

Condiciones y los procedimientos de construcción en la región afectada por el terremoto del 10 de Noviembre de 1922.

POR

EDUARDO AGUIRRE

I.—INTRODUCCION.

El 23 de Noviembre del año próximo pasado me dirigí a la provincia de Atacama a desempeñar la comisión que acababa de confiárseme sobre los efectos del terremoto último en las distintas construcciones de la zona asolada. El plazo de que disponía para el efecto era reducido, por la necesidad de regresar a fin de atender



Freirina.—Cerca de la vía férrea; grietas en el trayecto entre Nicolasa y Freirina.

algunas obligaciones impostergables en Santiago. Sin embargo, y gracias a que me fué posible disponer con mayor o menor oportunidad de los medios de transporte indispensables, y también a que los sistemas constructivos empleados en la región eran de una gran uniformidad, pude darme cuenta de las causas principales de los perjuicios observados en las siete ciudades que visité en una jira que duró diecinueve días.

En este informe, aparte de la materia propia de la comisión, me referiré de paso a algunos problemas derivados de la situación creada por efecto del terremoto, y a fin de dar una idea de conjunto más completa diré también algunas palabras previas sobre el fenómeno mismo y las salidas del mar que le siguieron.



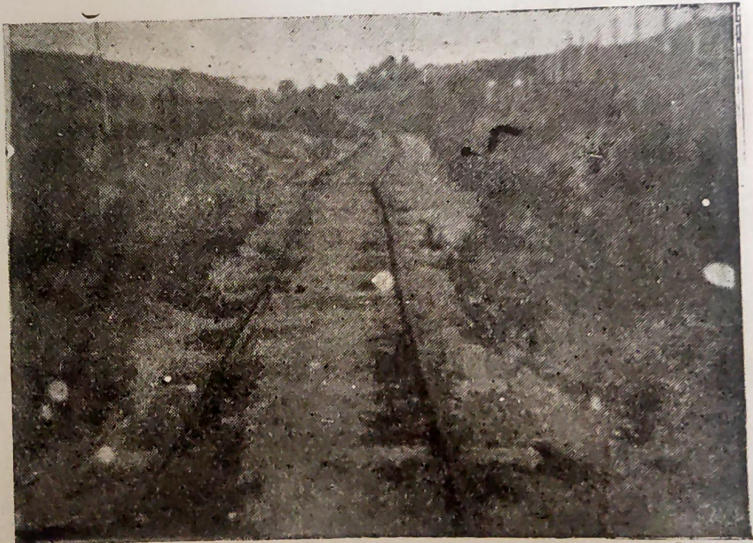
Copiapó.—Grietas.

Las numerosas fotografías que se acompañan, adquiridas las unas en el comercio de entre las tomadas inmediatamente después de ocurrida la catástrofe, las restantes tomadas posteriormente por mí y por otros ingenieros encargados de estudiar la reconstrucción de las ciudades devastadas, contribuyen a ilustrar la presente información. Con el mismo objeto, figuran cuatro pequeños planos y varios esquemas y croquis.

II.—EL TERREMOTO Y LAS ALTERACIONES DEL MAR

No conozco la relación que haya hecho la Dirección del Servicio Sismológico sobre las características del terremoto del 10 de Noviembre. Parece que la ver-

sión más exacta, basada en observaciones hechas sobre el terreno mismo de la catástrofe, es la del Profesor del Liceo de Copiapó, Sr. Luis Sierra, quien tiene a su cargo la Estación sismológica de esa ciudad. Habitado a efectuar esta clase de observaciones, el Sr. Sierra anotó en su libreta de apuntes las características del temblor en la mejor forma que le permitieron las críticas circunstancias del momento. Los



Nicolasa.—Línea térrea entre Vallenar y Freirina. Traslación horizontal de la línea.



Copiapó. Calle O'Higgins.

aparatos inscriptores fueron puestos fuera de servicio en cuanto arreció el movimiento. La relación que se da en seguida ha sido hecha con los datos del mencionado profesor.



Copiapó. Calle Talcahuano.

Las oscilaciones principales fueron de noreste a suroeste, acompañadas de otras horizontales en distintos sentidos y algunas verticales menores. El fenómeno comenzó a las 23 h. 53' 30", con intensidad de 5° de la escala de De Rossi-Forel; mantúvose 30" en este estado, y aumentó luego a octavo grado, en el que demostró 20", violencia con la cual se detuvieron los relojes. Pasó en seguida al grado-



Freirina.—Cerca de la vía férrea, grietas en el trayecto entre Nicolasa y Freirina.



Copiapó.—Calle Chañarillo.

máximo, décimo de la mencionada escala; permaneció en él por espacio de 3' y disminuyó posteriormente a tercero y cuarto grados, intensidad que se mantuvo hasta las 0 h. 4' del día, 11, hora en



Vallenar.—Corredor del Hospital.



Copiapó.—Una calle.

que nuevamente aumentó a octavo grado, para reducirse definitivamente. La duración total del sismo fué de 11'.

Cabe observar aquí, que las intensidades de las escalas prácticas sismométricas en uso, tienen valores relativos, pues se fundan en las perturbaciones producidas por los temblores, en la vida ordinaria y en los perjuicios originados en las construcciones. El grado X, máximo de la escala de De Rossi-Forel corresponde a un movimiento calificado de desastroso, que produce la ruina total o casi total de varias casas, lesiones graves en muchas otras y algunas víctimas humanas distribuidas en diversos puntos habitados. Con tal criterio, se comprende que en una zona de mala edificación, se atribuirá siempre una intensidad superior a un terremoto, que la asignada al mismo, en otra región

de mejores construcciones.

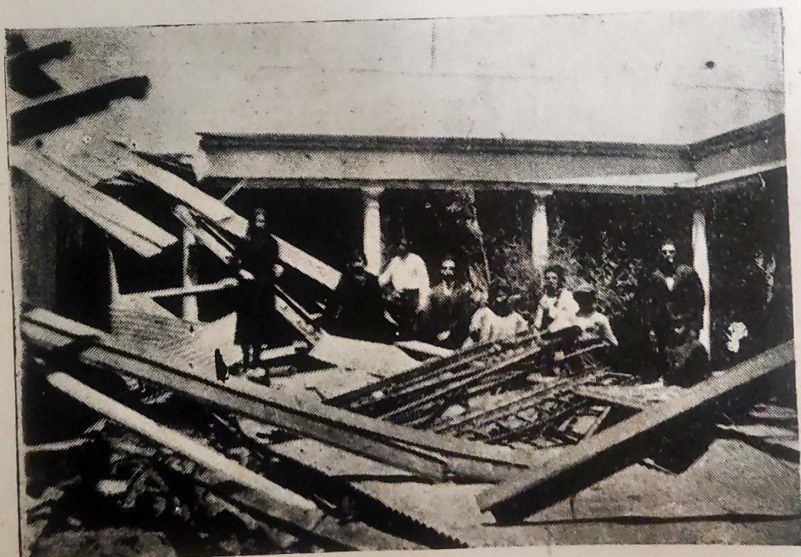
En Vallenar se sintió el temblor a las 23 h. 53' 20'', según comprobó un empleado del telégrafo de Copiapó que se comunicaba con Vallenar y que recibió el anuncio del movimiento antes de que en Copiapó se notara la menor oscilación.

El Sr. Sierra me suministró, además, los siguientes datos sobre el estado at-



Valienar.—Casa de tapiales

mosférico en esa noche. Antes del temblor, el cielo se notaba con 2/10 de nebulosidad. Inmediatamente después de ocurrido el fenómeno, hubo llovizna, y media hora más tarde, las nubes encapotaron totalmente el cielo. Durante la fase principal del fenómeno se observaron varios relámpagos en el horizonte. Es de advertir que en Copiapó no hubo incendios y que la Central de la luz eléctrica, dejó de funcionar con los primeros remezones, debido a la obstrucción del canal de la turbina.

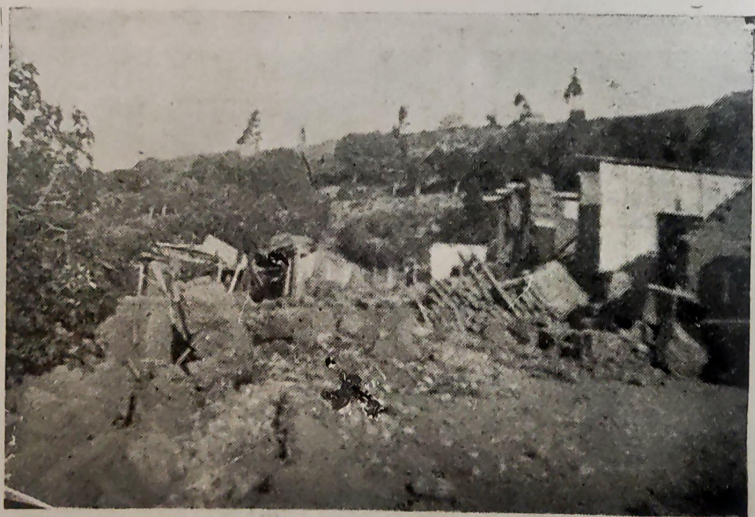


Valienar.—Una casa.

El Gobernador Marítimo de Caldera, Capitán de corbeta Sr. M. A. Rojas, en una comunicación a la Dirección de la Armada, confirma la versión del señor Sierra respecto de las condiciones atmosféricas en la noche del terremoto, y agre-



Vallénar.—Ruinas y la Iglesia.



Freirina.—Calle Los Angeles.

ga que el estado del tiempo fué muy variable en la primera quincena de Noviembre y que después del día 10, se notaron perturbaciones en el regimen de las mareas.

Los empleados del resguardo de Coquimbo, me aseguraron que antes de pro-



Freirina.—Ruinas desde la calle Los Argeles.



Vallenar.—Una calle.

ducirse el fenómeno sísmico la noche estaba relativamente despejada, que luego después de las 24 horas se anubló, que entonces se observaron relámpagos en el horizonte y que pasado las 2 h. del día 11 hubo llovizna.

Las noticias de las otras ciudades visitadas, sobre estos puntos, son vagas; pero coinciden en que la noche fué oscura y el tiempo variable.

(Continuará)

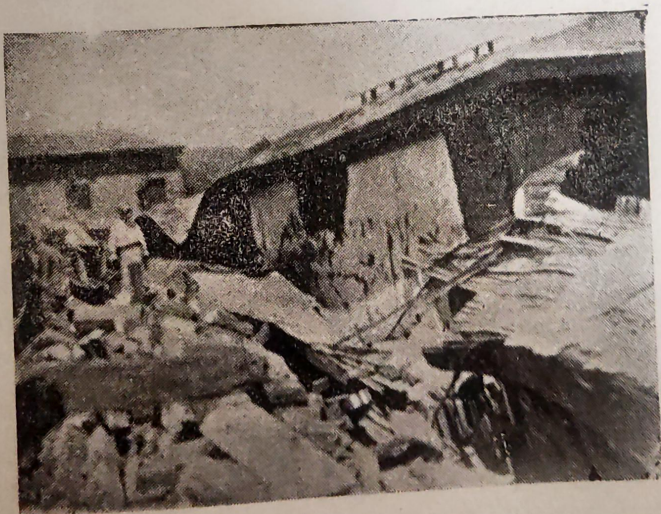
Los materiales y los procedimientos de construcción en la región afectada por el terremoto del 10 de Noviembre de 1922.

POR

EDUARDO AGUIRRE

Continuación

Fué curioso constatar que muchos vecinos de cierta instrucción, relataban los acontecimientos, no como se presentaron, sino como creían que habrían de ocurrir según los conocimientos que poseían, adquiridos en los liceos o en lecturas posteriores. Esto fué especialmente cierto tratándose de las salidas del mar.

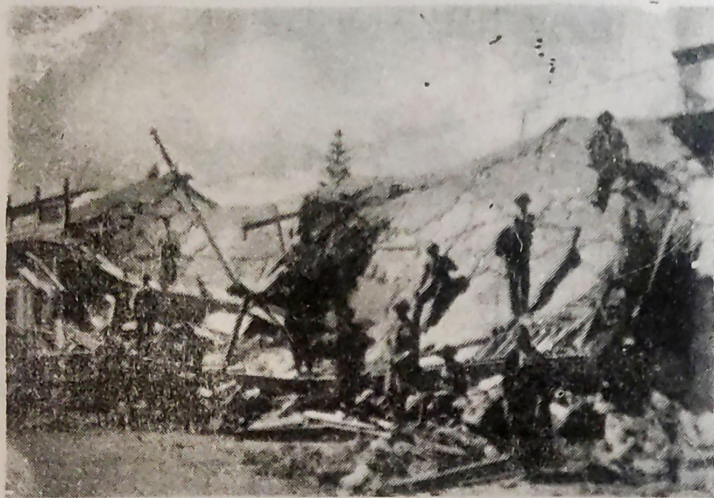


N.º 19 Copiapó.—Un techo sumamente pesado

La zona de mayor violencia, parece haber sido la del valle del Huasco, por la mayor destrucción que se nota en las construcciones de Vallenar, Freirina, y Huasco Bajo respecto de las similares de Copiapó.

