

INTORNO

LA QUANTITÀ DELLA PIOGGIA

CHE CADE ANNUALMENTE A MODENA

DISQUISIZIONE

DEL SOCIO E SEGRETARIO PROFESSORE GIUSEPPE BIANCHI

1. Egli è soltanto dall'anno 1830, poco dopo la fondazione della Specola Modenese, che il misuratore della pioggia collocato venne all'aperto cielo nella sommità di essa, e che se ne raccolsero poscia non interrottamente e registraronsi le quantità cadute della pioggia, della neve liquefatta, e dell'umidità o nebbia qualunque atmosferica scioltasi e ivi deposta. Benchè un siffatto corso di osservazioni per verità non sembri lungo a sufficienza per conoscerne in tutta la sua varietà ed ampiezza il fenomeno delle meteore acquose in un dato luogo terrestre, cionullameno la serie stessa di tali determinazioni estesa fra gli anni 1830 e 1850 inclusivamente, ossia per ventun'anni di seguito mi ha offerto leggi e deduzioni di special importanza e si rimarchevoli, che io reputo non inutil cosa di occuparmene e farne soggetto alla presente Memoria. Di qui anzi ho diviso di prender le mosse nel più vasto mio intendimento di raccogliere ed esaminare in ogni sua parte l'intera serie delle meteorologiche osservazioni fatte in questa Specola R. per l'accennato intervallo dei ventun'anni, sembrandomi di dover appunto incominciare la discussione dall'osservata quantità della pioggia, come dal fenomeno che in certo qual modo è la conseguenza o il prodotto delle atmosferiche influenze e variazioni di peso, di temperatura, di umidità, di vapori, di venti che accadon continuo e si registrano quotidianamente a date ore fisse; perlocchè il dipartirsi dalle indagini della pioggia per proseguir a quelle degli altri fenomeni dell'atmosfera egli è come un risalire dagli effetti alle cagioni, ed è quindi con-

forme al più retto metodo di ragionare e concludere nelle fisiche investigazioni. Ma senza trattenerci oltre in preamboli entriamo tosto nell'argomento che svolgerò, dividendolo per amor d'ordine, in alcuni paragrafi.

§. I.

OSSERVAZIONI DELLA PIOGGIA.

2. Il nostro pluviometro è un recipiente di grossa lastra di rame piegata in imbuto con larga bocca ed orlo armato di un forte cerchio di ferro per conservarne la figura e grandezza del diametro di metri 0,644 colla bocca stessa orizzontale e al cielo rivolta, comunicante per l'apice del cono all'ingiù con un tubo di rame che, attraversato il suolo della terrazza più alta dell'Osservatorio, mette capo entro un serbatoio, pure di rame, che foggiato esternamente ad urna sorge sostenuto e adorna una parete nella stanza degli strumenti meridiani. All'aperto il vase medesimo è tenuto fisso di posizione per altro anello di ferro che sopra un trepiede lo cinge a mezzo il cono, e in cui per due occhielli sono intromessi due lunghi uncini, fermati ciascuno alle sponde attigue della terrazza in un angolo di essa, e sormontando a queste la bocca del pluviometro, esposto così da ogni lato all'aria libera. L'interno recipiente dell'urna può contenere fin presso a metri cubici 0,220 di acqua; laonde non mi è avvenuto che una volta sola, e dopo un diluvio di pioggia per un'intera notte, di trovarne soverchiato di piccola parte il serbatoio, quando mi recai la mattina per estrarla e misurarla. Da un foro nel fondo dell'urna, e aprendone a rubinetto l'uscita, sgorga l'acqua e vien misurata con vasi cilindrici di cristallo ne quali sul vetro è incisa una scala o division lineare corrispondente a pollici e frazioni cubici del piede francese; laonde convertivano la raccolta quantità in cubatura metrica e divisa per l'area circolare del pluviometro se ne ha immediatamente l'altezza metrica della pioggia caduta. È da porre avvertenza di non indugiar molto ad eseguir tale misurazione, specialmente in estate per la forte evaporazione che ne dissiperrebbe dal serbatoio una quantità sensibile, e convien altresì

usar diligenza in questa pratica operazione, però non fino allo scrupolo che tornerebbe inutile nelle ricerche di questo genere, per le quali è sufficiente un' approssimazione accurata delle quantità maggiori, compensandosi per avventura e in gran parte le minori che sfuggono inevitabilmente o si trascurano. Quindi pure alla necessaria fiducia delle osservazioni è indifferente che l'osservatore sia qualunque, purchè abbastanza istruito ed esperto nella facile misura, non che sicuro e preciso nel farne annotazione sui registri meteorologici. Nella mia assenza talvolta prolungata o per altro impedimento mio e degli Aggiunti, ebber cura di notar la pioggia colle altre indicazioni atmosferiche i giovani macchinisti della Specola da me all'uopo disposti ed esercitati previamente a nulla omettere d'importante in cotai ufficio, ed io posso riposarne sopra l'esattezza e capacità loro.

3. Segnata così ogni volta la quantità della pioggia o nebbia o neve liquefatta, si suol produrne semplicemente l'altezza della somma osservata e raccolta nei quadri o prospetti mensili delle tavole meteorologiche, e tale altresì è il mio costume. Però prefiggendomi di esaminar più particolarmente questa serie di osservazioni e risultamenti mensili io comincio dal parlarla in quattro annue sezioni che appello d'inverno, di primavera, di estate e di autunno, componendo la prima dei mesi di Gennajo febbrajo e Marzo, la seconda di Aprile Maggio e Giugno, la terza di Luglio Agosto e Settembre, la quarta di Ottobre Novembre e Dicembre; e ciò non tanto per includerle ne' termini di principio e fine dell'anno civile, quanto in riguardo alle stagioni propriamente dette cui, anzichè dai giorni solstiziali ed equinoziali, può forse attribuirsi meglio il cominciamento cogli accennati mesi, come dai punti presso a poco delle minime massime e medie temperature dell'anno, ed anche se vuolsi per l'una e l'altra ragione insieme. Premesse le quali cose a chiara intelligenza, ecco le altezze osservate dalla pioggia (1).

(1) Le osservazioni e misure originali sono espresse e numerate in pollici e linee del piede francese, ma ho stimato bene di convertirlo e recarle tutte nella numerazione metrica decimale.

I.^a SEZIONE, *Inverno.*

Anni	ALTEZZE DELLA PIOGGIA CADUTA NEI MESI di			Somme orizzontali
	Gennajo	Febbrajo	Marzo	
1830	78,68330	152,11052	108,07656	338,87038
1	72,99860	3,18072	19,17454	95,35386
2	44,30448	68,91555	0,00000	113,22003
3	6,60958	64,26855	100,79044	171,66857
4	27,92715	21,85898	12,67775	62,46388
5	36,77001	25,19761	105,07646	167,04408
6	8,97820	102,41451	18,29477	129,68748
7	39,20631	60,61413	46,22192	146,04236
8	52,65105	118,25054	45,11657	216,01816
9	24,31783	12,83566	80,26237	117,41586
1840	11,03100	19,46780	43,96609	74,46489
1	21,67852	59,35085	61,92249	142,95186
2	82,69870	14,93359	9,76774	107,40003
3	29,16786	76,22445	60,34341	165,73572
4	30,29578	151,54645	36,40907	218,25130
5	106,98922	96,34417	90,16546	293,49885
6	5,78394	2,23327	69,49982	77,51703
7	56,23781	29,89649	2,24038	88,37468
8	62,44134	28,15274	64,13320	154,72728
9	7,46454	0,00000	39,80184	47,26638
1850	54,63843	3,42660	4,78235	62,84738
Somme verticali	860,87365	1111,22318	1018,72323	2990,82006

II.^a SEZIONE, Primavera.

Anni	ALTEZZE DELLA PIOGGIA CADUTA NEI MESI di			Somme orizzontali
	Aprile	Maggio	Giugno	
1830	33,63440	76,33725	36,84940	196,8105
1	91,00012	117,61886	63,27600	271,89498
2	17,00895	34,10812	49,85381	100,97088
3	79,87887	29,66408	47,64310	157,18605
4	23,77643	25,10738	23,75388	72,63769
5	49,78613	137,25203	106,11412	292,15228
6	80,57820	109,70095	41,71027	231,98942
7	69,38928	77,75842	21,49808	168,64578
8	66,07323	41,59748	16,80594	124,47665
9	83,60100	137,35728	6,97051	227,92879
1840	126,80012	74,91607	35,46162	237,17781
1	43,17655	35,01046	118,22792	196,41493
2	78,36749	123,14565	81,88656	283,39970
3	30,83718	42,90585	99,50462	173,24765
4	0,22558	109,40765	85,15752	194,79075
5	67,57785	88,67436	107,68194	263,93415
6	71,99252	66,77252	15,69831	154,46335
7	46,97085	55,57911	76,19512	178,74508
8	18,64667	106,29458	17,80300	142,74425
9	74,94089	78,21409	62,15260	215,30758
1850	201,50410	108,30460	181,69346	491,50216
Somme verticali	1355,76641	1674,72679	1345,93774	4376,43094

III.^a SEZIONE, Estate.

Anni	ALTEZZE DELLA PIOGGIA CADUTA NEI MESI di			Somme orizzontali
	Luglio	Agosto	Settembre	
1830	33,79232	4,96282	34,26604	73,02118
1	35,10071	69,27649	51,38777	155,76497
2	14,39219	8,84285	100,36178	123,59682
3	217,12350	39,45445	371,85077	628,42872
4	50,55312	55,98966	0,31582	106,85860
5	19,71593	115,04716	59,19293	193,95602
6	13,76054	30,58904	71,48720	115,83678
7	68,71253	37,85281	14,52753	121,09287
8	72,29930	64,20089	120,34830	256,84849
9	9,70006	99,30157	57,38828	166,38991
1840	22,69364	42,04865	86,19520	150,93749
1	12,72287	92,15062	26,55111	131,42460
2	40,28910	61,56156	224,70305	326,55371
3	103,88088	41,25910	42,70283	187,84281
4	54,11733	5,91027	43,26679	103,29439
5	40,08607	51,70586	117,65500	209,44693
6	29,61451	172,14227	32,86742	234,62420
7	60,46748	44,74210	44,06535	149,27493
8	48,74846	6,17871	78,56374	133,49091
9	11,27914	7,96308	141,87575	161,11797
1850	72,00380	62,73009	38,88598	173,61987
Somme verticali	1031,05348	1113,91005	1758,45874	3903,42227

IV.^a SEZIONE, *Autunno.*

Anni	ALTEZZE DELLA PIOGGIA CADUTA NEI MESI di			Somme orizzontali
	Ottobre	Novembre	Decembre	
1830	<small>millim.</small> 17,64058	94,58690	19,10686	131,33434
1	31,08531	10,55728	21,74619	63,38878
2	42,38702	39,02584	185,69983	267,11269
3	30,88229	106,70067	14,95614	152,53910
4	0,15791	57,56875	0,11279	57,83945
5	76,56280	68,87045	15,97127	161,40452
6	47,32729	60,14038	29,16786	136,63553
7	23,05457	34,19836	83,35286	140,60579
8	37,98815	105,57277	60,54643	204,10735
9	225,35731	245,84023	193,36962	664,56716
1840	18,11430	14,59521	53,39547	86,10498
1	104,30950	11,39193	71,73535	187,43678
2	20,00920	115,06965	7,87284	142,95169
3	37,98815	68,75766	3,29351	110,03932
4	98,19622	96,21109	114,39303	308,80034
5	44,49170	86,30800	18,16619	148,96589
6	248,29474	68,62682	114,51481	431,43637
7	50,85991	81,86402	108,05405	240,77798
8	119,16632	92,82960	9,17446	221,17038
9	48,50934	70,02770	108,50985	227,04689
1850	178,98417	49,11841	54,08575	282,18833
Somme verticali	1501,36678	1577,86172	1287,22516	4366,45366

