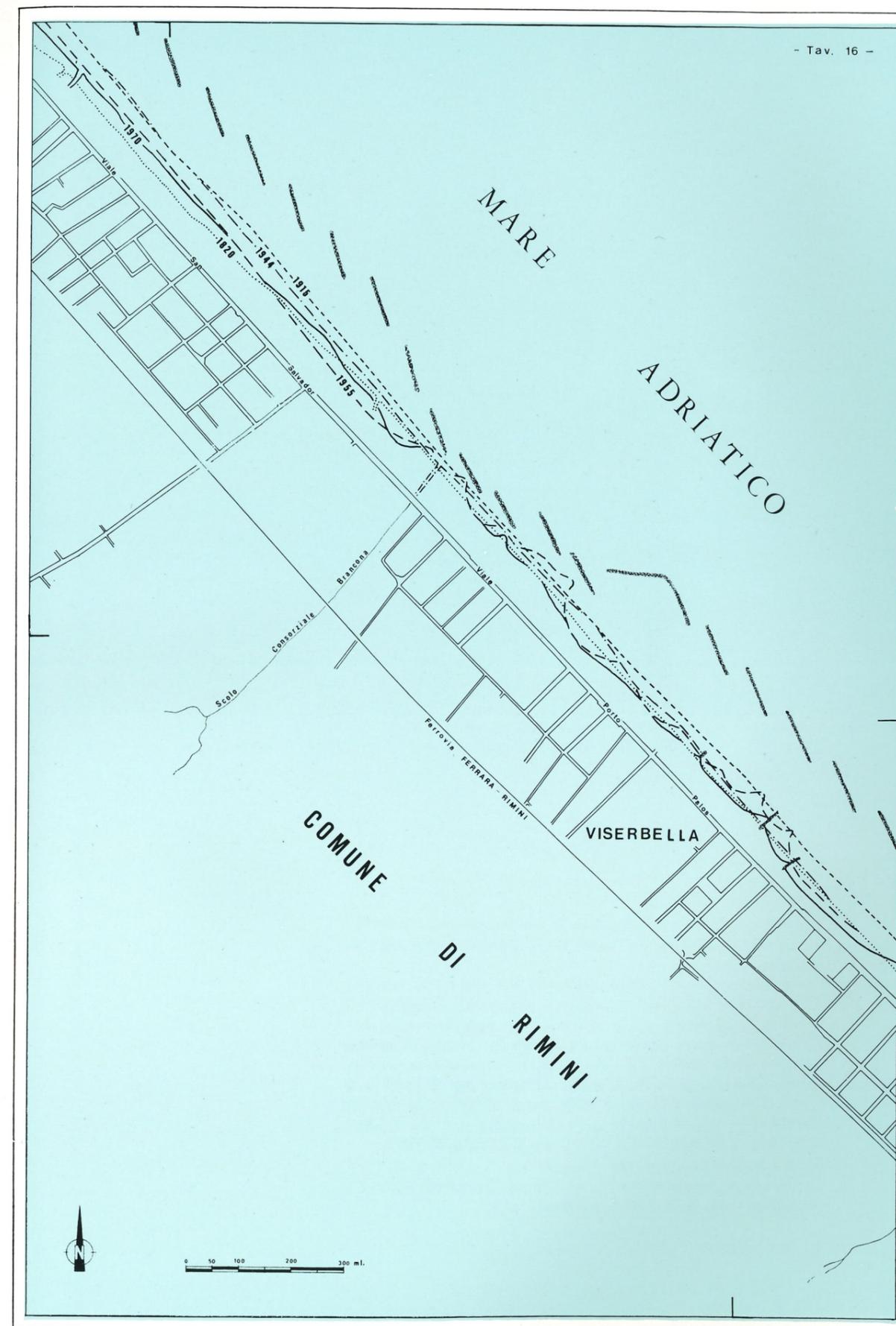


TAVOLA N. 17

Da questa tavola risultano le variazioni della linea di spiaggia nel litorale del Comune di Rimini nella zona di Viserba.

La spiaggia in questo tratto, è arretrata nel periodo 1915-1944; negli altri intervalli è avanzata sul mare.

Tra il 1820 e il 1915 vi è stato un progresso della terra sul mare, nella fascia interposta tra la fascia più settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, di 0,45 metri all'anno; tra il 1915 e il 1944 il regresso è stato di 0,69 metri all'anno; in seguito il nuovo progresso è stato di 1,45 metri annui tra il 1944 e il 1955 e di 0,33 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1962 metri, è aumentata di 0,29 metri all'anno.

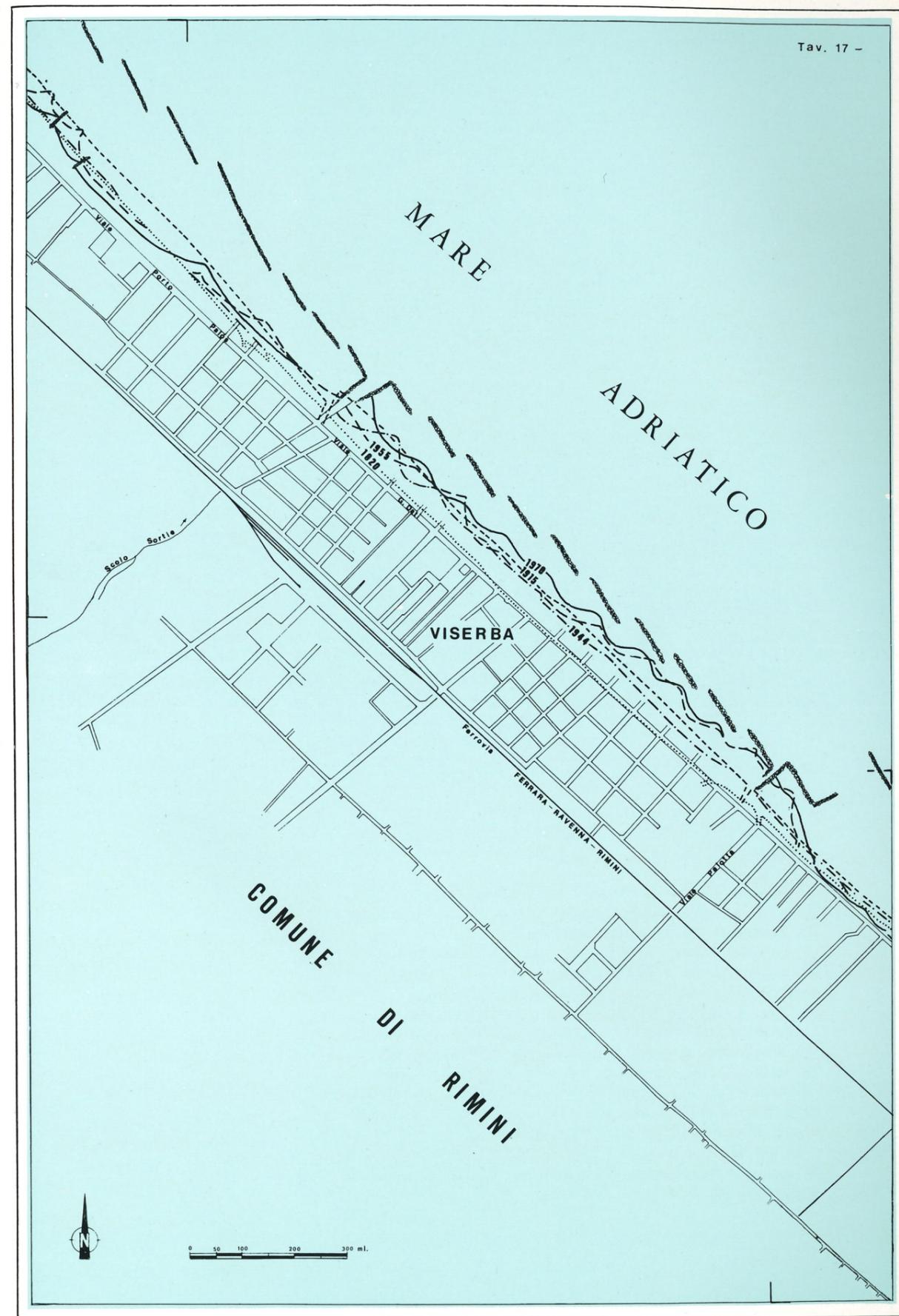


TAVOLA N. 18

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia nell'intervallo 1820-1970 sulla sinistra del deviatore del fiume Marecchia.

In questo tratto di costa un arretramento significativo della spiaggia si è verificato tra il 1915 e il 1944. Nei restanti intervalli di tempo il mare si è ritirato.

Tra il 1820 e il 1915, nella fascia interposta tra la parte più settentrionale della tavola e il deviatore del fiume Marecchia, il mare è arretrato di 0,77 metri all'anno in media; successivamente è avanzato di 1,31 metri all'anno nel periodo 1915-1944; è poi nuovamente arretrato di 0,27 metri all'anno nel periodo 1944-1955 e di 1,40 metri all'anno nel periodo 1955-1970.

Complessivamente nel periodo tra il 1820 e il 1970 la spiaggia considerata, lunga in media 1730 metri, è aumentata di 0,39 metri all'anno.