De los puertos que sufrieron por el maremoto, visité Chañaral, Caldera, Huasco y Coquimbo.

Oí innumerables relaciones sobre la forma en que se produjo la alteración del mar; pero todas adolecían de vacíos y muchas veces de errores manifiestos. Se comprende que haya sido sumamente difícil hacer observaciones serenas de un fenómeno que la tradición ha revestido de caracteres pavorosos, y más, si se tiene en cuenta que se produjo de noche y cuando la gente estaba ya atemorizada por el terremoto.



N.º 20 Copiapó.—Casa Visque, calle Chañarillo

Exceptuando a Coquimbo, que posee luz eléctrica, la obscuridad en los demás puertos nombrados debe haber sido completa.

Indicaré los hechos que, según mis investigaciones, parecen ciertos, y los que considero dudosos, señalando separadamente los motivos que tengo para creerlo así.

Las salidas y recogidas del mar se han efectuado sin violencia; han sido como flujos y reflujos extraordinarios, que han alcanzado los niveles extremos, en muy corto plazo, menos de 30'.

Se cuenta en Caldera y Coquimbo, que los muchachos del pueblo se entretenían en caminar retrocediendo con lentitud ante la onda de subida, sin que el agua les mojara los pies. El reflujo se producía con una lijera mayor celeridad. Interesante es a este respecto, la narración del vecino de Caldera, don Vicente Incinilla, de cincuenta y seis años de edad, hijo de pescadores y dedicado a la pesca desde sus

moedades, quien conoce muy bien la bahia de este puerto y caletas vecinas. Considera este pescador, que el temperamento de Caldera en Noviembre último, fué frío y húmedo, casi propio del invierno. En la noche del día 10, él alojaba en su embarcación, fondeada a dos millas al poniente de la ciudad, frente al faro, a pocos metros de la costa, en 15 metros de agua. Sintió el temblor perfectamente y se mantuvo alerta por espacio de una a dos horas, en espera de alguna alteración del mar, pues sabía que estos fenómenos van, a veces, aparejados. Sin embargo, no se dió cuenta de ningún movimiento anormal del agua.



N.º 36 Copiapó.—Teatro

En las vecindades del faro, la costa es escarpada, de modo que el avance y retiro del mar son muy pequeños en los cambios de nivel de las aguas.

El mismo informante, dice haber observado mientras temblaba, lejanos relámpagos difusos, hacia el poniente y niega la efectividad de las noticias sobre sollevamiento de la playa en la bahía de Flamenco, de que dieron cuenta algunos diarios, a raíz del terremoto. Los sondajes practicados por los marinos del "Latorre", del "Chacabuco" y del "Uribe" demuestran, por otra parte, que el fondo del mar no ha sufrido modificaciones.

Los datos que recogí en los distintos puertos, sobre la hora en que se presentaron las ondas del maremoto, tampoco están bien de acuerdo. Habría sido

de particular importancia poder precisar este punto, para averiguar la forma probable en que se propagó la alteración del mar.

Entre las informaciones de Chañaral que nos merecieron mayor confianza, figuran las del comerciante en trapos, artículos de almacén, drogas, etc., don Juan Trabucco, uno de los vecinos más perjudicados. Cuenta que a las 12 h. 15' se produjo el primer flujo del mar, a las 12 h. 30' el segundo, y a las 12 h. 45' el tercero. Entre uno y otro ascenso había—dice—retiro del agua. Él creía que siempre antes de salir, el mar se recogía; pero esto no ocurrió en la primera vez.

El Dr. P. H. Scholberg, también vecino de Chañaral, tiene su casa a la orilla del mar y muy cerca de la Aduana. Con el terremoto, se detuvo el reloj de pé-



N.º 22.—Vallenar.—Casa destruída

dola de su dormitorio; reloj que, terminado el fenómeno, puso nuevamente en marcha él mismo. Las aguas, en su ascenso máximo, que alcanzó a 2,40 m., sobre el piso de las habitaciones, ocultaron el reloj y este quedó marcando la 1 h. 25' Seguramente, este dato de la tercera salida del mar, es más preciso que el del Sr. Trabucco.

De estas y la casi unanimidad de las averiguaciones practicadas en todos los puertos, se infiere que el tercero de los flujos fué el mayor.

En el edificio en que actualmente funciona la Aduana de Chañaral, situado al frente del antiguo, en la calle Freire, el agua subió hasta 1,90 m. sobre el nivel de la calle. En el que fué Hotel Inglés de don Francisco Montán, alcanzó a 2,55 m. sobre el piso. No encontramos en Chañaral puntos acotados con respecto al cero o nivel medio del mar, que permitieran referir las alturas anteriores a este nivel. Por comparación con un plano de la ciudad, confeccionado por la Inspección de

Geografía de la Dirección de Obras Públicas, parece que en el maremoto, las aguas subieron hasta + 5,50 m. sobre el cero. En todos estos puertos, la diferencia entre las mareas extremas es aproximadamente de 1,50 m.

La línea en rojo del planito de la bahía de Chañaral, que se acompaña, corresponde a la curva de la cota + 5,50 m. En esta ciudad no obtuvimos datos de los niveles mínimos del agua en sus descensos.

El Gobernador Marítimo de Caldera, Sr. Rojas, fija la primera salida del mar en ese puerto, a las 12 h. 10'. Habla de que en seguida las aguas se retiraron y avanzaron varias veces lentamente, sin producir perjuicios; que el flujo mayor tuvo lu-



N.º 37 Copiapó.—Teatro

gar a las 3 h. de la mañana del día 11, originando la destrucción que hubo de lamentarse; que en algunos reflujos quedó visible buena parte de las fundaciones del muelle del ferrocarril y que estos movimientos del mar siguieron haciéndose cada vez menores, hasta después de las 5 h. 30' A. M.

El señor Incinilla dice que, según las referencias de otros pescadores, la salida mayor parece haberse producido a las 3 h. de la mañana del día 11, que fué precedida de dos menores y que inmediatamente antes de ella, hubo un reflujo grande que dejó asomar parte del casco del ex-Blanco, hundido en 25 ms. de agua. Esto último, que también asegura haber visto el capitán Rojas, parece dudoso. Visité

el sitio en que se halla el buque mencionado y creo que algunas partes de él han debido quedar en descubierto, ya que así ocurre en muy bajas mareas; pero es difícil que esas partes hayan podido distinguirse desde la costa, debido a la oscuridad de la noche.

La hora dada por estos informantes para el flujo máximo no se armoniza con la anotada en Chañaral, a pesar de que las horas de la primera ascensión casi coinciden y de que la distancia entre ambos puertos no es grande. Tampoco está ella de acuerdo con los datos recogidos en Coquimbo, a que me referiré luego. Estos últimos se avienen mejor con los de Chañaral, de lo cual resultaría que los datos de Caldera serían los afectados de error.



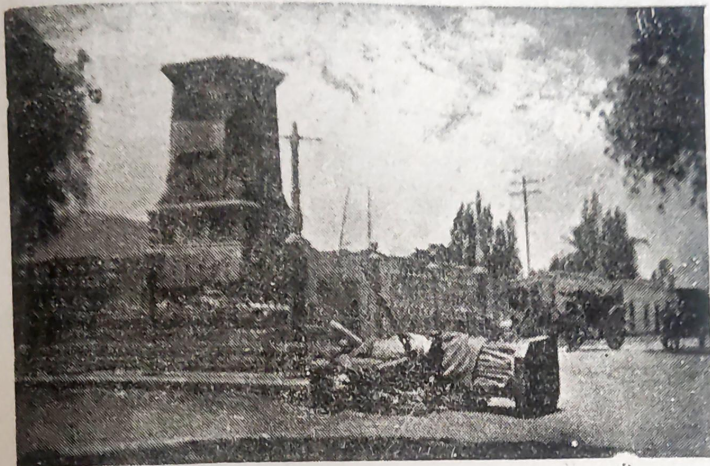
N.º 18. **Vallenar.**—Procedimientos imperfectos de trabar los muros



N.º 30. **Vallenar.**—Tabiques del Instituto Comercial dañados por el terremoto

El nivel más alto del agua dejó demostraciones muy claras en la Estación del ferrocarril de Caldera, como permiten verlo algunas de las fotografías adjuntas, especialmente la número 96. En la oficina del Jefe, esas indicaciones se hallaban a 2,40 m. sobre el piso y a 2,70 m. sobre la plataforma del muelle de carga. Calculo que estas alturas deben corresponder a un desnivel no menor de 5,50 m. con respecto al cero. Tampoco obtuve en Caldera noticias sobre los descensos del mar bajo el nivel medio.

Los datos que me suministraron en el puerto de Huasco fueron bastante incompletos. No encontré testigos presenciales de los hechos, tal vez por haber sido muy pocos los observadores que se acercaron a la playa, en la oscuridad de la



N.º 25. Copiapó.—Monumento Atacama

noche, que debió ser muy grande, porque puede decirse que en Huasco no existe alumbrado público. La planta del pueblo, está a cierta altura sobre el mar y fué inaccesible al maremoto. Las construcciones dañadas, fueron los muelles y bode-



N.º 26. Copiapó.—Una casa

gas que se hallan a lo largo de la faja angosta y baja, situada entre la población propiamente dicha y el mar, y que posiblemente se encontraban abandonadas a

esa hora. Nadie pudo decir algo preciso sobre los movimientos del mar. Las muestras dejadas en la paredes de las bodegas de Torres y Cía. indican que el agua subió hasta 1,20 m. sobre el umbral de la puerta de entrada. Esta cota debe hallar-



N.º 24. Copiapó.—Monumento Matta

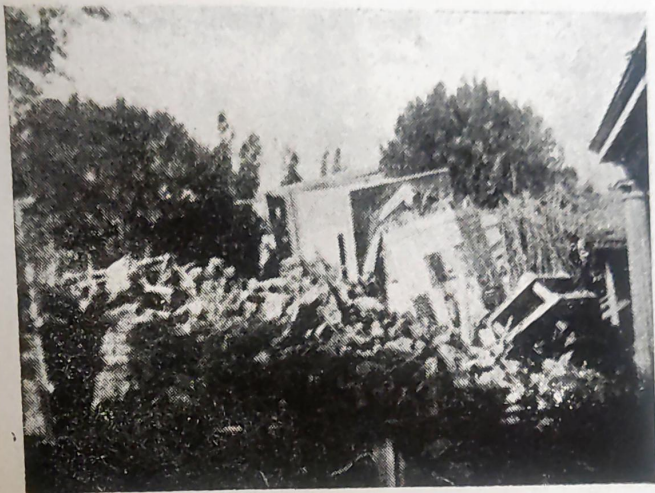
se a una altura sobre el cero muy cercana a las deducidas para Caldera y Chañaral. Hacia la desembocadura del río Huasco existen terrenos bajos en los que el mar se internó más de 1 Km. (Véase la fotografía número 97).



N.º 21. Vallenar.—Casas

Los mejores datos obtenidos son los de Coquimbo. Las condiciones de esta ciudad, fueron más favorables a las observaciones del maremoto que las de los de-

más puertos visitados, especialmente por la circunstancia señalada, de poseer mejor alumbrado. La relación de Fidel Araya, marintero que estuvo de guardia en el malecón de la Aduana durante la noche del 10 de Noviembre, es muy interesan-



N.º 28. Copiapó.—Cementerio

te y parece verídica. Sus datos fueron confirmados en buena parte por el ingeniero de la Dirección de Obras Públicas que dirigió la construcción del malecón, Sr. Luis



N.º 31. Vallenar.—Término de calle

Aguayo, quien luego después de ocurrido el temblor, se trasladó a la plazuela de la Aduana, a observar las anomalías del mar de que ya se hablaba en la ciudad.

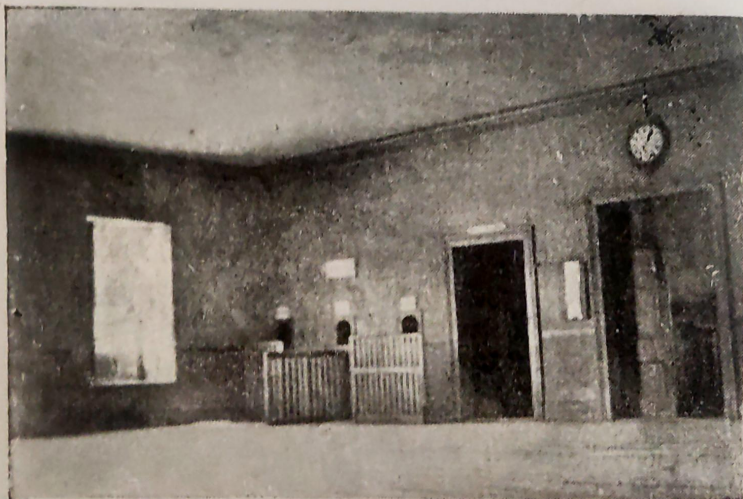
El primer ascenso de las aguas, dice Araya, tuvo lugar media hora después del fenómeno sísmico. Se presentó en forma lenta, sin retiro previo del mar y al-

canzó hasta cerca de la acera oriente de la Aduana; esto es, hasta la cota + 2,30 m. sobre la marea media. Luego vino el reflujó, hasta restablecer el nivel normal. Casi inmediatamente después, subió nuevamente el nivel, con lentitud, hasta la



N.º 38. **Copiapó.**—Patio y dormitorios del Colegio de la Inmaculada Concepción

misma altura anterior; permaneció en ella por breve espacio y sobrevino después un descenso más rápido, casi precipitado, de las aguas, descenso que continuó por



N.º 39. **Copiapó.**—Sala de espera de la Estación del Ferrocarril

de bajo del cero y que alcanzó a dejar en seco el fondo del mar en el cabezo del muelle de pasajeros. Sondeado este punto el 8 de Diciembre último, demostró tener

una cota de $-5,80$ m. con respecto a la marea media. Breves instantes más tarde vino la tercera onda ascendente que con relativa rapidez, pero sin ninguna violencia, marcó el nivel máximo de $+4,60$ m. Esto explicaría la aseveración de algunos vecinos, de que la ola de la ascensión máxima tuvo como 10 m. de altura, ya que de nuestros datos aparece un desnivel de $10,40$ m. Araya calcula aproximadamente en $15'$ el tiempo que medió entre los flujos descritos, de modo que la salida mayor debe haberse producido alrededor de la 1 h. A. M. del día 11 .