4. Qui abbiamo la pioggia separata e distinta per mesi e stagioni, e l'abbiamo presentata in questo modo per alcuni semplici e curiosi rapporti che ne vedremo appalesarsi. Cumulati fra loro per ciascun anno dell'intervallo i numeri dell'ultima colonna, ossia delle somme orizzontali, se ne ha le quantità rispettive dell'annuale pioggia caduta e sono esse le seguenti

Anni	ALTEZZE dell'annua pioggia	Anni	ALTEZZE dell'annua pioggia
	<i>millia.</i>		<i>millia.</i>
1830	740,04695	1841	658,22817
1	586,40259	2	860,30513
2	604,90042	3	636,86550
3	1109,82244	4	825,13678
4	299,79962	5	915,84582
5	814,55690	6	898,04095
6	614,14921	7	657,17267
7	576,38680	8	652,13282
8	801,45065	9	650,73882
9	1176,30172	1850	1010,15774
1840	548,68517		

Raccogliamo alcune conseguenze dalla semplice ispezione dei riferiti prospetti. Per l'intero corso dei ventun'anni l'altezza della pioggia caduta nel nostro suolo, comprese la nebbia e la neve sciolta, è stata di metri 15,63712587. Se tale quantità, per un supposto, fosse caduta in un tratto essa ne avrebbe inondato la terra fino all'altezza ordinaria dei nostri tetti; o in altri termini, se le successive piogge rimanessero dove cadono senza disperdersi, dovrebbero passare ventun'anni prima che la piena delle acque raggiungesse l'altezza delle nostre abitazioni. Rileviamo ancora che il decennio dal 1830 al 1839

ci ha somministrato l'altezza della pioggia di metri 7,3632 e il successivo dal 1840 al 1849 ci ha dato la simile quantità di metri 7,3238, colla piccola differenza di 20 millimetri in aumento dal primo al secondo; laonde potrebbe credersi che la pioggia di un decennio sia prossimamente costante; ma non precipitiamo le deduzioni sopra i medj della pioggia, de' quali ci occuperemo fra poco.

5. Sebbene di non molti anni, l'intervallo delle nostre osservazioni ha offerto in riguardo alla pioggia la più grande varietà e tutte a così dire le gradazioni de' fenomeni, o delle meteore acquose. L'anno più asciutto o di minima pioggia è stato il 1834, seguendo esso immediatamente ad un anno piovosissimo qual fu il 1833; e parimente al 1839, anno della massima pioggia, seguiva il 1840 che fu il secondo della serie nella scarsezza della pioggia caduta; e così vediamo qui pure che gli estremi si toccano, qualunque ne sia la cagione che ora non ricerchiamo. Anche nelle singole stagioni, come le abbiamo distinte, riscontriamo i massimi e i minimi assai differenti fra loro nelle quantità della pioggia indicate dalle somme orizzontali dei precedenti prospetti. Ma è cosa rimarchevole che questi massimi e minimi della pioggia di una stagione, o di un trimestre, non coincidono sempre coi massimi e minimi della simile quantità di uno stesso anno. In riguardo per esempio al minimo annuo del 1834 troviamo bensì presso al minimo la pioggia di ciascuna delle quattro stagioni di tal anno; ma non è a dir altrettanto dell'anno 1840, asciutto anzi che non complessivamente e nelle stagioni dell'inverno estate ed autunno, mentre all'opposto la primavera ne fu copiosa di pioggia nell'Aprile. E al massimo annuo del 1839 corrispose bensì quello dell'autunno, ma non quello dell'estate di detto anno; laddove per converso al quasi massimo annuo del 1833 corrispose la massima pioggia dell'estate, mentre in quell'anno la pioggia dell'autunno fu assai discreta. Ciò vuol dire che di raro le stagioni fra noi si succedono con costanza di tempo inchinevole o no alla pioggia, e che piuttosto rispetto a questa

specie di fenomeni le stagioni successive tendono sopra di noi ad alternarsi e compensarsi a vicenda. E quanto abbiam rimarcato delle stagioni relativamente all'intero anno rilevasi pure dei mesi componenti una stagione medesima, e vale a dire che raramente il tempo si mantiene per noi alla pioggia o al secco durante un'intera stagione, sembrando piuttosto eccezioni che nella primavera del 1834 scarseggiasse la pioggia per li tre mesi continui di Aprile Maggio e Giugno e ch'essa per contrario abbondasse di continuo ne' tre mesi autunnali del 1839.

6. Nella quantità misurata della pioggia è da notar eziandio un'altro carattere o elemento che si riferisce alla durazion del fenomeno, ed è la maggiore o minore grossezza delle gocce acquose e la spessezza pur maggiore o minore delle medesime, presentandosi in fatto a tale riguardo tutte le variazioni, dalla pioggia di rare o fitte stille minutissime a quella di ampie gocce anch'esse rare o fitte assai, e risultandone la diversa copia della meteora, dal tenue spruzzo di sottil nebbia o nuvola transitoria all'enorme scroscio e diluvio delle cumulate nubi temporalesche. Quindi avviene talvolta che in meno di un'ora o poco più cade tanta pioggia da superarne la media di un mese, e in un mese può raccogliersi la pioggia che avanzi quella di una stagione e ben anche di un anno. Così piovendo continuo e dirottamente nei giorni 28, 29 e 30 Settembre dell'anno 1833, dal nostro pluviometro ne furon estratti millimetri 72, 71 di altezza, ed essendo stato quel mese anche innanzi rotto al pessimo tempo sen ebbe il massimo della pioggia mensile che supera circa di un quarto il minimo annuo del seguente 1834. Sono memorabili i gonfiamenti e straripamenti che ne seguirono de' nostri fiumi e canali, le rotture degli argini, e le protratte inondazioni di valli e pianure alla destra del Po, allagando per ogni dove e rigurgitando la piena delle acque. Altrettanto e assai peggio ne' disastrosi effetti è accaduto di recente per le incessanti piogge strabocchevoli e le impetuose fiumane di Adige e Piave che lagrimevolmente hanno desolato una vasta parte del Veneto e del Friulano

territorio. Un esempio di pioggia fortemente per così dir adensata e copiosissima, quantunque caduta in breve tempo, avvenne per noi la notte del 15 al 16 Ottobre 1839, avendone io raccolto la mattina appresso millimetri 70,63 di altezza, ed essendone stata appunto quella volta soverchiata l'urna di serbatoio del pluviometro per piccola quantità che ne andò dispersa. E ripetevasi pure questo caso dopo altro simile di densa pioggia temporalesca, mista a grandine, avvenuto nelle ore pomeridiane del 28 Agosto 1839, e uscendone dal pluviometro per l'altezza di millimetri 73,99. Pertanto mette qui bene il riflettere a due cose: la prima che simili rovesci di pioggia non cadono a un tempo sopra tutte e neppur sopra molte e remote parti della superficie terracquea, accadendo anzi di ordinario che mentre in una di esse imperversano ostinatamente le nubi, domina in altra un'ostinata siccità, e ne abbiamo pur il caso recente dell'Italia inondata, simultaneamente alle inaridite terre della Turchia: e la seconda che i detti parziali diluvj di piogge stemperate non avvengono pe' nostri climi generalmente che nell'estate o nell'autunno. Il qual duplice riflesso ci sarà utile in seguito di richiamare.

7. Quanto si è detto poc' anzi della pioggia estiva o autunnale, che cioè se ne osserva presso di noi ogni gradazione di copia, ha luogo ancora in riguardo alla neve durante l'inverno e in sul finir dell'autunno. Volge talora per noi la rigida stagione, comechè non di frequente, scarsissima di neve, e rarissimo poi è il caso di un inverno, come quello del cadente 1851, in cui mancò affatto la neve e quasi totalmente il ghiaccio nelle nostre pianure. Per lo contrario in altri anni del breve corso preso in disamina l'inverno ci apportò una smisurata copia di neve, e ne ricordiam tuttora quella che per 36 ore continue, a larghe falde, spessa e aggirata da furiosa bufera di tramontana cadeva ne' giorni 29, 30 e 31 Gennaio del 1842 ricoprendo il suolo all'altezza di metri 0,950; e l'altra che dall'8 al 13 Dicembre del 1844 non cessò di fioccare, non meno fitta ma in minuti aghi e stellettole cristallizzate,

aggiungendo nel suolo l'altezza massima di metri 0,596. Copia sì esorbitante di neve nell'un caso e nell'altro che, non bastando i numerosi nostri canali sotterranei a sgombrarne le vie e alleggerirne i tetti delle case urbane, costrinse a praticarne alte spallate e aprirne angusti sentieri nella Città, come per alcun tempo ne furono impedito o ritardate le comunicazioni esterne coi paesi e le campagne. Per vero dire allorchè la neve è così eccessiva, il nostro pluviometro non può darne con esattezza le indicazioni e misure nella quantità dell'acqua disciolta, perocchè riempitosi dalla neve cadente il vano dell'imbuto esteriore e formatovi sopra il colmo che può reggervisi a notevole altezza, il vento che spira libero da ogni parte ne va disperdendo un qualche strato soffice e lieve. Contuttociò la parte dispersa non è poi molta per la profondità e larghezza dell'imbuto stesso, e avendo cura di non toccare alla neve deponitavi, premutatavi e assodata, finchè tutta, inferiormente gocciolando, non sia discesa ed estratta dall'urna, io ne raccolsi quantità considerevoli di acqua, e ne ho fiducia che l'approssimazione alla neve caduta sia stata quanto è possibile conseguita. Ordinariamente però e nel maggior numero degli anni della nostra serie la neve è stata discreta, comechè ripetutasi parecchie volte nello stesso inverno, sicchè non prendosene ogni volta la terra di alti strati non fu necessario di misurarne l'acqua disciolta con particolari diligenze e cautele. E qui facciam pure due riflessioni d'importanza e sono: l'una che fioccando per un intero giorno e fitta la neve, l'acqua liquida cui essa riducesi non risulta per avventura tanta, quanta ne versa di sovente in meno di un'ora un temporale estivo: l'altra che la nevicata invernale è omogenea ed estendesi ad un tratto di paese molto più ampio di quello in cui si rovescia l'estivo acquazzone, sembrando per tal modo essere in ambi i casi la densità della meteora acquosa in ragione inversa della sua estension orizzontale.

3. In mezzo a sì varia e complicata combinazione di fenomeni e circostanze riguardanti la pioggia riuscirebbe assai

malagevole e incerto il riconoscerne e dedurne alcuna legge costante o periodica; ma ciò finchè si considerano soltanto le singole e disgiunte risultanze o misure della pioggia caduta, nelle quali troppo grandi e irregolari o a salti si manifestano le differenze. A procedere con vantaggio in siffatte indagini è mestieri aggruppar convenientemente le quantità osservate, e considerarne i valori medj in eguali tempi successivi. Passiamo a trattenercene sotto questo altro punto di veduta.

§. II.

MEDJ DELLA PIOGGIA OSSERVATA.