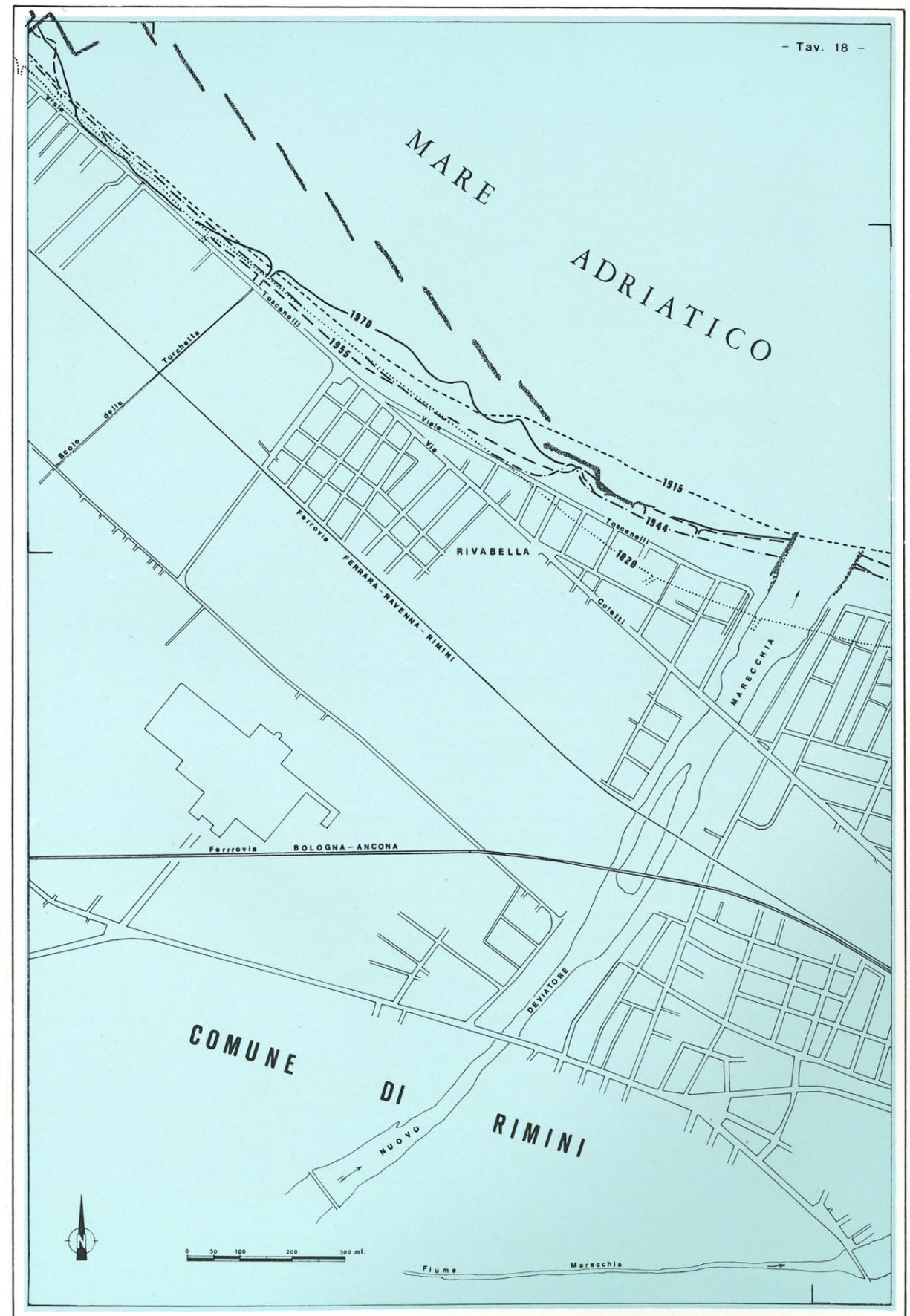


TAVOLA N. 20.

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia in un tratto del litorale riminese a sud del porto canale.

In questa parte della costa l'aumento della spiaggia si è verificato regolarmente nell'intero periodo considerato: infatti il protendimento medio è stato di 1,52 metri annui tra il 1820 e il 1915, di 2,24 metri annui tra il 1915 e il 1944; di 3,63 metri annui tra il 1944 e il 1955; di 1,26 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Il protendimento medio della spiaggia nella zona è stato di 1,79 metri annui nel periodo 1820-1970. La lunghezza media della linea di spiaggia nel tratto considerato tra l'estremo nord della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva è di 1906 metri.

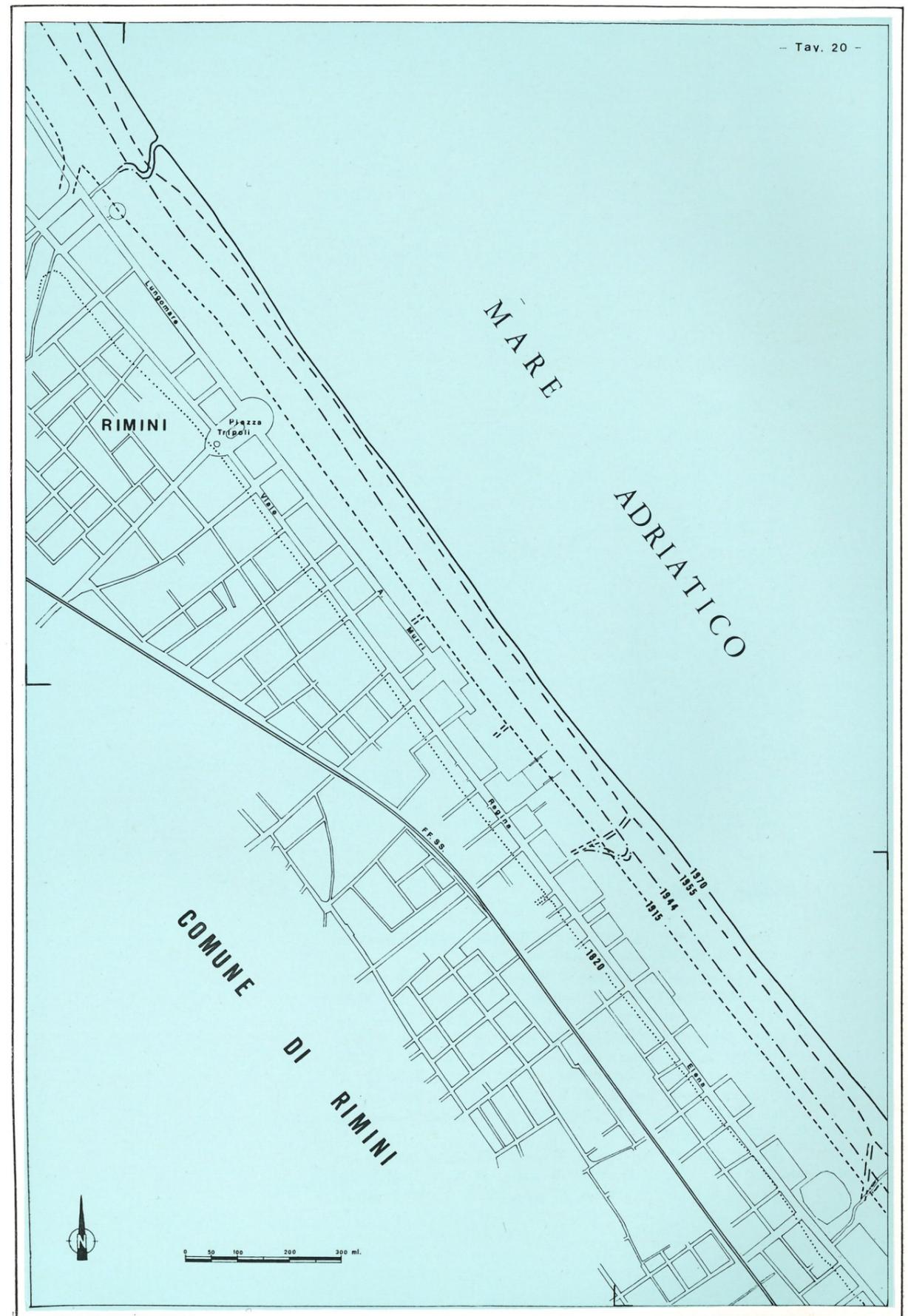


TAVOLA N. 21.

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia nel litorale riminese di Bellariva.

In questo tratto di costa il protendimento della spiaggia è continuato ininterrottamente nel periodo dal 1820 al 1970. L'incremento della spiaggia, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è stato in media di 1,41 metri annui tra il 1820 e il 1915, di 1,42 metri annui tra il 1915 e il 1944, di 3,09 metri annui tra il 1944 e il 1955, di 2,13 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Nella spiaggia in esame il protendimento medio annuo tra il 1820 e il 1970 è stato di 1,61 metri. La lunghezza media della linea di spiaggia è di 2012 metri.

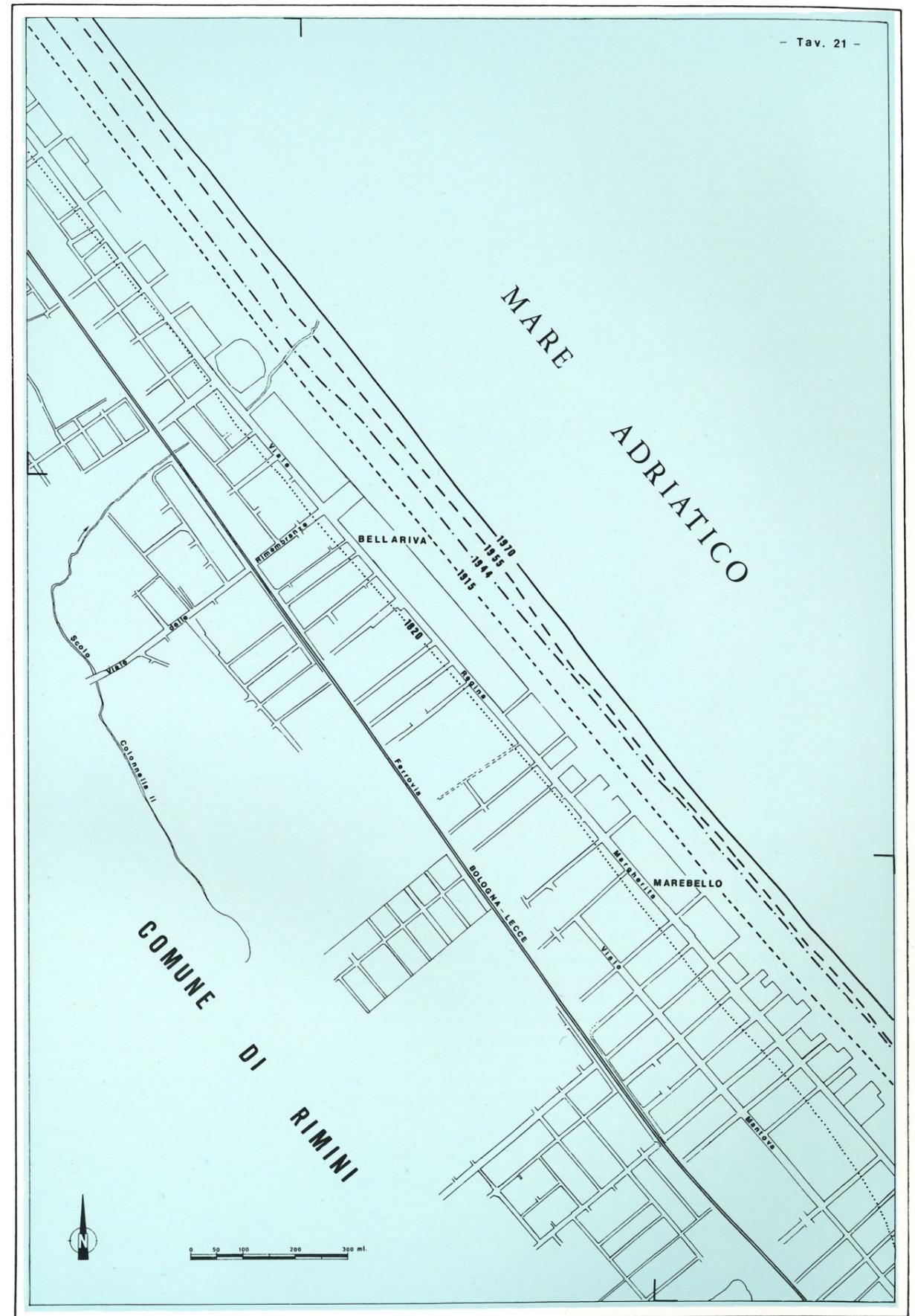


TAVOLA N. 22.

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia nel litorale del Comune di Rimini tra Rivazzurra e Miramare.

Lungo questo tratto costiero il protendimento della terra emersa, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite dell'area di sovrapposizione con la tavola successiva, è continuato ininterrottamente dal 1820 al 1970. L'aumento ha seguito, in media, il seguente ritmo : 1,99 metri all'anno tra il 1820 e il 1915; 1,17 metri all'anno tra il 1915 e il 1944; 1,36 metri all'anno tra il 1944 e il 1955; 2,13 metri all'anno tra il 1955 e il 1970.

Nella spiaggia di Rivazzurra e Miramare in esame il protendimento medio annuo nel periodo 1820-1970 è stato di 1,80 metri. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 1666 metri.