N.º 23. Copiapó.—Cárcel. Muro movido en su base y en seguida abatido

En el azul de la bahía de Coquimbo adjunto a esta Memoria, se indica con una línea roja la curva correspondiente al nivel máximo de las aguas.

Los terrenos más inundados fueron los de la población Victoria, barrio pobrísimo de Coquimbo, situado en un suelo vegoso y malsano, cuya formación no debió permitirse.

La prensa dió cuenta oportunamente de los efectos del maremoto en otros puertos en que los daños fueron de menor importancia. Por el norte, la alteración del mar se hizo sensible hasta en las costas del Perú, y por el sur hasta el Archipiélago de Chiloé.

III.—ACCION DESTRUCTORA DEL TERREMOTO

En los puertos visitados no se advierte la acción destructora del terremoto por dos razones claras: porque la violencia del movimiento ha sido mediocre, debido a la existencia de roca en la superficie del suelo o a pequeña profundidad, y porque las construcciones, en su gran mayoría, son de madera o de materiales ligeros



N.º 33. Copiapó.—Tabique caído

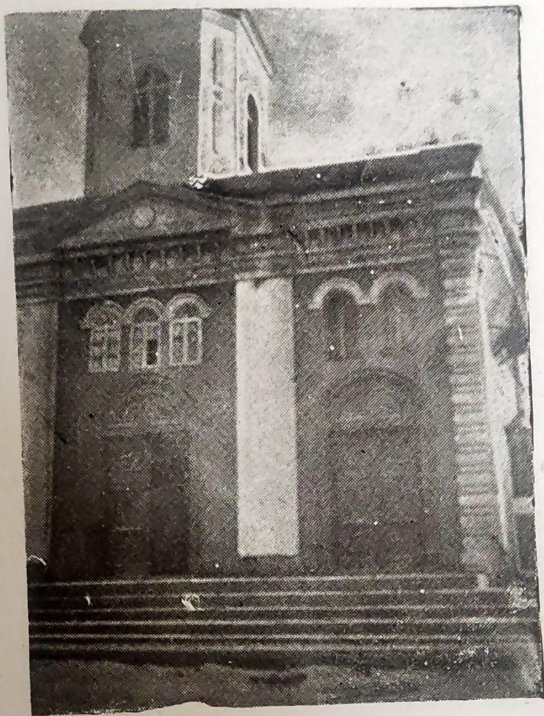
bien trabados. Me limitaré, pues, a hablar de los perjuicios del terremoto observados en Copiapó, Vallenar y Freirina.

La edificación de estas ciudades es vieja, modestísima y mal conservada. Más de la mitad de las casas son de adobes o de tapias y el resto, de tabiques de listones, caña o ramas, siempre revestidos de barro empajado. Tan contadas son las construcciones de otros materiales, que fuera de las sepulturas de los cementerios, los estanques del agua potable y de dos o tres edificios más, no hay otros de ladrillo, piedra, hormigón o concreto armado.

Los sistemas de construcción empleados, son invariablemente los mismos. Salvo escasas excepciones, todos los edificios parecen ejecutados por los mismos artí-

fices: tienen la misma arquitectura, poseen iguales disposiciones, idénticos defectos. El examen de los deterioros originados por el terremoto, denota que los procedimientos empleados en la edificación adolecen de errores debidos al desconocimiento de los principios más elementales de construcción, que en una zona expuesta a conmociones sísmicas no pueden ser violados sin que ello constituya un verdadero atentado contra la vida de los habitantes.

Si a lo expuesto se agrega que Copiapó, Vallenar y en mucha parte Freirina



N.º 40 Freirina.—Iglesia parroquial

se hallan situados sobre un suelo de acarreo inconsistente, se tiene la explicación de los grandes destrozos producidos por el terremoto del 10 de Noviembre. Indudablemente, ha influido también, la prolongada duración del movimiento en su máxima intensidad, aunque ella no haya sido de las mayores conocidas.

En algunos puntos, se produjeron grietas en el suelo. La fotografía número 1 muestra una de ellas, en los alrededores de Copiapó y las fotografías números 2 y 3, las visitadas en la hacienda Nicolasa, al lado de la vía férrea entre Vallenar y Huasco. El terreno, relativamente plano, está aquí formado de arena, ripio y grava. Las grietas tenían una profundidad visible como de un metro; superior-

mente, una anchura de unos 0,25 m. y una longitud de 15 a 20 m. Numerosos conos entre las grietas, hasta de 0,15 m. de altura, con una pequeña boca en el vértice, a manera de cráter, formados de una arena muy fina que debió salir en forma de barro fluido, constituían una prueba evidente de que durante el terremoto ha habido, por tales rasgaduras, precipitación del agua de las primeras napas subterráneas, provocada por los asentamientos del terreno suelto.

En el mismo fundo Nicolasa, poco antes de llegar a Freirina, hubo casos en que



N.º 16. Freirina.—Cárcel

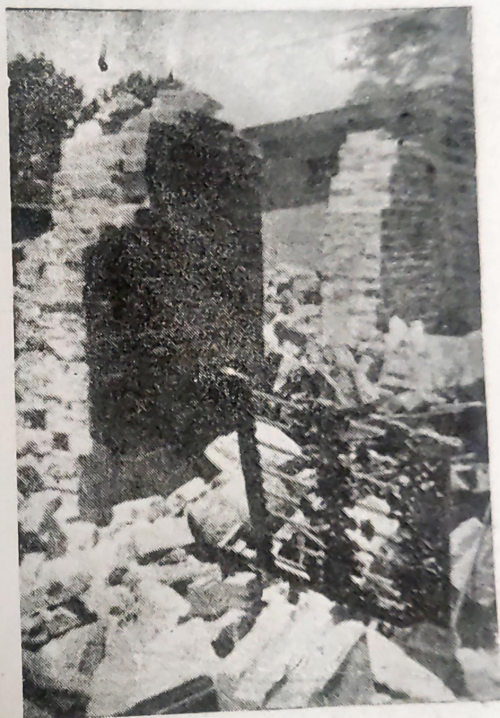
secciones en recta de la vía ferrea sufrieron conjuntamente con el terraplen y los cercos, deslizamientos transversales que formaron curvas de 100 m. de desarrollo y de más de 1 m. de flecha. En estas partes, el suelo presentaba una moderada pendiente en dirección perpendicular a la vía. En los faldeos vecinos se notaban los desgarramientos y rodados propios de la traslación habida en el terreno.

La fotografía número 4, aunque borrosa, permite ver uno de estos desplazamientos.

Las manzanas de Vallenar comprendidas entre las calles Nueva Freirina,

Marañón, Hospital, y Colchagua experimentaron también deslizamientos superficiales, con formación de grietas. El terreno en esta parte, es suelto y ofrece una acentuada inclinación.

En Vallenar y Freirina oímos hablar de que en las vecindades hubo hundimientos y traslaciones de potreros enteros; de la producción de grietas considerables, de hodura desconocida, que arrojaron en abundancia un líquido fangoso con olor a petróleo; de que esos surtidores formaron conos de más de 1 m. con bocas del porte de un puño. En todo esto, debe haber habido mucho de exageración, pues



N.º 32. **Vallenar.**—Una casa de dos pisos en pie N.º 44. **Copiapó.**—Sepulcro de buen ladrillo Hannigton y buena mezcla de cal

cada vez que manifesté el propósito de visitar tan interesantes demostraciones los mismos cronistas nos señalaron inconvenientes insalvables para ello.

Al referirnos en detalle a los sistemas de construcción usados en las tres ciudades de Atacama a que hemos aludido, señalaremos los principales deterioros observados en cada una e indicaremos las causas que, a nuestro juicio, han tenido mayor influencia en su producción. En casos determinados, anotaremos también la manera de corregir los defectos más comunes que se adviertan.

El tipo de casa más pobre es el de *tapiales* o *adobones*, comunmente combinado con los de adobes y tabiques. Naturalmente, cuenta con sólo un piso. Este ti-



N.º 42. Copiapó.--Avenida Principal del Cementerio

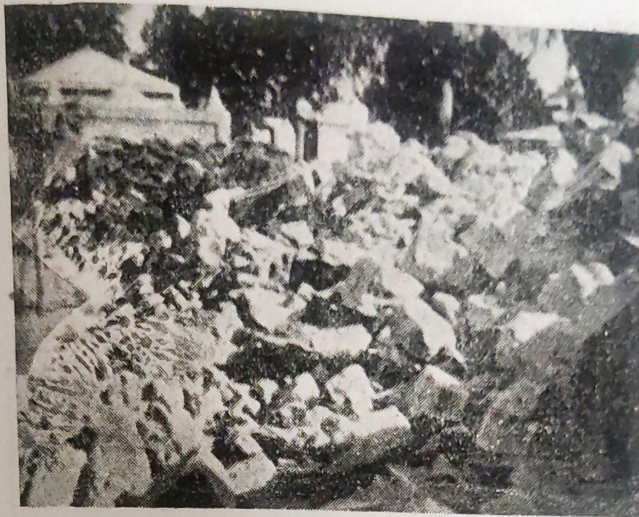
po constituye no menos del 25% de las habitaciones de estas ciudades. Una casa de este sistema, tiene los muros exteriores y los de mayor importancia del interior,



N.º 43. Copiapó.--Sepulcro de concreto armado

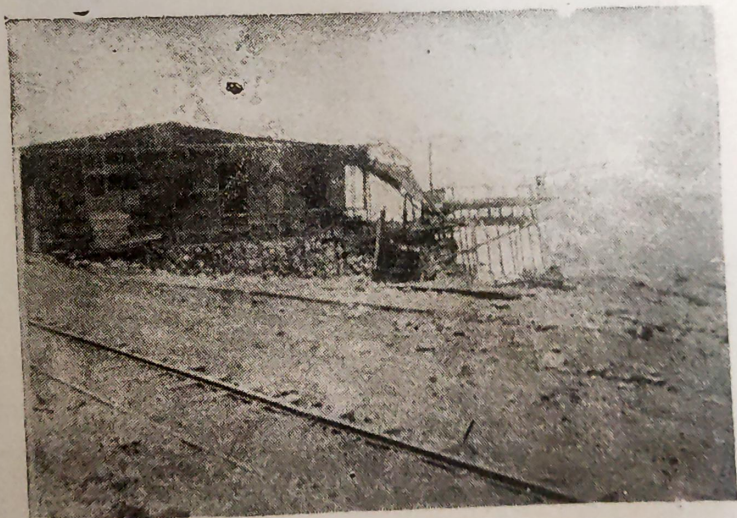
hecho de tapiales de aproximadamente $1,0 \times 1,5$ y $0,60$ m. o más de espesor. Estos bloques no poseen ninguna trabazón entre sí. El material es alguna tierra ar-

cillosa mezclada con paja; pero por falta de ella en la vecindad o por economía, se usa hasta la tierra sin cohesión del sitio mismo en que se edifica. Por lo general,



N.º 41. **Copiapó.**--En el cementerio se destacan los dos sepulcros de la fotografía N.º 43

la parte de los muros situada a más de 2 m. del suelo se ejecuta de adobes. Las paredes divisorias de las piezas, son hechas de tabiques, de cualquiera de los sistemas



N.º 46. **Cañaral.**--Casa de don Juan Vechiola a la orilla del mar

que luego describiremos. La techumbre. está formada por un envigado de poca inclinación que se apoya en la mayoría de los casos, casi sin ligazón, sobre los muros del contorno, y que soporta una cubierta de totora, caña o listones revestida con

una capa de barro. Los cimientos, si existen, no merecen el nombre de tales, pues no profundizan en el suelo, son muy poco resistentes y a veces perjudiciales para la estabilidad del edificio, como ocurre cuando constan de piedras redondas de río unidas con barro, caso de los cimientos del Hospital de Vallenar. Fotografía número 5.