9. Preveniamo una obbiezione e risolviamola. Si dirà che i semplici medj aritmetici delle piogge mensili e annue misurate nulla significano, a cagione appunto delle troppo forti ineguaglianze nei singoli valori di queste, e che richiederebbersi un numero di mesi e d'anni assai grande per aver in quelli una probabilità ben fondata che rappresentano una legge o un fenomeno costante della natura. Così ad esempio l'esorbitanza delle piogge nel Settembre del 1833 non può non influire ad alterar notabilmente dal valor più probabile il medio di tal mese della nostra piccola serie in confronto a quello degli altri mesi; e quel che dicesi della influenza de' singoli valori in eccesso, ossia de' massimi della pioggia, è pur vero in opposto senso pei valori in difetto, ossia pe' minimi di essa. Rispondiamo primamente all' oggetto che, se nell' intervallo e corso delle nostre osservazioni siano accadute per ciascun mese, come sembra, tutte le variazioni della quantità della pioggia, il medio mensile rappresenterà in tal supposto adeguatamente la distribuzione uniforme della pioggia propria e spettante al rispettivo mese. E già vediam per esempio che la stemperata pioggia nel Settembre del 1833 si compensò colla minima e quasi nulla dello stesso mese nel susseguente anno 1834. Questo dolce mese dei frutti e della vendemmia, e che invita col mite Sole e coll' aere intiepidito a godere i dilette della cam-

pagna, come di raro scotte totalmente sereno ed asciutto, così pur di raro fortunatamente imperversa con pioggia dirotta e diuturna; ma se il medio della pioggia per oltre a vent'anni ce lo indicherà fra i mesi come il più abbondante di essa, ciò non è senza una manifesta e natural cagione che addurremo. In secondo luogo il miglior criterio di fisica probabilità favorevole, o di rapida approssimazione alla realtà de' naturali risultamenti nei medj valori di cui trattiamo emergerà dal trovarne successivamente scemate le differenze dall'uno all'altro medio, analoghi e per equal tempo, di mano in mano che aumenti la durazion di ciascuno, o che si compongan e paragonin fra loro i medj dei medj; poichè ciò non potrebb'essere effetto di fortunate combinazioni, nè di compensamenti di massimi e minimi in confronti moltiplicati. E infine se dai valori e rapporti dei medj ottenuti si rilevi una conformità con leggi d'altronde note o con alcun procedimento verosimile della natura, ciò darà prova o conferma, benchè *a posteriori* e dal fatto, della realtà e sussistenza de' medj stessi e della loro significazione. Però è sempre da tener presente che quanto ne ragioneremo si riferisce, non alle immediate osservazioni e misure della pioggia, bensì ad una combinazione di esse, quali sono i medj, che indicano un fenomeno acquoso più ampio e generale nel dato luogo terrestre.

10. Dividendo per 21 ciascuna delle somme verticali nei quattro precedenti quadri della pioggia osservata, ne ricaviamo per primi i medj di ciascun mese dell'anno. E ordinaudone la serie dai risultamenti maggiori ai minori, affine di scorgerne tosto le relazioni e le conseguenze, consideriamoli nella tavola che qui espongo.

Mesi	Medj mensili della pioggia	Differenze
	<i>millim.</i>	<i>millim.</i>
Settembre	83,736	4,463
Maggio	79,273	4,137
Novembre	75,136	3,642
Ottobre	71,494	6,934
Aprile	64,560	0,468
Giugno	64,092	2,796
Dicembre	61,296	8,253
Agosto	53,043	0,128
Febbrajo	52,915	3,817
Luglio	49,098	0,587
Marzo	48,511	7,517
Gennajo	40,994	

Apparisce pertanto di qui alla semplice ispezione o per deduzione agevole:

1.° Che le differenze di questa progressione dei medj mensili della pioggia sono tenui e distribuite con una certa uniformità entro stretti limiti:

2.° Che nel medio della pioggia pressocchè si eguagliano l'Agosto e il Febbrajo, l'Aprile e il Giugno, il Luglio e il Marzo; nel mentre che si differenziano principalmente il Dicembre e l'Agosto, il Marzo e il Gennajo, l'Ottobre e l'Aprile:

3.° Che il Settembre è il mese del medio massimo della pioggia, e il Gennajo è quello del medio minimo, colla notabile differenza dall'uno all'altro di millimetri 42,742:

4.° Che la somma de' medj più forti, ossia de' primi sei mesi della tabella, porgendo millim. 438,291 e la somma de' più deboli, ossia degli ultimi sei, millim. 305,857 ne viene la

differenza dal semestre primo al secondo di millim. 132, 434, quantità non lieve nè da trascurarsi:

5.° Che per contrario si ha una quasi perfetta eguaglianza fra la somma dei medj della pioggia di febbrajo, Marzo, Aprile, Maggio e Giugno unitamente col Dicembre, e quella dei medj di Luglio, Agosto, Settembre, Ottobre e Novembre unitamente col Gennajo. Perocchè la prima somministra millim. 371, 123 e la seconda millim. 373, 501, colla tenue differenza dall' una all' altra di millimetri 2, 378 che può ritenersi anche minore a eguaglianza di tempo, atteso che il secondo semestre nominato supera di tre giorni il primo nell' anno comune:

6.° Che la metà o il semestre primo dell' anno, di giorni 181, 25, ha il medio della pioggia di millim. 350, 821; laddove quello della seconda metà, di giorni 184, lo ha di millim. 303, 803: quindi la differenza in aumento da quello a questo di millim. 42, 982 che non è grande quantità, ma neppur piccola. Quindi anche in complesso le due stagioni dell' inverno e della primavera ci si dimostrano piovose maggiormente che l' estate e l' autunno.

Tutti questi sono fatti e rapporti delle quantità medie mensili della pioggia che ci sembran abbastanza precisi e ben fondati, com' essi derivano immediatamente dall' osservazion e misura de' fenomeni relativi.

11. Consideriamo nella nostra serie i medj delle quattro stagioni, che ottengonsi dividendo per 21 le somme verticali dell' ultima colonna dei quadri presentati, sotto il titolo di somme orizzontali. Sono essi

quello dell' inverno . .	=	142, 4200
della primavera =	208, 40147	
dell' estate . . .	=	185, 87725
dell' autunno . .	=	207, 92636.

È manifesto a colpo d' occhio in questi numeri che delle quattro stagioni dell' anno per noi l' inverno è quella della minima pioggia, le due della primavera e dell' autunno sono eguali fra

loro e ciascuna di pioggia massima, e l'estate nella pioggia è molto prossimamente media aritmetica fra quella e ciascuna di queste. Rileviamo ancora che si ha l'espressione semplicissima del rapporto geometrico fra il medio massimo e il minimo della pioggia nelle stagioni annue dalla proporzione assai prossima al vero

pioggia in primavera o autunno: pioggia in inverno = 3:2.
E conseguentemente la pioggia nelle quattro stagioni successive dell'anno si esprime con tutta semplicità dai numeri

$$2, \quad 3, \quad 2\frac{1}{2}, \quad 3.$$

In breve troveremo essere per noi il medio dell'annua pioggia di millim. 744,67271. Se poniamo questa = 1, e riferiamo ad essa i precedenti medj delle stagioni, esprimeremo in altro modo questi ultimi ed avremo

media pioggia dell' inverno . .	= 0,19126
della primavera = 0,27987	
dell' estate . . . = 0,24963	
dell' autunno . . = 0,27924	
<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> Sommano . . .	1,00000.

12. Ma perchè viemmeglio si riconosca il fondamento sul quale riposano gli ottenuti valori e rapporti delle quantità medie della pioggia e se ne vegga il grado di fiducia per ammetterli, formiamone i medj delle stagioni per ogni triennio consecutivamente. Risultano essi dalle somme orizzontali scritte nei prospetti delle osservazioni e sono i seguenti

TRIENNI	MEDJ TRIENNALI DELLA PIOGGIA in			
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
	millim.	millim.	millim.	millim.
1.	182,48142	187,89564	117,46099	153,94527
2.	133,72551	173,99201	309,74778	123,94436
3.	163,91600	175,03728	164,59271	160,44956
4.	111,61087	220,50718	149,58400	312,70297
5.	163,79568	217,21270	205,89697	187,26378
6.	153,13019	199,04753	197,78202	273,72675
7.	88,28035	283,18466	156,07625	243,46853

Confrontiamo per ciascuna stagione gli estremi, ossia i massimi e minimi delle osservazioni e misure immediate coi massimi e minimi dei loro medj triennali, prendendo le differenze di quelli e di questi, ed avremo

	<i>Differenze dei primi.</i> millim.	<i>Differenze dei secondi.</i> millim.
per l' inverno . .	291,60400	94,20107
la primavera	418,86447	109,19265
l' estate . . .	555,40754	192,28679
l' autunno . .	606,72771	188,75861.

È singolare e da notarsi che questi due ordini di differenze nella pioggia delle stagioni ci offrono pressochè un comune andamento di successiva grandezza e di rapporto, scemando circa di $\frac{1}{3}$ le triennali dalle differenze semplici. Potrebbe inferirsi che, mantenendosi tale regolarità, le differenze dei simili medj ne' successivi periodi, di 21 anni ciascuno, della pioggia non oscilleranno dal massimo al minimo che dai 10 ai 20 millimetri, e richiedersi perciò un corso di 105 anni, o di

un secolo almeno di osservazioni, a stabilire il medio probabile nel limite di 2 a 4 millimetri. Ma il corso a cui necessariamente per ora dobbiam restringerci, sarà poi sempre il punto di partenza o il fondamento delle indagini, e il medio per ogni stagione che ne abbiain ottenuto potrebbe avvicinarsi più al medio che agli estremi del periodo secolare, e quindi al vero medio della pioggia di stagione; oltre di che esso è conforme ad una cagione costante o legge della natura, come or ora vedremo.

13. Prendiamo infine i medj triennali anche dell'annua pioggia che riportammo di sopra e sono

TRIENNJ	MEDI dell'annua pioggia
	millim.
1.	643,78332
2.	741,39299
3.	663,99556
4.	794,40502
5.	774,10247
6.	823,68648
7.	771,00979

medio totale 744,67271.

L'approssimazione al vero medio annuo dev' essere qui maggiore che per le stagioni singole, compensandosi in parte nell'intero anno le variazioni o differenze delle quattro stagioni del medesimo relative alla pioggia. Infatti abbiamo nella nostra serie pei singoli anni la differenza fra gli estremi, ossia massimi e minimi della pioggia

876^{mm},50210

e la simile differenza dei medj triennali

179^{mm},90316, circa $\frac{1}{5}$ della precedente.

Quindi basteranno per avventura quattro periodi successivi, di ventun'anni ciascuno d'osservazioni a dedurne il medio dell'annua pioggia che oscilli entro pochi millimetri fra il massimo e il minimo rispettivo. Ma il medio stesso anche di un solo periodo, qual è il nostro, appunto per esser medio, e non estremo, di sette medj triennali deve già esser molto prossimo al vero medio e più probabile ricercato. Nella mia Memoria sopra lo strano inverno del 1845 (Soc. It. Tom. XXIII. Parte matematica, pag. 351) io avvertiva la rapidità dell'approssimazione de' medj triennali della pioggia al valor più costante, e credeva sufficientemente stabilito quello che risulta dai primi cinque triennj ora nuovamente discussi. Esso però è notabilmente minore del poc' anzi ottenuto, e che assolutamente mi sembra da preferire per ragioni, cui non posi mente altra volta, e in seguito suggeritemi dal meditar più di proposito sul fenomeno della pioggia dipendentemente dalle più estese e grandi cagioni che lo producono. Veniam quindi a discorrere di tali cagioni nel seguente.

§. III.

CAGIONI DELLA PIOGGIA IN GENERALE.

