TORRENTE STURA

DERIVAZIONE DI ACQUA PER PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

IN COMUNE DI OVADA (AL)

R E L A Z I O N E

1. Premesse

La Manifattura del Turchino S.p.A. è proprietaria, in località Gnocchetto del comune di Ovada in provincia di Alessandria in sponda sinistra del torrente Stura, di un antico stabilimento in cui aveva sede un cotonificio.

L'industria, attivata nel secolo scorso, utilizzava per l'azionamento delle macchine una caduta di acqua derivata in località Pian dell'Orso del comune di Rossiglione in provincia di Genova e autorizzata dalla pari Prefettura con decreto di concessione in data 11/10/1895 che prevedeva una portata massima di ls. 700 e media di ls. 396 per produrre, con il salto di ml. 28, la potenza nominale media di HP 169. La concessione aveva scadenza il 31/12/1925.

Con domanda in data 22/12/1925 la ditta Conotificio Oliva chiedeva la sua rinnovazione con varianti per aumento di portata.

./.

La richiesta era accordata dal Ministero dei Lavori Pubblici con decreto 4059 div. XII del 2/6/1928.

Le varianti consistevano nell'elevare la portata massima a ls. 1200 e quella media a ls. 740 per produrre con il salto di ml. 28 la potenza nominale media di HP 276,26 pari a KW. 203,14.

La concessione scadeva il 31/12/1955. Frattanto la regione sociale della società mutava da Cotonificio Oliva a S.A. Cotonificio Valle Stura. Il subingresso era riconosciuto dal Ministero dei Lavori Pubblici con decreto n° 8779 del 21/12/1939.

Con legge 8/1/1952 n° 42 le concessioni di derivazione di acqua rientranti in particolari condizioni venivano prorogate di 15 anni e con successiva 2/2/1968 n° 53 di altri 15, per cui la scadenza della concessione di che trattasi andava al 31/12/1985.

A seguito di altra variazione della ragione sociale, il Provveditorato Regionale alle Opere Pubbliche per la Liguria con decreto n° 15883 del 30/6/1970 accordava il subingresso nella concessione da S.A. Cotonificio Valle Stura a Manifattura del Turchino S.p.A.

Da alcuni anni, l'industria ha cessato la lavorazione manifatturiera, lo stabilimento è stato chiuso e gli immobili industriali venduti. Il nuovo proprietario vi ha cambiato destinazione adibendoli a magazzini e la derivazione di acqua usata per produzione di energia elettrica che è venduta all'E.N.E.L. A tal fine, sono stati eseguiti diversi lavori di ammodernamento e ripristino degli impianti.

Approssimandosi la scadenza della concessione, il nuovo titolare ha pure provveduto a richiederne la rinnovazione per il trentennio 1986/ /2015 e ciò in applicazione dei disposti del T.U. di leggi 11/12/1933

./.

n° 1775 sulle acque pubbliche.

In tal senso, ha avanzato domanda al presidente della Regione Liguria corredandola della documentazione tecnica prescritta dall'art. 9 del R.D. 14/8/1920 n° 1285.

Successivamente, ha presentato ulteriore domanda per aumento di concessione di derivazione, di cui la presente relazione fa parte integrante.

2. Descrizione degli impianti

Le opere di presa, adduzione, utilizzazione e restituzione dell'acqua sono composte dai seguenti elementi:

- opere di presa
- canale
- condotta forzata
- n° 2 turbine e n° 2 alternatori
- canale fugatore

Si da una sommaria descrizione di detti componenti.

2.1 Opera di presa

Il primitivo luogo di presa in alveo era più a monte di circa ml. 300. In seguito, esso venne spostato a valle nel punto che si trova attualmente, ma non se ne conosce né la data né il motivo. Si sa solo che nel 1925, quando fu avanzata la prima domanda di rinnovazione, l'opera di presa era già quella attuale.

Consiste di una diga in muratura di pietrame e malta di cemento di forma circolare, con paramento esterno inclinato di 1/6 e gaveta larga ml. 4 spostata verso la sponda sinistra.

./.

E' fondata su un banco roccioso di forma irregolare con l'appoggio rinforzato in sponda destra, per cui l'altezza è varia. La massima in centro era di ml. 6,8 ed è stata portata a ml. 7,3.

La quota dell'incile della gaveta era a ml. 266,43 s.l.m. ed è stata alzata a ml. 266,91, quella del muro da ml. 267,43 a ml. 267,93.

E' lunga ml. 28 circa e poggia dalle due sponde contro banchi di roccia.

Tra la gaveta e la sponda sinistra vi è uno scaricatore di fondo a paratoia verticale in ferro con soglia a quota 264,43.

L'acqua è inviata in sponda sinistra dove entra nel canale.

2.2 Canale

Il primitivo canale transita in sponda sinistra a circa ml. 23 di distanza dall'ancoraggio della diga da tale parte e più o meno all'altezza di questa, entra in una galleria lunga ml. 25.

Subito dopo è stato deviato ad angolo retto con un tratto coperto di sezione 1,5 x 1,20 lungo ml. 21, che si dirige verso la diga.

La soglia di ingresso è alla quota 265,18.

Poichè nel punto di incontro ad angolo il vecchio canale ha il fondo alla quota 265,41, il tratto nuovo ha contropendenza di: (265,41 - 265,18)/21= 0,011 circa.

Essendo la quota dell'incile della gaveta 266,91, l'altezza massima di acqua che può entrare nel canale è di:

./.

ml. 266,91 - 265,41 - 1,50

La galleria ha sezione di ml. 1,5 x 1,20 e al suo termine inizia il canale scoperto in muratura. E' un'opera notevole essendo stato costruito in sponda sinistra tra la strada del Turchino ed il torrente, in terreno particolarmente impervio.

Dalla galleria al termine è lungo ml. 1.663, ha pendenza media dello 0,001 e sezione di ml. 1,4 x 1,15.

I calcoli che seguono dimostreranno la necessità dell'innalzamento delle sponde per conseguire un aumento di portata.

Subito a valle della galleria vi è il limitatore di portata a sfioratore con la soglia a quota 266,38, alta sul fondo ml. 0,9 e lungo ml. 13. Se ne vedrà poi dal calcolo il comportamento idraulico.

Alla progressiva 1.515,8 dall'inizio e alla quota 263,93 sottopassa la Strada Statale n° 456 del Turchino e si porta a monte di essa, dove prosegue fino al termine.

Alla progressiva 1.679,5 con un ponticello passa sopra un rivo in cui è scaricata l'acqua in caso di chiusura della turbina o di eventuale supero.

Termina nella vasca di carico.

2.3 Condotta forzata

E' formata da un tubo in lamiera di ferro chiodata del diametro di ml. 1.

Inizia dalla vasca di carico posta al termine del canale ove vi è la griglia di protezione dalle impurità con pulitore automatico.

./.

L'acqua vi assume la quota massima di ml. 264,72, limitata così dalla soglia dello scaricatore di supero e che è quella del carico iniziale agli effetti del salto.

La conduttura comincia dal fondo della vasca con un imbuto in lamiera di ferro che si riduce poi al diametro di ml. 1.

Scende quindi quasi verticale fino alla piazza a lato della strada che sottopassa per immettersi nello stabilimento e raggiungere la turbina.

E' tutta collocata in una galleria in muratura delle dimensioni di circa ml. 2 x 2,5 e pertanto ispezionabile.

E' lunga ml. 79 e termina sotto la turbina con l'asse a quota 238,77 dove una saracinesca permette di chiudere l'afflusso dell'acqua alla macchina.

2.4 Turbine

Sono 2 turbine gemelle, indipendenti, del tipo Francis ad asse orizzontale con portata di ls. 1.100.

Sono poste in apposito locale con l'asse a quota di 240,67.

