

EL SISMO DE TOCOPILLA - DICIEMBRE DE 1967 INFORME PRELIMINAR

Eduardo BARRERA*

RESUMEN

Se dan las características sismológicas más importantes del terremoto de Tocopilla de 20 de diciembre de 1967. Se incluyen antecedentes geológicos y de la historia sísmica de la zona desde 1906; además se presenta una relación de daños en varias localidades.

INTRODUCCION

Este informe tiene por objeto entregar la información recogida hasta el momento, sobre el sismo que azotó a Tocopilla el 20 de diciembre de 1967 a las 22.25 hora local.

Por ser nuestro deseo hacer esta publicación lo más rápidamente posible para que pudiese resultar oportuna, quedaron aún muchos datos por procesar y mucha información que puede reunirse. Este trabajo será continuado y ampliado, por lo que nos ofrecemos a entregar cualquier antecedente que sea solicitado.

La mayor parte del trabajo aquí recopilado ha sido obtenido por el personal del Departamento de Geofísica y Geodesia en Antofagasta que, inmediatamente después del sismo, recorrió la zona afectada, obteniendo así una visión objetiva del fenómeno y sus efectos.

ANTECEDENTES SISMOLOGICOS Y GEOLOGICOS

Los datos sísmicos que hemos reunido para la región de Tocopilla, Tabla I y

* Departamento de Geofísica y Geodesia, Universidad de Chile.

TABLA I

HISTORIA SISMICA DE LA ZONA EPICENTRAL DEL SISMO DE TOCOPILLA
 Periodo 1906 - 1965. Latitud: 21° - 25°. Longitud: 69° - 71°.

Fecha	Latitud grados	Longitud grados	Magnitud	Profundidad km	Fecha	Latitud grados	Longitud grados	Magnitud	Profundidad km
4 X 10	22	69	7 ¹ / ₄	120	18 I 56	24	70	Sent.	?
28 IV 26	24	69	7	180	28 II 56	23	70	Sent. Ant.*	?
26 V 28	23 ¹ / ₂	69	6 ³ / ₄	130	30 VI 56	22 ¹ / ₂	69	Sent.	200
20 XI 28	22 ¹ / ₂	70 ¹ / ₂	7,1	< 60	6 VII 56	23	70	Sent. Ant.*	100
19 X 29	23	69	7 ¹ / ₂	100	26 VII 56	23	69	Sent. Ant.*	?
18 VII 31	22 ¹ / ₂	69	6 ³ / ₄	150	4 VIII 56	21	71	Sent. Ant.*	?
27 II 32	22 ¹ / ₂	70	5 ¹ / ₂	120	21 I 57	23	70 ¹ / ₂	Sent. Ant.*	?
26 IV 32	25	69 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	70	21 I 57	23 ¹ / ₂	70 ¹ / ₂	Sent. Ant.*	100
1 XI 32	24	70	6	100	2 VII 57	24 ¹ / ₂	70 ¹ / ₂	Sent. Ant.*	?
10 X 33	22 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	110	11 VII 58	21	69	6 ¹ / ₂	?
12 X 33	23	69 ¹ / ₂	6 ¹ / ₄	100	26 X 60	23,6	70,2	Sent. Ant.*	50
3 XI 33	22	70 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	70	27 X 60	23,7	70,2	Sent. Ant.*	39
28 XI 34	22 ¹ / ₂	69	5 ³ / ₄	80	27 X 60	23,2	69,7	Sent. Ant.*	16
13 VII 35	24 ¹ / ₂	70	7,3	60	30 X 60	23,3	70,3	6 ³ / ₄	76
26 VII 35	24	70	6 ³ / ₄	40	30 X 60	23,3	70,6	Sent. Ant.*	65
14 III 37	24 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	60	30 X 60	23,3	70,4	Sent. Ant.*	25
24 IX 37	22 ¹ / ₂	70	6	130	9 XI 60	23,4	70,6	5 ¹ / ₂ a 5 ³ / ₄	52
12 XII 37	25	70	6	60	11 XI 60	23,1	70,7	Sent. Ant.*	33
18 I 39	21 ¹ / ₂	70	5 ³ / ₄	70	18 XI 60	22,5	69,4	Sent. Ant.*	163
8 VII 42	24	70	7	140	2 XII 60	24,5	69,9	7	37
1 XII 43	21	69	7 ¹ / ₄	100	2 XII 60	24,3	69,8	6 ³ / ₄	64
10 V 46	24 ¹ / ₂	70	5 ¹ / ₂	60	2 XII 60	24,2	69,6	Sent. Ant.*	45
21 I 47	25	70	7	100	6 XII 60	21,4	69,0	5 ¹ / ₄ a 5 ¹ / ₂	25
26 XII 48	22 ¹ / ₂	69	6,7	100	19 XII 60	24,3	69,6	Sent. Ant.*	17
15 V 51	21 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	100	8 V 61	24,3	69,7	5 ¹ / ₂ a 5 ³ / ₄	48
24 V 52	21 ¹ / ₂	71	6 ³ / ₄	?	5 V 63	24,7	69,5	5,1	50
25 V 52	21 ¹ / ₂	71	6 ³ / ₄	100	3 XII 63	22,4	69,3	6,1	18
12 I 55	21 ¹ / ₂	69	Sent. Ant.*	?	26 X 65	24,4	70,2	5,2	55
25 VII 55	22 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	Sent. Ant.*	200	31 X 65	24,9	69,0	5,4	107
4 IX 55	22	69	Daños	100					