14. Nulla di più ovvio e comune e di più facile a spiegarsi della pioggia. Una nube che nuota vagante per l'aere componendosi semplicemente, com'è stato riconosciuto per osservazioni microscopiche da Saussure ed altri, di vapor acquoso vescicolare, ossia di vescichette sferiche e specificamente men gravi dell'aria, questa nube, per una cagione qualunque che ne abbassi fortemente la temperatura, dallo stato di fluido elastico farà passaggio a quello di liquido, e anche di solido, e acquistandone peso specifico maggiore di quello dell'aria, cadrà distillata in gocce, o in fiocchi e particelle di neve, o in duri ghiacci più o men grossi di grandine. La nuvola che per tal modo è resa alla terra, erasi innanzi da questa sollevata nell'evaporazione continua e più o meno abbondante che avviene alla superficie dei mari, dei laghi, de' fiumi, degli stagni,

delle paludi per effetto interno del calorico delle masse liquide o de' molli terreni, e per l'esterno dei raggi solari; cosicchè l'evaporazione e la pioggia costituiscono una circolazione perenne dell'acqua, raccolta e sparsa in tanta copia sul nostro globo, fra questo e l'atmosfera. Però in una tale circolazione la quantità determinata della pioggia che cade in un tempo dato sopra un dato luogo della superficie terrestre dipende da un intreccio sì complicato di tante e sì mutabili cagioni e circostanze, che il formularla e presagirla nella successione dei tempi ad ogni evento che vi si rapporti è opera vana ed impossibile. Cionullameno distinguendo rispetto alla pioggia gli eventi singoli o particolari dai complessivi o generali, come questi ultimi all'osservazione e misura de' fenomeni manifestino una regolarità qualunque e una tendenza a costanti risultati, egli è chiaro indicarsi da essi una legge o cagione pur costante della natura, donde procedono, e cui non sarà malagevole di scuoprare ed assegnare. Questo è appunto ciò che deve dirsi dei medj osservati della pioggia, i quali coll'accumularsi dei tempi e dei parziali fenomeni accaduti e misurati scemando progressivamente nelle differenze loro accennano ad un medio finale periodico ed invariabile per un dato luogo terrestre. Di conseguenza il medio costante, o di poco variabile, della pioggia dovrà essere considerato come un fenomeno cosmico e prodotto da una cagione o forza che agisca in grande con regolarità e generalmente. Or quale sarà questa naturale cagione?

15. Primieramente è da riflettere all'origine della pioggia nella sua quasi totalità dall'evaporazione continua del mare, il quale in superficie, com'è noto, estendesi ai $\frac{3}{4}$ di quella dell'intero globo, e in confronto al quale è da ritenere pressochè nulla e trascurabile l'evaporazione dell'altre parti acquose o molli disseminate nei continenti e nelle isole. In riguardo all'evaporazione marina, ommesso pertanto di considerar la parte o quantità ignota e verosimilmente costante che ne è dovuta all'interno calorico degli oceani, la parte di essa più

copiosa e variabile deriva senza dubbio dal riscaldamento del Sole che, vario sopra ciascun punto del mare a norma della differente inclinazione e del più o men lungo corso diurno del Sole stesso, ne solleva una rispondente quantità di vapor acqueo puro, cadendone al passaggio dallo stato liquido all' aeriforme il sal marino discioltovi. E questo vapore, vieppiù investito dalla forza riscaldante dei raggi solari, se ne dilata, prende aspetto di vapor vescicolare, sale a grandi altezze nell' atmosfera, vi si diffonde e spesso, assottigliato e leggiero qual è, penetra e si distribuisce negli interstizj dell' aria in guisa di non lasciarne menomamente intorbidata la sua diafanità e limpidezza. Non rade volte infatti mi è occorso di osservare una nuvola distaccata, immobile e anche di qualche volume sciogliersi poco a poco e disparir interamente, restandone il luogo del Cielo affatto sereno, e senza il minimo vestigio di essa. Se dunque l' evaporazion del mare dovuta all' azion calorifica dei raggi solari è la cagion primitiva e pressochè totale della pioggia, si concepisce di leggieri che risultando quella molto più copiosa in estate che in inverno e nelle stagioni temperate, questa pure, al raffreddarsi nelle regioni atmosferiche il vapor acquoso, dovrà cadere e raccogliersi in un dato luogo e per lo stesso tempo in copia, maggiore assai al declinar dell' estiva e al cominciar della stagione autunnale che non durante l' inverno; il che abbiám veduto avverarsi di fatto nelle quantità misurate. Una parte nondimeno dei vapori estivi che per eccessiva rarefazione sollevasi alle regioni acree superiori e più fredde non ne discende verosimilmente che più tardi, e sembra esser destinata a fissarsi o a crescere gli eterni ghiacci e le nevi delle alpestri sommità e giogaje; mentre poi le generali nevicate dell' inverno che ricopron valli pianure e i monti meno sublimi procedon massimamente dall' evaporazione del mare, meno abbondante sì, ma innalzata pur meno, e che raffreddasi nelle basse regioni atmosferiche allo spirare di certi venti.

16. Ma se la quantità della pioggia unicamente provenisse dall'azion riscaldante del Sole alla superficie del mare, combinata con una costante legge, uniforme e continua, nella diffusion de' vapori per l'atmosfera, ne seguirebbe che il medio annuo di essa non cangierebbe col tempo di valore, e ripeterebbesi ogni anno al compiersi l'apparente giro del Sole su l'eclittica. Ciò non accade, e anzi ne' singoli anni le osservazioni ci han fatto conoscere enormi discordanze de' corrispondenti valori della pioggia. Dunque è forza conchiudere che il medio costante di un certo numero d'anni avrà la sua ragion fisica da un'altra cagione che, insieme alla calorifica dei raggi solari, svolgasi e ritorni periodicamente con quel dato numero d'anni. Questa novella cagione, da cui derivino i moti più regolari dell'atmosfera, ossia i venti più periodici e conseguentemente, col trasporto e raffreddamento de' vapori acquei, la caduta della pioggia in un luogo determinato, altro non potrebbe essere che l'azion attrattiva del Sole e della Luna, da cui deve nascere, comechè non ben conosciuto finora nè misurato col barometro in riguardo alla Luna, un fenomeno di flusso e reflusso atmosferico somigliante a quello del mare. E già che la posizione della Luna relativamente al Sole abbia un'influenza notevole e indubitata nei fenomeni della pioggia e nei così detti cangiamenti del tempo, dal buono e sereno al cattivo fosco e inclemente, ce ne persuade una quotidiana esperienza che quasi mai non fallisce; ed è che il tempo, buono o cattivo, si mantiene per alcun giorno di seguito dallo stato o cambiamento avventone alcune ore innanzi che abbia luogo una fase lunare qualunque, sia di sizigia o di quadratura. Senza essere ciecamente partigiani e propugnatori del *Saros* a ragione obbliato o di altri cicli meteorologici arbitrarj, dobbiam ammettere tuttavia, come fatto innegabile e incessante, questa coincidenza delle fasi lunari colle mutazioni dello stato meteorologico; e non è poi fuor di verosimiglianza che ciò accada per l'azion attrattiva combinata della Luna e del Sole, mentre le grandi correnti atmosferiche ossia i venti, che principalmente

giuocano nella produzione delle meteore acquose, posson aver origine in molta parte e regolarmente dall' indicata cagione. Sotto questo riguardo il medio costante della pioggia per un dato luogo terrestre e in un dato numero d'anni è dunque da considerarsi come un fenomeno luni-solare, ed esso deve tenersi appunto con bastevole approssimazione pel nostro periodo dei 21 anni che formasi quasi esattamente da 260 rivoluzioni sinodiche della Luna, ciascuna com'è noto di giorni $29\frac{1}{2}$ circa. Spiegasi ora come l'approssimazione dei medj triennali al medio annuo costante risulti e si palesi rapida, formandosi in tre anni una rivoluzion lunare sinodica dal cumulo degli undici giorni che avanzano ogni anno al numero intero di siffatte rivoluzioni; e tuttavia nel triennio conservandosi un resto di 3 giorni e mezzo l'approssimazione stessa ne vien limitata, e le differenze dei medj triennali della pioggia sembrano dimostrarlo. Spiegasi ancora come i medj mensili dei 21 anni siansi accordati fra loro, differendo progressivamente dal Settembre al Gennaio di piccola quantità che ascende fra gli estremi a soli $42^{\text{mm}}, 7$; laddove fra gli estremi de' medj triennali abbiám trovato la differenza di $179^{\text{mm}}, 9$; e la ragion è che il periodo mensile avvicinasì di per sè ad una rivoluzion della Luna più che il triennale. Io concepisco pertanto il fenomeno del medio costante della pioggia prodotto per l'ordine seguente di naturali cagioni: 1.° esso deriva principalmente in origine dall'evaporazion del mare, la cui quantità o massa innalzata nell'atmosfera proporzionatamente alla totale superficie degli oceani, ogni anno dev'essere presso a poco la medesima rinnovandosene la stessa cagione della forza riscaldante al compiersi l'annuo giro apparente del Sole: 2.° questa massa del vapor acqueo, variamente rarefatto nelle stagioni dell'anno sollevasi spandesi e galleggia idrostaticamente a differenti altezze nell'atmosfera, e trasportasi e discende in pioggia o in neve o in ghiaccio per forza e temperatura di grandi correnti aeree, ossia di venti: 3.° questi venti, sebben in parte e irregolarmente prodotti per disequilibrij e moti elettrici o per altri agenti

fisici, sono però nella massima estensione e continuità l'effetto dell'azion attrattiva combinata della Luna e del Sole sullo sferoide atmosferico della terra, risultandone in questo un moto intestino somigliante alle maree: 4.º al compiersi perciò di un numero intero d'anni e insieme di rivoluzioni sinodiche della Luna la quantità della pioggia caduta in quel periodo sopra un dato luogo terrestre, qual effetto di costanti cagioni, essa pure avrà un valore prossimamente costante.

17. Ho detto prossimamente, poichè alle indicate cagioni periodiche e regolari per determinare la quantità della pioggia unendosi altre, nè poche nè piccole, influenze che avvolgon e cuopron le prime, a liberar l'effetto di quelle dalle seconde per una compensazione o distruzione di queste fra loro, un solo periodo di 21 anni per semplice probabilità è insufficiente; laonde io avvertiva poc'anzi che almeno quattro o cinque periodi all'uopo si richiederanno. Siane di conferma una osservazione più recente. Notisi che il primo termine dell'annua pioggia nella nostra serie, ossia la pioggia del 1830 fu trovata di 740^{mm}, c47 valore pressocchè uguale al medio totale annuo. Se altre cagioni o influenze non sussistessero, che le regolari e avvertite, nell'anno testè mancato 1851 essendo ricominciato il periodo, sarebbesi di nuovo raccolto e misurato da noi l'annuo medio costante della pioggia. Ora ecco le quantità osservate

	millim.	
1851. In Gennaio, altezza della pioggia =	55,396	} pioggia d' inverno millim.
Febbrajo	52,886	
Marzo	57,604	
Aprile	84,407	} pioggia di primavera
Maggio	102,360	
Giugno	24,850	
Luglio	50,430	} pioggia d' estate
Agosto	64,461	
Settembre	76,847	
Ottobre	122,834	} pioggia d' autunno
Novembre	143,263	
Dicembre	0,093	
pioggia dell' anno		835,431

differenza dall'annua pioggia del 1830 in più pel 1851.....
 = 95^{mm}, 384, essendo riusciti nel 1830 maggiormente piovosi
 l'inverno e la primavera, e maggiormente piovosi nel 1851
 l'estate e l'autunno. Sebbene dunque la pioggia dell'ultimo
 anno decorso non molto si allontani da quella del 1830, e ac-
 cenni quindi essa pure alla legge periodica luni-solare, cionon-
 dimeno l'ottenuta differenza è abbastanza forte per inferirne
 la coesistenza e l'intreccio di altre fisiche azioni, perturbatrici
 di tal legge e non calcolabili.