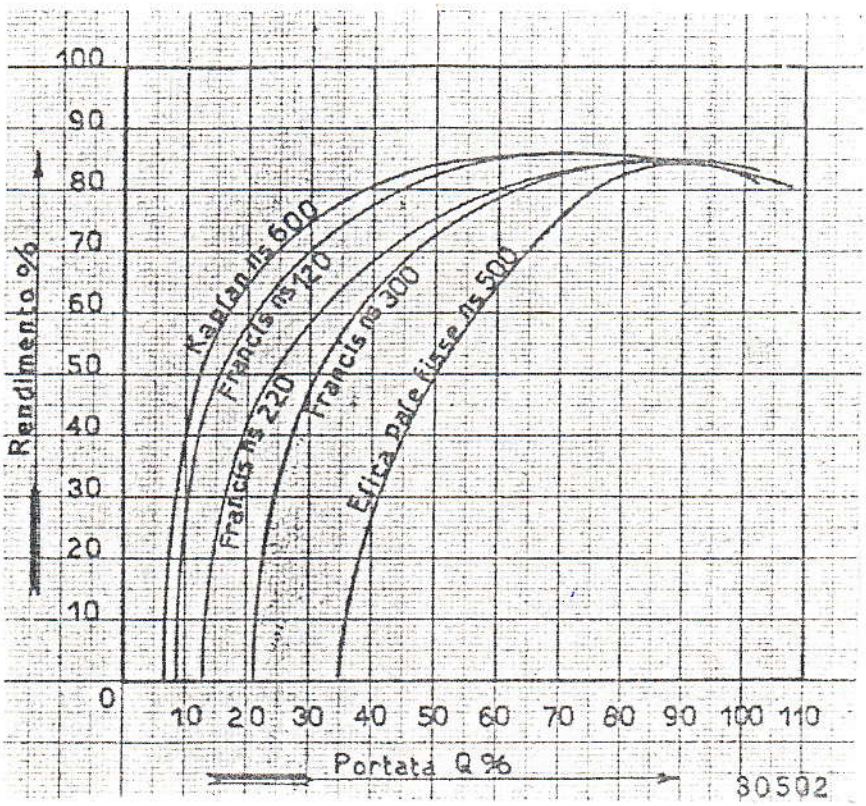
Sono coassiali con il rispettivo alternatore e provviste di regolatore di portata in funzione del carico.

La decisione di installare una nuova turbina deriva dalle seguenti considerazioni:

- Con la disponibilità di ls. max 1.400 derivabili per gran parte dei mesi primaverili e autunnali, le 2 turbine, lavorando tra il 60 e 70% della loro portata max come da tabella seguente, hanno un rendimento ottimale.

./.

RENDIMENTO DELLE TURBINE FRANCIS A NS. 120, 220 e 300 DELLE TURBINE A ELICA A PALE FISSE A NS. 500 E DELLE KAPLAN A NS. 600



./.

- Nei mesi estivi, una sola turbina può sfruttare tutta l'acqua disponibile, dando la possibilità di effettuare sull'altra macchina le manutenzioni periodiche necessarie.
- In caso di rottura di una turbina, anche nei mesi di morbida, l'altra può sfruttare l'80% dell'acqua disponibile.

Sotto di esse vi sono due vani in muratura che funzionano da pozzo di scarico. Il loro fondo è alla quota 235,27 e l'acqua in scarico vi assume quella di 236,27.

In questi vani si immette il tratto in aspirazione della condotta di scarico.

2.5 Canale fugatore

Inizia dal pozzo di scarico e va all'esterno dello stabilimento.

E' un condotto in muratura coperto, con volto della sezione di ml. 1,5 x 2, lungo ml. 258.

Inizia alla quota 235,77, ha una pendenza dello 0,002 e termina alla quota 235,25 in alveo al torrente Stura.

Questa lunghezza di canale fugatore si è resa necessaria in quanto il fondo dei pozzi di scarico è a quota inferiore a quella dell'alveo del torrente in corrispondenza, per cui fu necessario perdere quota quel tanto da permettere il regolare deflusso dell'acqua ed evitare rigurgiti in caso di eventuali piene.

./.

3. Salto

Da preciso rilievo plano-altimetrico si sono determinate le quote dell'acqua nel canale di carico (264,72) e in quello di scarico (236,27).

Il salto è pertanto di massimi:

ml. 264,72 - 236,27 = 28,45 con piccole variazioni al diminuire della portata.

4. Limitazione della portata

L'attuale limitatore di portata a bocca a battente dovrà essere eliminato in conformità dell'aumento d'acqua richiesta e trasformato a sfioramento.

Se ne calcoleranno più avanti le dimensioni.

5. Quantità di acqua disponibile

Sarà necessario eseguire uno studio idrologico del bacino del torrente Stura sotteso all'opera di presa, onde stabilire le portate medie mensili e di conseguenza quelle massima e media derivabili.

Non esistendo negli Annali Idrologici del Ministero dei Lavori Pubblici nessuna misurazione fatta sul torrente Stura, è necessario determinare gli elementi occorrenti comparandolo con altri corsi d'acqua di caratteristiche simili e dei quali si conoscano, attraverso le pubblicazioni sopra citate, dei dati idrologici rilevati direttamente.

./.

Il torrente Stura è un corso d'acqua appenninico del versante adriatico che nasce dai monti Orditano (950) e Prorotado (928).

Discende prima con direzione est-ovest fino a Masone, quindi piega a nord e diventa affluente di altri corsi d'acqua che vanno verso il Po.

Riceve molti tributari in sponda destra e sinistra, alcuni di notevole importanza.

Su una carta d'Italia al 100.000 si delimita il bacino chiuso alla sezione della diga di presa. Esso risulta avere una forma trapezia con perimetro di Km. 49 che racchiude una superficie di Kmq. 107 (tav. 1).

Quale primo elemento di studio, si ricava la precipitazione media annua su base trentennale relativa al bacino.

Dalla pubblicazione "Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950" relativa al bacino adriatico, si costruisce la carta delle isoiete afferente la zona territoriale del torrente che si studia (tav. 2).

Si calcolano quindi le superfici di bacino contenute tra una isoieta e la successiva come dalla tabella in calce alla tav. 3.

Con questi elementi si costruisce la curva isoietografica da cui, per integrazione di superfici, si ricava la linea orizzontale che rappresenta la precipitazione media annuale del bacino su base trentennale e che nel caso è di mm. 1.786,4 (tav. 4).

Sempre dagli Annali Idrologici si cerca di ottenere un valore appropriato del coefficiente di deflusso medio annuo che sia consono alle

./.

caratteristiche del torrente Stura.

Dopo accurato esame, si fissa il Cd in 0,75.

Per il calcolo della portata media annuale, si impiega la formula del Conti:

$Qm = (Pm\ Cd\ S)/t$ .....(1)

nella quale

Qm	portata media annuale in mc./sec.
Cd	coefficiente di deflusso annuo
Pm	precipitazione media annuale in mm.
S	superficie del bacino in kmq.
t	tempo del periodo in sec.

Si esegue il calcolo.

I dati caratteristici sono:

Pm	mm. 1.786,4
Cd	0,75
S	Kmq. 107
t	sec. 31.536.000

Si risolve con la (1):

$Qm = (1.786,4 \times 0,75 \times 107)/31536 =$ mc./sec. 4,55

Questo valore rappresenta la portata media annuale del torrente Stura alla sezione di presa ed è molto attendibile dipendendo direttamente dalle intensità medie di precipitazione della località.

Essa tuttavia non indica come avvenga la distribuzione delle portate medie durante i mesi dell'anno.

./.

Essendo indispensabile conoscere tali dati per la determinazione della portata media di concessione, occorre particolareggiare maggiormente lo studio.
Innanzitutto si scelgono i bacini di confronto.

Utilizzando gli Annali Idrologici del Po di Parma anno 1956 parte seconda, a pag. 92 n° 49 si hanno dei dati rilevati sul torrente Trebbia a Valsigiara e a pag. 97 n° 54 quelli rilevati sul torrente Taro a Pradella.

Questi due corsi d'acqua sono stati scelti per il confronto in quanto ritenuti i più simili al bacino che si studia, tra quelli disponibili nella pubblicazione.

Per avere una prima analogia che indichi la validità del confronto, si calcolano i contributi medi annui sia del torrente Stura alla sezione di calcolo, sia degli altri due e si raffrontano come sotto:

Stura		mc./sec.	4,55/107	=	mc./sec.	0,0425
Trebbia	49	"	9,9 /226	=	"	0,0438
Taro	54	"	10,7 /298	=	"	0,0359

Come si vede, i contributi di portata medi annui per kmq. sono tra loro molto simili, per cui si ha prova che i bacini prescelti per il confronto sono validi.

Si procede ora alla determinazione delle portate medie mensili mediante due metodi: uno proporzionale alle superfici e portate, l'altro alle precipitazioni mensili e ai coefficienti di deflusso.

./.

5.1 Primo metodo

Per eseguire il calcolo si utilizzano i dati rilevati negli Annali Idrologici onde ottenere un rapporto di riduzione.

Si procede nel seguente modo: si esegue il rapporto tra la superficie del bacino del torrente preso a campione e quella del torrente Stura, ottenendo un primo rapporto di confronto.

Si divide quindi la portata media annua del bacino principale per questo rapporto. Il valore ottenuto si divide per la portata media calcolata per il torrente Stura, ottenendo un secondo rapporto di confronto. Si moltiplicano quindi tra loro i due rapporti e si ricava quello definitivo da impiegare nel calcolo.

Il tal modo si sono implicate nel confronto sia la superficie che la portata media annuale dei bacini.

Dividendo le portate medie mensili del torrente principale per il rapporto definitivo, si ottengono quelle che dovrebbero essere le portate medie mensili riferite al torrente Stura.

Si eseguono i calcoli relativamente ai due campioni prescelti.