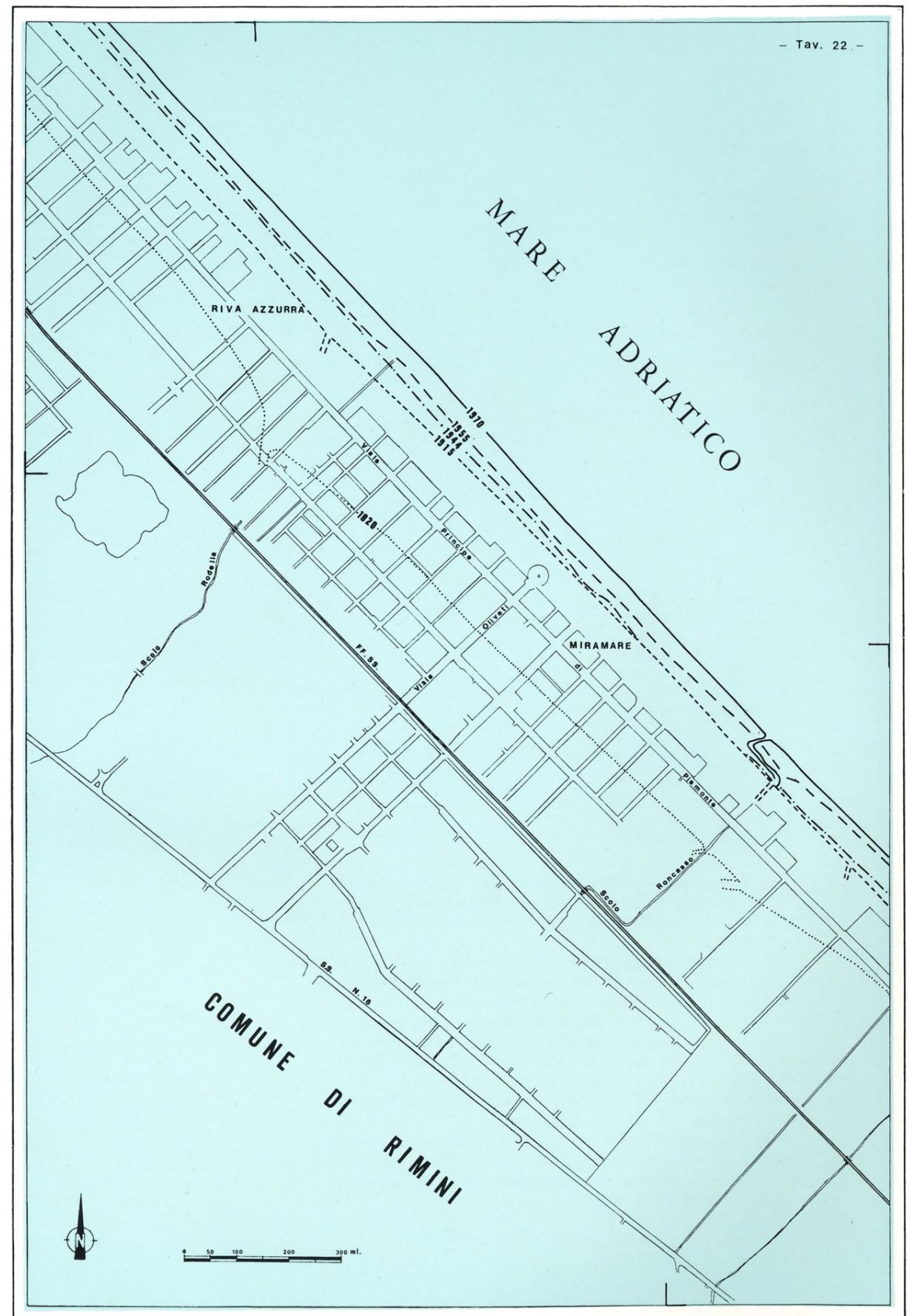


TAVOLA N. 23

In questa tavola sono riportate le variazioni della linea di spiaggia nella parte più meridionale del litorale riminese e in quella più settentrionale della costa di Riccione.

In questo tratto costiero il protendimento della spiaggia sul mare si è verificato costantemente nel periodo 1820-1970. L'andamento medio di questo fenomeno, nella fascia tra la parte più settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, ha assunto i seguenti valori : 1,79 metri all'anno nel periodo 1820-1915; 0,31 metri all'anno nel periodo 1915-1944; 2,00 metri all'anno nel periodo 1944-1955; 1,53 metri all'anno nel periodo 1955-1970.

Nel tratto costiero in esame il protendimento medio annuo della spiaggia nel periodo 1820-1970 è stato di 1,49 metri. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 2015 metri.

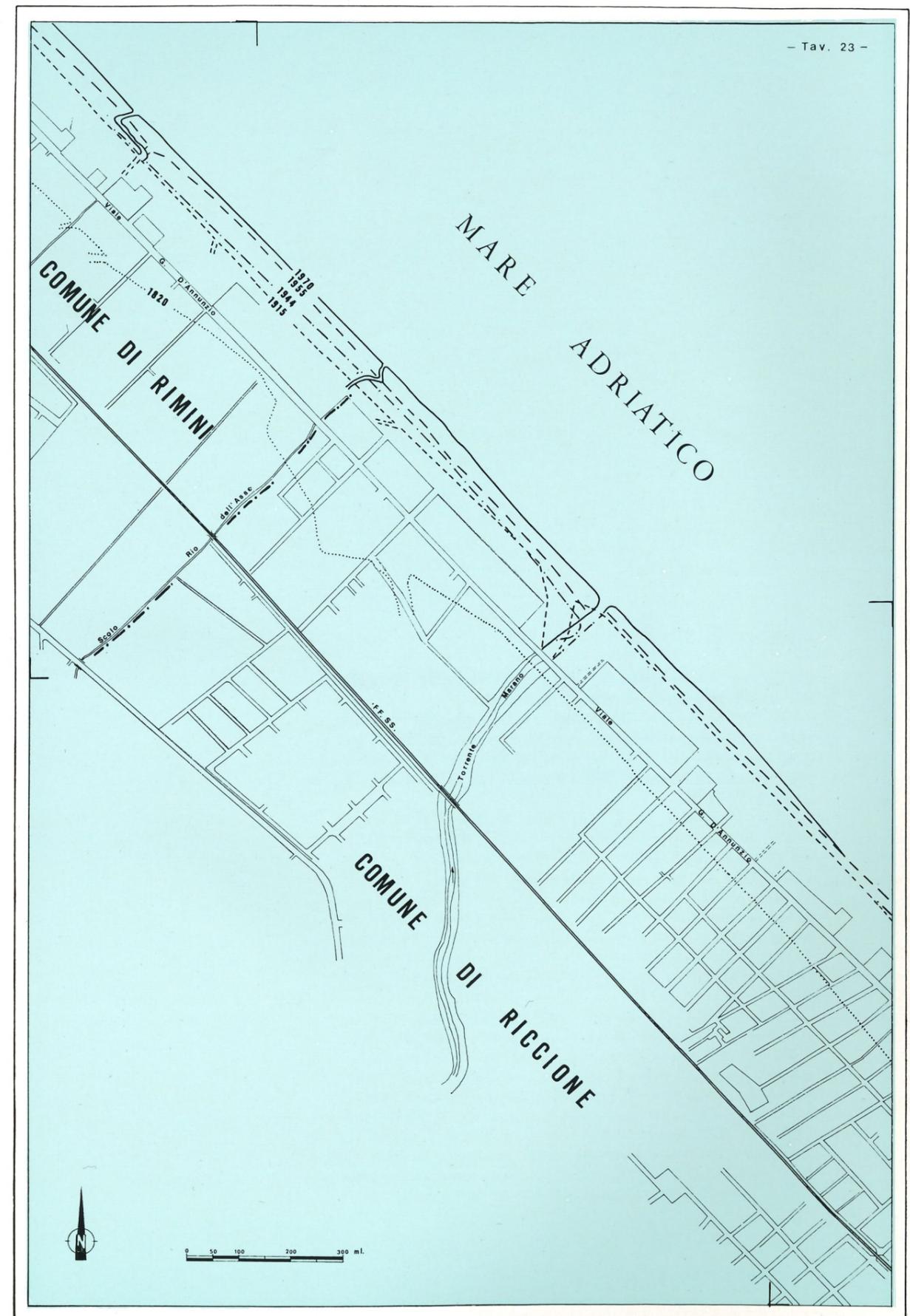


TAVOLA N. 24

Questa tavola presenta le variazioni della spiaggia nei pressi del porto canale di Riccione.

Il tratto costiero in esame viene suddiviso in due parti, poste rispettivamente a nord e a sud del porto canale. In entrambe l'aumento della spiaggia si è verificato ininterrottamente nell'intervallo di tempo tra il 1820 e il 1970.

Nel litorale a nord del porto di Riccione l'incremento medio della spiaggia è stato di 1,98 metri annui nel periodo 1820-1915; di 1,10 metri annui nel periodo 1915-1944; di 1,09 metri annui nel periodo 1944-1955; di 0,80 metri annui nel periodo 1955-1970. Il protendimento medio annuo della spiaggia, nella fascia considerata tra la parte più settentrionale della carta e il porto canale, è stato di 1,63 metri annui tra il 1820 e il 1970. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 1720 metri.

Nel litorale a sud del porto di Riccione, considerando la fascia costiera tra questa opera marittima e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, l'aumento della spiaggia è stato in media di 2,85 metri annui tra il 1820 e il 1915, di 1,69 metri annui tra il 1915 e il 1944, di 0,63 metri annui tra il 1944 e il 1955, di 0,53 metri annui tra il 1955 e il 1970. Il protendimento medio annuo della spiaggia è stato di 2,23 metri tra il 1820 e il 1970. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 228 metri.