Sent. Ant.* = Sentido en Antofagasta

TABLA II
 SISMOS DE 1967

Fecha	Lugar	Inten- sidad	Hora local	Fecha	Lugar	Inten- sidad	Hora local
13 II 67	Tocopilla	4	10.10	6 IX 67	Antofagasta	3	09.27.40
12 IV 67	Tocopilla	3	06.40	20 XII 67	Tocopilla	7	22.25
30 IV 67	Antofagasta	4	93.25	25 XII 67	Tocopilla	5	06.40
30 IV 67	Mejillones	4	03.25	27 XII 67	Quillagua	5	05.18
4 IX 67	Tocopilla	3	00.30				

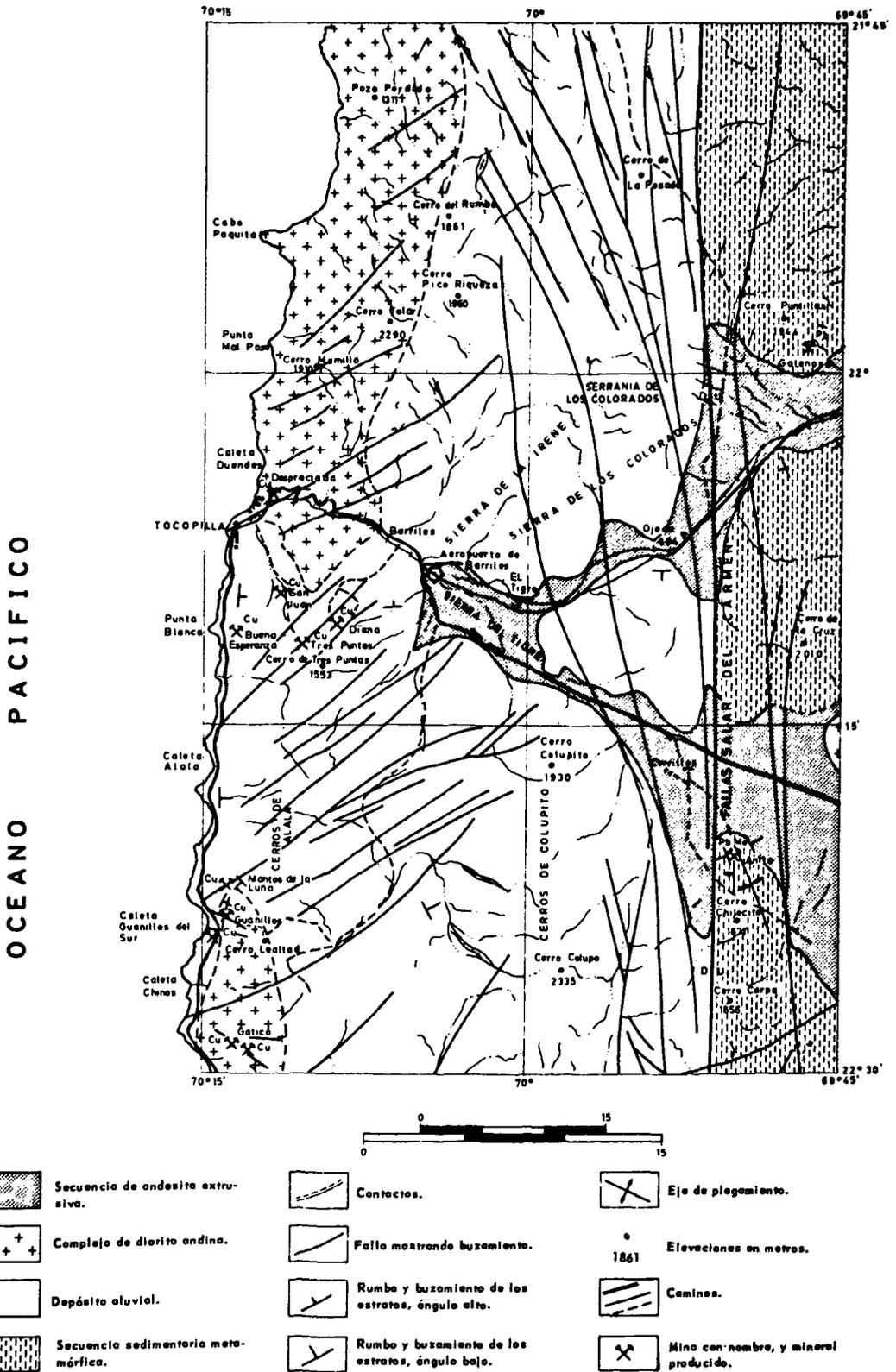


Fig. 1. Bosquejo geológico del área de Tocopilla, provincia de Antofagasta, Chile.