Trebbia 49

226/107 = 2,112

9,9/2,112 = 4,686

4,686/4,55 = 1,03

2,112 x 1,03 = 2,175

G	13,1	/2,175	6,02	M	17,3	/2,175	7,95
F	12,8		5,88	A	10,9		5

./.

M	12,2	/2,175	5,6	S	4,66	/2,175	2,14
G	5,53		2,54	O	8,51		3,9
L	2,35		1,08	N	18,7		8,6
A	1,83		0,84	D	11,2		5,15

La portata media risulta di mc./sec. 4,56.

Taro 54

298/107 = 2,785

10,7/2,785 = 3,842

3,842/4,55 = 0,844

2,785 x 0,844 = 2,35

G	12,1		5,15	L	2,62		1,11
F	14		5,96	A	3,36		1,43
M	14,1	/2,35	6	S	4,47	/2,35	1,9
A	10,8		4,6	O	13,7		5,83
M	12,6		5,36	N	18		7,65
G	7,05		3	D	15,8		6,72

La portata media risulta di mc./sec. 4,56.

Si confrontano ora i dati ricavati e se ne esegue la media annua.

	Trebbia 49	Taro 54	medie
G	6,02	5,15	mc./sec. 5,585
F	5,88	5,96	" 5,92
M	7,95	6	" 6,975

./.

	Trebbia 49	Taro 54	medie
A	5	4,6	mc./sec. 4,8
M	5,6	5,36	" 5,48
G	2,54	3	" 2,77
L	1,08	1,11	" 1,095
A	0,84	1,43	" 1,135
S	2,14	1,9	" 2,02
O	3,9	5,83	" 4,865
N	8,6	7,65	" 8,125
D	5,15	6,72	" 5,935
Media	4,56	4,56	mc./sec. 4,56

Dall'esame dei valori si constata che le tre portate medie sono uguali. Pertanto i valori medi della terza colonna possono ritenersi validi a indicare le portate medie mensili del torrente Stura alla sezione di calcolo.

5.2 Secondo metodo

Si può ottenere lo stesso risultato procedendo per altra via considerando cioè le precipitazioni medie mensili ed i coefficienti di deflusso. Si agisce sempre con i due torrenti già esaminati. Per questo calcolo è necessario disporre di elementi di precipitazione media mensile.

Dalla pubblicazione già citata si cerca una stazione pluviometrica che abbia una precipitazione media molto simile a quella calcolata per il bacino del torrente Stura.

./.

Essendo incidenti nella zona i due pluviometri di Masone e Rossiglione, si tiene conto nel calcolo dei loro dati:

- pluviometro di Masone Pm mm. 1.998
- pluviometro di Rossiglione Pm mm. 1.458

con una media di mm. 1.728 che è molto vicina alla precipitazione di mm. 1.786,4 media di tutto il bacino.

Non essendo però i due dati perfettamente uguali, si esegue il rapporto:

1.786,4/1.728 = 1,0338

e si riducono i valori delle precipitazioni medie mensili delle due stazioni al bacino che si studia, come sotto:

		Masone	Rossiglione	media	rapporto	dati ridotti	
G	mm.	109	89	99		mm.	102,35
F	"	128	102	115	1,0338	"	118,88
M	"	175	120	147,5		"	152,49
A	"	176	129	152,5		"	157,65
M	"	197	146	171,5		"	177,3
G	"	107	60	83,5		"	85,3
L	"	73	42	57,5		"	59,44
A	"	127	76	101,5		"	104,93
S	"	178	114	146		"	150,93
O	"	283	215	249		"	257,41
N	"	283	225	254		"	262,59
D	"	162	130	146		"	150,93

Si procede ai conteggi per ogni torrente.

./.

Trebbia 49

Si esegue il rapporto tra il Cd annuo di questo torrente e quello stabilito per lo Stura: 0,79/075 = 1,053 e si riduco no al bacino che si studia i Cd mensili forniti dalla pubbli cazione.

G	0,99	0,94		L	0,48	0,46
F	1	0,95		A	0,23	0,22
M	1,26 /1,053	1,2		S	0,36 /1,053	0,34
A	0,89	0,86		O	0,55	0,52
M	0,8	0,76		N	0,84	0,8
G	0,62	0,6		D	0,93	0,88

Si calcola con la (1) la portata medie di ogni mese.

G	Qm = (102,35 x 0,94 x 107)/2.678	=	mc./sec.	3,84
F	Qm = (118,88 x 0,95 x 107)/2.419	=	"	4,99
M	Qm = (152,49 x 1,2 x 107)/2.678	=	"	7,3
A	Qm = (157,65 x 0,86 x 107)/2.592	=	"	5,6
M	Qm = (177,3 x 0,76 x 107)/2.678	=	"	5,38
G	Qm = (85,3 x 0,6 x 107)/2.592	=	"	2,1
L	Qm = (59,44 x 0,46 x 107)/2.678	=	"	1,09
A	Qm = (104,93 x 0,22 x 107)/2.678	=	"	0,92
S	Qm = (150,93 x 0,34 x 107)/2.592	=	"	2,12
O	Qm = (257,41 x 0,52 x 107)/2.678	=	"	5,35
N	Qm = (262,59 x 0,8 x 107)/2.592	=	"	8,67
D	Qm = (150,93 x 0,88 x 107)/2.678	=	"	5,3

La portata media annua risulta di mc./sec. 4,4.

./.

Taro 54

Si esegue il rapporto dei Cd medi annui 0,71/0,75 = 0,947 e si riducono al bacino i Cd medi mensili:

G	0,86		0,91	L	0,38		0,4
F	0,82		0,87	A	0,28		0,3
M	1,04	/0,947	1,1	S	0,32	/0,947	0,34
A	0,85		0,9	O	0,62		0,65
M	0,79		0,83	N	0,8		0,84
G	0,55		0,58	D	0,85		0,9

Si calcolano le portate medie mensili.

G	Qm =	(102,35 x 0,91 x 107)/2.678	= mc./sec.	3,72
F	Qm =	(118,88 x 0,87 x 107)/2.419	= "	4,57
M	Qm =	(152,49 x 1,1 x 107)/2.678	= "	6,7
A	Qm =	(157,65 x 0,9 x 107)/2.592	= "	5,86
M	Qm =	(177,3 x 0,83 x 107)/2.678	= "	5,88
G	Qm =	(85,3 x 0,58 x 107)/2.592	= "	2,04
L	Qm =	(59,44 x 0,4 x 107)/2.678	= "	0,95
A	Qm =	(104,93 x 0,3 x 107)/2.678	= "	1,26
S	Qm =	(150,93 x 0,34 x 107)/2.592	= "	2,12
O	Qm =	(257,41 x 0,65 x 107)/2.678	= "	6,86
N	Qm =	(262,59 x 0,84 x 107)/2.592	= "	9,1
D	Qm =	(150,93 x 0,9 x 107)/2.678	= "	5,43

La portata media annua risulta di mc./sec. 4,54.

Si fa ancora il confronto tra i dati ricavati e se ne esegue la media:

./.

		Trebbia 49	Taro 54	media
G	mc./sec.	3,84	3,72	mc./sec. 3,78
F	"	4,99	4,57	" 4,78
M	"	7,3	6,7	" 7
A	"	5,6	5,86	" 5,73
M	"	5,38	5,88	" 5,63
G	"	2,1	2,04	" 2,07
L	"	1,09	0,95	" 1,02
A	"	0,92	1,26	" 1,09
S	"	2,12	2,12	" 2,12
O	"	5,35	6,86	" 6,11
N	"	8,67	9,1	" 8,9
D	"	5,3	5,43	" 5,37

La portata media è di ls. 4,47.

5.3 Considerazioni

I due procedimenti di studio eseguiti, seppure basati ambedue su metodi statistici, sono tra loro differenti in quanto partono dall'impiego di elementi diversi. Ciò nonostante essi hanno fornito valori medi mensili di portata molto simili, specialmente per i mesi di magra che sono quelli che più interessano, per cui non si possono avere dubbi sulla loro attendibilità considerata su base trentennale.

Volendo ora poter disporre di un grafico che più chiaramente renda l'idea dell'andamento mensile delle portate medie del torren-

./.

te Stura alla sezione si studio, non resta che eseguire la media dei valori definitivi dei due procedimenti per avere un solo numero su cui agire e cioè:

G	(5,585 + 3,78)/2	=	mc./sec.	4,82
F	(5,92 + 4,78)/2	=	"	5,35
M	(6,975 + 7)/2	=	"	7
A	(4,8 + 5,73)/2	=	"	5,27
M	(5,48 + 5,63)/2	=	"	5,56
G	(2,77 + 2,07)/2	=	"	2,42
L	(1,095 + 1,02)/2	=	"	1,06
A	(1,135 + 1,09)/2	=	"	1,11
S	(2,02 + 2,12)/2	=	"	2,07
O	(4,865 + 6,11)/2	=	"	5,49
N	(8,125 + 8,9)/2	=	"	8,5
D	(5,935 + 5,37)/2	=	"	5,65
Media			mc./sec.	4,53

Come si vede a definitiva conferma, la media delle medie è ancora di mc./sec. 4,53 uguale alla portata media iniziale del bacino ricavata con la (1) in mc./sec. 4,55.