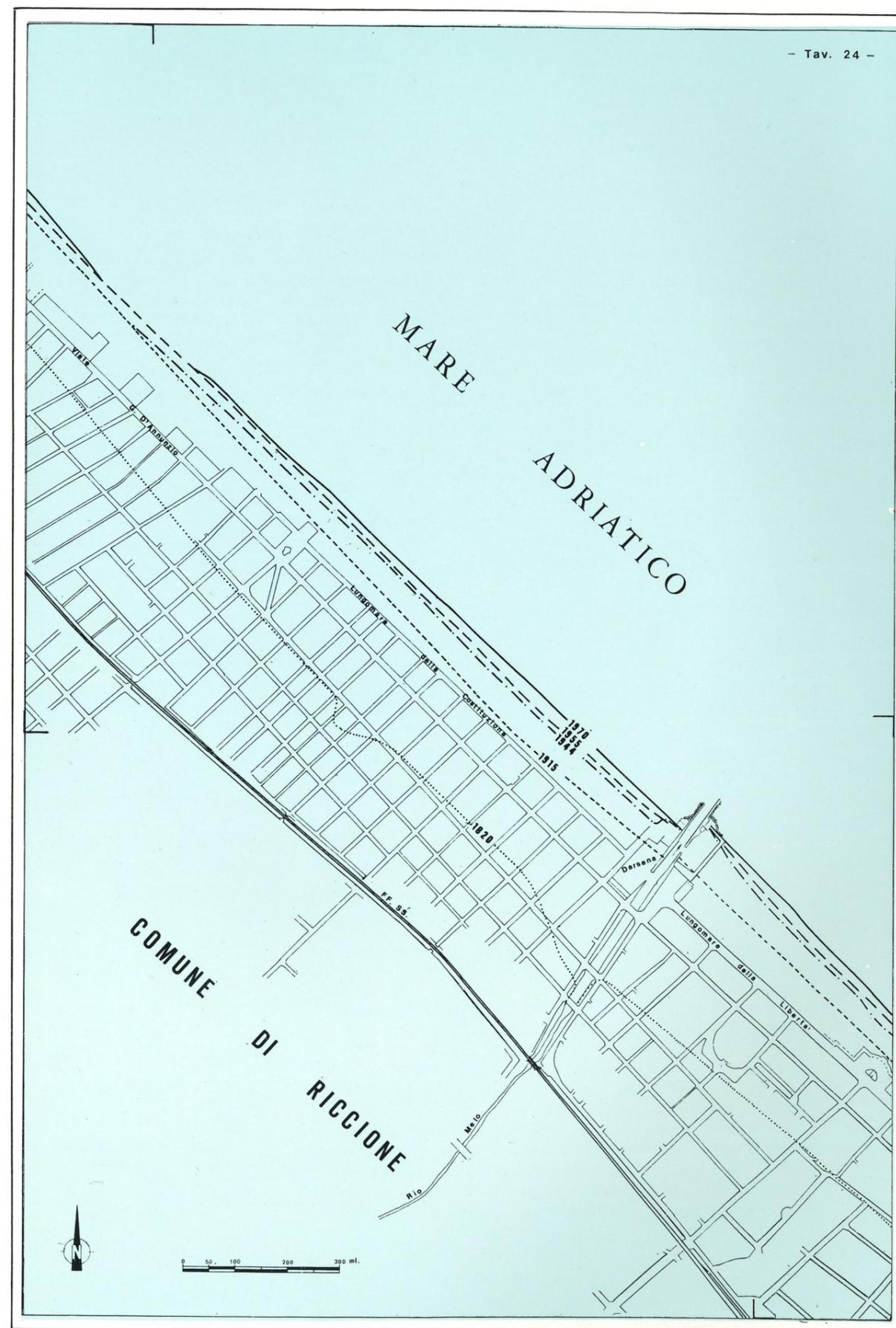


TAVOLA N. 25

In questa tavola sono riportate le variazioni della linea di spiaggia in un tratto del Comune di Riccione a sud del porto canale.

Lungo questo tratto della costa l'aumento della spiaggia è stato senza interruzioni nell'intero periodo considerato. L'incremento è stato in media di 2,46 metri annui tra il 1820 e il 1915; di 1,65 metri annui tra il 1915 e il 1944; di 0,68 metri annui tra il 1944 e il 1955; di 1,20 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Il protendimento medio della spiaggia nel periodo 1820-1970 è stato di 2,05 metri annui. La lunghezza media della linea di spiaggia, nel tratto considerato tra l'estremo settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, è di 1722 metri.

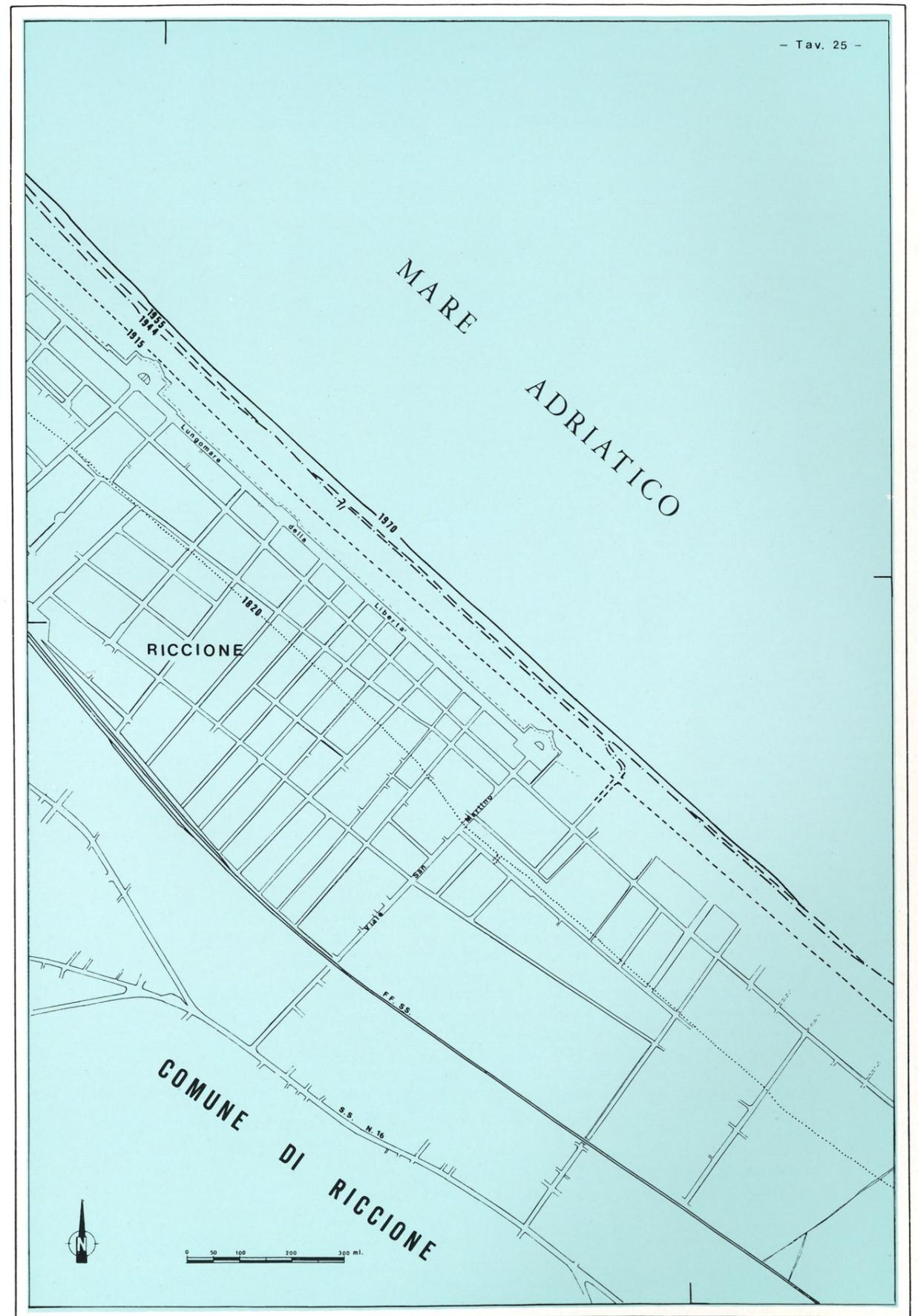


TAVOLA N. 26

In questa tavola sono riportate le variazioni della linea di spiaggia nella parte più meridionale del litorale del Comune di Riccione e nella parte più settentrionale della costa del Comune di Misano.

In questa zona, lungo la fascia tra il limite settentrionale della tavola e il tratto di sovrapposizione con la tavola seguente, il protendimento si è mantenuto ininterrottamente nel periodo considerato, pur subendo una progressiva attenuazione. Tra il 1820 e il 1915, infatti, l'aumento della spiaggia è stato in media di 2,49 metri all'anno. Successivamente i valori medi sono rapidamente calati da 1,44 metri annui tra il 1915 e il 1944, a 0,91 metri annui tra il 1944 e il 1955, a 0,06 metri annui tra il 1955 e il 1970.

L'aumento medio annuo della spiaggia è stato di 1,93 metri annui tra il 1820 e il 1970. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 1762 metri.

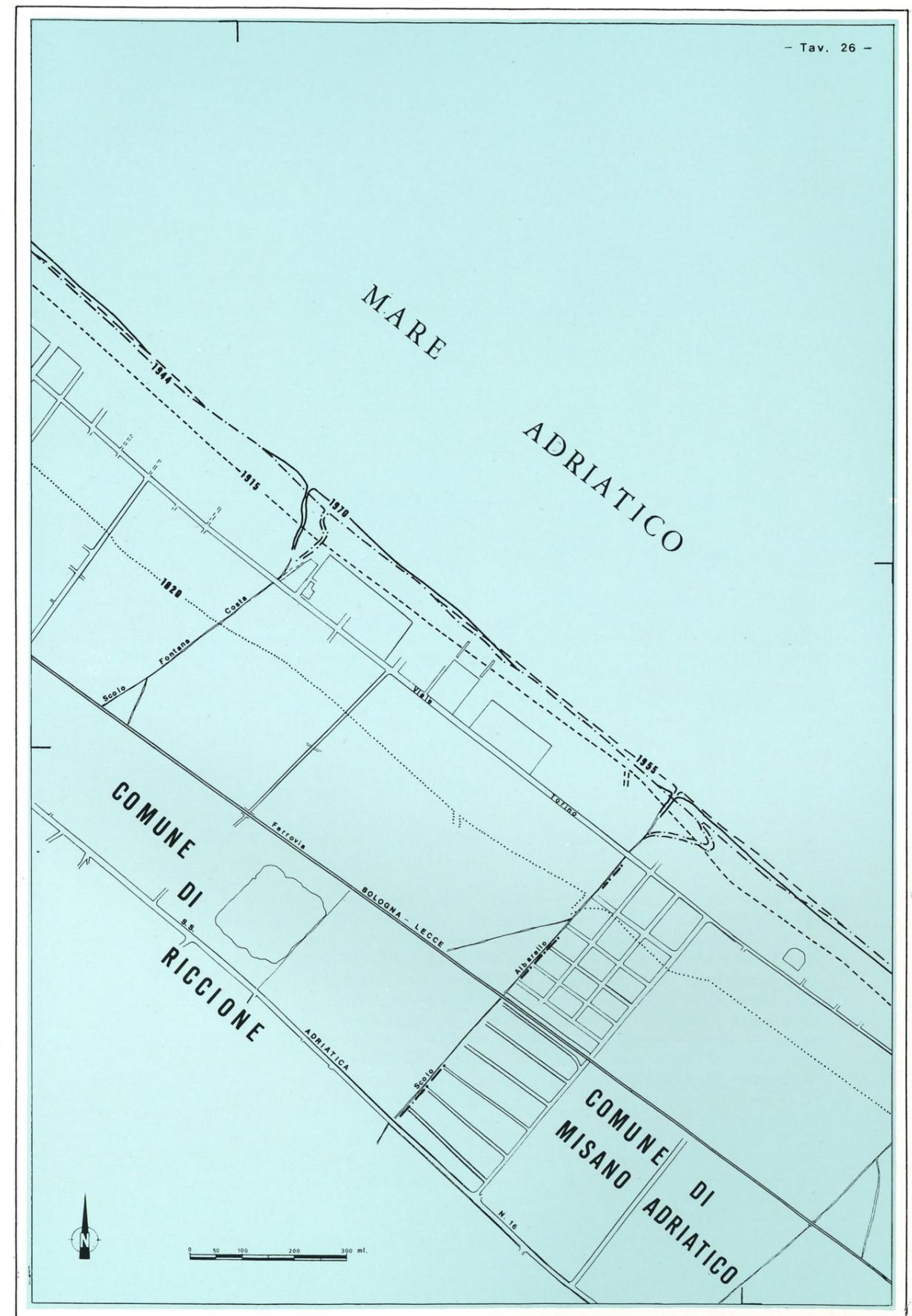


TAVOLA N. 27

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia nel litorale di Misano Adriatico.