II, muestran que han ocurrido con frecuencia temblores de magnitud 7 o mayor. Los datos, que corresponden al período 1906-1968, fueron tomados de Frez¹ y han sido completados con el archivo del diario *El Mercurio* de Antofagasta y los catálogos del Departamento de Geofísica.

El mapa geológico del Instituto de Investigaciones Geológicas² muestra como rasgos tectónicos más notables, parte de la Gran Falla de Atacama, Fig. 1, de rumbo Norte Sur; y una gran cantidad de fallas menores cerca de la zona de Tocopilla.

DESCRIPCION DE LA RED DE ANTOFAGASTA

La red funciona permanentemente con las estaciones de Antofagasta (VELA), Calama, Michilla, Quillagua, Toconce, Ollagüe y Salinas. En el momento de ocurrir el temblor, estaban paradas por problemas de funcionamiento las estaciones de Toconce, Ollagüe y Salinas. Inmediatamente después se trasladó la estación de Salinas a Tocopilla y se instaló una nueva estación en María Elena. A continuación se dan las características de estas estaciones:

Calama (CAC)

Equipo que emplea: sismógrafo W/L, T= 1 seg; reloj a cristal de cuarzo; amplificador TR6-CT, F= 1 (1.5 c.p.s.); inscripción a tinta.

Funciona desde hace 6 años.

Coordenadas: 22° 18' 47''S; 70° 01' 34''W; h= 2.000 m

Michilla (MIC)

Emplea equipo igual al anterior.

Funciona desde hace 7 años.

Coordenadas: 22° 43' 23''S; 70° 10' 01''W; h= 100 m

Quillagua (QUL)

Emplea equipo igual a los anteriores.

Funciona desde 1962; se detuvo el 19 y luego trabajó el 27 y 28 de diciembre de 1967.

Coordenadas: 69° 31' 42''S; 21° 39' 20''W; h= 800 m

Antofagasta (ANT)

Estación Standard Vela.

Funciona desde 1961.

Coordenadas: 23° 42' 18''S; 70° 24' 55''W; h= 80 m

María Elena (MEL)

Equipo que emplea: geófono T= 1 seg; reloj Mercer; galvanómetro T= 1 seg; ins-

cripción fotográfica.

Empezó a funcionar el 25 de diciembre de 1967 y paró el 7 de enero de 1968.

Coordenadas: $69^{\circ} 40' W \pm 2''$; $22^{\circ} 21' S \pm 2''$

Tocopilla (TOC)

Equipo igual al de Michilla y Calama.

Empezó a funcionar el 22 de diciembre de 1967; paró el 22 de enero de 1968.

Coordenadas: $70^{\circ} 11' 40'' W \pm 10''$; $22^{\circ} 05' 10'' S \pm 10''$

Los datos de esta estación no son muy claros por estar instalada dentro de la ciudad. Registra mucho ruido que entorpece la lectura del sismograma.

TABLA III

SISMO DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1967
HORA INTERNACIONAL

Estación		Hora		Z	Δ	M
Michilla	IP	02 25	36.8	C		
Calama	IP	02 25	47.5	C		
Antofagasta	IP	02 25	50.6		130 km	
	IS	26 06		D		
Uppsala	IP	02 39	40.8			
	I	02 43	08.2			
	IPP	02 44	08.5			
	I	02 55	28.7	C		7.4
Pasadena	IP	02 36	45			
	I	37	02			
	IS	46	14			
	ISS		50.7			
	IL		56.3			
	IR	03 00.6				
	eP'P'	04 40		71°	7	
Zonda	EP	02 27	41.5			
Santiago	EP	02 28	07.7			
	IP	28	12.2		12.71°	
	ES	30	29.0		12.29°	
Concepción	P	02 28	53			
	S	32	04		17.2°	
Valdivia	P	02 29	34			
	EP	29	54			
	S	32	54		18.2°	
Huancayo	EP	02 28	01.0			
	IS	30	20.0		12°	
Ñaña	EP	02 28	08.0			
	ES	28	38.0		11.36°	
Arequipa	EP	02 26	44.5			

Simbología: C = compresión; D = dilatación; Δ = distancia; M = magnitud y Z = componente vertical.