Las fotografías números 6 y 7 muestran ejemplos de la construcción descrita que han quedado en pie, pero inutilizables. Lo más frecuente es que hayan sido totalmente destruidas, como se ve en las fotografías números 8 a 17 inclusive, pues carecen de resistencia contra el menor movimiento del suelo, por pesadas, mal concebidas y faltas de elasticidad y hasta de cohesión.

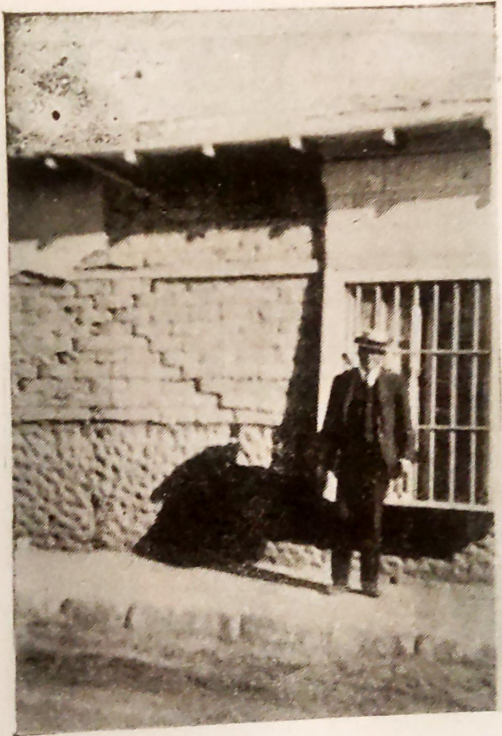


N.º 35. Vallenar.--Casa

El tipo ligeramente mejor, existente en no menor proporción es el de *adobes*, siempre de un piso o con otro, en los altos, de tabiques. Se diferencia del anterior, en que los adobes sustituyen a los adobones. Las ventajas provienen de la mejor calidad del material, de que los muros son más livianos por tener menor espesor y de que la ejecución se hace más cuidadosamente por tratarse de una obra también más cara. Las vigas que forman los dinteles de puertas y ventanas, cuando se prolongan mucho hacia los lados, establecen soluciones de continuidad que facilitan la separación de la porción superior de los muros. El mismo efecto producen los dispositivos conocidos con el nombre de "llaves" si ellos no se solidarizan con los muros por medio de pies derechos bien amarrados o anclotes eficaces. Una llave, es un elemento de trabazón o refuerzo, formado de dos soleras y varios trave-

saños que se emplea en los muros para comprometer a su masa en las trabazones que entre ellos se establecen. Cuando las llaves se colocan a la altura de los dinteles, sustituyen a estos. En el coronamiento de los muros sirven de descanso a la techumbre.

De las casas de adobe visitadas, la del Juez de Vallenar, prescindiendo de algunos errores inexplicables, es, sin duda, de las mejor construidas. Sin embargo, el terremoto produjo en ella grietas y desprendimientos de revoque de reparación no depreciables. Los muros descansan sobre buenos cimientos y tienen tres llaves



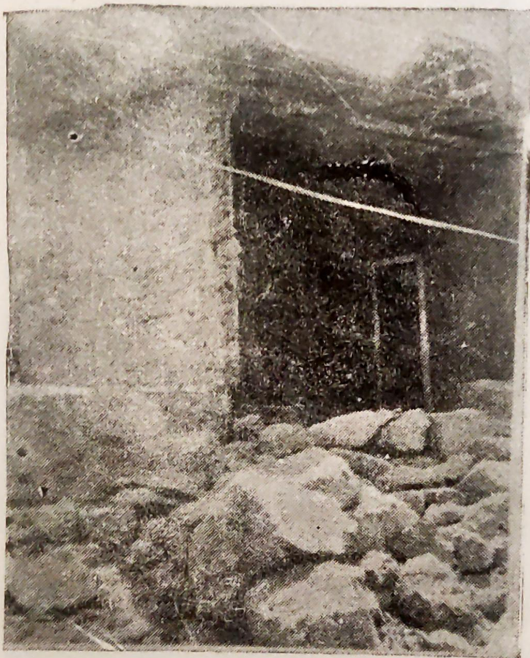
N.º 29 Copiapó.--Grieta característica en una casa

con soleras de 0,15 m. unidas cada cierta distancia por pies derechos de igual dimensión. Estos dispositivos con ensambles a media madera, han llenado su cometido de afianzar el conjunto.

Las llaves que ví en las demás construcciones por ser muy débiles y no interesar a la masa del muro, han constituido defectos evidentes en las obras, como lo prueba la fotografía número 18.

El techo, si es resistente y está bien ligado a los muros, constituye en los edificios de adobe, su mejor elemento de seguridad contra los temblores. Desgracia-

damente, en Atacama, este punto ha sido completamente descuidado; sólo se han preocupado de defenderse con él del sol, del viento y de las escasas lluvias de la región. Más aún, los techos adolecen del grave defecto de ser pesados, como consecuencia de las reparaciones a que se les somete cada vez que con las lluvias se producen goteras. Consisten esos arreglos, en la colocación de nuevas capas de barro sobre las existentes. Hubo casos de techos cuyos sucesivos revestimientos de tierra medían más de 0,20 m. de espesor. Las fotografías números 19 y 20 permiten dar una idea de lo dicho. En la última se ve que el peso considerable del techo puesto en movimiento, hizo ceder a los muros de soporte.



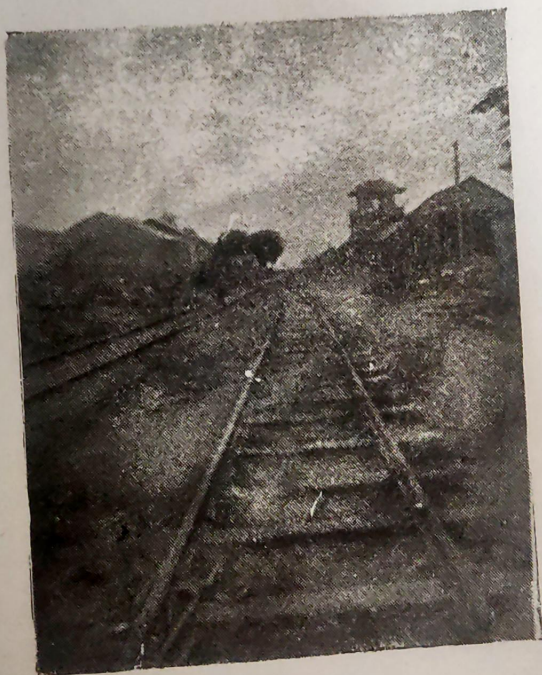
N.º 34. **Vallenar.**--Casa de un piso. La parte de adobones completamente destruído

La fotografía número 20 está demostrando la eficacia de la techumbre en el sostenimiento de un muro de adobes que no se ha desagregado. El mismo resultado produce un segundo piso de tabiques sobre una habitación de adobes, como lo prueba la fotografía número 21.

La fotografía número 23 deja ver muy claramente los efectos del terremoto sobre un muro más o menos bien ejecutado pero desprovisto de cimientos. La base se hallaba antes en los puntos señalados por las varillas clavadas en el suelo y la muralla se unía tangencialmente con la otra atravesada que se ve a la derecha. Dada la gran masa de los elementos en movimiento, de nada sirvieron para

impedir que después el muro fuera abatido, las ligaduras del techo ni las del otro muro.

Se sabe que la intensidad de las oscilaciones terrestres disminuye rápidamente con la hondura. En las minas, son raras las vibraciones que se advierten. Un cimiento profundo transmitirá menores movimientos que otro superficial. En las regiones expuestas a fenómenos sísmicos es, además, necesario que los cimientos solidaricen la construcción con el suelo, a fin de que, en lo posible, haya sincronismo en los movimientos, pues de lo contrario se producen choques de consecuencias perjudiciales. A esto debe atribuirse el verdadero lanzamiento que se observa en algunos objetos caídos que han estado mal fundados o mal anclados,



N.º 35 A. **Huasco Bajo**.--Calle del Ferrocarril

El volcamiento de los monumentos Matta y Atacama, fotografías números 24 y 25 puede citarse como ejemplo de lo que se acaba de decir. Los esfuerzos en este caso deben haber sido enormes, por el gran peso que existía en la parte alta de esas obras. Algo semejante le ha ocurrido al techo de la casa que en la fotografía número 17 aparece en primer término, a la derecha y cuyos restos se ven en el suelo.

La fotografía número 26 representa las ruinas de un edificio de tapiales y ado-

bes, paredes divisorias de tabiques y techo con barro. Los adobones tienen cierto parecido a un macizo de adobes debido a la picadura hecha en la superficie, para aumentar la adherencia del revoque.

La capilla y la entrada del Cementerio de Copiapó, construcciones de adobe con una torrecilla de madera sufrieron una destrucción lamentable, como lo muestra la fotografía número 27. Algo análogo ocurrió a los sepulcros de igual material que aparecen en la fotografía número 28.

En Copiapó se nota bien la influencia muy perjudicial del terreno de acarreo en el terremoto, por la mayor destrucción que existe en las vecindades del río. Las



N.º 45. Copiapó.--Nichos de bolones y concreto con poco cemento

calles Atacama y Chañarcillo y el Cementerio, son los sitios que presentan tal vez mayores destrozos.

Conlinuará.

SECCIÓN TÉCNICA

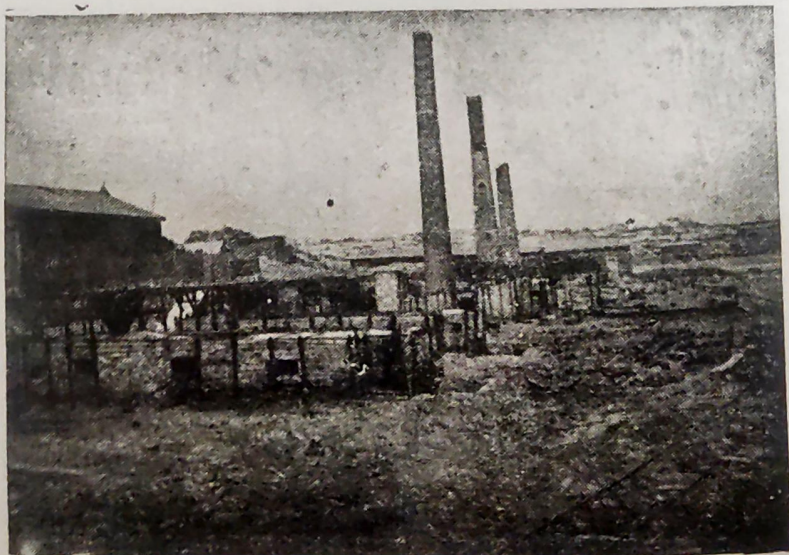
Los materiales y los procedimientos de construcción en la región afectada por el terremoto del 10 de Noviembre de 1922.

POR

EDUARDO A. GUIRRE

(Conclusión)

Características son las grietas en líneas escalonadas y formando X que presentan muchos muros de adobe, debidas, según todas las probabilidades, a la acción de empujes horizontales u oblicuos en el plano de ellos. Véase la fotografía número



N.º 47 **Huasco.**--Antigua fundición de cobre abandonada

29. Tales grietas diagonales, se producen siempre, según las líneas de juntura de los adobes, de modo que las cuatro porciones triangulares en que se divide el macizo, se separan por destrucción de la adherencia y sin ruptura de los adobes. Obsérvese

esto mismo en algunos sepulcros de ladrillo, en Copiapó, y en la cárcel de la Serena, edificio construido del mismo material. El mortero de las grietas perdía su adherencia o se disgregaba.



N.º 48 **Chañaral**.--Vista tomada desde el muelle de la Cía. Francesa de Fundición

Tampoco es raro el caso de viviendas cuyas esquinas han sido destruidas por efecto de los empujes del techo en la dirección de una diagonal, como lo indica



N.º 49 **Chañaral**.--Vista de la parte comercial totalmente destruída por el mar, tomada desde el cerro el croquis; lo que ocurre cuando el apoyo o las amarras en los muros no han sido

hechos con uniformidad en todo el contorno y los muros han carecido de elementos de refuerzo.

El tercero de los tipos de casa usados en Atacama, es el de *tabiques* formados de



N.º 51 Chañaral.--Parte destruída por el maremoto

un esqueleto de madera y un relleno de adobes de canto, sostenidos en ambas caras por listones o alambres. Esta construcción constituye un procedimiento inter-



N.º 52. Chañaral.—Destrozos del maremoto en la mitad Sur de la ciudad.

medio entre el de adobes reforzados y el de tabiques propiamente tales, de que tra-

taremos pronto, y reúne condiciones mucho mejores que las de los dos sistemas descritos, principalmente por su mayor ligereza y elasticidad. Los pies derechos, ge-



N.º 50. Chañaral.—El recinto de la Estación, visto desde la playa.

neralmente de $0,10 \times 0,10$ m., van colocados a distancias variables entre 0,50 y 1 m. Cuando los cimientos son buenos y las amarras dispuestas con acierto, sopor-



N.º 54. Chañaral.—Explanada y Aduana.