Si può quindi disegnare la curva dell'andamento mensile delle portate medie, come risulta dalla tavola seguente.

./.

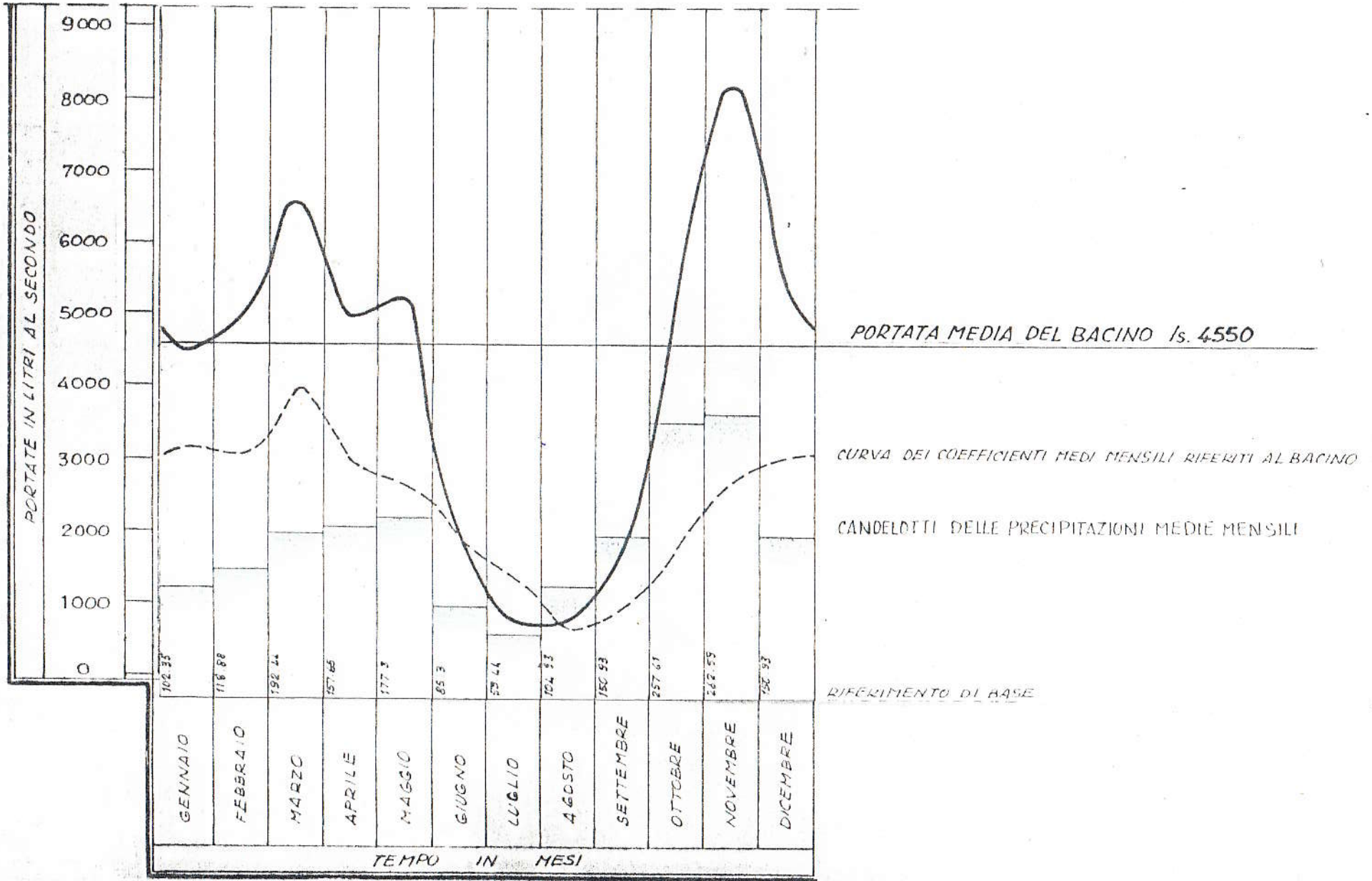
BACINO DEL TORRENTE STURA

SUPERFICIE RIFERITA ALLA SEZIONE DI PRESA

CURVA DELL'ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE MEDIE

PORTATA MEDIA DEL BACINO

BACINI DI CONFRONTO TORR. TREBBIA A VALSCIARA E TARO A PRADELLA - ANNALI IDROLOGICI DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI ANNO 1956 PARTE 2ª UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO DI PARMA PAGG. 92 N. 49 E 97 N. 54



6. Alcune considerazioni generali

Prima di elencare tutte le opere necessarie per l'incremento di portata, dobbiamo premettere che abbiamo verificato praticamente per 2 anni il funzionamento della centrale e la consistenza reale di tutte le sue componenti, in particolar modo:

- opera di presa e suo canale di invito,
- dimensioni reali del canale e suo stato di conservazione,
- portata del canale in funzione della sua reale pendenza e sinuosità.

6.1 Opera di presa e suo inserimento nel canale

Come detto al punto 2.2 il canale, all'altezza della diga, oltre che essere in contropendenza, effettua un angolo retto. Ciò provoca in realtà una notevole perdita di carico, l'acqua diminuisce la velocità e deposita ghiaia e sabbia che portano nel tempo alla parziale ostruzione'. D'altro canto, essendo in galleria, la pulizia diviene oltremodo difficoltosa.

L'unico modo per ovviare a detto inconveniente è di dare battente alzando la diga e quindi aumentare la velocità dell'acqua che sarà smaltita dallo sfioratore secondo i calcoli più appresso indicati.

6.2 Dimensioni reali del canale e suo stato di conservazione

Il canale di adduzione risale a circa un secolo fa.

Opera di alta ingegneria, corre su ponti, gallerie e su costa

./.

di monte in grande pendenza.

Ricostruito in più parti per danni provocati da alluvioni, ed in particolar modo da veicoli usciti di strada, presenta irregolarità nella sua larghezza e altezza di sponde.

Dobbiamo quindi prendere come basi le seguenti dimensioni:

1,40 x 1,15 anzichè 1,50 x 1,20

Le sponde ed il fondo sono di materiale eterogeneo, scabrose in special modo nelle gallerie, il suo andamento è sinuoso.

6.3 Pendenza

La pendenza dell'1°/$_{oo}$ non è costante, risulta praticamente che nei primi 480 metri la pendenza è dello 0,8°/$_{oo}$ anzichè dell'1°/$_{oo}$, nella seconda parte è dell'1,15°/$_{oo}$ e quindi la portata dovrà essere calcolata su 0,8°/$_{oo}$.

7. Calcoli

Sarà necessario conoscere la portata massima derivabile, la portata media e le potenze nominali prodotte.

A tal scopo si usano le formule:

$$V = [(100\sqrt{R})/(m + \sqrt{R})]\sqrt{Ri} \quad \ldots\ldots (2)$$

dove: $R = A/C$

$$Q = AV \quad \ldots\ldots (3)$$

$$P = 1.000\ QS/102 \quad \ldots\ldots (4)$$

./.

da cui: $Q = 102\ P/1.000\ S$ ..... (4a)

$y = (Q^2 L\beta)/D^5$ ..... (5)

$V = 4\ Q/\pi D^2$ ..... (6)

$Q = \mu_0\ b\ h\ \sqrt{2g\ H}$ ..... (7)

da cui ponendo: $h = H$

$h = \sqrt[3]{Q^2/\mu_0^2\ b^2\ 2g}$ ..... (7a)

e nelle quali:

V velocità dell'acqua in ml./sec.

R raggio medio in ml.

m coefficiente di scabrezza del Kutter

i pendenza

A area della sezione liquida in mq.

C contorno bagnato in ml.

Q portata in mc./sec.

P potenza in KW.

S salto in ml.

y perdite di carico in ml.

L lunghezza tubazione in ml.

ß coefficiente di attrito del Darcy

D diametro tubazione in ml.

μ_0 coefficiente di deflusso

H carico idraulico in ml.

b lunghezza del labbro sfiorante in ml.

g accelerazione di gravità in ml./sec.

h altezza della luce di deflusso in ml.

./.

7.1 Capacità della derivazione

Si chiede un incremento di potenza da 219 KW. a KW. 270.

Si calcola quale debba essere la portata che, in funzione del salto disponibile, dia una tale potenza nominale.

I dati caratteristici sono:

P KW. 270

S ml. 28,45

Si risolve con la (4a):

Q = (102 x 270)/(1.000 x 28,45) = ls. 968 medi

7.2 Portata massima e media derivabili

Stabilita la quantità di acqua derivabile media annuale, si deve determinare la massima.

