International Seismological Centre

THE GOVERNMENT OF THE PHILIPPINE ISLANDS

WEATHER BUREAU

MANILA CENTRAL OBSERVATORY

MONTHLY BULLETIN, 1922

PREPARED UNDER THE DIRECTION OF

REV. JOSÉ ALGUÉ, S. J.

DIRECTOR OF THE WEATHER BUREAU

MANILA
BUREAU OF PRINTING
1923

193287

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR JANUARY, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

3, 7h 37m [3, 15h 37m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III–IV, felt chiefly around the Butuan Bay and seemingly originated in the same.

5, 19h 14m [6, 4h 53m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity IV.

7, 9h 22m 57s* [7, 17h 22m 57s]. **E Mindanao.** Earthquake of intensity III–IV. Its origin lay some distance in the Pacific; it was felt through the eastern portion of Mindanao. The seismographs of Manila and Butuan had previously, at 8h 31m 00s* [16h 31m 00s], recorded a lesser shock from the same distant origin. Butuan recorded besides a second premonitory shock at 9h 08m [17h 08m] and an aftershock at 9h 38m [17h 38m].

7, 20h 52m 48s* [8, 4h 52m 48s]. **NE Mindanao.** Earthquake of intensity IV, felt in the peninsula region of Surigao. The origin probably lay in the Pacific close to the NE coast of Mindanao. A lesser aftershock occurred five minutes later.

8, 18h 59m [9, 2h 59m]. **Catbalogan** (W Samar). Local earthquake shock of intensity III.

10, 2h 23m 01s* [10, 10h 23m 01s]. **Romblon and Tablas Islands.** Earthquake of intensity IV. Origin to the north of both islands. Recorded also at Butuan.

11, 6h 43m [11, 14h43m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III, long duration. Origin apparently within the Agusan Valley.

14, 11h 31m 42s* [14, 19h 31m 42s]. **SE Luzon.** Earthquake of intensity III–IV, in the eastern portion of Albay Province; origin not far away to NE of San Bernardino Strait.

14, 20h 29m 48s* [15, 4h 29m 48s]. **SW Mindanao.** Earthquake of intensity IV–V, felt in Lanao Province and western part of Cotabato. Origin in the Illana Bay. The records of Butuan place it at a distance of 270 Kms.

15, 15h 48m [15, 23h 48m]. **Cateel** (E Mindanao). Earthquake of intensity IV. Origin in the Pacific about 200 Kms. from Butuan.

18, 2h 55m [18, 10h 55m]. **Iloilo** (SE Panay). Local earthquake shock of intensity III.

19, 15h 50m [19, 23h 50m]. **E Mindanao.** Earthquake of intensity IV–V felt on the eastern coast, south of parallel 8° N, and westwards in the southern portion of the Agusan Valley. The record of Butuan shows that its origin lay in the Pacific near to the original place of the shock occurred on the 15th.

19, 16h 26m 00s* [20, 0h 26m 00s]. **Lanao** (W Mindanao). Earthquake of intensity III–IV, felt in the portion of this province north of Illana Bay. Origin in the same bay.

24, 5h 53m [24, 13h 53m]. **Laoag** (NW Luzon). Local earthquake shock of intensity III.

25, 3h 39m [25, 11h 39m]. **Butuan** (N Mindanao). Local earthquake shock of intensity II–III.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwich mean. Mid night=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.955, $\frac{r}{T_o^2}$=0.053; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042. Alluvium. 2.40 meters above sea level).

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. m. s.	s.			
1	1	Iv	eP	0 02 36				
			L	02 57				
			F	13				
2	1	I	e	12 10 30				From Omori's seismograph.
			F	36				
3	1	I	e	19 58 30				From Omori's seismograph.
			F	20 36				
4	3	Ir	eP	21 07 20				
			L?	15 47				
			F	49				
5	3	I	e	23 59				
	4		F	0 26				
6	4	Iv	eP	0 57 06				
			F	59				
7	4	Ir	eP	13 51 47				
			L?	55 57				
			F	14 13				
8	4	Ir	eP	19 09 33				
			L?	13 08				
			F	27				
9	5	I	e	19 22 50				
			F	39				
10	5	Iv	eP	23 08 22				
			F	36				
11	6	I	e	14 34 30				From Omori's seismograph
			F	15 17				
12	7	IIr	eP	8 31 00				End overtaken by following earthquake.
			L	34 15				
			M_E	35 34	10		32	
			M_N	35 37	11	91		
13	7	IIr	eP	9 22 37				E Mindanao.
			L	26 22				
			M_N	26 44	10	215		
			M_E	27 26	7		112	
			F	10 43				
14	7	Ir	eP	20 32 48				NE Mindanao.
			F	21 04				
15	9	Iu	e	5 31 50				
			L?	6 23 18				
			M_{N1}	28 32	30	11		
			M_{E1}	28 54	30		10	
			M_{N2}	32 31	25	19		
			M_{E2}	34 40	24		18	
			F	7 04				
16	10	Iv	eP	2 23 01				Romblon and Tablas Islands.
			F	27				
17	10	I	e	8 39				
			F	52				
18	10	IIv	eP	13 43 21				
			L	45 29				
			M_N	45 48	7	149		
			M_E	45 49	7		83	
			F	14 45				
19	13	Ir	e	13 08 00				
			F	30				
20	14	Iv	eP	11 31 42				SE Luzon.
			L	32 36				
			M_N	32 47	4	135		
			M_E	32 48	4		80	
			F	52				
21	14	I	e	20 29 48				SW Mindanao.
			F	21 04				

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.			Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_N μ	Remarks.
				h.	*m.*	*s.*	*s.*			
22	16	Iv	eP	5	35	46				
			L		36	49				
			F		55					
23	16	Ir	eP	17	15	18				
			L		18	48				
			M_N		21	06	8	62		
			M_E		22	10	9		36	
			F	18	38					
24	17	IIu	e	4	09	37				
			S?		20	37				
			L?		42	55				
			M_N		44	15	13	80		
			M_E		46	46	14		57	
			F	6	52					
25	17	Iv	eP	19	50	00				
			F		53					
26	19	Iv	eP	16	26	00				Lanao (W Mindanao).
			F		40					
27	19	IIr	eP	22	05	16				
			S		10	08				
			L		12	55				
			M_N		13	02	8	173		
			M_E		13	08	7		92	
			F	23	30					
28	20	I	e	7	00					
			F		27					
29	20	I	e	17	36					
			F	18	11					
30	21	I	e	19	51					
			F	20	12					
31	22	Iu	e	3	35	32				
			S?		44	25				
			L?		56	12				
			F	5	02					
32	22	I	e	14	48					
			F	15	11					
33	22	Ir	eP	15	29	50				
			L		34	29				
			F	16	01					
34	22	Ir	eP	20	56	55				
			L	21	04	29				
			F	22	02					
35	22	Ir	eP	22	11	49				
			L		21	57				
			F		35					
36	23	Ir	eP	3	42	39				
			L		46	44				
			F	4	04					
37	23	Ir	eP	16	41	49				
			L		46	44				
			M_E		46	57	14		28	
			M_N		47	27	14	62		
			F	18	01					
38	26	Iv	eP	8	39	40				
			L		41	45				
			F		55					
39	29	I	e	4	00	51				
			F		47					
40	29	Ir	eP	5	13	12				
			L		15	32				
			F		28					
41	31	Iu	e	13	37	12				From Omori's seismograph. NW San Francisco California.
			F	15	20					

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

International Seismological Centre

3, 7h 37m [3, 15h 37m]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido principalmente al rededor de la bahía de Butúan y originado seguramente en la misma.

5, 19h 14m [6, 4h 53m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad IV.

7, 9h 22m 57s* [7, 17h 22m 57s]. **E de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III–IV. El origen se hallaba lejos en el Pacífico; se sintió en casi toda la parte más oriental de Mindanao. Los sismógrafos de Manila y Butúan habían registrado otro choque, al parecer del mismo distante origen, a 8h 31m 00s* [16h 31m 00s]. En Butúan se registró además otro choque premonitorio a 9h 08m [17h 08m] y una réplica a 9h 38m [17h 38m].

7, 20h 52m 48s* [8, 4h 52m 48s]. **NE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV sentido en la península de Surigao. Su origen parece se hallaba en el Pacífico, muy cerca de la costa NE de la citada península. Repitió con menos intensidad cinco minutos más tarde.

8, 18h 59m [9, 2h 59m]. **Catbalogan** (W de Sámar). Temblor local de intensidad III.

10, 2h 23m 01s* [10, 10h 23m 01s]. **Islas de Romblón y Tablas.** Temblor de tierra de intensidad IV. Su origen se hallaba al N de estas islas; registrado también en Butúan.

11, 6h 43m [11, 14h 43m]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III, duración larga. Origen al parecer dentro del valle del Agusan.

14, 11h 31m 42s* [14, 19h 31m 42s]. **SE de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en la parte oriental de la provincia de Albay; el origen se hallaba a poca distancia en el Pacífico, al NE del estrecho de San Bernardino.

14, 20h 29m 48s* [15, 4h 29m 48s]. **SW de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en la provincia de Lanao y parte W de la de Cotabato. Su origen se hallaba en la Bahía Illana. Registrado en Butúan como de origen situado a unos 270 Kms. de distancia.

15, 15h 48m [15, 23h 48m]. **Cateel** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad IV. El registro de Butúan coloca el origen en el Pacífico a unos 200 Kms. de distancia.

18, 2h 55m [18, 10h 55m]. **Iloílo** (SE de Panay). Temblor de tierra local de intensidad III.

19, 15h 50m [19, 23h 50m]. **E de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en la costa E y en la parte sur del valle del Agusan, en las cercanías del paralelo 8° N. Su origen, según el registro de Butúan, parece se hallaba en el Pacífico, cerca de donde se originó el del día 15.

19, 16h 26m 00s* [20, 0h 26m 00s]. **Lanao** (W de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en la parte N de la Bahía Illana. Probablemente del mismo origen que el del día 14.

24, 5h 53m [24, 13h 53m]. **Laoag** (NW de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III.

25, 3h 39m [25, 11h 39m]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad II–III.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International
Seismological
Centre

BULLETIN FOR FEBRUARY, 1922

194835

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR FEBRUARY, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

2, 17h 30m [3, 3h 09m]. **Guam** (Mariana Islands). Local earthquake shock of intensity III.

3, 1h 30m [3, 9h 30m]. **Naga** (SE Luzon). Earthquake of intensity III–IV, with subterranean rumbling, grade I. Shallow origin in the old Isarog volcano; felt all around the said volcano.[2]

12, 21h 21m [13, 5h 21m]. **Camp Keithley** (N Mindanao). Local earthquake shock of intensity III.

13, 3h 25m [13, 11h 25m]. **Ilocos Norte** (NW Luzon). Earthquake of intensity III, felt in the northern portion of the province.

14, 2h 19m [14, 10h 19m]. **Cape Bojeador** (NW Luzon). Local earthquake shock of intensity III. Origin the same as the preceding.

15, 22h 54m 33s* [16, 6h 54m 33s]. **Batag** (NE of Samar). Earthquake of intensity III–IV; near origin in the Philippine Deep. Recorded at Butuan.

16, 15h 24m [16, 23h 24m]. **Cebu Island.** Earthquake shock of intensity III.

16, 19h 14m [17, 3h 14m]. **Butuan** (N Mindanao). Local earthquake shock of intensity II–III.

17, 20h 46m [18, 4h 46m]. **Central Mindanao.** Earthquake of intensity IV, felt in the Provinces of Lanao and Cotabato. Aftershock at 21h 03m [18, 5h 03m]. Origin in the Celebes sea; felt also at Menado, Celebes. Recorded at Butuan.

27, 18h 09m [28, 2h 09m]. **Calbayog** (NW Samar). Earthquake shock of intensity II–III.

27, 17h 09m [28, 2h 48m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity III–IV.

27, 20h 41m 09s* [28, 4h 41m 09s]. **Cebu Island.** Earthquake of intensity VII–VIII. (See the following report.)

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

[2] See Bulletin for October, 1917.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.905, $\frac{r}{T_o^2}$=0.063; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042. Alluvium. 2.40 meters above sea level.)

International Seismological Centre

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
42	4	Iv	eP	6 16 54				
			F	20				
43	5	I	e	3 44 22				
			F	4 18				
44	6	Iv	eP	16 18 32				
			F	21				
45	9	I	e	15 51 50				
			F	16 03				
46	10	I	e	12 21				
			F	32				
47	11	I	e	13 54 49				
			F	14 24				
48	11	I	e	14 54 45				
			F	15 12				
49	14	Ir	e	12 55 39				
			L	59 28				
			F	13 58				
50	15	I	e	4 48				
			F	5 11				
51	15	I	e	8 22				
			F	44				
52	15	I	e	14 36				
			F	15 00				
53	15	Iv	eP	22 54 33				Batag (NE Samar).
			F	23 03				
54	16	Iu	e	3 38				Nicaragua earthquake.
			F	4 21				
55	16	I	e	4 47				
			F	5 16				
56	18	Iv	eP	0 25 35				
			F	39				
57	19	Iv	eP	7 05 02				
			F	08				
58	19	I	e	21 23 26				
			F	52				
59	20	I	e	7 55 42				
			F	8 34				
60	22	I	e	17 24 35				
			F	41				
61	23	Ir	eP	15 55 51				
			L?	16 05 00				
			F	53				
62	23	Iv	eP	23 21 04				
			F	23				
63	25	Iv	eP	13 06 27				
			F	09				
64	26	I	e	9 03 28				
			F	44				
65	27	IIv	eP	20 41 09				Cebu Island
			L	42 11				
			M_{N1}	43 00		6	395	
			M_{E1}	43 04		6	285	
			M_{N2}	44 09		5	445	
			M_{E2}	44 29		6	328	
			F	21 52				
66	28	Iv	eP	1 14 18				
			L	15 17				
			F	21				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

2, 17h 30m [3, 3h 09m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III.

3, 1h 30m [3, 9h 30m]. **Naga** (SE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III–IV, acompañado de ruído subterráneo del grado número I de la escala de Davison. Origen poco profundo, en el antiguo volcán Isarog; sentido en toda la parte de la provincia de Camarines Sur vecina a dicho volcán.[2]

12, 21h 21m [13, 5h 21m]. **Camp Keithley** (N de Mindanao). Temblor local de tierra de intensidad III.

13, 3h 25m [13, 11h 25m]. **Ilocos Norte** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la parte N de la provincia.

14, 2h 19m [14, 10h 19m]. **Cabo Bojeador** (NW de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III, originado al parecer en el mismo sitio que el precedente.

15, 22h 54m 33s* [16, 6h 54m 33s]. **Batag** (NE de Sámar). Temblor de tierra de intensidad III–IV, originado en el abismo del Pacífico a poca distancia de la isla. Registrado también en Butúan.

16, 15h 24m [16, 23h 24m]. **Cebú** (E de la isla de Cebú). Temblor de tierra de intensidad III.

16, 19h 14m [17, 3h 14m]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra local de intensidad II–III.

17, 20h 46m [18, 4h 46m]. **Centro de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV, sentido en las provincias de Lánao y de Cotabato. Se notó una ligera repetición a 21h 03m [18, 5h 03m]. Origen en el mar de Célebes; sentido también en Menado, Célebes. Registrado en Butúan.

27, 18h 09m [28, 2h 09m]. **Calbáyog** (NW de Sámar). Temblor de tierra local de intensidad II–III.

27, 17h 09m [28, 2h 48m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III–IV.

27, 20h 41m 09s* [28, 4h 41m 09s]. **Isla de Cebú.** Terremoto de intensidad VII–VIII. (Véase la descripción que sigue.)

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

[2] *Véase* Bulletin for October, 1917.

International Seismological Centre

THE CEBU EARTHQUAKE

FEBRUARY 28, 1922 4^h 41^m 09^s

This earthquake caused great impression because, during the last four centuries, Cebu practically had never been affected by violent local earthquakes. Surrounded in all directions by seas and islands frequently shaken such immunity was considered as an special privilege due to its constitution and geological age. These conditions certainly show but few peculiarities excepting that its constitution seems less complicated than on other islands; a nucleus of igneus rocks, bassalts and andesites, covered, nearly completely at present and probably completely in former ages by tertiary sedimentaries.[1] Its last upheaval seems to have been regular and almost continuous. Alluvial formations are to be found only near the outer end of rivers and valleys. At present excepting Palawan, Cebu is the longest and narrowest island of the Archipelago, with few identations and irregularities; it is also devoid of wide fringing corals. It consists of a central continuous mountain chain, with maximum altitudes rarely exceeding a thousand meters; to which an active denudation gave its present broken appearance. Modern volcanic formations are lacking, greatly contrasting in this regard with most of the other Philippine Islands. There exist but two adjacent small islands which seem to form part of Cebu; one in its northern end, separated by the small Bogo channel, at present so filled up with alluvial material that at low water it is left nearly dry; a second island called Mactan, coralline, very small and flat, lies close by to the east; separated by a shallow strait, less than a kilometer wide. Further east of Mactan are found extensive coral reef formations, but divided from it by deep and large channels. The sea around Cebu is deep and clean, sloping steeply to depths of 100 to 500 meters, close to the coasts. Only its NW end seems to be connected through shallow waters to a wide submarine platform which comprises the islands of Negros, Panay, and Masbate.

Previously we said that Cebu was considered free from earthquakes, meaning that there were not indications of any seismic center within its limits and the nearest seas surrounding it. Vibrations originated farther away, frequently reach it but greatly damped. During the first months of 1871, it was many times violently shaken by the shocks originated in Camiguin Island, which culminated in the opening of a new volcano. To the northern portion reach more often vibrations originated near Masbate. 1897 was a record year; the island being greatly disturbed by shocks originated respectively at Masbate, Samar, W and E Mindanao.

In our statistics we find but one violent earthquake originated within or very close to Cebu. It occurred on the 1st of March, 1887, and according to few writers it caused some damage. Very meagre particulars could be found, but if we accept as accurate the data existent, it must have been similar to the last in intensity and extension; possibly it originated also in the sea, NE of the City; the greatest loss was sustained by the Hospital de San José. Scarcely reach to a dozen the shocks fairly strong originated near Cebu during the last century.

---

[1] See "Contributions to the Stratigraphy and fossil invertebrate fauna of the Philippine Islands," by Warren D. Smith. The Philippine Journal of Science, Vol. VIII, No. 4, Sec. A.

International Seismological Centre

The earthquake of February 28th occurred at 4^h 41^m 09^s* (insular time), ($27, 20^m$ 41^m 09^s, Greenwich time). It came suddenly without any light premonitory shocks. Its intensity deducted from the amount of damage done reached VII-VIII of the Rossi-Forel scale. The area of destruction comprised the City of Cebu, a central portion of the island, north of the Capital, and the small island of Mactan, in front to the east; the longer axis of this area measured about forty kilometers in a NNE-SSW direction.

Within this area, the shocks damaged old structures, generally built of coral limestone blocks. In fact only two very old walls, remnants of ruined buildings, and consequently standing without any connexion to other structures, came down by the force of the shocks; one in the center of the City and another in the suburb of St. Nicolas. Generally on the other walls actually forming part of structures only small cracks were seen. None of the modern buildings of cement or good mortar suffered any apparent damage. The same happened to old buildings in good repair of the City and of country towns; all withstood the shocks without considerable damage. Tile roofs, very numerous in Cebu because of its long believed immunity, suffered more heavily. Three of them partly slid down; one very steep and old of Recoletos Church and Convent and another of a private house. The roof of the Bishop's Palace partially caved in. Really the most apparent damages in and out of the City occurred in the roofs. Cracks in the soil were noticed chiefly in limestone banks at the seashore of Mactan Island, and in concrete floors built on the same. More noticeable was the damage in the very junction of mortar culverts, cement and wood landings, with such limestone. Some kilometers north of Cebu fissures were caused in alluvium soil and in the slopes of hills composed of limestone tuff; such event excited greatly the people, lest there would burst a volcano. But in the near-by coal mining region did not occur noticeable soil disturbances. It is to be lamented that the two insolated and ruinous walls mentioned above in their fall upon nipa huts resting on them, killed five persons.

Extraordinary sea movements were noticed in the channel between Cebu and Mactan and around the northern end of Cebu Island. It must be considered as an extraordinary coincidence a break of the submarine cable connecting the islands of Masbate and Cebu and tied to the north end of the latter; a second break occurred also much farther north between Masbate and Burias Island, where the shock was scarcely felt. Both breaks occurred the same day but the precise hour is not known.

Fifty five minutes later at about 5^h 36^m occurred a sharp aftershock not felt by all the people. At 9^h 14^m 18^s* (1^h 14^m 18^s G. T.) took place a second earthquake of intensity IV–V. During the day several lesser aftershocks were noticed, the most perceptible being at 2^h and 5^h 8^m p. m. On the 1st of March were felt two aftershocks of intensity III at 3^h 13^m and 7^h 37^m a. m. In the afternoon at 5^h 13^m p. m. ocurred another shock of intensity III–IV, which had its origin farther south near the island of Negros. Other noticeable aftershocks occurred on the 9th at 6^h 33^m p. m., 10th at 2^h and 6^h p. m., 14th at 4^h 20^m a. m. and 29th at 4^h 24^m a. m.

With the principal shock was heard a very noisely rumbling, which a Redemptorist Father of Mactan, describes as that which would cause a hundred horses gallopping on a large wooden platform. Several observers compare it to the noise made by heavily loaded running trucks. Outside of Cebu Island, the shock was perceptible eastwards in Bohol, Leyte and Samar Islands; westwards in Negros and eastern Panay. The shaken area had its longest axis of about 400 kilometers in the NNE-SSW direction.

Many reasons convince me that the origin of the shocks lay under the sea, which separates Cebu from Leyte. All the particulars considered it is safe to state that they had greater intensity in the island of Mactan and along a portion of the coast north of the City of Cebu, than in this City; at least it is true that the effects in the soil and also on

International Seismological Centre

some walls, for instance, those in the churches of Mandawe and Guadalupe, built of the same limestone material as those of Cebu, required greater intensity, although they were less spectacular than in the roofs at Cebu. Eastwards, in the Camotes Islands and the western coast of Leyte, the shock had a greater intensity than that required by their distance from a center located within the island of Cebu; in fact it was stronger there than in the northern and southern parts of this island. Moreover, the sea disturbance persuade a submarine center. It may be added that the seismographic records of Manila and Butuan gave respectively distances of 550 and 220 kilometers, pointing to a spot situated NE of the City of Cebu, close to an imaginary line joining the said city to the western end of Camotes Islands, but nearer to Cebu than to Camotes.

As all this region is composed of tertiary sedimentaries probably the shock originated in some movement within the trough or synclinal, or rather an old structural fault, the existence of which seems to be indicated not only by the deep and narrow channels which separate Cebu and Mactan Islands from the madreporic region N and NW of Bohol, but also by the geologic complicated risings and subsidences occurred in the island of Leyte not so apparent in Cebu. That the origin was rather shallow, may be deduced from the little extension of the affected area and from the fact that the farthest Observatory which recorded this earthquake was Batavia, less than 3,000 kilometers distant; a rather significative circumstance, considering that many lesser but generally more extensive Philippine shocks are recorded in Europe and America. All these circumstances seem to persuade that within the Cebu Island great seismic havocs are not to be feared.

To finish this report the attention is called to the frequent shocks of varying intensity but of very limited extension, which occur in the vicinity of Camotes Islands affecting only a small portion of the nearest Leyte coast. Their origin is always shallow; very rarely are they recorded at Manila but about 550 kilometers distant. Possibly the seat where such frequent shocks originate is an extension of the same fault or geological feature, which caused the Cebu earthquake. Certainly this last, as said above, had greater intensity on the Leyte coast looking to Camotes Islands than in north and south Cebu somewhat less distant.

International Seismological Centre

EL TERREMOTO DE CEBÚ

FEBRERO 28, 1922, 4^h 41^m 09^s

Este terremoto causó tanta mayor impresión cuanto que dicha isla, durante los últimos cuatro siglos, había permanecido casi inmune. Rodeada como está en todas direcciones de otras que de tiempo en tiempo sufren los terribles efectos de los sismos, este hecho se consideraba como un especialísimo privilegio, atribuído a su constitución y edad geológicas. Éstas sin embargo no presentan nada especial, si no es que su constitución parece menos complicada que en las otras; un núcleo de rocas plutónicas, basaltos y andesitas, cubierto en su mayor parte, y tal vez en alguna época totalmente, de sedimentos terciarios.[1] Su última emergencia aparentemente fué muy regular y uniforme. Terrenos de aluvión recientes apenas se encuentran, sino en las desembocaduras de algunos ríos y valles al mar. Actualmente, exceptuando la Paragua, Cebú es la isla que tiene mayor longitud con menor anchura, y menos indentaciones e irregularidades; tampoco la rodean anchas franjas coralinas, como a otras muchas. Constitúyela una cordillera central única, cuya mayor elevación apenas pasa de 1,000 metros; una denudación muy activa le ha dado su forma actual abrupta. No existen en ella indicios de vulcanismo moderno o reciente como en casi todas las demás islas. Tan solo dos pequeñas islas parecen formar un grupo con la principal; una al norte separada por el estrecho de Bogo ya casi terraplenado por aluviones, el cual queda en seco en las bajas mareas; y otra al este, la de Mactan, madrepórica y muy plana, separada de Cebú por un estrecho de muy pocos metros de profundidad; por el E los canales que separan Mactan de los muchos islotes y bancos madrepóricos que constituyen la parte N y NW de Bohol son muy profundos. Toda la isla de Cebú está rodeada de mares profundos de 100 a 1,000 metros, con marcado y uniforme declive desde sus costas. Solamente su extremo NW parece unirse a la extensa plataforma de menos de 100 metros de agua sobre que descansan las vecinas grandes islas de Negros, Panay y Masbate.

Al decir más arriba que la Isla de Cebú se consideraba hasta ahora poco menos que inmune, se quiso significar que no se originaban terremotos ni dentro de su perímetro ni en sus mares circundantes más próximos. A ella suelen llegar sin embargo, a pesar de su relativo aislamiento, los movimientos originados en otros centros, si bien generalmente muy amortiguados. Así, por ejemplo, en 1871, se vió violentamente conmovida por los fuertes y persistentes terremotos originados en la Isla de Camiguín y que culminaron en la aparición de un nuevo cono volcánico. A la parte N de la isla llegan con facilidad las ondas originadas en las cercanías de Masbate. En 1897 se sintieron a veces con alguna violencia en toda la isla las originadas respectivamente en Masbate, Isla de Sámar, W y E de Mindanao; sin duda fué éste uno de los años en que se han sentido más temblores en Cebú.

Terremoto violento originado dentro o muy cerca de la isla sólo encontramos en nuestras estadísticas uno que ocurrió el primero de marzo de 1887, el cual, según algunos autores, causó desperfectos. Poseemos poquísimos pormenores, pero se nos figura que debió ser muy semejante al de febrero de este año en intensidad y origen hacia el NE de la ciudad. Las mayores pérdidas parece las sufrió el Hospital de San José. Apenas llegan a una docena los temblores de alguna intensidad originados cerca de la isla durante el último siglo.

---

[1] Véase la nota del texto inglés.

International Seismological Centre

El terremoto del 28 ocurrió a 4^h 41^m 09^s*, hora insular, o sea a 20^h 41^m 09^s del 27, hora del Greenwich. Fué repentino sin que precedieran otros choques débiles premonitorios, como frecuentemente acontece. Su intensidad, a juzgar por los efectos, no bajó de VII–VIII de la escala Rossi-Forel. El área de destrucción comprendió además de la Capital, la pequeña isla de Mactan, situada casi en frente al E de la Ciudad de Cebú, y una porción central de la isla hacia el N que se extendía unos 40 kilómetros. Dentro de esta área, pricipalmente en la ciudad, por ser de las que más construcciones de piedra y mampostería tienen, dañó varios edificios antiguos construídos de piedra caliza madrepórica. En realidad sólo dos lienzos de muro de mampostería ruinosos y aislados, uno dentro de la ciudad y otro en el suburbio de San Nicolás, se derrumbaron; en los demás que formaban parte de edificios y por consiguiente tenían alguna trabazón y apoyo, sólo se abrieron pequeñas grietas. Ninguna construcción moderna de mampostería o de cemento armado y ni aun los de sillería caliza de la ciudad y de los pueblos comprendidos dentro del área meizosísmica, menos antiguos o mejor conservados, sufrieron aparentemente daño. De los tejados antiguos de teja, que constituyen una especialidad en Cebú, se resbalaron y hundieron en parte unos pocos de mayor pendiente y de armazón más necesitada de reparaciones, como, por ejemplo, el del Palacio Episcopal, parte del Convento e Iglesia de Recoletos y el de alguna casa particular, los demás con ser tan numerosos apenas sufrieron nada. En realidad las mayores ruinas ocurrieron en los tejados de teja tanto dentro como fuera de la ciudad. Grietas en el suelo se notaron algunas pequeñas en las calizas de la Isla de Mactan junto a la orilla del mar; en pisos de cemento construídos sobre las mismas calizas se abrieron así mismo algunas, también sufrió la unión de algunas obras de mampostería, como puentes y embarcaderos, con dichas calizas o con construcciones de madera. Hacia el N de Cebú se produjeron efectos semejantes a los de la ciudad; además las vibraciones causaron varios derrumbes en laderas empinadas y de toba caliza, y grietas en terrenos playeros de aluvión, cosa que asustó mucho por temerse la aparición de un volcán. En la región minera de Compostela, dentro del área de máxima intensidad, no causó el terremoto daños de consideración. Es de lamentar que los dos muros ruinosos arriba citados causasen con su caída sobre unas chozas arrimadas a ellos cinco víctimas.

Notóse movimiento extraordinario del mar dentro del estrecho que media entre Cebú y la Isla de Mactan y al rededor del extremo N de la isla. Extraña coincidencia fué que en la misma fecha, aunque se desconoce la hora, se rompiese el cable submarino que, amarrado al extremo N de la isla la pone en comunicación con la de Masbate; otra rotura se produjo también en el que une Masbate con la Isla de Burias, en una región muy distante al N, donde apenas se sintió el temblor.

Cincuenta y cinco minutos después del terremoto ocurrió un choque brusco casi instantáneo, no sentido al parecer por todos; horas más tarde, a las 9^h 14^m 18^s tuvo lugar un segundo temblor de intensidad IV–V y durante el resto del día algunos otros movimientos del suelo poco más que perceptibles, siendo algo más fuertes los ocurridos a las 2^h y 5^h 8^m p. m. El día siguiente, 1.° de marzo, se sintieron dos de intensidad III a 3^h 13^m, 7^h 37^m a. m., y otro a las 5^h 13^m de la tarde, procedente de un centro lejano, situado cerca del extremo sur de la Isla de Negros. Ya no volvieron a notarse más réplicas hasta el día 9 de marzo a 6^h 33^m de la tarde, el 10 a 2^h y 6^h de la tarde, el 14 a 4^h 40^m a. m. y el 29 a 4^h 4^m de la mañana.

Al terremoto principal acompañaba un ruído que un Rev. P. Redentorista de Mactan describe, diciendo que movimiento y ruído semejaban a la impresión que uno recibiría si, sentado sobre una ancha plataforma de madera, de repente viniesen cien caballos a pasar sobre ella a galope. Otros lo comparan al que hacen pesados camiones a gran velocidad. Fuera de los límites de la Isla de Cebú el terremoto fué perceptible en Bohol, Leyte y

International Seismological Centre

Sámar hacia el E y NE, y en las islas de Negros y parte de Panay hacia el W. El área total se extendía más de NNE a SSW que en la dirección perpendicular a ésta, sin embargo su eje mayor no pasaba de 400 kilómetros.

Origen del terremoto. Varias razones convencen de que estaba en el mar que separa la Isla de Cebú de la de Leyte. Parece poder afirmarse que se sintió con más intensidad en la Isla de Mactan y en una porción de la costa al N de la Ciudad de Cebú; por lo menos es cierto que los efectos en el terreno y aún en algunos edificios, como, por ejemplo, en los muros de las iglesias de Mandaue, Guadalupe y otras, todas del mismo antiguo material calizo, parecen indicar mayor fuerza que los producidos en los edificios de la ciudad. También se sintió como más intensidad por el lado oriental en las islas Camotes y vecinas costas de Leyte que en los extremos N y S de la Isla de Cebú. Persuaden además un centro casi submarino el oleaje observado cerca de Mactan y del extremo N del a isla. El registro de los sismógrafos de Manila y de Butúan dan respectivamente una distancia de 550 y 220 kilómetros, valores que vienen a coincidir en un punto al NE de la Ciudad de Cebú, cerca de la línea imaginaria que va desde dicha ciudad al extremo occidental de las Camotes, pero mucho más cerca de Cebú que de dichas islas. Como toda esta región está compuesta de formaciones sedimentarias terciarias es muy probable que el terremoto se debiese a movimientos o dislocaciones dentro del synclinal, que parece formar este mar, donde es probable existan fallas estructurales. La existencia de ellas parecen persuadirla los canales estrechos y profundos que separan Cebú y Mactan de las islas y bancos madrepóricos del N y NW de Bohol, y más que todo las complicadas alternativas de hundimientos y levantamientos ocurridos al otro lado en la vecina Isla de Leyte, no aparentes en la de Cebú. Además la causa se hallaba a poca profundidad; demuéstranlo la relativamente pequeña extensión que tuvo el área total removida y la corta distancia a que se registraron las ondas sísmicas fuera de Filipinas; el Observatorio más distante que las registró fué Batavia, a menos de 3,000 kilómetros; hecho muy significativo cuando muchos temblores filipinos que no llaman tanto la atención por su intensidad llegan a registrarse en Europa y América. Todo esto tiende a persuadir que no son de temer grandes catástrofes en la región cebuana.

Antes de terminar queremos llamar la atención, sobre los frecuentes temblores de tierra de varia intensidad y muy reducida extensión, que tienen su origen en la región de las Islas Camotes y suelen afectar tan sólo las costas más vecinas de la Isla de Leyte. Su origen está también situado a muy poca profundidad, pues es muy raro que se registren en Manila, a poco más de 500 kilómetros de distancia. ¿Será acaso la misma falla o accidente geológico que origina los de Camotes, pero en otro punto de su extensión, el que determinó el terremoto de Cebú? Lo cierto es que en la costa de Leyte que mira a Camotes el sismo tuvo mayor intensidad que en los extremos de la Isla de Cebú.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR MARCH, 1922

900452

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR MARCH, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.

Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

1, 9h 10m 23s* [1, 17h 10m 23s]. **SE Negros.** Earthquake of intensity VII–VIII. (See report following this statistic.)

2, 16h 40m [3, 0h 40m]. **Managok** (Central Mindanao). Local earthquake of intensity III.

2, 20h 29m [3, 4h 29m]. **Dumaguete** (SE Negros). Earthquake of intensity III–IV. Aftershock of the earthquake occurred on the 1st.

3, 19h 19m [4, 3h 19m]. **Zamboanga** (W Mindanao). Earthquake of intensity III–IV. Recorded at Butuan.

9, 10h 33m [9, 18h 33m]. **Cebu Island.** Earthquake of intensity III–IV. Aftershock of the earthquake occurred in February 28th.

10, 6h 00m [10, 14h 00m]. **Cebu Island.** Earthquake shock of intensity III. Aftershock. A second one occurred four hours later.

12, 1h 00m [12, 9h 00m]. **Cebu Island.** Aftershock of intensity III.

12, 20h 16m [13, 4h 16m]. **Iba** (W Luzon). Earthquake of intensity III.

12, 21h 13m [13, 5h 13m]. **Cebu Island.** Aftershock of intensity III.

13, 19h 47m [14, 3h 47m]. **Cebu Island.** Aftershock of intensity IV. Several lesser aftershocks occurred on the 14th, 15th and 29th, generally in the early morning hours.

13, 21h 48m 12s* [14, 5h 48m 12s]. **Calatagan** (SW Luzon). Earthquake of intensity III–IV. Near origin in the China Sea.

16, 5h 02m 30s* [16, 13h 02m 30s]. **NW Samar.** Earthquake of intensity III–IV, felt along the NW coast of Samar Island.

16, 5h 35m [16, 13h 35m]. **Davao** (SE Mindanao). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan.

16, 5h 46m 04s* [16, 13h 46m 04s]. **NW Luzon.** Earthquake of intensity III–IV, felt in the Ilocos Norte Province.

16, 11h 20m [16, 19h 20m]. **Ibahay** (NW Panay). Local earthquake shock of intensity III. Repetition a short time later.

27, 12h 30m [27, 22h 30m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake shock of intensity III.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

[Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.908, $\frac{r}{T_o^2}$=0.096; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042. Alluvium. 2.40 meters above sea level.]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. m. s.	s.			
67	1	Iv	eP	9 10 23	--------	--------	--------	SE Negros Island.
			L	11 32	--------	--------	--------	
			M_E	12 03	7	--------	41	
			M_N	12 13	6	54	--------	
			F	40	--------	--------	--------	
68	1	Iv	eP	9 42 42	--------	--------	--------	
			F	55	--------	--------	--------	
69	4	Iv	eP	2 25 21	--------	--------	--------	
			F	30	--------	--------	--------	
70	4	Ir	eP	5 19 12	--------	--------	--------	
			L	23 11	--------	--------	--------	
			F	48	--------	--------	--------	
71	4	IIr	i	13 16 02	--------	--------	--------	Near Kamtchatka.
			iS	20 30	--------	--------	--------	
			L	22 35	--------	--------	--------	
			M_{E1}	22 39	8	--------	139	
			M_{N1}	22 46	9	184	--------	
			M_{N2}	24 51	9	182	--------	
			M_{E2}	25 23	7	--------	208	
			F	14 45	--------	--------	--------	
72	6	Ir	eP	21 29 24	--------	--------	--------	
			L	35 48	--------	--------	--------	
			F	58	--------	--------	--------	
73	7	I?	e	16 53 14	--------	--------	--------	
			L	17 02 00	--------	--------	--------	
			F	47	--------	--------	--------	
74	7	I	e	22 27 54	--------	--------	--------	
			F	49	--------	--------	--------	
75	10	IIv	eP	4 57 32	--------	--------	--------	
			L	57 48	--------	--------	--------	
			M_E	57 50	4	--------	110	
			M_N	58 12	5	149	--------	
			F	5 11	--------	--------	--------	
76	10	Ir	e	17 02 45	--------	--------	--------	
			S	08 23	--------	--------	--------	
			L	11 21	--------	--------	--------	
			F	18 04	--------	--------	--------	
77	12	Iu	e?	18 16	--------	--------	--------	
			F	19 32	--------	--------	--------	
78	13	Iv	eP	21 48 12	--------	--------	--------	Calatagan (SW Luzon).
			F	50	--------	--------	--------	
79	14	IId	eP	15 12 00	--------	--------	--------	From Vicentini's seismograph.
			L	12 17	--------	--------	--------	
			F	17	--------	--------	--------	
80	16	Iv	eP	5 02 30	--------	--------	--------	NW Samar Island.
			F	20	--------	--------	--------	
81	16	Iv	eP	5 46 04	--------	--------	--------	NW Luzon Island.
			F	57	--------	--------	--------	
82	17	I	e	13 18	--------	--------	--------	
			F	30	--------	--------	--------	
83	17	I	e	17 28	--------	--------	--------	
			F	53	--------	--------	--------	
84	17	IIv	eP	21 04 19	--------	--------	--------	
			L	05 50	--------	--------	--------	
			M_N	05 55	7	140	--------	
			M_E	05 55	5	--------	166	
			F	22	--------	--------	--------	
85	28	Ir	e	4 17 58	--------	--------	--------	
			L	23 49	--------	--------	--------	
			F	5 28	--------	--------	--------	
86	29	I	M_E	7 58	--------	--------	--------	
			F	8 11	--------	--------	--------	

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

1, 9h 10m 23s* [1, 17h 10m 23s]. **SE de Negros.** Terremoto de intensidad VII–VIII. Véase su descripción al fin.

2, 16h 40m [3, 0h 40m]. **Managok** (Centro de Mindanao). Temblor de tierra local de intensidad III.

2, 20h 29m [3, 4h 29m]. **Dumaguete** (SE de Negros). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Réplica del terremoto del día 1.

3, 19h 19m [4, 3h 19m]. **Zamboanga** (W de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Registrado en Butúan.

9, 10h 33m [9, 18h 33m]. **Isla de Cebú.** Temblor de tierra de intensidad III–IV. Réplica del terremoto del 28 de febrero.

10, 6h 00m [10, 14h 00m]. **Isla de Cebú.** Réplica de intensidad III. Otra ocurrió cuatro horas después.

12, 1h 00m [12, 9h 00m]. **Isla de Cebú.** Réplica de intensidad III.

12, 20h 16m [13, 4h 16m]. **Iba** (W de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III.

12, 21h 13m [13, 5h 13m]. **Isla de Cebú.** Réplica de intensidad III.

13, 19h 47m [14, 3h 47m]. **Isla de Cebú.** Réplica de intensidad IV. Otras ligeras réplicas ocurrieron el 14, 15 y 29 generalmente en las mismas horas de la mañana.

13, 21h 48m 12s* [14, 5h 48m 12s]. **Calatagán** (SW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Origen cercano en el Mar de la China.

16, 5h 02m 30s* [16, 13h 02m 30s]. **NW de Sámar.** Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido a lo largo de la costa NW de Sámar.

16, 5h 35m [16, 13h 35m]. **Dávao.** (SE de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan.

16, 5h 46m 04s* [16, 13h 46m 04s]. **NW de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en la provincia de Ilocos Norte.

16, 11h 20m [16, 19h 20m]. **Ibahay** (NW de Panay). Temblor local de intensidad III; repitió al poco tiempo con la misma intensidad.

27, 12h 30m [27, 22h 30m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su occurencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio, siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

EARTHQUAKES OF SOUTHEAST OF NEGROS

March 1st, 1922, 17h 10m 23s

This earthquake apparently had some relation to that occurred at Cebu, but 37 hours earlier; so the readers should keep in mind the report of that one. Negros Island, lies west of Cebu and has nearly the same NNE–SSW trend. A deep and narrow strait called Tañon separates the two islands. The southern end of Negros is rather irregular; a kind of semicircular peninsula advances toward SE and nearly closes the southern end of Tañon Strait. Its location is such that if the strait would maintain the same wideness of its two northern thirds it would pass through this peninsula-like protruding land; but as it is, the southern portion of the strait turns southeastwards reducing its width from an average of 27 to 7 kilometers.

This projecting extension, which we called peninsula, is wholly made up of eruptives, bassalts, andesites, and volcanic agglomerates. There rise numerous volcanic cones, some of them cupuliform and others with deep craters, forming a group which occupies the entire area and makes it very mountainous. Nearly in the center and at a great altitude exists a large crater-lake. Moreover several small solfataras and vapor vents occur, as remnants of past volcanic activity. This volcanic group in its southeastwards advance falls out of the main mountain chain or backbone of the island like an addition. The main chain of Negros is also composed of eruptives and includes the Canlaon or Malaspina volcano, with some solfataric activity.

Reliable records of eruptions occurred during the last four centuries, in the said southern volcanic group of Negros, the main cones of which are known as the Horns of Negros and Magaso volcano, with elevations of over 1,500 meters above sea level, are entirely lacking. Neither it seems that this particular region has been subjected in the past to frequent local and strong shocks, like the one under review, which affected but a very narrow portion of its SE coast

It took place at 9h 10m 23s* [17h 10m 23s] ; its intensity reached surely degree VII–VIII, causing damage to Churches and Convents, crevisses in the ground and landslides on the slopes of hills. Some very good details are given by the Redemptorist Father, Rev. J. K. Boylan, who was at the time upon the pulpit of the Church of Bacong, a town located near the northern limit of the meizoseismic area of the earthquake. He writes: "As I was saying the Rosary, the pulpit began to dance ..... then the huge Church walls began to sway to and fro. I saw them at least six times swaying. The people cried out and some made for the doors. After a short time, a second shock not so strong as the first. All told we had some eight shocks including a small one on Friday morning (March 3rd) at 4h 30m. Down south in the parish of Siaton there were fifteen shocks on Wednesday 1st. At the time of the quake in Bacong, Fr. Brennan was seated near the seashore; suddenly the sea rushed up towards him, he was afraid, but looking around him saw the trees swaying to and fro and realized what was happening. The front wall of the Convent at Siaton collapsed, but there were not casualties."

From this report it may be deduced that the shocks were extremely violent at Bacong and destructive at Siaton. From other sources it is known that it caused landslides and opened fissures in the region of Zamboanguita, a town situated nearly midway between Bacong and Siaton. At Dumaguete, about seven kilometers N of Bacong the

International Seismological Centre

shocks hardly surpassed intensity VI; consequently the meizoseismic area in the NE direction ended between Bacong and Dumaguete. From the towns or rather villages situated in the opposite direction along the coast, SW and W of Siaton we have not any reports, but it is safe to suppose that the meizoseismic area did not extend much in that direction. It may be pressumed that its length along the coast did not exceed forty kilometers. The reason is that if the meizoseismic area extended itself much more, both inland and along the coast, it would be hard to explain why the shocks were not felt in the rest of the island, after such a big portion of it had been so violently shaken. In fact the earthquake was not noticed inland, or northwards, even at distances of only a hundred kilometers. At least not one of the many rain observers located in the central and northern portion of the island reported it as they had reported the Cebu earthquake, the previous day. Neither was it reported from the nearest north coast of Mindanao, some 50 kilometers distant. At Butuan, 250 kilometers to the east, the seismograph recorded only the two stronger shocks mentioned in the preceding report; the same which were recorded at Manila, 630 kilometers to NW. Moreover Butuan had recorded at about 11^{h} a. m. a shock originated not in the Cebu center but at the distance of Negros center. From the very near island of Siquijor, about 20 kilometers distant, across a deep channel, we are informed that this earthquake did not have greater intensity than the Cebu earthquake of the preceding day; that is IV–V. On the contrary in a NNE direction along Cebu Island, it was fairly felt as far as Tuburan, in the northern portion of the island and about 200 kilometers away from the most affected coast of Negros.

All these facts taken together show that the area shaken by this earthquake was exceedingly narrow in the E–W direction and very long towards NNE, precisely in the same direction of Cebu Island. Along the deep channel and narrows which separate Cebu from Leyte and Bohol, and farther SSW the affected coast of south Negros from Siquijor, a seismotectonic line may be drawn, which would pass through both the Cebu and the Negros recent seismic epicenters.

Certainly there seems not to be any doubt that the origin of the later lay also in the sea close to the coast; the very narrow stripe of the coast affected and the sea waves observed along it seem to afford sufficient evidence. Moreover, the personal observations of Dr. Albert C. Herre of the Bureau of Science, confirm the same. He visited the region just a few days after the earthquake, noticed carefully its effects, and made an ascension of the volcanic mountains to visit the crater-lake mentioned above. Starting from Zamboanguita, nearly in the middle of the coastal stripe most affected, observed that fissures, landslides and similar effects on the soil were less and less noticiable as he advanced northwards into the laberint of hills and hollows of the volcanic region; seeing not like effects about the lake near the center and on top of that country.

Outside of the Philippines, this earthquake was very feebly recorded at Zikawei, China.

It seems not devoid of probability that the Negros earthquake originated in the same fault or synclinal and under similar conditions as that of Cebu, but farther to SSW. Then the reason is easily found why it propagated chiefly in the direction of that fault, that is; to NNE and consequently along Cebu Island and not to other directions. That a submarine trough or synclinal exists in this region connecting the two epicenters, and nearly parallel to the island of Cebu, appears certain examining any bathimetric map. In fact the group of Bohol is not connected to Cebu but to Leyte and Samar through very shallow seas and seems to rest on the same submarine platform.