TABLA IV

SISMO DEL 27 DE DICIEMBRE DE 1967
HORA INTERNACIONAL

Estación		Hora	Z	
Michilla	IP	09 18 28.7	C	280
Calama	IP	09 18 38.9	C	
Antofagasta	IP	09 18 38.9	C	
	IS	19 10		
María Elena	IP	09 18 24.5	D	
Tocopilla	IP	09 18 25.8	C	
Santiago	EP	09 20 43		
Concepción	IP	09 21 32		
	PP	21 44.8		
	IS	24 34.9		
	SS	24 58.9		
Huancayo	IP	09 20 33.2		
	IS	23 08.0		
Ñaño	IP	09 20 40.0		
	IS	23 22.0		
La Paz	EP	09 19 05		
Valdivia	EP	09 22 07		
	ES	25 38		

SISMOS MAYORES

El sismo principal ocurrió aproximadamente a las 22 h 25 min del 20 de diciembre, a unos 130 km al norte de Antofagasta. Todavía no se ha podido determinar con exactitud el epicentro. La réplica de mayor magnitud ocurrió el 27 de diciembre a las 05 h 18 min. En las Tablas III y IV se dan los datos de todas las estaciones locales (incluso aquéllas que no pertenecen a la red) para estos dos sismos.

TOTAL DE SISMOS OBSERVADOS
ENTRE EL 18 DE DICIEMBRE DE
1967 Y EL 5 DE ENERO DE 1968

En la Tabla V y en la Fig. 2, puede apreciarse fácilmente que el período

de mayor actividad está comprendido entre el 20 y el 31 de diciembre de 1967. Se incluyen los datos del 18 y 19 de diciembre y 1º, 2, 3, 4 y 5 de enero, para dar un punto de referencia del nivel normal de sismos de la zona, la que tiene un promedio de 16 por día. Las fechas ya señaladas están justamente en ese nivel. La curva sube rápidamente a contar del día 20 y tiene su máximo del 21 al 22; luego empieza a bajar, pero ese descenso se ve frenado por otro sismo ocurrido el 27 de diciembre de 1967, punto en el que se encuentra un nuevo incremento. Luego viene un pequeño descenso manteniéndose en este nuevo nivel, con pequeñas variaciones, hasta el 31. A partir de este día decrece rápidamente para volver al punto de partida, con un promedio diario de 16 sismos.

Los datos del sismo del 27-XII-67, se incluyen en el párrafo anterior.

SISMOS REGISTRADOS EN CUATRO O MAS ESTACIONES

En la Tabla VI se dan los tiempos de llegada de las ondas P y S a las estaciones de la red de Antofagasta, para todas las réplicas que fueron registradas en cuatro o más estaciones. En la primera columna está indicado el día. El símbolo IP indica que la llegada de la onda P es impulsiva, EP indica que es emer-

gente. Cuando ha sido posible, se señala si la llegada es una compresión (C) o una dilatación (D). Los tiempos que se colocan entre paréntesis son dudosos.

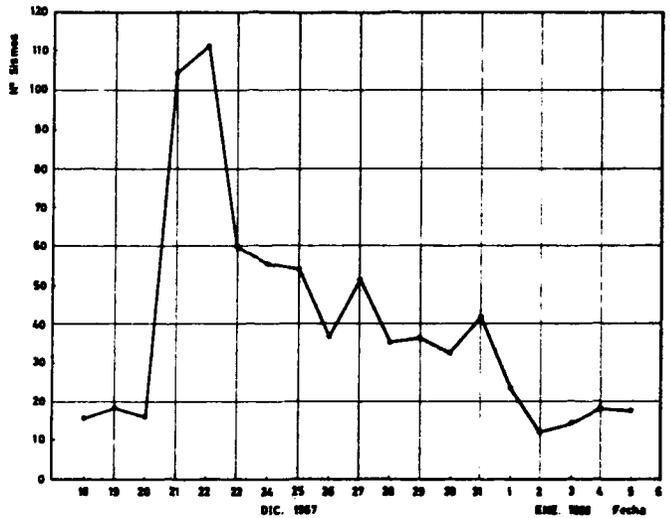


Fig. 2. Distribución de sismos entre el 18-XII-67 y el 5-I-68.

TABLA V
SISMOS POR DIA

ENTRE EL 18-XII-67 Y EL 5-I-68

Fecha	Nº sismos
18 XII 67	16
19 XII 67	18
20 XII 67	16
21 XII 67	103
22 XII 67	110
23 XII 67	59
24 XII 67	55
25 XII 67	54
26 XII 67	36
27 XII 67	51
28 XII 67	35
29 XII 67	36
30 XII 67	32
31 XII 67	41
1º I 68	23
2 I 68	12
3 I 68	14
4 I 68	18
5 I 68	17
Total 19 días	746 sismos

TABLA VI (continuación)
LISTA DE DATOS EN CUATRO O MAS ESTACIONES
DESDE EL 18 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1967