In questo tratto costiero l'aumento della spiaggia è continuato fino al 1944, successivamente si è verificato un arretramento fino al 1970. La crescita della terra sul mare, nella fascia tra l'estremo settentrionale della tavola e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, è stato in media di 1,28 metri annui nel periodo 1820-1915; di 1,79 metri annui nel periodo 1915-1944. La successiva riduzione della spiaggia è stata in media di 0,36 metri annui tra il 1944 e il 1955 e di 0,20 metri annui tra il 1955 e il 1970.

Il protendimento medio della spiaggia in questa zona è stato di 1,11 metri all'anno nel periodo 1820-1970. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 1670 metri.

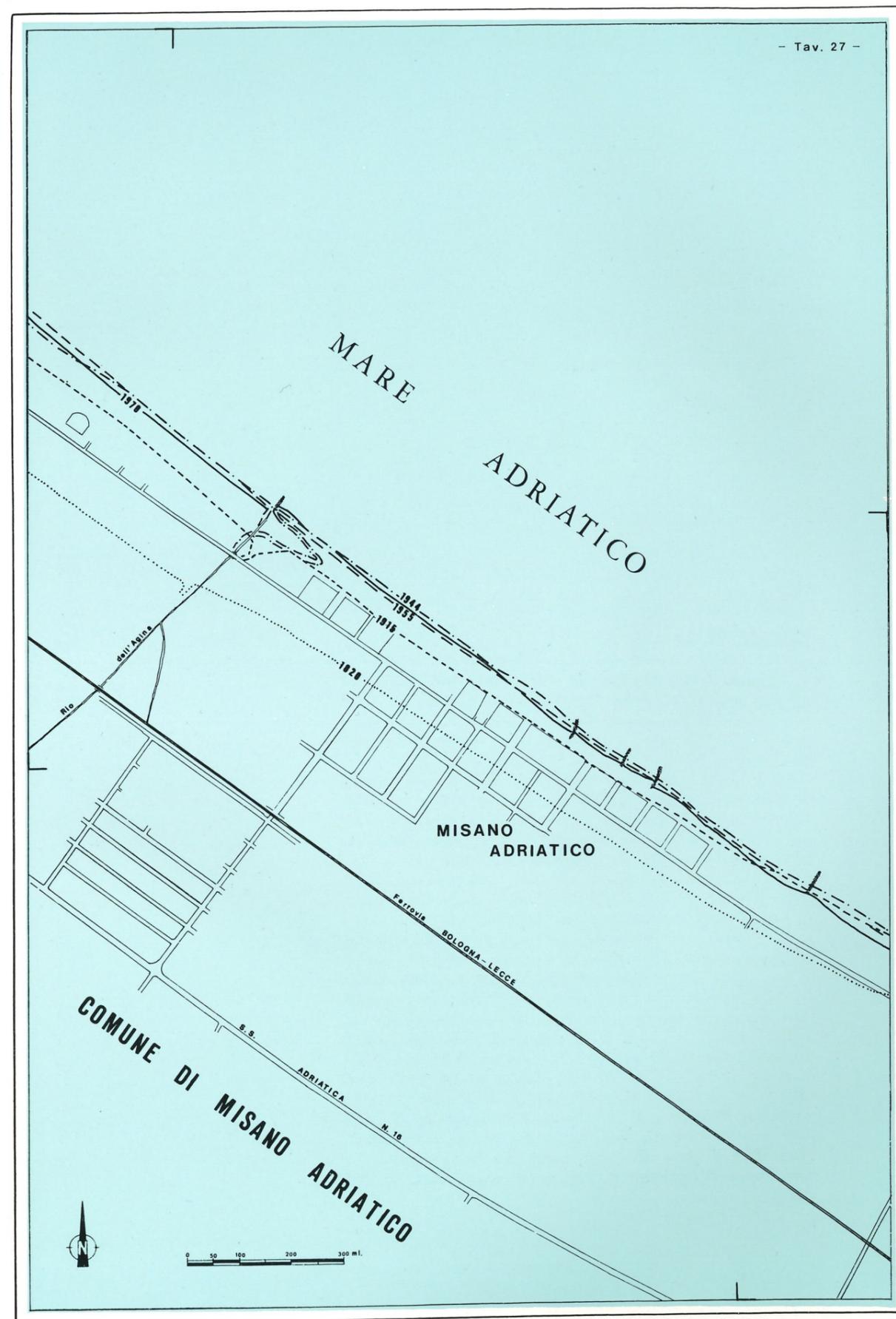


TAVOLA N. 28

Questa tavola mostra le variazioni della linea di spiaggia nei pressi della foce del fiume Conca.

Il litorale in esame viene suddiviso in due parti poste rispettivamente a sinistra e a destra della foce fluviale.

A sinistra della foce del fiume Conca, nella fascia costiera tra il limite settentrionale della tavola e questo corso d'acqua, la spiaggia è aumentata in media di 1,09 metri all'anno nel periodo 1820-1915; successivamente è diminuita in media di 0,03 metri all'anno nel periodo 1915-1944, di 1,27 metri all'anno nel periodo 1944-1955 e di 1,27 metri all'anno nel periodo 1955-1970. Il protendimento medio annuo della spiaggia in questa zona è stato di 0,47 metri nel periodo 1820-1970. La lunghezza media della linea di spiaggia è di 1122 metri.

A destra della foce del fiume Conca, nella fascia costiera tra questo corso d'acqua e il limite di sovrapposizione con la tavola successiva, si sono succedute nel tempo fasi di aumento e di riduzione della spiaggia. I protendimenti medi annui sono stati di 1,27 metri tra il 1820 e il 1915 e di 1,81 metri tra il 1944 e il 1955; gli arretramenti medi annui sono stati di 0,93 metri tra il 1915 e il 1944 e di 2,26 metri tra il 1955 e il 1970. Il protendimento medio annuo nel periodo 1820-1970 è stato di 0,53 metri. La lunghezza media della linea di spiaggia è, nel tratto considerato, di 442 metri.

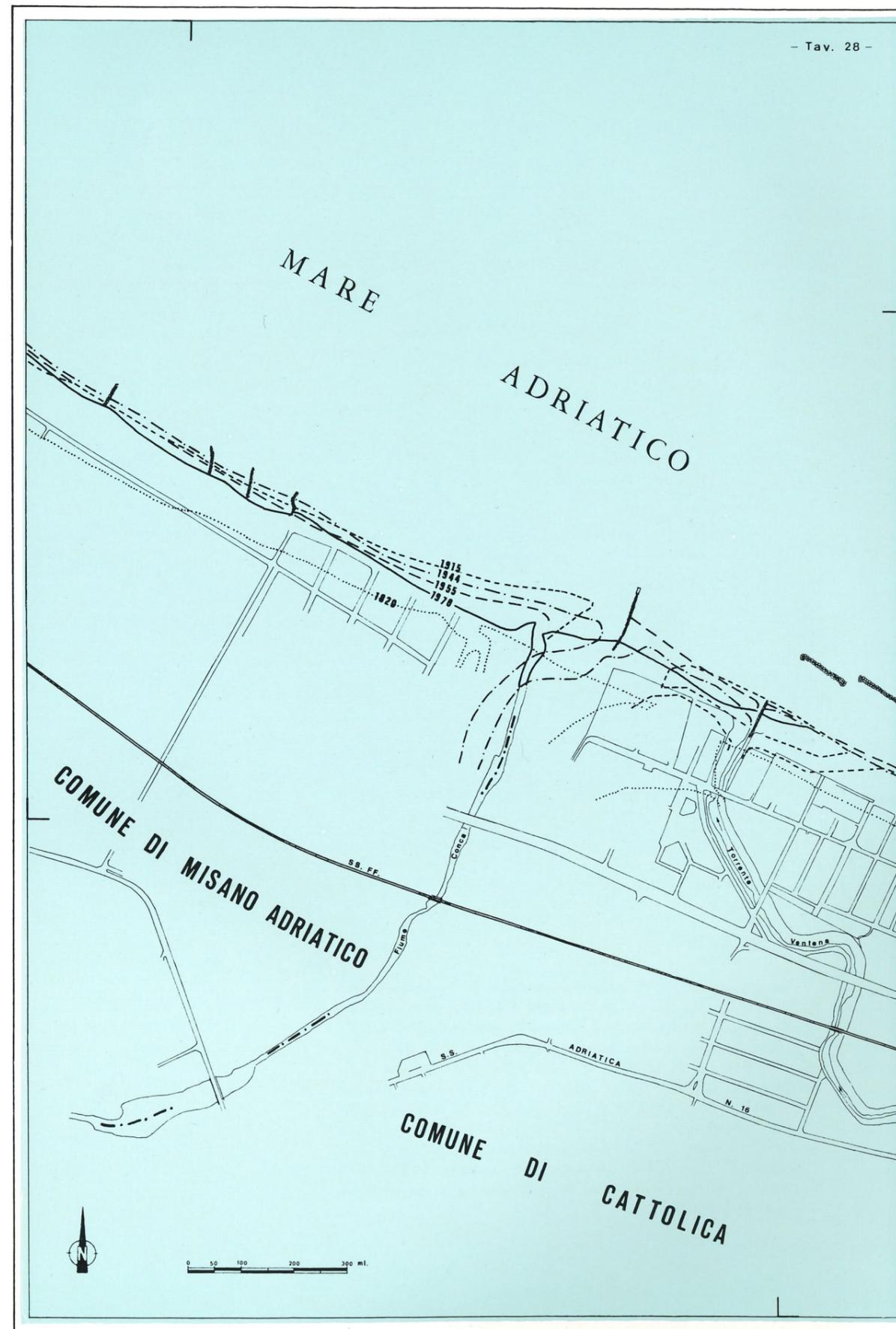




TAVOLA N. 29

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia nel litorale del Comune di Cattolica.

In questo tratto costiero, lungo in media 1.510 metri, il protendimento medio della spiaggia è stato di 0,66 metri all'anno tra il 1820 e il 1970. Tuttavia ad un protendimento iniziale della spiaggia di 1,10 metri annui nel periodo 1820-1915 è seguita una fase di arretramento di 0,27 metri annui tra il 1915 e il 1944. Si è poi verificato un nuovo, ma limitato, aumento della spiaggia dell'ordine di 0,27 metri all'anno nel periodo 1944-1955, al quale è seguita una nuova fase di arretramento di 0,06 metri annui tra il 1955 e il 1970.

TAVOLA N. 30

In questa tavola si possono osservare le variazioni della linea di spiaggia nei pressi del porto di Cattolica.

Il tratto di costa considerato viene suddiviso in due parti: quella a sinistra del porto appartenente alla Provincia di Forlì e quella a destra concernente il territorio della Provincia di Pesaro.