International Seismological Centre

TERREMOTO DEL SUDESTE DE NEGROS

Marzo 1.º, 1922, 17h 10m 23s

Por existir al parecer alguna relación entre el terremoto de Cebú del 28 de febrero y éste de Negros, que ocurrió 37 horas más tarde, debe tenerse presente lo dicho de aquél en el Boletín de febrero. La isla de Negros, situada al W de la de Cebú y separada de ella por el profundo estrecho llamado de Tañón, presenta en su parte meridional una especie de península semicircular muy montañosa, que se prolonga hacia el SE, viniendo casi a cerrar la boca sur del mencionado estrecho. Su situación es tal que si el estrecho conservara su dirección general NNE–SSW y la anchura que tiene en sus primeros dos tercios, pasaría por el centro de esta península y la ocuparía casi toda; en cambio ahora para dejarla a un lado tuerce hacia el SE, y su anchura media de unos 27 kilómetros se reduce a 7 en la boca del sur.

Toda la península está constituída por terrenos eruptivos, basaltos, andesitas, conglomerados y tobas volcánicas, álzanse numerosos conos, unos terminados en cúpula y otros por cráteres; existe casi en el centro una laguna que ocupa el hueco de un gran cráter. Todavía quedan restos de actividad en solfataras y otras salidas de vapor. Este grupo volcánico queda al E, a manera de apéndice, de la cordillera estructural de la isla de Negros, en la cual muy lejos hacia el N, se levanta el volcán Canlaon o Malaspina, con algunas solfataras más o menos activas.

No existen datos ciertos de que en los últimos cuatro siglos haya ocurrido erupción ninguna volcánica en estos conos meridionales, de los cuales los más altos, sobre 1,500 metros, son conocidos con los nombres de Cuernos de Negros y Volcán Magaso. Tampoco parece haya sido esta región expuesta en tiempos pasados a frecuentes terremotos de origen local o muy cercano, semejantes al del 1.º de marzo, el cual afectó principalmente una pequeña extensión de su costa que mira al SE.

El terremoto del 1.º de marzo ocurrió a 9h 10m 23s* [17h 10m 23s] su intensidad fué seguramente de VII–VIII, causando desperfectos en algunas Iglesias y Conventos, grietas en el terreno y derrumbes en las laderas de los montes. Poseemos una descripción del fenómeno enviada por el R. P. J. K. Boylan, Redemptorista, que se encontraba en la Iglesia del pueblo de Bacong, situado hacia el límite septentrional del área mesosísmica; dice así: "Yo estaba rezando el rosario cuando el púlpito comenzó a danzar, observé que los recios muros de la Iglesia oscilaban con visibles vaivenes. Conté por lo menos seis vaivenes distintos. Los asistentes se pusieron a gritar y algunos salieron. Terminadas las preces subió otro Padre a predicar y sobrevino otro terremoto menos fuerte que el primero. Contados todos sentimos unas ocho réplicas, incluyendo una muy débil del día 3 a 4h 30m de la mañana. Hacia el sur en la parroquia de Siaton (35 kilómetros distante hacia el SW) se notaron 15 temblores durante la tarde y noche del día 1.º. Al ocurrir el terremoto en Bacong el P. Brennan estaba sentado a la orilla del mar; de pronto vió que las olas se precipitaban hacia él, se espantó, pero mirando al rededor de sí vió que los árboles se tambaleaban y con esto se dió cuenta de lo que ocurría. El muro frontal del Convento de Siaton se derrumbó, pero no ocurrieron desgracias personales."

De esta carta se desprende que el terremoto fué muy violento en Bacong y destructor en Siaton; por otra parte consta que causó también grietas y derrumbes en el terreno,

International Seismological Centre

con muerte de una persona, en la región de Zamboanguita, pueblo situado entre los do citados. El oleaje del mar que se vió en Bacong, se dijo haberse también observad al sudoeste de Siaton. En Dumaguete, de 6 a 7 kilómetros más al N de Bacong, terremoto apenas pasó de intensidad VI; por manera que el área mesosísmica term naba por el N entre Bacong y Dumaguete. De la parte opuesta, hacia el SW, no poseemo datos de los pueblecitos costeros al oeste de Siaton, más no debió extenderse much hacia la costa occidental de la península; así que puede presumirse que su longitud n pasaba de 40 kilómetros. Pues parece que de lo contrario, sacudida violentamente un extensa porción del sur de la isla, no pudiera dejar de sentirse por lo menos como tem blor de poca intensidad hacia el N, en el centro, donde consta no se sintió nada, o po lo menos no llamó la atención a distancias de 100 kilómetros; puesto que ninguno de lo muchos observadores de lluvia dió cuenta de él habiéndola dado el día anterior del d Cebú. Tampoco consta se sintiese en la vecina costa de Mindanao, distante unos 5 kilómetros. En Butúan, que dista cerca de 250 al E, solo se registraron, lo mismo qu en Manila, a 630 kilómetros, los dos mencionados en la precedente carta. Pero a las 1 de la mañana Butúan había registrado otro muy débil originado a la misma distancia De la vecina Isla de Siquijor, distante poco más de 20 kilómetros, al otro lado de u profundo estrecho, nos informan que allí no tuvo mayor intensidad que el de Cebú, de día precedente, esto es, grado IV–V. Por el contrario hacia el NNE se sintió bie en casi toda la Isla de Cebú hasta Tuburan, que se halla muy al N y dista 200 kilómetros de la costa más afectada de Negros.

De lo dicho se deduce que este terremoto tuvo un área estrechísima de E a W y muy larga de NNE–SSW, precisamente en la dirección de la Isla de Cebú y del canal profundo que separa esta isla de las de Camotes, Leyte y de Bohol y continúa hacia el SSW por entre la Isla de Siquijor y la costa SE de Negros donde tuvo lugar el terremoto. Puede muy bien en esta zona trazarse una línea sismotectónica, la cual pasaría por el epicentro del terromoto de Cebú y por el epicentro del de Negros. Que el epicentro del terremoto de Negros se hallaba a semejanza del de Cebú en el mar o muy cerca de la costa no permite dudarlo el oleaje observado en Bacong. También su origen debió ser muy poco profundo, atendida la reducidísima área que conmovió.

Tenemos además otros datos para probar que el epicentro del terremoto no estaba dentro de la península sino fuera en el mar, muy cerca de la costa. Pocos días después visitó esta región el Dr. Albert C. Herre de la Oficina de Ciencias, quien hizo una ascención al cráter-lago y observó que las grietas y derrumbes en el terreno disminuían a medida que, partiendo de la costa de Zamboanguita, se internaba en dirección al N en el laberinto de conos y cañadas de la montaña, y que en las alturas cerca del lago no vió semejantes efectos del terremoto.

Fuera de Filipinas sólo lo encontramos registrado muy débilmente en el Boletín de Zikawei, China.

Es pues muy probable que el terremoto de Negros se originó en la misma falla o accidente geológico que el de Cebú, pero a mucha distancia hacia el SSW; así resulta muy natural que se sintiese más a lo largo de dicha falla, y por consiguiente en dirección de la Isla de Cebú, que en cualquier otra dirección. Es de notar que ese canal o synclinal, donde colocamos la línea sismotectónica que une los dos epicentros, es único en esta región, puesto que la Isla de Bohol parece unirse por el NE, mediante un estrecho de poquísima profundidad, a la plataforma submarina de Sámar y Leyte y formar parte de esta región más bien que de la de Cebú.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR APRIL, 1922

201128

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR APRIL, 1922

By Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.,
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

5, 13h 42m 30s* [5, 21h 42m 30s]. **SW Luzon.** Earthquake of intensity IV felt through the occidental portion of Batangas and Cavite provinces: its origin lay in the China Sea, about 160 Km. SW of Manila.

7, 22h 08m [8, 6h 08m]. **Ormoc** (W Leyte). Local earthquake shock of intensity III.

11, 17h 52m [12, 1h 52m]. **Maasin** (S Leyte). Local earthquake shock of intensity III.

11, 21h 37m [12, 5h 37m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III; originated in the Butuan Bay.

13, 6h 09m 13s* [13, 14h 09m 13s]. **S Samar and NE Mindanao.** Earthquake of intensity V, felt in southern Samar and Surigao province, NE Mindanao. Origin not very far to the east in the "Philippine Deep." Recorded at Hongkong and Zikawei, China. The seismograph at Butuan registered five instrumental aftershocks during the following nine hours.

15, 0h 46m 02s* [15, 8h 46m 02s]. **NW Luzon.** Earthquake of intensity III, felt in the province of Ilocos Norte. Origin in the China Sea, 540 Km. from Manila.

17, 19h 22m 31s* [18, 3h 22m 31s]. **Samar Island.** Earthquake of intensity IV, felt chiefly in the eastern and southern portion of the island. Its origin was in the "Philippine Deep," close to the Samar coast. Two light aftershocks occurred twenty minutes and again two hours later. All recorded at Butuan.

17, 21h 28m 55s* [18, 5h 28m 55s]. **Mindoro Island.** Earthquake of intensity IV; origin seemingly within the island. It was not reported from the neighboring coasts of Luzon nor from any of the islands around Mindoro.

23, 21h 31m 38s* [24, 5h 31m 38s]. **SE Luzon and Visayas.** Earthquake of intensity VI, felt through the SE peninsula of Luzon, and the nearer islands to the south, that is: Marinduque, Romblon, N Panay and N Negros, Masbate, Ticao, Burias, and N Samar. It showed its greatest intensity with more numerous aftershocks, along an E–W zone, about 300 Km. long, comprising the southern portion of Albay province, southern coasts and islands of Camarines and the southern portion of Bondoc Peninsula, Tayabas.

At 22h 07m 17s* [24, 6h 07m 17s] occurred a second shock of intensity III–IV which had nearly the same extension of the first. Other two minor aftershocks occurred later were exclusively felt through the half western portion of the described zone. The first and strongest shock was recorded as far as China and Japan.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

The meizoseismic area of this earthquake does not conform to any apparent structural features of the region. As we said before, its greatest intensity occurred in the recent volcanics south of Mayon volcano, and westwards along the southern coasts and islands of Camarines of thertiary sediments; while the aftershocks were more numerous farther west in the southern portion of the thertiary peninsula of Bondoc and on the western portion of the said Camarines coasts. It seems therefore that the principal movements and perhaps the origin took place in the thertiaries, which probably extend along this zone from Bondoc Peninsula to the Pacific, forming the said peninsula, coasts and islands and eastwards the western coast of Albay. Perhaps they continue under the volcanics in southern Albay and crop again, in both sides of the long Legaspi gulf, forming on its north side the islands of Batan and Rapurapu and on its south side the NE peninsula of Sorsogon called Gatboy and also Montufar.

24, 15h 13m [24, 23h 13m]. **Catbalogan (W Samar).** Earthquake of intensity III–IV. Recorded at Butuan.

27, 18h 08m [28, 4h 08m]. **Guam (Mariana Islands).** Local earthquake of intensity III.

30, 22h 19m 51s* [May 1, 6h 19m 51s]. **NW Luzon.** Extensive earthquake of intensity III–IV, felt through NW Luzon comprising the provinces of Pangasinan, La Union, Ilocos Norte and Sur, Mountain Province and northern Cagayan; an area about 400 Km. long in the NE–SW direction. The epicenter lay in the China Sea, W of N Luzon. Recorded at Hongkong, Taihoku, and Zikawei.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.906, $\frac{r}{T_o^2}$=0.053, V=170; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042, V=210. Alluvium. 2.40 meters above sea level.)

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
87	2	I	e	3 19 38				
			F	54				
88	2	Iu	e	19 29 00				
			S	37 30				
			L	49 16				
			F	21 05				
89	3	I	e	19 50				
			F	20 30				
90	5	IIIr	eP	10 04 37				New Guinea.
			eS	09 25				
			iL	11 49				
			M_N	12 00	8	200		
			M_E	13 38	8		236	
			F	12 18				
91	5	Iv	eP	13 42 30				Felt in southwestern part of Luzon.
			L	42 48				
			M_N	43 11	2	118		
			M_E	43 11	2		61	
			F	49				
92	7	IIv	eP	16 00 42				
			L	02 25				
			M_N	02 51	7	100		
			M_E	03 12	7		57	
			F	17 08				
93	8	Iv	eP	0 49 41				
			F	56				
94	8	Ir	eP	3 38 42				
			L?	45 20				
			F	4 45				

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
95	8	Iu	e	20 55 38				
			L?	21 24 10				
			F	23 42				
96	10	I	e	3 15				
			F	35				
97	10	Ir	e	4 04 09				
			L?	10 17				
			F	42				
98	11	Ir	e	0 28 15				
			F	1 24				
99	11	I	e	15 53 22				
			F	16 11				
100	13	IIv	eP	6 09 13				S Samar and NE Mindanao. Origin Philippine Deep.
			L	10 39				
			M_E	11 25	7		59	
			M_N	11 36	7	147		
			F	7 12				
101	15	Iv	eP	0 46 02				NW Luzon.
			F	1 02				
102	15	Iv	eP	7 37 34				
			L	37 55				
			F	41				
103	16	Iv	eP	21 09 45				
			F	12				
104	16	Iv	eP	23 56 51				
			F	59				
105	17	Iv	eP	2 17 26				
			F	27				
106	17	Iv	eP	19 22 31				Samar Island.
			L	23 35				
			F	32				
107	17	IIIv	eP	21 28 55				NE Mindoro Island. Maxima and end lost by the force of the shock.
			iL	29 12				
108	18	Iv	eP	5 16 39				
			F	19				
109	19	Iv	eP	19 58 11				
			L	58 51				
			F	20 14				
110	20	I	e	13 26				
			F	14 08				
111	22	Ir	eP	10 17 00				Off S Mindanao.
			L	19 08				
			F	37				
112	22	I	e	21 06				
			F	27				
113	23	IIIv	eP	21 31 38				SE Luzon and Visayas.
			L	32 16				
			M_N	32 32	8	1182		
			F	23 02				
114	23	Iv	eP	22 07 17				Aftershock of the No. 113.
			L	07 40				
			F	12				
115	24	Iv	eP	5 34 08				
			F	41				
116	24	Iv	eP	9 55 04				
			F	10 01				
117	25	Iv	eP	8 47 40				
			F	58				
118	25	Ir	e	21 28 35				End overtaken by following earthquake.
			L	35 50				
			M_N	36 31	6	36		
119	25	Ir	e	21 49 26				Western Pacific.
			L	56 12				
			M_N	56 22	7	56		
			F	23 12				

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_N μ	Remarks.
				m. s.	s.			
120	26	Ir	eP	1 17 30				Japan earthquake.
			eS	22 09				
			eL	24 15				
			M_N	25 07	8	53		
			M_E	25 31	8		74	
			F	2 12				
121	26	Ir	e	4 07 14				Near Kamchatka.
			L?	15 22				
			F	5 53				
122	26	Iv	eP	19 19 23				
			F	32				
123	27	I	eP	9 22 47				Japan.
			F	47				
124	27	I	e	18 25				
			F	41				
125	28	I	e	6 13 17				
			F	7 29				
126	28	I	e	13 14				
			F	28				
127	30	IIv	eP	22 19 51				Felt in northwestern part of Luzon. Origin NE China Sea.
			L	21 09				
			M_E	21 11	5		254	
			M_N	21 20	5	309		
			F	54				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

5, 13h 42m 30s* [5, 21h 42m 30s]. **SW de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV sentido en la parte occidental de las provincias de Batangas y Cavite; su origen se hallaba en el mar de la China a 160 Km. al SW de Manila.

7, 22h 08m [8, 6h 08m]. **Ormoc (W de Leyte).** Temblor de tierra de intensidad III.

11, 17h 52m [12, 1h 52m]. **Maasin (S de Leyte).** Temblor de tierra local de intensidad III.

11, 21h 37m [12, 5h 37m]. **Butúan (N de Mindanao).** Temblor de tierra de intensidad III. Origen al parecer en la bahía de Butúan.

13, 6h 09m 13s* [13, 14h 09m 13s]. **S de Sámar y NE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad V, sentido en la parte NE de Mindanao y sur de Sámar. El origen estaba a poca distancia en el Pacífico en el grande Abismo de Filipinas. Registróse también en Hongkong y Zikawei. El sismógrafo de Butúan registró cinco réplicas durante las nueve horas siguientes.

15, 0h 46m 02s* [15, 8h 46m 02s]. **NW de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III; sentido en la provincia de Ilocos Norte; origen en el mar de la China, a 540 Km. de Manila.

17, 19h 22m 31s* [18, 3h 22m 31s]. **Isla de Sámar.** Temblor de tierra de intensidad IV sentido principalmente al E y S de la isla. Registrado en Butúan; el origen se hallaba en el Pacífico pero cerca de la costa. Dos ligeras repeticiones ocurrieron más tarde a veinte minutos y dos horas respectivamente; registrados todos en Butúan.

17, 21h 28m 55s* [18, 5h 28m 55s]. **Isla de Mindoro.** Temblor de tierra de intensidad IV: su origen se hallaba dentro de la isla; no parece haberse sentido en las vecinas costas de Luzón, ni en otras islas.

23, 21h 31m 38s* [24, 5h 31m 38s]. **SE de Luzón y Visayas.** Temblor de tierra de intensidad VI, sentido en la península del SE de Luzón y en las islas más vecinas situadas al sur, que son: Marinduque, Romblón, N de Panay y N de Negros, Masbate, Ticao, Burias y N de Sámar. Desarrolló su mayor intensidad y se notaron más repeticiones en una zona de E a W de unos 300 Km. de largo que comprendía la provincia de Albay, costas sur e islas adyacentes a Camarines y parte sur de la península de Bondoc en Tayabas.

A 22h 07m 17s* [24, 6h 07m 17s] ocurrió una repetición de intensidad III–IV, la cual tuvo alguna menor extensión que el primer temblor. Otras dos repeticiones de menos intensidad se sintieron casi exclusivamente en la mitad W del área de los anteriores.

En las costas de China y en el Japón, se registró solamente el temblor principal.

El área epicentral de este temblor no se conforma exteriormente con ninguna línea estructural del país. Su máxima intensidad la desarrolló en los terrenos volcánicos del sur del Mayon y luego hacia el oeste en las costas e islas de terrenos sedimentarios terciarios del sur de Camarines y Tayabas. En cambio el mayor número de repeticiones se notó en el extremo sur de la península de Bondoc y en las mencionadas costas de Camarines. Parece pues que el principal movimiento se debió producir en el terciario, que tal vez se extiende desde el sur de Tayabas hasta el Pacífico, comprendiendo la península de Bondoc, las costas sur de Camarines, islas de Ticao, Burias, costa oeste de Albay, y siguiendo, aunque oculto, debajo de los terrenos volcánicos del sur de Albay y norte de

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

Sorsogón parece aflorar de nuevo a ambos lados del largo golfo de Albay; al norte en él en las islas de Batan y Rapurapu y al sur en la pequeña y baja península al nordeste de Sorsogón, llamada Gatboy también Montufar.

24, 15h 13m [24, 23h 13m]. **Catbalogan** (W de Sámar). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Registrado en Butúan.

27, 18h 08m [28, 4h 08m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra local de intensidad III.

30, 22h 19m 51s* [1.º de mayo, 6h 19m 51s]. **NW de Luzón.** Temblor de tierra de grande extensión y de intensidad III–IV sentido en toda la parte NW de Luzón comprendida por las provincias de Pangasinán, La Unión, Ilocos Norte y Sur, Montañosa y parte N de Cagayán, una extensión de 400 Km. en dirección NE–SW. Su origen se hallaba en el mar de la China al W del N de Luzón. Registrado en Hongkong, Taihoku y Zikawei.

International Seismological Centre

ACTIVE PHILIPPINE VOLCANOES

With the first volume of the Census of the Philippine Islands, 1903, a compendious account of the Philippine Volcanoes in relation to the earthquake centers or origins was published by the writer. Previously in 1901 G. F. Becker, geologist of the U. S. Geological Survey, in his report on the "Geology of the Philippine Islands" had gathered all the existing information about their volcanoes. Since these two publications were issued, several volcanic events, described by the writer in the Bulletins of the Weather Bureau, took place and valuable studies and observations of particular volcanoes were undertaken, chiefly by the Geologists of the Bureau of Science. A brief relation of the actual state of the Philippine Volcanoes and reference to the said recent events and investigations will be useful to scientists and to the general public. In this relation the order from south to north, as in the previous account of 1903, will be followed. Very old and long ago extinct volcanoes and those of dubious historical activity will be but cursorily mentioned, so that the list previously published by different authors is here much reduced. Greater weight and attention will be given to recent publications than to old narrative reports.

About the predominant and characteristic chemical composition of the rocks or lavas of the Philippine Volcanoes, active and extinct, W. D. Smith stated in 1910: The andesites are by far the most common of all the igneous rocks and the pyroxene-bearing variety is dominant. Next to it comes hornblende andesites. The andesites form the older parts of the volcanoes, while the bassalts generally constitute the later flows.[1]

MINDANAO ISLAND

Apo Volcano. 7° 30′ N, 125° 17′ E, elevation 2,912 m.[2] Recent studies by Geologists of the Bureau of Science modify the former idea of this volcano.[3] W. D. Smith says: "The present high peak known as Apo did not pour the great mass of lava and rock over this entire region. The explosion crater was about 8 kilometers to the northeast," and again: "Mount Apo is a cluster of peaks. I consider the present peak of Apo as produced by the erosion of an stock. The circular depression at the top is not necessarily a crater; the main mass of this cluster is to the northeast. The rock constituting the summit of Apo is a flow of andesite porphyry while that coming from the large crater to the northeast is andesite breccia." The present activity of this very old and deformed volcanic cluster is reduced to "three fumaroles at an elevation of about 2,120 meters located along a deep crevasse which cleaves the southeast side of Apo. Another formarole is found about one-half kilometer farther to the west. They are all very small, the opening being only a few centimeters in diameter; steam and sulphur fumes issue to a height of several meters with considerable noise."

To the Apo group belong several peaks rising southwards to the Sarangani Islands. The most prominent of these peaks or cones is the Matutum, about seventy kilometers

---

[1] The Philippine Journal of Science, Vol. V, Sec. A, No. 5, 1910. See also "Petrography of igneous rocks of the Philippines" by J. P. Iddings, Opus cit. No. 2.

[2] U. S. Coast and Geodetic Survey.

[3] Geologic Reconnaissance of Mindanao and Sulu. Warren D. Smith, The Phil. Journal of Science, Vol. III, Sec. A, No. 6, 1908, Vol. V, Sec. A, No. 5, 1910, Vol. VI, Sec. A, No. 5, 1911.

International Seismological Centre

SSW of Apo, a well preserved cone 2,800 meters high. In 1911 Major E. R. Heiberg Governor of Cotabato, made its ascent and found a deep crater on the top, but breached by three gorges; samples of lava collected at 2,000 meters elevation were classified as andesite in the Bureau of Science. This is also a very old volcano; its local name *Matutum* meaning *has burnt* or *fire out*. Reports of historical eruptions from this and other cones of the same region must therefore be taken with caution. The Apo and Sarangani extinct volcanic chain is in line with Sanguir group yet active, which lies about 200 kilometers south of Sarangani, across the northeast part of Celebes Sea.

Makaturing and Ragang Volcanoes. This volcanic group is located west of the main body of Mindanao and south of Lake Lanao. Through the whole region around this lake bassalt and other volcanics prevail; to the east are seen, as W. D. Smith states, "numerous burntout craters arranged in step like fashion as so many blownout blast furnaces." Makaruting Volcano, 7° 36′ N., 124° 19′ E, has been reported by ancient and modern writers as active; several vague eruptions being credited to it; but more recent information renders its activity rather doubtful. This volcano never has been visited by any scientist; seen from a distance of fifteen to twenty kilometers by some Army Officers, seemed to be almost entirely covered by thick vegetation, indicating its long age and rest.

The discovery, by Lieut. W. F. Donnelly, P. C., June 1916, of another active cone called Ragang to the eastnortheast of the Makaturing can explain better the historical eruptions observed in this region of Mindanao and attributed to the latter. In the Weather Bureau Monthly Bulletin for December, 1916, its discovery and position, 7° 40′ N, 124° 29′ E, were reported. It occupies the northeast end of a series of extinct but relatively young volcanic cones. The eruptive vent is at present formed by three peaks with a deep hollow in their center. The three peaks being probably remnants of a single greater cone. From the crater or hollow, apparently extinct when visited, June 1916, radiated towards SE a current of jagged lava about three kilometers long. All around the cones and crater products of past eruptions were scattered in order of their size, boulders, pedregal, lapilli and ashes to a great distance. Actual activity is shown by numerous jets of sulphurous vapor from vents in the interior faces of the cones and along the lava current. The most active vent, when first visited, was a large and deep fissure across one of the cones. In a second visit, September 1916, much thicker columns of steam were arising than in June, and the scorched and burned trees to the SE seemed to indicate a strong blast of hot gasses in the recent past. Cap. G. O. Fort, P. C., who visited the volcano and wrote the report of the second visit, says that the Moro name of the volcano "Palao Ragang" means the "mountain where smoke or fire rises."

Considering the different actual conditions of the Makaturing and of the Ragang one is inclined to believe that all the historic eruptions attributed to the former occurred in the latter. Writers give the years 1834, 1840, 1858, 1871 and 1873, but nearly all these dates are somewhat doubtful because of the lack of reliable particulars and of the fact that the writers are at variance about the same.

Of the eruption of 1840 Perry [4] says that about the 5th of April the boat "Niantie", sailing in the Sulu Sea sixty miles west of Mindanao, with NE wind received showers of ashes three or four times. At the same time a British steamer navigating about three hundred miles northwest of the "Niantie" received also on the same date, April 5th, similar showers of ashes. The prevailing winds in these seas in April are E and SE.

---

[4] Documents sur les tremblements de terre et les phenomenes volcaniques dans l'Archipiel des Philippines, par M. Allexis Perrey, Dijon, 1860.

International Seismological Centre

The eruption of 1858 is reported by Marcalli [5] who quotes Ferd. de Luca, and his "Sui tremouti." Mem. di Geografia Fisica, Napoli, 1859. This writer took the notice from Singapore publications. A. Perrey adds that it occurred on the 18th and 20th of February with earthquake shocks felt at Polloc.

Of the occurrence of the last eruption, 1873, we read in the domestic history of the Jesuit Mission of Polloc, and important Spanish naval station in the Illana Bay, some thirty kilometers south of Ragang Volcano:

January 16th; it is rumored that the volcano erupted at 3h a. m.

January 17th; yesterday a big column of smoke was seen towards the volcano. During the night different persons saw the eruption. At about 3h a. m. rumblings were heared, and flashes seen in the eruption.

January 22nd; yesterday at about noon greater rumblings with earth tremblings. At night flashes towards the volcano, and to-day great column of smoke.

January 24th; moros coming from the country say that the eruption took place in a new spot far from the old volcano (Makaturing); that four hundred moros were killed and five villages destroyed; but these last reports about victims and damages are contradicted by other Moros. From this volcano to the old there is a distance of two days walk (about thirty kilometers on the maps).

The Polloc diary says no more about the eruption, but later in April of the same year, it was reported that ashes fell in Dapitan, a hundred and fifty kilometers to the NW of the volcano across entirely Moro country. The occurrence of this last eruption seems indeed to be well established.

Calayo Volcano. This volcano reported for the first time by the writer in 1903 [6] was discovered by the Missionary Fr. E. Barrado, S. J. in 1891, on the banks of the Pulangui River. In the latest maps of Mindanao it is located at Lat. 7° 48′ N, 125° 08′ E, under the name of Masuan Volcano. It is small, and the sulphataric activity seems to have decreased in recent years when the region was completely explored and surveyed. No definite records of any eruption exist, excepting that the discoverer states that it had burst into eruption some four years before 1891.

Camiguin Volcano. On the north shore of Camiguin Island at 9° 15′ N, 124° 40′ E. The last eruption occurred through a lateral opening at the base of the old worn cone in April, 1871. At present there exists some sulphataric activity more visible on the old than in the new crater of 1871.[7] W. D. Smith got samples of lava and say to be grayish vesicular with numerous glassy feldspar and a few ferromagnesian phenocrysts. Other samples from ¿the old crater? are dense andesite.

VISAYAN ISLANDS

Canlaon or Malaspina Volcano. It is located in the northern part of Negros Island, at 10° 25′ N, 123° 03′ E. Recent eruptions of ashes occurred in 1866, 1893, 1902, 1904 and 1906.[8] Jagor classified this volcano as andesitic. There exist two craters close together; one to the south higher, small and active, and a second to the north much broader and older; the bottoms of each, from a recent Military Survey, are respectively at 2364 and 1697 meters altitude. The heaviest materials erupted by the active cone debouch inside of the older crater. W. D. Smith recently described it from notes by Chass S. Banks.[9]

---

[5] Volcani Attivi della Terra, G. Marcalli, Napoli, 1907.

[6] Volcanoes and Seismic Centers of the Philippine Archipelago, Bulletin 3, Census of the Philippine Islands, 1903.

[7] The Camiguin Volcano; W. B. Bulletin for July, 1902.

[8] W. B. Bulletin, January, 1902, January, 1906.

[9] "Sugar News", Vol. III, Nos. 10-11, 1922.

International Seismological Centre

LUZON ISLAND

Bulusan Volcano.—It rises in the southeast end of Luzon Island on San Bernardino Strait at 12° 47′ N, 124° 01′ E, and its height is about 1,400 meters. No historic records are to be found of any important eruption; for about four centuries it had been issuing forth at different epochs small jets of fumes out of crevasses around its weathered crater. It showed new increase of activity in January, 1916; since this date to the present day repeated spectacular eruptions of lava and ashes occurred. New lava pushed out in a nearly solid state filled the old crater resembling a big, black, rock pile.[10]

Mayon Volcano.—It rises at 13° 16′ N, 123° 39′ E, and to a height of 2421 meters in a most remarkably perfect conic form. Principal known eruptions occurred in 1766, 1814, 1853, 1887, 1892, 1893 [11] and 1897 .[12]

The Mayon eruptions are characterized by explosive ejections of ashes, sometimes in great quantities, previous to pourings of lava from the top crater and other openings on the sides. E. Abella y Casariego made a complete study of this volcano in 1884.[13] G. T. Adams and Wallace E. Pratt of the Bureau of Science studied it in a geologic reconnaissance of southeastern Luzon including the volcano and its region, and classified the lavas of this and Bulusan Volcano as bassalt andesite.[14]

Taal Volcano.—Probably the lowest in the world, it raises in the center of Lake Bombon, at 14° 02′ N, 120° 57′ E; the altitude of the lake is less than a meter above sea level and the highest wall of the crater about 300 meters. The last and perhaps the most deadly and yet the shortest eruption occurred in January, 1911. It consisted of a single terrific explosion or blast which annihilated everything around in a radius of several kilometers causing about 1,300 victims. At present, with the bottom of the crater filled up with water percolating through its walls from the encircling lake, it is apparently dormant. Other principal eruptions took place in 1707, 1716, 1731, 1749, 1754, 1808, 1874 and 1903.[15] J. Centeno made a complete study and survey of Taal Volcano in 1884;[16] in recent years and specially after the last eruption greater attention was paid to this volcano by different writers. R. F. Bacon in two different papers studied the lakes which occupied the bottom of the volcano, analyzing their waters and making observations about radioactivity.[17] J. T. Adams made a geological reconnaissance of the southwestern volcanic region of Luzon, which includes the Taal Volcano and extinct cones of Malaraya, Banahao and Maquiling, all of andesitic and bassaltic nature, and the extensive area of water laid tuff proceeding from the said volcanic centers. He devoted special attention to Taal Volcano.[18]

The writer published a report of the eruption of 1911, with historic information of previous eruptions.[19] A far more complete description was published by W. E. Pratt of the Bureau of Science.[20] Charles Martin, Photographer of the same Bureau, published also "Observations on the recent eruption of Taal Volcano"; paying his principal attention to the phenomena preceding the eruption on the previous

---

[10] W. B. Bulletin for December, 1916; January, 1919; July, 1922. The Phil. Journal of Science, Vol. XI, Sec. A, No. 5, 1916.

[11] Boletin del Observatorio, Febrero de 1892, Octubre de 1893 See also Cosmos, Vol. XXVII.

[12] La erupción del Volcán Mayon, by P. José Coronas, Manila, 1898.

[13] El Mayon o Volcán de Albay, Filipinas. Madrid, 1885.

[14] The Phil. Journal of Science, Vol. VI, Sec. A, No. 6, 1911.

[15] W. B. Bulletin, April, 1903.

[16] Estudio Geológico del Volcán de Taal, Madrid, 1885, por D. José Centeno.

[17] The Phil. Journal of Science, Vol. I, No. 4, 1906 and Vol. II, Sec. A, No. 2, 1907.

[18] The Phil. Journal of Science, Vol. V, Sec. A, No. 2, 1910.

[19] The eruption of Taal Volcano, January 30, 1911.

[20] The Phil. Journal of Science, Vol. VI, Sec. A, No. 2, 1911.

International Seismological Centre

day.[20] A. Cox analyzed the fine ejecta or ashes of the eruption in order to find the elements damaging the plants over which they fell.[20] He makes a comparison with the old ejecta forming the water laid tuff found at Guadalupe near Manila and Majaijai near Banahao extinct volcano, which he himself had tested years before as construction material.[21] Professor D. C. Worcester published in the National Geographic Magazine a description of the eruption of 1911 remarkable for the fine and numerous photographic illustrations.[22] Lately in 1917, G. W. Heise analyzed the waters of the crater-lake and compared the results with preceding analysis. Observations of radioactivity gave negative results.[23] Frank C. Gafes studied the redevelopment of vegetation after the 1911 eruption.[24]

The other three main volcanoes of the tuff region the Malaraya, Banahao and Maquiling have been dormant for centuries and their craters are thickly wooded and much deformed by erosion. The eruption reported from Banahao in 1730 is very doubtful; in our opinion the relations of old historians do not warrant it. More certainly it was an avalanche or flood from the broken crater similar to those occurred in 1743 and 1909.[25] Minor and subordinate craters scattered all through this region, which undoubtedly played their part in building up such an extensive tuff formation, can be counted by dozens. Several of them form at present beautiful crater-lakes of pure fresh water.

Camiguin Island Volcano, Babuyanes Islands.—It rises on the eastern side of Camiguin Island at 18° 53′ N, 121° 53′ E and retains sulphataric activity. Recently in 1911 the island was visited by Mr. Miller L. Merton of the Bureau of Science, who says: "The volcano, known by the natives as Dakelabai, rises at the extreme southeastern point of Camiguin. There are several places with an area of from 13 to 20 hectares on the southwestern slope of this mountain where there is not vegetation and where are many openings in the ground which emit sulphurous fumes".[26]

Didicas Rocks and Volcano.—These rocks are situated about 22 kilometers ENE of the northeast end of Camiguin Island at 19° 05′ N, 122° 09′ E. An eruption is reported as occurred in 1856, which continued in successive years building a cone about 200 meters high in 1860. In 1907 was visited by Prof. D. C. Worcester, who photographed and described what remains of the old cone saying: "We found that this volcano, which rose from the sea in 1856 and gradually increased in size until it attained a height of 200 meters, had completely disappeared. The Didicas rocks consist of three separate masses, two of which rise to a height of about 45 meters each and are quite sharply pointed, while the third mass is longer, lower, and runs to a narrow creast. There were signs of recent volcanic activity on the western side of this lower mass of rock. This third rock is partly made up of volcanic conglomerate."[27]

Claro Babuyan Volcano.—On the island of Babuyan, near the center at 19° 40′ N, 121° 56′ E. Since 1652 when Dominican Missionaries visited the island for the first time this volcano has been reported as active but precise dates of eruptions are rather unknown. The eruption of 1831 reported by F. J. Meyen[28] seems not sufficiently demonstrated. This author who visited the island, August 7th, 1831, says only that its inhabitants had recently to emigrate from the island forced by an erup-

[21] The Phil. Journal of Science, Vol. III, Sec. A, No. 5, 1908.
[22] Vol. XXII, No. 5, 1912.
[23] The Phil. Journal of Science, Vol. XII, Sec. A, No. 5, 1917.
[24] The Phil. Journal of Science, Vol. IX, Sec. C, No. 5, 1914.
[25] W. B. Bulletin for July, 1911.
[26] The Phil. Journal of Science, Vol. VI, Sec. D, No. 1, 1911.
[27] The Phil. Journal of Science, Vol. II, Sec. A, No. 5, 1907.
[28] "Reise um die Erde". Vol. II, Lib. V, Cap. XIV.

International Seismological Centre

tion, but this statement seems not sufficient to suppose an eruption in the same year. When about the year 1652 the Dominicans landed in the island found the natives terribly scared by recent eruptions yet it would not be logical to assign to that year an eruption. In 1907 Prof. D. C. Worcester took photographs which show two new recent craters. In 1917 W. D. Smith of the Bureau of Mines visited it and found convincing indications of recent outbursts. More recently, May 17th and 19th, 1918, Captain Roses of the interisland S. S. "Mauban", sailing close to the island saw the volcano in eruption.[29] West of the main volcano rises another remarkably well preserved cone called Smith Volcano, which has been active not long ago.

Quite a number of the Philippine volcanoes appearing in previous lists, as for instance, those published by Perrey, Becker, Marcalli and others, are extinct, very old volcanoes of the worn down stock type. Many do not present regular forms as the Iraya, Data, Mariveles, Butilao, Pico de Loro, Talim, Colasi, Malaraya, Iriga, Bacon, Cuernos de Negros, Cabalian, Biliran, Amandiuing, Sanguil and other similar mountains listed as volcanoes. Several retain yet partially regular conic forms, but with their craters more or less deeply breached like the Arayat, Maquiling, Banahao, Isarog, Matutum, Malindang, Bud-Daho and possibly others on Jolo Islands and elsewhere.

Much stress has been put by several writers to distribute the Philippine volcanoes into definite lines, a not very easy task if such lines must conform to the tectonic and structural trends and features of the Archipelago.

---

[29] Bull. Seism. Soc. A., Vol. IX, No. 2, 1919.

International Seismological Centre

VOLCANES ACTIVOS DE FILIPINAS

En el primer tomo del Censo de Filipinas de 1903 publicamos una descripción sumaria de los volcanes filipinos con relación a los focos sísmicos. Anteriormente en 1901 el Profesor, G. F. Becker, Geólogo del Geological Survey de los Estados Unidos, había reunido en un libro titulado, La Geología de Filipinas, toda la información y noticias publicadas sobre los volcanes. Desde que estos dos escritos vieron la luz pública han ocurrido nuevas erupciones y cambios de que hemos procurado dar cuenta en los Boletines del Observatorio; además se llevaron a cabo principalmente por los geólogos de la Oficina de Ciencias importantes estudios y observaciones acerca de ciertos volcanes. Una breve relación de su estado actual con referencia de los cambios y estudios recientes no dejará de ser útil tanto a los hombres de ciencia como al público en general. Seguiremos en esta relación el mismo orden de sur a norte como en la descripción de 1903. Los volcanes extinctos, muy antiguos y los de actividad histórica dudosa serán citados solo de paso, así que la lista publicada por diferentes autores quedará muy reducida. Daremos más importancia a las nuevas publicaciones que a las antiguas crónicas.

Acerca de la naturaleza de las rocas y lavas de los volcanes filipinos tanto antiguos como activos el Geólogo W. D. Smith decía en 1910: Las andesitas son sin duda las más comunes entre las rocas ígneas de Filipinas, predominando la variedad piroxénica. Después vienen las andesitas hornbléndicas. Las andesitas forman la parte más antigua de los volcanes, mientras que los basaltos constituyen corrientes posteriores.[1]

ISLA DE MINDANAO

Volcán Apo.—7° 30′ N, 125° 17′ E altura 2,912 metros.[2] Los recientes estudios de este volcán hecho por los geólogos de la Oficina de Ciencias modifican la idea que de él se tenía.[3] W. D. Smith dice: "El actual altísimo pico conocido con el nombre de Apo no fué el que arrojó la gran masa de lava y piedra que cubre toda la región. El cráter de explosión se hallaba unos ocho kilómetros más al NE." En otra parte añade: "El monte Apo es un grupo de picos; yo considero el llamado Apo como resultado de la erosión de un tronco de cono. La depresión circular que está cerca de su cima no es necesariamente un cráter; el centro principal del grupo se halla al nordeste. La roca que constituye la cumbre del Apo es una corriente de andesita porfírica mientras que la procedente del grande cráter del NE es andesita brecha. La actividad actual de este antiquísimo y deformado volcán se reduce a tres fumarolas a la altura de 2,120 metros, las cuales salen en una profunda grieta abierta a lo largo del lado sudeste del Apo. Encuéntrase otra a cosa de medio kilómetro más al oeste. Son todas muy pequeñas, sus orificios miden solo unos centímetros de diámetro; el vapor de agua y los gases sulfurosos se levantan a la altura de algunos metros con mucho ruido."

Pertenecen al grupo del Apo otros varios picos casi alineados de norte a sur en dirección a las islas Sarangani. El más prominente de estos conos es el Matutum,

[1] Véanse las notas del texto inglés.

International Seismological Centre

situado a unos setenta kilómetros al SSW del Apo; consta de un cono muy regular de 2,800 metros de altura. En 1911 el Comandante E. R. Heiberg, Gobernador de Cotabato, hizo una ascensión y encontró en la cima un cráter muy profundo pero abierto por tres barrancas. Ejemplares de roca recogidos a 2,000 metros de altura fueron clasificados por la Oficina de Ciencias como andesita. El Matutum es también un volcán muy antiguo, como lo significa su mismo nombre, que en lengua local significa *quemado* o *que ha ardido* y *no tiene más fuego.* Las noticias de erupciones históricas de este volcán deben por consiguiente tomarse con precaución. La cadena o serie volcánica Apo-Sarangani parece estar en línea con el grupo todavía activo de Sanguir, distante unos 200 kilómetros hacia el sur y separado de Mindanao por la parte nordeste del mar de Célebes.

Volcanes Makaturing y Ragang.—Este grupo de volcanes está situado al oeste del cuerpo principal de Mindanao al sur de la laguna de Lanao. En toda la región de esta laguna predominan los basaltos y otros productos volcánicos, mientras que hacia el este, como hace notar el geólogo W. D. Smith, se alzan "numerosos cráteres escalonados como si fueran altos hornos apagados." El Makaturing se halla a los 7° 36′ N y 124° 19′ E y se cuenta por muchos autores antiguos y modernos entre los volcanes todavía activos: cítanse varias erupciones, pero observaciones recientes hacen su actividad muy dudosa. Ningún explorador de alguna ciencia ha visitado este volcán; visto varias veces por Oficiales del Ejército desde distancias de 15 a 20 kilómetros parece estar completamente cubierto de densa vegetación, indicando su mucha edad y largo reposo.

Por otra parte con el descubrimiento hecho en junio de 1916, por el Teniente de la Constabularia, W. F. Donnell, de otro cono activo llamado Ragang, al esnordeste del Makaturing, pueden explicarse mejor las erupciones volcánicas observadas en esta región de Mindanao y atribuídas hasta ahora a este último. En el Boletín de diciembre de 1916 dimos cuenta del descubrimiento del Ragang y de su situación geográfica que es a los 7° 40′ N y 124° 29′ E. Ocupa el extremo nordeste de una serie de conos extinctos pero relativamente modernos. Su actual cráter consta de tres picos que forman un triángulo, con un grande hoyo o caldera en su centro: siendo probablemente los tres picos restos de un solo cono o cráter. Del hoyo central, aparentemente extincto en junio 1916, una corriente de lava solidificada sale en dirección al sudeste, la cual se extiende cosa de tres kilómetros. Alrededor de los tres conos o cráter se ven los productos de pasadas erupciones por orden de su tamaño, rocas y bombas, pedregal, arénas y cenizas hasta una gran distancia. Actualmente la actividad se muestra por numerosos chorros de vapores sulfurosos que salen de las caras interiores de los tres picos y a lo largo de la corriente de lava. El sitio de mayor actividad es una grande y profunda grieta que corta la cima de uno de los picos. En una segunda visita al volcán, en Septiembre de 1916, parecían levantarse mayores columnas de vapores y gases que en junio; además, las plantas y árboles chamuscados y quemados hacia el SE indicaban que recientemente había tenido lugar una explosión de gases candentes en esta dirección. El Capitán de la Constabularia G. O. Fort, que visitó el volcán y escribió el informe de la segunda excursión, hace notar que el nombre moro del volcán *Palao Ragang* significa *montaña donde sale humo o fuego.*

Considerando el estado presente tan diverso del Makaturing y del Ragang uno se inclina a creer que las erupciones históricas atribuídas al primero realmente ocurrieron en el segundo. Los escritores citan las recientes de los años 1834, 1840, 1858, 1871 y 1873, pero casi todas estas fechas son algo dudosas por no darse pormenores precisos del fenómeno, y existir discordancia en los años dados por diferentes escritores.

International Seismological Centre

De la erupción de 1840 Perrey [4] dice que "el cinco de abril el barco "Niantie" que navegaba en el mar de Joló a 60 millas al W de Mindanao recibió lluvias de ceniza tres o cuatro veces con vientos del NE. Al mismo tiempo un vapor inglés que se hallaba a unas trescientos millas al NW del "Niantie" recibió semejantes lluvias de ceniza en la misma fecha." Los vientos dominantes de abril en el mar de Joló, W de Mindanao, son del E y SE.

La erupción de 1858 la trae Marcalli [5] y cita a De Luca en "Sui tremuoti" Mem. di Geografia Fisica, Napoli, 1859. Este autor tomó la noticia de publicaciones de Singapur. Perrey añade que la erupción ocurrió el 18 y 20 de febrero con temblores de tierra sentidos en Polloc.

Sobre la última erupción de 1873 encontramos en el Diario de la Casa Misión de los PP. Jesuitas de Polloc, que era entonces una estación naval española en la Bahía Illana, a unos treinta kilómetros al sur del volcán Ragang, lo que sigue:

Enero 16: Hay rumores de que el volcán explotó a las tres de la madrugada.

Enero 17: Ayer se vió una grande columna de humo hacia el volcán. Durante la noche diferentes personas vieron la erupción. Hacia las tres de la madrugada se oyeron ruídos y vieron centellas en la erupción.

Enero 22: Ayer hacia el medio día se oyeron mayores ruídos, con tremores de tierra. Por la noche centellas hacia el volcán y hoy gran columna de humo.

Enero 24: Moros venidos de los pueblos dicen que la erupción ocurrió en un sitio lejano del antiguo volcán (Makaturing); que murieron cuatrocientos moros y cinco pueblos fueron destruídos; pero esto último lo niegan otros moros. Desde el nuevo volcán al antiguo hay dos días de camino (unos treinta kilómetros en los últimos mapas.)

No dice más de la erupción el diario de Polloc, pero después se escribió desde la Misión de Dapitan, que allí en abril habían caído cenizas procedentes de los montes del SE. Dapitan se halla a ciento cincuenta kilómetros a NW de los volcanes, intermediando terreno enteramente moro. La ocurrencia de esta erupción parece por consiguiente bien demostrada.

Volcán Calayo.—En 1903 [6] dimos por primera vez noticia de este volcán descubierto por el Misionero P. E. Barrado, S. J., en 1891 a la orilla del río Pulangui. En los más recientes mapas de Mindanao se le sitúa a los 7° 48′ N y 125° 08′ E con el nombre de volcán Masuan. Es pequeño y su actividad solfatárica parece haber disminuído estos últimos años en que la región ha sido más explorada. No existen más noticias de sus erupciones que la muy vaga dada por el descubridor cuando dice que había reventado unos cuatro años antes de 1891.