Per questo si riportano sulla curva dell'andamento mensile delle portate medie due linee orizzontali: una sulla portata media ed una sulla portata massima che stabiliamo su ls. 1.400.

Tale valore sarà preso come base per la calcolazione di quanto segue.

./.

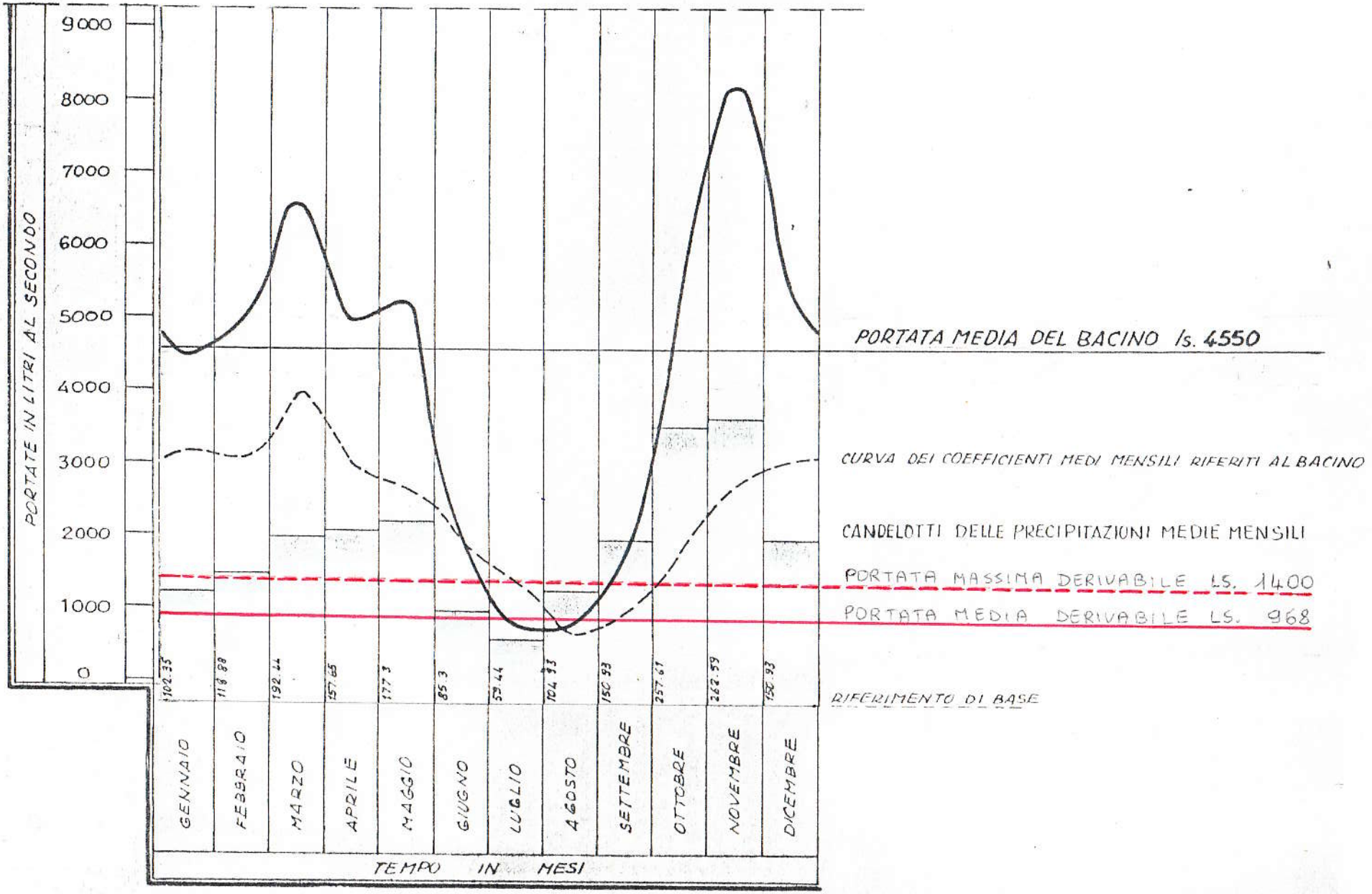
BACINO DEL TORRENTE STURA

SUPERFICIE RIFERITA ALLA SEZIONE DI PRESA

CURVA DELL'ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE MEDIE

PORTATA MEDIA DEL BACINO

BACINI DI CONFRONTO TORR. TREBBIA A VALSCIARA E TARO A PRADELLA - ANNALI IDROLOGICI DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI ANNO 1956 PARTE 2ª UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO DI PARMA PAGG. 92 N. 49 E 97 N. 54



7.3 Capacità dello sfioratore

La quantità massima di acqua che può entrare nel canale è però superiore ed è data dalle quote del fondo del canale e dall'incile della gaveta della diga, quote che determinano l'altezza della sezione liquida che, nel caso massimo, tenendo conto dell'innalzamento della diga per i motivi su esposti, è di ml. 1,50.

Si calcola questa portata.

I dati caratteristici sono:

l	ml. 1,5	i	0,001
h	ml. 1,5		
m	0,35 (classe 7 del Kutter)		

Si ricava:

A = 1,5 x 1,5 = mq. 2,25

C = 1,5 + 1,5 + 1,5 = ml. 4,5

R = 2,25/4,5 = ml. 0,5

Si risolve con la (2):

$$V = [(100\sqrt{0,5})/(0,35 + \sqrt{0,5})]\sqrt{0,5 \times 0,001} =$$

$$= [(100 \times 0,707)/(0,35 + 0,707)]\sqrt{0,0005} =$$

$$= [707/1,663] \times 0,0224 = \text{ml./sec. } 0,95$$

Con la (3) la portata è:

Q = 2,25 x 0,95 = mc./sec. 2,14

Il supero della portata da smaltire è pertanto 2,14 - 1,4 = = mc./sec. 0,74 e tale dovrà essere la capacità dello sfioratore.

./.

Dalla tabellina che segue si può constatare che con una altezza dell'acqua di 17-18 cm., ogni metro lineare di sfioratore smaltisce lt./sec. 136:

lt./sec. 136 x 13 = lt./sec. 1.768 sufficiente cioè per smaltire l'acqua superflua.

PORTATA DEGLI STRAMAZZI IN PARETE SOTTILE DI 1 METRO DI LARGHEZZA

La tabella dà la portata in litri al minuto secondo per le varie altezze e per ogni metro di larghezza.

h	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h	Q
0,01	2	0,11	65	0,21	171	0,31	306	0,41	465	0,51	646	0,62	865
0,02	5	0,12	74	0,22	183	0,32	321	0,42	482	0,52	666	0,64	906
0,03	9	0,13	83	0,23	195	0,33	337	0,43	500	0,53	685	0,66	950
0,04	14	0,14	93	0,24	208	0,34	352	0,44	518	0,54	705	0,68	993
0,05	20	0,15	103	0,25	221	0,35	367	0,45	535	0,55	723	0,70	1038
0,06	26	0,16	113	0,26	235	0,36	383	0,46	553	0,56	743	0,72	1083
0,07	33	0,17	124	0,27	248	0,37	399	0,47	571	0,57	763	0,74	1128
0,08	40	0,18	136	0,28	262	0,38	415	0,48	589	0,58	783	0,76	1174
0,09	48	0,19	147	0,29	276	0,39	431	0,49	608	0,59	803	0,78	1221
0,10	56	0,20	159	0,30	291	0,40	448	0,50	626	0,60	823	0,80	1267

./.

Si prevede altresì di ripristinare n° 3 sfioratori esistenti lungo il percorso del canale, segnati con * nella planimetria rispettivamente:

- ml. 3,80
- ml. 2,30
- ml. 4,20

per garantire in casi di piene un livello di acqua costante e risulteranno a quota - 12 cm. dal bordo superiore del manufatto.

7.4 Portata del canale

Si vuole qui di seguito determinare se il canale, nello stato in cui si trova, è sufficiente a portare lt./sec. 1.400 cioè la portata massima.

L'acqua, nello scorrere nei canali, ha un certo attrito che si verifica fra le molecole del liquido e le superfici con cui esse vengono in contatto.

Tale attrito dipende principalmente dallo stato di rugosità delle pareti, dalle curve a piccolo o grande raggio, dalla proporzione fra la sezione del canale e la superficie bagnata del liquido, nonchè dalla velocità dell'acqua contro le pareti bagnate; d'altra parte la velocità è in relazione alla pendenza del canale.

Da questa breve esposizione è facile rilevare come il calcolo dei canali presenta notevoli difficoltà.

./.

La tabellina che segue tiene conto:

- dello stato del canale,
- del raggio cioè della superficie/perimetro bagnato,
- della pendenza.

./.