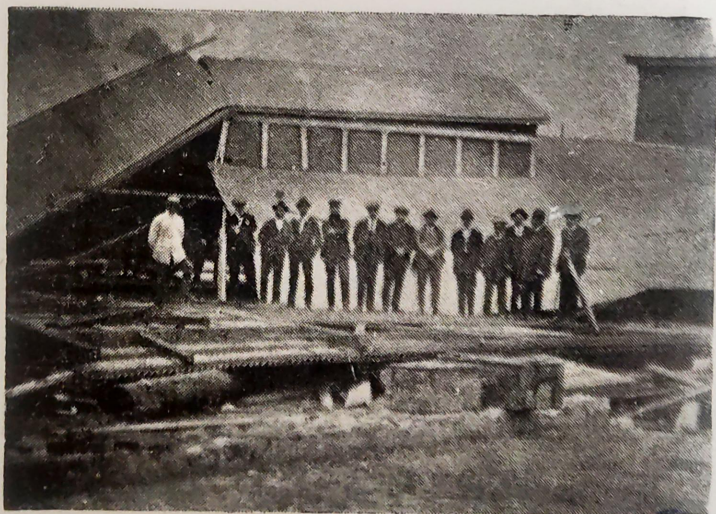
tan sin peligro de volcamiento los temblores más fuertes. Sin embargo, los deterioros producidos en el relleno y los revoques son de tanta consideración que obligan a invertir sumas subidas en reparaciones. Esto es aún más cierto tratándose

de adobes afianzados con alambres, pues estas ligaduras flexibles no impiden la pérdida del sincronismo en las oscilaciones, y los adobes comienzan luego a moverse



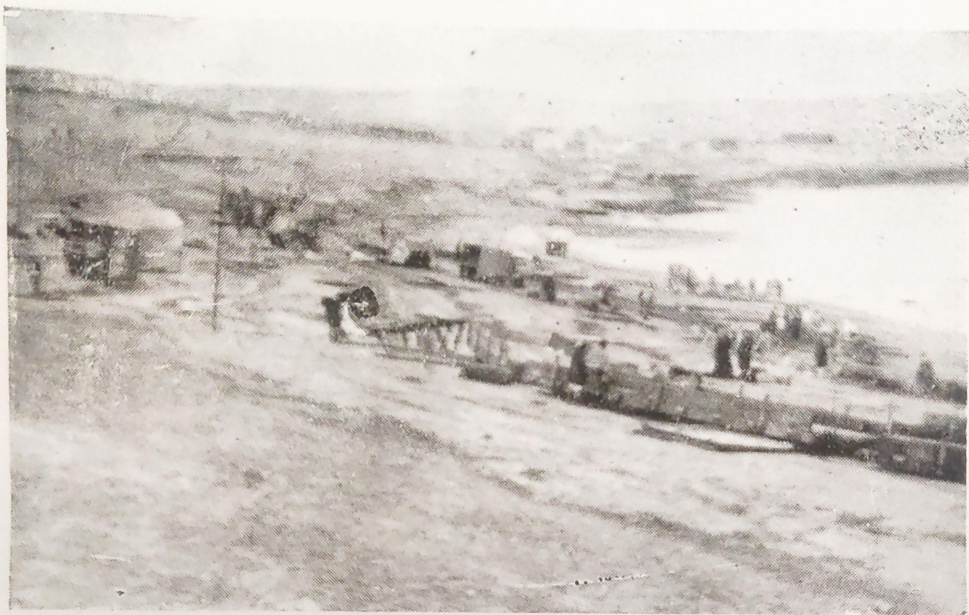
N.º 53. Chañaral.—Destrozos del maremoto.

en sentido opuesto, originando la ruptura de algunos, el desplazamiento de otros y la destrucción de todo el relleno y el estuco. Véase la fotografía número 30.

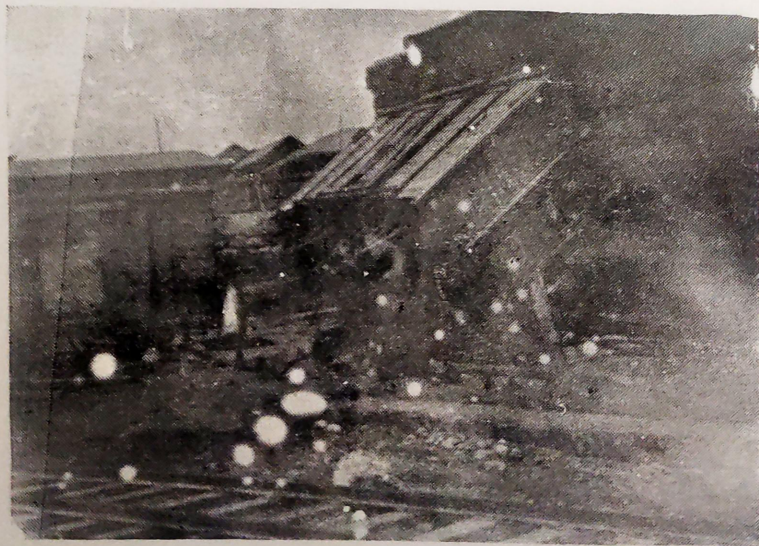


N.º 59. Caldera.—Aduana. Parte hundida al ser trasladada por el mar.

Si el alambre se coloca cruzado o formando cuadrículas más cerradas, los perjuicios son menores pero no se evitará del todo el inconveniente apuntado. Los ta-



N.º 67. Caldera.—Playa de los baños y varadero.



N.º 101. Huasco.—Carros volados próximos al arranque del muelle del ferrocarril.



N.º 91. Coquimbo.—Muelle de pasajeros.



N.º 80. Coquimbo.—Población Victoria.



N.º 70. Coquimbo.—Bodegas de la Coquimbo Agencies C.º



N.º 92. Coquimbo.—Muelle fiscal en posesión de Mac-Auliffe



N.º 75. Coquimbo.—Población Victoria arrasada.



N.º 71. Coquimbo.—Bodegas de la Coquimbo Agencies C.º



N.º 72. Coquimbo.—Aduana y Bodega de la Coquimbo Agencies C.º



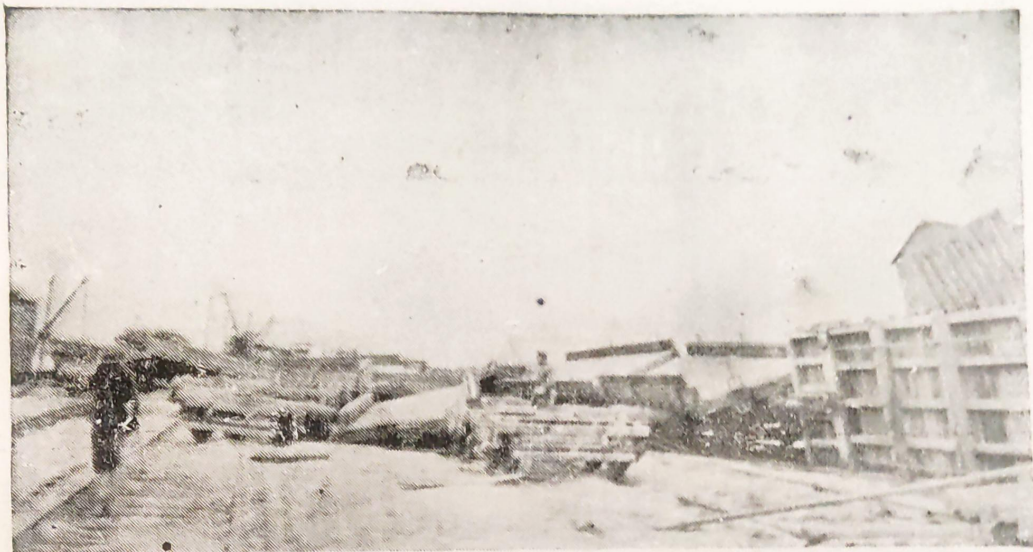
N.º 74. Coquimbo.—Población Victoria tomada desde el cerro Dominante.



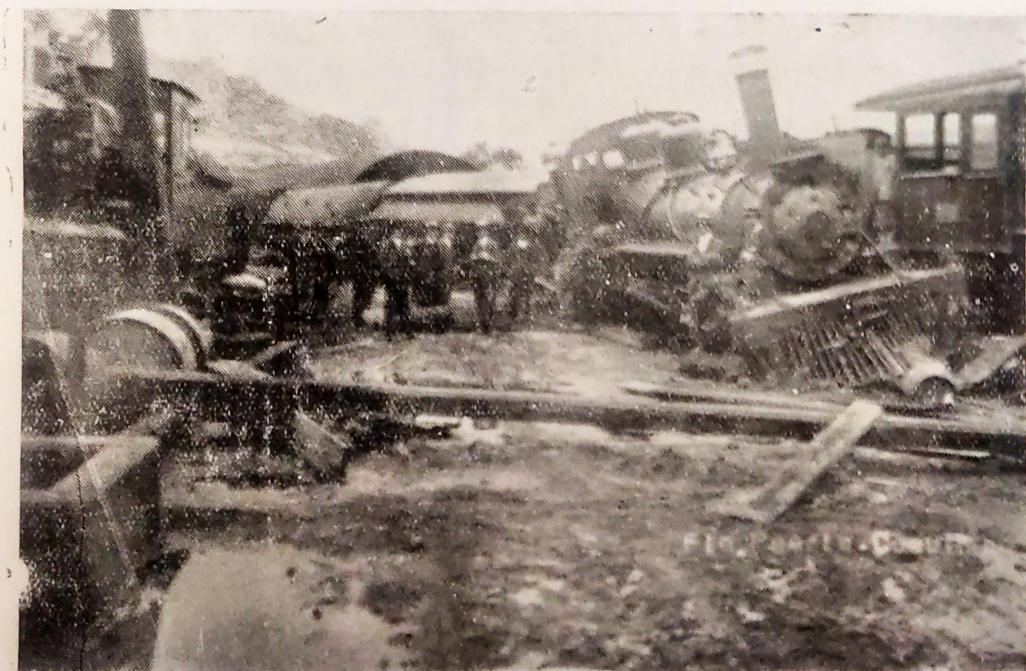
N.º 93. Coquimbo.—Explanada en construcción de los ferrocarriles.



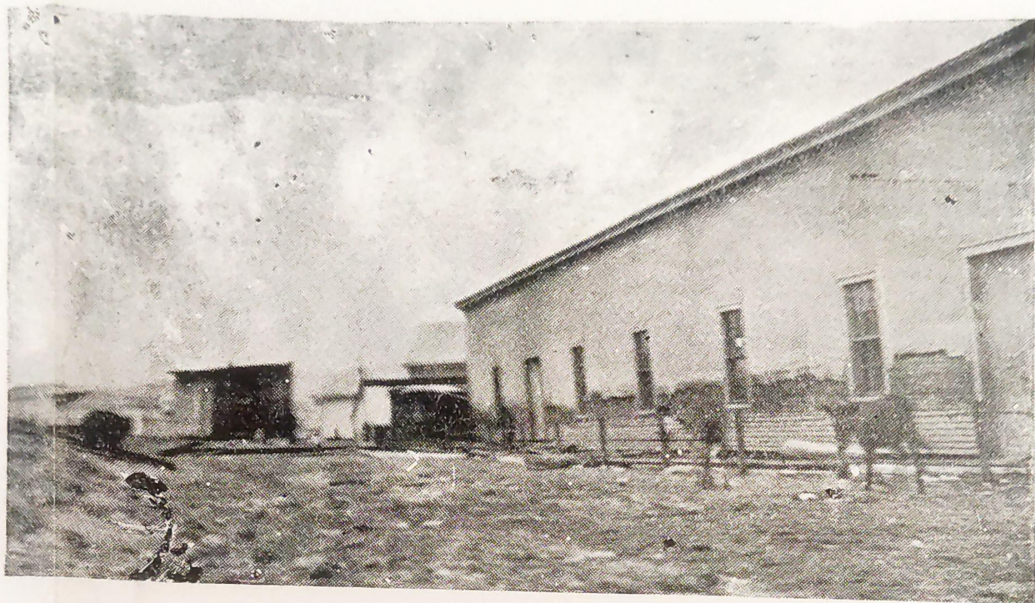
N.º 65. Caldera.—Arranque del muelle del ferrocarril.