MICHILLA					CALAMA					ANTOFAGASTA					QUILLAGUA					MARIA ELENA					TOCOPILLA					
25	IP	23	44	24.9	C	IP	23	44	31.0	D	EP	23	44	39.9							EP	23	44	24.2	IP	23	44	19.0	C	
	IS		44	35.5		I		44	41.5		ES		45	00.4																
						IS		44	46.8		IS																			
26	EP	03	33	57.5		EP	03	34	04.1												EP	03	34	56.2	IP	03	33	51.7	D	
	IS		34	08.2		ES		34	20.3												IS		33	56.9	IS		33	56.9		
	IP	03	48	51.1	C	EP	03	49	00.1												EP	03	48	50.9	IP	03	48	48.3	D	
	IS		48	59.5		ES		49	17.4												ES		48	58.9	IS		48	53.0		
	IP	03	55	00.2	D	EP	03	55	16.6		EP	03	55	08.1							EP	03	55	10.9						
	IS		55	05.7		ES		55	19.4												ES		55	19.7						
	EP	06	53	44.5		EP	06	53	52.0												EP	06	53	42.9	IP	06	53	29.7	D	
	ES		53	54.3		ES		54	08.0												ES		53	44.7	ES		53	44.7		
	EP	07	05	22.6		EP	07	05	29.7												EP	07	05	22.5	IP	07	05	17.5	D	
	IS		05	33.3		ES		05	45.8												ES		05	30.2	IS		05	26.6		
	IP	07	38	45.9	C	IP	07	38	51.3	D	EP	07	39	02.1							EP	07	38	43.2	IP	07	38	38.7	D	
	IS		39	00.8		IS		39	(08.9)		ES		39	27.6							ES		38	54.1						
	EP	08	08	36.2		IP	08	08	40.2	D	EP	08	08	49.6							IP	08	08	33.3	IP	08	08	27.5	D	
	IP		08	37.2		IS		08	58.3		ES		09	18.4							IS		08	37.0	IS		08	37.0		
	IS		08	52.3							I		09	19.4																
	EP	08	33	03.9		EP	08	33	01.3		EP	08	33	00.6							EP	08	33	04.4						
	ES		33	12.5		IS		33	18.9		ES		33	17.6							ES		33	(20.6)						
	IP	09	26	52.3	D	IP	09	26	43.9	D	EP	09	26	50.3							EP	09	26	51.1	EP	09	27	37.0		
	IS		27	31.6		IS		27	16.9		ES		27	24.2							ES		27	26.5	E		27	38.0		
	EP	10	05	58.1		IP	10	05	03.0	(D)	EP	10	05	15.0							EP	10	05	55.4	EP	10	05	51.2		
	IP		05	58.6		IS		05	19.9		ES		05	39.6							ES		06	05.2	I		05	52.1		
	IS		06	12.8																	IS		05	58.6	IS		05	58.6		
	IP	16	56	31.5	C						EP	16	56	47.0							EP	16	56	31.4	EP	16	56	27.2		
	IS		56	40.9							E		56	51.1							ES		56	29.6						
											ES		56	56.4																
	IP	18	13	32.4	C						EP	18	13	46.8							EP	18	13	30.5	EP	18	13	28.7		
	IS		13	42.2							ES		14	10.0							ES		13	38.2	ES		13	34.2		
27	IP	04	50	10.1	C	IP	04	50	25.0		EP	04	50	25.0							IP	04	50	04.7	D					
	IS		50	20.7		IS		50	32.4		ES		50	48.5							IS		50	09.7						
	EP	06	41	09.8		EP	06	41	06.6		EP	06	41	25.0							EP	06	41	07.2	EP	06	41	05.3		
	IP		41	12.6		IP		41	10.3		(IS)		42	22.3							ES		41	(40.2)	E		41	06.2		
	IS		41	33.1																	I		41	18.1						
	IP	08	16	23.8	C	IP	08	16	33.0	C	E(P)	08	16	40.0							I		41	26.2						
	IS		16	33.8		IS		16	49.4		ES		17	01.8							I		41	26.2						
	EP	09	33	(27.5)		EP	09	33	02.0		EP	09	33	38.9							EP	08	16	22.9	IP	08	16	19.5	D	
						IS		33	18.8		ES		34	07.9							IS		16	23.3						
	IP	09	54	38.6	C	IP	09	54	29.2		EP	09	54	48.4							EP	09	33	23.6	EP	09	33	24.8		
											(S)		55	20							ES		33	45.3	E		33	25.6		
	IP	10	06	17.7	C	EP	10	06	24.8		EP	10	06	33.4							IS		33	(41.9)						
	IS		06	(28.5)							ES		06	54.9							IP	09	54	37.1	C					
	IP	10	49	08.8	C	IP	10	48	59.6	C	IP	10	49	15.9							IS		54	53.6	IP	09	54	37.1	C	
											IS		49	40																
	EP	15	44	39.1		IP	15	44	29.6	C	EP	15	44	49.1	EP	15	44	26.4												
						I		44	39.3		ES		45	20.9	IS		44	46.1												
						IS		44	50.7																					
	EP	17	10	47.7		IP	17	10	36.6	D	EP	17	10	58.6	IP	17	10	33.4	C											
	IS		11	12.3		I		10	45.2		ES		11	31.6	IS		10	52.9												
	IP	18	33	29.4	(C)	IP	18	33	36.5	D	EP	18	33	44.7	IP	18	33	27.8	C											
	IS		33	39.5		IS		33	51.5		ES		34	05.9	IS		33	43.5												
28	EP	14	39	34.7		EP	14	39	06.5		ES	14	40	07.6	EP	14	39	(02.3)												
	ES		40	09.0		IS		39	34.3						IS		39	29.6												
	EP	20	04	29.0		IP	20	04	18.2	D	E(P)	20	04	38.9	EP	20	04	16.2												
	ES		04	55.5		IS		04	35.6		ES		05	08.8	E(S)		04	(36.1)												
	IP	23	10	07.5	D	IP	23	10	11.0	D	IP	23	10	20.5	D	IP	23	09	56.1											
	IS		10	23.6		I		10	21.6		IS		10	39.6																
						IS		10	28.7																					
29	IP	01	23	02.6	C	EP	01	22	51.3		EP	01	23	05.3	EP	01	22	55.1	EP	01	22	57.2								
	IS		23	48.5		ES		23	28.5		I		23	06.1	IS		23	38.1	ES		23	37.7								
											ES		23	51.3																
	EP	04	26	55.7		EP	04	26	58.6						IP	04	26	43.9	C	EP	04	26	51.8	IP	04	26	47.9	D		
															IS		26	52.7	ES		27	01.7	ES		26	55.9				
	EP	04	41	53.5		IP	04	41	49.0	D	EP	04	42	05.3	IP	04	41	35.5	D	EP	04	41	46.7	EP	04	41	47.6			
	I		41	16.8		IS		42	12.2		E(S)		42	31.6							ES		42	06.9	IS		42	07.2		
	IS		42	27.2																										