VELOCITA' DELL'ACQUA NEI CANALI NEI VARI CASI SOTTOINDICATI (in mt. al 1")

Classe	Tipo di canale	Raggio = S/P	Pendenza canale in millimetri per ogni 100 metri di lunghezza											
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	180
A 6	Canali con pareti di cemento lisciato di dimensioni piccole e medie. Canali con pareti metalliche. Tubazioni in eternit nuove. Acqua limpida.	0,4	0,61	0,75	0,87	0,98	1,07	1,16	1,23	1,31	1,38	1,55	1,70	1,85
		0,5	0,71	0,86	1,00	1,12	1,23	1,33	1,41	1,50	1,58	1,77	1,94	2,12
		0,6	0,79	0,96	1,11	1,25	1,36	1,48	1,57	1,67	1,76	1,97	2,16	2,35
		0,8	0,93	1,14	1,32	1,47	1,61	1,74	1,85	1,97	2,08	2,33	2,55	2,78
		1	1,05	1,30	1,50	1,67	1,83	1,98	2,12	2,25	2,36	2,64	2,90	3,16
		1,2	1,17	1,44	1,66	1,84	2,03	2,20	2,34	2,48	2,60	2,93	3,20	3,50
B 16	Canali con pareti di cemento con intonaco non perfettamente lisciato. Canali con pareti di mattoni o pietre squadrate ben eseguite. Acqua limpida.	0,4	0,44	0,55	0,63	0,71	0,78	0,84	0,90	0,95	1,00	1,12	1,23	1,35
		0,5	0,52	0,64	0,74	0,83	0,90	0,98	1,05	1,10	1,17	1,31	1,44	1,56
		0,6	0,59	0,73	0,84	0,94	1,03	1,12	1,19	1,26	1,33	1,49	1,63	1,79
		0,8	0,72	0,89	1,02	1,15	1,25	1,36	1,45	1,53	1,61	1,82	1,99	2,18
		1	0,84	1,02	1,19	1,33	1,45	1,57	1,68	1,78	1,87	2,10	2,30	2,52
		1,2	0,95	1,16	1,34	1,50	1,64	1,77	1,89	2,01	2,10	2,38	2,60	2,82
C 46	Canali di cemento non intonacato o in pietrame non liscio o non ben profilato. Acque torbide con qualche deposito sulle pareti o sul fondo.	0,4	0,33	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,66	0,70	0,73	0,83	0,91	0,99
		0,5	0,39	0,48	0,55	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,98	1,08	1,18
		0,6	0,45	0,56	0,64	0,72	0,78	0,85	0,90	0,96	1,01	1,14	1,24	1,36
		0,8	0,56	0,69	0,79	0,89	0,97	1,05	1,12	1,19	1,25	1,41	1,54	1,68
		1	0,66	0,81	0,94	1,05	1,15	1,24	1,33	1,41	1,48	1,66	1,82	1,98
		1,2	0,76	0,93	1,07	1,20	1,31	1,42	1,51	1,60	1,68	1,89	2,08	2,26
D 85	Canali in terra con sezione regolare o canali in muratura con sezione irregolare e con acque torbide e fondo abbastanza liscio.	0,4	0,25	0,31	0,36	0,40	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,64	0,70	0,76
		0,5	0,30	0,37	0,42	0,48	0,52	0,57	0,61	0,65	0,68	0,76	0,83	0,91
		0,6	0,35	0,43	0,50	0,56	0,61	0,66	0,71	0,75	0,79	0,89	0,97	1,06
		0,8	0,44	0,54	0,63	0,70	0,77	0,83	0,89	0,95	1,00	1,12	1,22	1,33
		1	0,53	0,65	0,75	0,84	0,92	1,05	1,06	1,13	1,20	1,33	1,46	1,60
		1,2	0,61	0,75	0,87	0,97	1,06	1,15	1,23	1,30	1,37	1,54	1,68	1,84
E 130	Canali in terra ordinari con erbe sul fondo con curve a raggio medio; acque torbide; qualche deposito sul fondo; pareti in muratura in cattivo stato	0,4	0,20	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,46	0,52	0,57	0,62
		0,5	0,25	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,63	0,69	0,76
		0,6	0,32	0,36	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,62	0,65	0,73	0,80	0,97
		0,8	0,37	0,46	0,52	0,59	0,65	0,70	0,74	0,79	0,83	0,94	1,02	1,12
		1	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,90	0,95	1,00	1,12	1,23	1,35
		1,2	0,52	0,63	0,73	0,82	0,90	0,97	1,03	1,10	1,16	1,30	1,42	1,55

./.

Risulterebbe da questa tabella che la velocità media, tenendo conto che la pendenza non è l'1°/$_{oo}$ bensì lo 0,8°/$_{oo}$, è di 0,66 mt./sec.

Si è voluto fare altresì n° 2 prove pratiche per controllare la reale velocità dell'acqua:

- prova del turacciolo
- prova con elica

La prima prova ha dato i seguenti risultati:

- tempo impiegato 46' 10"
- lunghezza ml. 1.663
- velocità 1.663/2.760 = 0,6 mt./sec.

La prova con elica alle varie profondità e nelle diverse posizioni ha dato il valore medio di 0,70 mt./sec.

Mediando opportunamente i due valori, risulterebbe una velocità di 0,65 mt./sec. che corrisponde allo 0,66 della tabellina sopra riportata.

Prendiamo quindi come base 0,65 mt./sec.

7.5 Altezza sponde e altezza sfioratori

Come accennato al punto 7.2, poichè la portata massima è superiore alla minima media trentennale, si rende necessario il ripristino degli sfioratori:

- sfioratore n° 1 lunghezza ml. 13 subito a valle della diga
- " " 2 " " 3,80 alla progressiva 700 dall'inizio

./.

- sfioratore n° 3 lunghezza ml. 2,30 alla progressiva 1.100 dall'inizio
- " " 4 " " 4,20 alla progressiva 1.400 dall'inizio

Si stabilisce quindi che l'altezza degli stessi sia cm. 12 al di sotto del bordo superiore del manufatto.

La calcolazione della loro altezza determinerà quindi l'altezza delle sponde.

I dati caratteristici sono:

- portata max. mc./sec. 1,4
- velocità mt./sec. 0,65

1,4/0,65 = 21.420 cmq. sezione netta a quota sfioratori

sezione/base canale = mq. 2,142/ml. 1,4 = ml. 1,53 altezza sfioratori

ml. 1,53 + 0,12 = ml. 1,65

ml. 1,65 - 1,15 altezza attuale = ml. 0,50

Le sponde saranno alzate di cm. 50.

7.6 Potenza nominale prodotta

I dati caratteristici sono:

Q mc./sec. 0,968

S ml. 28,45

Si impiega la (4) e si risolve:

P = (0,968 x 28,45 x 1.000)/102 = KW. 270

./.

7.7 Condotta forzata

7.7.1 Perdite di carico a portata media e max

I dati caratteristici sono:

- Portata media:

  Q mc./sec. 0,968

  L ml. 79

  D ml. 1

  ß = 0,00164 + (0,000042/1) = 0,00168

  ß x 2 = 0,00336

  Si risolve con la (5):

  $y = (0,968^2 \times 79 \times 0,00336)/1^5 = (0,94 \times 0,265)/1 =$

  = ml. 0,250

- Portata max:

  Q mc./sec. 1,4

  L ml. 79

  D ml. 1

  $y = (1,4^2 \times 79 \times 0,00336)/1^5 = (1,96 \times 0,265)/1 =$

  = ml. 0,520

7.7.2 Velocità dell'acqua a portata media e max

I dati caratteristici sono:

- Portata media:

  Q mc./sec. 0,968

  D ml. 1

  Si risolve con la (6):

  $V = (4 \times 0,968)/(3,14 \times 1^2) = 3,872/3,14 =$ ml./sec. 1,21

./.

- Portata max:

Q mc./sec. 1,4

D ml. 1

Si risolve con la (6):

$V = (4 \times 1,4)/(3,14 \times 1^2) = 5,6/3,14 =$ ml./sec. 1,78

La condotta forzata risulta di diametro appropriato in quanto produce un valore insignificante di perdite di carico e contiene la velocità dell'acqua anche a portata max entro limiti consentibili.

7.8 Canale fugatore a portata media e max

I dati caratteristici sono:

- Portata media:

Q	mc./sec.	0,968
b	ml.	1,5
h acqua	ml.	0,55
m		0,35
i		0,002

Si ricava:

$A = 1,5 \times 0,55 =$ mq. 0,825

$C = 0,55 + 1,5 + 0,55 =$ ml. 2,6

$R = 0,825/2,6 =$ ml. 0,32

Si risolve con la (2):

$V = [(100 \sqrt{0,32})/(0,35 + \sqrt{0,32})] \sqrt{0,32 \times 0,002} =$

$= [(100 \times 0,56)/(0,35 + 0,56)] \sqrt{0,00064} =$

$= [56/0,91] \times 0,0253 =$

$= 61,5 \times 0,0253 =$ ml./sec. 1,56

./.