Volcán de Camiguín.—Situado en la playa norte de la isla de Camiguín a los 9° 15′ N y 124° 40′ E. La última erupción ocurrió en abril de 1871 abriéndose un boquete junto al pié de un antiguo cono muy deformado y levantándose poco a poco un cono cupuliforme de no mucha altura. Actualmente queda alguna actividad solfatárica tanto en el nuevo como en el antiguo cono.[7] Ejemplares de lava fueron clasificados por W. D. Smith como lava vesicular de color parduzco con numerosos feldespatos cristalinos y cristales ferromagnésicos. Otros ejemplares más antiguos (del antiguo cráter?) resultaron ser de andesita compacta.

ISLAS VISAYAS

Volcán Canlaon o Malaspina.—Está situado en la parte norte de la isla de Negros, a 10° 25′ N y 123° 03′ E. Las erupciones de cenizas más recientes tuvieron lugar en 1866, 1893, 1902, 1904 y 1906.[8] Jagor clasificó este volcán como andesítico. Existen en él dos cráteres; uno al sur muy alto, pequeño y activo y otro al norte mucho más

International Seismological Centre

extenso y antiguo: los fondos de cada uno están respectivamente a 2,364 y 1,697 metros de altura, según medidas hechas recientemente por Topógrafos Militares. Las lavas y los materiales más densos de las erupciones del cono alto se derraman dentro del antiguo cráter. W. D. Smith lo describió recientemente, valiéndose de unas notas de Chass. S. Banks.[9]

ISLA DE LUZÓN

Volcán Bulusan.—Levántase en el extremo sudeste de la isla de Luzón sobre el estrecho de San Bernardino a los 12° 47′ N y 124° 01′ E; su altura llega a 1,400 metros. No existe documento ni memoria histórica de sus erupciones antiguas; durante siglos se le vió en diferentes épocas con pequeños penachos blancos de vapores y gases alrededor de su deformado cráter. Dió señales de aumento extraordinario de actividad en enero de 1916 y desde entonces ocurrieron numerosas erupciones de lava y ceniza. La lava empujada hacia arriba en estado semi-sólido llenó gran parte del antiguo cráter semejando un gran montón de piedras negras.[10]

Volcán Mayon.—A los 13° 16′ N y 123° 39′ E se levanta a una altura de 2,421 metros formando un cono de los más regulares que existen. Sus principales erupciones históricas ocurrieron en 1766, 1814, 1853, 1887, 1892, 1893 [11] y 1897.[12]

Las erupciones del Mayon se distinguen por grandes ejecciones de cenizas, las cuales suelen preceder a la salida de la lava fluida por el cráter superior y algunas grietas existentes en los flancos. Abella y Casariego hizo un estudio completo de este volcán en 1884.[13] G. T. Adams y Wallace E. Pratt, geólogos de la Oficina de Ciencias, lo estudiaron en un reconocimiento geológico del sudeste de Luzón, fijándose principalmente en el volcán y sus cercanías. Clasificaron las lavas de éste y de otros conos allí existentes, incluyendo el volcán Bulusan, como basaltos y andesitas.[14]

Volcán de Taal.—Es probablemente el más bajo del globo; se levanta en el centro de una laguna, cuya altura sobre el nivel del mar llega apenas a un metro, en los 14° 02′ N y 120° 57′ E: el borde más alto del cráter llega a 300 metros. La última y tal vez la más corta y mortífera erupción ocurrió en enero de 1911. Prácticamente consistió en una terrífica explosión o descarga que destruyó absolutamente todo lo que encontró a su paso en un radio de varios kilómetros, causando unas 1,300 víctimas. Actualmente su cráter está convertido en un lago por el agua que de la laguna exterior se filtra a través de sus paredes. Otras erupciones memorables ocurrieron en 1707, 1716, 1731, 1749, 1754, 1808, 1874 y 1903.[15] El geólogo J. Centeno hizo en 1884 un estudio muy completo de este volcán.[16] Más recientemente, sobre todo después de la erupción de 1911, se ha puesto más atención en su estudio y observación por diferentes escritores. R. F. Bacon en dos diferentes ocasiones determinó la composición química del agua de las lagunillas del cráter e hizo observaciones sobre su radioactividad.[17] J. T. Adams publicó también un reconocimiento geológico de la región volcánica del sudoeste de Luzón, la cual incluye el volcán de Taal y los conos extinctos Malaraya, Banahao y Maquiling, todos de naturaleza basáltica y andesítica, y de la extensa superficie de toba volcánica procedente de estos volcanes. Pone especial atención en el estudio del activo Taal.[18]

El autor de estas líneas dió a la luz pública una relación de la erupción de 1911, con enumeración de las erupciones antiguas.[19] Otra más completa se imprimió también por el mismo tiempo escrita por el citado geológo W. E. Pratt.[20] Charles Martin, fotógrafo de la Oficina de Ciencias, publicó asímismo "Observaciones sobre la reciente erupción del volcán Taal" donde se fija principalmente en los fenómenos que la precedieron un día antes.[20] A. Cox de la misma Oficina analizó los productos o cenizas de la erupción, con el fin de descubrir los elementos que causaron daño a las plantas

International Seismological Centre

sobre que caían.[20] Hace ademas una comparación con las antiguas tobas de Guadalupe (cerca de Manila) y de Majaijai, en las vertientes del Banahao: años antes el mismo autor había estudiado las cualidades de estas mismas tobas como material de construcción.[21] El profesor Dean C. Worcester publicó asímismo en el *National Geographic Magazine* una descripción de la erupción, de mucho valor por el gran número de ilustraciones fotográficas.[22] Recientemente en 1917, G. W. Heise analizó las aguas del cráter del volcán comparando sus resultados con análisis precedentes. Las observaciones de radioactividad le dieron resultados casi negativos.[23] Frank C. Gates estudió la repoblación vegetal después de la erupción de 1911.[24]

Los otros tres volcanes de la región tobácea del sudoeste de Luzón, el Malaraya, Banahao y Maquiling ya citados, han estado inactivos durante muchos siglos y sus mismos cráteres ya muy deformados se hallan cubiertos de abundante y antigua vegetación tropical. Una erupción del Banahao, que según los Cronistas Franciscanos tuvo lugar en 1730, es muy dudosa. Mas ciertamente parece que se trata de un golpe de agua retenida accidentalmente en el cráter, por desprendimientos laterales, la cual al soltarse la presa se precipitó montaña abajo como una avalancha de piedras y fango, semejante a los casos que tuvieron lugar en 1743 y 1909.[25] Varios de los numerosos conos y cráteres secundarios de esta región volcánica están hoy convertidos en hermosos lagos circulares de agua dulce, cristalina y potable.

Volcán de Camiguín de las Islas Babuyanes.—Levántase al lado oriental de la isla de Camiguín a los 18° 53′ N y 121° 53′ E, y conserva alguna actividad solfatárica. Recientemente en 1911, la isla fué visitada por Mr. Miller L. Morton, de la Oficina de Ciencias, quien escribe lo que sigue: "El volcán, conocido por los naturales con el nombre de Dakelabai, se levanta en el extremo sudeste de la isla. Existen varios sitios en un área de 13 a 20 hectáreas de extensión sobre el flanco sudoeste del cono donde no crece vegetación alguna y por muchas aberturas salen vapores sulfurosos".[26]

Rocas y Volcán Didicas.—Estas rocas distan unos 22 kilómetros al esnordeste de la costa nordeste de Camiguín y están situadas a los 19° 05′ N y 122° 09′ E. Se cita una erupción de 1856 la cual, continuando en años sucesivos, formó un cono que en 1860 llegaba a 200 metros de altura. En 1907 el Profesor D. C. Worcester visitó dichas rocas, tomó fotografías y las describe así: "Encontramos que este volcán, el cual se levantó del mar en 1856 y creciendo gradualmente llegó a una altura de 200 metros había desaparecido por completo. Las rocas Didicas están hoy formadas por tres distintos peñones separados, dos de los cuales son puntiagudos y se levantan a unos 45 metros de de altura; el tercero es más bajo y prolongado con cresta estrecha. Existen indicios de reciente actividad volcánica al lado oeste de este tercer peñon, el cual en parte está formado de conglomerado volcánico.[27]

Volcán Claro Babuyan.—Levántase en la isla llamada Babuyan, la cual dá el nombre de Babuyanes al grupo, a los 19° 40′ N y 121° 26′ E. Desde 1652, cuando los Misioneros Dominicos visitaron por primera vez la Isla, se ha venido contando este volcán entre los activos, pero las fechas de las diversas erupciones son realmente desconocidas. No consideramos la de 1831 dada a conocer por F. J. Meyen [28] como mejor averiguada que otras. La razón es porque Meyen, quien navegada cerca de la isla en agosto de 1831, solamente dice que hacía poco sus habitantes se habían visto obligados a abandonarla a causa de una erupción, y esto no parece bastar para suponer una erupción el mismo año. Al visitar los Dominicos la isla allá por el citado año 1652 también encontraron a los habitantes muy temerosos a causa de recientes erupciones, sin que esto se creyese suficiente para señalar ninguna fecha. En 1907 el Prof. D. C. Worcester tomó fotografías del volcán en las que se distinguen dos nuevos cráteres. En 1917 lo visitó el geólogo W. D. Smith de la Oficina de Minas y encontró evidentes indicios de erup-

International Seismological Centre

ciones recientes. Más recientemente, los días 17 y 19 de mayo de 1918, el Capitán Rose del vapor interinsular "Mauban" en su viaje de ida y vuelta a las Batanes, pasando muy cerca de Babuyan, vió el volcán en erupción con grandes columnas de humo.[29] Al oeste del volcán ya conocido se levanta otro cono volcánico de reciente actividad al cual se ha dado el nombre de Volcán Smith.

Muchos de los volcanes filipinos que aparecen en listas anteriores, como por ejemplo las de Perrey, Becker, Marcalli y otros, son volcanes extinctos muy antiguos de tipo que podríamos llamar desgastado y deformado: de ellos unos apenas conservan la forma cónica como son el Iraya, Datá, Mariveles, Butilao, Pico de Loro, Talim Colasi, Malaraya, Iriga, Bacon, Cuernos de Negros, Biliran, Cabalian, Amandiuing Sanguil y otros. Varios en cambio la preservan aún pero con el cráter abierto por una o más brechas o cortaduras; a estos pertenecen el Arayat, Maquiling, Banahao Isarog, Matutum, Malindang, Bud Dajo y varios conos de la isla de Jolo y posiblemente de otras.

Mucho trabajo se han tomado diversos escritores para distribuir los volcanes filipinos en determinadas líneas, lo cual representa no fácil tarea si tales líneas han de coincidir con las direcciones tectónicas y estructurales del Archipiélago.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR MAY, 1922

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR MAY, 1922

By Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.,
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

1, 21h 18m 45s* [2, 5h 18m 45s]. W Luzon. Earthquake of intensity III, felt in Pangasinan Province and southern portion of Benguet and La Union.

3, 5h 35m [3, 13h 35m]. Cape Bojeador (NW Luzon). Earthquake of intensity III–IV. Seemingly it was an aftershock of the earthquake occurred on the last day of April.

3, 10h 45m [3, 18h 45m]. Tabaco (SE Luzon). Local shock of intensity III.

4, 5h 36m [4, 13h 36m]. Bacon (SE Luzon). Earthquake shock of intensity III.

5, 22h 43m 45s* [6, 6h 43m 45s]. SE Luzon. Earthquake of intensity III–IV, in the provinces of Albay and Sorsogon. The epicenter was located to the SW near Masbate.

6, 23h 55m [7, 7h 55m]. Cebu Island. Earthquake of intensity III, felt chiefly in the northern half of the island.

7, 9h 56m 37s* [7, 17h 56m 37s]. Samar Island. Earthquake of intensity IV, felt through the island; originated close to the eastern coast in the Pacific.

10, 15h 51m [10, 23h 51m]. Masbate Island. Earthquake shock of intensity III.

14, 14h 25m [14, 22h 25m]. Sinait (NW Luzon). Earthquake of intensity III, felt in the northern part of Ilocos Sur and southern of Ilocos Norte.

16, 8h 08m 14s* [16, 16h 08m 14s]. N Luzon. Earthquake of intensity III–IV, felt in the Provinces of Cagayan, Mountain, Ilocos Norte, and Ilocos Sur. Its origin lay in the NE part of China Sea. At Taihoku, Formosa, it was recorded four seconds earlier than at Manila. Recorded in the Far East and Europe.

20, 17h 11m 55s* [21, 1h 11m 55s]. Naga (SE Luzon). Earthquake of intensity III; perceptible also in the towns east of Isarog Volcano.

20, 17h 37m [21, 1h 37m]. E Mindanao. Earthquake of intensity III–IV, felt in the southern portion of the Agusan Valley. Origin probably within the valley.

24, 15h 44m 43s* [24, 23h 44m 43s]. Samar Island and NE Mindanao. Earthquake of intensity IV–V, felt through the Island of Samar and Surigao Peninsula and very lightly in Leyte, Bohol, and Cebu Islands. Originated in the Philippine Deep between parallels 10° and 11° N.

24, 18h 10m [25, 2h 10m]. Tacloban (NE Leyte). Local shock of intensity IV.

26, 15h 44m 43s* [26, 23h 44m 43s]. S Luzon. Earthquake of intensity III–IV, felt along the parallel 14° N, in the Provinces of Rizal (Manila), Laguna, and Tayabas. Originated to the east in the Lamon Bay.

28, 1h 04m [28, 11h 04m]. Guam (Mariana Islands). Earthquake shock of intensity III.

28, 13h 35m [28, 21h 35m]. Cotabato (SW Mindanao). Earthquake of intensity III.

29, 13h 45m [29, 21h 45m]. Guiuan (SE Samar). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

30, 5h 26m [30, 13h 26m]. Butuan (N Mindanao). Local shock of intensity II–III.

30, 16h 16m [31, 2h 16m]. Guam (Mariana Islands). Earthquake of intensity III.

30, 21h 59m [31, 5h 59m]. Boac (Marinduque Island). Local earthquake shock, intensity II–III.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. AN: T_o=6.25, ϵ=2.906, $\frac{r}{T_o^2}$=0.053, V=170; AE: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042, V=210. Alluvium. 2.40 meters above sea level)

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude.		Remarks.
						A_N μ	A_E μ	
				h. m. s.	s.			
128	1	I	e	11 04				Off eastern coast of Japan.
			F	25				
129	1	Iv	eP	21 18 45				Felt at Baguio and Dagupan (W Luzon).
			F	22				
130	2	Iv	eP	7 39 04				
			F	43				
131	2	IIr	eP	11 15 49				NE of New Guinea.
			L	19 40				
			M_E	20 04	10		123	
			M_N	20 37	10	94		
			F	12 22				
132	4	Iu	e	9 20 44				Kurile Islands.
			F	11 25				
133	5	I	e	0 27				
			F	58				
134	5	Iv	eP	1 03 24				
			F	08				
135	5	Ir	eP	14 49 00				
			L	52 37				
			F	15 23				
136	5	Iv	eP	21 41 45				End overtaken by following earthquake.
			L	42 07				
137	5	Iv	eP	21 43 46				
			F	47				
138	5	Iv	eP	22 43 45				
			F	50				
139	6	I	e	12 28 26				
			F	13 08				
140	6	I	e	16 52 15				
			F	17 06				
141	6	Iv	eP	21 21 00				
			F	30				
142	7	Iv	eP	3 56 10				
			F	59				
143	7	Iv	eP	9 56 37				Felt in Samar Island.
			L	57 27				
			M_N	57 49	7	65		
			F	10 14				
144	9	Iv	eP	9 55 07				
			F	58				
145	9	Ir	eP	13 23 43				
			L?	27 55				
			F	54				
146	9	IIr	e	13 55 41				S of Celebes.
			F	14 57				
147	9	Iv	eP	19 12 47				
			F	28				
148	10	Ir	e	9 25 20				
			F	48				
149	10	I	e	16 37				
			F	52				
150	11	I	e	9 25 27				
			F	10 31				
151	12	Iv	eP	8 42 27				
			F	55				

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_N μ	Remarks.
				m. s.	s.			
152	12	I	e	13 25				
			F	45				
153	12	I	e	18 49 25				End overtaken by following earthquake.
154	12	Iv	eP	20 04 00				
			F	23				
155	13	Iv	eP	13 25 50				
			F	33				
156	15	Iv	eP	2 25 29				
			F	36				
157	15	I	e	20 28 00				
			F	21 13				
158	16	Iv	eP	2 21 12				
			F	32				
159	16	IIIv	eP	8 08 14				Felt in northern part of Luzon. End overtaken by following earthquake. Origin NE China Sea.
			L	09 16				
			M_N	10 08	4	533		
			M_E	10 20	4		573	
160	16	Iv	eP	8 49 12				
			L	50 08				
			F	9 32				
161	18	I	e	0 02 10				
			F	17				
162	18	I	eP	13 14 55				N Celebes.
			F	50				
163	20	Iv	eP	17 11 55				Camarines.
			L	12 30				
			F	22				
164	20	Iv	eP	17 37 04				
			F	45				
165	21	Ir	eP	5 13 31				N Celebes.
			L	16 00				
			F	58				
166	22	Iv	eP	12 33 46				
			F	37				
167	22	I	e	18 07 00				Off E Formosa Island.
			F	19 10				
168	23	Iv	eP	13 40 18				
			F	42				
169	24	I	e	8 08 41				
			F	41				
170	24	Iv	eP	15 25 20				Felt in Samar and Cebu Islands and NE Mindanao. Origin Philippine Deep.
			L	26 42				
			M_E	27 27	7		50	
			F	45				
171	26	IId	eP	15 44 43				Southern Luzon.
			L	44 57				
			M_N	45 01	4	439		
			M_E	45 03	4		318	
			F	16 00				
172	27	Iv	eP	23 56 57				
			F	58				
173	29	Ir	e	20 30 13				
			L	32 55				
			F	47				
174	30	I	e	18 38 35				
			F	51				
175	31	Iv	eP	7 15 29				
			F	18				
176	31	Iv	eP	7 19 09				
			F	26				
177	31	Iv	eP	9 56 35				
			F	10 00				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

1, 21h 18m 45s* [2, 5h 18m 45s]. W de Luzón. Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la provincia de Pangasinán y en la parte sur de las de Benguet y La Unión.

3, 5h 35m [3, 13h 35m]. Cabo Bojeador (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Parece fué una réplica del ocurrido el 30 de abril.

3, 10h 45m [3, 18h 45m]. Tabaco (SE de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III.

4, 5h 36m [4, 13h 36m]. Bacon (SE de Luzón). Temblor local de intensidad III.

5, 22h 43m 45s* [6, 6h 43m 45s]. SE de Luzón. Temblor de tierra de intensidad III–IV. Sintióse en las provincias de Albay y Sorsogón. El epicentro se hallaba hacia el SW cerca de Masbate.

6, 23h 55m [7, 7h 55m]. Isla de Cebú. Temblor de tierra de intensidad III, sentido principalmente en la mitad norte de la isla.

7, 9h 56m 37s* [7, 17h 56m 37s]. Isla de Sámar. Temblor de tierra de intensidad IV, sentido en toda la isla; el origen se hallaba cerca de la costa oriental en el Pacífico.

10, 15h 51m [10, 23h 51m]. Isla de Masbate. Temblor de tierra de intensidad III.

14, 14h 25m [14, 22h 25m]. Sinait (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la parte N de Ilocos Sur y S de Ilocos Norte.

16, 8h 08m 14s* [16, 16h 08m 14s]. N de Luzón. Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en las provincias de Cagayán, Montañosa e Ilocos Norte y Sur. Su origen se hallaba en la parte NE del mar de la China. Registróse en Taihoku, Formosa, cuatro segundos antes que en Manila. Registrado en el Extremo Oriente y en Europa.

20, 17h 11m 55s* [21, 1h 11m 55s]. Naga (SE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. Perceptible también en los pueblos del E del Isarog.

20, 17h 37m [21, 1h 37m]. E de Mindanao. Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en la parte Sur del Valle del Agusan. Su origen al parecer estaba dentro del Valle.

24, 15h 44m 43s* [24, 23h 44m 43s]. Isla de Sámar y NE de Mindanao. Temblor de tierra de intensidad IV–V sentido en toda la isla de Sámar, en la península de Surigao y algo también en Leyte, Bohol y Cebú. Originado en el Abismo de Filipinas entre los paralelos 10° y 11° N.

24, 18h 10m [25, 2h 10m]. Tacloban (NE de Leyte). Temblor de tierra local de intensidad IV.

26, 15h 44m 43s* [26, 23h 44m 43s]. S de Luzón. Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido a lo largo del paralelo 14° N, en las provincias de Rizal (Manila), Laguna y Tayabas. Su epicentro se hallaba al E en el Pacífico en la Bahía de Lamon.

28, 1h 04m [28, 11h 04m]. Guam (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III.

28, 13h 35m [28, 21h 35m]. Cotabato (SW de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III.

29, 13h 45m [29, 21h 45m]. Guiuan (SE de Sámar). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan.

30, 5h 26m [30, 13h 26m]. Butúan (N de Mindanao). Temblor de tierra local, de intensidad II–III.

30, 16h 16m [31, 2h 16m]. Guam (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III.

30, 21h 59m [31, 5h 59m]. Boac (Isla de Marinduque). Temblor de tierra de intensidad II–III.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

SEISMOGRAPHIC RECORDS AT BUTUAN, NORTH OF MINDANAO, 1916-1921

In a note published in the Bulletin for May, 1916, the distribution was given of 905 shocks, mostly instrumental, recorded by a Wiechert seismograph set up at Butuan the previous year. Of 628 shocks originated within a radius of 500 kilometers from that Station, 75 per cent, that is 473, originated at a distance of less than 230 kilometers. The highest figures corresponding to distances between 90 and 140 kilometers showed the great influence of the Pacific Deep bordering the eastern coast of Mindanao.

The records of the last six years of seisms originated within the same radius confirm the above results and add interesting indication about the seismicity of the Agusan Valley. The radius of 500 kilometers was selected because it comprises nearly the whole island of Mindanao, most of the central portion of the Philippine Deep, the north and northeast part of Celebes Sea, and the Visayan Islands.

Particulars of these regions have been so frequently given in the Bulletins of the Observatory that a new description can be omitted here. They may be seen chiefly in the articles "Seismic Centers of Samar, Leyte and eastern Mindanao," Bulletin for August, 1910, and "The Relation of Seismic Disturbances in the Philippines to the Geologic Structure," The Philippine Journal of Science, Vol. VIII, No. 4, Sec. A.

The averages of seisms corresponding to distinct zones around the station show a constant increase from the locality to the zone ending at 50 kilometers; in fact the number of seisms originated in the second zone 20 to 50 kilometers is every year greater than the number of the first zone 0 to 20. The following zone 50 to 80 kilometers gives always the absolute minimum of seisms. Their number increases again in the following zones, 90 to 120, reaching frequently the absolute maximum in the zone 130 to 160. Numbers from zones comprised between 170 and 320 kilometers remain relatively high, but decrease rather rapidly from 330 to 380 kilometers. Seismic centers located beyond these last zones to 500 kilometers affect Butuan very irregularly. During the six years the annual number of seisms originated in this outer zone varied from 72 to 246, while in the inner zones yearly amounts oscilate within narrow limits, excepting in two or three cases due to numerous aftershocks from known epicenters after very strong earthquakes.

Examining the peculiar conditions of each zone, it is found that zone 0–20 kilometers, which gives an average of 66 shocks comprises the northern end of the Agusan Valley with the mouth of the great river. This area includes the whole deltic extension of the river forming an open low alluvial plain. To the SW rises a nearly isolated hill resembling a block mountain. Next zone to 50 kilometers extends northwards to Butuan Bay and northeastwards to Surigao Peninsula, while to the south comprises the portion of the river where it flows in a tortuous way between the heads of hilly ridges which in a nearly normal direction extend from the eastern and central cordilleras towards the valley. This zone has an average of 123 shocks, two times as many as the preceding. It is presumed that such an increase of shocks must be chiefly attributed to a shallow seismic center lying northwards in the said Butuan Bay, close to its eastern coast, or perhaps farther east in a geosynclinal or fault line indicated by the Mainit and other smaller lakes along the river emptying them, which runs in a

International Seismological Centre

N–S direction. In this center originate frequent strong shocks of very small extension and for this reason mention of it is often made in our Bulletins. In the articles quoted above this seismic center is classified as shallow, either volcanic or rockfall.

It is indeed surprising that the next zone, 60–80 kilometers, gives a constant absolute minimum of shocks. Yearly numbers vary between 21 in 1921 and 53 in 1917 and give an average of 34; such minimum is the most constant occurrence found of this investigation. This apparently stable zone comprises a portion of the central nearly flat and very wide part of the valley, a great extension of the eastern mountains to the north end of Surigao Peninsula, and westwards a portion of the central cordillera. As this zone includes the Surigao Peninsula, where from time to time violent shocks have been felt, such a minimum may indicate that their origin or epicenter lay not precisely within the said peninsula, as from scanty data was sometimes deduced, but to the east in the until recently unknown Philippine Deep.

The following zones 80–200 kilometers give the highest numbers of shocks but the absolute maximum occurs either in the zone 90–120 or in zone 130–160, the maximum average corresponding to the last. These two zones comprise the whole central part of the Philippine Deep, with its greatest depths; the central and southern part of the Agusan Valley, where seems to exist true tectonic earthquake centers, and a great extension of central Mindanao, in the Provinces of Bukidnon and Misamis. The physiography of the portion of the Agusan Valley presents within this zone every peculiar features. It widens extraordinarily forming an extensive and irregularly flat basin. Its declivity is almost insensible; the great river and its affluents flow through a net of channels intercommunicated like creeks in an stuary and form several permanent lakes. During the rainy season an unlimited extension is flooded, the tortuous and narrow bed of the river, north of this basin, being too small to drain the whole amount of water as it falls. It is believed that the great earthquakes of June 1893 and 1894 caused this portion of the valley to sink perceptibly, so much that some towns had to be transferred to higher places.

The writter of these lines reported such important event shortly after it occurred in the Monhtly Bulletins of the Manila Observatory for June, 1893 and 1894. In many posterior writings about the Philippines the same report has been repeated by other writers but no surveys of any kind were so far made to investigate the fact. The first report was based on information received by the author from the most educated persons then residing in that country. Certainly those fearful earthquakes originated within the limits of this part of the valley; such is the conclusion we drew again after a new revision of the original reports kept in the Observatory. A similar revision was necessary at present, after the discovery of the great Pacific Deep, because of several of the old earthquakes which affected this part of the valley it may be doubted now if they originated within its limits or in the Deep so close to it.

The great earthquake occured July, 1911, apparently originated also in this part of the valley not far from parallel 8° N. But it was of the same time felt eastwards as far as Pelew Islands, about 1,000 kilometers distant. That shows that the longer axis of the isoseisms was directed from W to E, isoseism III extending about 1,500 kilometers from western Mindanao to Pelew.[1] Such a fact seems to reveal a tectonic element in the same direction, difficult to understand with the N–S direction of the Agusan Valley and of the Pacific Deep geosynclinals, but the intervention of which perhaps would throw some light upon the anomalies in the shape of that central part of the valley near to the 8° parallel.

---

[1] See "The Earthquake of the Agusan Valley and eastern coast of Mindanao, July 12, 1911." Bulletin for July, 1911. The revised location of the epicenter is 8.° 6 N, 127° .3 E.

International Seismological Centre

Our purpose in mentioning these earthquakes is to show that within the valley originate tectonic earthquakes; consequently the opinion of Dr. H. Wisser of Java, expressed in a recent study "On the Distribution of Earthquakes in the Netherlands Eastern Indian Archipelago, 1909–1919," about the importance of the Agusan Valley as a seismic country, may be received relatively to the northern portion of the same but not to the central and southern part between about parallels 8° 30′ and 7° N.

Of the other zones under consideration, zones 210–330 kilometers maintain high numbers due principally to the Philippine Deep, while zones 330 to 380 give lower numbers.

Farther zones, 380 to 500 kilometers, give again greater number of shocks, mainly originated in the excessively unstable region of NE Celebes Sea.

Although the period under discussion is too short to draw any reliable conclusion, yet the agreement existing between the numbers of the different years seems to be worth notice; specially that the results correspond to what *a priori* could be expected.

Summary. 1. The great number of seismic disturbances, a monthly average of ninety, mostly instrumental, recorded at Butuan, N Mindanao, seem to originate preferently in determinate regions.

2. There exist four distinct seismic zones around the place at distances of 30 to 50 kilometers, 80 to 160, 270 to 320 and 380 to 500. These zones include respectively a shallow center in the Butuan Bay; the greatest and deepest portion of the Philippine Deep; the central and southern extension of the Agusan Valley; the northeast part of Celebes Sea, excessively unstable at this time, and its northern portion, south of Illana Bay, where is located also an unstable area.

3. A zone of minimum number of shocks or stable is found at a distance of 60 to 80 kilometers from Butuan, this zone embrances a good portion of the eastern and central cordilleras. In the central cordillera never has originated any macroseism as far as the records go.

When the geology of Mindanao will be more known, some seismic problems of this eastern region will receive easier solution.

International Seismological Centre

REGISTROS SÍSMICOS DE BUTÚAN, NORTE DE MINDANAO, 1916–1921

En una nota publicada en el Boletín de mayo de 1916 se presentó la distribución de los 903 sismos, instrumentales en su mayoría, registrados por un sismógrafo Wiechert montado allí en mayo de 1915. De 628 sismos originados dentro de un radio de 500 kilómetros el 75 por ciento, 473, tenían su origen a menos de 230, correspondiendo los números más altos a distancias superiores a 90 kilómetros; indicio claro de la influencia del abismo del Pacífico, que, como es sabido, bordea las costas orientales de la isla de Mindanao.

El examen minucioso de los sismos originados dentro del mismo radio en los últimos seis años casi completos de observación, confirma los resultados del primer año y presenta indicaciones interesantes sobre la sismicidad del valle Agusano. Se escogió esta área por encerrar casi por entero la isla de Mindanao, el abismo del Pácifico, excepto sus dos extremos N y S, y la parte norte y nordeste del Mar de Célebes.

No repetiremos aquí su descripción; tanto se ha tenido que hablar de estas regiones en los Boletines del Observatorio, que bastará hacer referencia a los artículos "Centros Sísmicos de Sámar, Leyte y parte E de Mindanao," Bulletin for August, 1910 y "The Relation of seismic disturbances in the Philippines, to the geologic structure," The Philippine Journal of Science, Vol. VIII, No. 4, Sec. A.

Los valores medios de los seis años de los sismos correspondientes a diferentes distancias, demuestran que el número de registros aumenta desde la localidad a los 50 kilómetros de distancia, dando la zona de 20 a 50 kilómetros constantemente mayor número que la primera de 0 a 20. La zona siguiente de 60 a 80 kilómetros presenta todos los años, y por consiguiente en el promedio, el mínimo absoluto de sismos. Vuelve a aumentar su número en la zona de 90 a 120 dando el máximo ésta o la siguiente comprendida entre 130 y 160 kilómetros. De los 170 kilómetros a 320 se conservan altas cifras pero bajan rápidamente de 330 a 380, mientras que el número correspondiente a mayores distancias aunque resulta relativamente grande en el promedio es sin embargo muy variable en los diferentes años. Basta decir que durante los seis años osciló entre 72 y 246, mientras que en las demás zonas, se conservan muy uniformes, excepto en dos o tres casos por razón de las numerosas réplicas originadas en determinados centros después de grandes terremotos.

Examinemos ahora las condiciones de cada zona. La primera de 20 kilómetros de radio, que da un promedio de 66 registros corresponde el sur de la bahía de Butúan y la parte norte del valle Agusano, que comprende la desembocadura y delta del gran río; terreno abierto y bajo de aluvión, en el cual se levanta al W un monte casi aislado que hace sospechar un bloque. La zona siguiente hasta 50 kilómetros se extiende por el N hacia la bahía y parte sur de la península de Surigao, mientras que por el sur comprende toda la parte angosta y tortuosa del valle y río Agusan, en donde éste serpentea por entre contrafuertes montañosos que de las cordilleras del E y del W se prolongan hacia el valle. Esta zona da un promedio de 123 registros, casi el doble de la anterior. Este aumento notable juzgamos que debe atribuirse principalmente a un centro situado dentro de la bahía de Butúan o en sus costas orientales; tal vez en el sinclinal o falla indicado por el lago de Mainit y otras lagunillas y el río que procedente de la primera corre hacia el

International Seismological Centre

sur. De este centro se hace frecuentemente mención en los Boletines. Suelen originarse temblores muy intensos y de reducidísima extensión. Véanse los artículos arriba citados donde clasificamos dicho centro como volcánico, o mejor tal vez de derrumbamiento, es decir, poco profundo.

Vengamos ya a la zona de 60 a 80 kilómetros que es la que nos da el mínimo absoluto de registros todos los años, siendo su promedio de solos 34 sismos, comprendido entre los extremos 21 en 1921 y 53 en 1917. Este mínimo puede considerarse como la ocurrencia más constante en todo este estudio. Dicha zona al parecer estable comprende parte del centro del valle Agusano, la principal porción de la Provincia de Surigao al NE, y por el NW, buena porción de la cordillera central hasta cerca de la isla volcánica de Camiguín; así que parece forzoso reconocer que los sismos que afectan estas regiones tienen su origen en los mares vecinos. Por manera que es dable sospechar que varios terremotos antiguos violentos sentidos en la península de Surigao se originaron fuera de ella en el mar, pero la escasez de datos hacía colocar sus orígenes dentro de la misma península.

Los números correspondientes a las zonas siguientes de 80 hasta 200 kilómetros son constantemente los más altos, si bien el máximo varía entre las dos zonas de 90 a 120 y de 130 a 160; correspondiendo a esta última el promedio mayor de los seis años. Dentro de estas zonas queda comprendida la parte central del abismo del Pacífico con sus mayores profundidades donde sin duda se originan la mayor parte de los sismos que afectan a la parte oriental de Mindanao. También comprende la parte del valle de Agusan en la que parece cierto se originan terremotos tectónicos. Su misma fisiografía resulta muy extraordinaria: se abre desmesuradamente formado más que valle una extensa planicie irregular rodeada de montañas: su declive casi insensible hace que los ríos se comuniquen entre sí formando una red a manera de estuario y que las aguas se detengan formando pantanos y lagunas; en épocas de muchas aguas se inundan grandes extensiones de terreno por no poderse desaguar rápidamente por el cauce estrecho y tortuoso de la parte norte del río. Se dijo en 1893 que con los terremotos occurridos en junio y repetidos el año siguiente en el mismo mes, gran parte de esta región había bajado sensiblemente de nivel, haciéndose necesario el traslado de varios pueblos, cuyo terreno quedó permanentemente anegado. Después se ha venido repitiendo la misma idea en escritos sobre Filipinas, sin que se hayan hecho investigaciones precisas.

El autor de estas líneas es precisamente quién publicó por primera vez la noticia en el Boletín del Observatorio correspondiente a dichos meses de junio y julio, fundado en los informes recibidos de las personas más ilustradas de aquella región. Ciertamente aquellos terremotos se originaron dentro de esta porción del valle; tal es la conclusión que resulta revisando las informaciones que entonces utilizaron conservadas en el Observatorio. Una revisión era necesaria después del descubrimiento del Abismo de Filipinas, puesto que de otros terremotos sentidos en la misma región puede dudarse si realmente se originaron en el valle, o en el cercano abismo submarino.

El gran terremoto ocurrido el 12 de julio de 1911 aparentemente tuvo su origen cerca del paralelo 8° N dentro del valle de Agusan, a lo menos en parte. Pues es el caso que se sintió tal vez con mayor intensidad en los pueblos de la costa y fué bien perceptible hacia el E hasta las Islas Palaos, que distan del valle Agusano cerca de 1,000 kilómetros. Según esto el eje de las isosismas se prolongaba principalmente de W a E, de tal manera que el de la isosisma III se extendía cerca de 1,500 kilómetros, desde el W de Mindanao hasta las islas Palaos.[1] Este hecho revelaría un elemento tectónico en esta dirección, el cual aunque es difícil de concebir con la existencia de los pliegues del abismo

[1] Véase el artículo "El terremoto de valle del río Agusan y de la costa oriental de Mindanao, 12 de Julio de 1911." Bulletin for July, 1911. Posteriormente se colocó el epicentro de este terremoto en 8° .6 N, 127° .3 E.

International Seismological Centre

del Pacífico y del valle Agusano, orientados casi de N a S, con todo su existencia podría dar la clave de la formación de la especie de hoya que constituye la parte central de dicho valle.

Nuestro intento al mencionar estos terremotos es demostrar que dentro del valle se originan verdaderos terremotos tectónicos y que por consiguiente la opinión del Dr. H. Wisser de Java, expresada en su reciente estudio sobre la distribución de los terremotos en la India Holandesa, acerca de la importancia del Valle de Agusan como región sísmica, puede aceptarse respecto de su parte norte pero no si se trata de su parte central y meridional, entre los alrededores de los paralelos 8° 30′ y 7° N.

También se conservan altas las cifras de los sismos originados entre 210 y 330 kilómetros de distancia, debido principalmente al abismo del Pacífico, pero a la distancia de 330 a 380 disminuyen notablemente.

A partir de los 380 kilómetros hasta los 500 vuelven a ser más numerosos los sismos, sin duda por comprender la región eminentemente inestable de la parte nordeste del mar de Célebes.

Aunque el período estudiado es muy corto para deducir consecuencia alguna bien fundada, sin embargo al notar la consonancia que existe entre unos años y otros, ha parecido conveniente darla a conocer. Sobretodo teniendo en cuenta que los resultados son precisamente los que *a priori* se podrían suponer.

Resumen: 1. El excesivo número de sismos, instrumentales en su mayoría, que se registran en la estación de Butúan, N de Mindanao, noventa mensuales por término medio, se originan principalmente en determinadas regiones.

2. Existen cuatro zonas sísmicas distintas alrededor de la estación: desde 30 a 50 kilómetros, de 90 a 160, de 270 a 320 y de 380 a 500. Estas cuatro zonas incluyen respectivamente, un centro poco profundo en la bahía de Butúan; la parte más profunda y escarpada del abismo de Filipinas y la parte sur del valle Agusano, y por último la parte NE del mar de Célebes, excesivamente inestable, y su parte norte frente a la bahía Illana, donde también existe una zona inestable.

3. Parece existir una zona estable entre 60 y 80 kilómetros de distancia de Butúan, la cual comprende buena porción de la parte norte de las cordilleras oriental y central de Mindanao. En la porción norte de la cordillera central comprendida dentro de ella no hay recuerdo de ningún terremoto intenso.

Cuando la geología de Mindanao sea mejor conocida tal vez se puedan resolver muchos problemas oscuros acerca de la sismología de esta región oriental.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR JUNE, 1922

202757

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR JUNE, 1922

By Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.,

Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

2, 20h 14m 10s* [3, 4h 14m 10s]. **E Mindanao.** Extensive earthquake of intensity IV–V. Its origin lay far off in the Pacific near the southern end of the Philippine Deep, towards the Talaut Islands. Recorded all over the globe. It was fairly felt along the E and SE coasts of Mindanao and inland to the center of the island; but it did not cause any alarm because of its slow ondulatory movements.

4, 16h 20m 22s* [5, 0h 20m 22s]. **NW Luzon.** Earthquake of intensity V–VI felt only through Ilocos Norte Province. The origin was located in the China Sea close to the NW end of Luzon. At 21h 26m 55s* [5, 5h 26m 55s] occurred a repetition of intensity V and nearly the same extension.

5, 9h 53m 47s* [5, 17h 53m 47s]. **SE Luzon.** Earthquake of intensity IV, felt in the Provinces of Albay and Sorsogon. Originated NE of the San Bernardino Strait.

8, 6h 04m [8, 14h 04m]. **Talacogon** (E Mindanao). Earthquake of intensity III; recorded at Butuan.

8, 21h 33m 48s* [9, 5h 33m 48s]. **Aparri** (NE Luzon). Earthquake of intensity III. The origin lay in the Pacific some distance NE of Aparri. Recorded at Zikawei.

11, 18h 36m [12, 2h 36m]. **Zamboanga** (W Mindanao). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan.

17, 9h 13m [17, 17h 13m]. **Legaspi** (SE Luzon). Local earthquake shock, intensity III, duration 4 seconds.

21, 4h 58m [21, 12h 58m]. **Jovellar** (SE Luzon). Local shock of intensity III.

24, 5h 45m [24, 13h 45m]. **Candon** (NW Luzon). Earthquake of intensity II–III.

24, 16h 29m 51s* [25, 0h 29m 51s]. **W Mindanao.** Earthquake of intensity VI–VII felt through west Mindanao comprising the Provinces of Zamboanga, Lanao, and Cotabato. Originated in the Celebes Sea, south of Illana Bay. Recorded through the Far East. The greatest intensity was experienced along the SW coast of Cotabato.

25, 8h 10m [25, 16h 10m]. **Ganassi** (N Mindanao). Local shock of intensity III.

27, 14h 32m 14s* [27, 22h 32m 14s]. **SE Mindanao.** Earthquake in the Davao Province, felt also in the southern portion of Surigao and Agusan Provinces and east Cotabato. Its intensity did nowhere exceed intensity IV. Somewhat distant origin to SE in the Pacific. Recorded all over the World. Some few stations noticed a light aftershock several minutes later.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismosgraphs at the Central Observatory whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

28, 21h 12m [29, 5h 12m]. **Cape Bojeador** (NW Luzon). Earthquake shock of intensity IV felt only in the northwest end of the island. Origin seemingly local.

29, 7h 40m [29, 15h 40m]. **Candon** (NW Luzon). Earthquake of intensity III. Origin in the China Sea, close to the Ilocos Sur coast.

29, 20h 55m 55s* [30, 4h 55m 55s]. **N Luzon.** Earthquake of intensity IV–V, felt through the northern provinces of Luzon above parallel 17° N. Origin in the China Sea to the NW. Recorded at Zikawei and Nagasaki. Possibly it lay far from NW Luzon.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

[Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. AN: T_o=6.25, ϵ=2.906, $\frac{r}{T_o^2}$=0.053, V=170; AE: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042, V=210. Alluvium. 2.40 meters above sea level]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. m. s.	*s.*			
178	1	IIv	eP	16 19 43				
			L	20 43				
			M_E	21 54	4		86	
			M_N	22 20	4	101		
			F	54				
179	2	Iv	eP	11 48 58				
			F	54				
180	2	Iv	eP	16 30 07				
			L	30 29				
			F	38				
181	2	IIIr	eP	20 14 10				Origin off SE Mindanao.
			S	16 45				
			L	18 05				
			M_N	18 35	10	936		
			M_E	18 40	10		768	
			F	22 42				
182	3	I	e	1 29 46				
			F	2 00				
183	3	I	e	5 03				Near Japan.
			F	31				
184	4	Iv	eP	12 23 09				
			F	29				
185	4	Iv	eP	16 20 22				NW Luzon. Origin NE China Sea.
			F	27				
186	4	Iv	eP	21 26 55				NW Luzon. Origin NE China Sea.
			F	32				
187	5	Iv	eP	9 53 47				Off SE Luzon.
			L	54 30				
			F	10 23				
188	5	I	e	14 11 00				Near Japan.
			F	15 02				
189	6	Iv	eP	2 35 27				
			F	39				
190	6	I	e	6 56				
			F	7 08				
191	6	I	e	11 05				
			F	19				
192	8	Iv	eP	21 33 48				Off NE Luzon.
			L	34 46				
			M_N	35 15	6	66		
			M_E	36 02	6		54	
			F	54				
193	12	I	e	5 09				Very distant earthquake,
			F	7 04				
194	12	Iv	eP	12 31 01				
			F	37				
195	17	Ir	eP	2 38 00				E of Gilolo.
			L?	40 48				
			F	3 57				

223
International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
196	17	Iv	eP	12 13 35				
			L	13 54				
			F	19				
197	18	Iv	eP	12 26 31				
			F	35				
198	19	Iv	eP	23 03 31				
			F	06				
199	22	Iv	eP	13 20 41				
			L	21 04				
			F	30				
200	24	Ir	eP	16 29 51				Origin Celebes Sea.
			S	31 38				
			L	32 03				
			M_N	32 36	7	40		
			M_E	33 34	7		47	
			F	17 18				
201	24	Iv	eP	18 28 33				
			F	31				
202	24	I	e	22 11				
			F	20				
203	24	Iv	eP	23 09 40				
			F	18				
204	26	Iv	eP	19 18 27				
			F	22				
205	26	Iv	eP	21 56 09				End overtaken by following earthquake.
206	26	Iv	eP	21 58 22				
			F	22 02				
207	27	IIIr	eP	14 32 14				Origin off SE Mindanao.
			S	35 10				
			L	36 06				
			M_N1	37 38	7	360		
			M_E1	38 19	9		308	
			M_N2	38 32	8	366		
			M_E2	39 52	9		306	
			F	16 22				
208	29	I	e	4 54 42				Near Japan.
			F	5 28				
209	29	Iv	eP	7 28 34				
			F	34				
210	29	IIv	eP	20 55 55				Felt in northern part of Luzon. Origin NE China Sea.
			L	57 12				
			M_N	57 19	7	657		
			M_E	57 28	6		679	
			F	22 02				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

2, 20h 14m 10s* [3, 4h 14m 10s]. **E de Mindanao.** Temblor de tierra de grande extensión y de intensidad IV–V. Su origen se hallaba algo lejos en el Pacífico cerca de la parte Sur del Abismo de Filipinas, hacia el grupo de Talaut. Registrado en todo el Globo. Aunque se sintió bien en todas las costas orientales y del sudeste de Mindanao, y en el interior hasta el centro de la isla, no llamó mucho la atención, por ser de movimientos ondulatorios lentos.

4, 16h 20m 22s* [5, 0h 20m 22s]. **NW de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad V–VI, sentido solamente en la Provincia de Ilocos Norte. Su epicentro se hallaba en el mar pero muy cerca del extremo NW de la isla. Repitió con intensidad V a 21h 26m 55s* [5, 5h 26m 55s] y tuvo casi la misma extensión.

5, 9h 53m 47s* [5, 17h 53m 47s]. **SE de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV. sentido en las Provincias de Albay y Sorsogón. Originado en la parte NE del Estrecho de San Bernardino.

8, 6h 04m [8, 14h 04m]. **Talacogon** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan.

8, 21h 33m 48s* [9, 5h 33m 48s]. **Aparri** (NE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. El origen de este temblor se hallaba algo lejos en el mar Pacífico, probablemente hacia el NE de Aparri. Registrado en Zikawei.

11, 18h 36m [12, 2h 36m]. **Zamboanga** (W de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan.

17, 9h 13m [17, 17h 13m]. **Legaspi** (SE de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III, duración 4 segundos.

21, 4h 58m [21, 12h 58m]. **Jovellar** (SE de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III.

24, 5h 45m [24, 13h 45m]. **Candón** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad II–III.

24, 16h 29m 51s* [25, 0h 29m 51s]. **W de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad VI–VII, sentido en la parte occidental de Mindanao comprendida por las Provincias de Cotabato, Lánao y Zamboanga. El epicentro se hallaba en el mar de Célebes al Sur de la Bahía Illana de Mindanao. Registrado en todo el Extremo Oriente. Su máxima intensidad en la Isla se experimentó en la parte SW de la Provincia de Cotabato.