TABLA VI (continuación)
LISTA DE DATOS EN CUATRO O MAS ESTACIONES
DESDE EL 18 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1967

MICHILLA		CALAMA		ANTOFAGASTA		QUILLAGUA		MARIA ELENA		TOCOPILLA	
29	EP 05 14 49.3 ES 15 13.8	IP 05 13 38.5 IS 13 56.4				IP 05 13 35.4 D IS 13 53.2		EP 05 13 41.1 ES 14 01.2			
	EP 05 53 24.6 ES 53 35.6	EP 05 53 31.2 ES 53 47.0				IP 05 53 19.1 C ES 53 (28.2)				EP 05 53 16.1 IS 53 21.5	
	EP 07 32 23.9 IS 32 50.6	IP 07 32 14.0 C IS 32 35.2	EP 07 32 34.0 ES 33 05.3			ES 07 32 08.0 I 32 17.6 IP 32 27.4		EP 07 32 16.6 ES 32 38.7		EP 07 32 18.4 ES 32 37.1	
	EP 09 45 48.9 IS 46 01.8	EP 09 45 51.0 IS 46 04.6	EP 09 46 03.2 E(S) 46 27.8			IP 09 45 40.0 C IS 45 47.3		EP 09 45 43.6 ES 45 47.3		IP 09 45 42.8 D ES 45 50.1	
	EP 10 17 39.1 FS 17 55.0	EP 10 17 45.2 ES 18 03.6				IP 10 17 28.8 C IS 17 37.2				EP 10 17 31.1 ES 17 39.1	
	EP 10 41 59.8 IS 42 14.8	EP 10 42 02.9 ES 42 18.8				IP 10 41 48.1 C IS 41 56.2				EP 10 41 (50.1) ES 41 (58.8)	
30	EP 02 15 07.1 IS 15 14.2	IP 02 15 16.8 D IS 15 29.7	IP 02 14 53.8 D I(S) 15 11.3							EP 02 15 17.8 E(S) 15 32.3	
	EP 09 42 25.1 IP 42 26.0 IS 42 40.1	IP 09 42 29.6 C IS 42 45.9	E(P)09 42 41.0 E 42 52.2 ES 43 07.6							IP 09 42 16.1 C IS 42 21.6	
	EP 19 15 33.4 I 15 39.1 IS 16 00.8	EP 19 15 31.3 I 15 58.8 IS 16 25.1	EP 19 15 46.5					EP 19 15 31.8 ES 15 (54.1)			
	IP 20 04 27.4 C I 04 34.0 IS 09 41.7	IP 20 04 21.8 C	EP 20 04 36.5 ES 04 55.0					EP 20 04 21.2			
31	IP 15 12 31.0 C IS 12 49.2	IP 15 12 28.9 D IS 12 45.9	IP 15 12 28.7 C IS 12 45.1					EP 15 12 31.6 ES 12 49.5			
	IP 17 09 24.2 IS 09 (34.4)	IP 17 09 27.8 D	EP 17 09 37.6 I 09 51.4 I(S) 10 06.1					EP 17 09 19.7			
	IP 18 48 32.6 C I 48 35.4 IS 48 53.2	IP 18 48 21.6 C	EP 18 48 40.6 ES 49 04.1 I 49 06.7					EP 18 48 26.1			
	EP 20 44 (12.5) IS 44 34.6	IP 20 44 00.6 C IS 44 15.3	EP 20 44 21.9 ES 44 46.4					EP 20 44 07.7 ES 44 2.6			

EFFECTOS DEL TERREMOTO DEL 20 DE DICIEMBRE

Tocopilla (Intensidad VII)

Edificios

Se destruyó aproximadamente el 40% de las construcciones habitacionales. Se produjeron daños de consideración en casas de bloques de hormigón sin cadenas ni pilares; en casas de madera con hormigón pobre; en algunas casas de madera y, en general, en todas las viviendas construidas sobre relleno artificial.