A sinistra del porto il protendimento verso il mare della linea di costa è continuato fino al 1944 con protendimenti medi annui di 0,80 metri tra il 1820 e il 1915 e di 0,51 metri tra il 1915 e il 1944. Successivamente tra il 1944 e il 1955, si è verificato un arretramento della spiaggia di 1,65 metri all'anno, al quale è seguito un nuovo protendimento di 3,13 metri annui. La lunghezza media della linea di spiaggia considerata è di 392 metri. Il protendimento medio della spiaggia è stato di 0,80 metri all'anno tra il 1820 e il 1970.

A destra del porto è stata considerata, per uniformità con la rimanente costa pesarese, solo la variazione media tra il 1835 e il 1970. In questo tratto costiero, lungo in media 840 metri, vi è stato un protendimento medio di 0,36 metri annui.

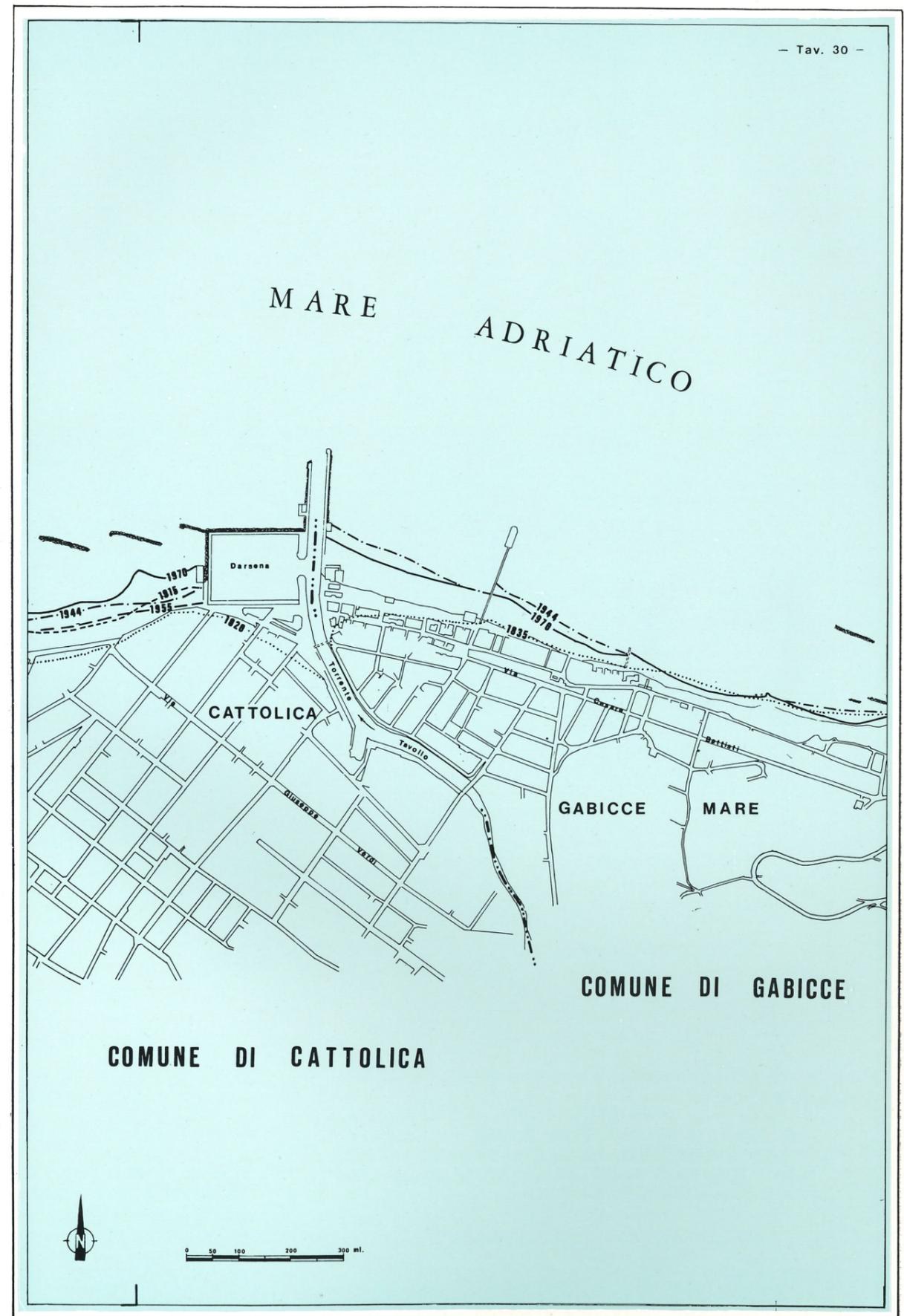


TAVOLA N. 31

Questa tavola mostra le variazioni della costa nei pressi di Gabicce.

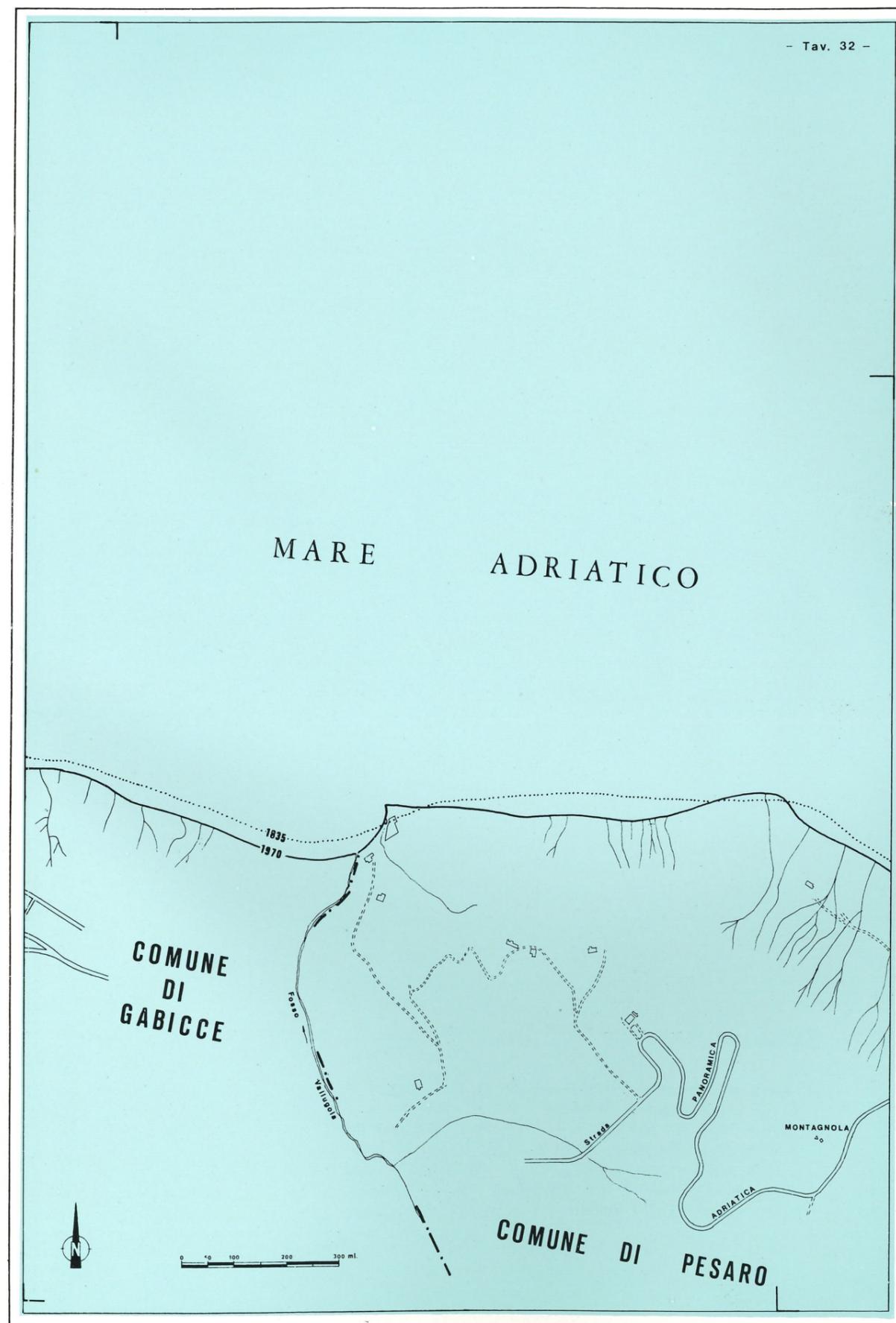
Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,24 metri all'anno. Il tratto costiero considerato tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, ha una lunghezza media di 1.490 metri.



TAVOLA N. 32

In questa tavola si osservano le variazioni della costa nei pressi del confine tra i Comuni di Gabicce e di Pesaro.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,19 metri all'anno. Il tratto costiero considerato tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, ha una lunghezza media di 1.450 metri.



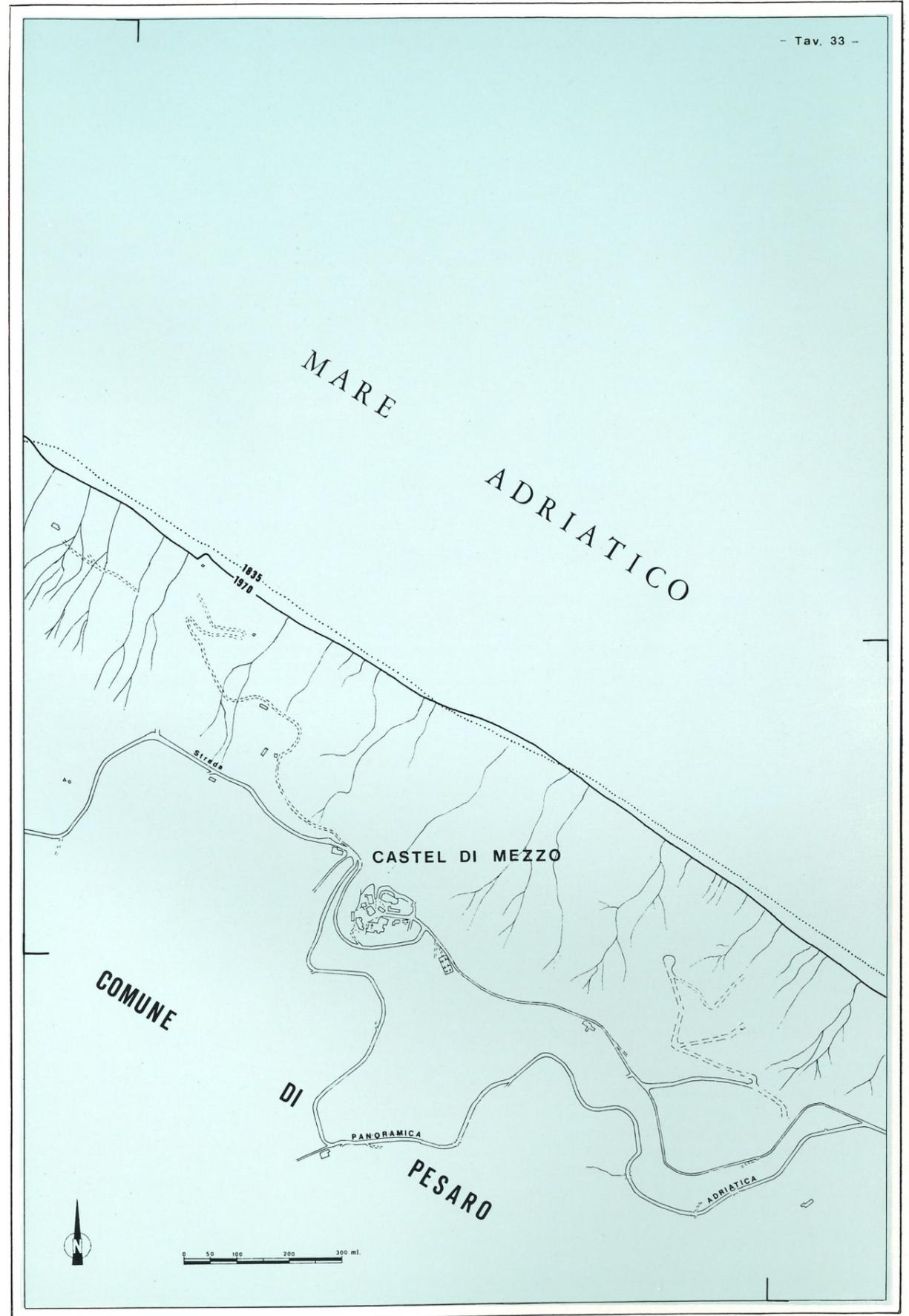


TAVOLA N. 33

In questa tavola si possono rilevare le variazioni della costa nei pressi di Castel di Mezzo.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,11 metri all'anno. Il tratto costiero considerato, tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, misura in media 1.670 metri.