25, 8h 10m [25, 16h 10m]. **Ganassi** (N de Mindanao). Choque local de intensidad III.

27, 14h 32m 14s* [27, 22h 32m 14s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra sentido en la Provincia de Dávao, parte Sur de las de Surigao y Agusan y Este de la de Cotabato. Su intensidad no pasó en ninguna parte de IV. El origen se hallaba en el Pacífico, algo lejos hacia el SE. Registróse en todo el Globo. En algunas estaciones se notó una ligera réplica pocos minutos después.

28, 21h 12m [29, 5h 12m]. **Cabo Bojeádor** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad IV, sentido tan solo en el extremo noroeste de la Isla. Origen al parecer local.

29, 7h 40m [29, 15h 40m]. **Candón** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. Su origen se hallaba en el Mar de la China cerca de las costas de Ilocos Sur.

29, 20h 55m 55s* [30, 4h 55m 55s]. **N de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en todas las provincias del N de Luzón a partir del paralelo 17° N. Su origen se hallaba sin duda en el Mar de la China hacia el NW de Luzón. Solo parece se registró en Zikawei y en Nagasaki. El epicentro estaba algo lejos del extremo NW de la isla.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

RECENT ERUPTIONS OF BULUSAN VOLCANO, 1919–1922

In the Bulletins of December 1916 and January 1919 short reports were published respectively of the new awakening of Bulusan Volcano, January 1916, and its main eruptive period, November and December 1918, January to May 1919. This note reviews the small eruptions which have since occurred to the present year.

From May 1919 to May 1922 a total of seventeen eruptions were witnessed. All of them of short duration, usually from fifteen to thirty minutes. Similar conditions accompanied them; sudden rising of a blackish column of vapors and ashes, with fairly audible detonations, followed by the fall of some ashes or rather fine whitish sand on the adjoining country towards which the prevailing wind carried the eruption cloud.

Seldom any incandescence and fall of red-hot stones, as described in the note of 1919, were seen during these last years. The strong continuous jets of white vapor issuing from several vents on the top of the volcano and along its western crack did not show great variations. Apparently their pressure decreased somewhat on the top while it increased along the crack.

The greatest of the eruptions of this period occurred on the 30th of December 1921, between four and five o'clock in the afternoon. Detonations sounded louder than usually, and some incandescence at the foot of the eruptive column, as well as ejected stones striking together and falling again into the crater were observed. An hour later everything was calm, only remaining in the crater stronger white jets of steam; the region more affected was seen covered by an irregular veil of mist very similar to drizzle, as it occurs on the hillsides and valleys after rainfall. The writer witnessed such appearance of the sky after an eruption and hardly could be persuaded that it was not drizzling in the lower approaches of the volcano. This appearance very probably must be attributed to the water vapor of the eruption. It seems that in this instance it was not the effect of fine dust floating in the air, because no trace of it could be found on the polished surfaces of furniture nor any sensation of it was felt in the eyes and other sensorial organs.

Of the total number of eruptions of these years under review two correspond to June–December of 1919, one to the year 1920, nine to 1921 and five to 1922. Their monthly distribution is the following: three in January, two in February, none in March, April and May, one in each of the months, June, July and August, three in September, none in October and three in each month of November and December. Decidedly there exists a preference for the two first and the two last months of the year, precisely during the rainy months of that region.

To the very first eruption, January 1916, had preceded one of the most rainy seasons; but the subsequent rainy seasons accompanying the two active periods of 1918–19 and 1921–22 were rather of deficiency. The wet season of November, December 1916, January, February 1917, was the richest rainy period occurred in the last twenty years; but during it the volcanic activity remained very low in comparison with the above said three active periods. Such a prevailing coincidence of the eruptions of Bulusan Volcano with the rainy season is certainly striking; although it lacks constancy.

The first outbursts of 1916 can be attributed to the preceding heavy rains but in our opinion as a determinative or starting cause only. In fact, Mr. Goldsberry, Geologist

International Seismological Centre

of the Bureau of Science, who was sent to the volcano, and examined the recently ejected material, gave great weight to the rain water because he found that the ashy ejecta were derived from the old crater walls, not from molten lava by explosion of the enclosed gases.[1] Surely it helped much also the extraordinary low pressure prevailing during that rainy season. But these two exterior factors could only advance the explosions; the true cause was a newly rising column of lava manifested during several previous years by the appearance of new jets of gases around the crater, finding their way out between its solid walls and the material filling its bottom.

As soon as the lava column reached the opening of the crater, as it had undoubtedly reached in the eruptions of 1918–1919, the rains did not act any more as starting factors. Then the outbursts were started by sudden increases of the interior pressure causing upward intermittent pushes of the lavic column.

That the lava reached the top of the volcano it has been doubted by some, but we are convinced of it. It did not reach in a really molten state, the interior pressure not being sufficient to push it so suddenly as to not leave time to harden due the inmense loss of temperature at the top. Rather it was reaching the mouth hardened already but very hot and incandescent, as shown by the red hot rocks falling down the SSW ravine at more or less frequent intervals during the day and night, and the piling up in the shallow crater of new black rocky material never seen before the recent eruptions.

Such a heap, as observed from a distance, extended northwards and northwestwards from the interior southern edge of the crater. In the breach forming the head of the SSW ravine it accumulated as a nearly vertical wall. The base of this wall was seen constantly red during the night and of a whitish yellow color during the day. From this spot dropped the stones red-hot at night and black but smoking during the day, they detonated while rolling down along the ravine and breaking into small pieces. The ascensional movement of the lava column was very little because never the material dropped in great volumes at one time, while the falls occurred at irregular intervals never shorter, during the days of greatest activity, than thirty minutes. The emission of lava in the last eruptions of Bulusan Volcano seems to be similar to that occurred in Camiguin Volcano in the year 1871. After months of continuous strong local shocks, due to the pressure of the lava to open its way out, there took place a short fearful blast of gases which, as it is reported, set in fire the forest. To the blast followed a continuous flow of hardened lava similar to a growing up mount of rocks. Molten lava was not to be seen anywhere, but while the steaming pile of rocks was growing up quietly but perceptibly, the interior at night could be seen glowing red. In such state it continued for years rising until it formed the actual broad cone, about 300 meters high, which stands partially on the old beach and partially in the sea.

Taking into consideration the formation of the new volcanic cone of Camiguin in 1871, as soon as the eruptive character of the Bulusan Volcano was observed any big and dangerous eruption was deemed not probable. Indications showed that the interior pressure was small, and sufficient relief existed through the open vent. The nearly total absence of local shocks was leading to the same conclusion.[2] Since the first eruptions six years have elapsed without any extraordinary occurrence and moreover the frequency and intensity of small eruptions tends to diminish.

---

[1] "The Philippine Journal of Science" Section A, Vol. XI, No. 5.

[2] A seismograph located close to the base of the volcano, was disturbed only at the moment of each eruption, but none of such disturbances was *perceptible*.

International Seismological Centre

RECIENTES ERUPCIONES DEL VOLCÁN BULUSAN, 1919–1922

En los Boletines correspondientes a diciembre de 1916 y enero de 1919 se dió cuenta del inesperado despertar de este volcán en enero de 1916, y del principal período eruptivo que se manifestó en los meses de noviembre y diciembre de 1918, enero a mayo de 1919. En esta breve nota resumiremos las pequeñas erupciones que se han ido repitiendo a largos intervalos hasta el presente año.

Desde mayo de 1919 hasta fines de mayo 1922 ocurrieron un total de 17 erupciones; todas de corta duración, generalmente de quince a treinta minutos. Los caracteres siempre semejantes; súbita ejección de una columna de humo negro, acompañada de detonaciones y después caída de alguna ceniza, compuesta de granos muy pequeños semejando finísima arena, sobre las regiones situadas hacia adonde el viento reinante se dirigía. Incandescencia en la cúspide del volcán y deslizamiento de piedras incandescentes por la barranca del SSW, semejantes a las descritas en la nota de enero de 1919, se observaron raras veces en estos últimos tres años. Los penachos de vapores blancos constantemente visibles sobre la cúspide del volcán y a lo largo de la inmensa grieta que se abre al oeste han continuado y continúan casi con la misma intensidad y saliendo con igual fuerza. Puede sin embargo decirse que ésta disminuyó algo en la cúspide y por el contrario aumentó en la grieta.

La más intensa de todas las explosiones de este período ocurrió el 30 de diciembre de 1921, entre cuatro y cinco de la tarde. Las detonaciones fueron mucho más ruidosas que de ordinario; al principio vióse alguna incandescencia al pié o arranque del nubarrón y se pudieron distinguir piedras lanzadas al aire y chocando unas con otras, las cuales volvían a caer dentro del cráter. A la media hora sin embargo, solo subsistían los constantes chorros de vapor blanco y caía alguna ceniza alrededor del cono; quedando después toda la región del volcán cubierta de neblina, cual suele observarse en los montes y valles en día nublado y después de haber llovido. Esta neblina persiste muchas horas, cuando las erupciones occurren por la tarde y el cielo permanece cubierto. El autor de esta nota cuando en mayo de 1919 presenció de cerca una de estas erupciones no podía persuadirse una hora después de que no estuviera lloviznando en los valles y collados del oeste del volcán. Este fenómeno debe ser sin duda efecto de la difusión y condensación del vapor de agua de la erupción. No parece causado por el polvo, puesto que una vez cesa la lluvia de arenillas, cesa también muy pronto la deposición de toda clase de polvillo, el cual se haría ciertamente visible sobre las mesas y otros muebles de superficie lisa y hasta causaría perceptible molestia en los ojos y otros órganos.

Del total de 17 erupciones occurridas en estos años corresponden 2 al año 1919, desde junio a diciembre, 1 al año 1920, 9 al 1921 y 5 al último de 1922. Su distribución mensual es como sigue: 3 en enero, 2 en febrero, 0 en marzo, abril y mayo, 1 en cada uno de los meses de junio, julio y agosto, 3 en septiembre, 0 en octubre y 3 en cada uno de los meses de noviembre y diciembre. Decididamente ocurren con preferencia durante los dos últimos y los dos primeros meses del año, es decir; en la estación de lluvias.

Al despertar el volcán en febrero de 1916 había precedido una estación de lluvias de las más copiosas, pero no sucedió lo mismo en los siguientes períodos eruptivos de

International Seismological Centre

1918–1919 y de 1921–1922. A esto debe añadirse el hecho singular de que el período más lluvioso de los últimos 20 años fué en aquella región el comprendido por los meses de noviembre y diciembre de 1916, enero y febrero de 1917, sin que la actividad volcánica sufriese aumento comparable con los otros tres períodos citados. Por consiguiente aunque es muy digna de atención semejante coincidencia de los períodos eruptivos con las estaciones lluviosas, la influencia de estas últimas no es ciertamente constante.

Las primeras erupciones de 1916 podrán tal vez atribuirse a las excesivas lluvias de aquel año, como las atribuyó el Geólogo de la Oficina de Ciencias, Mr. J. P. Goldsberry, quien examinó el material de las explosiones, consistente en antiguos materiales arrancados del fondo y de las paredes del cráter y no procedentes de lava reciente mediante la explosión de gases interiores. También pudo ayudar la extraordinaria baja presión que las acompañó. Las lluvias sin embargo, así como la baja presión, no pudieron ser más que causa determinante, que adelantó tal vez las explosiones. La verdadera causa era la nueva subida de lava por la antigua chimenea; subida que ya desde algunos años se manifestaba por nuevos chorros de vapor que aparecían en el cráter y a su alrededor, entre el material suelto que lo rellenaba y sus paredes sólidas. Una vez la lava llegó a la boca como indudablemente había llegado en las erupciones de 1918 y 1919, ya no eran las lluvias las que determinaban las explosiones sino aumentos súbitos de presión interior y consiguientes empujes de la columna lávica, influyendo tan solo muy accidentalmente las aguas llovedizas.

Se ha dudado por algunos si realmente la columna de lava llegó a la boca del volcán, mas nosotros estamos convencidos de ello. No llegó ciertamente en estado fluyente, puesto que ningún derrame se observó; faltando sin duda presión interior para empujar súbitamente la materia fundida hasta el orificio sin suficiente tiempo de endurecerse a causa de la inmensa pérdida de calor que sufría al acercarse al exterior. Más bien parece que al aparecer en la boca estaba ya solidificada pero candente aún. La incandescencia que se veía muchas veces por la noche en lo alto de la barranca del SSW, dentro de la brecha o corte por el que sale del cráter, y las piedras asímismo candentes que a ratos se desprendían, parece que no indicaban otra cosa. El cráter propiamente dicho, no muy profundo, irregular y abierto por el W y SSW, se fué llenando de pedregal negro y humeante formando pilas alargadas que confluían hacia el extremo sur donde se halla la chimenea principal; este material acumulado formaba en la abertura de la barranca del SSW una pared casi vertical, cuya base, roja de noche, aparecía de día de color blanco amarillento. De esta pared se desprendían las citadas piedras candentes, las cuales detonaban al saltar barranco abajo, partiéndose en menudos pedazos. De día se veían de color negro pero humeantes. El ascenso de la columna de lava sería casi constante en la época de mayor actividad, pero sumamente lento, puesto que siempre era muy poco el material que se precipitaba por la barranca, y los intervalos irregulares, aun en los días de mayor actividad, raras veces bajaban de 30 minutos.

Se nos figura que las recientes erupciones lávicas del Bulusan tienen alguna semejanza a la del volcán de Camiguín (N de Mindanao) de 1871. En éste, después de meses de continuos temblores de tierra, debidos al empuje interior de la lava para abrirse camino, ocurrió una grande explosión junto a la base del antiguo cono volcánico y cerca de la misma playa del mar. Con esta explosión se abrió un boquete por el que durante algunos años fué saliendo la lava, visible tan sólo por el cono de piedras candentes que se fué formando, hasta llegar a unos 300 metros de altura. Por muchos años estuvo creciendo y emitiendo vapores y por la noche podía distinguirse incandescencia en

International Seismological Centre

el interior del montón de piedras. Corriente de lava flúida no se vió, ni ocurrieron más explosiones que la primera al abrirse camino al exterior la columna lávica ascendente.

Teniendo presente este caso del volcán de Camiguín, en cuanto se observó de cerca el funcionamiento del Bulusan, se creyó que no era de temer, si no cambiaban las circunstancias, ninguna erupción extraordinaria y peligrosa. Existían indicios claros de que la presión interior no era muy grande, desahogándose suficientemente por la boca ya abierta; lo mismo persuadía la falta de temblores locales.[1] Han transcurrido en efecto seis años sin suceder nada extraordinario, notándose más bien tendencia a disminuir la fuerza y frecuencia de las pequeñas erupciones.

---

[1] Solamente en el momento de las mayores explosiones un sismógrafo colocado en Irosin cerca del pié del volcán registró el choque de las mismas. No consta que ninguno de estos choques fuese perceptible.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR JULY, 1922

204712

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR JULY, 1922

By Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.

Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

1, $20^h\ 13^m\ 44^s$* [2, $4^h\ 13^m\ 44^s$]. **Laoag** (NW Luzon). Earthquake of intensity III. Origin towards the same place of the preceding earthquake, June 29th, in the China Sea about 600 kilometers from Manila.

13, $2^h\ 30^m$ [13, $10^h\ 30^m$]. **Irosin** (SE Luzon). Local shock of intensity III.

13, $5^h\ 00^m\ 06^s$* [13, $13^h\ 00^m\ 06^s$]. **SE Mindanao.** Extensive earthquake, originated far away towards Moluccas Islands. Its intensity reached grade IV–V in the Provinces of Cotabato and Davao. It was also fairly felt through the Agusan, Bukidnon, Lanao and Zamboanga Provinces. Recorded over the world.

Fifteen minutes later occurred a second earthquake of much less intensity, but noticed through the same area in Mindanao. In the records of the Observatories, this second shock does not appear as a distinct one, it being included in the long record of the preceding. Probably it was a repetition originated in the same hypocenter.

16, $23^h\ 11^m\ 13^s$* [17, $7^h\ 11^m\ 13^s$]. **W Luzon.**—Earthquake of intensity III–IV, felt in the Benguet Subprovince.

17, $21^h\ 17^m\ 07^s$* [18, $5^h\ 17^m\ 07^s$]. **Panay and Cuyo Islands.** Earthquake of intensity V, felt through Cuyo Island, western and southern portion of Panay. Origin in the northern Sulu Sea.

19, $16^h\ 33^m\ 07^s$* [20, $0^h\ 33^m\ 07^s$]. **Catbalogan** (W Samar). Earthquake of intensity III. This earthquake must have been perceptible through the island of Samar, but because of the inopportune hour only one observer reported it. Its origin was located in the Pacific some distance from Samar coast. Recorded by seismographs in the Philippines and Zikawei, China.

21, $22^h\ 50^m$ [22, $6^h\ 50^m$]. **Central Mindanao.** Earthquake of intensity III felt in the Provinces of Cotabato and Bukidnon; origin within the same region.

25, $13^h\ 28^m\ 37^s$* [25, $21^h\ 28^m\ 37^s$]. **Central Mindanao.** Earthquake of intensity IV–V, originated apparently in the same region of the preceding one but felt at greater distances northwards and northeastwards in the Provinces of Agusan, Lanao and Cagayan. Butuan's record places its origin towards the northern limits of Cotabato Province.

26, $22^h\ 18^m\ 24^s$* [27, $6^h\ 18^m\ 24^s$]. **Cebu Island.** Earthquake of intensity III. The records of Manila place the origin far from Cebu to the NW, near S Masbate.

28, $6^h\ 50^m$ [28, $14^h\ 50^m$]. **Irosin** (SE Luzon). Local shock of intensity III.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterick (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0^h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

28, 7h 32m 35s* [28, 15h 32m 35s]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III, felt in Davao Province, distant origin to the south. In a Seismological Bulletin of Batavia it is stated that it was also felt in Sanguir Island, where six hours later, 21h 28m occurred an aftershock, not felt in Mindanao.

28, 18h 53m 43s* [29, 2h 53m 43s]. **W Luzon.** Earthquake of intensity IV, felt in western Luzon between parallels 14° and 17° N. Origin in the China Sea, near parallel 16° N some distance from the coast.

31, 6h 05m [31, 16h 05m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake shock of intensity II–III.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.906, $\frac{r}{T_o^2}$=0.052, V=170; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042, V=210. Alluvium. 2.40 meters above sea level)

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
211	1	Iv	eP	2 21 25				
			F	25				
212	1	Iv	eP	20 13 44				Felt at Laoag (NW Luzon). Origin NE China Sea.
			L	14 53				
			F	25				
213	2	Ir	e	13 32 04				End overtaken by following earthquake. Near Formosa.
			L	34 21				
			M_N	34 25	7	36		
			M_E	34 42	8		30	
214	2	Iu	e?	13 47 36				Aleutian Islands.
			L?	14 11 15				
			M_N	11 32	22	10		
			M_E	12 08	20		7	
			F	15 47				
215	3	I	e	5 39 39				
			F	6 41				
216	3	Iv	eP	13 45 00				
			L	46 07				
			F	14 06				
217	5	Iv	eP	14 48 51				From Omori's seismograph.
			F	59				
218	8	Iv	eP	21 24 34				From Omori's seismograph.
			F	28				
219	9	Ir	eP	9 43 02				
			L	45 31				
			F	10 17				
220	10	I	e	10 02 37				
			F	39				
221	11	Ir	e	14 18 00				Near Japan.
			L?	22 48				
			F	15 08				
222	12	Iv	eP	19 52 47				
			F	55				
223	13	IIIr	eP	5 00 06				Origin off S Mindanao.
			S	03 56				
			L	05 36				
			M_E	06 10	8		440	
			M_N	06 28	9	631		
			F	6 48				
224	13	I	e	10 51 14				
			F	11 18				
225	13	Iv	eP	13 47 56				
			F	56				
226	13	Iv	eP	21 12 30				
			F	42				
227	14	I	e	3 32 50				
			F	4 00				

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
228	14	I	e	9 27				
			F	42				
229	16	Iv	eP	23 11 13				Felt in Benguet Subprovince. From Vicentini's seismograph.
			F	15				
230	17	Iv	eP	4 05 40				
			F	12				
231	17	IIv	eP	21 17 07				Felt in southwestern part of Panay and in Cuyo Islands. Origin northern part of Sulu Sea.
			L	17 57				
			M_N	19 14	7	204		
			M_E	19 40	7		217	
			F	22 04				
232	18	Ir	eP	22 15 46				
			L	18 27				
			F	34				
233	19	Ir	eP	12 57 17				Off E Formosa.
			L	59 24				
			F	14 11				
234	19	IIv	eP	16 33 07				Felt at Catbalogan (W Samar). Origin Philippine Deep.
			L	34 14				
			M_E	34 22	5		237	
			M_N	34 31	5	189		
			F	17 15				
235	20	I	e	8 38				
			F	9 05				
236	21	Iv	eP	0 44 50				
			F	49				
237	21	Iv	eP	6 45 03				
			F	48				
238	22	I	e	4 18				
			F	37				
239	25	Iv	eP	13 28 37				Central Mindanao.
			F	35				
240	26	IIv	eP	22 18 24				Felt in Cebu Island.
			L	19 00				
			M_N	19 28	4	414		
			M_E	19 32	5		349	
			F	43				
241	28	Iv	eP	7 32 35				Off S Mindanao.
			L?	34 20				
			F	48				
242	28	IIId	eP	18 53 43				Felt in western part of Luzon. End lost by the force of the shock. Origin E China Sea.
			L	54 09				
			M_N	54 11	4	843		
			M_E	54 11	4		750	
243	29	I	eP	13 11 49				S. Celebes Sea.
			F	24				

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

International Seismological Centre

1, 20h 13m 44s* [2, 4h 13m 44s]. **Laoag** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. El origen parece fué el mismo que el del día 29 de junio, en el Mar de la China a unos 600 kilómetros de Manila.

13, 2h 30m [13, 10h 30m]. **Irosin** (SE de Luzón). Temblor local de intensidad III.

13, 5h 00m 06s* [13, 13h 00m 06s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de grande extensión, originado a mucha distancia en las Molucas. Llegó a intensidad IV–V en las dos provincias más meridionales de Mindanao, que son Cotabato y Dávao. Sintióse también en las vecinas de Agusan, Bukidnon, Lánao y Zamboanga. Registrado en todo el Globo. Quince minutos más tarde ocurrió otro temblor de mucha menos intensidad pero de la misma extensión que el precedente. Este segundo no aparece como distinto en los registros de los sismógrafos, por estar incluído en el del anterior. Es muy probable que fuese una repetición originada en el mismo hipocentro.

16, 23h 11m 13s* [17, 7h 11m 13s]. **W de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en la Subprovincia de Benguet.

17, 21h 17m 07s* [18, 5h 17m 07s]. **Islas de Panay y Cuyo.** Temblor de tierra de intensidad V, sentido en la isla de Cuyo y parte Oeste y Sur de Panay. Originado en la parte norte del Mar de Joló.

19, 16h 33m 07s* [20, 0h 33m 07s]. **Catbalogan** (W de Sámar). Temblor de tierra de intensidad III. Este temblor debió ser perceptible en toda la isla de Sámar, pero a causa de lo intempestivo de la hora solamente un observador dió cuenta de él. Su origen se hallaba en el Pacífico algo lejos de la costa. Registráronlo todos los sismógrafos de Filipinas y el de Zikawei.

21, 22h 50m [22, 6h 50m]. **Centro de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III, sentido en las Provincias de Cotabato y Bukidnon. Su origen se hallaba dentro de la misma región.

25, 13h 28m 37s* [25, 21h 28m 37s]. **Centro de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, originado al parecer en el mismo sitio que el precedente y sentido a mayores distancias en el Valle del Agusan y en las Provincias de Lánao y Cagayán. El registro de Butúan coloca el origen en la parte norte de la Provincia de Cotabato.

26, 22h 18m 24s* [27, 6h 18m 24s]. **Isla de Cebú.** Temblor de tierra de intensidad III. El registro de los sismógrafos de Manila, coloca el epicentro de este temblor, lejos de la isla de Cebú hacia el NW, cerca de la parte sur de Masbate.

28, 6h 50m [28, 14h 50m]. **Irosin** (SE de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad III.

28, 7h 32m 35s* [28, 15h 32m 35s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la Provincia de Dávao. El origen de este temblor estaba lejos hacia el sur. Según un Boletín Sísmico de Batavia fué también perceptible en la isla de Sanguir, donde seis horas después, a 21h 28m, ocurrió una repetición no sentida en Mindanao.

28, 18h 53m 43s* [29, 2h 53m 43s]. **W de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV sentido en las provincias occidentales desde el paralelo 14° al 17° N. Originado en el Mar de la China, algo lejos de la costa de Luzón, en las cercanías del paralelo 16° N.

31, 6h 05m [31, 16h 05m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad II–III.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR AUGUST, 1922

205928

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR AUGUST, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.,
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

3, 3h 27m [3, 13h 27m]. **Guam** (Mariana Islands). Local earthquake of intensity II–III.

4, 12h 51m [4, 20h 51m]. **Camp Keithley** (N Mindanao). Earthquake shock of intensity III.

10, 19h 30m [11, 3h 30m]. **Lais** (SE Mindanao). Earthquake of intensity III.

18, 7h 29m 48s* [18, 15h 29m 48s]. **Romblon and Tablas Islands.** Earthquake of intensity III–IV. Origin to the SW of Tablas Island.

21, 1h 13m [21, 9h 13m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake shock of intensity II–III.

22, 9h 02m [22, 17h 02m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III. This and the preceding shock originated at a distance of 160 kilometers from Butuan, presumably in the Pacific Ocean.

23, 22h 24m [24, 8h 24m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity III–IV. Origin under the sea to the E.

27, 7h 10m [27, 15h 10m]. **Talacogon** (E Mindanao). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan, distant origin in the Pacific.

27, 21h 16m 23s* [28, 5h 16m 23s]. **W Mindanao.** Earthquake of intensity IV–V, felt in the Provinces of Zamboanga, Lanao, and Cotabato. Its origin lay at 820 kilometers from Manila in the large gulf formed by the coasts of these three provinces, in N Celebes Sea.

Fourteen minutes later a light aftershock was noticed on the east coast of Zamboanga. Both shocks were preceded by rumblings, (Davison VI).

28, 20h 36m [29, 4h 36m]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III–IV. Near origin.

29, 10h 43m 05s* [29, 18h 43m 05s] **Naga** (SE Luzon). Earthquake of intensity III. Origin in the sea N of San Miguel Bay.

29, 18h 18m 38s* [30, 2h 18m 38s]. **Legaspi** (SE Luzon). Earthquake of intensity III–IV. Origin seemingly volcanic.

30, 10h 30m 36s* [30, 18h 30m 36s]. **S Mindanao.** Extensive earthquake felt with intensity III–IV throughout all the southern provinces facing to Celebes Sea, from Zamboanga and Basilan to Davao Gulf and Cape San Agustin. Its origin lay far off to the S in the said Celebes Sea, W of Taroena (Sanguir) where, as stated in a Seismological Bulletin of Batavia it was also felt. Recorded over the world.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

[Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.25, ϵ=2.366, $\frac{r}{T_o^2}$=0.058, V=170; A_E: T_o=6.18, ϵ=2.393, $\frac{r}{T_o^2}$=0.042, V=210. Alluvium. 2.40 meters above sea level]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. m. s.	s.			
244	2	I	e	1 32				
			F	47				
245	5	Iv	eP	10 11 08				
			F	19				
246	6	Ir	e	1 02 47				Off NE Japan.
			L	09 00				
			F	2 03				
247	7	Iv	eP	0 59 05				
			F	1 06				
248	7	Ir	e	12 31 12				
			F	14 08				
249	9	I	e	6 22 46				
			F	45				
250	10	IIv	eP	11 57 18				
			L	57 34				
			M_N	57 36	4	330		
			M_E	57 40	4		311	
			F	12 04				
251	10	Iv	eP	20 39 00				
			L	39 06				
			F	41				
252	11	I	e	8 41				Asia Minor. Turkey.
			F	10 46				
253	11	I	e	13 48				
			F	15 02				
254	11	Iv	eP	19 43 35				
			F	20 04				
255	13	Iu	e	0 22 40				Caspian Sea region.
			S?	33 06				
			L?	52 00				
			M_E	55 35	29		5	
			M_N	56 24	30	7		
			F	2 03				
256	14	Ir	e	11 48 53				NE of Japan.
			F	12 27				
257	16	Ir	e	6 29 37				
			L	33 39				
			F	52				
258	16	Iv	eP	10 51 20				
			F	55				
259	16	Ir	e	16 05 17				Near Kamchatka.
			F	17 33				
260	18	Iv	eP	7 29 48				Felt in Romblon Island. Origin near Tablas Island.
			L	30 15				
			F	40				
261	20	Iv	eP	3 18 18				From Omori's seismograph.
			F	29				
262	20	Iv	eP	14 24 58				From Vicentini's seismograph.
			L	25 16				
			F	30				
263	23	Ir	e	15 26 11				
			F	52				
264	25	Ir	e	11 52 18				
			L?	12 02 36				
			F	31				
265	25	Iu	e	19 38 17				
			L	54 00				
			M_N	55 24	13	39		
			M_E	56 02	13		22	
			F	20 28				

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h m. s.	*s.*			
266	26	Ir	e	2 31 12				
			L	34 37				
			F	47				
267	27	Iv	eP	15 41 01				
			F	43				
268	27	Iv	eP	21 16 23				Felt at Zamboanga, Lanao, and Cotabato (W Mindanao). From Vicentini's seismograph. Origin N Celebes Sea.
			L	17 52				
			F	24				
269	29	Iv	eP	10 43 05				Felt at Naga (SE Luzon).
			F	48				
270	29	IId	iP	17 01 48				NE Mindoro Sea. Maxima and end lost by the force of the shock.
			iL	02 22				
271	29	Iv	eP	17 32 09				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	37				
272	29	Iv	eP	17 41 55				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	45				
273	29	Iv	eP	17 55 02				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	57				
274	29	Iv	eP	18 18 38				
			F	23				
275	29	Iv	eP	20 29 06				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	35				
276	29	IIv	eP	22 36 54				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			iL	37 36				
			F	49				
277	29	Iv	eP	22 54 59				From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	59				
278	30	Iv	eP	2 28 34				Aftershock of the No. 270.
			F	33				
279	30	Iv	eP	3 43 07				Aftershock of the No. 270.
			F	50				
280	30	Iv	eP	5 21 05				Aftershock of the No. 270.
			F	24				
281	30	Iv	eP	5 33 59				Aftershock of the No. 270.
			F	37				
282	30	IIr	e	10 30 36				South Mindanao. Origin Celebes Sea.
			L?	34 11				
			M_E	35 05		9	52	
			M_N	35 14		9	99	
			F	11 23				
283	30	Iv	eP	15 06 45				Aftershock of the No. 270.
			F	10				
284	30	Iv	eP	17 24 01				
			F	27				
285	31	Iv	eP	3 10 48				Aftershock of the No. 270.
			F	16				
286	31	Iv	eP	3 57 52				
			F	4 01				
287	31	Iv	eP	8 39 32				Aftershock of the No. 270.
			F	43				
288	31	Iv	eP	17 44 43				Aftershock of the No. 270.
			F	59				
289	31	Iv	eP	20 31 47				
			F	34				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

3, 3h 27m [3, 13h 27m]. Guam (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad II–III.

4, 12h 51m [4, 20h 51m]. Camp Keithley (N de Mindanao). Temblor de tierra local de intensidad III.

10, 19h 30m [11, 3h 30m]. Lais (SE de Mindanao. Temblor de tierra de intensidad III.

18, 7h 29m 48s* [18, 15h 29m 48s]. Islas de Tablas y Romblón. Temblor de tierra de intensidad III–IV. El origen de este temblor se hallaba hacia el SW cerca de la isla de Tablas.

21, 1h 13m [21, 9h 13m]. Butúan (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad II–III.

22, 9h 02m [22, 17h 02m]. Butúan (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Este y el precedente se originaron a 160 kilómetros de distancia, probablemente en el Pacífico.

23, 22h 24m [24, 8h 24m]. Guam (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Originado en el mar al E de la Isla.

27, 7h 10m [27, 15h 10m]. Talacogon (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan; origen distante al E en el Pacífico.

27, 21h 16m 23s* [28, 5h 16m 23s]. W de Mindanao. Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en las Provincias de Zamboanga, Lánao y Cotabato. El origen se hallaba a unos 820 kilómetros distante de Manila, en el gran Golfo que forman las costas de las citadas provincias en la parte norte del Mar de Celebes.

Catorce minutos más tarde se notó una réplica de poca intensidad en Zamboanga y en la costa oriental de la península del mismo nombre. Ambos sismos fueron precedidos de un ruído semejante a una detonación lejana (grado VI de Davison).

28, 20h 36m [29, 4h 36m]. Butúan (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III–IV, de origen muy cercano.

29, 10h 43m 05s* [29, 18h 43m 05s]. Naga (SE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. Su origen parece se hallaba en el mar al N de la Bahía de San Miguel.

29, 18h 18m 38s* [30, 2h 18m 38s]. Legaspi (SE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III–IV, al parecer de origen local volcánico.

30, 10h 30m 36s* [30, 18h 30m 36s]. S de Mindanao. Extenso temblor de tierra sentido con intensidad III–IV en todas las provincias de Mindanao cuyas costas baña el mar de Célebes, desde Zamboanga hasta el Golfo de Dávao. El origen se hallaba lejos en dicho mar hacia el W de Taroena (Sanguir) donde, según el Boletín Sismológico de Batavia se sintió algo. Registrado en todo el Globo.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

EARTHQUAKE IN TABLAS AND SEMIRARA ISLANDS AUGUST 30th, 1922

On the 29, 17h 01m 48s* [30, 1h 01m 48s] occurred in the western region of Visayas an earthquake, which affected chiefly Tablas and Semirara Islands, while it was felt with decreasing intensity in Romblon, Mindoro, S Luzon, Marinduque, Cuyo, and Panay, representing an extension of about 500 kilometers in a N–S direction and somewhat less from S to W. Its meizoseismic area comprised nearly the southern half of Tablas Island, the northwest end of Panay, the small island of Carabao and chiefly the Semirara group, SW of Tablas.

On SW and S Tablas the intensity of the shocks reached grades VI–VII. Mr. Mateo Menez of the Agricultural School of Odiongan, a town located on the western coast of Tablas and near the limit of the meizoseismic area, sent also this time, as in April 1919, a short but very precise report of the shocks, where he says: "The principal shock lasted very much longer than that of April 27th, 1919, but not as strong. It was milder. However, about 25 light shocks followed it at some intervals till morning. We have felt some mild shocks for several days after August 30. In some way the people became alarmed and have fixed up securely their breakable belongings in their homes. Some earth cracks were reported, but these occurred on hillsides where landslides take place frequently during heavy rains".

From Carabao and Semirara Islands it is known in a general way that the shocks were much stronger. In Caluya Island of Semirara groups forty shocks were noticed during the morning of the 30th and afterwards they repeated at intervals during about two months.

From NW Panay reports were requested but so far without answer.

In the Observatory only twelve aftershocks were recorded on the 30th and three on the 31th.

There can not be any doubt that the origin of these shocks was the same of those occurred in April 1919; it is located some distance to the SW of Tablas, between Carabao and Caluya islets. The seismograms show for the origin of both a distance of about 300 kilometers from Manila; the records of the aftershocks giving invariably the same distance. Both earthquakes had also some similarity in that the shaken area extended more in a N–S direction than from E to W. That seems to indicate the existence of a fault giving rise to the shocks. Probably it is the same discussed in several of our Bulletins as an important seismotectonic line and mentioned also in the Bulletin of April 1919, or some other minor feature subordinated to it.

The character of these earthquakes was certainly tectonic or geologic and their origin very deep seated, as they were recorded all over the Globe. Consequently any idea of volcanism must be discarded, specially that a volcano may suddenly appear in the Island of Tablas or in any other existing within the meizoseismic area of these shocks. Such conclusion must be kept in mind, to prevent innecessary fears and reject stupid predictions. Neither it is to be feared any great havoc, because, as stated in the last Annual Report, although these and other islands, due to their recent geologic age, will continue to be subject to earthquakes, nevertheless the general tendency of the present movement is of upheaval rather than of subsidence.

International Seismological Centre

EL TERREMOTO DE LAS ISLAS DE TABLAS Y SEMIRARA, 30 DE AGOSTO DE 1922

El día 29, 17^h 01^m 48^s* [30, 1^h 01^m 48^s] ocurrió en la región occidental de Visayas un terremoto que se sintió con intensidades decrecientes proporcionalmente a la distancia del epicentro, en la parte sur de Luzón y en las islas de Mindoro, Marinduque, Romblón, Cuyo y Panay, una extensión de 500 kilómetros en la dirección N–S y mucho menos de E a W. Su área mesosísmica comprendía la mitad sur de la isla de Tablas, el extremo NW de la isla de Panay, la pequeña isla Carabao y principalmente el grupo llamado de Semirara situado entre Mindoro y Panay al SW de la isla de Tablas.

En la parte sur y sudoeste de esta última isla la intensidad del terremoto no pasó de VI–VII. El Sr. D. Mateo Menez, de la Escuela de Agricultura de Odiongan, también esta vez, como en 1919, envió una nota muy bien escrita. En carta del 12 de septiembre dice que el terremoto principal duró más que el del 27 de abril de 1919, pero no fué tan fuerte. Ocurrieron después unas 25 réplicas hasta entrado el día. Continuaron sintiéndose otras ligeras repeticiones desde el día 30. El pueblo está algo alarmado y procura tener bien asegurados los objetos susceptibles de caer y romperse. Añade que tiene noticia de que se abrieron algunas grietas; pero éstas sólo se produjeron en terrenos pendientes, donde frecuentemente ocurren derrumbes durante la época de aguas.

De la Isla Carabao, se sabe en general que el terremoto fué más intenso; en la de Caluya, la más oriental del grupo de Semirara se contaron la mañana del 30 hasta cuarenta repeticiones, las cuales continuaron sintiéndose a intervalos durante algunos meses. De la pequeña península que forma el extremo NW de la isla de Panay, cercana al epicentro, no ha sido posible obtener datos. Los sismógrafos del Observatorio registraron 12 réplicas principales el día 30 y 3 solamente el día 31.

No hay duda de que el origen tanto de éste como del terremoto de abril de 1919 se halla al SW de la isla de Tablas, próximamente entre las pequeñas islas Carabao y Caluya. Para ambos los registros del Observatorio dieron una distancia de 300 a 330 kilómetros confirmada en ambos casos por la multitud de réplicas registradas por los mismos aparatos. Otra circunstancia también notable en ambos terremotos es la mayor extensión del área conmovida en la dirección N–S que de E a W. Esto indica claramente que se trata de una falla o grieta, tal vez la misma que se ha señalado varias veces en estos Boletines como una línea sismotectónica muy importante y mencionada también en el Boletín de abril, 1919, o en otra subordinada a ella. El carácter de estos terremotos es ciertamente tectónico y su origen situado a grande profundidad, puesto que fueron registrados en todos los Observatorios sísmicos del Globo.

De aquí se sigue que toda idea de vulcanismo, y de que pueda en la isla de Tablas o en alguna otra de las existentes dentro del área mesosísmica es enteramente improbable. Esto debe tenerse muy presente para desechar temores innecesarios y no hacer caso de predicciones infundadas. Tampoco es de temer un cataclismo pues, conforme apuntábamos en el último Report Annual, aunque las islas por su estado de desarrollo y edad geológica por precisión han de estar sujetas a temblores de tierra, sin embargo, la tendencia general de los actuales movimientos es de levantamiento más bien que de hundimiento.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR SEPTEMBER, 1922

206584

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR SEPTEMBER, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.,
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

1, 19h 18m 25s* [2, 3h 18m 25s]. **Baguio** (W Luzon). Earthquake of intensity II–III. This light shock, felt by some persons in the Mountain Province corresponded to a destructive earthquake which occurred at the same hour in N Formosa. It must have been also perceptible farther north in Luzon and in Batanes Islands.

4, 2h 39m 29s* [4, 10h 39m 29s]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III–IV, felt chiefly in Davao Province. Its origin lay in the Pacific some distance to the E of Davao Gulf. Outside of the Philippines it was recorded at Hongkong and Batavia.

6, 13h 40m 45s* [6, 21h 40m 45s]. **NE Mindanao.** Earthquake of intensity IV, felt through the Provinces of Surigao, Agusan, east Misamis and Camiguin Island. The origin aparently lay NW of the Butuan Bay.

7, 18h 15m 53s* [8, 2h 15m 53s]. **Cape Bojeador** (NW Luzon). Earthquake of intensity III. Distant origin in the China Sea.

11, 6h 55m [11, 14h 55m]. **Agusan Valley** (E Mindanao). Earthquake of intensity III, felt in the northern half of the valley. Local origin.

11, 18h 47m [12, 2h 47m]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III–IV, felt in the Provinces of Davao, Cotabato and southern Agusan. It was not recorded at Manila; the record of Batavia places the origin N or NE of Celebes Sea. Both the weak record of Batavia and the failure to affect the seismographs of Manila and of other stations in the Far East persuade of its little intensity even in the epicenter.

20, 20h 10m [21, 4h 10m]. **Naga** (SE Luzon). Earthquake shock of intensity III.

20, 22h 23m 32s* [21, 6h 23m 32s]. **N Luzon.** Earthquake of intensity III–IV, felt in the Provinces of Cagayan, north mountain and Ilocos Sur. Its origin lay within the Island in the main cordillera.

24, 20h 03m [25, 4h 03m]. **Bugason** (W Panay). Earthquake shock of intensity II–III.

26, 3h 12m [26, 11h 12m]. **E Mindanao.** Earthquake of intensity III, felt through the northern portion of the Agusan Valley. Local origin.

27, 8h 50m [27, 16h 50m]. **Port Lebak** (SW Mindanao). Earthquake shock of intensity III. Origin in the Celebes Sea.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

206584——3

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.94, ϵ=2.212, $\frac{r}{T_o^2}$=0.043 V=180; A_E: T_o=6.90, ϵ=21.787, $\frac{r}{T_o^2}$=0.043, V=240. Alluvium. 2.40 meters above sea level]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude.		Remarks.
						A_N μ	A_E μ	
				h. m. s.	*s.*			
290	1	Iv	eP	3 57 30				
			F	4 03				
291	1	IIIr	iP	19 18 25				NE Formosa. Felt at Baguio (W Luzon).
			iS	18 50				
			iL	20 49				
			M_{N1}	21 29	10	417		
			M_{N2}	22 40	10	398		
			M_{E1}	23 31	10		304	
			M_{E2}	25 27	10		271	
			M_{N3}	26 14	12	381		
			M_{E3}	26 44	13		298	
			M_{N4}	27 36	12	393		
			M_{E4}	31 02	10		210	
			C	21 06 00				
			F	49				
292	2	IIr	eP	17 27 16				N Celebes.
			L	30 06				
			M_N	30 35	5	53		
			M_E	30 51	6		35	
			F	18 04				
293	2	Ir	e	23 56 05				Central Celebes.
			L?	59 09				
	3		F	0 12				
294	3	Ir	eP	2 15 02				
			F	26				
295	3	Iv	eP	14 40 52				
			F	46				
296	4	Ir	e	2 39 29				Origin SE of Mindanao.
			F	3 18				
297	4	Iv	eP	15 46 27				
			F	50				
298	4	I	e	17 23				
			F	48				
299	4	Ir	e	17 56 28				N Formosa.
			L	18 00 40				
			F	58				
300	5	I	e	7 11				
			F	37				
301	6	Iv	eP	13 40 45				NE Mindanao.
			L	42 17				
			F	57				
302	6	Ir	e	22 15 12				NE Formosa.
			L	17 21				
			F	23 20				
303	7	Iv	eP	14 27 34				
			F	33				
304	7	Iv	eP	18 15 53				Felt at Cape Bojeador (NW Luzon). Origin NE China Sea.
			L	16 55				
			F	30				
305	7	Iv	eP	18 50 08				
			F	55				
306	8	Ir	e	14 23 52				
			F	15 23				
307	8	Iv	eP	20 45 00				
			F	49				
308	10	Iv	eP	14 51 28				
			L	51 43				
			M_E	51 56	3		32	
			M_N	52 17	3	37		
			F	59				

International Seismological Centre

Records of the microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. AE μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
309	11	Iv	eP	3 05 48				
			L	06 15				
			F	14				
310	11	Iv	eP	12 58 47				
			L	59 14				
			F	13 09				
311	11	IIr	eP	14 48 03				Northern Celebes.
			S	50 40				
			L	51 18				
			M_E	51 31	6		84	
			M_N	52 40	5	109		
			F	15 57				
312	11	Ir	eP	16 26 21				Northern Celebes.
			L	29 22				
			F	52				
313	11	Iv	eP	18 12 22				
			F	16				
314	12	Iv	eP	14 31 56				
			L	32 32				
			F	38				
315	14	Iv	eP	6 16 00				
			L	16 10				
			F	18				
316	14	IIIr	eP	19 34 02				NE Formosa.
			L	36 40				
			M_N1	38 55	10	175		
			M_E1	39 37	10		188	
			M_N2	40 23	11	194		
			M_E2	42 00	10		240	
			F	21 26				
317	16	Iv	eP	20 04 47				
			F	09				
318	16	IIr	eP	22 47 04				NE Formosa.
			L	49 29				
			M_E	51 45	8		113	
			M_N	52 00	10	133		
			F	23 55				
319	17	IIr	e	7 25 35				NE Formosa. End overtaken by following earthquake.
			L	27 53				
320	17	IIr	e	7 56 50				N Formosa.
			L	8 00 52				
			F	26				
321	17	IIr	eP	10 01 35				N Formosa.
			L	04 55				
			M_E	05 16	9		93	
			F	11 08				
322	18	I	eP	6 22 04				N Formosa. From Omori's seismograph.
			F	50				
323	20	Iv	eP	22 23 32				Northern part of Luzon.
			L	24 20				
			F	27				
324	21	Iv	eP	15 21 13				From Vicentini's seismograph.
			L	21 36				
			F	27				
325	22	Iv	eP	4 45 33				
			L	45 49				
			F	49				
326	25	Iv	eP	5 44 23				
			L	44 42				
			F	48				
327	26	Iv	eP	14 14 19				
			L	14 35				
			F	17				
328	28	I	eP	22 06 40				N Formosa.
			F	44				

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

International Seismological Centre

1, 19h 18m 25s* [2, 3h 18m 25s]. **Baguio** (W de Luzón). Temblor de tierra de intensidad II–III. Este temblor, sentido por algunas personas en reposo de la Provincia Montañosa, corresponde al terremoto destructor que occurrió a la misma hora en la parte N de Formosa. Debió sin duda ser más perceptible aún que en Baguio en el extremo N de Luzón y sobre todo en las Islas Batanes.

4, 2h 39m 29s* [4, 10h 39m 29s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido principalmente en la Provincia de Dávao. El origen se hallaba algo lejos en el Pacífico, al E del Golfo de Dávao. Fuera de Filipinas solamente parece haberse registrado en Hongkong y Batavia.

6, 13h 40m 45s* [6, 21h 40m 45s]. **NE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad IV sentido en la parte NE de Mindanao comprendida por las Provincias de Surigao, Agusan, porción oriental de Misamis y la Isla de Camiguín. El epicentro parece se hallaba dentro del Archipiélago en la parte NW de la Bahía de Butúan.

7, 18h 15m 53s* [8, 2h 15m 53s]. **Cabo Bojeador** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. El origen estaba algo lejos en el Mar de la China.