18. Una formula generale esprimente la quantità del flusso
 e reflusso atmosferico dovuto all'azion attrattiva del Sole e
 della Luna fu già data da Laplace nel Capo VII. Libro XIII.
 (T. 5.º) della Meccanica celeste, senza però ch'egli potesse
 accertarne il valore delle due costanti contenutevi, a malgrado
 ch'egli le avesse dedotte con calcolo di probabilità da meglio
 che 1500 osservazioni del barometro. Se non che, oltre questa
 incertezza teorica della detta formula e quantità, per applicarla
 poi con successo alla spiegazione dei regolari fenomeni della
 pioggia, altre e per avventura insormontabili difficoltà si op-
 pongono. Imperocchè, supposto pure che si riuscisse a ben va-
 lutare l'annua quantità della evaporazion del mare prodotta
 dal Sole, e il modo della successiva diffusione di essa nelle dif-
 ferenti regioni e altezze, fino alle più sublimi dell'atmosfera,
 tuttavia resterebbe a conoscere per immediate osservazioni nelle
 superiori altezze medesime la forza e temperatura de' venti,
 cui generano le maree dell'aria, per conchiuderne la massa e
 direzione dei vapori trasportati e convertiti in pioggia sopra un
 luogo terrestre determinato. Ben è a dolere che istituir non
 si possa cotali osservazioni le quali porgerebbero non solo rag-
 gione o conferma del fatto di un medio costante della pioggia,
 ma ben anche fisica spiegazione delle maggiori differenze rimar-
 cate per uno stesso luogo nell'annua pioggia dei singoli
 anni successivi e in quella delle stagioni e dei mesi, come al-
 tresì delle simultanee differenze di pioggia, scarsa o abbondante,
 da luogo a luogo in parti assai disgiunte del nostro globo.

Questo genere di ricerche è da prevedere che non sarà mai consentito all'ardimento dell'umano ingegno per mancanza dei mezzi di librarsi con sicurezza nelle alte regioni dell'aria, e di trattenervisi immobile quanto sarebbe d'uopo a raccoglierne i dati precisi del problema meteorologico.

19. Terminerò il presente paragrafo toccando di una questione promossa non ha molt'anni circa un sospettato accrescimento dell'annua pioggia in alcune località di paesi, e specialmente nel territorio lombardo. L'illustre Astronomo di Milano Cav. Ab. Cesaris nella sua Memoria sul Clima della Lombardia pubblicata fra quelle della Società italiana (T. XVIII. Parte fisica, pag. 71) avanzò che un aumento dell'annua pioggia sembra non potersi colà revocare in dubbio. E avendo egli recata la serie non interrotta di 54 anni d'osservazioni meteorologiche, dal 1763 al 1816, ne addusse in prova che il medio dell'annua pioggia ne' primi 27 anni risultava in altezza di pollici 33, e negli ultimi 27 di pollici 37; il qual aumento egli pensava di dover attribuire principalmente all'accresciuta irrigazione e coltura della Milanese provincia. Ora io rifletto primamente che il medio della pioggia dedotto da 27 anni di misure può non essere tanto prossimo al vero e costante, siccome quello dei 21 anni, in vista della cagione periodica e luni-solare da cui dipende; giacchè ne' sei anni, oltre al periodo compiuto di questa per aggiungerne il più lungo intervallo, non si contiene un numero intero di rivoluzioni sinodiche della Luna. Quindi non è a stupire della forte differenza di 4 pollici fra li medj delle due metà dell'intera serie, nè del segno di quella che avrebbe potuto presentarsi in diminuzione anzichè in aumento. Dipoi è da considerare che le variazioni della quantità della pioggia derivanti da mutate condizioni e circostanze locali debbono essere ben piccola cosa e poco men che trascurabile nel medio annuo della pioggia stessa ricavato dal corso di parecchi anni in confronto al fenomeno e alla quantità principale somministrata nel medio stesso dall'evaporazione de' mari, comechè distribuita ad irrorar pressochè

tutta la superficie terrestre. I cangiamenti che introducansi nella coltivazione del suolo e soprattutto ne' ristagni e nelle inaffiature delle acque per vaste praterie così dette a marcita e per valliva estension di risajo debbono influir senza dubbio con nebbie, vapori, e anche piccole piogge nella condizion igrometrica dell'aria sui luoghi ove son praticati, e perciò ivi ancora nella salubrità dell'elemento respirato dagli abitatori, uomini animali e piante. Ma la condizion igrometrica dell'ambiente atmosfera è cosa ben diversa dall'annuo medio della pioggia, e le stesse più fitte nebbie de' luoghi palustri e de' brevi giorni alla fredda stagione, estese ancora orizzontalmente sopra molto spazio, non depongono tuttavia lentamente distillando che tenue quantità d'acqua; mentre la nuvoletta estiva o autunnale, in apparenza piccola per elevazione o lontananza, gonfiarsi, discende o s' avvicina, e distemprasi d' un tratto in un rovescio d' acqua che scorre e riempie canali, rigurgita ed allaga le terre. Da ultimo vuolsi riflettere che forse più delle moltiplicate irrigazioni del piano e della valle deve contribuire ad alterar in un dato paese l'annua pioggia una cangiata disposizione di circostanze, naturalmente o artificialmente avvenuta ne' vicini monti, per fenditure o larghi franamenti di suolo, per atterramento di selve, o in altro modo che apra in quelle alture alpestri novelli varchi ai venti e con essi alle nuvole più gravide e dense di vapore. Però questa cagione medesima di mutamenti della pioggia non può esser tanta da renderne molto diverso il medio annuo, conchiuso da un periodo di tempo abbastanza lungo, e soggetto ad una legge ben più alta e generale, ossia cosmica.

§. IV.

PRONOSTICI DEL TEMPO.

20. Sembra incredibile, eppur è vero, che malgrado il tanto e sì reale, non meno che vantato progresso delle scienze fisiche a' nostri giorni, e non ostante lo zelo e le cure di gran

numero de' loro cultori a fine di renderne popolare il linguaggio e l'intelligenza, il popolo tuttavia, cioè a dire la moltitudine volgare dell'umana Società profitti bensì de' nuovi trovati o perfezionamenti, ma ignara de' principj e della ragion delle cose, e rimanendone sempre credula e affezionata a' più goffi pregiudizj. Valgane a prova d'esempio la fede e il buon accoglimento che ottengon ancora, e non sempre e solo tra il basso volgo, gli annunzj de' giornali astro-meteorologici, che presagiscono le qualità delle stagioni e le vicende giornaliera dell'aria, bastando che taluna fiata la predizione abbia colto casualmente nel segno perchè si accordi piena e costante credenza all'Autor de' pronostici, sia questo una zotica mente o un dotto discepolo di Toaldo, e senza risguardare nè all'arbitrario fondamento de' pronostici stessi nè alla realtà dell'esito il più delle volte ad essi diametralmente opposto. Se però evvi soggetto d'investigazioni, cui bene s'approprij il *coelum ipsum petimus stultitia*, egli è questo l'arte vana di presagire il tempo. E le osservazioni di non pochi anni sopra la pioggia che abbian recate e discusse ne porgono una chiara conferma. Da esse infatti non apparisce la minima dipendenza e regolarità de' parziali e successivi risultamenti ne' periodi o intervalli eguali, sia di mesi o di stagioni o di anni. Mancando un'ordine e una connessione qualunque fra cotali fenomeni, come argomentar dai passati i futuri in epoca e quantità? L'unica via di ragionarne in prevenzione e precorrerne l'avveramento dischiuderebbersi dal fatto ben comprovato di un valor medio, noto e costante in un dato luogo e per un periodo pur dato di tempo. Ma, come si disse, anche sopra questo medio, e nella formula o legge che lo esprima influiscon tali perturbazioni, e tali anomalie possono risulturne che, impossibili a valutarsi, ci toglieranno poi sempre al calcolo e alla previsione lo special avvenimento da pronosticarsi. Dunque è vana opera e tempo gettato l'occuparsi di simil argomento.

21. Altra cosa però è il presumere di legger senza fondamento nell'avvenire e precisarne gli eventi, altra il desumere

per semplice induzione dall'andamento e dalla misura de' fatti accaduti un qualche indizio di fisica probabilità per quelli che seguiranno. E in questo secondo modo i pronostici atmosferici possono ammettersi, esser talvolta utili, e non di rado avverarsi. Egli è così che fin dall'antichità si studiarono e si riconobbero i naturali contrassegni forieri dei prossimi cangiamenti del tempo, avvantaggiandone dell'avviso l'agricoltura il commercio e la navigazione, e ne pervennero fino a noi nelle opere di Arato e di altri le indicazioni e regole dello spirare di certi venti, del notturno più irrequieto scintillamento delle stelle e somiglianti, come annunzi e minacce di burrasche atmosferiche imminenti; ed è pure allo stesso modo e per osservata più comune successione di fenomeni che formularonsi da lunga pezza, e godono popolar grido anche oggidi i così detti proverbj della stagione, de' quali abbiam veduto adempirsi non ha guari, e perciò vieppiù accreditarsi nella volgar opinione quello di S. Bibiana. Cotali regole e sentenze nondimeno sono da ritenersi con grande riserva di dubbio, come soggette a fallir non di rado e non abbastanza dimostrate, nè sicure nè generali, e l'accretarle o il seguirle ciecamente guiderebbe spesso all'errore e all'inganno. Anche dai nostri quadri della osservazione della pioggia emergono alcune particolarità relative che sembran ripetersi o riprodursi costantemente; ad esempio quella di uno stesso mese, abbondantissimo di pioggia in un dato anno, e scarso di essa nell'anno seguente. Ma chi ne traesse una regola immanchevole di pronostico da un anno all'altro, esporrebbe al rischio di vaticinar falsamente, e di cader nell'eccezione. Il Giugno infatti, che nel 1850 recavaci molta pioggia, non ce ne addusse che poca nell'ora caduto 1851: mentre per converso l'Ottobre di quest'ultimo anno è stato qui assai piovoso, avvegnacchè un poco meno dell'Ottobre piovosissimo del 1850. Dunque massima savia e prudente diffidar di qualunque regola proverbiale e anche spesso avverata circa il bel tempo o il cattivo, distinguendo per altro che i pronostici dei vicini cambiamenti atmosferici, ove siano dedotti

da conosciute cagioni fisiche, sono da apprezzarsi e da consultar all' uopo utilmente.

22. Nei pronostici delle prossime variazioni atmosferiche, in riguardo specialmente alla pioggia di cui trattiamo, è da considerer innanzi tutto la disposizione topografica del paese fra i non larghi confini del suo orizzonte sensibile, e per circostanze di monti, di fiumi, di valli e di coltivate pianure che lo attorniano o lo dividono. Imperocchè le parziali e più cangianti meteore acquose, a cui siffatti presagi si riferiscono, hanno una dipendenza o modificazione dalle dette circostanze locali, e ne ricevono fisica spiegazione adeguata. Pertanto l'orizzonte nostro è terminato per tutta la linea da Sud-Est a Ovest alla corona de' colli e monti in cui si digradano al versante Nord gli Apennini centrali che la sormontano in vista quà e là colle più elevate lor cime. Dall' Ovest al Nord-Ovest distendesi a perdita d'occhio la pianura lombarda, al cui limite soltanto ne' giorni freddi e di aria più limpida si può discernere alcuna cima nevosa delle Alpi elvetiche, le quali prolungandosi nella catena delle Cozzie ci permettono di vederne, come più vicina la loro base meridionale, e al Nord per noi, nei monti bresciani e veronesi, e terminandone la linea al Nord-Est ne' colli Euganei. Fra quest' ultimo punto e quello di Sud-Est l'orizzonte ci rimane aperto in direzione all'Adriatico; ed è quindi chiaro che spirando i venti da questo lato, sospingono e ci riversano sopra i vapori del detto mare insieme a quelli delle valli Comacchiesi, delle lagune venete, e dei paduli di Adige e Po nell' inferior loro alveo da tramontana verso levante. All' opposto dal lato di mezzodi, e fra il Sud-Est e l' Ovest, oltre all' esser la pianura in pendio e di un rapido scorrimento d'acque, i vapori del Mediterraneo trasportati dai venti urtano, e durante il verno a travalicar non arrivano la barriera dell' Apennino, e i venti stessi allora per noi ad altro non riescono che a respinger le nubi e nebbie ammassate e addotte da venti contrarj, e valgono essi quindi a rasserenare il Cielo. Ma nelle stagioni estiva ed autunnale, colla rarefazione

maggiore dei vapori del Mediterraneo, questi dai venti d'au-
stro posson esserci copiosamente recati, e per abbassamento di
temperatura allo scontro delle correnti aeree boreali conver-
tirsi e sciogliersi in molta pioggia sulle nostre terre. Io fui
spettatore un giorno di un cotal giuoco e tenzone singolare
dei venti e delle nubi, traversando io l'Apennino fra l'estate
e l'autunno, ed altrove ne descrissi le circostanze. Un somi-
gliante fenomeno avviene spesso di osservare a chi viaggia
d'estate nelle alte montagne, di vedere cioè grosse nuvole,
calate durante la notte in profondi valloni, rialzarsene al calor
diurno e, percorse dal Sole, frangersi e inerpicarsi lungo i dossi
e le balze alpestri, fissarsi e avvolgere per alcun tempo le ag-
ghiacciate sommità, come al piano si fissano diurne le nebbie
nell'inverno, e smosse di colassù e aggirate dal vento scen-
derne di nuovo, scorrere d'una in altra gola, e in pioggia di-
stemperarsi insino alle falde montuose e talvolta oltre nella
aperta pianura. Di che io medesimo ebbi pure una prova ocu-
lare nel rivalicare che feci, il 19 Settembre del 1850, il Sem-
pione, avendone cominciato la salita da Briga colla nebbia,
proseguita a nubi spezzate e Sole cocente, raggiunto il ver-
tice dell'Ospizio colla pioggia, che mi accompagnò al pomerig-
gio nella discesa e il mattino seguente nella fertil valle dell'
Ossola sino a Baveno, dove lunghesso la ridente spiaggia del
Verbano mi allietai di rivedere in tutta la sua purezza il no-
stro bel Cielo italico.