Con la (3) la portata è:

Q = 0,825 x 1,56 = mc./sec. 1,28

- Portata max:

Q	mc./sec.	1,4
b	ml.	1,5
h acqua	ml.	0,7
m		0,35
i		0,002

Si ricava:

A = 1,5 x 0,70 = mq. 1,05

C = 0,7 + 1,5 + 0,7 = ml. 2,9

R = 1,05/2,9 = ml. 0,36

Si risolve con la (2):

$V = [(100\sqrt{0,36})/(0,35 + \sqrt{0,36})]\sqrt{0,36 \times 0,002} =$

$= [60/0,95]\sqrt{0,00072} =$

= 63 x 0,027 = ml./sec. 1,7

Con la (3) la portata è:

Q = 1,05 x 1,7 = mc./sec. 1,78

Come si vede, con un'altezza di acqua di meno di ml. 0,7 e 0,5 rispettivamente per portata max e portata media, il canale fugatore è in grado di smaltire la portata utilizzata.

Avendo esso altezza netta molto maggiore, non pone problemi al libero deflusso in scarico.

./.

8. Varianti

Da tutto quanto precede, si richiede un aumento di concessione di derivazione per il trentennio 1986/2015 con le seguenti varianti:

a) Derivazione ls. 1.400 max e ls. 968 medi di acqua.

b) Potenza nominale media KW. 270.

c) Innalzamento diga e sponda canale cm. 50.

d) Ripristino sfioratori.

9. Conclusioni

Così sistemate le condizioni tecniche, si ritiene che la concessione possa essere rinnovata per il trentennio 1986/2015 non alterando essa in nulla il buon regime idraulico del torrente Stura nel tratto interessato.

Corredano la presente relazione i disegni illustrativi dell'impianto.

9 DIC. 1985


4°00'
6
7
44°40'
Morsasco
Visone
Trisobbio
Prasco
Cremolino
Tagliolo Monferrato
Ovada
Belforte Monferrato
Mongibardino
Cavalore
Orognardo
Molare
Cassinelle
Ponzone
Rossiglione
Masone
Acquabianca
Sassello
Urbe
Piampaludo
Varna
Tiglieto
Mioglia
Maddalena
Palo
Pietra Ligure
Marina
Bric Mundà
M. Reixa
M. Beigua
M. Argentea
M. Cavalli
M. Cervino
M. Cimone
M. Cucco
M. Tarinè
M. Rama
M. Ciazze
M. Ciaspa
M. Ciapa
M. Ciapà
M. Ciapà
M. Ciapà

Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich 12°27'08",40

3°30

48 49

44°40

494

493

492

(Rapallo F.° 83)


Bosio
Morsasco
Casaleggio
Lerma
S. Martino
Mt. Lantone
Mt. Tobbio
Mt. Colma
Fraconalla
Busalla
Mt. Sella Figna
Mt. Reixa
Mt. Leco
Mt. Proratado
Serra Ricò
Mignanego
Campomorone
Pedemonte
Isola
Cantagna
Belenò
Cambiaso
Arvigo
Lorsino
Lorenzo
Campotasso
Mt. Fasce
Mt. Contessa
Mt. Leco
Mt. Reixa
Mt. Proratado
Mt. Gazzo
Mt. Cavallo
Mt. Cavallino
Mt. Rocca
Mt. Reixa
Mt. Leco

CARTA DELLE ISOIETE

GENOVA

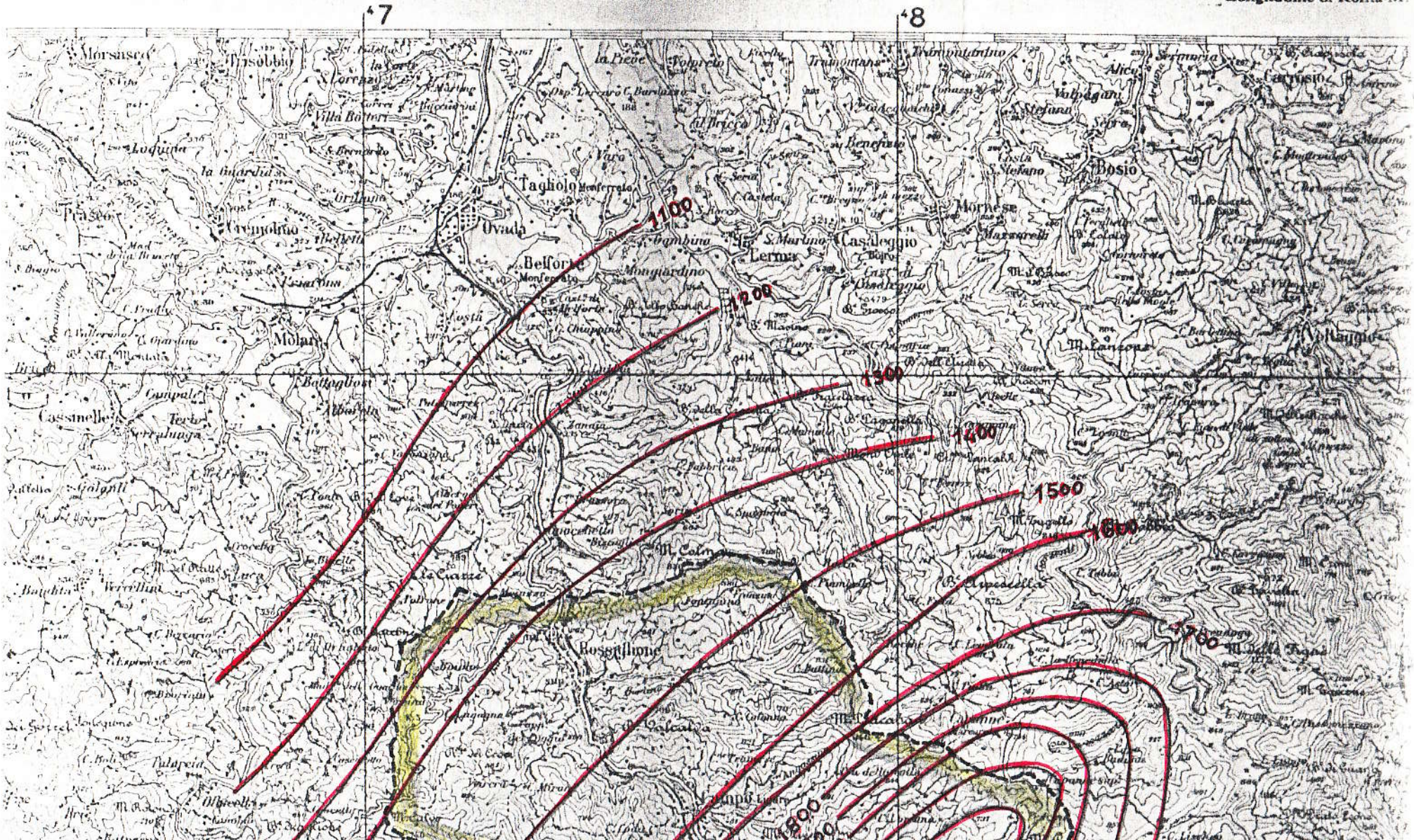
Longitudine dal meridiano di Roma (Monte Mario)