11, 6h 55m [11, 14h 55m]. **Valle del Agusan** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la mitad norte del Valle de Agusan. Origen dentro del valle.

11, 18h 47m [12, 2h 47m]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en las Provincias de Cotabato, Dávao y parte sur de Agusan. No se registró en el Observatorio. El registro sísmico de Batavia coloca el origen en la parte N o NE del Mar de Célebes. No debió ser de mucha intensidad en el epicentro, según persuaden lo débilmente que se registró en Batavia y el no haber afectado los aparatos de Manila ni de otras estaciones del Extremo Oriente.

20, 20h 10m [21, 4h 10m]. **Naga** (SE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III.

20, 22h 23m 32s* [21, 6h 23m 32s]. **N de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV, sentido en las Provincias de Cagayán, N de la Montañosa e Ilocos Sur. Su origen se hallaba al parecer dentro de la isla en la Cordillera Central.

24, 20h 03m [25, 4h 03m]. **Bugason** (W de Panay). Temblor de tierra local de intensidad II–III.

26, 3h 12m [26, 11h 12m]. **E de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la parte norte del Valle del Agusan. Origen regional.

27, 8h 50m [27, 16h 50m]. **Port Lebak** (SW de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III, origen en el Mar de Célebes.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

RECENT PHILIPPINE EARTHQUAKES OF INTENSITY VII-X, 1900-1922

Year.	Month.	Day.	Hour G. M. T.	Intensity.	Origin.	Recorded.	Region chiefly affected.
			h. *m.*		° °		
1901	September	9	23 46	VIII	14.0 N, 122.3 E	Philippines	E Tayabas.
1901	December	14	22 58	VII	13.7 N, 120.8 E	Over the world	S Luzon and N Mindoro.
1902	August	21	11 17	X	7.5 N, 123.8 E	do	Lanao and Cotabato.
1902	do	25	17 09	IX	10.9 N, 122.4 E	Far East	SE Panay.
1902	November	17	0 38	VII	14.1 N, 120.0 E	Over the world	SW Luzon.
1903	December	28	2 56	VIII	6.3 N, 126.6 E	do	SE Mindanao.
1904	October	1	10 16	VII	7.0 N, 127.0 E	do	Do.
1904	do	8	18 36	VII	18.5 N, 120.0 E	do	NW Luzon.
1905	December	8	8 22	VII	11.4 N, 123.5 E	Far East	NE Panay and N Cebu.
1905	do	10	18 12	VIII	7.6 N, 125.6 E	Over the world	S Agusan.
1907	April	18	21 00	IX	13.6 N, 123.0 E	do	Camarines.
1907	do	18	23 53	VII	13.6 N, 123.0 E	do	Do.
1907	May	20	7 49	VII	10.3 N, 125.2 E	Far East	SE Leyte.
1907	do	25	15 52	VII	18.5 N, 120.4 E	Over the world	N Luzon.
1907	November	24	13 59	IX	13.5 N, 123.2 E	do	E Camarines.
1909	March	18	8 27	VII	8.2 N, 126.7 E	Far East	E coast Mindanao.
1910	January	15	22 22	VII	4.9 N, 126.2 E	Over the world	E and SE Mindanao.
1910	December	16	14 48	VII	4.4 N, 125.7 E	do	S Mindanao.
1910	do	30	0 49	VIII	9.0 N, 125.6 E	do	N Agusan Valley.
1911	July	12	4 10	IX	8.6 N, 127.3 E	do	E Mindanao.
1912	May	10	10 06	VIII	9.1 N, 125.5 E	Philippines	Butuan Bay.
1912	November	8	7 54	IX	13.0 N, 123.9 E	Over the world	Sorsogon.
1913	March	14	8 47	IX	4.8 N, 126.6 E	do	S and E Mindanao.
1913	April	17	12 32	VII	8.0 N, 126.4 E	do	E Mindanao.
1913	do	18	13 15	VIII	9.0 N, 126.6 E	do	NE Mindanao.
1913	do	24	10 17	VIII	9.0 N, 126.6 E	do	Do.
1913	August	23	2 11	VII	16.3 N, 120.5 E	Far East	Baguio, Benguet.
1913	September	4	11 46	VII	16.3 N. 120.5 E	do	Do.
1915	May	16	13 55	VII	20.3 N, 121.9 E	do	Batan and Sabtan Islands.
1915	July	2	13 25	IX	20.3 N, 121.9 E	do	Do.
1915	September	5	12 19	VII	8.2 N, 125.8 E	do	Central Agusan.
1915	November	18	20 20	VIII	18.3 N, 119.8 E	Over the world	NW Luzon.
1916	January	4	3 13	VIII	10.9 N. 122.4 E	Far East	SE Panay
1917	do	31	4 03	IX	5.2 N, 126.0 E	Over the world	S Mindanao.
1917	February	17	22 49	VIII	20.3 N, 121.9 E	Europe	Batan and Sabtan Islands.
1917	November	18	2 59	VII	8.5 N, 121.5 E	Over the world	Sulu Sea.
1918	August	15.	12 20	X	5.1 N, 125.5 E	do	S Mindanao.
1918	September	13	6 56	VIII	20.3 N, 121.9 E	Far East	Batan and Sabtan Islands.
1918	do	13	11 05	IX	20.3 N, 121.9 E	do	Do
1919	January	1	1 36	VII	8.0 N, 127.5 E	Over the world	NE Mindanao.
1919	March	21	1 03	VIII	13.5 N, 121.7 E	do	Marinduque Island.
1919	April	27	0 23	VIII	12.1 N, 121.6 E	do	SW of Tablas Island.
1919	September	26	9 08	VII	17.3 N, 120.7 E	do	Ilocos Sur.
1920	March	19	18 16	VII	9.1 N, 125.5 E	Philippines	Butuan Bay.
1920	July	23	17 35	VIII	9.1 N, 125.5 E	do	Do.
1920	October	8	7 35	VIII	16.3 N, 120.5 E	Far East	Baguio, Benguet.
1921	May	21	8 43	VIII	12.8 N, 125.3 E	Over the world	NE Samar.
1921	November	7	16 02	VIII	6.2 N, 127.2 E	do	SE Mindanao.
1921	do	11	18 39	VIII	5.5 N, 126.8 E	do	Do.
1922	February	27	20 41	VIII	10.4 N, 124.2 E	Far East	Cebu and Mactan.
1922	March	1	9 11	VIII	9.1 N, 123.3 E	do	SE Negros Island.
1922	August	29	17 02	VII	12.1 N, 121.6 E	Over the world	SW of Tablas Island.

The preceding list of the recent violent and destructive earthquakes, intensity VII–X, which occurred in the Archipelago during the last 22 years contains fifty-two entries; a little more than two per year. Fortunately most of them originated under the neighbouring seas of China, Celebes, and the Pacific, several at a good distance from our coasts. The most strong and extensive indeed had their origin in the Pacific and Celebes Sea affecting only regions sparsely populated and with very few masonry structures of Mindanao. Nearly all the shocks which originated either on land or in the interisland seas had small destructive extension affecting only one of two towns. None of them reached to such grade of intensity as those for instance of 1880, 1863, and 1654, the damage always occurring in old and badly preserved structures, while the more recent buildings of stone and the constructions of mixt materials, made of wood with the ground floor enclosures of stone or bricks withstood the shocks.

A brief and specific review of the damages and losses caused by the strongest of them will be opportune.

International Seismological Centre

1901, September 9th.—This earthquake, of a very limited extension, caused minor damages to the old church of Calauag, Tayabas, and opened several cracks in the ground along the sea beach; its origin lay very near in the small bay of Calauag.

1901, December 14th.—It was probably the largest and strongest earthquake felt in the Provinces of Manila, Cavite, and Batangas since those of 1880. Fortunately it did very little damage; several old stone walls, mostly enclosures, were either fissured and broken or overthrown in Manila and Batangas. The Press reported the death of an American soldier, at Balayan, Batangas, caused by the fall of a wall.

1902, August 21st.—Its origin lay in the northern part of the Illana Bay, Mindanao, it displayed great violence through Lanao Province and W Cotabato. Destroyed Moro houses and even forts or cotas, store houses, corrals and barracks of the American troops there stationed. Twelve deaths and numerous injured among the moros were reported. The effects of the shocks on the ground were remarkable in fissures and landslides. The sea along the Malabang coast rose above the limits of the highest tides but without violent waves. The cable across the bay was found broken and buried in some places.

1902, August 25th.—A very local but violent earthquake in the interior of the Province of Iloilo, Panay. Caused the fall of the front of the Maasin old church, and fissured both ground and masonry structures in an extension of few kilometers around the said town.

1903, December 28th.—Originated in the Pacific some distance from the southeast coast of Mindanao. Yet it caused damage to structures, destroying several small houses and overturning stone fences. Fissures opened and cliffs fell down along the coasts of Caraga and Davao.

1907, April 18th.—This was the most destructive recent earthquake of Camarines Sur. The area where greatest destruction occurred corresponded to the alluvial soil along the Bicol River. Generally the buildings badly damaged were rather old and in great need of repairs; on the rest only fissures and minor injuries were caused. A curious instance is worth reporting; it is the total demolition of a front modern addition with porches to an older building, while this latter suffered nothing from the shocks. This instance shows how dangerous can be in an earthquake the discomformity of the different parts of a building resulting from new additions. The ruin of the convent and church of San Francisco at Naga and of others along the banks of the river, must be attributed mainly to their age and bad state of repair. Outside of the alluvial soil the damages were very little.

1907, May 20th.—A volcanic earthquake, which overturned some native houses and opened numerous fissures on the slopes of the volcanic hill known as Mount Cabalian in the southeast end of Leyte Island.

1907, May 25th.—The only damage caused by this earthquake, originated in the China Sea, occurred in Laoag, the capital of Ilocos Norte, and on very old buildings. This city stands on the recent alluvial soil deposited by the great Laoag River.

1907, November 24th.—This second earthquake of Camarines Sur affected only the eastern portion of the area shaken last April, which lies between the lakes Baao and Bato. Its low and swampy soil is yet filling up with the alluviums carried by rivers and torrents emptying into the two lakes. The buildings damaged in four different towns were old and much weakened by the April earthquake.

1911, July 12th.—A very extensive and destructive earthquake which originated in the Philippine Deep. It caused destruction along the eastern coast of Mindanao and within the Agusan River Valley. The alluvial and watery soil of the central portion of this valley was so much disturbed as if the epicenter would lie within its limits. Along the Pacific coast the damage in buildings and disturbances of the soil were pro-

International Seismological Centre

portional to the softness and roughness of the ground. In the whole region affected only exist light structures, which can not sustain costly damages.

1912, November 8th.—The damages caused by this earthquake to the masonry structures of the capital town of Sorsogon were very visible. Nothing is known about the soundness of the damaged buildings; the convent and the church were indeed old and not well preserved. The great masonry block comprising the front and side towers of the church was built of stone and bricks, being perhaps this mixture the cause of the cracks in all directions. Disturbances in the ground occurred chiefly in the alluvial and marine deposits on which the city stands and eastwards in the Gubat road. From other towns, all on volcanic soil, no damage was reported.

1913, March 14th.—An earthquake of great intensity and extension, originated under the Celebes Sea. It shook violently the southern coast of Cotabato Province, Mindanao, but the damage was little, due to the light and miserable conditions of the abodes of the sparse population of natives and moros existing in that country.

1913, April 17th, 18th, and 24th.—Extraordinary seismic period of violent earthquakes originated in the Pacific, not far from the Mindanao east coast. They affected the central portion of Surigao and north of Agusan Provinces. Three of them on the above dates were very violent and much damage would have resulted were there masonry structures.

1913, August 23rd, September 4th.—Two earthquakes in close succession, which caused at Baguio fissures in few masonry walls not very solid; cement structures and wood buildings did not suffer injury.

1915, May 16th, and July 2nd.—Both earthquakes caused damage to the buildings in Batan Island. Public and large buildings as convents, churches, municipal and government halls only had some small cracks. Of private houses many were destroyed, due chiefly to the poor quality of the mortar and the bad system of the roofs constructed without tiebeams; four extra rafters, resting on short diagonal pieces of wood embedded in the four interior angles of the enclosure hold a ridge pole on which rest the heads of the rafters, thus the whole weight of the roof trusts the walls outwards.

1915, November 18th.—A second time Laoag, the capital of Ilocos Norte, sustained violent shocks as in May 1907. The most damaged building was the Provincial Hall, a very old and weak structure, and few others in similar conditions. On the other hand the church, the great convent, and the monumental bell tower, these two last built of bricks, did not sustain any visible damage. It is to be remarked that these structures are located nearer to the high banks of the river in a more dangerous position than the Provincial Hall. No damage was reported from the town of San Nicolas, across the river, nor from Bacarra and other near towns which posses as many stone buildings as Laoag. The origin of the shocks lay in the China Sea west of Laoag, consequently the ground was much disturbed with fissures and other effects along the coast on the delta of the river.

1916, January 4th.—The area of destruction of this earthquake was the same of that of August 1902, in the interior of the Iloilo Province, Panay. It damaged again old buildings at Maasin and other towns in an extension of 20 to 30 kilometers.

1917, January 31st.—A very great earthquake originated in the Celebes Sea near to the southern coast of Mindanao. In regions densely populated the damages to property and loss of life would have been fearfull. Even so, seven victims were reported among moros, but the impression was that there had been many more.

1917, February 17th.—It destroyed several private houses in the town of Ivana, Batanes Islands. Many of them had been weakened by the anterior earthquakes, and the defects of the roofs reported above did the rest.

International Seismological Centre

1918, August 15th.—Disastrous earthquake, originated under Celebes Sea not f from Mindanao coast. It caused much destruction and fifty reported victims in th south coasts of Cotabato Province. To the destruction and loss of life contribute the great "tsunami" or tide wave which followed after the shock, invading with gre force the coastal region. Only the backward conditions of the region avoided a tr mendous catastrophe.

1918, September 13th.—Again the two unfortunate towns of Sabtan and Ivana, B tanes Islands, were visited by two destructive earthquakes in close succession. Both town were totally laid in ruins. Ivana is located on the southwest coast of Batan Islan while Sabtan lies on Sabtan Island in front of Ivana across the channel separating thes two islands. The earthquake had an extension so small that towns only four kilom ters northwards were not damaged. An inspection both of the buildings and of th soil of the two destroyed towns showed that bad conditions of buildings and soil wer chiefly responsible for such general ruin. Previously the deficient construction of pr vate roofs was remarked; their influence in this instance was self-evident. They ar made up of thick layers of cogon grass, which when water soaked after the torren tial rains of the southwest monsoon are heavier than tile covers, consequently too heav for the deficient wood frames supporting them. In fact during the earthquake nearl all caved in, while the four walls fell outwards thrusted by the rafters. Moreove the walls are built of very poor masonry; this is made up of rounded pebbles, salt sand of the seashore, and lime obtained from modreporic limestone not sufficiently fre from salt. From such elements can not but result a mortar of little consistency, wit very low indices of compression and tension. Public buildings partaged of similar de fects in their construction. The bell tower of Ivana was horizontally broken nearly i the middle, the upper portion falling in a block. Examining the portion where th breaking occurred, it was found to have been built, in a portion of about fifty centi meters, of very soft adobe or tuff stone and bricks insufficiently burnt, the rest unde and above this portion being good and hard masonry, so much that the superior portio only was partially broken by the fall, and the inferior remained undamaged withou any crack. Within the church in order to reinforce its plain lateral walls, squar pillars very close to them but without connection had been recently built; thes columns were nearly a square meter wide and several meters high. During th earthquake, walls, and columns vibrated with different periods, clashed and caused mutual destruction.

Both towns stand on soft and heterogeneous ground formed by the talus of nea cliffs and the dejection cones of torrents. Nevertheless the effects on the ground were not so remarkable as on the constructions, and two small bridges escaped damaged ex- cepting few cracks in the sides.

1919, April 27th.—The origin of this earthquake lay some distance to the south- west of Tablas Island, close to Semirara islets. It caused damage to buildings and land disturbances in the towns of Looc and Odiongan, SW of Tablas, and in the said islets. On Carabao islet some high cliffs fell down. Old stone churches suffered the most. The small epicentric area was in the sea.

1919, September 26th.—This earthquake was not very violent, yet it caused some damage to buildings in the capital and other towns of Ilocos Sur. It may be stated that strong constructions did not suffer from the shocks; high stone walls and even arches withstood them. The damage was more apparent in upper thin partitions of the houses. In the Cathedral Church a stone base, added to the upper angle of the ex- terior front, to support a heavy cross, was separated in a piece from its support and slid towards the roof without falling down. Several tile roofs received injuries also,

International Seismological Centre

the timbers supporting them being frequently old and decayed. It is rather surprising that so small damage occurred, as there exist many weak walls in convents, churches and private houses, cracked and out of vertical, due to faulty foundations, to fires and to typhoons. Many are also to be seen eroded near the base by weathering and other causes. It is not a rare happening the fall and caving of similar walls and roofs without any seismic tremor; it can be feared that a more violent earthquake would be disastrous. A good reform and technical inspection would be a very safe measure. The origin of the shocks lay also westwards in the China Sea.

1921, November 7th, and 11th.—Two great earthquakes originated in the Philippine Deep, some distance from the southeast coast of Mindanao. They caused damage to several structures, fissures, and slides along the cliffy coast. The losses were not considerable due to the lightness of the buildings. Big sea waves followed the second shock, but they did not do much damage because the principal towns are highly placed along this coast.

1922, February 27th.—Cebu earthquake. Only sustained damages several old tile roofs and few ruinous walls, remnants of former buildings. Unfortunately the fall of two of such walls killed five persons. Origin of the shocks eastwards under the sea.

1922, March 1st.—This earthquake in SE Negros caused some destruction in the old convent of Siaton; many fissures opened also on alluvial soils. Near origin under the sea.

The reading of the preceding review of damages brings the conviction that none of the shocks listed above as originated within the islands or in the interisland seas, developed really destructive intensity. On the other hand several which had their origin either in the Pacific or in Celebes Sea may be classed among disastrous disturbances, because of the violence they had on coasts scores of kilometers distant from their submarine origin.

Someone may remark; how is that they caused damage not being destructive? To such remark may be answered that the ruins reviewed were generally caused in weak structures, as such must be classed at present numerous old buildings deteriorated by weather, rains, and typhoons, which did not receive periodical necessary and intelligent repairs. Moreover several public and private masonry structures gutted by fire, have been after such ordeal, loaded again without due careful repairs and technic inspection of their soundness.

Special attention should be given to the few old tile roofs, yet extant which on account of leakings, white ants and similar insidious enemies of the wooden frames, offer little guarantee. What should disappear entirely is the ugly sight of ruinous stone walls conspicuous in many towns; such relics of former good residences and pretencious garden enclosures, at present contribute only to render the premises unhealthy, unsighty and unsafe. It should be absolutely forbidden to shelter under similar ruins and to build shacks too close to them. The victims of the recent Cebu earthquake found their untimely death under like ruinous walls.

In the review of the ruins caused by the earthquakes of 1918 to the towns of Ivana and Sabtan, Batanes Islands, it was indicated the great part played by the conditions of the soil. Similar remarks can be made respectively to other cases. The area of destruction, for instance, of the Camarines earthquakes had the limits of recent alluvials deposited by the Bicol River; in Sorsogon a small alluvial area existing between the Mayon and Bulusan Volcanoes formations, was precisely the damaged area by the shocks of 1912. Laoag and Vigan have in recent earthquakes suffered more than other near towns for the same reason. Through the alluvials the earthquake tremors have larger amplitude, and the soil is easily cracked and deformed because of

International Seismological Centre

its little elasticity. It is yet worse for this and other reasons the made-up soil by artificial filling, so extensively resorted to in prosperous cities to enlarge the urban surface with the addition of swampy areas, abondoned river channels and shallow seashores. On soils of this kind big and substantial structures do not give any guarantee of stability unless their foundations by some means rest on the old inferior layers. This is specially true in reclamation of still water courses where silt or mud has been deposited during centuries, as for instance in some sections of our City of Manila.

The recent catastrophe of Tokio and Yokohama will be, we hope, a good lesson not to be easily forgotten. It will not be amiss to recommend that neither the commercial exigencies nor the relative seismic calm of many years, induce our Philippine Engineers and Architects to change the mixt system of our building, of so good result in this country, unless it is substituted by other modern systems, experienced in other countries exposed like our's to earthquakes.

International Seismological Centre

TERREMOTOS VIOLENTOS Y DESTRUCTORES RECIENTES DE FILIPINAS, VII-X, 1900-1922

[Véase la lista en el texto inglés]

La lista de temblores de tierra violentos y destructores, intensidades VII–X, ocurridos en el Archipiélago durante los últimos 22 años alcanza a la respetable cifra de 52, poco más de dos anuales. Afortunadamente en su mayoría se originaron en los mares vecinos de la China, Célebes y el Pacífico, y muchos a respetable distancia de nuestras costas habitadas. Los más violentos y de mayor extensión tuvieron casi siempre su origen en el Pacífico y Mar de Célebes afectando regiones de Mindanao poco pobladas y de poquísimas construcciones de mampostería. Los originados dentro de las islas y en los mares interinsulares, generalmente, fueron de muy pequeña extensión, afectando uno o dos pueblos. Ninguno de éstos sin embargo desarrolló tanta intensidad como los antiguos de 1654, 1863 y 1880, puesto que los destrozos ocurrieron en construcciones antiguas y mal conservadas, mientras que las modernas, tanto mixtas como de mampostería y de ladrillo bien construídas siempre resistieron.

No carecerá de oportunidad el presentar un resumen de los daños y pérdidas sufridas por las construcciones de Filipinas a causa de los terremotos durante este período.

1901, septiembre 9.—Este terremoto, de un área muy reducida, sólo causó pequeños desperfectos en la vieja iglesia de Calauag, Tayabas, y abrió grietas en la tierra cerca de la playa; el centro estaba al parecer a poca distancia dentro de la pequeña bahía de Calauag.

1901, diciembre 14.—El terremoto de diciembre de 1901 fué seguramente el más fuerte sentido en Manila y en las Provincias de Cavite y Batangas desde 1880. Los daños sin embargo fueron de muy poca monta; algunas paredes viejas, generalmente de cercado, en Manila y en la Provincia de Batangas se rajaron y en parte derrumbaron. La prensa dió la noticia de que en Balayán la caída de una pared mató a un soldado americano.

1902, agosto 21.—Originóse este terremoto en la parte norte de la bahía Illana, Mindanao. Fué de gran violencia en la parte central y sur de la Provincia de Lanao y oeste de la de Cotabato. Destruyó muchas casas y aun cotas de moros, almacenes y cuarteles de las tropas allí estacionadas. Súpose de la muerte de doce moros y de buen número de heridos. Los efectos en el terreno fueron muy visibles en grietas y derrumbes; el mar se alborotó en las costas de Malabang y subió en forma de marea muy extraordinaria pero sin olas violentas. El cable submarino se rompió y quedó enterrado en algunos sitios.

1902, agosto 25.—Terremoto muy local al WSW de Iloílo; derribó parte de la fachada de la antigua iglesia de Maasin, abrió grietas y causó derrumbes dentro de un radio de pocos kilómetros alrededor de dicho pueblo.

1903, diciembre 28.—Por fortuna este terremoto se originó en el mar a mucha distancia de las costas de Caraga y de Dávao; aun así causó en ellas algún daño, agrietando paredes, derrocando algunas casitas y cercas de piedra; abrió muchas grietas en el terreno y derrumbó cantiles calizos de la costa.

1907, abril 18.—Es este uno de los terremotos modernos que causaron más ruinas en la Provincia de Camarines Sur. El área más arruinada corresponde a una zona a

International Seismological Centre

lo largo del río de aluviones modernos depositados por el mismo. Con todo sólo quedaron inhabilitables edificios muy viejos y necesitados de reparaciones; los demás resistieron suficientemente quedando sólo con grietas y otros pequeños desperfectos. El hecho singular ocurrido en Naga de quedar destruída toda la parte delantera, modernamente edificada y unida a una antigua construcción, la cual apenas sufrió nada, podrá servir de lección para cuando se trate de edificar adiciones a construcciones ya antiguas. La iglesia de San Francisco de Naga y su torre casi destruídas y algunas otras de la cuenca del río que sufrieron mucho estaban verdaderamente ruinosas antes del terremoto por falta de oportunas reparaciones. Fuera de la región aluvial los daños no fueron de consideración.

1907, mayo 20.—Este terremoto, supuesto volcánico, derribó casas y abrió numerosas grietas en las vertientes del monte volcánico Cabalian, que forma una pequeña península al SE de Leyte.

1907, mayo 25.—Los únicos desperfectos causados por este terremoto, originado en el mar de la China, ocurrieron en Laoag, en edificios muy antiguos. Laoag está edificada en gran parte en los aluviones recientes depositados por el gran río que lleva su nombre.

1907, noviembre 24.—Este segundo terremoto de Camarines Sur comprendió la parte oriental de la zona afectada por el de abril, en las cercanías del lago Bató, en terreno algo pantanoso que se está todavía rellenando con los acarreos del Río Bicol y otros que afluyen a dicho lago. Los edificios arruinados en cuatro diferentes pueblos además de ser antiguos habían ya sufrido mucho en los anteriores terremotos.

1911, julio 12.—Debe contarse este terremoto como uno de los más extensos y desastrosos; originado en el Pacífico afectó todo el E de Mindanao, donde causó muchos daños en todo el centro de la costa oriental y a lo largo del valle del Agusan. Debido al terreno de aluvión del suelo de este valle los transtornos causados en él, fueron tan grandes que podrían hacer creer que el centro estaba dentro del mismo. A lo largo de la costa oriental los destrozos tanto en las construcciones como en el terreno fueron proporcionales a la blandura y a lo quebrado del suelo. En toda la región sólo existen construcciones ligeras y mixtas.

1912, noviembre 8.—Los daños causados por este terremoto en los edificios de mampostería de la capital de Sorsogón fueron muy visibles. No consta con todo de la solidez de los dañados; el convento e iglesia eran antiguos y algo destartalados; la gran mole que constituye la fachada y las torres de la iglesia estaba construída de una mezcla de piedra y de ladrillo, siendo tal vez esta la causa de las cuarteaduras en todos sentidos que sufrió. El terreno más castigado fué el constituído de aluviones y depósitos marinos. En este terreno de poca o ninguna consistencia se abrieron muchas grietas y produjeron derrumbamientos. Fuera de la capital el terremoto no causó daños apreciables.

1913, marzo 14.—Puede también este contarse entre los grandes terremotos. Originado en el mar de Célebes afectó toda la parte sur de Mindanao, donde no causó grandes destrozos por no existir allí más que edificaciones ligeras de pueblos miserables.

1913, abril 17, 18 y 24.—Muy extraordinario período de terremotos violentos originados en el abismo de Filipinas del Pacífico, los cuales afectaron la parte central de la Provincia de Surigao y norte de Agusan. Su violencia era tal que las construcciones de mampostería hubieran sufrido mucho; por falta de tales construcciones los daños causados fueron pocos.

1913, agosto 23 y septiembre 4.—Estos dos terremotos de Benguet rajaron en Baguio algunas pocas paredes en edificios de mampostería, no muy sólidos; los de cemento y los de madera bien conservados no sufrieron nada.

1915, mayo 16 y julio 2.—Estos dos terremotos causaron ruinas en Ivana y Sabtan de las islas Batanes. Los principales edificios, conventos, iglesias y casa gobierno que-

International Seismological Centre

daron con algunas grietas solamente. Muchas casas de particulares fueron destruídas, debido a su mala mampostería y al pésimo sistema de tejados, formados por un caballete cuyos cabrios apoyan su parte inferior en las paredes formando así potentes palancas que las empujan hacia afuera.

1915, noviembre 18.—Otra vez Laoag, la capital de Ilocos Norte, experimentó los efectos de choques violentos como en mayo de 1907, sufriendo principalmente el edificio provincial, muy antiguo y quebrantado, y algunos otros de las mismas condiciones. En cambio, la iglesia, el suntuoso y grande convento y la monumental torre, obras de ladrillo las dos últimas, apenas se resintieron nada, lo cual no deja de llamar la atención estando situadas más cerca del río que el anteriormente mencionado. Tampoco sufrieron, que sepamos, los edificios e iglesias de San Nicolás, al otro lado del río, ni los de Bacarra y otros pueblos cercanos, todos de piedra y mampostería como los de Laoag. Abriéronse muchas grietas hacia el oeste en la costa, en los arenales de la desembocadura del río al mar de la China. El centro del terremoto estaba en el mar de la China.

1916, enero 4.—El área de destrucción de este terremoto fué la misma del de agosto de 1902 en el interior de la Provincia de Iloílo. También esta vez sufrieron los edificios antiguos del pueblo de Maasin y sus cercanías en una extensión de 20 a 30 kilómetros de diámetro.

1917, enero 31.—Gran terremoto originado en el mar de Célebes y sentido con fuerza destructora a lo largo de las costas meridionales de Cotabato y de Dávao. En regiones densamente pobladas hubiera causado incalculables destrozos e innumerables víctimas, aun así se contaron siete muertos; es posible hubiera muchos más entre los moros e infieles que pueblan toda la región meridional indicada.

1917, febrero 17.—Maltrató muchas casas de particulares del pueblo de Ivana en las Islas Batanes, pero las más estaban ya en malas condiciones. El empuje hacia el exterior de los cabrios causó la mayor parte del daño, sirviendo como de palanca a los choques sísmicos.

1918, agosto 15.—Terremoto desastroso, originado en el mar de Célebes no lejos de las costas meridionales de Cotabato y Dávao. Fué de los más destructores de que se tiene memoria. Produjo una ola espantosa que invadió aquellas costas causando muchas pérdidas y unas 50 víctimas. Lo poco poblado de aquella región y el no existir construcciones de importancia hizo que las pérdidas y desgracias no fueran incalculables.

1918, septiembre 13.—Apenas reparadas las ruinas del pueblo de Ivana de las Islas Batanes causadas por el terremoto de 1917, sobrevinieron otros dos más destructores que aquél, los cuales arruinaron otra vez casi por completo dicho pueblo y el de Sabtan situado casi en frente al otro lado del estrecho que separa las islas de Batan y Sabtan. No quedó apenas en estos dos pueblos construcción habitable; iglesia, convento y casas de particulares todas se arruinaron. El terremoto tuvo tan poca extensión que pueblos situados sólos cuatro kilómetros más al norte apenas sufrieron nada. Examinadas las condiciones tanto de las construcciones como del terreno, aparece enseguida lo mucho que éstas debieron influir en tan grande destrucción. En otra parte ya hicimos notar la pésima construcción de los tejados y esta vez se puso más de relieve su nefasta influencia. Cubiertos de una capa muy grande de la yerba llamada *cogon,* al empaparse de agua por las lluvias torrenciales de la monzón del SW adquieren un peso enorme, desproporcionado para la mala construcción de los caballetes. Así se explica como todos se hundieron hacia dentro y los cabrios empujaron las paredes hacia afuera. Además la mampostería es de muy mala calidad; compuesta de cantos rodados, de arena de la playa, con gran proporción de sal, y de cal pobre de madrépora poco lavada, difícilmente llega a adquirir la consistencia necesaria y propia de la buena argamasa, siendo sus

International Seismological Centre

índices de compresibilidad y tensión bajísimos. Las iglesias y conventos adolecían de semejantes defectos de material y de otros de construcción. La torre de Ivana, por ejemplo, se rompió por la mitad cayendo en masa toda la parte superior; examinada la sección de rotura se vió que consistía en una porción construída, no se sabe porque, de piedra blanda de toba y de ladrillo mal cocido, mientras que las partes superior e inferior a esta sección eran de mampostería bastante buena, como lo prueba la falta de grietas en el resto inferior que quedó en pié, y el hecho de que la parte superior se destrozó sólo en la caída al chocar con el suelo duro de mampostería. En la iglesia además, para reforzar las paredes laterales lisas se habían construído, arrimadas a ellas pero sin cohesión, unas columnas de cerca de un metro de escuadría y unos seis de altura; como naturalmente el período de oscilación era diferente se estuvieron golpeando columnas y paredes hasta destruirse mutuamente. Ambos pueblos están por otra parte emplazados en terreno flojo y heterogéneo, formado por el talus de dos precipicios de la montaña y los conos de dijección de dos torrentes. Sin embargo los efectos en este mismo terreno fueron casi nulos, y dos pequeños puentes fundados en él no sufrieron sino algo en los pretiles.

1919, abril 27.—Este terremoto se originó al SW de la isla de Tablas cerca del grupo de islitas de Semirara. Causó algunas ruinas en los pueblos de Looc y Odiongan del SW de Tablas y en las islitas dichas y en la de Carabao. Lo que sufrió más fué la vieja Iglesia de Odiongan. Se abrieron muchas grietas en los terrenos de aluvión. El área central por fortuna estaba en el mar.

1919, septiembre 26.—Este terremoto, aunque no muy violento, causó algunos daños en la capital y varios pueblos de Ilocos Sur. Puede asegurarse que ninguna construcción sólida sufrió nada; las paredes de sillería y de mampostería y aun arcos de los pisos inferiores resistieron bien, sufriendo principalmente los tabiques de los pisos altos. En la Catedral de Vigan un gran cubo pegado al ángulo superior del tímpano de la fachada que servía de base a una gran cruz, se despegó y resbaló hacia el tejado. Sufrieron algo muchos tejados de teja sostenidos por maderámenes muy deteriorados; causa admiración el que no se derrumbasen muchos muros de iglesias, conventos y casas particulares, que no ofrecen garantía ninguna. Vénse en efecto cuarteados, en unos casos por ceder los cimientos, en otros por el fuego y baguios que han soportado, roídos además cerca de sus bases por la intemperie y otras causas. Más de un tejado de teja y más de un muro se han derrumbado sin movimiento sísmico ninguno. Por manera que es de temer que un terremoto violento causaría inmensas ruinas, lo mismo en construcciones públicas que en particulares, antiguas y muy deterioradas, que abundan en la provincia. Una buena inspección y reforma sería muy conveniente y saludable. El terremoto se originó también en el mar de la China.

1921, noviembre 7 y 11.—Dos grandes terremotos originados en el abismo del Pacífico. Causaron desperfectos en las construcciones de la costa SE de Mindanao, y en el terreno. Debido a la falta de edificios de mampostería, sus destructores efectos fueron más visibles en el terreno que en las construcciones. Al segundo acompañó grande oleaje, el cual sin embargo no causó desgracias por no existir allí poblados en playas bajas.

1922, febrero 27.—Terremoto de Cebú. Solamente sufrieron sus efectos destructores varios tejados de teja antiguos y algunos muros ruinosos, restos de arruinados edificios. Por desgracia dos de éstos causaron la muerte de cinco personas. Originado en el mar.

1922, marzo 1.—Este terremoto del SE de Negros causó desperfectos en un convento antiguo del pueblo de Siaton y grietas en los aluviones. Originado en el mar.

La lectura del precedente resumen lleva al ánimo la convicción de que ninguno de los terremotos de la precendente lista, originados dentro de las islas o en los mares

International Seismological Centre

interinsulares, ha llegado realmente al grado de destructor. En cambio algunos de los que tuvieron su origen en el Pacífico y en el Mar de Célebes fueron de carácter desastroso tanto por su extensión como por su violencia, puesto que teniendo su centro a muchos kilómetros de distancia de nuestras costas todavía ejercieron en ellas notables efectos. Alguien tal vez responderá respecto de los primeros, que bien debieron ser destructores cuando causaron ruinas. A esto se responde que las ruinas causadas no representan grande fuerza por haber tenido lugar en construcciones débiles, como consideramos hoy multitud de edificios antiguos de estas Islas, trabajados por el tiempo y las aguas y sin recibir los cuidados y reparaciones necesarias. No pocos tanto públicos como privados pasaron por el fuego y sus paredes después de tan dura experiencia han vuelto a cargarse, sin cerciorarse bien por medio de una minuciosa inspección técnica, de su verdadero estado de solidez. Sobre todo los pocos que aun nos quedan con tejados de teja ofrecen muy pocas garantías de seguridad a causa del agua y del anay, enemigos terribles e insidiosos del maderamen que sostiene semejantes tejados. Otra cosa que convendría también que desapareciese, para evitar peligros, son lo paredones ruinosos que se ven en muchos pueblos; miserables restos de suntuosas residencias o de cercados pretenciosos, pero que hoy solo sirven para afear las calles y de peligro. Debería estar completamente prohibido el cobijarse y el apoyar construcciones ligeras en tales ruinas. Las víctimas del reciente terremoto de Cebú hallaron su muerte al pié de semejantes muros.

Al resumir los terremotos de Batanes de 1918 se indicó la grande parte que tuvo en los destrozos la calidad del terreno, la cual indudablemente ha influido también en otros casos. Por ejemplo; el área de destrucción de Camarines marcada la de los aluviones recientes del río; el área mezosísmica del terremoto de Sorsogón comprendió a la de los únicos aluviones que allí existen entre las formaciones volcánicas del Bulusan y del Mayón. Laoag y Vigan suelen sufrir más que otros pueblos vecinos por estar sobre semejante terreno. En los aluviones las oscilaciones sísmicas adquieren mucha mayor amplitud y el terreno por su falta de elasticidad se deforma y agrieta fácilmente; mucho peor es aún el terreno de relleno artificial, tan usado hoy en las grandes poblaciones para extender las superficies urbanas a pantanos, antiguos lechos de ríos, canales y playas de poco fondo. En semejantes terrenos no puede garantizarse la estabilidad de ninguna construcción que de una manera o de otra no se apoye sobre las capas inferiores antiguas. Conviene tener esto presente sobre todo en semejantes terrenos de relleno artificial, cuando el área rellenada fué antes el cauce de un estero o canal, de poca o ninguna corriente donde durantes siglos se depositó limo o fango, como sucede en diferentes sitios de Manila.

Las recientes catástrofes de Tokio y Yokohama servirán de lección, que no conviene olvidar. Ni las exigencias del comercio ni la tranquilidad de muchos años deben inducir a los ingenieros y arquitectos Filipinos a cambiar el sistema mixto de edificación, de buenos resultados en estas Islas, a no ser que se sustituya por otros modernos de solidez probada en otras regiones expuestas a terremotos.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR OCTOBER, 1922

206585

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR OCTOBER, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.,

Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

3, 12h 09m 08s* [3, 20h 09m 08s]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III. Far origin in the Pacific.

5, 11h 54m 42s* [5, 19h 54m 42s]. **N Luzon.** Earthquake of intensity IV–V, felt through the provinces of Luzon lying N of parallel 17° N. Its origin lay near to the northern coast. Recorded at Hongkong, China, and Taihoku, Formosa.

14, 0h 15m 59s* [14, 8h 15m 59s]. **N Luzon.** Earthquake of intensity IV–V. Origin and extension nearly the same of the preceding on the 5th. Recorded at Hongkong and Zikawei.

14, 14h 25m [14, 22h 25m]. **Naga** (SE Luzon). Local shock of intensity II–III.

17, 5h 30m [17, 13h 30m]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III felt in the occidental coasts of Davao Gulf. Recorded at Butuan as of distant origin outside of the Island.

19, 15h 38m [19, 23h 38m]. **Talacogon** (E Mindanao). Earthquake of intensity III–IV. Recorded at Butuan; origin toward the central part of the Agusan Valley.

20, 13h 21m 31s* [20, 21h 21m 31s]. **Atimonan** (E Luzon). Earthquake of intensity III. Origin in the Pacific NE of the station.

23, 3h 31m 40s* [23, 11h 31m 40s]. **Aparri** (NE Luzon). Earthquake of intensity III–IV. Origin in the Pacific, not far from the northeastern end of the Island.

24, 22h 23m 49s* [25, 6h 23m 49s]. **Marinduque Island.** Earthquake shock of intensity III–IV. Near origin.

25, 4h 35m [25, 12h 35m]. **Talacogon** (E Mindanao). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan. Light aftershock two hours later. Local origin.

27, 15h 10m [27, 23h 10m]. **Port Lebak** (SW Mindanao). Local earthquake shock of intensity III–IV.

29, 20h 47m 17s* [30, 4h 47m 17s]. **W Luzon.** Earthquake of intensity IV–V, felt through the Benguet Province and central part of La Union. Epicenter in the Western portion of Benguet; movements characteristic of the shocks originated in this region.[2]

30, 8h 23m [30, 16h 23m]. **Cotabato** (SW Mindanao). Local shock of intensity II–III.

30, 13h 09m [30, 23h 09m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity III. Recorded at Manila; its origin lay between the Philippines and Guam.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convinience of Philippine readers.

[2] See Bulletin for October, 1920.

International Seismological Centre

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

(Time: Greenwhich mean. Midnight=0^h. Instrument: Wiechert seismograph, 1,000 kilograms.

A_N: T_o=6.94, ϵ=2.212, $\frac{r}{T_o^2}$=0.048, V=180; A_E: T_o=6.90, ϵ=1.787, $\frac{r}{T_o^2}$=0.043, V=240.

Alluvium. 2.40 meters above sea level).

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.			Period.	Amplitude.		Remarks.
				h.	m.	s.	s.	A_N μ	A_E μ	
329	3	Ir	e	12	09	08				Felt at Butuan (N Mindanao). Origin in the Pacific.
			L?		12	15				
			F	13	02					
330	3	I	e	13	21					
			F		38					
331	3	I	e	13	34					
			F		59					
332	3	Iv	eP	20	57	28				
			L		57	39				
			F	21	00					
333	3	Iv	eP	21	27	19				
			L		27	29				
			F		31					
334	4	Iv	eP	4	41	14				
			L		41	30				
			F		45					
335	5	IIr	eP	5	17	10				Moluccas.
			L		20	05				
			M_N		20	11	7	73		
			M_E		20	37	8		42	
			F	6	03					
336	5	IIv	eP	11	54	42				Felt in northern part of Luzon.
			L		55	28				
			M_E		56	22	6		67	
			M_N		56	27	5	48		
			F	12	09					
337	11	Iu	eP	15	10	21				Between Brazil and Peru?
			PR_1E		15	00				
			PR_1N		15	31				
			eS?		21	15				
			L?		40	28				
			F	17	05					
338	14	IIIv	eP	0	15	59				Felt in northwestern part of Luzon.
			L		16	53				
			M_N		17	20	6	467		
			M_E		17	21	6		317	
			F		58					
339	14	IIr	eP	3	59	00				NE Formosa.
			L	4	02	25				
			M_E		05	21	8		20	
			F	5	15					
340	14	I	e	7	41	40				
			F	8	56					
341	14	IIIr	eP	23	49	40				NE Formosa.
			L		53	08				
	15		F	1	30					
342	16	Iu	eP	16	08	49				
			L?		23	00				
			F	17	10					
343	17	IIr	e	6	43	22				
			iL		51	34				
			M_N		55	00	10	76		
			M_E		55	17	10		30	
			F	7	50					
344	17	Ir	e	10	02	00				
			L		10	23				
			M_N		11	52	12	13		
			M_E		11	53	11		9	
			F		55					
345	17	Ir	e	17	53	12				
			L	18	00	30				
			F		31					

International Seismological Centre

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
346	17	I	e	21 20 42				
			F	48				
347	18	I	e	13 04 46				
			F	24				
348	18	I	e	22 45 00				
			F	23 02				
349	20	Iv	eP	1 14 16				
			L	14 52				
			F	19				
350	20	Iv	eP	13 21 31				Felt at Atimonan (E Luzon).
			L	21 50				
			F	28				
351	21	Iv	eP	20 24 45				
			F	28				
352	21	Iv	e	22 07 50				
			L	09 20				
			F	28				
353	22	Iv	eP	17 33 56				
			F	37				
354	23	Iv	eP	3 31 40				Felt at Aparri (NE Luzon). Origin in the Pacific.
			L	32 35				
			M_N	32 49	5	19		
			M_E	33 40	5		17	
			F	48				
355	24	IIr	e	21 28 43				Kurile Islands.
			F	23 42				
356	24	Iv	eP	22 23 49				Felt at Boac (Marinduque Island).
			L	24 09				
			F	32				
357	27	IIIr	eP	14 25 00				Felt in northern part of Formosa.
			iL	27 52				
			M_E	29 04	9		68	
			M_N	29 50	8	67		
			F	16 12				
358	29	Iv	eP	13 55 26				
			L	55 49				
			F	14 03				
359	29	Iv	eP	20 47 17				Felt at Baguio (W Luzon).
			L	47 31				
			F	51				
360	30	Ir	eP	13 10 32				Felt in Guam.
			L	14 34				
			M_E	14 41	6		16	
			M_N	14 48	8	41		
			F	58				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

3, 12h 09m 08s* [3, 20h 09m 08s]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Origen lejano en el Pacífico.

5, 11h 54m 42s* [5, 19h 54m 42s]. **N de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en las provincias del N de Luzón al norte del paralelo 17° N. Registróse también en Hongkong, China y Taihoku, Formosa. Su origen al parecer se hallaba muy cerca de las costas septentrionales de la isla.

14, 0h 15m 59s* [14, 8h 15m 59s]. **N de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV–V y de igual extensión que el precedente. Registrado en Hongkong y Zikawei. Origen muy cercano al del anterior del día 5.

14, 14h 25m [14, 22h 25m]. **Naga** (SE de Luzón). Temblor de tierra local de intensidad II–III.

17, 5h 30m [17, 13h 30m]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III, sentido en la parte occidental del Golfo de Dávao. Registrado en Butúan como de origen lejano fuera de la isla.

19, 15h 38m [19, 23h 38m]. **Talacogon** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Registrado en Butúan; el epicentro se hallaba hacia el centro del valle del Agusan.

20, 13h 21m 31s* [20, 21h 21m 31s]. **Atimonan** (E de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III. Origen en el Pacífico al NE de Atimonan.

23, 3h 31m 40s* [23, 11h 31m 40s]. **Aparri** (NE de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Origen en el Pacífico, no lejos del extremo NE de la isla.

24, 22h 23m 49s* [25, 6h 23m 49s]. **Isla de Marinduque.** Temblor de tierra de intensidad III–IV. Origen muy cercano.

25, 4h 35m [25, 12h 35m]. **Talacogon** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan. Repetición muy débil dos horas más tarde. Origen local.

27, 15h 10m [27, 23h 10m]. **Port Lebak** (SW de Mindanao). Temblor de tierra local de intensidad III–IV.

29, 20h 47m 17s* [30, 4h 47m 17s]. **W de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad IV–V, sentido en la subprovincia de Benguet y parte central de La Unión. Origen regional en la parte W de Benguet; movimientos característicos de los temblores originados en esta region.[2]

30, 8h 23m [30, 16h 23m]. **Cotabato** (SW de Mindanao). Temblor de tierra local de intensidad II–III.

30, 13h 09m [30, 23h 09m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de intensidad III. Registrado en Manila. El origen se hallaba en el Pacífico entre las Islas Filipinas y Guam.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

[2] Véase "Bulletin for October, 1920."

International Seismological Centre

EFFECTS OF THE EARTHQUAKES OF JUNE 3, 1863, AND JULY 14, 18, AND 20, 1880

In a previous article all the destructive earthquakes occurred in the Philippines during the period 1900–1922 were reported with a summary account of the damage done by them. A similar report of the two last destructive earthquakes, 1863 and 1880, which caused ruins in Manila, will certainly help the builders to select the most safe system of structures and to know the conditions of the ground in Manila and elsewhere. Unfortunately there exists only one complete description with details about damages on buildings and effects on the ground, this is the report presented by J. Centeno shortly after the earthquakes of 1880. Relations of 1863 earthquake are written in a more general style so as to be nearly impossible to obtain any practical idea of their effects in order to draw conclusions about the part due to the force of the shocks and to the conditions of the structures and of the ground.