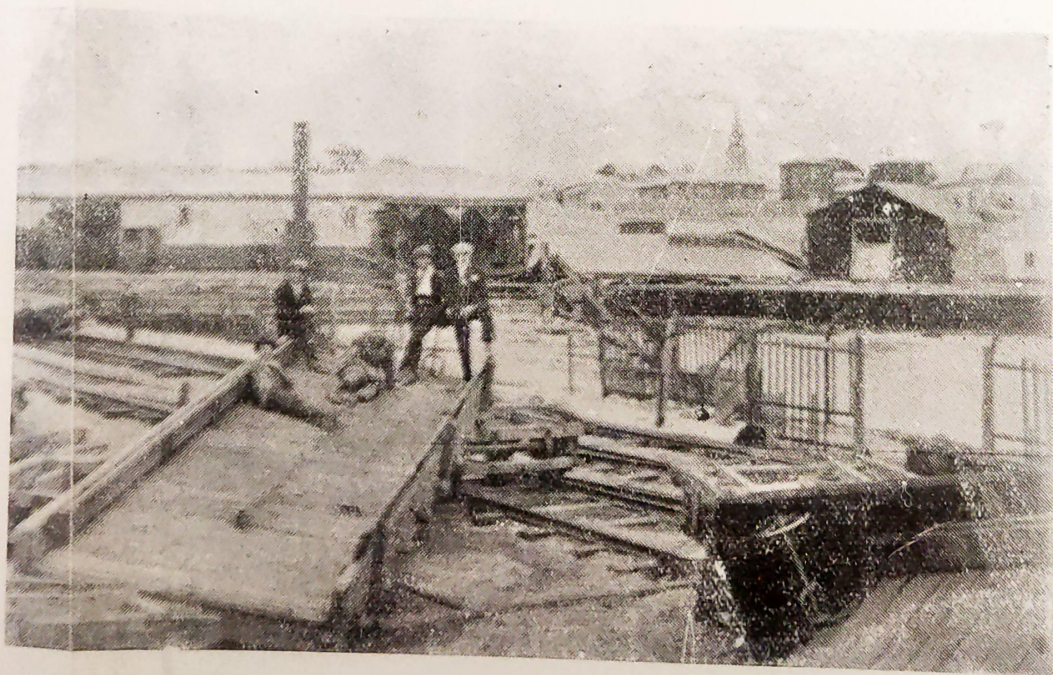
N.º 66. Caldera.—Muelle del ferrocarril.



N.º 83. Coquimbo.—Locomotora volcada en la sección máquinas de la estación.



N.º 96. Caldera.—Bodega del material rodante del ferrocarril.



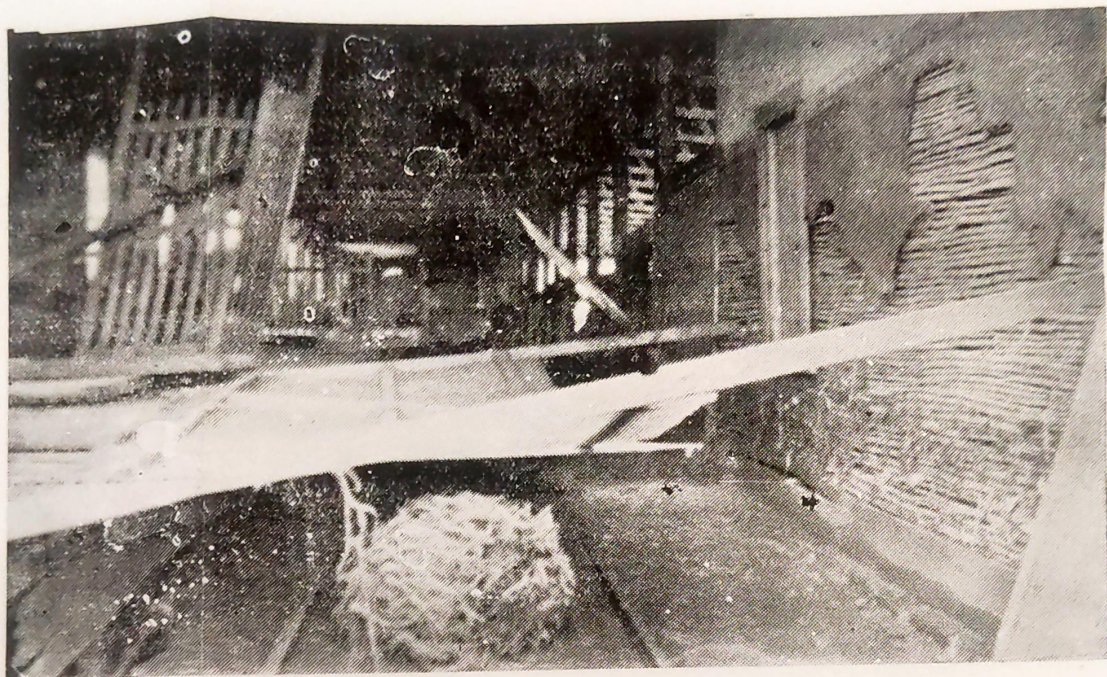
N.º 63. Caldera.—La Aduana y la bodega del equipo desde el arranque del muelle del ferrocarril.



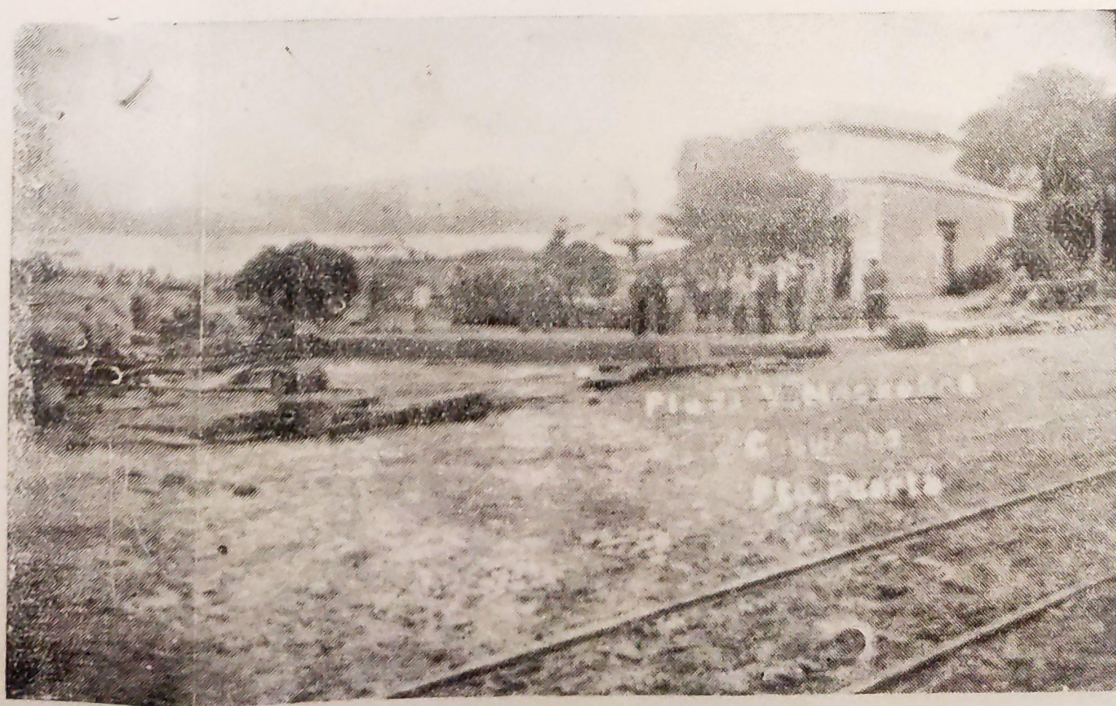
N.º 84. Caldera.—Línea férrea hacia la Smelting Copper C.º



N.º 82. Coquimbo.—Bodega de carga de la estación del ferrocarril.



N.º 95. Caldera.—Interior de la bodega del equipo del ferrocarril.

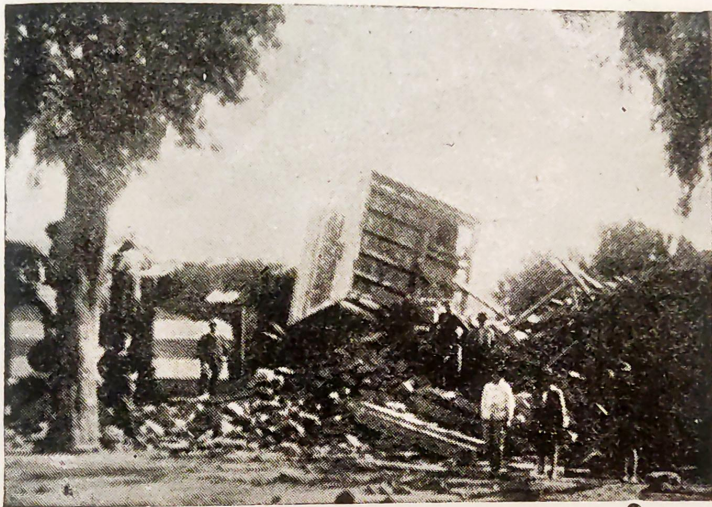


N.º 58. Coquimbo.—Plazuela de la Aduana.

biques en que el relleno se sujeta con listones de más o menos 2,5 cms. por 5 cms. cada 30 cms. sostienen mejor el relleno, como lo muestra la casa de la derecha de la fotografía número 9.

El mejor comportamiento de los edificios de tabiques de adobe con respecto a los de murallas de adobe o de tapias puede verse en las fotografías números 31 y 32, en las que, junto a unas casas en pié del primer sistema, aparecen otras de la segunda categoría en el suelo.

Las casas de dos pisos de tabiques con adobes de canto, presentan en el segundo piso perjuicios mayores que las de uno, seguramente porque las oscilaciones tienen mayor amplitud en los altos.



N.º 27. Copiapó.—Capilla y entrada del Cementerio.

Los muros del piso bajo, a veces más gruesos, se componen de dos tabiques que dejan un hueco al centro, unidos cada cierto trecho por travesaños. Muchas estaciones del Ferrocarril Longitudinal, hechas de tabiques del sistema de que se trata y en que los adobes se sujetan con alambres, tienen un revoque exterior de mortero de cemento como de un centímetro de espesor; estuco que, pesado y frágil, cuando no ha caído empujado por los adobes, ha quedado suspendido de los alambres en forma de grandes placas que constituyen un peligro para empleados y viajeros.

El tipo de casa que sigue en la escala ascendente de esta clasificación es el de *tabiques propiamente tales*. Consta de un esqueleto de madera y un doble revestimiento de listones, cañas o varillas de ciertos artustos, revocado con barro em-

pajado. El espacio entre ambas caras de cada tabique se deja hueco o relleno de ramas.

El comportamiento de tales construcciones durante el terremoto, ha sido muy superior al de los otros sistemas descritos y cuando su concepción y ejecución han cumplido, en las condiciones ordinarias, con los principios de la mecánica y de la resistencia de materiales, han soportado la violencia del fenómeno en forma altamente satisfactoria.

En este tipo distinguiremos las tres variedades de tabiques ya enunciadas: de listones, de listones y ramas y de caña.

Los tabiques de la primera categoría, son formados por un esqueleto de madera revestido por ambos lados de listones de sección cuadrada de 2 a 3 cms., espaciales también de 2 a 3 cms. El revoque de barro empajado se sujeta gracias a su penetración entre los elementos de madera.

Por economía, se emplea el tabique del segundo grupo que es una variante del anterior, en la cual los listones, ahora, de 2 a 3 cms. por 5 cms. se colocan cada 30 cms. y el hueco interior se rellena con varillas de "churque" o "brea". Estos nombres corresponden a un espino de la familia de las Mimosaceas y a una planta de la familia de las Compuestas, llamada también sorona. Las ramas de churque y de breas son duras y resistentes a la acción del tiempo.. Como en el caso anterior, las paredes se estucan con barro, el que adhiere muy bien a las ramas del núcleo.

Finalmente, se tiene *el tabique de cañas*, en el que los revestimientos, interno y externo, están formados de varillas de caña partidas longitudinalmente y colocadas a distancias menores que su ancho, que es de 2 a 3 cms. Las dos caras del tabique van revocadas con barro y el espacio entre ellas se deja hueco. Véanse las fotografías números 64 y 95.

Los resultados obtenidos con estos sistemas de tabiques mejoran del primero al tercero por razones que no es necesario repetir. En el último sistema se ha usado únicamente la caña traída del Ecuador y conocida con el nombre de caña de Guayaquil, que es muy parecida a nuestro colihue del sur y seguramente de no mejores condiciones. Su aplicación se ha debido, tal vez, a facilidades de flete.

La ligera capa de revoque queda tan bien ligada al varillaje de cañas que aún las regias sacudidas que produjeron el volcamiento de tabiques mal amarrados al resto de una construcción sólo afectaron parcialmente al estuco de barro empajado. Véase, a propósito de esto, la fotografía número 33.

El comportamiento del tabique de listones y ramas es también favorable,

como lo prueba la fotografía número 34. Esa casita, todavía inconclusa, no tenía revocados exteriormente sus tabiques. El estuco del interior nada sufrió. El muro de fachada, ejecutado de tapial, fué totalmente destruido. Las fotografías números 35 y 35 A, muestran otros ejemplos de los efectos tan distintos del terremoto en murallas de tabiques y de adobes.

El revoque sobre listones cuadrados, caso del teatro de Copiapó, fotografía número 36, casi siempre se deteriora. Si los listones tuvieran los bordes acanalados, con una porción saliente, o bien fuera su cara exterior más ancha que la interior, se mejorarían los resultados, por la doble ventaja de realizar una mejor trabazón del estuco y permitir disminuir su espesor.



N.º 69. Chañaral.—El mar desde la galería del Hotel de Montan.

En este tipo de casa es frecuente el error de reducir el número de diagonales por confiar, posiblemente en la eficacia de los listones como contravientos.