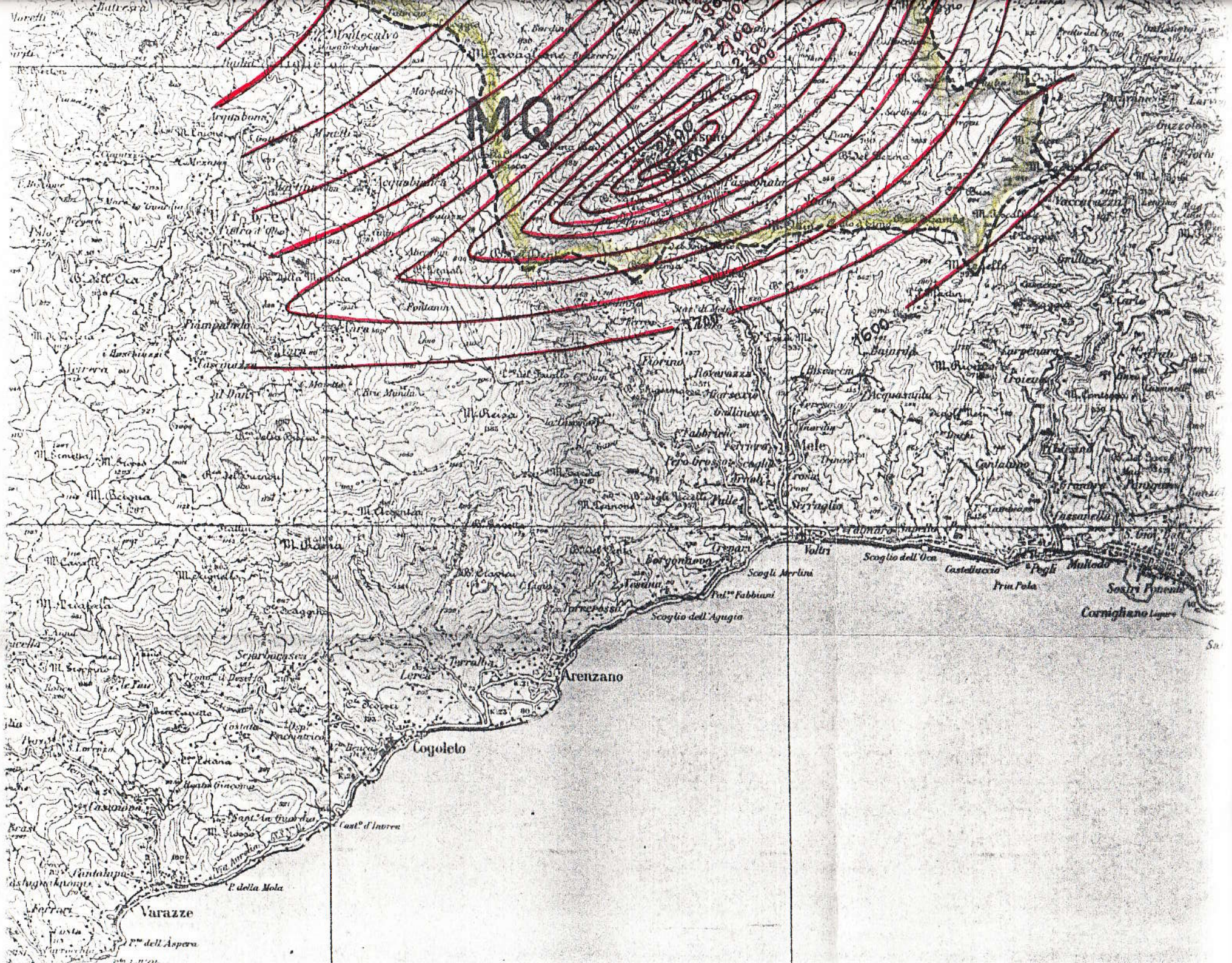
1:100000

Le coordinate geografiche
Le coordinate del reticolato

(Alessandria F.° 70)

Longitudine di Roma M.




MQ
2400
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
Varazze
Cogoleto
Arenzano
Cornigliano Ligure
Voltri
Pegli
Multedo
Prà Pola
Scoglio dell'Oca
Scoglio dell'Aguzia
Scogli Merlini
Mele
Acquasanta
Fiorina
Roverazza
Pian Paludo
Monte Beigua
Monte Reixa
Monte Rama
Monte Taccone
Monte Cappello
Monte Croce
Monte Ricoveri
Monte Leco
Monte Penello
Monte Gazzolo
Monte Carlo
Monte Grillo
Monte Larvego
Monte Cantalupo
Monte Fuzzanello
Monte Sorin
Monte Fasce
Monte Fasciabella
Monte Rocca Grande
Monte Rocca Rossa
Monte Rocca Corvina
Monte Rocca Bianca
Monte Rocca Grossa
Monte Rocca Scoglio
Monte Rocca Pulle
Monte Rocca Strinaglio
Monte Rocca Ferrera
Monte Rocca Fabbriche
Monte Rocca Gallinera
Monte Rocca Marsecco
Monte Rocca Verdin
Monte Rocca Tonno
Monte Rocca Tenore
Monte Rocca Torrente
Monte Rocca Tarnone
Monte Rocca Tarnonetta
Monte Rocca Tarnonetta Grande
Monte Rocca Tarnonetta Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Media
Monte Rocca Tarnonetta Alta
Monte Rocca Tarnonetta Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Vecchia
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Grande
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Piccola
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Media
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Alta
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Bassa
Monte Rocca Tarnonetta Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova Nuova
Monte Rocca Tarnonetta Nuova

BACINO DEL TORRENTE STURA 1:100000

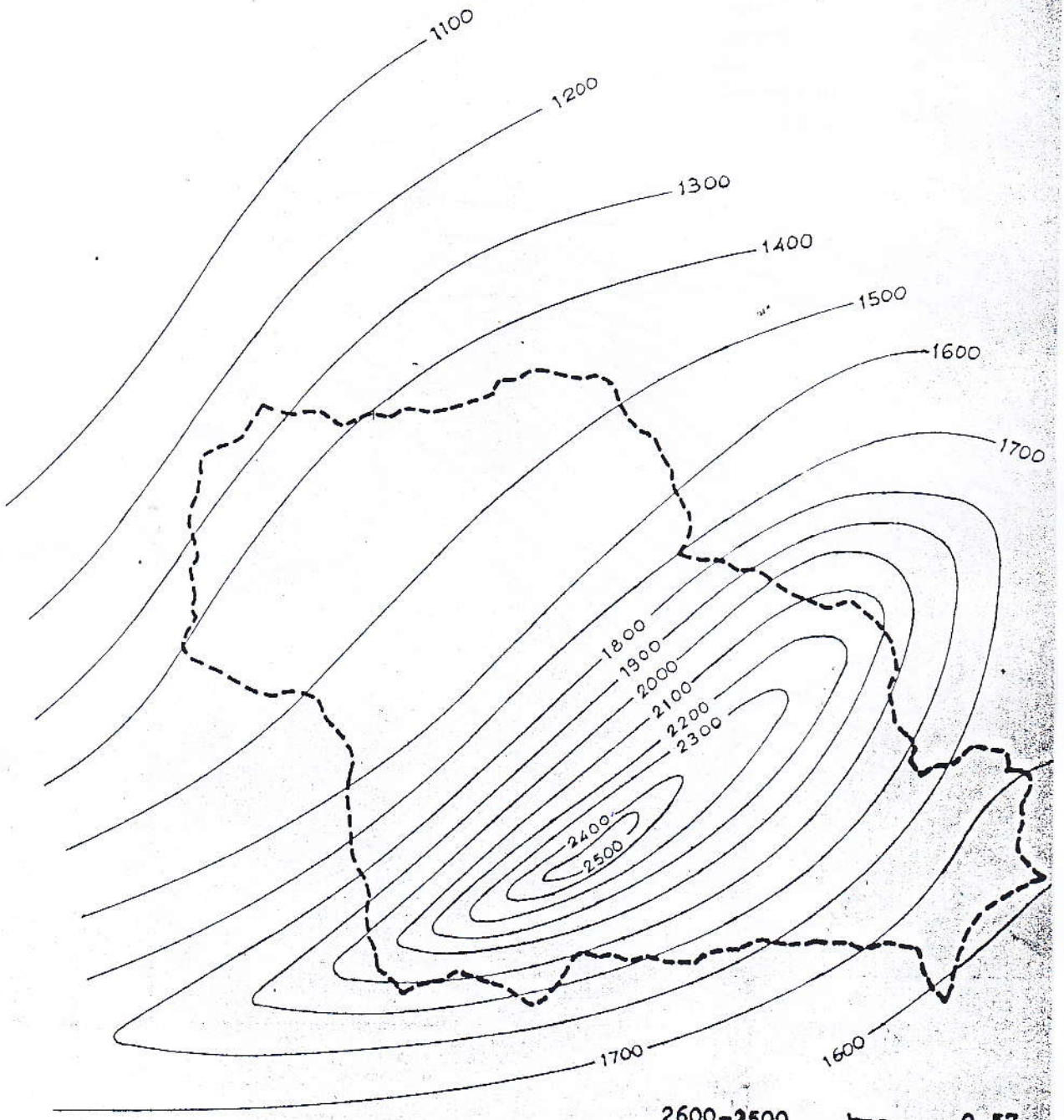
SUPERFICIE RIFERITA ALLA SEZIONE DI PRESA

CARTA DELLE ISOIETE

ANNALI IDROLOGICI DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO DI OSSERVAZIONI 1921-1950

SUPERFICI DI BACINO COMPRESE TRA LE ISOIETE

ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLA CURVA ISOIETOGRAFICA



2600–2500	kmq.	0.57
2500–2400	"	1.14
2400–2300	"	4.48
2300–2200	"	7.62
2200–2100	"	12.6
2100–2000	"	8.62
2000–1900	"	8.13
1900–1800	"	7
1800–1700	"	9
1700–1600	"	10.3
1600–1500	"	14.3
1500–1400	"	18
1400–1300	"	3.9
1300–1250	"	1.34
	KMQ.	107

BACINO DEL TORRENTE STURA

SUPERFICIE RIFERITA ALLA SEZIONE DI PRESA

ANNALI IDROLOGICI DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI – ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO DI OSSERVAZIONI 1921 - 1950

CURVA ISOIETOGRAFICA

PRECIPITAZIONE MEDIA