Earthquake of June 3rd, 1863.—It occurred without any previous shocks at 19^h 20^m [11^h 16^m G. T.]; so it came suddenly with a fearful rumbling noise. Some persons distinguished vertical movements followed by three or four tremendous jerks in different directions, apparently N–S the first, and E–W the following, so as to give the impression of a circular movement. They did not last many seconds, nor any repetitions were noticed; but it is possible that in the great noise and confusion nobody paid much attention neither to the duration nor to repetitions. Many said to have seen a low glare upon the city.

The most lamentable effect of the shocks was the destruction of the three aisles of the Cathedral at an hour when the Canons and other people conducted a religious service. All the persons seated in the west side of choir, nine priests and seven singers and service boys, perished under the falling timbers and debris of the cupola, ceilings and roofs, while those sitting in the east side rushed at the first movement towards a passage through the lateral wall of the choir where they remained safe, and afterwards could get away under the timbers of the lateral aisle, which leaning on the same wall of the choir left a narrow wayout. The pillars of the main aisle and the upper portions of the lateral and front walls all came down. Only remained standing the tower, the first lateral chapel to the right on entering; and the chapel of the Blessed Sacrament on the left. The Sacristy which forms a lateral block with the last named chapel suffered less than the rest and several people found their safety in it.

Through the city, on both sides of the Pasig River, the ruin was appalling; not less than 47 public buildings were ruined and 25 much damaged; 570 private houses destroyed and 528 more or less damaged. Among the public buildings were destroyed, at least in the upper story: the Governor's General residence and the adjoining Real Audiencia, a large stone building on the west side of Plaza McKinley. The inmates could get out without injury, because only some interior portions actually fell with the roof; but all the principal walls were so fissured that they had to be pulled down. Santo Domingo Church: the roof and one tower were destroyed, and the front badly cracked and out of the vertical, threatening to fall; one of the Religious was fatally injured in the choir of the church; in the convent the upper story was greatly damaged. The College of Letran was also much damaged. The church of Santa Isabel, on Luna Street,

International Seismological Centre

destroyed; the college sustained damages but without casualties. The churches of San Francisco and Recoletos, the old church of San Juan de Dios, not existing at present, larger than the actual chapel, and the Hospital, had to be closed on account of the great damages in roofs and upper parts of the walls and towers. Similar damages sustained the colleges of Santa Catalina and Santa Rosa and the old San Jose College. The Intendence, in the NW corner of Solana and Anda Streets, the Administrative Council and the Aduana, in the actual Treasury, ruinous. The great ruin of the Military Hospital, just back of the Ayuntamiento and Santo Tomas University, was most lamentable, because it caused the death of several sick soldiers, and many more were injured. The clock tower and front of the municipal building in ruins. The Fortin, site of the new Post Office, and other old buildings in Concepcion district went down. The Grande Bridge was nearly destroyed and had to be pulled down and the new Bridge of Spain built in its place. In the Deposito Mercantil, within the vaults of the wall of the city near Santo Domingo, a long fissure was opened in the soil, while the vault was broken perpendicularly to the fissure. In the Ermita suburb great damage occurred in the few stone buildings there existing but only one victim, a priest, was reported. The city walls were damaged west of the Cathedral and near San Juan de Dios. Damage in the interior of the city gates is also reported; due perhaps to the fact that the interior side of the walls was not so solidly built as the exterior.

North of the Pasig River.—The Binondo Church lost the upper part of its tower and of its walls. The tobacco factory nearby, in the site of *La Insular*, was destroyed, as also a great number of private houses, relatively many more than in the Walled City. Of the Divisoria market fell the portion over the fish stalls and about 40 persons died buried under the débris; the Quinta market much damaged also. The Meisic barracks and the tobacco factory, in the same place, was destroyed causing the death of 2 soldiers and 40 horses. In the Carenero and Barraca, where is the Custom House, and the blocks towards Plaza del Conde and the Binondo estero, many victims were caused by the fall of old structures. The old San Gabriel Hospital and chapel, west of Plaza Moraga, were ruined. Along the Escolta the side on the river was nearly destroyed, the damage on the opposite side being much less. Total deaths in Binondo district 145, injured 39.

Tondo.—Twenty-three persons found their death under the ruins of apartment-houses called *posesiones* which suffered most. The lighthouse had to be pulled down.

Santa Cruz and Quiapo.—Churches much damaged; also the Bilibid Prison. In the ruins of old private houses with tile roofs of these suburbs respectively 35 and 23 persons were killed, 22 and 2 injured. San Sebastian Church suffered also heavily. In San Miguel district few deaths occurred and only 10 Chinese injured; light materials prevailed in this district.

Fissures.—Only one is reported from the Walled City, opened in the Deposito Mercantil; a great one, which emitted sand and water opened at San Gabriel, in the Muelle de la Industria. It is remarked that generally speaking more damages occurred near the river than far from it.

State of the Sea.—The water in the bay receded from Manila towards Cavite (in the direction of Cavite taken approximately) and returned from that direction; it is not said if the return was with force and if it flooded the shores. As an indication of such outwards movement, it is stated that a frigate anchored in deep water felt the impression of grounding, and a boat in ten fathoms touched the sand of the bottom. But these sensations can be attributed to the vibrations of the water. It is common on board of ships during an earthquake to feel shocks not dissimilar from touching lightly the bottom.

International Seismological Centre

Victims.—Total number of deaths in Manila about 320: reports from the provinces about victims caused by the earthquake are not to be found. Such a silence in the relations of damages means that there were few if any.

Cavite.—In the port the earthquake caused great destruction. On the peninsula of Cañacao, fissures opened; one near Sangley point is especially reported as a crater emitting out sand and water.

Laguna.—Light damages at Santa Cruz, Pila, and Pagsanjan. Particulars of other towns are wanting.

Morong (eastern portion of the actual Rizal Province).—Great damages in the churches, convents, and municipal buildings of all towns. The fall of the upper portion of the Antipolo tower injured three persons. During the night five moderate aftershocks were felt.

Bulacan.—This province suffered also heavily; nearly all the towns had their stone buildings destroyed. In Bulacan, the capital, all the public and private stone buildings. In the soil large fissures ejected sand and water. Two bridges greatly damaged. Victims, only three persons injured. Bocaue, Baliwag, Santa Maria, Malolos, Guiguinto, San Isidro, Quingua, Bigaa, Angat, and Polo sustained similar ruins in churches and other stone buildings. Fissures in the soil were also reported from Santa Isabel and Bocaue. Near Angat opened a fissure about a meter wide and more than four kilometers long.

The towns of Barasoain, Paombong, Hagonoy, Calumpit, Maycauayan, Marilao Obando, San Rafael, Norzagaray, and San Jose suffered less in their buildings.

Nueva Ecija.—Not much damage; of little consideration, says the report. But in the barrio of San Agustin, near San Jose on the Talavera River a fissure opened which emitted sand and water.

Pampanga.—The provincial building of Bacolor reported much damaged; nearly all the walls were cracked and the roof ruined. The municipal building of Arayat, under construction, much damaged also. Reports of other towns are not found.

Tarlac, Zambales, Pangasinan, Bataan, and Batangas have not any report, they lay outside of the central area of the earthquake. In the farther provinces of La Union, Nueva Vizcaya, Ilocos Sur, and Lepanto the shocks were strongly felt but did not cause any damage.

Tayabas.—Very strong earthquake, but no damages occurred, excepting at Lucban where the roof of the church sustained some dislocation; at Mauban part of the roof of the municipal building, already condemned as unsafe, caved in.

Principe or Baler District.—Strong earthquake with a repetition between 3 and 4 hours of the following morning. The southern portion of this district in the East Cordillera lay within the mesoseismic or central area of the earthquake.

The shocks had only moderate intensity in the provinces of Camarines and Mindoro.

Central area.—It comprised the provinces of Morong and Manila, at present Rizal Province, Cavite, at least as far as Cavite Port, Bulacan, eastern Pampanga, and south Nueva Ecija. So the mesoseismic area formed an ellipse which comprised the East Cordillera, from La Laguna to Nueva Ecija, the high eastern portion of the Rizal and Bulacan provinces, the tuff region, from Manila to Bulacan, and the alluvials east of the Pampanga River.

The next Bulletin will contain the report of the 1880 earthquake.

International Seismological Centre

EFECTOS DE LOS TERREMOTOS DE JUNIO 3, 1863, Y JULIO 14, 18 Y 20 DE 1880

En un artículo anterior se dió sucinta cuenta de todos los terremotos violentos ocurridos desde 1900 a 1922, con un resumen de los daños por ellos causados. Una relación semejante respecto de los dos últimos terremotos destructores de 1863 y 1880 que causaron muchos daños en Manila, será también útil a los constructores para escoger el mejor sistema de construcción y conocer las condiciones del suelo de Manila y de otras partes. Por desgracia sólo existe una descripción completa con pormenores acerca de las ruinas en los edificios y efectos en el suelo, ésta es la memoria que presentó el Sr. J. Centeno poco después del terremoto de 1880. Las relaciones de los efectos del terremoto de 1863, están escritas en términos tan generales que apenas puede sacarse conclusión alguna práctica respecto de la parte debida a la fuerza del terremoto y la que puede atribuirse a las condiciones del terreno y al mal estado de las construcciones dañadas.

Terremoto del 3 de junio de 1863.—Ocurrió sin choque alguno previo a $19^h\ 20^m$ [$11^h\ 16^m$ H. de G.]; sobrevino repentinamente con un ruído subterráneo ensordecedor. Algunas personas distinguieron movimientos verticales seguidos de tres o cuatro terribles vaivenes en diferentes direcciones; al parecer de N a S primero y de E a W después, causando la impresión de un movimiento rotatorio. Duró pocos segundos, y no tuvo repeticiones, si bien es posible que con el grande ruído y trastorno nadie se fijase en esto. Muchos aseguraron haber observado un resplandor pálido que cubría la ciudad.

El más lamentable efecto de este terremoto fué la ruina de la Catedral a una hora en que los Canónigos y otras personas asistían a las vísperas. Todos los que estaban sentados en los bancos del oeste del Coro, nueve Sacerdotes y siete cantores y monaguillos, perecieron debajo de las ruinas de la cúpula, de los techos y cielorasos, mientras que los ocupantes del lado opuesto al notar el primer movimiento se corrieron hacia un pasillo o salida que existía en el muro lateral del coro donde quedaron al abrigo, sin que les alcanzasen los maderos, tejas y piedras que del tejado se precipitaban abajo. Después pudieron salir por debajo de las vigas y soleras, las cuales quedando por un cabo apoyadas sobre el muro del coro dejaban paso. Rotos los pilares que dividían las tres naves, la cubierta, la cúpula y la parte superior de los muros todo se vino al suelo. Tan sólo quedó en pié la torre, la primera capilla, entrando a la derecha, y el sagrario o Capilla del Santísimo. La parte de la Sacristía que junto con el sagrario forman un cuerpo adosado al perímetro de la Catedral, sufrió relativamente poco y sirvió de refugio a muchas personas.

En la ciudad a ambos lados del Río Pásig las ruinas fueron muy serias; no menos de 47 edificios públicos quedaron arruinados y 26 con desperfectos de consideración; de las casas particulares se contaron hasta 570 arruinadas y 528 más o menos deterioradas. Entre los edificios públicos figura en primer término, después de la Catedral, el Palacio del Gobernador y la adjunta Real Audiencia, situados al lado oeste de la Plaza de la Catedral, hoy Plaza McKinley. Ninguna persona sin embargo pereció, por haber resistido los tabiques interiores del piso superior impidiendo así que el tejado se desplomase por entero y aplastase a los que se hallaban en las habitaciones. Quedaron sin embargo todas las paredes tanto interiores como exteriores tan agrietadas y rotas que fué preciso derribar todo el edificio. De la Iglesia de Santo Domingo, se cayó parte del

International Seismological Centre

techo y una de las torres; la parte superior de la fachada quedó inclinada amenazando caerse, uno de los religiosos murió aplastado en el coro. En el Convento, el piso superior quedó muy quebrantado. El Colegio de San Juan de Letrán sufrió también muchos desperfectos. Las Iglesias de San Francisco, Recoletos y la antigua de San Juan de Dios, mucho mayor que la actual capilla del Hospital, se hubieron de cerrar, a causa de la ruina de los tejados y de la parte superior de las paredes y de las torres. Semejantes ruinas sufrieron los Colegios de Santa Catalina y de Santa Rosa y el antiguo Colegio de San José. La Intendencia, en el ángulo NW de las calles Solana y Anda, el Consejo Administrativo y la Aduana, actual Tesorería, quedaron ruinosos. La ruina completa del Hospital Militar, detrás de la Universidad de Santo Tomás, fué mucho de lamentar por ser causa de la muerte de varios de los soldados enfermos y heridas de buen número. La torrecilla del reloj y la fachada del Ayuntamiento se arruinaron también; asímismo el Fortín, en el sitio donde se levanta la nueva casa de Correos, y varios edificios antiguos del barrio de Concepción se vinieron abajo. El Puente Grande se hubo de derribar y construir en su lugar el llamado Puente de España. En el Depósito Mercantil, que ocupaba una de las bóvedas de la muralla cerca de Santo Domingo, se abrió una gran grieta en el sentido de su longitud, mientras que sus bóvedas quedaron con roturas en dirección perpendicular. En el barrio de la Ermita sufrieron también mucho los pocos edificios de piedra allí existentes, pero sólo hubo que lamentar una víctima, un Sacerdote. Las murallas de la ciudad sufrieron algunos desmoronamientos en varios sitios, cerca de la Catedral y de Santo Domingo, lo mismo sucedió en algunas de las puertas, pero siempre en la cara interior, construída con menos solidez tal vez que la exterior.

Norte del Río Pásig. Binondo.—La Iglesia de Binondo sufrió la ruina de la parte superior de la torre y de sus muros. La fábrica de tabacos cercana, en el sitio de la "Insular" quedó completamente arruinada, lo mismo que gran número de casas particulares de las calles Rosario, Sacristía y Joló, más relativamente que en Intramuros. Del mercado de la Divisoria se hundió el tejado de la parte de la pescatería, muriendo unas 40 personas debajo de sus ruinas; también sufrió mucho el mercado de la Quinta. Los cuarteles y la fábrica de tabacos de Meisic quedaron destruídos, causando la ruina de los cuarteles la muerte de dos soldados y de 40 caballos. En el distrito llamado, el Carnero y la Barraca, desde la Aduana hasta el estero de Binondo, hubo que lamentar muchas víctimas causadas por la ruina de varios edificios antiguos de piedra allí existentes. El antiguo hospital de San Gabriel y su capilla, al oeste de la plaza Moraga, sufrieron total ruina. A lo largo de la Escolta se arruinaron naturalmente más casas en el lado del río que en el opuesto. El total de muertos en Binondo fué de 145 y el de heridos 39.

Tonao.—Veintitrés personas perecieron en las ruinas de algunas casas de vecindad, llamadas *posesiones*. La Farola se hubo de derribar y construir de nuevo.

Santa Cruz y Quiapo.—Maltratadas las Iglesias, así como la cárcel de Bilibid. En las ruinas de muchas casas privadas de estos distritos hallaron la muerte 58 personas, 35 en Santa Cruz y 23 en Quiapo; los heridos fueron 22 y 2 respectivamente. La capilla de San Sebastián quedó también arruinada. En San Miguel donde predominaban las construcciones ligeras solamente se contaron 10 heridos entre los chinos.

Grietas.—En la ciudad sólo se abrió la ya mencionada del Depósito Mercantil: una muy ancha y larga de la que salía agua y arena se produjo en San Gabriel, (Muelle de la Industria). Se hace notar que ocurrieron más ruinas cerca del río y de los esteros que lejos de ellos.

International Seismological Centre

Estado del mar.—Díjose que el mar retrocedió en dirección a Cavite y volvió luego a avanzar de la misma dirección, mas no se indica si este avance subsiguiente hacia la ciudad fué con violencia. Como indicación de estos movimientos se asegura que en una fragata anclada frente a la ciudad se experimentó la impresión de que su quilla había chocado con el fondo, y que una barca anclada a diez brazas de fondo tocó la arena. Mas semejantes sensaciones pueden atribuirse a las vibraciones del terremoto en el agua. Es cosa ya conocida que abordo de los barcos, durante un terremoto, se sienten choques tales que hacen temer haber tocado levemente el fondo.

Víctimas.—El número total no pasó, en Manila, de 320; las noticias de las provincias cercanas se callan en este punto, lo cual convence de que si las hubo fueron pocas.

Cavite.—En el puerto, el terremoto causó muchas ruinas; fuera de él en el resto de la provincia, no se mencionan. En la península de Cañacao se abrieron numerosas grietas; de una de ellas, cerca de Punta Sangley, salió agua y arena en gran cantidad y se temió no fuese un cráter.

Laguna.—Ligeros daños en los pueblos de Santa Cruz, Pila y Pansanján, de los demás pueblos no hay noticias.

Morong.—Esta provincia comprendía la parte del E de la actual de Rizal, que cae al norte de la Laguna de Bay. Grandes destrozos en las iglesias, conventos y casas municipales de todos los pueblos. La caída del cuerpo superior de la torre de la Iglesia de Antipolo hirió a tres personas. Durante la noche siguiente al terremoto se sintieron en esta provincia cinco repeticiones de moderada intensidad.

Bulacán.—Esta provincia fué de las que sufrieron más; en casi todos sus principales pueblos los edificios de piedra se vinieron al suelo, a lo menos su parte superior. En la capital, Bulacán, fueron destruídos todos los edificios públicos y privados: abriéronse grandes grietas en el suelo; dos puentes muy quebrantados. Sólo hubo tres heridos. Bocaue, Baliuag, Santa María, Malolos, Guiguinto, San Isidro, Quingua, Bigaa, Angat y Polo sufrieron igual destrucción en sus edificios de piedra. Grietas en el suelo se abrieron también en Santa Isabel y en Bocaue. Cerca de Angat una de un metro de ancho se extendía más de cuatro kilómetros. Los pueblos de Barasoain, Paombong, Hagonoy, Calumpit, al W de la provincia; Meycauayan, Marilao y Obando al S; San Refael, Norzagaray y San José al E hacia la montaña, sufrieron algo menos.

Nueva Écija.—Los daños no fueron de consideración; pero en el barrio de San Agustín, cerca de San José, a la orilla del Río Talavera, se abrió una grieta de la que brotó agua y arena.

Pampanga.—La casa provincial de Bacolor, sufrió bastantes daños, las paredes agrietadas y el tejado caído. También sufrió la casa municipal de Arayat que estaba en construcción. De los otros pueblos de esta provincia no existen o tal vez no se dieron noticias especiales por no requerirlo el poco daño sufrido.

De Tárlac, Zambales, Bataan y Batangas no publicó la Gaceta Oficial noticia ninguna por caer fuera del área central del terremoto. De las provincias más lejanas, Pangasinán, La Unión, Ilocos Sur y Lepanto, consta que se sintió bien el terremoto pero sin causar desperfectos.

Tayabas.—El terremoto fué allí muy fuerte pero sin causar en general daños; solamente dislocó el tejado de la Iglesia de Lucban y hundió parte del tejado del municipio de Mauban, condenado ya como peligroso.

Distrito del Príncipe o de Baler.—El terremoto fué muy fuerte y ocurrió una repetición entre tres y cuatro de la madrugada del día siguiente. La parte sur de este

International Seismological Centre

distrito en la Cordillera Oriental caía dentro del área central del terremoto, pero no existe allí pueblo alguno.

De Mindoro y Camarines se supo que el terremoto se había sentido con moderada intensidad.

Área central.—Comprendía las provincias de Morong y de Manila, actualmente Rizal, Cavite, a lo menos el puerto y la península de Cañacao, Bulacán, parte E de la Pampanga y S de Nueva Écija. De tal manera que formaba una elipse algo prolongada, la cual comprendía la Cordillera Oriental, desde Laguna a Nueva Écija, el área de toba volcánica desde Manila a Bulacán, y los aluviones del lado E del Río Grande de la Pampanga.

El siguiente Boletín contendrá la relación del terremoto de 1880.

International Seismological Centre

BULLETIN FOR NOVEMBER, 1922

206969

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR NOVEMBER, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.,
Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

5, 0h 36m [5, 8h 36m]. **Ormoc** (W Leyte). Earthquake of intensity V–VI, long duration. Near epicenter to the SW, in the open bay where frequent shocks of little extension originate. Recorded at Butuan. Aftershocks of intensity II–III at 2h 09m [10h 09m] and 3h 03m [11h 03m].

7, 17h 05m 42s* [8, 1h 05m 42s]. **W Mindanao.** Earthquake of intensity V, chiefly felt in Zamboanga and Basilan. Its origin lay to the S or SSE in the Celebes Sea. Recorded at Zikawei, Hongkong, and Batavia.

7, 18h 28m [8, 2h 28m]. **Calbayog** (NW Samar). Local shock of intensity II–III.

10, 12h 30m 15s* [10, 20h 30m 15s]. **NW Luzon.** Earthquake of intensity III–IV, felt through Ilocos Norte, northern portion of Mountain and Cagayan Provinces and chiefly on Babuyanes Islands. Origin west of the later, between meridian 119° and 120° E. Recorded by Hongkong, Zikawei, and Batavia.

13, 3h 02m [13, 11h 02m]. **Camp Keithley** (NE Mindanao). Earthquake shock of intensity III.

13, 16h 44m [14, 0h 44m]. **Calapan** (NE Mindoro). Local shock of intensity III.

16, 10h 13m 17s* [16, 18h 13m 17s]. **Visayan Islands.** Extensive earthquake of intensity V–VI, felt in the islands of Leyte, Masbate, Bohol, Cebu, Negros, and Panay. Its greatest intensity was experienced in N Cebu and NE Negros. The epicenter seemed to be located between N Cebu and Masbate Island. In N Cebu caused some cracks on old structures and general fall of movable objects. It was lightly noticed as far south as Butuan and Camiguin Island, N of Mindanao. A single very feeble aftershock occurred about one hour later. This earthquake relatively so extensive and strong was not recorded outside of the Archipelago.

18, 17h 02m [19, 3h 02m]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity III. Recorded at Manila.

18, 17h 40m [19, 1h 40m]. **Cotabato** (SW Mindanao). Earthquake of intensity III. Origin within the valley.

18, 21h 59m [19, 5h 59m]. **Talacogon** (E Mindanao). Earthquake of intensity III. Recorded at Butuan; origin in the southern portion of the Agusan Valley.

23, 2h 23m 00s* [23, 10h 23m 00s]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III. Doubtfull origin, possibly in the Pacific.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

International Seismological Centre

25, 13h 24m [25, 21h 24m]. **Baguio** (W Luzon). Earthquake shock of intensity III; local origin.

25, 16h 54m 55s* [26, 0h 54m 55s]. **Basco** (Batanes Islands). Earthquake of intensity IV; origin to the south near the Balintang Channel.

27, 5h 49m [27, 13h 49m]. **Cape Bojeador** (NW Luzon). Earthquake shock of intensity III.

28, 13h 55m [28, 21h 55m]. **Ormoc** (W Leyte). Oscillatory earthquake, direction SW–NE, intensity III, duration 3 seconds.

29, 15h 40m 30s* [29, 23h 40m 30s]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III–IV, felt in the Provinces of Davao and east Cotabato. Origin S of Davao Gulf.

29, 17h 42m 09s* [30, 1h 42m 09s]. **Calapan** (NE Mindoro). Earthquake of intensity IV; origin towards the eastern end of Mindoro Strait.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

[Time: Greenwich mean. Midnight=0h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_o=6.94, ϵ=2.212, $\frac{r}{T_o^2}$=0.048 V=180; A_E: T_o=6.90, ϵ=1.787, $\frac{r}{T_o^2}$=0.043, V=240. Alluvium. 2.40 meters above sea level.]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. m. s.	*s.*			
361	3	IIr	eP	12 55 06	-------	-------	-------	
			eS	58 10	-------	-------	-------	
			iL	59 00	-------	-------	-------	
			M_N	59 10	8	63	-------	
			M_E	59 10	7	-------	82	
			F	13 27	-------	-------	-------	
362	4	I	e	18 21 39	-------	-------	-------	
			F	45	-------	-------	-------	
363	7	Ir	eP	17 05 42	-------	-------	-------	Origin to S or SSE, in the Celebes Sea.
			L	09 15	-------	-------	-------	
			M_E	09 50	10	-------	8	
			M_N	10 00	10	15	-------	
			F	18 02	-------	-------	-------	
364	7	Ir	eP	18 21 15	-------	-------	-------	S Macassar Strait.
			L	26 42	-------	-------	-------	
			F	19 04	-------	-------	-------	
365	7	Iu	e	23 20 17	-------	-------	-------	Very distant earthquake. Off West Indies?
	8		F	1 18	-------	-------	-------	
366	9	Ir	eP	2 07 05	-------	-------	-------	
			L?	10 00	-------	-------	-------	
			M_E	10 15	9	-------	15	
			M_N	10 46	8	26	-------	
			F	3 08	-------	-------	-------	
367	10	IIIv	eP	12 30 15	-------	-------	-------	Felt in northern part of Luzon. Origin NE China Sea.
			L	31 15	-------	-------	-------	
			M_N	31 39	5	169	-------	
			M_E1	32 04	5	-------	130	
			M_E2	34 20	8	-------	181	
			F	58	-------	-------	-------	
368	11	IIIu	eP	4 52 42	-------	-------	-------	Chilean earthquake.
			eL?	5 51 00	-------	-------	-------	
			M_E1	52 40	22	-------	46	
			M_N1	53 25	31	34	-------	
			M_E2	55 24	29	-------	47	
			M_N2	59 58	30	34	-------	
			M_E3	6 01 00	27	-------	52	
			M_N3	01 42	30	14	-------	
			F	9 50	-------	-------	-------	
369	11	Iv	eP	18 19 28	-------	-------	-------	
			F	21	-------	-------	-------	
370	11	I	e	18 30	-------	-------	-------	
			F	20 27	-------	-------	-------	

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN

Records of the Microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
371	16	Iv	eP	10 13 17	-------	-------	-------	Visayan earthquake.
			L	14 18	-------	-------	-------	
			M_E	15 34	6	-------	25	
			M_N	15 37	6	30	-------	
			F	48	-------	-------	-------	
372	16	Iv	eP	12 19 09	-------	-------	-------	
			F	22	-------	-------	-------	Very distant earthquake.
373	17	Iu	e	11 23	-------	-------	-------	
			F	13 40	-------	-------	-------	
374	17	Iv	eP	21 55 02	-------	-------	-------	
			F	58	-------	-------	-------	
375	18	Ir	eP	19 00 00	-------	-------	-------	NE Formosa.
			L?	05 19	-------	-------	-------	
			F	42	-------	-------	-------	
376	19	Iv	eP	7 39 38	-------	-------	-------	
			F	52	-------	-------	-------	
377	23	Iv	eP	2 23 00	-------	-------	-------	Possibly in the Pacific.
			L	23 48	-------	-------	-------	
			F	41	-------	-------	-------	
378	24	Iv	eP	5 43 42	-------	-------	-------	From Omori's seismograph.
			L	45 02	-------	-------	-------	
			F	6 11	-------	-------	-------	
379	25	Iv	eP	16 54 55	-------	-------	-------	From Vicentini's seismograph. Near Balingtan Channel.
			L	55 49	-------	-------	-------	
			F	17 02	-------	-------	-------	
380	26	Iv	eP	3 12 00	-------	-------	-------	
			F	15	-------	-------	-------	
381	29	Iv	eP	13 00 45	-------	-------	-------	
			iL	01 22	-------	-------	-------	
			F	16	-------	-------	-------	
382	29	Ir	eP	15 40 30	-------	-------	-------	Felt in the southern part of Mindanao.
			L	42 43	-------	-------	-------	
			F	58	-------	-------	-------	
383	29	Iv	eP	17 31 57	-------	-------	-------	
			F	34	-------	-------	-------	
384	29	Iv	eP	17 42 09	-------	-------	-------	Calapan (NE Mindoro).
			iL	42 21	-------	-------	-------	
			F	47	-------	-------	-------	

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

5, 0h 36m [5, 8h 36m]. **Ormoc** (W de Leyte). Temblor de tierra de intensidad V–VI, duración larga. Epicentro cercano al SW en el mar, donde suelen originarse frecuentes temblores de muy pequeña extensión. Registrado en Butúan distante unos 240 kilómetros. Repitió con intensidad II–III a 2h 09m [10h 09m] y a 3h 03m [11h 03m].

7, 17h 05m 42s* [8, 1h 05m 42s]. **W de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad V sentido principalmente en Zamboanga y Basilan. Su origen se hallaba algo lejos en el Mar de Célebes al S o SSE de Zamboanga. Registrado en Zikawei, Hongkong y Batavia.

7, 18h 28m [8, 2h 28m]. **Calbayog** (NW de Sámar). Temblor de tierra local, de intensidad II–III.

10, 12h 30m 15s* [10, 20h 30m 15s]. **NW de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en la Provincia de Ilocos Norte, en la parte N de las Provincias Montañosa y Cagayán y en las Islas Babuyanes. Su epicentro se hallaba al W de estas últimas entre los meridianos 119° y 120° E. Registrado en Hongkong, Zikawei y Batavia.

13, 3h 02m [13, 11h 02m]. **Camp Keithley** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III.

13, 16h 44m [14, 0h 44m]. **Calapán** (NE de Mindoro). Temblor de tierra local de intensidad III.

16, 10h 13m 17s* [16, 18h 13m 17s]. **Islas Visayas.** Extenso temblor de tierra de intensidad V–VI sentido en las islas de Leyte, Masbate, Bohol, Cebú, Negros y Panay. Su máxima intensidad se experimentó en la parte N de Cebú y NE de Negros. El origen se hallaba entre el N de la isla de Cebú y la isla de Masbate. En la parte N de Cebú produjo pequeñas grietas en construcciones antiguas y caída general de objetos en las casas. Fué también algo perceptible en Butúan y en la isla de Camiguín al N de Mindanao. Solamente ocurrió una réplica muy ligera cosa de una hora más tarde. No se registró fuera del Archipiélago a pesar de su relativamente grande intensidad y extensión.

18, 17h 02m [19, 3h 02m]. **Guam** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Manila.

18, 17h 40m [19, 1h 40m]. **Cotabato** (SW de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III, origen dentro del Valle.

18, 21h 59m [19, 5h 59m]. **Talacogon** (E de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Registrado en Butúan; su origen se hallaba en la parte sur del Valle del Agusan.

23, 2h 23m 00s* [23, 10h 2m 00]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Origen dudoso tal vez en el Pacífico.

25, 13h 24m [25, 21h 24m]. **Baguio** (W de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III, origen local.

25, 16h 54m 55s* [26, 0h 54m 55s]. **Basco** (Islas Batanes). Temblor de tierra de intensidad IV; originado al sur cerca del Canal de Balingtang.

27, 5h 49m [27, 13h 49m]. **Cabo Bojeador** (NW de Luzón). Temblor de tierra de intensidad III.

28, 13h 55m [28, 21h 55m]. **Ormoc** (W de Leyte). Temblor oscilatorio, dirección SW–NE, intensidad III, duración 3 segundos.

29, 15h 40m 30s* [29, 23h 40m 30s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en las Provincias de Dávao parte oriental de Cotabato. Su origen se hallaba cerca al sur del Golfo de Dávao.

29, 17h 42m 09s* [30, 1h 42m 09s]. **Calapán** (NE de Mindoro). Temblor de tierra de intensidad IV; origen al E del estrecho de Mindoro.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

EARTHQUAKES OF JULY, 1880

The earthquakes of July 1880, were certainly among the worst shocks felt in Manila: all the following particulars are taken from the report of Mr. J. Centeno and from the records of the Observatory.

Dates of the Earthquakes.—There occurred three distinct earthquakes with different origins and areas of destruction, but all three undoubtedly related, because their origins lay in the same region of the oriental mountain range and corresponded to faults seemingly forming the same system.

The first occurred on the 14th of July shortly after midnight, at 0^h 53^m (13th, 16^h 49^m G. M. T.), its origin was east of Manila near the mountain range or cordillera separating the lake of Bay from the Pacific. Its meizoseismic area of destruction comprised the eastern portion of the said lake, with the so called Jalajala peninsula, advancing from the north into the lake, and eastwards the Laguna Province to the Pacific coast. This earthquake was felt at Manila with intensity VI, and did not cause any damage.

The second earthquake took place on the 18th, at 12^h 40^m (4^h 36^m G. M. T.), its origin was also in the eastern range or cordillera to the NNW of the preceding: the meizoseismic area comprising the Provinces of Laguna, N Tayabas, Morong, Manila, Bulacan and Nueva Ecija.

The third was felt two days later on the 20th at 15^h 20^m (7^h 16^m G. M. T.), with a similar repetition at 22^h 40^m (14^h 36^m G. M. T.), their origin lay in the lake of Bay; the meizoseismic area comprising the southern end of Jalajala peninsula, Talim Island and the SW shore of the lake, where it caused great damage, in the towns of Tunasan, Biñang, Santa Rosa, Pateros and Taguig. At Manila they reached intensity VII.

Minor aftershocks were frequent during the whole period from the 14th to the 21st in the eastern region where lay the epicenters of the three earthquakes, but only the stronger reached the City of Manila. After the 21st the shocks ceased; only one very noticeable aftershock occurred on the 25th.

The vibrations of the soil propagated, freely and much farther in the N and NW direction, and very little to the S and SE as if Mount Banahao and the neck or isthmus of Atimonan would check their propagation.

Damages in Manila.—About thirty public buildings (Government buildings, churches and convents) and 200 private residences were damaged by the shocks. Tile roofs suffered the most, and their fall in many cases caused the principal damages occurred in the upper story of the houses and the tops of the walls of the churches. Prominent among the ruins were, the old bell tower of the Cathedral and one of the San Agustin Church towers. Mr. J. Centeno attributes the worst damages to faulty construction and need of repairs, and adds that public buildings suffered less than private houses, because their construction and repair were better. All the bridges of the Pasig River, España, Suspension Bridge and Ayala Bridge withstood the shocks without appreciable damage.

Outside of the Walled City, ruins occurred with preference near the river and water channels: for instance along the Solano Street, from the Ayala Bridge up to Malacañang. None of the churches north of the river suffered considerably; nearly all being located some distance from water courses.

Crevasses in the ground were produced only on the banks of the river, esteros and few on the sea shore. The largest opened along the Malacañang grounds parallel to

International Seismological Centre

the river; many were reported from the esteros of Binondo, Santa Cruz and Quiapo; similarly from Pandacan, Santa Ana, and also from Cañacao, Cavite. None occurred in the Walled City.

Mr. Centeno is of the opinion that the shocks showed greater force south of the Pasig River than north of it. This is true of the shocks occurred on the 20th. Santa Ana suffered much on the 18th. On the 20th the stony vault of the church of Guadalupe was destroyed; and in the towns of Pateros and Taguig great destruction occurred, because they fell within the central area of that earthquake originated in the lake of Bay. The vault of Guadalupe had also suffered the earthquake of the 18th. On the heights of Santa Mesa and San Juan the effects were much lesser; in fact the underground reservoir and the conduits of the Manila water works, then nearly finished, did not sustain visible damage.

The total number of victims in Manila was about twenty; a very small number in relation to the amount of ruins.

Near provinces.—The total central area of the three shocks comprised the eastern Cordillera from the east of Banahao mountain northwards to the latitude of Cabanatuan, including the Provinces of Laguna, Morong, Infanta, Manila, Bulacan and Nueva Ecija. Only in the Province of Nueva Ecija this area extended to the modern alluviums of the Rio Grande, the rest of the meizoseismic area being confined in the plutonic extrusives and thertiary sediments of the Cordillera and the tuff region west of it. On this latter formation complete ruin of stonebuildings occurred only in the towns situated east of Laguna de Bay, which fell within the central area of the three earthquakes.

In the modern alluviums west of Nueva Ecija, the earthquake of the 18th caused the greatest effects, completely ruining structures and shattering the ground. The vertical component was of such a nature that at Jaen, on the Pampanga River, the posts or upright timbers of a church with light nipa roof were thrown up vertically out of their bedholes to the surface, the whole structure about twelve meters long and ten wide, falling down almost without injury. The ground in the recent alluviums along the Rio Chico, from Bongabong to San Isidro, and the region towards the W and SW, lying between the Chico and Grande Pampanga Rivers, which join not far below, was crevassed, cut and sunk in the most capricious and fearful way, the towns and barrios of this region sustaining the greatest destruction.

Due to the softness of the alluvial ground, desproportionate destruction occurred also in towns located far beyond the central area; as for instance in Hagonoy, Mexico, Bayambang, Alcala, San Jacinto and Malasiqui, located respectively along the Pampanga, Tarlac, Agno and as far as to the Bued River in Pangasinan.

Next to these regions in regard to destruction of buildings and disturbances of the ground comes the alluvial low track of Infanta and Binangonan on the Pacific coast, which lay within the central area of the 18th extensive shock.

The ruin of structures was complete, sinkings and crevassings of the ground at each side of the Lampon Port and near the rivers were comparable to those occurred in the alluvials of Nueva Ecija. Within the Cordillera, W of Infanta, and along the coast, extensive landslides were visible by hundreds. Similar effects were reported from the mountain, northwards in Nueva Ecija, where some rivers and torrents were obstructed, as for instance Santor River, SE of Bongabong. Moreover, the Negritos living in the fastness of the cordillera fled to the plains terrified by the continuous shocks and fearful noises or rumblings accompanying them. Mauban and Atimonan also on alluvium and in the SE limit of the central area of the 14th and 18th earthquakes were greatly damaged.

International Seismological Centre

Particular remarks about the ruins.—Mr. Centeno gives as instances of well constructed stone buildings, with high walls and short stone arches, the Intendencia Building, the Cathedral, the San Juan de Dios Hospital and the bridge of Spain, the former three rebuilt and the last built anew after the earthquake of 1863, all undamaged by the 1880 earthquakes.

Generally speaking in both earthquakes 1863 and 1880, only the upper portions of the structures were damaged due to heavy tile roofs, the frames of which were in many cases much weakened by leakings and white ants. Only on the soft grounds of modern alluvium the walls sustained fissures and damages reaching down to their foundations. Stone short arches not highly placed can be seen in many old churches, which did not sustain any damage from the earthquakes of 1863 and 1880. Hundreds could be mentioned here like those existing, for instance, in the convent of Guadalupe, in the sacristy of Mariquina and in the church of Marilao, all of which suffered recently the ordeal of fire and yet they stand as quake proof structures among ruins. High walls undamaged are conspicuous in Manila; in most of the old spanish houses the high stone ground floor withstood the earthquakes. Mr. Centeno condemns brick arches as less elastic than the stone arches of moderate spand. But similar arches are not to be built any more in churches and other public structures because in these seismic regions will always represent a danger.

In the current system of building houses, Centeno favors construction of the lower portion, or ground floor, of brick or stone, and the principal floor of wood, with upright timbers resting upon the walls, but conveniently braced in this case, or in the soil without being embedded in the stone walls but at a distance of a few inches, to prevent them from ramming the walls in their oscillations, as it occurs when they are embedded or too close to them.

The fall and destruction of the heavy tile roofs in most of the cases pushed down the tops of the walls and the pillars supporting them. In our days such roofs are not any more in use; flat tile roofs seem not so heavy and can not slide so easily.

As interior wooden partitions are becoming every day more common the danger offered by the *tabique pampango* and brick partitions is not so great as when Mr. Centeno wrote his report. One innovation must be considered and watched, it is the custom of closing the space between the upright timbers in the ground floor of the houses with walls of brick or Guadalupe stone. Such panels of solid walls can not but constitute a danger when they are more than two or three meters high and more than two wide, their fall in a piece can do much harm. Some means must be provided to attach them to the timbers in order to prevent their fall; fortunately such wide stone panels ordinarily are built only in the lateral walls, adjoining other properties. The reinforced cement walls ordered against fires, between two properties, should be also enforced as a preventive of destruction in case of an earthquake. Finally Mr. Centeno remarks that the bad quality of lime and the fact that timber was used before it was seasoned were responsible for many failures of constructions.

About many of the ruins caused by the earthquake of 1863 the same remarks could be made. The ruin of the Cathedral of Manila, which caused a most painful impression, probably was due to faulty construction. Only five years before its ruin a general repair had been finished. The timbers of the cupola being rotten and the pillars not very sound a ruin was impending. Consequently not only a new cupola was constructed but all the walls were made a meter higher. The work done was so faulty with numerous leakings and other defects that new repair started in 1862, which finished March of 1863, only two months before the earthquake. As these last repairs were not general,

International Seismological Centre

and probably not very careful the fall of the cupola and the roof caused general destruction.

The Manila soil.—One thing is remarkable in these two earthquakes; it is the very little disturbance of the soil within the limits of the city on both sides of the river. The few crevasses reported in both earthquakes occurred on the very banks of the river and channels. Such a fact may be a reassurance for the future. In fact both these earthquakes only destroyed the higher portions, the lower remaining undamaged and without vertical cracks due to the failure of foundations by fissures and partial subsidences of the ground upon which they rest. Foundations and lower portions of old spanish houses, churches and convents, which date from at least two centuries and do not present any cracks, can be counted by hundreds in Manila.

Relation between 1880 and 1863 earthquakes.—Both had the origin in the east Cordillera. The central area of destruction was larger in 1880 than in 1863; their longer axis had the same direction; but the area of 1863 extended somewhat more to the west, the rest being included in 1880 area. The two earthquakes had a destructive area of about 15,000 square kilometers, but fortunately nearly two thirds of it was occupied by unhabited mountains and the sea.

Not only these two earthquakes but nearly all which affected the City of Manila originated towards eastnortheast in the Eastern Cordillera. The earthquakes occurred in 1771, 1824, 1828, and 1830, according to the information which could be found, had their central area and consequently their epicenter in the East Cordillera, between the Provinces of Laguna and Nueva Ecija.

It is not entirely known what particular features exist in this region but a geological reconnaissance from Infanta to Tanay, made by H. M. Ickis, precisely in a line which cuts the axes of the central areas of the shocks of 1863 and 1880, indicates a very peculiar and complicated character. There exist limestone and shale formations between two andesitic tracks, and much faulting is shown along the line examined. The course of the Agos river forms a V, it runs to SE, perhaps following in its first section the limestone and shale formations, until it strikes the western andesites, and is obliged to find another course to the NE, farther on cutting the eastern andesites.

The most recent studies by geologists indicate the existence of two principal faults in the Cordillera, which correspond to the two northern deep bays of the Lake of Bay, these faults extend themselves northwards in the direction of the Cordillera. In the western bay of the same lake, which formerly extended about 25 kilometers northwards along the Mariquina Valley, seem to exist two fault lines, one in each side of the valley, but these two probably have not the same tectonic importance as the eastern ones; they may be but subordinate faults.

Therefore the faults dangerous for the City of Manila lie in the East Cordillera, and in the Mariquina Valley. This valley opens at about ten kilometers east of Manila; the high ground between is formed by the thick water-laid tuff formation, which extends northward more than a hundred kilometers from the volcanic region of Taal.

Fortunately the City of Manila lies some distance from the most dangerous faults and a complete destruction is less to be feared. In the western direction the *deeps* of the China Sea, where seemingly originate submarine earthquakes which affect the Zambales coasts are located at a safe distance.

International Seismological Centre

TERREMOTOS DE JULIO DE 1880

Estos terremotos fueron sin duda de los peores sentidos en Manila: todos los pormenores que van a continuación están tomados de la memoria publicada por el Sr. J. Centeno y de los datos existentes en el Observatorio.

Fechas de los terremotos.—Los terremotos fueron tres distintos con diferentes áreas de destrucción, pero indudablemente relacionados entre sí, puesto que sus epicentros estaban localizados en la misma región, en o cerca de la cordillera oriental, y correspondían a fallas pertecientes al parecer al mismo sistema o grupo.

El primer terremoto ocurrió el 14 de julio poco después de medianoche a $0^h\ 53^m$ (13, $16^h\ 49^m$ G. T.). Su epicentro se hallaba a unos 50 kilómetros de distancia de Manila hacia el ESE, en la cordillera oriental, en la porción que separa la Laguna de Bay del mar Pacífico. Su área de destrucción comprendía la parte oriental de la península de Jalajala, que por el N se introduce en la Laguna y en dirección al E la Provincia de Laguna hasta el Pacífico. En Manila se sintió con intensidad VI sin que causase daño alguno.

El segundo tuvo lugar el 18 a $12^h\ 40^m$ ($4^h\ 16^m$ G. T.); su origen se hallaba también en la cordillera del E, al NNW del precedente, y más cerca de Manila; tuvo una extensa área central que comprendió las Provincias de Laguna, N de Tayabas, Morong, Manila, Bulacán y Nueva Écija.

El tercero se sintió dos días más tarde, el 20 a $15^h\ 20^m$ ($7^h\ 16^m$ G. T.), con una repetición a $22^h\ 40^m$ ($14^h\ 36^m$ G. T.). El origen de este terremoto estaba en la Laguna de Bay; su pequeña área central comprendía parte de la península de Jalajala, la isla Talim y la parte SW de dicha laguna, donde causó mucho daño en los pueblos de Tunasan, Biñang, Santa Rosa, Pateros y Taguig. En Manila tuvieron intensidad VII.

Ligeras réplicas fueron frecuentes durante todo el período, desde el 14 al 21 de julio en la región del E de Manila donde estaban los epicentros, sintiéndose en la ciudad solamente las más fuertes. Después del 21 cesaron por completo: sólo el 25 ocurrió una algo intensa.

Las vibraciones del suelo se propagaron sobretodo el 18, más libremente y a grandes distancias hacia el N y NW y muy poco hacia el S y SE; como si el monte de Banahao y el estrecho istmo de Atimonan amortiguasen su energía.

Destrucción en Manila.—Unos 30 edificios públicos (edificios del Gobierno, iglesias y conventos) y 200 casas particulares sufrieron daños de consideración. Los tejados de teja llevaron la peor parte y su caída en la mayoría de los casos fué la causa de la destrucción en los pisos superiores de las casas y parte superior de las paredes de las iglesias. Las ruinas más prominentes fueron la de la antigua torre de la Catedral y de una de las torres de la iglesia de San Agustín. El Sr. Centeno atribuye la peor destrucción a defectos de construcción y falta de convenientes reparaciones, y añade que los edificios públicos salieron mejor librados que los particulares, porque su construcción y estado de conservación eran mejores. Todos los puentes del río Pásig, el de España, el de Suspensión y el de Ayala, resistieron sin quebranto los vaivenes del terremoto.

Fuera de la ciudad murada, las ruinas fueron más en los bordes del río y de los esteros y canales; así por ejemplo a lo largo de la Calle General Solano desde el puente de Ayala hasta Malacañang. Ninguna de las iglesias del norte del río Pásig sufrió mucho por estar casi todas algo apartadas del río y de esteros.

International Seismological Centre

Grietas en la tierra solamente se produjeron en los bancos del río, de esteros en la orilla del mar. La mayor de todas se abrió en los terrenos del Palacio de Malacañang, paralela y a pocos metros del río; hubo otras en los esteros de Binondo Santa Cruz y Quiapo. Asímismo en Pandacan y Santa Ana, y también en la península de Cañacao en Cavite. Ninguna en la ciudad murada.