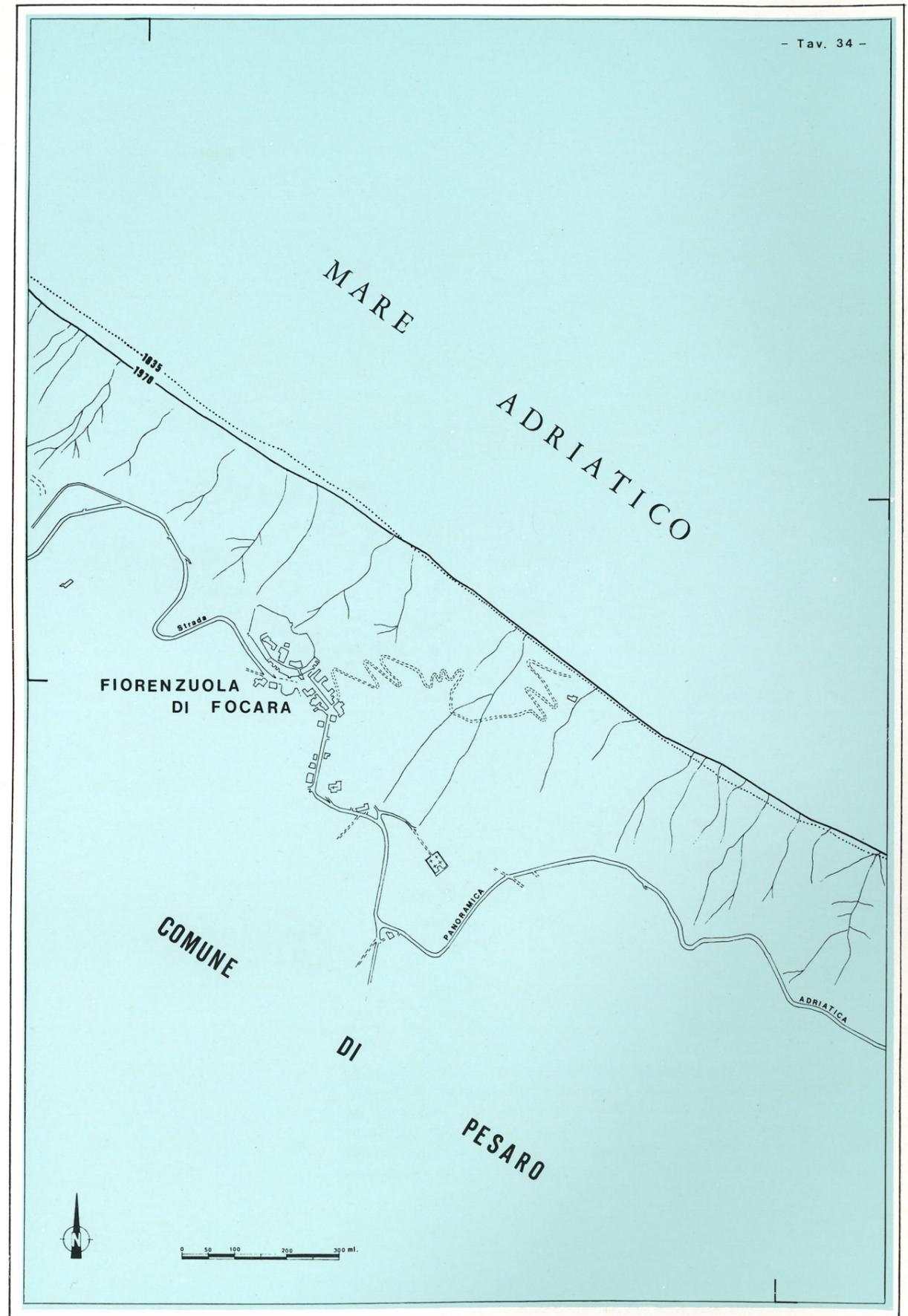


TAVOLA N. 34

Questa tavola mostra le variazioni della costa nei pressi di Fiorenzuola di Focara.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,05 metri all'anno. Il tratto costiero considerato, tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, misura in media 1740 metri.

TAVOLA N. 35

In questa tavola si può osservare un tratto della costa del Comune di Pesaro a sud-est di Fiorenzuola di Focara.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,03 metri all'anno. Il tratto costiero considerato, tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, misura in media 1.660 metri.

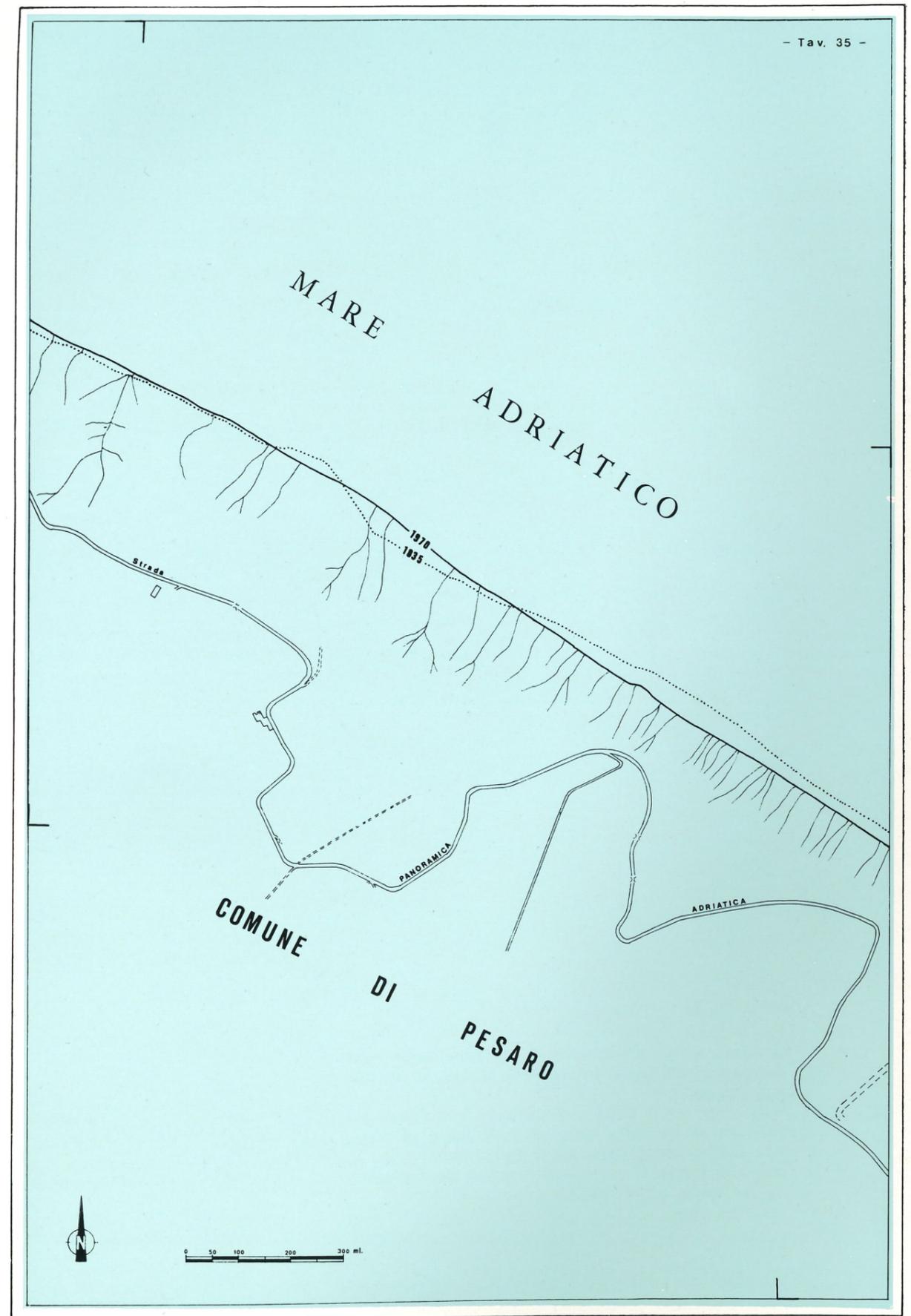


TAVOLA N. 36

In questa tavola si osservano le variazioni della costa del Comune di Pesaro in un tratto a sud-est di Fiorenzuola di Focara.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,14 metri all'anno. Il tratto costiero considerato, tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, misura in media 1.730 metri.