a3. Quanto influiscano le condizioni topografiche nei varj
accidenti della pioggia basterebbe a provarlo che anche la sem-
plice linea del corso di un fiume o torrente è valevole a dif-
ferenziar notevolmente le quantità particolari delle meteore
acquose dall'una all'altra riva di quello. E non è maraviglia
che ciò avvenga; poichè l'apertura del fiume fra' monti da
cui discende, e il moto delle sue acque per le campagne del
piano che attraversa, determinano lunghesso il suo alveo una
corrente di aria di speciale temperatura in riguardo all'aria
che ristagna sopra l'interno suolo delle rive. Al sopraggiungere

perciò dall' una o dall' altra plaga dell' orizzonte il temporal estivo, e incontrandosene le nubi sotto un cert' angolo colla detta corrente atmosferica sopra il fiume, per effetto dinamico o di temperatura deve naturalmente succederne un cangiamento nel prodotto della pioggia di quà e di là dal fiume stesso. Così vediamo spesso per esempio ai caldi giorni piovere abbondantemente sui terreni della destra riva di Secchia, o di Panaro, e quasi nulla su quelli della sinistra, o viceversa; e per la Secchia in particolare la diversità del fenomeno mi sembra pure più frequente e spiegabile per lo spaccato larghissimo del fiume fra i colli di Castellarano e Sassuolo sin presso al lungo ponte di Rubiera. Però se le nubi temporalesche siano sospinte con impeto e violenza di turbine, la detta linea e apertura di un fiume poco vale a trattenerle, e soltanto la propria temperatura della corrente aerea sul fiume stesso e dalle nuvole attraversata può variare di queste le condizioni elettriche, e influire nella disastrosa produzion della grandine, che se ne scarica e piomba per tratti irregolari e discontinui, a cagione appunto delle diverse condizioni meteoriche sopra le terre variamente coltivate, apriche o selvose, e in relazione allo stato elettrico delle nubi. Che infine sopra la quantità particolare della pioggia momentanea, o di un mese, o di una stagione possano influire altresì le differenze di coltivazione e di vegetazione dei terreni ne abbian ogni anno per avventura un indizio all' epoca della segatura del primo fieno. Perocchè in sul finire di Maggio la molta estensione superficiale in praterie, dall' essere innanzi tutta rivestita di tenera e folta erba passando in breve ad esserne tutta rasa e nuda, pare che debba modificarne in grande sul nostro suolo le relazioni atmosferiche di umidità e temperatura, dalle quali dipendono le piogge parziali, e osservasi di fatto che queste allora cadono in copia fra noi al punto di renderne spesso incerto, e perduto col mancato disseccamento, un sì prezioso prodotto qual è il fieno maggiatico. E il simile avviene ai monti per taglio e atterramento di grandi selve che vegetando

annualmente vivaci e rigogliose determinavano innanzi un costante rapporto meteorico locale che poi viene a cessare con esse o a cangiarsi considerabilmente.

24. Un pronostico di vicina pioggia, e d' immancheyole avveramento per noi, egli è quello del Sole che al suo tramonto immergesi e ci dispare in un denso strato di nubi, dicendosi volgarmente che queste l' insaccano. Il dì seguente o poco appresso la pioggia è in terra. Ciò avvien pure dipendentemente dalle sovraindicate nostre condizioni topografiche. Sospesi in alto gli ammassi del vapor acqueo vescicolare, che sono le nubi fornite dall' Adriatico e dall' umida nostra plaga fra Borea e Oriente, e poscia cacciati da un vento di essa plaga verso l' opposta e, occidentale, ivi e per la regione atmosferica meno calda e per la notte che sopraggiunge raffreddansi, e ribalzati da un contrario vento alla barriera dell' Alpi che li sormonta, essi debbon retrocederono abbassati e distilandosi in pioggia. Non avvien altrettanto, almeno costantemente, per le nubi all' ora del tramonto nella plaga di Nord-Est e che di là ricacciate durante la notte ci recan tutt' al più nel seguente mattino la nebbia di cui faremo in breve alcun cenno. E le nuvole adunate il mattino al Nord-Ovest, se ne vengano spinte dal vento di quella plaga, ordinariamente nelle stagioni calde e temperate ci passan sopra nel giorno senza disciogliersi in pioggia, e poco stante il Cielo se ne rasserena; sì che a ragione quel venticello di sera è considerato a preludio del buon tempo. Ma durante il verno se la massa più forte delle nubi vien soffiata continuo dal Nord-Est e cangisi, anche di giorno, il vento in contrario, partendosi quest' ultimo dalle regioni agghiacciate dell' Alpi ne abbiamo le neviccate più dirette e prolungate, siccome quella che ricordammo (num. 7.) del Gennajo 1842. Di tutte queste e di somiglianti meteore acquose la ragion fisica nelle date circostanze locali è manifesta e ripetiamo che posson quelle pronosticarsi, ma soltanto nella prossima loro apparizione e con prudente riserva per una rara eccezionalità che derivi da cagioni straordinarie

e imprevedibili comechè naturali. Presagiscono di siffatta guisa con qualche sicrezza di esito i cangiamenti del tempo l'esperto pilota sul mare e il vigil colono sui campi, attenti entrambi ai contrassegni che ne danno specialmente le stelle col vario loro splendore, e quantunque ignari delle fisiche leggi e dipendenze di tai fenomeni. Il buon senso e la semplice osservazione suppliscono in essi alla scienza, e tuttavia prenunziano il vero seguendo quel lume che *naturae judicium confirmat*. Ogni altra presunzione di antivenire e annunziar da lunge le meteore non è che ridevol franchezza da cerretani.

25. La nebbia è una bassa nuvola come la nuvola un'alta nebbia. E come nella fredda stagione le nuvole discendono e si fissan lungamente ai piani che, veduti dai monti, rassombrano a un mar di nebbia, così ai caldi giorni le nebbie ascendono e appajon dai piani fissarsi e incoronare le cime dei monti; perlocchè il Giove d' Omero calatosi alla vetta dell' Ida o dell' Olimpo vi si avvolge fra' nemi, ed è chiamato il Tonante e adunator delle nubi, come, pel tridente, Nettuno lo scuotitor della terra. Suol anche dirsi che le nuvole estive hanno una specie d' attrazione per le montagne; ma non l'hanno meno le nebbie invernali per le pianure, e tutte poi cotali apparenze e poetiche immagini non sono che fisici effetti delle temperature atmosferiche sopra il vapor acqueo vagante per l'aria e condensatovi o rarefatto (1). Frattanto abbiamo circa la nebbia

(1) Può muoversi una obbiezione. Le nebbie d'autunno, che finiscono in piogge distemperate, avvengono con un tempo caldo e siroccale; mentre quelle al principio dell'inverno presso di noi ci fanno sentire d'ordinario il maggior freddo, e sovente cuoprono il piano e la valle per alcuni giorni di seguito fitte e senza disciogliersi in pioggia; si che umide le prime, e le seconde quasi potrebbero dirsi nebbie asciutte. Dunque, si obietterà, la nube non convertesi in pioggia per raffreddamento, e non si dissipa o svapora per un riscaldamento; ma succede il contrario.

Avvertasi però che le voci di caldo e freddo, come pure le indicazioni del termometro, sono espressioni di cose relative. La sensazione di freddo e l'abbassamento del termometro sotto una nebbia del Dicembre significano una sottrazione di calorico ai corpi circondati o involti dalla nube, la quale perciò, anziché raffreddarsi, ne vien

un comune fenomeno, curioso a spiegarsi, quanto quello della rugiada di cui tanto si è detto e combattuto, e che offre un sicuro pronostico di pioggia vicina. Esso è per noi quello della nebbia mattutina e autunnale, che risolvesi e si dissipa nel primo giorno, si addensa nel secondo, e al terzo cade in pioggia copiosa e continuata da un cielo fosco e uniforme. Si ha quasi certezza che non piovèrà il primo giorno dal vedere a mattino avanzato comparir in gran numero e assai distinti i ragunati delle siepi e rive erbose che si rendono così visibili, giusta l'osservazione fattane sino dal Galileo, per le goccioline acquose in essi deposte dalla nebbia, le quali nel secondo giorno sono meno abbondanti sì che veggonsi pur meno i ragunati che, per cessazione di quelle, scompajon affatto nel terzo. A concepire e spiegare fisicamente come avvenga la cosa io ragionerei di questa guisa. Nel primo giorno calata la nuvola o nebbia durante la notte o all'albeggiar del mattino, essa in totalità non contiene per avventura tanto vapor vescicolare, e non costituisce uno strato di tale altezza e densità che, surto il Sole e percuotendola ognor più vivamente colla forza calorifica de' suoi raggi, le parti superiori di essa non abbian a rarefarsene ad elevarsi e disperdersi negl'interstizj atmosferici delle alte regioni. In questa rarefazione degli strati superiori della nebbia gli strati inferiori e più bassi, anzichè subir essi pure un aumento simultaneo e proporzionato di temperatura, ne subiscono all'opposto una diminuzione per la legge osservata ne' corpi che passano dall'uno all'altro stato di aggregazione molecolare. Quindi lo strato nebbioso infimo e ade-

riscaldato; e per opposto la sensazione di caldo e l'innalzamento del termometro per aria siroccale frammezzo la densa nebbia dell'Ottobre denotano che questa o la nube cede ai corpi che avvolge parte del suo calorico, ond'essa propriamente raffreddasi e si dispone quindi a convertirsi in pioggia. Ecco perchè alla nebbia segue la pioggia nell'autunno e manca nell'inverno. In realtà la nube, che dalle sensazioni giudichiam calda, è fredda; e quella, che similmente crediam fredda, è calda. Contuttociò anche dalle prolungate nebbie invernali raccogliasi ne' pluviometri l'umidità che se ne depone continuamente, sebbene in piccola quantità di acqua liquida.

rente al suolo raffreddandosi ne vengono formate le goccioline liquide che inflate spesse e pendule dai sottilissimi e incrociati fili dei ragni campestri ne mostran distintamente la tela. Ma proseguendo intanto la rarefazione o evaporazione al limite superiore la nube se ne assottiglia successivamente coll'ascender del Sole e finisce col dileguarsene interamente al modo che osserviamo. Avviene in tal caso, mi sembra, il contrario di quanto ammetton i seguaci dell'ipotesi di Wells per la formazione della rugiada, ed è che in questa la cagione del raffreddamento dell'imo vapore convertitone in acqua proviene dal calorico raggiante del terreno sottoposto, laddove nella nebbia liquefatta la cagione e l'effetto analogo sono prodotti dal riscaldamento solare e dalla conseguente rarefazione e dispersione dei superiori strati della nebbia stessa e perciò accadono dall'alto al basso. In appresso e col sopraggiunger della notte i sollevati vapori di nuovo son condensati, discendono, e ne diviene, per altra copia recata dai venti, più alta o più compatta la nebbia del secondo giorno, sicché la rarefazione degli strati superiori e il raffreddamento degli inferiori dev'esserne minore di quella del giorno innanzi, meno appariscenti perciò ancora i ragnateli; e tuttavia nel tardo mattino la bassa nube dai raggi solari investita s'innalza e dilegua. Ma ripetutosi al terzo giorno il fenomeno alterno e vieppiù aumentata la massa della nebbia, essa perviene bensì a sollevarsi, ma senza che valga il Sole a dissiparla, e distendesi in un ampio e fitto strato che copre il cielo e che, raffreddatosi in alto, vi si distempera per lunghe ore in pioggia. Un simil procedimento di nubi, che dai più lievi cirri o nebbie sparse nell'aria serena, poco a poco si congiungono, si addensano, si allargano sopra tutto l'orizzonte e versan infine gran pioggia, non è raro ad osservarsi. Checchè ne sia delle cagioni io non saprei diversamente rappresentarmele. Ora dai fenomeni speciali della pioggia ritorniamo alle considerazioni dei generali nelle quantità medie osservate della medesima.