El Sr. Centeno cree que los terremotos tuvieron mayor intensidad al lado sur del río Pásig que al norte; en efecto el pueblo de Santa Ana sufrió mucho el día 18 así como el 20 los de Pateros y Taguig y el de Guadalupe, donde la bóveda de mampostería de la iglesia se hundió. Como el epicentro del 20 estaba en la Laguna de Bay y el área central se extendía al SW y W estos pueblos sufrieron más: la bóveda de Guadalupe debía estar ya quebrantada por el terremoto del 18. En las alturas de Santa Mesa y San Juan del Monte, al N del río, los efectos fueron menores, los conductos y depósitos, cavados en todo o en parte en la toba volcánica, pertenecientes a la traída de aguas, entonces casi terminada, no sufrieron desperfecto alguno visible.

Las desgracias personales fueron muy pocas relativamente a las ruinas; los muertos no pasaron de veinte.

Provincias vecinas.—Como se indicó antes, el área central de destrucción de los tres terremotos se extendía a lo largo de la Cordillera del E de Luzón, desde el este del monte Banahao hasta la latitud de Cabanatúan, unos 160 kilómetros de N a S y cosa de 90 de E a W, comprendiendo las Provincias de Laguna, Morong, Infanta, Manila, Bulacán y Nueva Écija. Solamente en esta última provincia comprendía extensiones de terreno de aluviones modernos acumulados por los ríos Grande y Chico de la Pampanga; el resto quedaba en terrenos plutónicos de la Cordillera, en los sedimentos terciarios que forman sus estrivaciones occidentales y en la grande corriente de toba volcánica, que se extiende a lo largo de las Provincias de Manila y Bulacán. En suelos de toba solamente pocos edificios de piedra en la Laguna, que estuvieron comprendidos en el área de destrucción de los tres terremotos, fueron totalmente arruinados.

En los aluviones recientes de la parte W de Nueva Écija el terremoto del 18 causó los más terribles efectos, arruinando completamente las construcciones y revolviendo el terreno. La componente vertical era de tal amplitud que en la iglesia de Jaén, cerca del río Pampanga, los pies derechos de 12 metros de largo, de los que se hallaban dos enterrados o empotrados en el suelo, unidas sus cabezas por correas y tirantes, con cubierta ligera de caña y nipa, fueron levantados verticalmente hasta salirse de sus cajas, cayendo el edificio todo de una vez. El terreno aluvial a lo largo del río Chico desde Bongabong hasta San Isidro y la región hacia el W, situada entre los ríos Chico y el Grande, que se juntan más abajo estaba cortado y hundido, en una palabra, revuelto de la manera más caprichosa y horrible. Todos los barrios de esta región sufrieron la más completa destrucción pero sin desgracias personales apenas.

Debido a la blandura del terreno de aluvión desproporcionadas ruinas ocurrieron también más allá del límite del área central; como por ejemplo en Hagonoy, México, Bayambang, Alcalá, San Jacinto y Malasiqui, pueblos todos situados respectivamente a los bordes de los ríos Pampanga, Tarlac, Agno y hasta del distante Bued en Pangasinán.

Igual suerte que estas regiones por ser el suelo de aluvión cupo a la parte playera del distrito de la Infanta, en la costa del Pacífico, comprendida también en el área central del terremoto del 18. Todas las construcciones se arruinaron, y el suelo quedó a ambos lados de la entrada del puerto completamente hundido y cortado, lo mismo que en las cercanías de los ríos, es decir, revuelto como en los aluviones de Nueva Écija. Dentro de la misma Cordillera, al W de la Infanta y a lo largo de la costa, los grandes

International Seismological Centre

derrumbes en las montañas se contaron por centenares. Los mismos efectos se produjeron siguiendo la cordillera hacia el norte hasta Nueva Écija, donde algunos ríos quedaron completamente obstruídos, como por ejemplo el llamado Santor, al SE de Bongabong. Los negritos que vivían en la espesura, se bajaron a los llanos, horrorizados del continuo temblar de la tierra y de los espantosos ruídos subterráneos. Los pueblos de Mauban y Atimonan, en el límite sudeste del área central, sufrieron también extraordinariamente por estar asentados sobre aluviones.

Particularidades sobre las ruínas.—El Sr. Centeno presenta en su memoria como ejemplos de construcciones sólidas de piedra y mampostería con altos paredones y arcos interiores, la Catedral, la Intendencia, el Hospital de San Juan de Dios y el Puente de España. Los tres primeros fueron reedificados en parte después del terremoto de 1863 y el último, construído en su totalidad después del mismo terremoto ninguno de ellos sufrió desperfectos con los de 1880.

Hablando en general tanto los terremotos de 1863 como los de 1880 afectaron solamente la parte superior de las construcciones, a causa de los pesados tejados de teja, cuyo maderamen en muchos casos estaba muy debilitado y deteriorado por las goteras y el anay. Tan solo en los terrenos blandos de aluvión, las paredes de los edificios presentaron grietas que se extendían hacia la cimentación. Arcos de piedra pueden verse todavía muchos en la parte baja de iglesias y conventos, que no sufrieron dislocación ninguna a causa de los dos terremotos. Bastará citar los que existen, por ejemplo, en las ruinas del convento de Guadalupe, en la sacristía de Mariquina y en la iglesia de Marilao, casi todos los cuales han pasado por la prueba del fuego, y sin embargo se mantienen firmes entre ruinas, como a prueba de terremotos. Paredes bastante altas existen también en numerosas casas españolas antiguas de Manila en los pisos bajos y entresuelos, las cuales han sufrido sin quebranto los terremotos del 63 y del 80. El Sr. Centeno condena los arcos de ladrillo como menos elásticos que los de piedra de moderada longitud. Pero semejantes arcos conviene se destierren de las iglesias y otros edificios públicos por constituir siempre un peligro en regiones de terremotos.

En el sistema corriente de construcciones Centeno recomienda la construcción del piso inferior de ladrillo o de piedra y el principal de madera con los pies derechos o harigues descansado, bien sobre las paredes, convenientemente trabados entre sí, bien en el suelo, pero sin estar empotrados en las paredes del piso inferior, sino separados de ellas algunas pulgadas, para evitar que al oscilar en los temblores las batan, como sucede si están empotrados o demasiado cerca.

La caída y destrucción de los tejados de teja destruyó en muchos casos la parte superior de las paredes y de los pilares en que descansaban. Hoy día semejantes tejados cayeron ya en desuso: la teja plana no parece constituir tanta carga como la ordinaria y además no puede resbalar tan fácilmente.

Como va siendo cada día más usado el tabique de madera, el peligro que ofrecían los llamados *tabiques pampangos* y de ladrillo ya no parece ser tan grande como en tiempo de Centeno. Una innovación muy común ha de ser sin embargo objeto de vigilancia; y es la de cerrar los espacios entre los pies derechos, en el piso bajo de las casas, con pared de ladrillo o de sillares de Guadalupe. Semejantes lienzos aislados de pared sólida no pueden menos de constituir un peligro cuando tienen más de dos o tres metros de altura y otro tanto de anchura; su caída en una pieza puede causar mucho daño. Es preciso aplicar algún medio de unirlos a los pies derechos para impedir su caída; por fortuna se suelen usar con preferencia sólo en los lados del edificio que colindan con otras propiedades. Las paredes medianeras de cemento armado, ordenadas contra la propa-

International Seismological Centre

gación de incendios, pueden hacer con ventaja sus veces, y así evitarse también daños en caso de terremotos. Por fin Centeno atribuye muchas de las ruinas a la mala calidad de la cal y al uso de maderas no sazonadas.

Acerca de muchas de las ruinas causadas por el terremoto del 63 podría hacerse el mismo comentario que Centeno hizo de las del 80.

La ruina de la Catedral de Manila, que causó tan honda impressión, probablemente se debió a defectos de construcción. De hecho solo cinco años antes se había reparado y modificado. Después del terremoto de 1852 se notó que la cúpula se hundía; encontráronse en efecto podridos los maderos, que la sostenían. No sólo se renovó la cúpula y toda la cubierta sino que se levantaron un metro más todos los muros. A la primera estación lluviosa se vió que el agua penetraba por todas partes; comenzóse nueva reparación en 1862, la cual terminó en marzo de 1863, unos dos meses antes del terremoto. Como esta segunda reparación parece que fué solo parcial y no muy cuidadosa la caída de la cúpula causó una destrucción general.

El suelo de Manila.—Una cosa llama la atención en estos dos terremotos, y es lo poco que afectaron el suelo de la ciudad al norte y sur del río que la atraviesa. Las pocas grietas que se citan todas se abrieron en los bordes del río y de los esteros. Este hecho puede ser una garantía para el porvenir. Además ambos terremotos sólo destruyeron la parte alta de las construcciones, quedando la baja incólumne y sin grietas verticales debidas a movimientos de las fundaciones, causadas por grietas o movimientos verticales del suelo. Porciones bajas y fundaciones de iglesias, conventos y casas españolas, que llevan dos o más siglos de existencia sin ninguna grieta, pueden contarse por centenares.

Comparación entre los terremotos del 63 y del 80.—Ambos tuvieron su epicentro en la Cordillera del E de Manila. El área de destrucción fué más extensa en 1880 que en 1863, sus ejes tenían la misma dirección NNW y SSE, que es la de la Cordillera al E de Manila, pero el área de 1863 se extendía algo más hacia el W, quedando el resto incluído en la del 18 de julio de 1880. Ambos tuvieron una extensión de unos 15,000 kilómetros cuadrados; mas por fortuna, casi dos tercios caían dentro de la cordillera deshabitada y en el mar.

No sólo los terremotos del 63 y del 80, sino la mayor parte de los que afectan a Manila tienen su origen en la Cordillera. Los del 1711, 1824, 1828 y 1830, según los datos bastante incompletos que existen, tuvieron también su epicentro en ella, entre las Provincias de Laguna y Nueva Écija.

No son aún conocidas del todo sus particularidades geológicas, pero un ligero reconocimiento o itinerario a través de su parte sur desde la Infanta a la Laguna de Bay, por el geólogo Mr. H. M. Ickis, precisamente en una línea que corta los ejes de las áreas centrales de los terremotos del 63 y del 80, indica que su formación es muy complicada. Existen en ella zonas de caliza y pizarras terciarias encerradas entre las andesitas que constituyen los picos y vertientes del E y del W. Además existen numerosas fallas. El curso del río principal Agos, tiene la forma de V, corriendo en su primera sección hacia el SE y torciendo bruscamente en la segunda al NE, tal vez la primera rama corre a lo largo de la zona terciaria y al chocar luego con las andesitas del W hubo de cambiar de rumbo y abrirse paso más adelante a través de las del E.

Estudios más recientes de los geólogos indican la existencia de dos fallas principales dentro de la Cordillera, correspondientes a las dos grandes entradas o golfos del norte de la Laguna de Bay, dichas fallas se extienden hacia el norte en la misma dirección de la Cordillera. En la bahía del W de la Laguna que también se extiende hacia el norte, y antiguamente debía ocupar todo el valle de Mariquina, de unos 25 kilómetros de largo, probablemente existen otras dos fallas, una al W y otra al E del valle,

pero éstas no parecen tener actualmente la misma importancia tectónica que las otras dos; probablemente son roturas subordinadas o secundarias.

Por consiguiente las fallas más peligrosas para Manila están localizadas en la cordillera del E y en el valle de Mariquina. Este valle está a poco menos de 10 kilómetros al E de Manila y lo separa de ella la alta corriente de toba volcánica que se prolonga más de 100 kilómetros hacia el N.

Por fortuna la Ciudad de Manila se halla situada algo lejos de las fallas más peligrosas y así una destrucción muy completa es menos de temer. Por el W también dista de las profundidades del mar de la China donde probablemente se originan terremotos submarinos que afectan las costas de Zambales.

International Seismological Centre

International Seismological Centre

BULLETIN FOR DECEMBER, 1922

206971

International Seismological Centre

SEISMOLOGICAL BULLETIN FOR DECEMBER, 1922

By Rev. MIGUEL SADERRA MASÓ, S. J.

Chief, Seismic and Magnetic Divisions, Weather Bureau

EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES[1]

4, 3h 55m 40s* [4, 11h 55m 40s]. **W Luzon.** Earthquake of intensity III, felt through the northern portion of Pangasinan and southern of La Union and Benguet Provinces. Its origin lay in the region of Santo Tomas Mountain.

5, 12h 50m 11s* [5, 20h 50m 11s]. **NE Mindanao.** Earthquake of intensity III–IV, in the Provinces of Surigao and Agusan. Origin in the Philipine Deep, close to the parallel 9° N and not far from the Surigao coast.

7, 1h 32m [7, 9h 32m]. **E Mindanao.** Earthquake of intensity III, felt along the Agusan Valley. Origin within the valley.

9, 2h 06m [9, 10h 06m]. **Cotabato** (SW Mindanao). Earthquake of intensity III; probable origin in the Celebes Sea close to the SW coast of Cotabato Province. Recorded at Butuan.

10, 2h 51m [10, 10h 51m]. **Masbate Island.** Earthquake shock of intensity III.

10, 9h 56m 44s* [10, 17h 56m 44s]. **Butuan** (N Mindanao). Earthquake of intensity III; probable origin in the Pacific.

10, 23h 05m 48s* [11, 7h 05m 48s]. **Masbate Island and SE Luzon.** Earthquake of intensity III–IV, felt chiefly on Masbate Island and very lightly in the Provinces of Albay and Sorsogon. Origin near the north coast of Masbate. A light aftershock occurred about five minutes later.

15, 20h 07m [16, 4h 07m]. **W Samar.** Earthquake shock of intensity III–IV along the W and NW coast of Samar. Shallow origin to the west in the small volcanic islands N of Biliran.

17, 18h 39m [18, 2h 39m]. **Masbate Island.** Earthquake of intensity III; aftershock eight minutes later. Origin the same of the precedent shock.

22, 23h 50m 00s* [23, 7h 50m 00s]. **SE Mindanao.** Earthquake of intensity III, felt in the Province of Davao and southern portion of the Agusan Valley. It seems to be the same earthquake reported by Batavia as felt in Talaud on the 23rd at about 8 a. m. Recorded very lightly by Hongkong and Zikawei.

31, 11h 39m 37s [31, 21h 39m 37s]. **Guam** (Mariana Islands). Earthquake of intensity III–IV. Recorded by Manila and other observatories of the Far East. Origin W of Guam.

---

[1] The intensity of earthquakes is given in the notation known as the Rossi-Forel scale. The time is that indicated by the seismographs at the Central Observatory, whenever the disturbance has been registered by them. This fact is denoted by an asterisk (*). Otherwise the time is that noted by the observer who sent the report. All time indications are in Greenwich mean time (midnight=0h), insular time being added in brackets for the convenience of Philippine readers.

RECORDS OF THE MICROSEISMOGRAPH

[Time: Greenwich mean. Midnight=0^h. Instrument: Wiechert seismograph; 1,000 kilograms. A_N: T_0=6. 94, ϵ=2.212, $\frac{r}{T_0^2}$=0.048; V=180; A_E: T_0=6.90, ϵ=1.787, $\frac{r}{T_0^2}$=0.043, V=240. Alluvium. 2.40 meters above sea level]

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
385	2	II	eP	3 49 18				Near N Formosa.
			F	5 10				
386	3	I	e	16 47 36				
			F	17 08				
387	4	Iv	eP	3 55 40				Felt in the western part of Luzon. Origin, region of Santo Tomas Mountain.
			iL	56 00				
			M_E	56 05	3		22	
			M_N	56 14	3	25		
			F	4 00				
388	5	Iv	eP	12 50 11				Felt in the northeastern part of Mindanao. Origin, Philippine Deep.
			L	51 42				
			F	13 02				
389	6	II	eP	14 04 03				Central Asia.
			F	46				
390	7	IIr	e	16 54 49				Japan.
			L	59 17				
			M_N	17 00 09	7	49		
			M_E	01 16	7		50	
			F	18 18				
391	7	I	e	22 29 45				Japan.
			F	52				
392	8	Ir	eP	2 06 46				Near Japan.
			L	10 31				
			M_N	10 42	8	27		
			M_E	11 26	7		20	
			F	58				
393	8	Iv	eP	22 29 51				
			L	31 21				
			F	38				
394	8	Ir	e	22 39 55				N Japan.
			F	23 28				
395	10	I	e	2 51				
			F	3 08				
396	10	Iv	eP	9 56 44				Origin in the Pacific.
			L	57 47				
			F	10 11				
397	10	Ir	eP	21 25 21				
			L	28 09				
			F	47				
398	10	Iv	eP	21 54 49				
			F	57				
399	10	Iv	eP	23 05 48				Origin, near north coast of Masbate.
			L	06 30				
			F	16				
400	12	Iv	eP	17 01 47				
			F	12				
401	13	Iv	eP	0 55 14				
			F	59				
402	13	Iv	eP	5 08 51				
			F	21				
403	13	Ir	e	14 07 21				Near Formosa.
			F	41				
404	14	Ir	e	23 10 26				Pacific.
			P	11 39				
	15	----------	F	0 57				
405	16	Ir	e	10 45 26				
			L	50 00				
			F	11 40				
406	17	Ir	e	1 00 00				
			F	38				

International Seismological Centre

Records of the microseismograph—Continued

No.	Date.	Character.	Phase.	Hour.	Period.	Amplitude. A_N μ	Amplitude. A_E μ	Remarks.
				h. *m.* *s.*	*s.*			
407	18	Iv	eP	12 54 40				
			F	13 07				
408	20	IIv	eP	19 48 32				From Vicentini's seismograph.
			L	49 14				
			F	54				
409	21	Ir	eP	14 05 07				
			L	07 48				
			F	29				
410	21	Ir	eP	14 13 10				
			L	13 34				
			F	18				
411	22	Iv	eP	17 21 42				
			L	22 31				
			F	30				
412	22	Ir	eP	23 50 00				Near Talaud Island.
			L	51 51				
	23	----------	F	0 18				
413	23	I	e	22 17				
			F	49				
414	24	Ir	eP	0 16 04				
			L	21 08				
			F	46				
415	25	Ir	eP	2 24 52				
			F	27				
416	25	I	e	3 45				Near New Zealand.
			F	4 38				
417	25	Ir	eP	11 37 00				
			F	56				
418	27	Iv	eP	20 44 31				
			L	45 44				
			M_E	46 24	6		33	
			M_N	47 05	6	68		
			F	21 06				
419	31	IIu	e	7 27 46				E of northern Japan.
			S	34 42				
			L	42 00				
			M_N	45 14	17	14		
			M_E	45 15	16		12	
			F	9 13				
420	31	Ir	eP	11 44 44				Felt in Guam (Mariana Islands). Origin, off W Guam.
			L	48 48				
			F	12 26				
421	31	I	e	16 45				
			F	17 04				

International Seismological Centre

TEMBLORES DE TIERRA SENTIDOS EN FILIPINAS[1]

International Seismological Centre

4, 3h 55m 40s* [4, 11h 55m 40s]. **W de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III sentido en la parte N de Pangasinán, S de La Unión y en Benguet. Su origen se hallaba en la región del monte Santo Tomás.

5, 12h 50m 11s* [5, 20h 50m 11s]. **NE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en las Provincias de Surigao y Agusan. El origen se hallaba en el Abismo Filipino del Pacífico, cerca del paralelo 9° N y no lejos de las costas de Surigao.

7, 1h 32m [7, 9h 32m]. **E de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III sentido a lo largo del valle del Agusan. Origen dentro del mismo valle.

9, 2h 06m [9, 10h 06m]. **Cotabato** (SW de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III; originado al parecer en el mar de Célebes cerca de la costa SW de la Provincia de Cotabato. Registrado en Butúan.

10, 2h 51m [10, 10h 51m]. **Isla de Masbate.** Temblor de tierra de intensidad III.

10, 9h 56m 44s* [10, 17h 56m 44s]. **Butúan** (N de Mindanao). Temblor de tierra de intensidad III. Origen probable en el Pacífico.

10, 23h 05m 48s* [11, 7h 05m 48s]. **Isla de Masbate y SE de Luzón.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en la isla de Masbate y algo en las Provincias de Albay y Sorsogón. Originado al N de dicha isla. Cinco minutos más tarde ocurrió en Masbate una réplica muy ligera.

15, 20h 07m [16, 4h 07m]. **W de Sámar.** Temblor de tierra de intensidad III–IV sentido en la parte W y NW de la isla de Sámar. Aparentemente era de origen poco profundo hacia las pequeñas islas volcánicas del N de Biliran.

17, 18h 39m [18, 2h 39m]. **Isla de Masbate.** Temblor de tierra de intensidad III. Réplica muy ligera ocho minutos más tarde; origen el mismo de los precedentes.

22, 23h 50m 00s* [23, 7h 50m 00s]. **SE de Mindanao.** Temblor de tierra de intensidad III sentido en la Provincia de Dávao y parte S de Agusan. Probablemente será el mismo que Batavia menciona como sentido también en Talaud hacia las 8 de la mañana del mismo día 23 y se registró débilmente en Hongkong y Zikawei.

31, 11h 39m 37s [31, 21h 39m 37s]. **Guam.** (Islas Marianas). Temblor de tierra de intensidad III–IV. Registrado en Manila y en los otros observatorios del Extremo Oriente. Su origen se hallaba al W de Guam.

---

[1] La intensidad de los terremotos se indica conforme a la conocida escala de Rossi-Forel. Cuanto a la hora de su ocurrencia, adoptamos la indicada por los sismógrafos de este Observatorio siempre que los hayan registrado, distinguiéndola por medio de un asterisco (*). En caso contrario copiamos la apuntada por los observadores que nos envían las notas. Todas las indicaciones del tiempo se refieren al medio de Greenwich (medianoche=0h). Para conveniencia de los lectores de Filipinas se añade también la hora insular.

International Seismological Centre

APPENDIX TO THE MONTHLY BULLETINS FOR 1922

International Seismological Centre

ANNUAL SUMMARY OF METEOROLOGICAL DATA FOR MANILA DEDUCED FROM TWENTY-FOUR DAILY OBSERVATIONS DURING THE YEAR 1922

Month.	Pressure.		Air temperature.									
	Mean.	Departure from normal.	Mean.	Departure from normal.	Mean maximum.	Departure from normal.	Mean minimum.	Departure from normal.	Absolute maximum.	Day.	Absolute minimum.	Day.
	mm.	*mm.*	°*C.*	°*C.*	°*C.*	°*C.*	°*C.*	°*C.*	°*C.*		°*C.*	
January	760.95	—0.22	24.7	—0.1	31.2	+1.1	20.5	+0.1	33.3	29	18.1	7
February	60.37	— .83	25.2	0	32.2	+1.3	20	— .3	33.9	22	17.1	9
March	60.02	— .48	26.4	— .2	32.8	+ .3	21.3	0	34.8	21	18.5	8
April	59.37	+ .01	28.2	+ .1	35	+1	22.8	+ .1	36.6	3,22	19.2	6
May	57.82	— .48	27.7	— .7	33.4	— .3	23.9	0	35.1	11	22.7	19
June	57.39	— .43	27.9	+ .1	32.9	+ .4	24.6	+ .6	35.2	3	23.6	25
July	56.23	— .90	26.3	— .7	30.5	— .5	23.9	+ .2	32.7	13	22.8	17,20
August	56.61	— .65	27	0	31.1	+ .4	24.1	+ .3	32.8	27	23.1	6
September	56.36	—1.08	26.7	— .1	30.7	0	24	+ .3	32.2	7,8,9	22.7	25
October	59.12	— .48	26.2	— .4	31.6	+ .5	22.9	— .1	33.1	24	21.7	11
November	59.14	— .20	25.7	— .1	31.1	+ .6	22.6	+ .4	33	2	20.4	28
December	59.90	— .39	24.9	— .2	30	0	21.8	+ .6	31.8	8	20	23
Annual	758.61	—0.43	26.4	—0.2	31.9	+0.4	22.7	+ 0.2	36.6	IV { 3 / 22	17.1	II,9

Month.	Wind.					Relative humidity.		Vapor pressure.		Cloudiness.	
	Prevailing direction.	Velocity.			Direction at the time of the maximum velocity.	Mean.	Departure from normal.	Mean.	Departure from normal.	Mean.	Departure from normal.
		Total.	Departure from normal.	Hourly maximum.							
		Km.	*Km.*	*Km.*		*Per ct.*	*Per ct.*	*mm.*	*mm.*	*0–10*	*0–10*
January	E quad.	4,318.5	— 829.5	29	E	78.1	0	17.7	—0.3	6.0	+0.5
February	SE	5,224	— 87.7	27	SE	72.2	—1.8	16.9	— .6	3.6	—1.3
March	SE	6,391.5	— 326.7	28	E	71.2	— .4	17.8	— .3	4.9	+ .4
April	SE	7,088.5	+ 273	29	SW	67.2	—2.6	18.7	— .7	3.5	— .6
May	E quad.	5,302	— 1,495.4	50	E	80.2	+4.1	21.9	+ .3	5.8	0
June	SW and SE quadrants	5,696	— 970.7	36	WSW	81.4	+ .4	22.4	+ .1	6.6	— .4
July	SW quad.	7,580	— 796.6	36	WSW	87.4	+2.4	22.1	— .3	8.8	+ .9
August	SW quad.	10,616	+ 970.2	58	WSW	83.1	—2.1	21.9	— .5	7.5	— .4
September	SW quad.	9,938	+ 2,304.1	55.5	SW	84.9	— .8	22	— .3	8.1	+ .4
October	E quad.	3,479	— 1,699.4	27	SW	83.8	— .1	21	— .6	6.1	— .6
November	NE	3,879	— 920.6	31	SW	83.9	+1.1	20.4	+ .1	6.8	+ .4
December	NE quad.	3,556	— 1,127.7	21	NNE	84.4	+2.8	19.6	+ .4	7.6	+1.4
Annual		73,068.5	— 4,707.0	58		79.8	+0.2	20.2	—0.2	6.3	+0.1

Month.	Evaporation.		Sunshine.		Rainfall.					
	Free exposure, total.	Under shelter, total.	Total.	Departure from normal.	Total.	Departure from normal.	Greatest in a single day.	Day.	Rainy days.	Departure from normal.
	mm.	*mm.*	*h. m.*	*h. m.*	*mm.*	*mm.*	*mm.*			
January	103.6	81.7	152 25	— 29 28	18.5	— 6.6	5.1	2	8	+ 3
February	144.7	107.4	128 10	+ 32 04	23.2	+ 11.8	21	17	2	— 1
March	176.4	126.7	196 40	— 37 55	6.5	— 11.3	4.1	26	2	— 1
April	213.5	148	271 50	+ 10 17	24.2	— 8.7	23.9	28	2	— 2
May	108.4	78.6	210 15	— 18 06	245.7	+137.9	104.2	23	16	+ 6
June	99.7	73.3	167 20	— 1 35	145.6	— 91.1	23.4	17	16	0
July	51.6	50	68 50	— 69 06	549	+130.4	48.2	6	30	+ 8
August	103.8	74.3	147	+ 9 12	131.5	—266.1	30,4	5	15	— 7
September	75.2	62.1	108 15	— 23 21	419.3	+ 53.3	68.5	17	26	+ 5
October	79.9	59.5	168 25	+ 3 22	89.1	— 97.6	17.3	2	18	+ 1
November	70	54.4	143 05	— 16 16	91.4	— 38.8	26	4	16	+ 3
December	66.2	53.1	98 15	— 54 25	134.2	+ 70.7	41.6	3	14	+ 5
Annual	1,293.0	969.1	1,960 30	—195 17	1,878.2	—116.1	104.2	V,23	165	+20

International Seismological Centre

CATALOGUE OF THE PHILIPPINE EARTHQUAKES, 1922[a]

Date.	Time of occurrence. (Greenwich mean time).	Place.	Probable origin or epicenter.		Approximate extension of the shaken area.		Intensity (Rossi-Forel).	Remarks.
			ϕ	λ	Longer axis.	Shorter axis.		
	h. *m.*		°	°	*Km.*	*Km.*		
Jan. 3	7 37	Butuan (N Mindanao)	9.1 N	125.4 E	100	100	III–IV	
5	19 14	Guam (Mariana Islands)					IV	
7	9 23	E Mindanao			300	100	III–IV	Registered at Manila. Foreshocks, 8h 31m and 9h 08m aftershock, 9h 38m. Origin in the Pacific.
7	20 53	NE Mindanao			200	100	IV	Registered at Manila. Origin, Philippine Deep.
8	18 59	Catbalogan (W Samar)					III	
10	2 23	Romblon and Tablas Islands			150	100	IV	Registered at Manila and Butuan.
11	6 43	Butuan (N Mindanao)					III	Origin, Agusan Valley.
14	11 32	SE Luzon	13.4 N	124.5 E			III–IV	Recorded at Manila.
14	20 30	SW Mindanao	7.3 N	123.6 E	300	300	IV–V	Registered at Manila and Butuan.
15	15 48	Cateel (E Mindanao)					IV	Recorded at Butuan. Origin, Philippine Deep.
18	2 55	Iloilo (SE Panay)					III	Insular origin.
19	15 50	E Mindanao			250	150	IV–V	Recorded at Butuan. Origin, Philippine Deep.
19	16 26	SW Mindanao	7.3 N	123.6 E	150	150	III–IV	Registered at Manila and Butuan.
24	5 53	Laoag (NW Luzon)					III	
25	3 39	Butuan (N Mindanao)					II–III	
Feb. 2	17 30	Guam (Mariana Islands)					III	
3	1 30	Camarines (SE Luzon)			60	60	III–IV	Volcanic origin.
12	21 21	Camp Keithley (N Mindanao)					III	
13	3 25	Ilocos Norte (NW Luzon)					III	Insular origin.
14	2 19	Cabo Bojeador (NW Luzon)					III	Do.
15	22 55	Batag (NE Samar)					III–IV	Registered at Manila and Butuan. Origin, Philippine Deep.
16	15 24	Cebu (E Cebu Island)					III	
16	19 14	Butuan (N Mindanao)					II–III	
17	20 46	SW Mindanao	5.5 N	123.5 E	300	150	IV	Registered at Butuan.
27	17 09	Guam (Mariana Islands)					III–IV	
27	18 09	Calbayog (NW Samar)					II–III	
27	20 41	Cebu Island	10.4 N	124.2 E	400	250	VIII	Registered in the Far East. Several aftershocks.
Mar. 1	9 11	SE Negros Island	9.1 N	123.3 E	250	100	VII–VIII	Registered in the Far East. Few aftershocks.
2	16 40	Managok (Central Mindanao)					III	
2	20 29	Dumaguete (SE Negros Island)					III–IV	Aftershock of the earthquake occurred on the 1st.
3	19 19	Zamboanga (W Mindanao)					III–IV	Registered at Butuan.
9	10 33	Cebu (E Cebu Island)	10.4 N	124.2 E			III–IV	Aftershock.
10	5 00	Cebu (E Cebu Island)					III	Do.
12	1 00	Cebu (E Cebu Island)					III	Do.
12	20 16	Iba (W Luzon)					III	
12	21 13	Cebu (E Cebu Island)					III	Do.
13	19 47	Cebu (E Cebu Island)					IV	Aftershock. Other several aftershocks on the 14th, 15th, and 29th.
13	21 48	Calatagan (SW Luzon)					III–IV	Registered at Manila. Near origin, China Sea.
16	5 03	NW Samar			150	80	III–IV	Registered at Manila.
16	5 35	Davao (SE Mindanao)					III	Registered at Butuan.
16	5 46	NW Luzon			100	50	III–IV	Registered at Manila. Near origin, China Sea.
16	11 20	Ibajay (NW Panay)					III	Repeated a few minutes later.
27	12 30	Guam (Mariana Islands)					III	
April 5	13 45	SW Luzon			100	50	IV	Registered at Manila. Near origin, China Sea.
7	22 08	Ormoc (W Leyte)					III	Local origin, near Camotes Islands.
11	17 52	Maasin (S Leyte)					III	
11	21 37	Butuan (N Mindanao)					III	Origin, Butuan Bay.
13	6 09	S Samar and NE Mindanao			350	100	V	Registered in the Far East. Origin, Philippine Deep. Five instrumental aftershocks recorded at Butuan
15	0 46	NW Luzon					III	Near origin, China Sea.
17	19 23	Samar Island					IV	Registered at Manila and Butuan. Near origin, Philippine Deep.
17	21 29	Mindoro Island					IV	Registered at Manila. Insular origin.
23	21 32	SE Luzon and Visayas			350	300	VI	Registered in the Far East. Origin near Burias Islands.
23	22 07	SE Luzon and Visayas			350	300	III–IV	Registered at Manila. Repetition of the preceding, identical origin. Two light aftershocks.

[a] See explanation in Monthly Bulletin of the Weather Bureau for December, 1910, page 445.

Catalogue of the Philippine Earthquakes, 1922—Continued

Date.	Time of occurrence. (Greenwich mean time).	Place.	Probable origin or epicenter.		Approximate extension of the shaken area.		Intensity (Rossi-Forel).	Remarks.
			ϕ	λ	Longer axis.	Shorter axis.		
	h. *m.*		°	°	*Km.*	*Km.*		
April 24	15 13	Catbalogan (W Samar)					III–IV	Registered at Butuan. Near origin to the W.
27	18 08	Guam (Mariana Islands)					III	
30	22 20	NW Luzon	18.0 N	119 0 E	400	150	III–IV	Recorded at Manila, Hongkong, Taihoku, and Zikawei.
May 1	21 19	W Luzon					III	Near origin, China Sea. Registered at Manila.
3	5 35	Cabo Bojeador (NW Luzon)					III–IV	Origin, China Sea.
3	10 45	Tabaco (SE Luzon)					III	
4	5 36	Bacon (SE Luzon)					III	
5	22 44	SE Luzon					III–IV	Registered at Manila. Origin near Burias Island.
6	23 55	Cebu Island					III	Origin, SE of Masbate Island.
7	9 57	Samar Island					IV	Registered at Manila. Origin, Philippine Deep.
10	15 51	Masbate Island					III	
14	14 25	Sinait (NW Luzon)					III	
16	8 08	NW Luzon			240	100	III-IV	Registered over the world. Origin, NE China Sea.
20	17 12	Camarines (SE Luzon)					III	Registered at Manila.
20	17 37	E Mindanao					III–IV	S Agusan Valley.
24	15 45	Samar and NE Mindanao	10.5 N	127.3 E	500	150	IV–V	Registered at Manila.
24	18 10	Tacloban (NE Leyte)					IV	Near origin.
26	15 45	S Luzon	14.3 N	122.0 E	200	150	III–IV	
28	1 04	Guam (Mariana Islands)					III	
28	13 35	Cotabato (SW Mindanao)					III	Local origin.
29	13 45	Guiuan (SE Samar)					III	Registered at Butuan. Near origin, Philippine Deep.
30	5 26	Butuan (N Mindanao)					II–III	
30	16 16	Guam (Mariana Islands)					III	
30	21 59	Boac (Marinduque Island)					II–III	
June 2	20 14	E Mindanao	4.0 N	127.0 E	400	250	IV–V	Registered over the world.
4	16 20	NW Luzon					V–VI	Repetition, V, 21h 27m. Registered at Manila. Origin, China Sea close to the NW coast of Luzon.
5	9 54	SE Luzon					IV	Registered at Manila. Origin NE of San Bernardino Strait.
8	6 04	Talacogon (E Mindanao)					III	Registered at Butuan. Local origin.
8	21 34	Aparri (NE Luzon)					III	Registered at Manila and Zikawei. Origin to the NE in the Pacific.
11	18 36	Zamboanga (W Mindanao)					III	Registered at Butuan.
17	9 13	Legaspi (SE Luzon)					III	
21	4 58	Jovellar (SE Luzon)					III	
24	5 45	Candon (NW Luzon)					II–III	
24	16 30	W Mindanao	5.8 N	123.3 E	400	300	VI–VII	Registered over the world.
25	8 10	Ganassi (N Mindanao)					III	
27	14 32	SE Mindanao	3.2 N	128.0 E	450	250	IV	Do.
28	21 12	Cabo Bojeador (NW Luzon)					IV	Local origin.
29	7 20	Candon (NW Luzon)					III	
29	20 56	N Luzon	19.5 N	120.0 E	200	200	IV–V	Registered at Manila, Zikawei, and Nagasaki.
July 1	20 14	Ilocos Norte (NW Luzon)					III	Registered at Manila. Same origin as the preceding one.
13	2 30	Irosin (SE Luzon)					III	Local origin, volcanic.
13	5 00	SE Mindanao			550	320	IV–V	Registered over the world. Distant origin towards the Moluccas Islands.
16	23 11	Benguet (W Luzon)					III-IV	Registered at Manila. Regional origin.
17	21 17	Cuyo Island and W Panay	10.3 N	121.0 E			V	Registered at Manila.
19	16 33	Samar Island					III	Registered at Manila and Zikawei. Origin, Philippine Deep.
21	22 50	Central Mindanao	7.3 N	124.6 E	200	200	III	
25	13 29	Central Mindanao	7.3 N	124.6 E	380	250	IV–V	Registered at Manila.
26	22 18	Cebu Island					III	Registered at Manila Origin, S of Masbate Island.
28	6 50	Irosin (SE Luzon)					III	Local origin, volcanic.
28	7 33	SE Mindanao					III	Registered at Manila and Batavia. Origin, NE Celebes Sea.
28	18 54	W Luzon	15.8 N	119.4 E	350	160	IV	Registered at Manila.
31	6 05	Guam (Mariana Islands)					III	
Aug. 3	3 27	Guam (Mariana Islands)					II–III	
4	12 51	Camp Keithley (N Mindanao)					III	
10	19 30	Lais (SE Mindanao)					III	
18	7 30	Romblon and Tablas Islands					III–IV	Registered at Manila. Origin, SW of Tablas Island.
21	1 13	Butuan (N Mindanao)					II–III	
22	9 02	Butuan (N Mindanao)					III	Origin, Philippine Deep.
23	22 24	Guam (Mariana Islands)					III–IV	
27	7 10	Talacogon (E Mindanao)					III	Registered at Butuan. Distant origin, Philippine Deep.
27	21 16	W Mindanao			350	300	IV–V	Registered at Manila. Origin, N Celebes Sea. Aftershock 14 minutes later.

International Seismological Centre

Catalogue of the Philippine Earthquakes, 1922—Continued

International Seismological Centre

Date.	Time of occurrence. (Greenwich mean time).	Place.	Probable origin or epicenter.		Approximate extension of the shaken area.		Intensity (Rossi-Forel).	Remarks.
			ϕ	λ	Longer axis.	Shorter axis.		
	h. m.		°	°	*Km.*	*Km.*		
Aug. 28	20 36	Butuan (N Mindanao)					III–IV	Near origin.
29	10 43	Camarines (SE Luzon)	14.5 N	123.0 E			III	Registered at Manila.
29	17 02	Tablas Island	12.1 N	121.7 E			VI–VII	Registered over the world. Numerous aftershocks during the 1st day.
29	18 19	Legaspi (SE Luzon)					III–IV	Registered at Manila. Near origin.
30	10 31	S Mindanao	5.0 N	123.0 E	500	250	III–IV	Registered in the Far East.
Sept. 1	19 18	Mountain Province (N Luzon)					II–III	Formosan earthquake.
4	2 39	SE Mindanao			300	180	III–IV	Registered at Manila, Hongkong, and Batavia. Origin, S Philippine Deep.
6	13 41	NE Mindanao	8.3 N	125.1 E	150	150	IV	Registered at Manila.
7	18 16	Cabo Bojeador (NW Luzon)					III	Registered at Manila. Near origin, China Sea.
11	6 55	Agusan Valley (E Mindanao)					III	Regional origin.
11	18 47	SE Mindanao			250	200	III–IV	Origin, NE Celebes Sea.
20	20 10	Camarines (SE Luzon)					III	Local origin.
20	22 24	N Luzon	18.2 N	121.0 E	200	200	III–IV	Registered at Manila.
24	20 03	Bugason (W Panay)					II–III	Local origin.
26	3 12	N Agusan Valley (E Mindanao)					III	Regional origin.
27	8 50	Port Lebak (SW Mindanao)					III	Near origin, NE Celebes Sea.
Oct. 3	12 09	Butuan (N Mindanao)					III	Registered at Manila. Distant origin, Philippine Deep.
5	11 55	N Luzon	18.8 N	120.8 E	300	200	IV–V	Registered in the Far East.
14	0 16	N Luzon	18.8 N	120.8 E	300	200	IV–V	Do.
14	14 25	Camarines (SE Luzon)					II–III	Local origin.
17	5 30	SE Mindanao					III	Registered at Butuan. Origin, S of Davao Gulf.
19	15 38	Talacogon (E Mindanao)					III–IV	Registered at Butuan. Origin, Central Agusan Valley.
20	13 22	Atimonan (E Luzon)					III	Registered at Manila. Near origin, Pacific.
23	3 32	Aparri (NE Luzon)					III–IV	Do.
24	22 24	Marinduque Island	13.3 N	121.6 E			III–IV	Registered at Manila.
25	4 35	Talacogon (E Mindanao)					III	Registered at Butuan. Aftershock two hours later. Local origin.
27	15 10	Port Lebak (SW Mindanao)					III–IV	
29	20 47	W Luzon	16 4 N	120.6 E	60	50	IV–V	Registered at Manila.
30	8 23	Cotabato (SW Mindanao)					II–III	
30	13 09	Guam (Mariana Islands)					III	Origin, W of Guam, near 140° E meridian.
Nov. 5	0 36	Ormoc (W Leyte)					V–VI	Registered at Butuan. Near and shallow origin to the SW. Two light aftershocks.
7	17 06	W Mindanao					V	Registered in the Far East. Origin, Central Celebes Sea.
7	18 28	Calbayog (NW Samar)					II–III	Local origin.
10	12 30	NW Luzon	19.0 N	119.7 E	250	200	III–IV	Registered in the Far East.
13	3 02	Camp Keithley (N Mindanao)					III	
13	16 44	Calapan (NE Mindoro)					III	
16	10 13	Visayas Islands	11.5 N	123.7 E	400	200	V–VI	Registered at Manila and Butuan.
18	17 02	Guam (Mariana Islands)					III	Registered at Manila.
18	17 40	Cotabato (SW Mindanao)					III	Regional origin.
18	21 59	Talacogon (E Mindanao)					III	Registered at Butuan. Origin, S Agusan Valley.
23	2 23	Butuan (N Mindanao)					III	Registered at Manila. Probable origin, Philippine Deep.
25	13 24	Benguet (W Luzon)					III	Local origin.
25	16 55	Batanes Islands	20.0 N	122.0 E			IV	Registered at Manila.
27	5 49	Cabo Bojeador (NW Luzon)					III	
28	13 55	Ormoc (W Leyte)					III	
29	15 40	SE Mindanao	5.6 N	125.7 E	200	200	IV	Do.
29	17 42	Calapan (NE Mindoro)	13.4 N	121.5 E			IV	Do.
Dec. 4	3 56	W Luzon	16.3 N	120.5 E	80	80	III	Do.
5	12 50	NE Mindanao			250	130	III–IV	Registered at Manila. Origin, Philippine Deep.
7	1 32	Agusan Valley (E Mindanao)					III	Origin in the Valley.
9	2 06	Cotabato (SW Mindanao)					III	Registered at Butuan. Near origin, Celebes Sea.
10	2 51	Masbate Island					III	
10	9 57	Butuan (N Mindanao)					III	Registered at Manila. Probable origin, Philippine Deep.
10	23 06	SE Luzon and Masbate Island			150	150	III–IV	Registered at Manila. Origin near SE Burias Island. Aftershock five minutes later.
15	20 07	W Samar					III–IV	Near orgin to the W.
17	18 39	Masbate Island					III	Aftershock 8 minutes later
22	23 50	SE Mindanao					III	Registered in the Far East. Origin off SE Mindanao coast.
31	11 40	Guam (Mariana Islands)					III–IV	Registered in the Far East. Origin to the W, near the 140° E meridian.

International Seismological Centre

NUMBER OF EARTHQUAKES FELT IN THE PHILIPPINES FROM 1903 TO 1922

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1903	12	5	8	8	15	13	9	24	10	12	17	8	141
1904	22	10	10	9	6	8	11	5	11	15	4	6	117
1905	14	8	12	11	10	8	12	10	11	16	8	12	132
1906	13	6	5	12	6	11	9	9	9	11	5	7	103
1907	13	7	10	14	22	17	14	16	5	5	15	7	145
1908	17	6	11	6	13	9	5	11	8	10	15	11	122
1909	11	8	9	13	12	5	12	12	14	10	5	9	120
1910	13	13	14	12	23	18	22	8	12	21	23	17	196
1911	12	14	21	13	17	15	13	27	29	19	16	18	214
1912	14	21	28	16	15	18	22	15	15	14	12	12	202
1913	9	18	25	5	15	15	12	13	11	7	8	10	148
1914	15	17	12	10	5	11	14	12	13	10	13	14	146
1915	11	14	12	11	14	15	18	12	12	14	12	14	159
1916	13	15	12	7	8	8	15	18	20	15	7	5	143
1917	6	11	13	12	11	11	7	12	12	17	21	13	146
1918	12	17	8	12	19	11	16	14	11	13	20	14	167
1919	12	11	16	8	8	16	17	15	13	11	11	13	151
1920	19	11	12	7	15	10	8	18	8	18	12	9	147
1921	9	7	10	7	20	16	16	13	17	19	15	15	164
1922	15	12	16	13	21	15	13	14	11	14	17	11	172

The number of violent and destructive earthquakes (VII to X) during these years was 47. The year 1913 figuring with 6, 1907 with 5, 1915 and 1919 with 4 each 1910, 1917, 1918, 1920, 1921, and 1922 with 3. Their monthly distribution is the following: January 4, February 2, March 5, April 6, May 5, July 3, August 3, September 5, October 3, November 6 and December 5.

NUMBER OF SEISMIC DISTURBANCES RECORDED AT MANILA FROM 1903 TO 1922

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1903	21	20	13	15	16	6	16	16	8	13	9	14	167
1904	15	19	11	19	17	35	25	18	16	26	18	18	237
1905	30	23	18	22	22	29	28	9	24	26	14	29	274
1906	30	17	22	27	13	35	11	14	14	86	21	26	316
1907	16	12	21	32	35	17	19	15	21	14	43	14	259
1908	16	14	23	15	20	12	14	15	9	108	25	24	295
1909	21	24	24	22	25	14	26	15	20	6	13	7	217
1910	20	17	20	17	17	21	19	11	12	18	15	29	216
1911	16	19	30	22	24	30	31	35	30	28	28	22	315
1912	27	16	30	24	23	35	27	35	20	20	31	34	322
1913	44	20	37	61	42	25	22	41	36	24	13	6	371
1914	22	35	30	48	25	23	24	20	22	26	32	22	329
1915	27	19	21	32	38	33	28	28	30	24	27	31	338
1916	37	46	43	38	37	28	31	28	31	39	22	17	397
1917	31	27	27	35	47	34	39	33	27	43	38	25	406
1918	62	35	32	30	22	37	64	68	45	34	48	53	530
1919	37	31	42	44	47	45	42	23	48	20	24	17	420
1920	30	35	17	25	48	40	30	34	32	47	15	19	372
1921	19	23	37	20	80	35	42	25	40	19	24	27	391
1922	41	25	20	41	50	33	33	46	39	32	24	37	421

Since April 1911 a more sensitive Wiechert's seismograph has been in use.