El techo del teatro de Copiapó se hundió en cierta extensión, a pesar de ser muy liviano, por debilidad del envigado y falta de ligazón con los muros laterales. Dadas la altura y la elasticidad del edificio, las oscilaciones de él deben haber sido muy grandes y la pérdida del sincronismo en los movimientos ha tenido una influencia decisiva. Véanse las fotografías números 36 y 37

El Colegio de las Monjas de la Inmaculada Concepción de Vallenar, siendo de tabiques revestidos de cañas resultó considerablemente dañado porque la construcción adolecía de errores casi increíbles, como lo deja sospechar la fotografía número 38.

La estación de Ferrocarriles de Copiapó, ofrece el ejemplo más instructivo de la bondad, en esta región, de los edificios de tabiques de cañas bien ejecutados. Trátase de una construcción de cincuenta años que ha resistido, sin reparaciones, a varios terremotos sin que nunca haya sufrido el menor perjuicio. El esqueleto, muy bien contraventado y amarrado, de madera de pino sana y resistente, forma un cuerpo de una gran solidez de conjunto. Los cimientos, de piedra con buena mezcla de cal, profundizan suficientemente. El revestimiento de caña de Guayaquil y su revoque de barro empajado se conservan en perfectas condiciones. Los muros de mayor importancia han sido formados por dos tabiques con sus pies derechos y soleras convenientemente unidos. El espacio que separa esos tabiques está vacío. Los revestimientos de caña sólo se han ejecutado, como es de suponer, en las paredes visibles. La hermosa sala de espera de la Estación, fotografía número 39, que mide en planta 15,60 m. por 13,50 m. y tiene una altura de 5 m., no presenta la más mínima rasgadura.

El edificio situado en la plaza de Copiapó, en la esquina de O'Higgins con Chacabuco, es otra construcción de tabiques bien hecha.

Las iglesias, por lo general mejor construidas que las habitaciones privadas, han permanecido en pie en superiores condiciones. La de Vallenar tiene muros de doble tabique de cañas con pies derechos de sólo 10 × 10 cms., y presenta los revoques desprendidos y otros daños de no mayor importancia. Su torre, véanse las fotografías números 12 y 13, posee un sólido esqueleto de pino, bien contraventado y llenan los espacios entre las piezas de maderas bloques, de concreto de más o menos 0,15 m. de espesor, talvez sujetos a las vigas y pies derechos por varillas de fierro que los traviesan. El conjunto está revestido por un estuco de mortero de cemento sobre malla de alambre. La originalidad de esta construcción atrae las miradas de los visitantes y con mayor razón cuando se oye decir en la localidad que la iglesia de tabiques de caña tiene su torre de concreto armado.

Ha habido un grave error en agregarle a la torre un peso enorme con el fin de darle el aspecto de una obra de albañilería. Felizmente, esto no ha tenido, por ahora, consecuencias desgraciadas. Lo mismo pudo conseguirse suprimiendo los bloques de concreto y colocando únicamente el revestimiento de mortero con una malla de alambre más sólida, atiesada con algunos nuevos travesaños.

La iglesia de Freirina, fotografía número 40, también de tabiques de cañas, presenta destrozos de poca entidad.

En las ciudades visitadas las casas de todos los sistemas de tabiques descritos deben figurar en una proporción próxima del 50%.

Trataré ahora de las escasas construcciones de la región hechas de fábrica y de concreto, solo o armado. Estas observaciones se refieren a los estanques de Copiapó y Vallenar, a los sepulcros del cementerio de la primera de estas ciudades y a determinados edificios visitados de paso en la Serena y Coquimbo. Lamento que no me fuese posible examinar otras obras de especiales condiciones de resistencia, como machones o estribos de puentes, algunas alcantarillas importantes de la vía ferrea, etc. Los ingenieros de la Empresa de los Ferrocarriles en Copiapó me aseguraron que tales obras no habían sufrido por efectos del terremoto.

En la edificación privada de estas ciudades se ha empleado casi exclusivamente el mortero de cal, en la mayoría de las veces con elevada proporción de arena. Re-



N.º 88. Huasco.—Muelle de ferrocarril.

cogí muestras de morteros tan pobres que a la menor presión de los dedos se disgregan.

De las construcciones de fábrica del Cementerio de Copiapó, las de mampuesto (bolón) y mezcla de cal han experimentado una destrucción completa, como lo atestiguan las fotografías números 41, 42, y 43. La mezcla del primer sepulcro de la fotografía número 42, comparada con las de los otros es relativamente buena. Sin embargo, las consecuencias del terremoto en él no han sido menores. Este y otros ejemplos análogos denotan no ya imperfecciones de las obras, sino deficiencias del sistema en lugares de terreno inapropiado, expuestos a conmociones sísmicas.

Menores han sido los efectos en las albañilerías de ladrillo y esto es muy ex-

pliable, dadas la mayor ligereza del material y la muy superior trabazón de sus elementos constitutivos. A pesar de todo, las fábricas ordinarias de ladrillo con mortero de cal, hechas sin refuerzos de fierro han tenido un comportamiento que en ningún caso permite aconsejar su empleo en la zona.

El sepulcro de la fotografía número 44, construido con un ladrillo Hannington, de calidad inmejorable, y una muy buena mezcla de cal, presenta destrozos totales. La fotografía permite ver algunos deslizamientos de ciertas porciones de la albañilería en el plano de los lechos, producidos después de destruida la adherencia del mortero o después de haber experimentado este la ruptura por esfuerzos resultantes de tracción.

Es evidente que, salvo condiciones excepcionales, siempre será posible construir un edificio de fábrica, ya sea de piedra o de ladrillo, capaz de resistir más o menos bien un recio temblor en mal suelo. Lo conseguiremos empleando cimientos profundos y monolíticos, sirviéndonos de refuerzos de concreto armado o metálicos convenientes en los muros, trabando bien estos con el techo, etc.; pero ello no impedirá que la construcción se agriete y se originen deterioros apreciables en los revoques. Después de cada fenómeno sísmico importante, la obra exigirá reparaciones y si estas se descuidan, bien puede llegar a peligrar la estabilidad de ella.

Las albañilerías están muy bien, cuando deben soportar esfuerzos únicamente de compresión. Son las obras definitivas por excelencia, como lo prueban los numerosos monumentos de las civilizaciones más antiguas que se conservan perfectamente en nuestros días; pero son imperfectas y deficientes con otra clase de sollicitaciones. Los elementos de una construcción durante un terremoto pueden estar sometidas a cualquier clase de esfuerzos o combinación de ellos. En tales casos los mejores materiales, serán aquellos que posean resistencias parecidas en sollicitaciones diferentes. Desde este punto de vista, que pudieramos llamar de la uniformidad para resistir, sería el acero uno de los materiales más perfectos. Las albañilerías, cuya resistencia a la tracción, a la adherencia o a la torsión son bien pequeñas, constituirían materiales mediocres. Sus condiciones se mejoran notablemente con refuerzos de metal bien dispuestos; pero esos elementos extraños encarecen las obras y nunca las haran perfectas, por más que se recurra al empleo de piedras o ladrillos de formas intrincadas especiales.

Si en las fábricas descritas se hubieran empleado mezclas de cemento en vez de las de cal habrían sido, naturalmente, de mucho menor importancia los perjuicios anotados, ya que el buen comportamiento de las albañilerías depende muy espe-

cialmente de la calidad del mortero. Sin embargo, las observaciones formuladas sobre este sistema constructivo subsisten en todas sus partes.

La manera de comportarse de las obras de concreto del Cementerio de Copiapó—aunque esas obras son de muy mala calidad—ha sido altamente más satisfactorio que la de las albañilerías. La fotografía número 45 representa los nichos situados al lado sur de la puerta principal. Las partes que más sufrieron fueron las de los extremos. Los nichos de la porción central no resultaron dañados, a causa de que se afirmaron unos en otros.

El concreto sin fierro, dista también de poseer homogeneidad en su resistencia; pero se acerca a ella más que las albañilerías.



N.º 89. Huasco.—Arranque del muelle del ferrocarril.

El estanque del agua potable de Val'endar, de concreto con buena dosis de cemento, soportó muy bien el terremoto en toda la parte que tiene enterrada, no obstante estar ubicado en un suelo de acarreo de la caja del río Huasco. Es rectangular, con paredes de sección abajo trapeoidal y rectangular arriba, y talud interior vertical. La cubierta, formada de bovedillas entre vigas de fierro, tiene, fuera del apoyo del contorno, varios pilares interiores. Las rasgaduras de esta construcción se presentan de preferencia a lo largo de la línea de los dinteles de las ventanillas que posee la parte de sección rectangular de los muros, a poca altura del suelo. El diferente comportamiento de las dos partes del estanque, la enterrada y la descubierta, se debe, sin duda, a que en las oscilaciones horizontales la primera se ha movido sincrónicamente con el terreno que le ha servido en todo momento de apoyo, en tanto que la segunda no.

Finalmente, llego a las únicas obras de concreto armado que visité en las ciudades mediterráneas de Atacama: el estanque del agua potable de Copiapó y un sepulcro del Cementerio de ese pueblo.

Se compone el primero, de dos compartimentos circulares tangentes en algunas generatrices, con 5 m. de altura de agua y cubierta de losas con nervios apoyados sobre pilares. El fondo o "radier" se encuentra al nivel del suelo y talvez fundado sobre roca. No presenta este estanque la menor grieta, como era de suponerlo dado el material de que está construido, poseedor de buenas propiedades resistentes contra distintas clases de sollicitaciones.

La fotografía número 43 presenta al centro el sepulcro de hormigón armado; el que sigue, es de tabiques de cañas. A la izquierda y en el fondo de la fotografía, número 42 se distinguen estos mismos dos sepulcros entre las ruinas de los de mampostería.

Efectos indirectos de los terremotos son los incendios y las pérdidas de vidas que originan. Dije ya que en Copiapó no hubo incendios. Tampoco los hubo en Freirina ni en Huasco Bajo. En Vallenar se produjeron dos y un amago, provoca dos por lámparas de petróleo, que fueron pronto sofocados.

Los muertos en los distritos urbanos se detallan así:

Copiapó	con	9.834	habitantes.....	70	...0,71°/o
Vallenar	"	6.348	"	333	...5,25°/o
Freirina	"	1.403	"	14	...2,00°/o
Huasco Bajo	"	menos de 600	"	12	mas de 2,00°/o

IV.—ACCION DESTRUCTORA DEL MAREMOTO

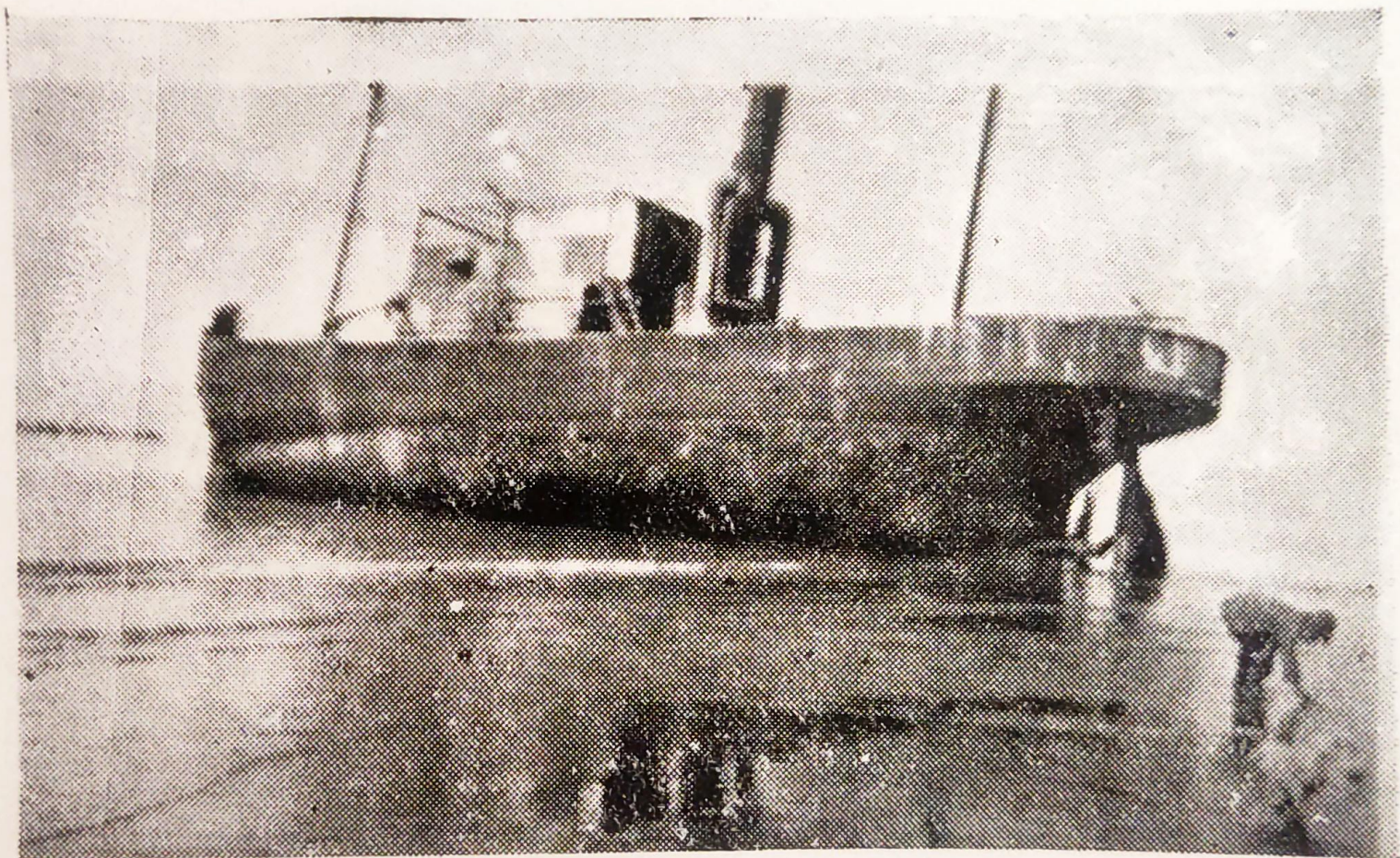
Se ha dicho al comenzar esta Memoria, que las salidas y recogidas del mar se efectuaron sin violencia. Aparte de las pruebas ya anotadas, pueden citarse sobre el particular, numerosos casos de obras de escasísima consistencia, situadas muy cerca de la playa o en la playa misma, y que no ofrecen ninguna manifestación de haber sufrido daños por las aguas. Un ejemplo de ello se tiene en el malecón existente en Coquimbo, desde la Estación de los Ferrocarriles hacia el norte, hecho de piedras en seco. La fotografía número 46 se refiere a la casa del señor Juan Vechiola, de Chañaral, fundada sobre cimientos también de piedras sin aglutinante. El agua subió allí hasta el tablero del muellecito más alto sin producir perjuicios en esa base tan disgregable.