§. V.

MEDJ ANNI COMPARATIVI DELLA PIOGGIA
PER LUOGHI DIVERSI.

26. Se le quantità misurate della pioggia in uno stesso luogo e caduta in periodi più o meno lunghi di tempo somministran materia d'importanti e curiose ricerche intorno alle più regolari cagioni delle meteore acquose, non può esser men utile allo scopo medesimo l'istituire i confronti delle dette quantità diligentemente raccolte negli stessi intervalli di tempo, ma in luoghi terrestri differenti e più o meno fra loro distanti. Però nè anche in questa seconda maniera, come nella prima, di prendere ad esame i fenomeni della pioggia sarebbe da sperarne e conseguirne alcun fondato scoprimento di fisiche leggi, ove i confronti si restringessero alle semplici quantità osservate di ciascun fenomeno; da poi che riscontrandosi enormi e irregolarissime differenze, dovute a cagioni locali e variabili, nelle osservazioni singole di questa specie, per luoghi eziandio non molto lontani fra loro, non saprebbesi di certo ravvisarvi alcun ordine e riconoscervi un costante procedimento della natura. Egli è d'uopo a questo fine istituire i confronti pei dati luoghi fra le quantità medie della pioggia in un tempo abbastanza lungo e opportunamente prescelto, qual è appunto il periodo di ventun'anni delle mie osservazioni, che ha il pregio, se non dimostrato, sorretto almeno da ragionevoli congetture, della regolare influenza ed azione meteorica luni-solare. Per questo periodo paragoniam dunque i medj anni della pioggia in Modena con quelli che simultaneamente si ebbero a Roma da una parte e a Milano dall'altra, congiungendone così a tale rispetto tre punti d'Italia nel senso longitudinale di essa o prossimamente del meridiano, e di sito e condizioni topografiche non poco differenti.

27. In riguardo alle osservazioni di Roma farò uso di quelle riportate nell'effemeridi del Tevere, compilate dal ch. Signor

Cavalieri San Bertolo (Annali di scienze matematiche e fisiche, T. I. Roma 185c) in continuazione all'opera dello stesso titolo pubblicata sino al 1844 dall' illustre Venturoli, e protratte a tutto il 1849. Sebbene le quantità ivi recate della pioggia siano le medie delle osservate alla Specola del Collegio Romano e a quella di Perugia per estenderle a due punti diversi del bacino del Tevere, tuttavia possono prendersi come osservate da un luogo solo, attesa la piccola differenza che ivi pure apparisce nelle piogge annue corrispondenti da uno di essi punti all'altro. Mi ha poi somministrata la pioggia dell'ultimo anno 185c la XV.^a delle tavole meteorologiche pubblicata con altra Memoria (pag. 100) dal ch. P. Angelo Secchi Direttore dell'Osservatorio presso l'Università Gregoriana. E quanto alle osservazioni milanesi della pioggia immediatamente fatte in quella I. R. Specola di Brera esse mi sono state gentilmente comunicate dall' ill. Cav. Carlini, parte pubblicate nei *Riassunti mensili ed annui delle Osservazioni meteorologiche di Milano dal 1763 al 1840*, parte trascritte dai registri originali, e inserite per gli ultimi tre anni nel Giornale dell' I. R. Istituto lombardo delle scienze. Soltanto io le ho tradotte, per l'uniformità colle altre, in misura metrica dalla primitiva loro espressione in linee del piede di Parigi. Ecco, ciò dichiarato, il prospetto dei confronti.

1850	2.264	2.500	2.731	2.962	3
1851	2.245	2.510	2.742	2.973	4
1852	2.226	2.520	2.753	2.984	5
1853	2.207	2.530	2.764	2.995	6
1854	2.188	2.540	2.775	3.006	7
1855	2.169	2.550	2.786	3.017	8
1856	2.150	2.560	2.797	3.028	9
1857	2.131	2.570	2.808	3.039	10
1858	2.112	2.580	2.819	3.050	11
1859	2.093	2.590	2.830	3.061	12
1860	2.074	2.600	2.841	3.072	13
1861	2.055	2.610	2.852	3.083	14
1862	2.036	2.620	2.863	3.094	15
1863	2.017	2.630	2.874	3.105	16
1864	1.998	2.640	2.885	3.116	17
1865	1.979	2.650	2.896	3.127	18
1866	1.960	2.660	2.907	3.138	19
1867	1.941	2.670	2.918	3.149	20
1868	1.922	2.680	2.929	3.160	21
1869	1.903	2.690	2.940	3.171	22
1870	1.884	2.700	2.951	3.182	23
1871	1.865	2.710	2.962	3.193	24
1872	1.846	2.720	2.973	3.204	25
1873	1.827	2.730	2.984	3.215	26
1874	1.808	2.740	2.995	3.226	27
1875	1.789	2.750	3.006	3.237	28
1876	1.770	2.760	3.017	3.248	29
1877	1.751	2.770	3.028	3.259	30
1878	1.732	2.780	3.039	3.270	31
1879	1.713	2.790	3.050	3.281	32
1880	1.694	2.800	3.061	3.292	33
1881	1.675	2.810	3.072	3.303	34
1882	1.656	2.820	3.083	3.314	35
1883	1.637	2.830	3.094	3.325	36
1884	1.618	2.840	3.105	3.336	37
1885	1.599	2.850	3.116	3.347	38
1886	1.580	2.860	3.127	3.358	39
1887	1.561	2.870	3.138	3.369	40
1888	1.542	2.880	3.149	3.380	41
1889	1.523	2.890	3.160	3.391	42
1890	1.504	2.900	3.171	3.402	43
1891	1.485	2.910	3.182	3.413	44
1892	1.466	2.920	3.193	3.424	45
1893	1.447	2.930	3.204	3.435	46
1894	1.428	2.940	3.215	3.446	47
1895	1.409	2.950	3.226	3.457	48
1896	1.390	2.960	3.237	3.468	49
1897	1.371	2.970	3.248	3.479	50
1898	1.352	2.980	3.259	3.490	51
1899	1.333	2.990	3.270	3.501	52
1900	1.314	3.000	3.281	3.512	53
1901	1.295	3.010	3.292	3.523	54
1902	1.276	3.020	3.303	3.534	55
1903	1.257	3.030	3.314	3.545	56
1904	1.238	3.040	3.325	3.556	57
1905	1.219	3.050	3.336	3.567	58
1906	1.200	3.060	3.347	3.578	59
1907	1.181	3.070	3.358	3.589	60
1908	1.162	3.080	3.369	3.600	61
1909	1.143	3.090	3.380	3.611	62
1910	1.124	3.100	3.391	3.622	63
1911	1.105	3.110	3.402	3.633	64
1912	1.086	3.120	3.413	3.644	65
1913	1.067	3.130	3.424	3.655	66
1914	1.048	3.140	3.435	3.666	67
1915	1.029	3.150	3.446	3.677	68
1916	1.010	3.160	3.457	3.688	69
1917	991	3.170	3.468	3.699	70
1918	972	3.180	3.479	3.710	71
1919	953	3.190	3.490	3.721	72
1920	934	3.200	3.501	3.732	73
1921	915	3.210	3.512	3.743	74
1922	896	3.220	3.523	3.754	75
1923	877	3.230	3.534	3.765	76
1924	858	3.240	3.545	3.776	77
1925	839	3.250	3.556	3.787	78
1926	820	3.260	3.567	3.798	79
1927	801	3.270	3.578	3.809	80
1928	782	3.280	3.589	3.820	81
1929	763	3.290	3.600	3.831	82
1930	744	3.300	3.611	3.842	83
1931	725	3.310	3.622	3.853	84
1932	706	3.320	3.633	3.864	85
1933	687	3.330	3.644	3.875	86
1934	668	3.340	3.655	3.886	87
1935	649	3.350	3.666	3.897	88
1936	630	3.360	3.677	3.908	89
1937	611	3.370	3.688	3.919	90
1938	592	3.380	3.699	3.930	91
1939	573	3.390	3.710	3.941	92
1940	554	3.400	3.721	3.952	93
1941	535	3.410	3.732	3.963	94
1942	516	3.420	3.743	3.974	95
1943	497	3.430	3.754	3.985	96
1944	478	3.440	3.765	3.996	97
1945	459	3.450	3.776	4.007	98
1946	440	3.460	3.787	4.018	99
1947	421	3.470	3.798	4.029	100

Anni	ALTEZZA DELLA PIOGGIA CADUTA			DIFFERENZE ANNUE	
	a Roma	a Milano	a Modena	Milano - Roma	Milano - Modena
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
1830	711,2	874,8	740,0	+ 163,6	+ 134,8
1	700,3	909,3	586,4	209,0	322,9
2	616,8	1032,5	604,9	415,7	+ 427,6
3	799,6	1029,6	1109,8	230,0	- 80,2
4	381,6	804,2	299,8	422,6	+ 504,4
5	890,1	941,1	814,6	51,0	126,5
6	785,6	996,6	614,1	211,0	382,5
7	749,7	1160,2	576,4	410,5	583,8
8	927,2	1296,4	801,5	369,2	494,9
9	914,8	1347,9	1176,3	433,1	171,6
1840	543,1	898,7	548,7	355,6	350,0
1	771,9	969,1	658,2	197,2	310,9
2	786,5	1359,1	860,3	572,6	498,8
3	651,5	1179,6	636,9	528,1	542,7
4	849,6	1147,8	825,1	298,2	322,7
5	1014,7	1355,3	915,8	340,6	439,5
6	935,6	1337,5	898,0	401,9	439,5
7	766,9	917,2	657,2	150,3	260,0
8	665,4	1770,8	652,1	1105,4	1118,7
9	544,8	977,0	650,7	432,2	326,3
1850	746,0	1272,7	1010,2	+ 526,7	+ 262,5
Medie	750,14	1122,73	744,62	+ 372,59	+ 378,11

Rileviamo di qui:

1.° Che l'anno 1834 riuscì della minima pioggia sì a Roma e a Modena che a Milano, differendone l'annua quantità di essa non molto fra i primi due luoghi e moltissimo col terzo.

2.° Che l'anno 1839 della massima pioggia in Modena fu pure dei maggiormente piovosi a Milano e a Roma; essendolo però stato di più a Roma il 1845, ed eccessivamente a Milano il 1848.