Se estima que el 80% de la edificación fue afectada en mayor o menor grado. Algunos edificios sólo presentaban grietas y otros estaban por derrumbarse. Parte de la edificación nueva y del tipo 'autoconstrucción' no sufrió daño alguno.

La mayoría de las viviendas de construcción antigua sufrió derrumbes de la techumbre y cielo raso. Los materiales predominantes de estas construcciones son estructura de madera con relleno de hormigón pobre, bloques de hormigón,

Fig. 3. Daños en muros de bloques de hormigón sin pilares ni cadenas. Tocopilla.

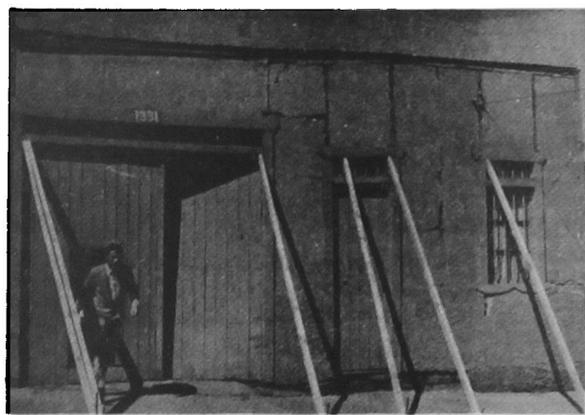


Fig. 4. Casa de hormigón pobre con estructura de madera. Tocopilla.

Fig. 5. Destrucción total en casa de hormigón pobre con madera. Tocopilla.



madera y planchas onduladas de acero zincado. La madera resistió en buenas condiciones en aquellos edificios construidos sobre terreno natural, sin rellenos artificiales. La albañilería de bloques de hormigón reforzada con cadenas y pilares no sufrió grandes daños; en cambio se destruyeron completamente los muros de bloques sin refuerzos (Fig. 3); tabiques, cierros exteriores, etc. Hubo casas de madera con hormigón pobre que sufrieron destrucción total (Figs. 4, 5 y 6), especialmente en zonas de rellenos artificiales en que se produjo corrimiento de las fundaciones. En otros casos sólo cayeron aleros y ornamentaciones. En el estanque de agua potable fallaron los muros del manto (fig. 7).

Vías de comunicación

En el camino entre Michilla y Tocopilla se produjeron grietas y hundimientos en los terraplenes, además de pequeños deslizamientos. Hubo algunos derrumbes en los cortes y grietas en el pavimento de asfalto; el camino quedó parcialmente obstruido, siendo reparado rápidamente.

En la vía férrea sólo se produjeron pequeños deslizamientos. Entre Tocopilla y Chuquicamata se produjeron leves hundimientos en algunos terraplenes.

Servicios de utilidad pública

El corte de algunos cables de energía eléctrica provocó la interrupción del alumbrado público y de algunos sectores domiciliarios. El servicio privado se restableció rápidamente, pero el alumbrado público funcionó con restricciones durante algunos días debido a las reparaciones.

Se soltaron y cayeron algunas luminarias de mercurio del servicio público, quedando otras colgadas de los conductores. La iluminación del estadio de Tocopilla quedó completamente destruida debido a la oscilación de las torres de sustentación.

La cañería matriz del agua potable resultó seriamente averiada, provocando la escasez de este elemento; el servicio fue restablecido en pocos días.

El servicio telefónico se vio interrumpido debido a daños de consideración en el edificio de la planta y al corte de algunas líneas telefónicas.

Víctimas

A causa de este sismo fueron atendidas 30 personas en el hospital local; de éstas, 17 presentaron lesiones leves y, el resto, de mediana gravedad. No hubo casos fatales en el momento del sismo, pero al día siguiente un derrumbe provocó el deceso de un niño de 8 años.

Dadas las características del sismo y los daños que provocó en las viviendas, se estima que la escasa cifra de víctimas se debió en gran parte a la hora en que ocurrió el sismo; efectivamente, se observaron camas, incluso dormitorio-

Fig. 6. Vivienda de hormigón y madera completamente destruida.