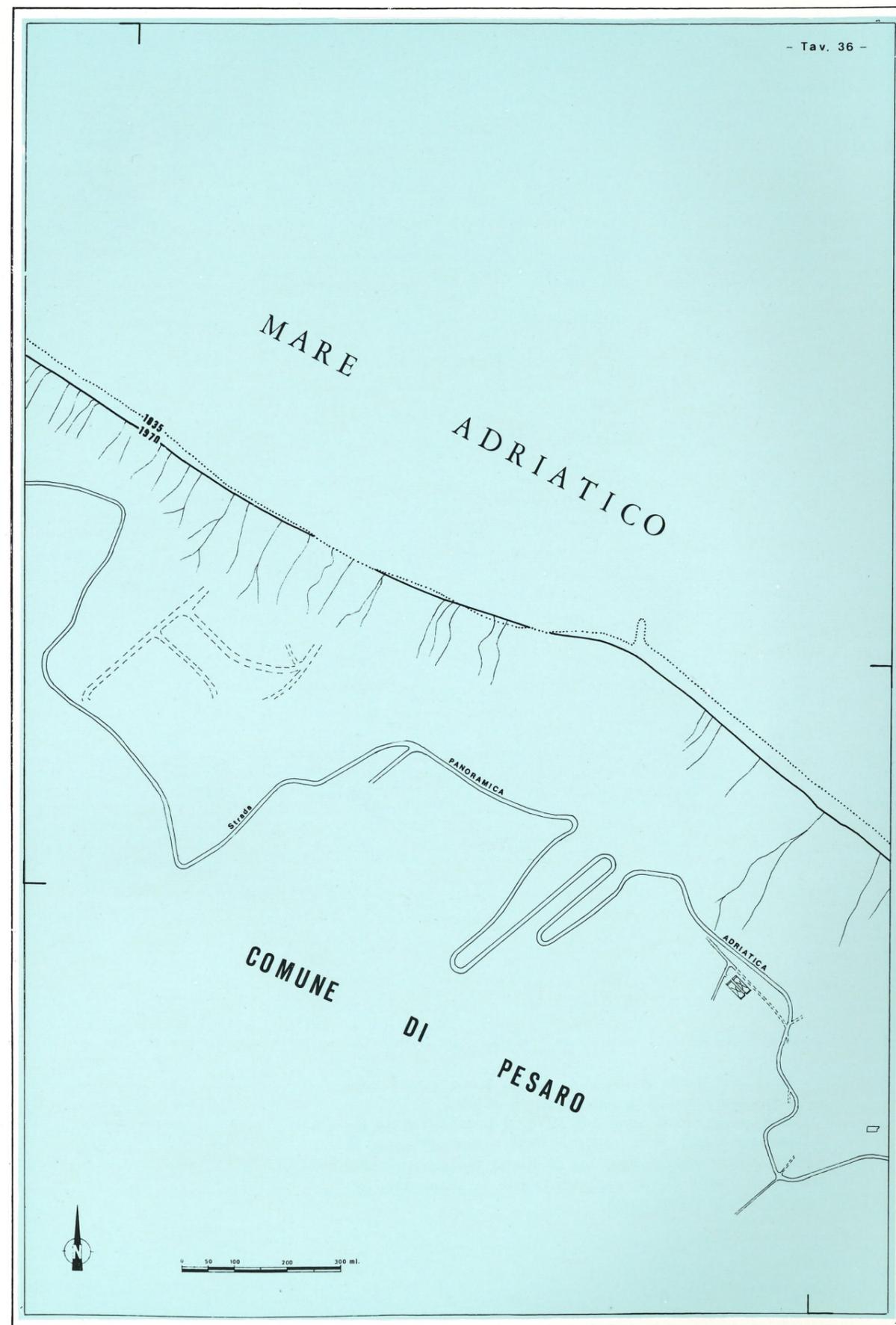
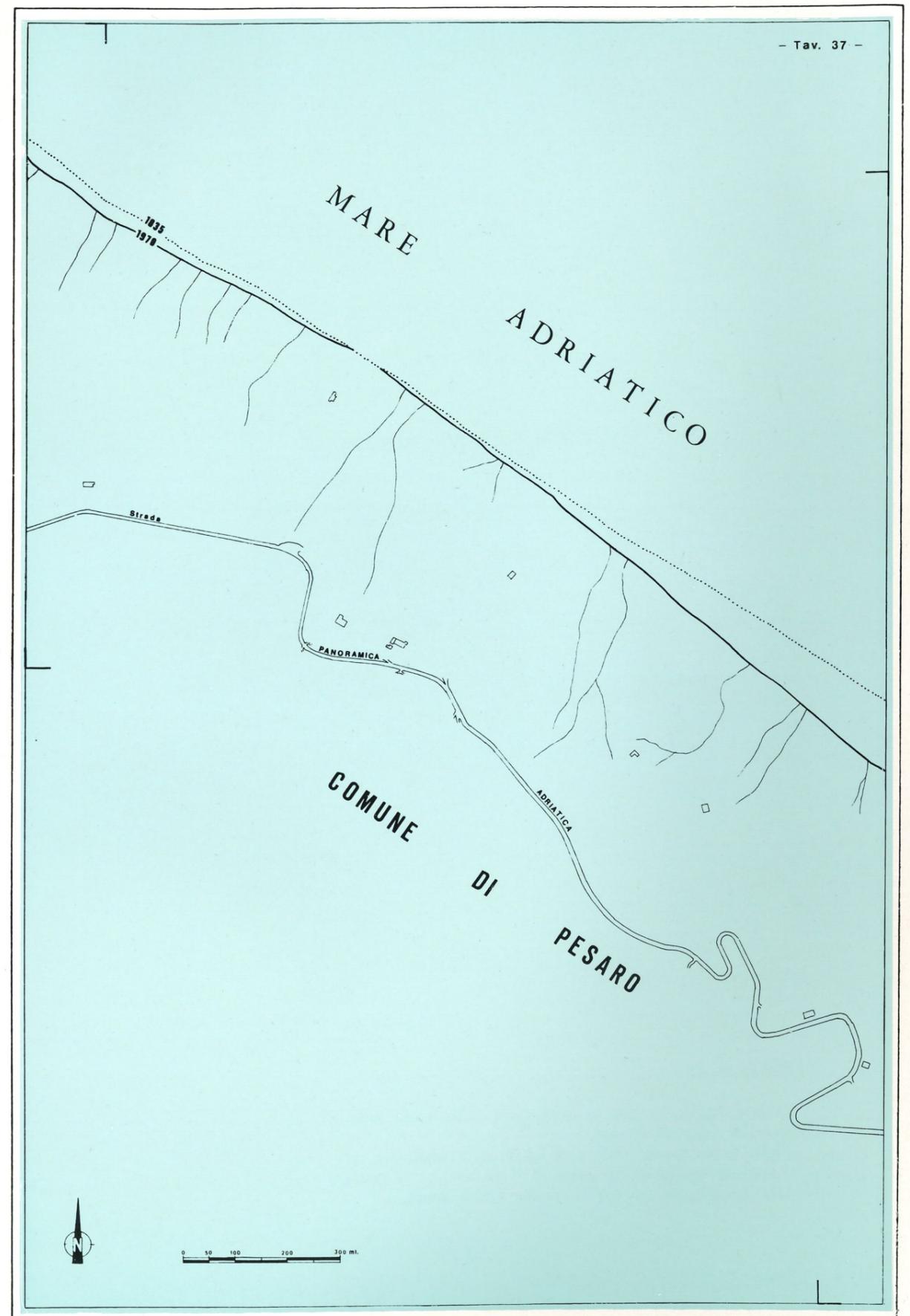


TAVOLA N. 37

In questa tavola si possono rilevare le variazioni della costa immediatamente a nord-ovest di Pesaro.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 0,22 metri all'anno. Il tratto costiero considerato, tra il limite occidentale della carta e il limite di sovrapposizione con la successiva, misura in media 1.800 metri.



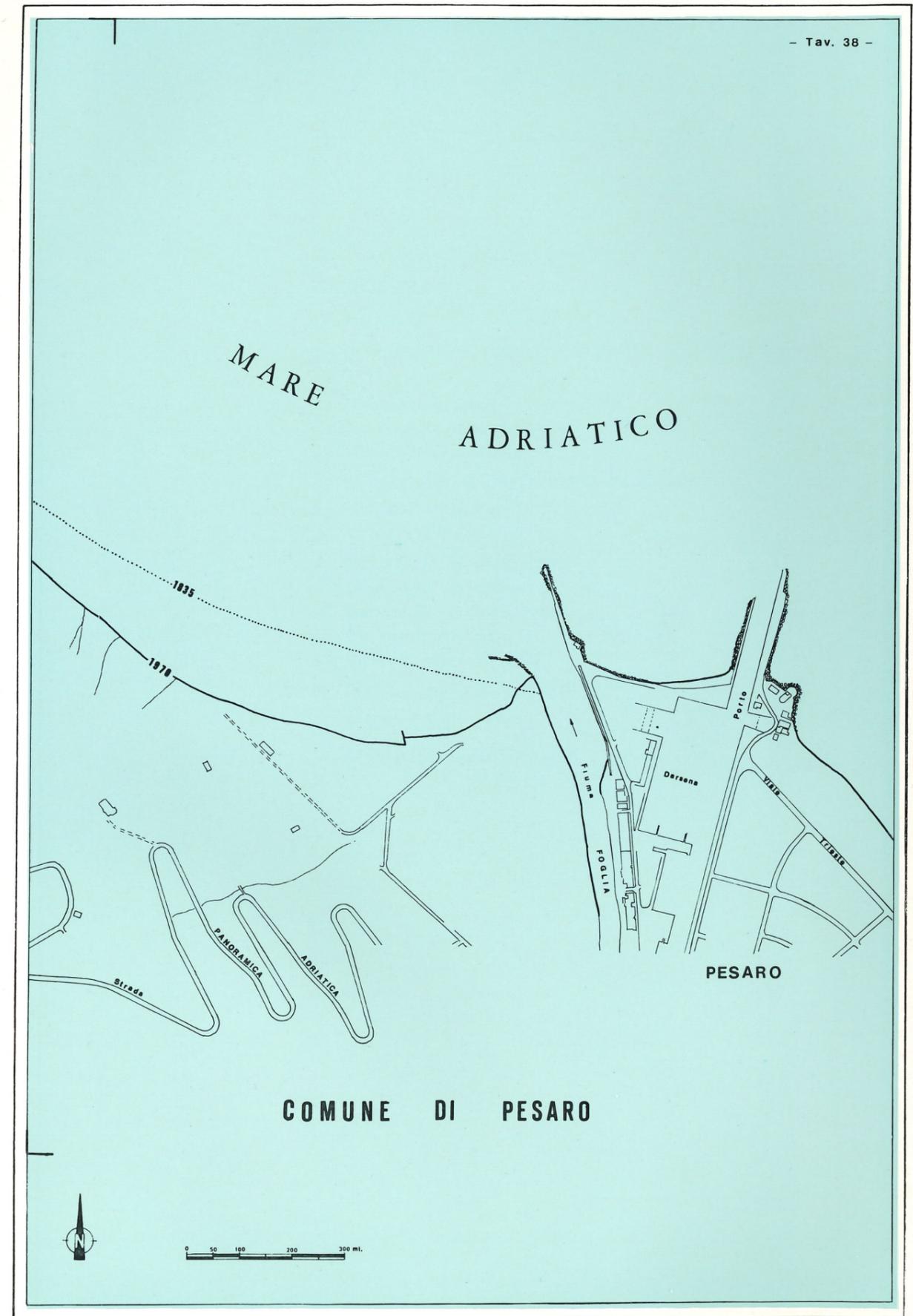


TAVOLA N. 38

Questa tavola mostra la variazione della costa sulla sinistra del porto di Pesaro.

Nella zona, tra il 1835 e il 1970, si è verificato un arretramento medio della costa di 1,00 metri. Il tratto costiero considerato misura in media 1.089 metri.

I N D I C E

PRESENTAZIONE	Pag. 5
1. PREMESSA	» 9
2. REALIZZAZIONE DELLE CARTE ED ELABORAZIONE DEI DATI	» 11
2.1 Il litorale considerato	» 11
2.2 La Redazione delle carte	» 11
2.3 Misure ed elaborazioni	» 13
3. LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPIAGGIA	» 15
3.1 Variazioni complessive	» 15
3.2 Variazioni locali	» 15
4. QUANTITA' DI SEDIMENTI	» 23
4.1 Impostazione del problema	» 23
4.2 Innalzamento del livello marino	» 23
4.3 Una stima precedente	» 27
4.4 Un nuovo tentativo di stima	» 29
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	» 33
BIBLIOGRAFIA CITATA	» 35
APPENDICE CARTOGRAFICA	» 37