3.° Che le differenze parziali dell'annua pioggia, durante l'intero periodo dei 21 anni, fra Modena e Roma sono state bensì varie, ma non grandissime, e ora in più ora in meno; laddove a Milano tale quantità è risultata sempre in eccesso relativo, tranne l'anno 1833 in cui a Modena si ebbe alquanto più di pioggia che a Milano, e il 1835 in cui la pioggia fu pressochè uguale a Milano e a Roma: ma questi ultimi due casi eccezionali debbono essere assai rari.

4.° Che nel medio risultamento dei 21 anni Roma e Modena si accordano quasi perfettamente; mentre l'annuo medio simultaneo di Milano cresce circa di $\frac{1}{4}$ sopra il comune degli altri due luoghi. In totalità l'altezza della pioggia caduta nei 21 anni a Milano superò di otto metri quella di Modena o di Roma; chè invero è differenza rilevantissima. E notiamo infine che il medio annuo della pioggia di Milano è risultato un poco meno del massimo di Modena, e un poco più del massimo di Roma.

28. Riportiamo i medj anche dei triennj e de' novennj, ad avvicinar maggiormente le piogge comparative dei tre luoghi:

Triennj	MEDJ DELLA PIOGGIA			DIFFERENZE	
	a Roma	a Milano	a Modena	Milano-Roma	Mil.-Modena
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
1.°	676, 1	938, 9	643, 8	+ 262, 8	+ 295, 1
2.	690, 4	925, 0	741, 4	234, 6	183, 6
3.	820, 8	1151, 1	664, 0	330, 3	487, 1
4.	743, 3	1071, 9	794, 4	328, 6	277, 5
5.	762, 5	1228, 8	774, 1	466, 3	454, 7
6.	905, 7	1203, 2	823, 7	297, 6	379, 6
7.	652, 1	1340, 2	771, 0	688, 1	569, 2
Novennj					
1.	729, 1	1005, 0	683, 1	275, 9	321, 9
2.	803, 8	1168, 0	797, 4	+ 364, 2	+ 370, 6

Si vede già che le differenze, largamente ancora oscillanti nei medj triennali, tendono in quelli de' novennj ad accordarsi fra loro e colla media totale, ossia dei 21 anni, che è circa di 375 millimetri. Quindi forse dai confronti dei medj della pioggia di tre consecutivi periodi, ciascuno di 21 anni, ossia di sette novennj, emergerebbe la differenza, se non costante, almeno variabile fra stretti limiti. Mi sembra poi che de' precedenti medj quelli di Modena offrano un andamento meno a salti e irregolarità che negli altri due luoghi, forse in grazia dell'orizzonte nostro più spazioso piano ed aperto.

29. Ora consideriamo la situazione di Modena esser per latitudine boreale intermedia fra Milano e Roma, con una distanza rispetto a Roma tre volte più grande che rispetto a Milano. Eppure abbiam veduto che i medj annui della pioggia concordano quasi esattamente per Roma e Modena, mentre quello di Milano li sopravanza di un terzo. Dunque non sussiste sempre la regola da taluni asserita (Scinà. Elem. di

Fisica particolare. T. II., n. 303, pag. 270. Palermo 1829) che la pioggia annuale, massima all'equatore, va decrescendo colla latitudine, sebbene il numero de' giorni piovosi dell'anno cresca in senso inverso: e il fatto è ancora più contrario a Palermo dove l'annua pioggia risulta la metà incirca di quella di Milano con una differenza di latitudine, in meno per la prima, tanto maggiore. Se è vero che in alcune parti della superficie terrestre sotto l'ecclittica la pioggia copiosa e frequente giovi a refrigerarvi l'aria e il suolo infuocati, in corrispondenza pure della maggior evaporazione dei mari equatoriali, non è però men vero che in altre aduste regioni, come su le aride interminate sabbie del deserto, piove raro e quasi mai; sicchè non può darsi regola di pioggia per latitudine. E già le nubi sollevate in alto e trasportate dai venti vanno ad accumularsi e disciogliersi in acqua non si sa dove e come. Oltre a ciò è da riflettere che Milano e Modena giacciono entrambe nella stessa vasta pianura corsa e divisa dal Po, e dalla parte medesima degli Apennini, laddove Roma giace al versante opposto di tai monti; e nondimeno l'annua pioggia nel medio si ha differentissima da quì a Milano, mentr' essa è caduta in quantità eguale qui e a Roma. In vista di tale diversità è da modificare alquanto la conclusione che io traeva dal solo confronto dell'annuo medio della pioggia a Roma e a Modena (Annali di scienze matematiche e fisiche, T. II., pag. 310, coroll. 2°); e convien ora aggiugnere che nel medio comparativo e probabilmente costante dell'annua pioggia di due luoghi distruggonsi bensì o si compensano a vicenda le cagioni variabili e accidentali della pioggia di ciascun anno, ma potendo rimanervi l'effetto di una permanente cagione di locali differenze insieme con quello della cagione più generale e periodica, intraveduta poc' anzi e riposta nell'influenza luni-solare sull'atmosfera.

30. E qual sarà questa locale e stabil cagione che adduce a Milano l'annuo medio della pioggia maggiore di un terzo in confronto a quello di Modena? Io non saprei riconoscerla nelle copiose acque d'irrigazione che si diramano per mille canali e inaffiano ampie praterie e risaje del basso territorio lombardo.

Imperocchè sebbene da tale corso di acque e inondazione di terre debban generarsi nebbie, umidità d'aria, ed anche piogge particolari, queste non posson affettarne di molto il medio annuo della pioggia, fenomeno assai più grande, nè cumularne in ventun'anni l'altezza rimarcata di 8 metri di pioggia sopraecedente. Poi le nubi a tal cagione dovute non si scarcherebbero tutte e sempre nell'oltre Pò dove si formano, nè la linea del corso di questo maggior fiume d'Italia valendo a superarne l'impeto de' venti che le sospingano, esse varcandola in parte accrescerebbero eziandio le nostre piogge. Neppur dai laghi, che numerosi, e qual più qual meno ampi di superficie, si estendon in vicinanza di Milano, si ha la ragion sufficiente della forte differenza nei medj comparati della pioggia, l'evaporazione di quelli non potendo somministrar tanta materia di nuvole, e queste non rimanendo così fisse al punto di lor formazione, da spiegarne la detta differenza. Ma la circostanza di sito che, a mio avviso, spiega principalmente l'avvertito fenomeno è la prossimità e posizion di Milano rispetto alle alte Alpi della Savoja, della Svizzera e del Tirolo. Dalle sommità perpetuamente nevose e agghiacciate di queste debbon originarsi nell'elevate regioni atmosferiche fredde correnti, le quali per le gole de' monti e l'apertura de' laghi, spirando e investendo, specialmente a' giorni estivi e autunnali, sopra il piano lombardo l'adunata massa delle nubi comincieranno quivi a distemperarle in pioggia, e procedendo poscia con esse verso il mezzodi dell'Italia e acquistandone gradatamente una temperatura più mite ne determineranno una quantità minore di pioggia relativamente al suolo milanese e ai luoghi della sinistra sponda del Po. Una simile variazione della quantità della pioggia non accade in riguardo alla catena degli Apennini che, meno alta delle Alpi è affatto sgombra di neve ai caldi mesi, non deve influir con forti cangiamenti di temperatura su le nubi che la travalicano, e dal versante orientale all'occidentale o viceversa. E questa mi sembra la ragione per cui l'annuo medio della pioggia si è trovato pressochè uguale sul bacino del Tevere e nella nostra pianura.

31. Altro fenomeno assai rimarchevole della pioggia di Milano è quello, menzionato al n. 19, del suo progressivo aumento. Ritenuto il periodo dei 21 anni come il più acconcio ad esaminare e confrontare gli anni medj corrispondenti della pioggia misurata, e la serie delle osservazioni milanesi risalendo non interrotta fino all'anno 1763, si hanno da questa quattro consecutivi periodi che porgono il detto medio, e cui giova perciò di mettere attenzione. Io ne trovo i seguenti valori:

	Medio annuo della pioggia millim.	Differenze millim.
Dal 1767 al 1787	895,34	+ 63,84
Dal 1788 al 1808	959,18	+ 71,96
Dal 1809 al 1829	1031,14	+ 91,59.
Dal 1830 al 1850	1122,73	

Benchè minore di quello, che ottenne ed annunziava l'illustre Cesaris, cioè di millimetri 108 circa, l'aumento in genere però è confermato e reso indubitatamente manifesto. Esso inoltre sembra crescere col progredir de' periodi e del tempo; il che varrebbe ad ingerire alcun timore di serie minacce per l'avvenire. Tuttavia è da sperare che tale aumento o rendasi stazionario, o scemi, o volgasi anche in diminuzione; sì che il medio annuo della pioggia risulti costante da non molti periodi. Quanto alla sua cagione io inclinerei a riporla nei cangiamenti che avvengano di più o men largo e libero passaggio ai freddi venti delle Alpi, anzichè nelle introdotte novità di coltivazione e inaffiamento del piano. Certamente poi, se la nota feracità dei pingui pascoli e campi nella bassa Lombardia devesi in gran parte alla qualità copia e distribuzione delle acque irrigatrici, sarebbe a temerne il detrimento del *ne quid nimis*, ove le naturali piogge ivi si aumentassero indefinitamente.

32. È stato detto al monte piovere più che al piano, e taluno disse (ignoro su quali precisi e molteplici confronti di osservazioni) il doppio, che mi sembra troppo. Qualora piacesse di accertar in proposito il fatto e il rapporto vero, e chiarirne altresì maggiormente le cagioni e circostanze della pioggia, sarebbe da consultarne la serie delle simultanee osservazioni,

che si praticano da parecchi anni a Ginevra e all' Ospizio del gran S. Bernardo, e riportate da qualche giornale scientifico. Ma le quantità di confronto dovranno sempre assumersi nei medj di un forte numero di singoli eventi di pioggia; poichè altrimenti si troverebbe troppo spesso che ora piove di più su l' alpestre vetta, ed ora di più in riva al Lemano.

33. Concludiamo. Il medio annuo della pioggia, ricavato da ventun'anni di osservazioni, sembra essere un fenomeno regolare, assolutamente per un dato luogo terrestre, o relativamente per luoghi diversi, e la sua importanza può meritare studio e indagini ulteriori. In quantità e per un dato luogo esso è l' effetto composto di quattro principali e costanti cagioni che lo producono o lo modificano; l' evaporazione dei mari che rinnovasi ogni anno in quantità, la diffusione dei vapori acquei nelle diverse regioni e altezze dell' atmosfera, l' azione luni-solare generatrice periodica di moti atmosferici che aduano o sciolgono o trasportan le nubi e per cangiamenti di temperatura ne favoriscon o impediscon la pioggia, e la condizion topografica del dato luogo terrestre che influisce complessivamente nella copia maggiore o minore della pioggia stessa. A tali cagioni può aggiungersi per ciascun luogo in particolare una speciale influenza di acque correnti, di vegetazione e di simili circostanze che nel medio annuo della pioggia rechi, ma in tenuissima quantità, un' alterazione qualunque. Rispetto infine alle singole meteore acquose nei vari tempi e luoghi, esse in parte derivan bensì dalle indicate cagioni più regolari, ma combinate con altre cagioni variabili e a così dir accidentali, non soggette a preciso calcolo e raziocinio, e che tuttavia sembran compensarsi e scomparire nel medio anzidetto.

Ci resterebbe a discutere ancora l' argomento della pioggia in ordine e congiuntamente alle osservazioni del barometro del termometro e dell' igrometro, non che dei venti e del numero de' giorni sereni o nuvolosi: quindi potremo nuovamente occuparcene dopo l' esame di queste ultime osservazioni che ci daranno materia di altro lavoro nel periodo meteorico dei 21 anni che imprendemo a considerare e proporre eziandio alle altrui fisiche investigazioni.