NUMBER OF SEISMIC DISTURBANCES RECORDED AT BUTUAN, MINDANAO FROM 1916 TO 1922

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1916	70	81	98	80	91	85	105	82	86	85	60	97	1,020
1917	89	105	70	86	102	69	81	111	77	99	154	115	1,158
1918	101	75	71	51	42	-------	64	468	292	117	133	151	1,565
1919	117	63	212	67	64	87	140	64	79	63	63	57	1,076
1920	87	73	54	40	58	81	74	141	65	87	94	70	924
1921	77	86	69	42	93	44	52	39	59	62	154	56	833
1922	56	29	22	48	24	27	46	32	22	34	37	35	[a] 412

[a] In several occasions the instrument was out of order during this year.

The high figures of August, November and December 1917, August to December 1918, March 1919, August 1920 and November 1921, are due to aftershocks following great earthquakes. From the 15th of May to the same date of July 1918 seismograph did not work.

International Seismological Centre

TABLE OF CONTENTS

[Number refer to page]

	Page
Introduction	3
Introducción	7

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Meteorological Bulletin by Rev. José Coronas, S. J.:												
General weather notes	11	41	77	111	155	195	233	265	303	351	389	431
Depressions and typhoons	12	42	78	112	156	196	234	266	304	352	390	432
Notas generales del tiempo	13	43	79	113	161	198	237	272	310	354	393	433
Depresiones y tifones	13	43	79	113	161	198	237	272	310	354	393	433
Meteorological data for Manila	14	44	80	114	163	199	239	276	313	355	395	434
Meteorological data for Baguio	15	45	81	115	164	200	246	277	320	362	402	435
Daily rainfall at the stations of the Weather Bureau	16	46	82	116	166	202	240	278	314	356	396	436
Maximum and minimum temperatures at the stations of the Weather Bureau	22	52	88	122	172	208	247	284	321	363	403	442
Seismological Bulletin by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.:												
Earthquakes felt in the Philippines	35	65	101	135	183	221	259	295	333	375	415	455
Records of the microseismographs	36	66	102	136	184	222	260	296	334	376	416	456
Temblores de tierra sentidos en Filipinas	38	67	103	139	186	224	262	298	336	378	418	458

	Page
Appendix to Monthly Bulletin for 1922	459
Annual summary of meteorological data for Manila	461
Catalogue of the Philippine earthquakes, 1922	462

SPECIAL DISCUSSIONS

The Cebu earthquake, February 28, 1922, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J	68
El terremoto de Cebú, febrero 28, 1922	71
Earthquake of southeast of Negros, March 1, 1922, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J	105
Terremoto del SE de Negros, marzo 1, 1922	107
Active Philippine volcanoes, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J	141
Volcanes activos de Filipinas	147
The Manila typhoon: May 23, 1922, by Rev. José Coronas, S. J	157
El tifón de Manila: mayo 23, 1922	161
Seismographic records at Butuan, north of Mindanao, 1916–1921, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J	187
Registros sísmicos de Butuan, norte de Mindanao, 1916–1921	190
Recent eruptions of Bulusan volcano, 1919–1922, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J	225
Recientes erupciones del volcán Bulusan, 1919–1922	227
The Swatow typhoon: July 27 to August 3, 1922, by Rev. José Coronas, S. J	266
El tifón de Swatow: julio 27 a agosto 3, 1922	272
Earthquake in Tablas and Semirara Islands, August 30, 1922, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J.	299

International Seismological Centre

El terremoto de la Isla de Tablas y Semirara, agosto 30, 1922 360
The Babuyanes and Ilocos typhoon: September 11 to 21, 1922, by Rev. José Coronas, S. J. 306
El tifón de Babuyanes e Ilocos: septiembre 11 al 21, 1922 310
Recent Philippine earthquakes of intensity VII–X, 1900–1922, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J. 337
Terremotos violentos y destructores recientes de Filipinas, VII–X, 1900–1922 343
Effects of the earthquakes of June 3, 1863 and July 14, 18, and 20, 1880, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J. 379
Efectos de los terremotos de junio 3, 1863, y julio 14, 18 y 20 de 1880 382
Earthquakes of July, 1880, by Rev. Miguel Saderra Masó, S. J. 419
Terremotos de julio de 1880 423

LIST OF ILLUSTRATIONS

Page
Plate I.—Approximate tracks of the typhoons and depressions for January to May, 1922 158
II.—Approximate tracks of the typhoons and depressions for June and July, 1922 235
III.—Approximate tracks of the typhoons and depressions for August, 1922 268
IV.—Approximate tracks of the typhoons and depressions for September, 1922 305
V.—Isobars for the typhoons of September 16 to 19, 1922 308
VI.—Approximate tracks of the typhoons and depressions for October, November, and December, 1922 391

Year 1922, No. 1. January 1st to 7th, 1922.

MANIL

SEISMOLOGICAL BULLE

Ø=14° 34' 41" N. λ=120° 58' um.

Instrument: Wiechert's as (=,000 Kgs.)

1922
2636 ~~File~~ Ref

	T_o	ε	$\frac{r}{T_o^2}$
A_N:	6.25	2.906	0.053
A_E:	6.18	2.393	0.042

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	△ Kms.	Remarks.
1	1	I_v	eP	0 02 36					
			L	02 57					
			F	13					
2	1	I	e	12 10 30					From Omori's seismograph.
			F	36					
3	1	I	e	19 58 30					From Omori's seismograph.
			F	20 36					
4	3	I_r	eP	21 07 20					
			L?	15 47					
			F	49					
5	3	I	e	23 59					
	4		F	0 26					
6	4	I_v	eP	0 57 06					
			F	59					
7	4	I_r	eP	13 51 47					
			L?	55 57					
			F	14 13					
8	4	I_r	eP	19 09 33					
			L?	13 08					
			F	27					
9	5	I	e	19 22 50					Felt at Guam (Mariana Islands).
			F	39					
10	5	I_v	eP	23 08 22					
			F	36					
11	6	I	e	14 34 30					From Omori's seismograph.
			F	15 17					
12	7	II_r	eP	8 31 00					
			L	34 15					End overtaken by following quake.
			M_E	35 34	10		32		
			M_N	35 37	11	91			
13	7	II_r	eP	9 22 57					
			L	26 22					Felt at Butuan (N Mindanao).
			M_N	26 44	10	215			
			M_E	27 28	7		112		
			F	10 43					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date.	Character	Phase	Greenwich mean time. h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
14	7	I_r	eP	20 52 48					Felt at Surigao(NE Mindanao).
			F	21 04					
15	9	I_u	e	5 31 50					
	//		L?	6 23 18					
			M_N1	28 32	30	11			
			M_E1	28 54	30		10		
			M_N2	32 30	25	19			
			M_E2	34 40	24		18		
			F	7 04					
16	10	I_v	eP	2 23 01					Felt in Romblon I.
			F	27					
17	10	I	e	8 39					
			F	52					
18	10	II_v	eP	13 43 21					
	//		L	45 29					
			M_N	45 48	7	149			
			M_E	45 49	7		83		
			F	14 45					
19	13	I_r	e	13 08 00					
			F	30					
20	14	I_v	eP	11 31 42					Felt at Tigaon (SE Luzon).
			L	32 36					
			M_N	32 47	4	135			
			M_E	32 48	4		80		
			F	52					
21	14	I	e	20 29 48					Felt at Camp Keithley (N Mindanao).
			F	21 04					
22	16	I_v	eP	5 35 46					
			L	36 49					
			F	55					
23	16	I_r	eP	17 15 18					
			L	18 48					
			M_N	22 06	8	62			
			M_E	22 10	9		36		
			F	18 38					
24	17	II_u	e	4 09 37					
	//		S?	20 37					
			L?	42 55					
			M_N	44 15	13	80			
			M_E	46 46	14		57		
			F	6 52					
25	17	I_v	eP	19 50 00					
			F	53					
26	19	I_v	eP	16 26 00					Felt at Camp Keithley (N Mindanao).
			F	40					
27	19	II_r	eP	22 05 16					
	//		S	10 08					
			L	12 55					
			M_N	13 02	8	173			
			M_E	13 08	7		92		
			F	23 30					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 3. Jan. 20th to Feb. 8th, 1922.

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
28	20	I	e	7 00					
			F	27					
29	20	I	e	17 36					
			F	18 11					
30	21	I	e	19 51					
			F	20 12					
31	22	I_u	e	3 38 32					
			S?	44 25					
			L?	56 12					
			F	5 02					
32	22	I	e	14 48					
			F	15 01					
33	22	I_r	eP	15 29 50					
			L	34 29					
			F	16 01					
34	22	I_r	eP	20 56 55					
			L	21 04 29					
			F	22 02					
35	22	I_r	eP	22 11 49					
			L	21 57					
			F	35					
36	23	I_r	eP	3 42 39					
			L	46 44					
			F	4 04					
37	23	I_r	eP	16 41 49					
			L	46 44					
			ME	46 57	14		28		
			MN	47 27	14	62			
			F	18 01					
38	26	I_v	eP	8 39 40					
			L	41 45					
			F	55					
39	29	I	e	4 00 51					
			F	47					
40	29	I_r	eP	5 13 12					
			L	18 32					
			F	28					
41	31	I_u	e	13 37 12					From Omori's seismograph. NW San Francisco California.
			F	15 20					

FEBRUARY, 1922.

42	4	I_v	eP	6 16 54					
			F	20					
43	5	I	e	3 44 22					
			F	4 18					
44	6	I_v	eP	16 18 32					
			F	21					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude AN μ	Amplitude AE μ	Distance Kms.	Remarks.
45	9	I	e	15 51 50					
			F	16 03					
46	10	I	e	12 21					
			F	32					
47	11	I	e	13 54 49					
			F	14 24					
48	11	I	e	14 54 45					
			F	15 12					
49	14	I_r	eP	12 55 39					
			L	59 28					
			F	13 58					
50	15	I	e	4 48					
			F	5 11					
51	15	I	e	8 22					
			F	44					
52	15	I	e	14 36					
			F	15 00					
53	15	I_v	eP	22 54 33					Felt at Batag (N Samar).
			F	23 03					
54	16	I	e	3 38					Nicaragua earthquake.
			F	4 21					
55	16	I	e	4 47					
			F	5 16					
56	18	I_v	eP	0 25 35					
			F	39					
57	19	I_v	eP	7 05 02					
			F	08					
58	19	I	e	21 23 26					
			F	52					
59	20	I	e	7 55 42					
			F	8 34					
60	22	I	eP	17 24 35					
			F	41					
61	23	I_r	eP	15 55 51					
			L?	16 05 00					
			F	53					
62	23	I_v	eP	23 21 04					
			F	23					
63	25	I_v	eP	13 06 27					
			F	09					
64	26	I	e	9 03 28					
			F	44					
65	27	II_v	eP	20 41 09					
			L	42 11				550	Felt in Cebu Island with intensity V-VI.
			M_{N1}	43 00	6	395			
			M_{E1}	43 04	6		285		
			M_{N2}	44 09	5	445			
			M_{E2}	44 29	6		328		
			F	21 52					
66	28	I_v	eP	1 14 18					
			L	15 17				540	Aftershock of the No. 65.
			F	21					

From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 5. March 1st to 12th, 1922.

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

$\phi = 14^\circ$ 34' 41" N.; $\lambda = 120^\circ$ 58' 33" E. h=2.40ms. Alluvium.
Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_o	ε	$\frac{r}{T_o^2}$
A_N:	6.25	2.906	0.053
A_E:	6.18	2.393	0.042

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
67	1	I_v	eP	9 10 23					SE Negros Island.
			L	11 32					
			M_E	12 03	7		41		
			M_N	12 13	6	54			
			F	40					
68	1	I_v	eP	9 42 42					
			F	55					
69	4	I_v	eP	2 25 21					
			F	30					
70	4	I_r	eP	5 19 12					
			L	23 11					
			F	48					
71	4	II_r	i	13 16 02					
			iS	20 30					
			L	22 35					
			M_E1	22 39	8		139		
			M_N1	22 46	9	184			
			M_N2	24 51	9	182			
			M_E2	25 23	7		208		
			F	14 45					
72	6	I_r	eP	21 29 24					
			L	35 48					
			F	58					
73	7	I_r	e	16 53 14					
			L	17 02 00					
			F	47					
74	7	I	e	22 27 54					
			F	49					
75	10	II_v	eP	4 57 32					
			L	57 48					
			M_E	57 50	4		110		
			MN	58 12	5	149			
			F	5 11					
76	10	I_r	e	17 02 45					
			S	08 23					
			L	11 21					
			F	18 04					
77	12	I_u	e?	18 16					
			F	19 32					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
78	13	I_v	eP	21 48 12					Felt at Calatagan (SW Luzon).
			F	50					
79	14	II_d	eP	15 12 00					
			L	12 17					
			F	17					
80	16	I_v	eP	5 02 30					Felt in the Northwestern coasts of Samar.
			F	20					
81	16	I_v	eP	5 46 04					Felt in the Ilocos Norte Province.
			F	57					
82	17	I	e	13 18					
			F	30					
83	17	I	e	17 28					
			F	53					
84	17	II_v	eP	21 04 19					
			L	05 50					
			M_N	05 55	7	140			
			M_E	05 55	5		166		
			F	22					
85	28	I_r	e	4 17 58					
			L	23 49					
			F	5 28					
86	29	I	M_E	7 58					
			F	8 11					

APRIL, 1922.

87	2	I	e	3 19 38					
			F	54					
88	2	I_u	e	19 29 00					
			S	37 30					
			L	49 16					
			F	21 05					
89	3	I	e	19 50					
			F	20 30					
90	5	III_r	eP	10 04 37					
			eS	09 25					
			iL	11 49					
			M_N	12 00	8	200			
			M_E	13 38	8		236		
			F	12 18					
91	5	I_v	eP	13 42 30					
			L	42 48					
			M_N	43 11	2	118			
			M_E	43 11	2		61		
			F	49					
92	7	II_v	eP	16 00 42					
			L	02 25					
			M_N	02 51	7	100			
			M_E	03 12	7		57		
			F	17 08					
93	8	I_v	eP	0 49 41					
			F	56					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
94	8	I_r	eP	3 38 42					
			L?	45 20					
			F	4 45					
95	8	I_u	e	2o 55 38					
			L?	21 24 10					
			F	23 42					
96	10	I	e	3 15					
			F	35					
97	10	I_r	e	4 04 09					
			L?	10 17					
			F	42					
98	11	Ir	e	0 28 15					
			F	1 24					
99	11	I	e	15 53 22					
			F	16 11					
100	13	II_v	eP	6 09 13					S Samar and NE Mindanao.
			L	10 39					
			ME	11 25	7		59		
			MN	11 36	7	147			
			F	7 12					
101	15	I_v	eP	0 46 02					NW Luzon.
			F	1 02					
102	15	I_v	eP	7 37 34					
			L	37 55					
			F	41					
103	16	I_v	eP	21 09 45					
			F	12					
104	16	I_v	eP	23 56 51					
			F	59					
105	17	I_v	eP	2 17 26					
			F	27					
106	17	I_v	eP	19 22 31					Samar Island.
			L	23 35					
			F	32					
107	17	III_v	eP	21 28 55					NE Mindoro. Maxima and end lost by the force of the shock.
			iL	29 12					
108	18	I_v	eP	5 16 39					
			F	19					
109	19	I_v	eP	19 58 11					
			L	58 51					
			F	20 14					
110	20	I	e	13 26					
			F	14 08					
111	22	I	eP	10 17 00					
			L	19 08					
			F	37					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY,--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h.	m.	s.	Period s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance Kms.	Remarks
112	22	I	e	21	06						
			F		27						
113	23	III_V	eP	21	31	38					SE Luzon and Visayas.
			L		32	16					
			M_N		32	32	8	1182			
			F	23	02						
114	23	I_V	eP	22	07	17					Aftershock of the No. 113.
			L		07	40					
			F		12						
115	24	I_V	eP	5	34	08					
			F		41						
116	24	I_V	eP	9	55	04					
			F	10	01						
117	25	I_V	eP	8	47	40					
			F		58						
118	25	Ir	e	21	28	35					End overtaken by following earthquake.
			L		35	50					
			M_N		36	31					
119	25	Ir	e	21	49	26					
			L		56	12					
			M_N		56	22	7	56			
			F	23	12						
120	26	Ir	eP	1	17	30					Earthquake of Japan
			eS		22	09					
			eL		24	15					
			M_N		25	07	8	53			
			M_E		25	31	8		74		
			F	2	12						
121	26	Ir	e	4	07	14					
			L?		15	22					
			F	5	53						
122	26	I_V	eP	19	19	23					
			F		22						
123	27	I	eP	9	22	47					
			F		47						
124	27	I	e	18	25						
			F		41						
125	28	I	e	6	45	17					
			F	7	29						
126	28	I	e	13	14						
			F		28						
127	30	IIv	eP	22	19	51					N Luzon.
			L		21	00					
			Me		21	11	5		254		
			M_N		21	20	5	309			
			F		54						

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 9. May 1st to 8th, 1922.

M A N I L A , P . I .

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

ϕ=14° 34' 41" N. λ=120° 58' 33" E. h=2.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kg.)

	T_o	ε	$\frac{r}{T_o^2}$
A_N	6.25	2.906	0.053
A_E	6.18	2.393	0.042

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance Km.	Remarks.
128	1	I	e	11 04					
			F	25					
129	1	I_V	eP	21 18 45				140	Felt at Baguio and Dagupan (W Luzon).
			F	22					
130	2	I_V	eP	7 39 04				125	
			F	43					
131	2	II_r	eP	11 15 49				1710	
			L	19 40					
			M_E	20 04	10		123		
			M_N	20 37	10	94			
			F	12 22					
132	4	I_u	e	9 20 44					Kurile Islands.
			F	11 25					
133	5	I	e	0 27					
			F	58					
134	5	I_V	eP	1 03 24					
			F	08					
135	5	I_r	eP	14 49 00				1640	
			L	52 37					
			F	15 23					
136	5	I_V	eP	21 41 45				200	End overtaken by following Eqke.
			L	42 07					
137	5	I_V	eP	21 43 46				190	
			F	47					
138	5	I_V	eP	22 43 45				240	
			F	50					
139	6	I	e	12 28 26					
			F	13 08					
140	6	I	e	16 52 15					
			F	17 06					
141	6	I_V	eP	21 21 00				620	
			F	30					
142	7	I_V	eP	3 56 10				160	
			F	59					
143	7	I_V	eP	9 56 37				450	Felt in western part of Samar I.
			L	57 27					
			M_N	57 49					
			F	10 14					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 10. MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance Km.	Remarks.
	May								
144	9	I_V	eP	9 55 07					
			F	58					
145	9	I_r	eP	13 23 43					
			L?	27 55					
			F	54					
146	9	II_r	eP	13 55 41					
			L	59 07					
			M_E	14 01 04	9		314		
			M_N	01 37	8	158			
			F	57					
147	9	I_V	eP	19 12 47					
			F	28					
148	10	I_r	eP	9 25 20					
			L	29 26					
			M_E	30 58	7		70		
			M_N	31 30	7	49			
			F	48					
149	10	I	e	16 37					
			F	52					
150	11	I	e	9 25 27					
			F	10 31					
151	12	I_V	eP	8 42 27					
			F	55					
152	12	I	e	13 25					
			F	45					
153	12	I	e	18 49 25					End overtaken by following Eqke.
154	12	I_V	eP	20 04 00					
			F	23					
155	13	I_V	eP	13 25 50					
			F	33					
156	15	I_V	eP	2 25 29					
			F	36					
157	15	I	e	20 28 00					
			F	21 13					
158	16	I_V	eP	2 21 12					
			F	32					
159	16	III_V	eP	8 08 14					
			L	09 16				560	Felt in northern part of Luzon. End overtaken by following earthquake.
			M_N	10 08	4	533			
			M_E	10 20	4		573		
160	16	I_V	eP	8 49 12					
			L	50 08					
			F	9 32					
161	18	I	e	0 02 10					
			F	17					
162	18	I	eP	13 14 55					
			F	50					
163	20	I_V	eP	17 11 55					
			L	12 30				525	Felt at Naga (SE Luzon).
			F	22					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Km.	Remarks.
164	20	I_V	eP	17 37 04					
			F	45					
165	21	I_r	eP	5 13 31					
			L	16 00					
			F	58					
166	22	I_V	eP	12 33 46					
			F	37					
167	22	I	e	18 07 00					
			F	19 10					
168	23	I_V	eP	13 40 18					
			F	42					
169	24	I	e	8 08 41					
			F	41					
170	24	I_V	eP	15 25 20				750	Felt in Samar and Cebu Islands and NE Mindanao.
			L	26 42					
			M_E	27 27					
			F	45					
171	26	II_d	eP	15 44 43				125	Felt at Atimonan (E Luzon).
			L	44 57					
			M_N	45 01	4	439			
			M_E	45 03	4		318		
			F	16 00					
172	27	I_V	eP	23 56 57				70	
			F	58					
173	29	I_r	e	20 30 13					
			L	32 55					
			F	47					
174	30	I	e	18 38 35					
			F	51					
175	31	I_V	eP	7 15 29				190	
			F	18					
176	31	I_V	eP	7 19 09				120	
			F	26					
177	31	I_V	eP	9 56 35				170	
			F	10 00					

JUNE, 1922.

178	1	II_V	eP	16 19 43					
			L	20 43					
			M_E	21 54	4		86		
			M_N	22 20	4	101			
			F	54					
179	2	I_V	eP	11 48 58					
			F	54					
180	2	I_V	eP	16 30 07				200	
			L	30 29					
			F	38					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A , P . I .

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance Km.	Remarks
181	2	IIIr	eP	20 14 10					Felt at Butuan (N Mindanao).
			S	16 45					
			L	18 05					
			M_N	18 35	10	936			
			M_E	18 40	10		768		
			F	22 42					
182	3	I	e	1 29 46					
			F	2 00					
183	3	I	e	5 03					
			F	31					
184	4	Iv	eP	12 23 09				130	
			F	29					
185	4	Iv	eP	16 20 22				420	NW Luzon.
			F	27					
186	4	Iv	eP	21 26 55				410	NW Luzon.
			F	32					
187	5	Iv	eP	9 53 47				390	SE Luzon.
			L	54 30					
			F	10 23					
188	5	I	e	14 11 00					
			F	15 02					
189	6	Iv	eP	2 35 27				190	
			F	39					
190	6	I	e	6 56					
			F	7 08					
191	6	I	e	11 05					
			F	19					
192	8	Iv	eP	21 33 48				530	
			L	34 46					
			M_N	35 15	6	66			
			M_E	36 02	6		54		
			F	54					
193	12	I	e	5 09					Very distant earthquake.
			F	7 04					
194	12	Iv	eP	12 31 01				120	
			F	37					
195	17	Ir	eP	2 38 00					
			L?	40 48					
			F	3 57					
196	17	Iv	eP	12 13 35				170	
			L	13 54					
			F	19					
197	18	Iv	eP	12 26 31					
			F	35					
198	19	Iv	eP	23 03 31				125	
			F	06					
199	22	Iv	eP	13 20 41				210	
			L	21 04					
			F	30					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Km.	Remarks.
200	24	I_r	eP	16 29 51				1010	Felt at Zamboanga (W Mindanao).
	//		S	31 38					
			L	32 03					
			M_N	32 36	7	40			
			M_E	33 34	7		47		
			F	17 18					
201	24	I_v	eP	18 28 33				130	
			F	31					
202	24	I	e	22 11					
			F	20					
203	24	I_v	eP	23 09 40					
			F	18					
204	26	I_v	eP	19 18 27				120	
			F	22					
205	26	I_v	eP	21 56 09				120	End overtaken by following Eqke.
206	26	I_v	eP	21 58 22				120	
			F	22 02					
207	27	III_r	eP	14 32 14					Felt at Butuan (N Mindanao).
	//		S	35 10					
			L	36 06					
			M_{N1}	37 38	7	360			
			M_{E1}	38 19	9		308		
			M_{N2}	38 32	8	366			
			M_{E2}	39 52	9		306		
			F	16 22					
208	29	I	e	4 54 42					
			F	5 28					
209	29	I_v	eP	7 28 34				160	
			F	34					
210	29	II_v	eP	20 55 55					Felt in northern part of Luzon.
			L	57 12					
			M_N	57 19	7	657			
			M_E	57 28	6		679		
			F	22 02					

JULY, 1922.

211	1	I_v	eP	2 21 25				150	
			F	25					
212	1	I_v	eP	20 13 44				600	Felt at Laoag (NW Luzon).
			L	14 53					
			F	25					
213	2	I_r	e	13 32 04					
	//		L	34 21					End overtaken by following Eqke.
			M_N	34 25	7	36			
			M_E	34 42	8		30		
214	2	I_u	e?	13 47 36				7950?	
	//		L?	14 11 15					
			M_N	11 32	22	10			
			M_E	12 08	20		7		
			F	15 47					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time	Period.	Amplitude A_N	Amplitude A_E	Distance.	Remarks.
				h. m. s.	s.	μ	μ	Km.	
215	3	I	e	5 39 39					
			F	6 41					
216	3	I_V	eP	13 45 00				600	
			L	46 07					
			F	14 06					
217	5	I_V	eP	14 48 51					From Omori's seismograph.
			F	59					
218	8	I_V	eP	21 24 34					From Omori's seismograph.
			F	28					
219	9	I_r	eP	9 43 02				1420	
			L	45 31					
			F	10 17					
220	10	I	e	10 02 37					
			F	39					
221	11	I_r	e	14 18 00				2100?	
			L?	22 48					
			F	15 08					
222	12	I_V	eP	19 52 47					
			F	55					
223	13	III_r	eP	5 00 06				2350	Felt in northern and southeastern part of Mindanao.
			S	03 56					
			L	05 36					
			M_E	06 10	8		440		
			M_N	06 28	9	631			
			F	6 48					
224	13	I	e	10 51 14					
			F	11 18					
225	13	I_V	eP	13 47 56					
			F	56					
226	13	I_V	eP	21 12 30					
			F	42					
227	14	I	e	3 32 50					
			F	4 00					
228	14	I	e	9 27					
			F	42					
229	16	I_V	eP	23 11 13				225	From Vicentini's Seismograph.
			F	15					
230	17	I_V	eP	4 05 40					
			F	12					
231	17	II_V	eP	21 17 07				450	Felt in southwestern part of Panay and in Cuyo Islands
			L	17 57					
			M_N	19 14	7	204			
			M_E	19 40	7		217		
			F	22 04					
232	18	Ir	eP	22 15 46				1220	
			L	18 27					
			F	34					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A , P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY,--Continued.

No.	Date.	Character.	Phase	Greenwich mean time. h.	m.	s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Km.	Remarks.
233	19	I_r	eP	12	57	17				1020	
			L		59	24					
			F	14	11						
234	19	II_v	eP	16	33	07				590	
			L		34	14					
			M_E		34	22	5		237		
			M_N		34	31	5	189			
			F	17	15						
235	20	I	e	8	38						
			F	9	05						
236	21	I_v	eP	0	44	50					
			F		49						
237	21	I_v	eP	6	45	03				150	
			F		48						
238	22	I	e	4	18						
			F		37						
239	25	I_v	eP	13	28	37					Felt in northern part of Mindanao.
			F		35						
240	26	II_v	eP	22	18	24				320	
			L		19	00					
			M_N		19	28	4	414			
			M_E		19	32	5		349		
			F		43						
241	28	I_v	eP	7	32	35				900?	
			L?		34	20					
			F		48						
242	28	III_d	eP	18	53	43				320	Felt in western part of Luzon. End lost by the force of the shock.
			L		54	09					
			M_N		54	11	4	843			
			M_E		54	11	4		759		
243	29	I_r	eP	13	11	49				210	
			L		12	12					
			F		24						

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 16. August 1st to 16th, 1922.

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

ϕ=14° 34' 41" N. λ=120° 58' 33" E. h=2.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_o	E	$\frac{r}{T_o^2}$
A_N	6.25	2.906	0.053
A_E	6.18	2.393	0.042

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
244	2	I	e	1 32					
			F	47					
245	5	I_V	eP	10 11 08					
			F	19					
246	6	I_r	e	1 02 47					
			L	09 00					
			F	2 03					
247	7	I_V	eP	0 59 05					
			F	1 06					
248	7	I_r	e	12 31 12					
			F	14 08					
249	9	I	e	6 22 46					
			F	45					
250	10	II_V	eP	11 57 18					
			L	57 34					
			M_N	57 36	4	330			
			M_E	57 40	4		311		
			F	12 04					
251	10	I_V	eP	20 39 00					
			L	39 06					
			F	41					
252	11	I	e	8 41					Asia Minor, Turkey.
			F	10 46					
253	11	I	e	13 48					
			F	15 02					
254	11	I_V	eP	19 43 35					
			F	20 04					
255	13	I_u	e	0 22 40					SW coast Norway.
			S?	33 06					
			L?	52 00					
			M_E	55 35	29		5		
			M_N	56 24	30	7			
			F	2 03					
256	14	I_r	eP	11 48 53					
			L	55 02					
			F	12 27					
257	16	I_r	e	6 29 37					
			L	33 39					
			F	52					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 17. August 16th to 29th, 1922.

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A N μ	Amplitude A E μ	Distance Kms.	Remarks.
258	16	I_V	eP	10 51 20					
			F	55					
259	16	I_r	eP	16 05 17					
			L?	12 25					
			F	17 33					
260	18	I_V	eP	7 29 43					Felt in Romblon I.
			L	30 15					
			F	40					
261	20	I_V	eP	3 18 18					From Omori's seismograph.
			F	29					
262	20	I_V	eP	14 24 58					From Vicentini's seismograph.
			L	25 16					
			F	30					
263	23	I_r	e	15 26 11					
			F	52					
264	25	I_r	e	11 52 18					
			L?	12 02 36					
			F	31					
265	25	I_u	e	19 38 17					
			L	54 00					
			M_N	55 24 13		39			
			M_E	56 02 13			22		
			F	20 28					
266	26	I_r	e	2 31 12					
			L	34 37					
			F	47					
267	27	I_V	eP	15 41 01					
			F	43					
268	27	I_V	eP	21 16 23					Felt at Zamboanga and Cotabato (W Mindanao). From Vicentini's seismograph.
			L	17 52					
			F	24					
269	29	I_V	eP	10 43 05					Felt at Naga (SE Luzon).
			F	48					
270	29	III_d	iP	17 01 48					SW Tablas Island. Maxima and end lost by the force of the shock.
			iL	02 22					
271	29	I_V	eP	17 32 09					From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	37					
272	29	I_V	eP	17 41 55					Ditto.
			F	45					
273	29	I_V	eP	17 55 02					Ditto.
			F	57					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
274	29	I_V	eP	18 18 38					From Vicentini's seismograph. Aftershock of the No. 270.
			F	23					
275	29	I_V	eP	20 29 06					Ditto.
			F	35					
276	29	II_V	eP	22 36 54					Ditto.
			iL	37 36					
			F	49					
277	29	I_V	eP	22 54 59					Ditto.
			F	59					
278	30	I_V	eP	2 28 34					Aftershock of the No. 270.
			F	33					
279	30	I_V	eP	3 43 07					Ditto.
			F	50					
280	30	I_V	eP	5 21 05					Ditto.
			F	24					
281	30	I_V	eP	5 33 59					Ditto.
			F	37					
282	30	II_V	e	10 30 36					Felt at Cotabato, Zamboanga and Lais (Mindanao Island).
			L?	34 11					
			ME	35 05	9		52		
			MN	35 14	9	99			
			F	11 23					
283	30	I_V	eP	15 06 45					Aftershock of the No. 270.
			F	10					
284	30	I_V	eP	17 24 01					
			F	27					
285	31	I_V	eP	3 10 48					Ditto.
			F	16					
286	31	I_V	eP	3 57 52					
			F	4 01					
287	31	I_V	eP	8 39 32					Ditto.
			F	43					
288	31	I_V	eP	17 44 43					Ditto.
			F	59					
289	31	I_V	eP	20 31 47					
			F	34					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year, 1922, No. 19, September 1st to 4th, 1922.

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

Ø=14° 34' 41" N. λ=120° 58' 33" E. h=2.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_o	c	$\frac{r}{T_o^2}$
A_L	6.94	2.213	0.048
A_T	6.90	1.787	0.043

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance Kms.	Remarks.
290	1	I_V	eP	3 57 30					
			F	4 03					
291	1	III_r	iP	19 18 25				1100	NE Formosa. Felt at Baguio (W Luzon).
			iS	18 50					
			iL	20 49					
			M_N1	21 29	10	417			
			M_N2	22 40	10	398			
			M_E1	23 31	10		304		
			M_E2	25 27	10		271		
			M_N3	26 14	12	381			
			M_E3	26 44	13		298		
			M_N4	27 36	12	393			
			M_E4	31 02	10		210		
			C	21 06 00					
			F	49					
292	2	II_r	eP	17 27 16					
			L	30 06					
			M_N	30 35	5	53			
			M_E	30 51	6		35		
			F	18 04					
293	2	I_r	e	23 56 05					
			L?	59 09					
	3		F	0 12					
294	3	I_r	eP	2 15 02					
			F	26					
295	3	I_V	eP	14 40 52					
			F	46					
296	4	I_r	e	2 39 29					Felt at Butuan and Lais (Mindanao I.)
			F	3 18					
297	4	I_V	eP	15 46 27					
			F	50					
298	4	I	e	17 23					
			F	48					
299	4	I_r	e	17 56 28				1860	N Formosa
			L	18 00 40					
			F	58					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date.	Character.	Phase.	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
300	5	I	e	7 11					
			F	37					
301	6	I_V	eP	13 40 45				830	Felt at Surigao, Butuan and Mambajao.
			L	42 17					
			F	57					
302	6	I_r	e	22 15 12				1200	NE Formosa.
			L	17 21					
			F	23 20					
303	7	I_V	eP	14 27 34					
			F	33					
304	7	I_V	eP	18 15 53				560	Felt at Cape Bojeador (NW Luzon).
			L	16 55					
			F	30					
305	7	I_V	eP	18 50 08					
			F	55					
306	8	I_r	e	14 23 52					
			F	15 23					
307	8	I_V	eP	20 45 00					
			F	49					
308	10	I_V	eP	14 51 28					
			L	51 43					
			M_E	51 56	3		32		
			M_N	52 17	3	37			
			F	59					
309	11	I_V	eP	3 05 48				240	
			L	06 15					
			F	14					
310	11	I_V	eP	12 58 47				240	
			L	59 14					
			F	13 09					
311	11	II_r	eP	14 48 03				1440	N Celebes.
			S	50 40					
			L	51 18					
			M_E	51 31	6		84		
			M_N	52 40	5	109			
			F	15 57					
312	11	I_r	eP	16 26 21				1360	N Celebes.
			L	29 22					
			F	52					
313	11	I_V	eP	18 12 22					
			F	16					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
314	12	I_V	eP	14 31 56				320	
			L	32 32					
			F	38					
315	14	I_V	eP	6 16 00				90	
			L	16 10					
			F	18					
316	14	III_r	eP	19 34 02				1200	NE Formosa.
			L	36 40					
			M_{N1}	38 55	10	175			
			M_{E1}	39 37	10		188		
			M_{N2}	40 23	11	194			
			M_{E2}	42 00	10		240		
			F	21 26					
317	16	I_V	eP	20 04 47					
			F	09					
318	16	II_r	eP	22 47 04				1100	NE Formosa.
			L	49 29					
			M_E	51 45	8		113		
			M_N	52 00	10	133			
			F	23 55					
319	17	II_r	e	7 25 35				1300	N Formosa. End overtaken by following earthquake.
			L	27 55					
320	17	II_r	e	7 56 50				1800	N Formosa.
			L	8 00 52					
			F	26					
321	17	II_r	eP	10 01 35				1500	N Formosa.
			L	04 55					
			M_E	05 16	9		93		
			F	11 08					
322	18	I	eP	6 22 04					N Formosa. From Omori's seismograph.
			F	50					
323	20	I_V	eP	22 23 32				435	Felt at Aparri and Vigan (N Luzon).
			L	24 20					
			F	27					
324	21	I_V	eP	15 21 13				210	From Vicentini's seismograph.
			L	21 36					
			F	27					
325	22	I_V	eP	4 45 33				140	
			L	45 49					
			F	49					
326	25	I_V	eP	5 44 23				170	
			L	44 42					
			F	48					
327	26	I_V	eP	14 14 19				140	
			L	14 35					
			F	17					
328	28	I	eP	22 06 40					N Formosa.
			F	44					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No.22. October 1st to 14th, 1922.

M A N I L A, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

ϕ=14° 34' 41" N.)=120° 58' 33" E. h=2.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_0	E	$\frac{r}{T_0^2}$
A_N	6.94	2.212	0.048
A_E	6.90	1.787	0.043

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time	Period.	Amplitude A_N	Amplitude A_E	Distance.	Remarks.
				h. m. s.	s.			Kms.	
329	3	I_r	e	12 09 08				1380?	Felt at Butuan (N Mindanao).
			L?	12 15					
			F	13 02					
330	3	I	e	13 21					
			F	38					
331	3	I	e	13 44					
			F	59					
332	3	I_v	eP	20 57 28				100	
			L	57 39					
			F	21 00					
333	3	I_v	eP	21 27 19				90	
			L	27 29					
			F	31					
334	4	I_v	eP	4 41 14				140	
			L	41 30					
			F	45					
335	5	II_r	eP	5 17 10					
			L	20 05					
			M_N	20 11	7	73			
			M_E	20 37	8		42		
			F	6 03					
336	5	II_v	eP	11 54 42				420	Felt in northern part of Luzon.
			L	55 28					
			M_E	56 22	6		67		
			M_N	56 27	5	48			
			F	12 09					
337	11	I_u	eP	15 10 21					Between Brazil and Peru?
			PR_1E	15 00					
			PR_1N	15 31					
			eS?	21 15					
			L?	40 28					
			F	17 05					
338	14	III	eP	0 15 59				490	Felt in northwestern part of Luzon.
			L	16 53					
			M_N	17 20	6	467			
			M_E	17 21	6		317		
			F	58					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
339	14	II_F	eP	3 59 00				1550	NE Formosa.
			L	4 02 25					
			M_E	05 21	8		20		
			F	5 15					
340	14	I	e	7 41 40					
			F	8 56					
341	14	III_F	eP	23 49 40				1600	N Formosa.
			L	53 08					
			F	1 30					
342	16	I_u	eP	16 08 49				5220?	
			L?	23 [illegible]					
			F	17 10					
343	17	II_F	e	6 43 22					
			iL	51 34					
			M_N	55 00	10	76			
			M_E	55 17	10		30		
			F	7 50					
344	17	I_F	e	10 02 00					
			L	10 23					
			M_N	11 52	12	13			
			M_E	11 53	11		9		
			F	55					
345	17	I_F	e	17 53 12					
			L	18 00 30					
			F	31					
346	17	I	e	21 20 42					
			F	48					
347	18	I	e	13 04 46					
			F	24					
348	18	I	e	22 45 00					
			F	23 02					
349	20	I_V	eP	1 14 16				320	
			L	14 52					
			F	19					
350	20	I_V	eP	13 21 31				170	Felt at Atimonan (E Luzon).
			L	21 50					
			F	28					
351	21	I_V	eP	20 24 45				50	
			F	28					
352	21	I_V	e	22 07 50				720	
			L	09 20					
			F	28					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period s.	Amplitude A_N $)^{\mu}$	Amplitude A_E $)^{\mu}$	Distance. Kms.	Remarks.
353	22	I_V	eP	17 33 56				90	
			F	37					
354	23	I_V	eP	3 31 40				500	Felt at Aparri (NE Luzon).
			L	32 35					
			M_N	32 49	5	19			
			M_E	33 40	5		17		
			F	48					
355	24	II	e	21 28 43					
			F	23 42					
356	24	I_V	eP	23 23 49				180	Felt at Boac (Marinduque Island).
			L	24 09					
			F	32					
357	27	III_r	eP	14 25 00				1350	
			iL	27 52					
			M_E	28 04	9		68		
			M_N	28 50	8	67			
			F	16 12					
358	29	I_V	eP	13 55 26				210	
			L	55 49					
			F	14 03					
359	29	I_V	eP	20 47 17				125	Felt at Baguio (W Luzon).
			L	47 31					
			F	51					
360	30	I_r	eP	13 10 32					
			L	14 34					
			M_E	14 41	6		16		
			M_N	14 48	8	41			
			F	58					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 25. November 1st to 11th, 1922.

M A N I L A , 1 9 2 2 .

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.

ϕ=14° 34' 41" N. λ=120° 58' 33" E. h=2.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_0	ϵ	$\frac{\epsilon}{T_0^2}$
A_N	6.94	2.212	0.048
A_E	6.90	1.787	0.043

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
361	3	II_r	eP	12 55 06				1740	
			eS	58 10					
			iL	59 00					
			M_N	59 10	8	63			
			M_E	59 10	7		82		
			F	13 27					
362	4	I	e	18 21 39					
			F	45					
363	7	I_r	eP	17 05 42				1560	Felt at Zamboanga (W Mindanao).
			L	09 15					
			M_E	09 50	10		8		
			M_N	10 00	10	15			
			F	18 02					
364	7	I_r	eP	18 21 15					
			L	26 42					
			F	19 04					
365	7	I_u	e	23 20 17					Very distant earthquake.
	8		F	1 18					
366	9	I_r	eP	2 07 05				1290?	
			L	10 00					
			M_E	10 15	9		15		
			M_N	10 43	8	26			
			F	3 08					
367	10	III_v	eP	12 30 15				650	Felt in northern part of Luzon.
			L	31 15					
			M_N	31 39	5	169			
			M_E1	32 04	5		130		
			M_E2	34 20	8		181		
			F	53					
368	11	III_u	eP	4 52 42				17000?	Chilean earthquake.
			eL?	5 51 00					
			M_E1	52 40	22		46		
			M_N1	53 25	31	34			
			M_E2	55 24	29		47		
			M_N2	59 58	30	34			
			M_E3	6 01 00	27		52		
			M_N3	01 42	30	14			
			F	9 50					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A , 1 9 2 2 .

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h.	m.	s.	Period. s.	Amplitude A_T μ	Amplitude A_L μ	Distance, Kms.	Remarks
369	11	I_V	eP	18	19	28				140	
			F		21						
370	11	I	e	19	30						
			F	20	37						
371	16	I_V	eP	10	13	17				550	Visayan earthquake.
			L		14	18					
			M_E		15	34	6		25		
			M_N		15	37	6	30			
			F		48						
372	16	I_V	eP	12	19	09				225	
			F		22						
373	17	I_{II}	e	11	23						Very distant earthquake.
			F	13	40						
374	17	I_V	eP	21	55	02				270	
			F		58						
375	18	I_I	eP	19	00	00				2310?	
			L?		05	19					
			F		[illegible]						
376	19	I_V	eP	7	39	38				800	
			F		5[illegible]						
377	23	I_V	eP	2	23	00				435	
			L		23	48					
			F		41						
378	24	I_V	eP	5	43	42				730	From Omori's seismograph.
			L		45	02					
			F	6	11						
379	25	I_V	eP	16	54	55				490	From Vicentini's seismograph.
			L		55	[illegible]					
			F	17	02						
380	26	I_V	eP	3	12	[illegible]				90	
			F		15						
381	29	I_V	eP	13	00	45				330	
			iL		01	22					
			F		16						
382	29	I_I	eP	15	40	30				1020	Felt in the southern part of Mindanao.
			L		42	43					
			F		58						
383	29	I_V	eP	17	51	57				120	
F			F		54						
384	30	I_I	[illegible]	17	42	09				120	Calapan (MI Mindoro).
			iL		42	21					
			F		47						

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

Year 1922, No. 27. December 1st to 10th, 1922.

MANILA, 1922.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE [illegible] OBSERVATORY.

φ=14° 34' 41" N. λ=120° 59' 55" E. h=3.40 ms. Alluvium.

Instrument: Wiechert's astatic Pendulum (1,000 Kgs.)

	T_0	C	$\frac{r}{T_0^2}$
A_E	6.94	2.212	0.043
A_E	6.90	1.787	0.043

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
385	2	II	eP	3 49 18					
			F	5 10					
386	3	I	e	16 47 36					
			F	17 03					
387	4	I_V	eP	3 55 40				130	Felt in the western part of Luzon.
			iL	56 00					
			A_N	56 05	3		22		
			A_N	56 14	3	25			
			F	4 00					
388	5	I_V	eP	12 50 11				240	Felt in the northeastern part of Mindanao.
			L	51 42					
			F	13 02					
389	6	II	eP	14 04 03					
			F	46					
390	7	II_F	e	16 54 49					
	//		L	59 17					
			A_N	17 00 09	7	49			
			A_E	01 16	7		5		
			F	18 18					
391	7	I	e	22 29 45					
			F	52					
392	8	I_F	eP	2 06 46					
	//		L	10 31					
			A_N	10 42	8	27			
			A_E	11 20	7				
			F	56					
393	8	I_V	eP	22 29 51				230	Felt at Butuan (N Mindanao).
			L	31 21					
			F	38					
394	9	I_F	e	22 39 55					
			F	23 28					
395	10	I	e	2 51					
			F	3 08					
396	10	I_V	eP	9 56 44				570	
			L	57 47					
			F	10 11					

27 Dec

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

M A N I L A , P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h.	m.	s.	Period s.	Amplitude A_N μ	A_E μ	Distance Kms.	Remarks.
397	10	I_r	eP	21	25	21					
			L		28	09					
			F		47						
398	10	I_V	eP	21	54	49				130	
			F		57						
399	10	I_V	eP	23	05	48				380	Felt at Legaspi (SE Luzon).
			L		06	30					
			F		16						
400	12	I_V	eP	17	01	47				500	
			F		12						
401	13	I_V	eP	0	55	14				170	
			F		59						
402	13	I_V	eP	5	08	51				630	
			F		21						
403	13	I_r	e	14	07	21					
			F		41						
404	14	I_r	e	23	10	26					
			P		11	39					
	15		F	0	57						
405	16	I_r	e	10	45	26					
			L		50	00					
			F	11	40						
406	17	I_r	e	1	00	00					
			F		38						
407	18	I_V	eP	12	54	40					
			F	13	07						
408	20	II_V	eP	19	48	32				380	Ltom Vicentini's seismograph.
			L		49	14					
			F		54						
409	21	I_r	eP	14	03	07				1260	
			L		07	48					
			F		29						
410	21	I_r	eP	14	13	10				220	
			L		15	34					
			F		18						
411	22	I_r	eP	17	21	42				440	
			L		22	31					
			F		30						
412	22	I_r	eP	23	50	00				1020	
			L		51	51					
	23		F	0	18						
413	23	I	e	22	17						
			P		40						

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS

MANILA, P. I.

SEISMOLOGICAL BULLETIN OF THE OBSERVATORY.--Continued.

No.	Date	Character	Phase	Greenwich mean time h. m. s.	Period. s.	Amplitude A_N μ	Amplitude A_E μ	Distance. Kms.	Remarks.
414	24	I_r	eP	0 16 04					
			L	21 08					
415	25	I_V	eP	2 24 52				110	
			F	27					
416	25	I	e	3 45					
			F	4 38					
417	25	I_r	eP	11 37 00					
				56					
418	27	I_V	eP	20 44 31				670	
			L	45 44					
			L_N	46 [illegible]	6		33		
			M_N	47 05	6	63			
			F	21 [illegible]					
419	31	II_u	e	7 27 46					
			S	34 42					
			L	42 00					
			L_N	45 14	17	14			
			L_E	45 15	16		12		
			F	9 13					
420	31	I_r	eP	11 44 44				1770	Felt in Guam (Marianas Islands).
			L	48 48					
			F	12 26					
421	31	I	e	16 45					
			F	17 04					

International Seismological Centre From the ISC collection scanned by SISMOS