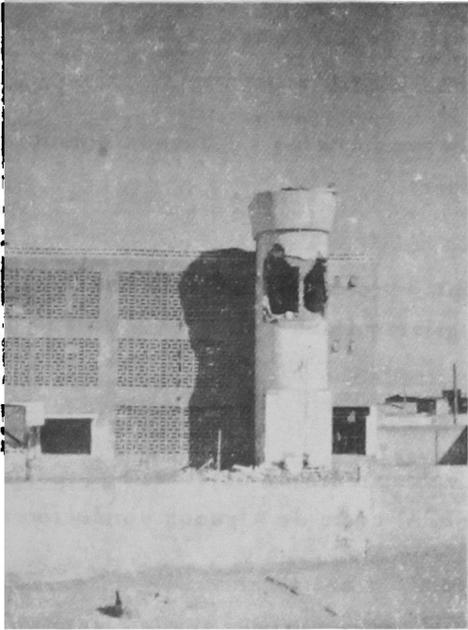


Fig. 7. Derrumbe de muros de relleno en estanque elevado de agua potable. Tocopilla.

rios completos, totalmente tapados por escombros.

Efectos en el mar

No hubo alteración de mareas ni antes ni después del sismo; sólo se indicó como anormal una fuerte corriente hacia el norte el día 20 de diciembre a las 13 horas.

Quillagua (Intensidad VI)

Edificios

La mayor parte de las viviendas resultó destruida debido a su mala calidad; ca-

si toda la construcción es de adobe, sin refuerzos. Resistieron sin o con escaso daño las casas de material ligero (madera y planchas onduladas), y la escuela (estructura metálica con muros y divisiones de planchas de yeso).

Canales de regadío

Los canales de regadío se destruyeron casi totalmente en esta localidad, ya que por estar ubicados muy próximos al borde del talud que forma el valle del río Loa, sufrieron fuertes hundimientos y deslizamientos que los agrietaron.

Caminos

La carretera Panamericana sufrió fuertes agrietamientos en las bermas por deslizamientos en las zonas de terraplenes. En el puente sobre el río Loa se produjo un hundimiento de aproximadamente 30 cm en el terraplén de acceso.

El camino de Quillagua a María Elena presentaba grietas en las bermas en todos los terraplenes y pequeños deslizamientos en los cortes.

El Toco (Intensidad VI)

Colapso total de las construcciones de adobe; resistieron en buenas condiciones las viviendas construidas con material ligero.

María Elena (Intensidad VI)

No se produjeron daños de consideración, debido probablemente a la buena calidad de la construcción. Sólo se observaron grietas finas en muros y caídas de estuco.

Arica (Intensidad V)

Sólo causó pánico entre los pobladores y el volcamiento de objetos. Se produjo una interrupción de la energía eléctrica debido al corte de algunos conductores.

Iquique (Intensidad VI)

Causó alarma pública e interrupciones en los servicios eléctricos, telefónicos y de agua potable.

INTENSIDADES OBSERVADAS

Las intensidades observadas en el terremoto del 20 de diciembre se indican en la Tabla VII.

El día 27 de diciembre se produjo otro sismo que, aunque no es del mismo epicentro, afecta los datos que aquí se entregan.

Sus intensidades se indican en la Tabla VIII.

Fue sensible en Quillagua, Tocopilla, Calama, Antofagasta, Mejillones y localidades precordilleranas.

Debido al terremoto anterior, provocó pánico en Tocopilla y Quillagua.

TABLA VII

RESUMEN DE INTENSIDADES

SISMO DEL 20 DE DICIEMBRE

Lugar	Grado
Copiapó	3
Potrerillos	2
Chañaral	4
Taltal	2
Antofagasta	4
Tocopilla	7
María Elena	6
Calama	6
Chuquicamata	6
San Pedro de Atacama	6
Quillagua	6
Iquique	6
Arica	5

TABLA VIII
INTENSIDADES DEL SISMO
DEL 27 DE DICIEMBRE

Localidad	Grado
Tocopilla	4
Calama	3
Antofagasta	1
Mejillones	1
Quillagua	4



AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy sinceramente a mis compañeros Y. Franulic, E. Naranjo, A. Reveco, C. Behnke y H. King que colaboraron en la interpretación de sismogramas; a L. Vallejos, J. Alamos y H. Francke por su trabajo en las estaciones; a M. C. Muñoz por el reconocimiento de la zona, a B. Ortiz por ayudar en la recopilación de datos y a R. Godoy por el trabajo auxiliar.

REFERENCIAS

1. J. FREZ *Seismicidad del Norte de Chile*. Publicación interna del DGG, U. de Chile, 1964.
2. W.A. BOWER, P.H. KNOLES, M. SERRANO y R. GRUNEWALD. *Reconnaissance for uranium*

in the Tocopilla Area, province of Antofagasta, Chile. RME-4534 (Rev.) U.S. Atomic Energy Commission, Office of Technical Inf. 1959.

**PRELIMINARY REPORT ON THE TOCOPILLA EARTHQUAKE
OF DECEMBER 20, 1967.**

SUMMARY:

The more outstanding seismological characteristics of the earthquake that struck Tocopilla on December 20, 1967, are presented. Included are some geological data and the seismic history of that zone since 1906. There is also given a description of damage in the affected area.