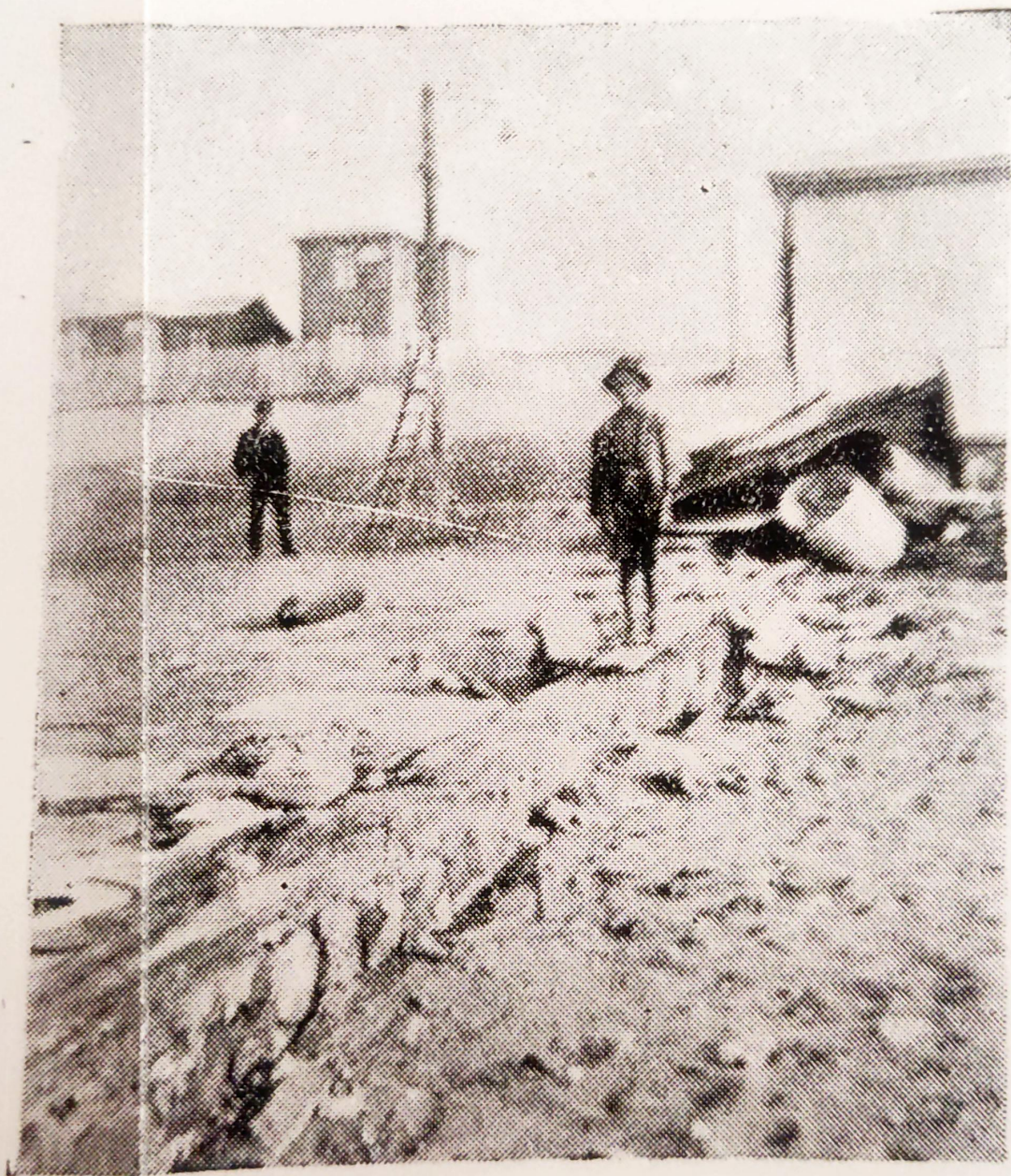
N.º 105. Freirina.—Calle Prat tomada hacia el
oriente.



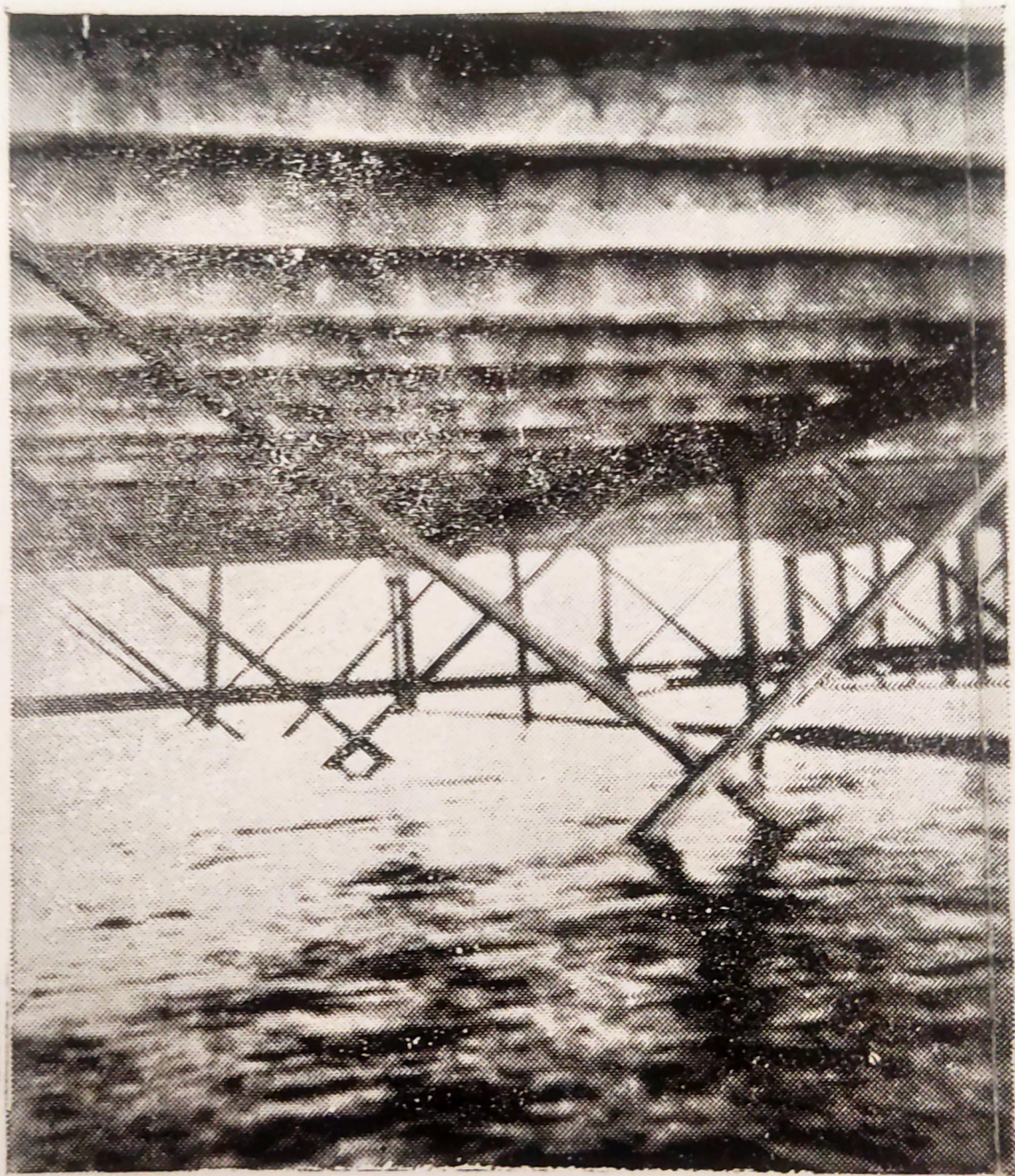
N.º 64. Caldera.—Galpón del equipo del ferrocarril.



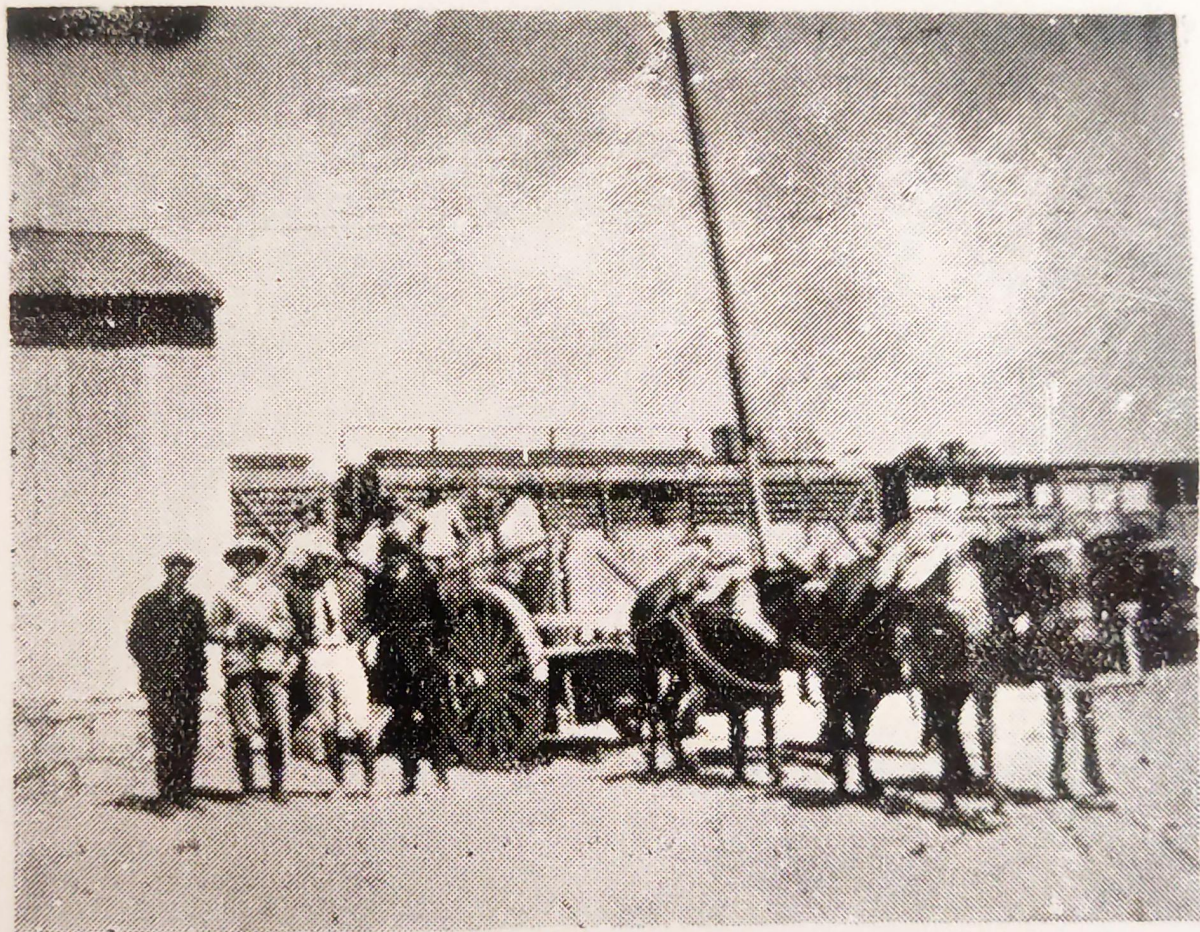
N.º 100. Coquimbo.—El vapor Coquimbo varado en la población Victoria.



N.º 57. Caldera.—Cimientos en que descansaba el N.º 8 edificio del Resguardo.



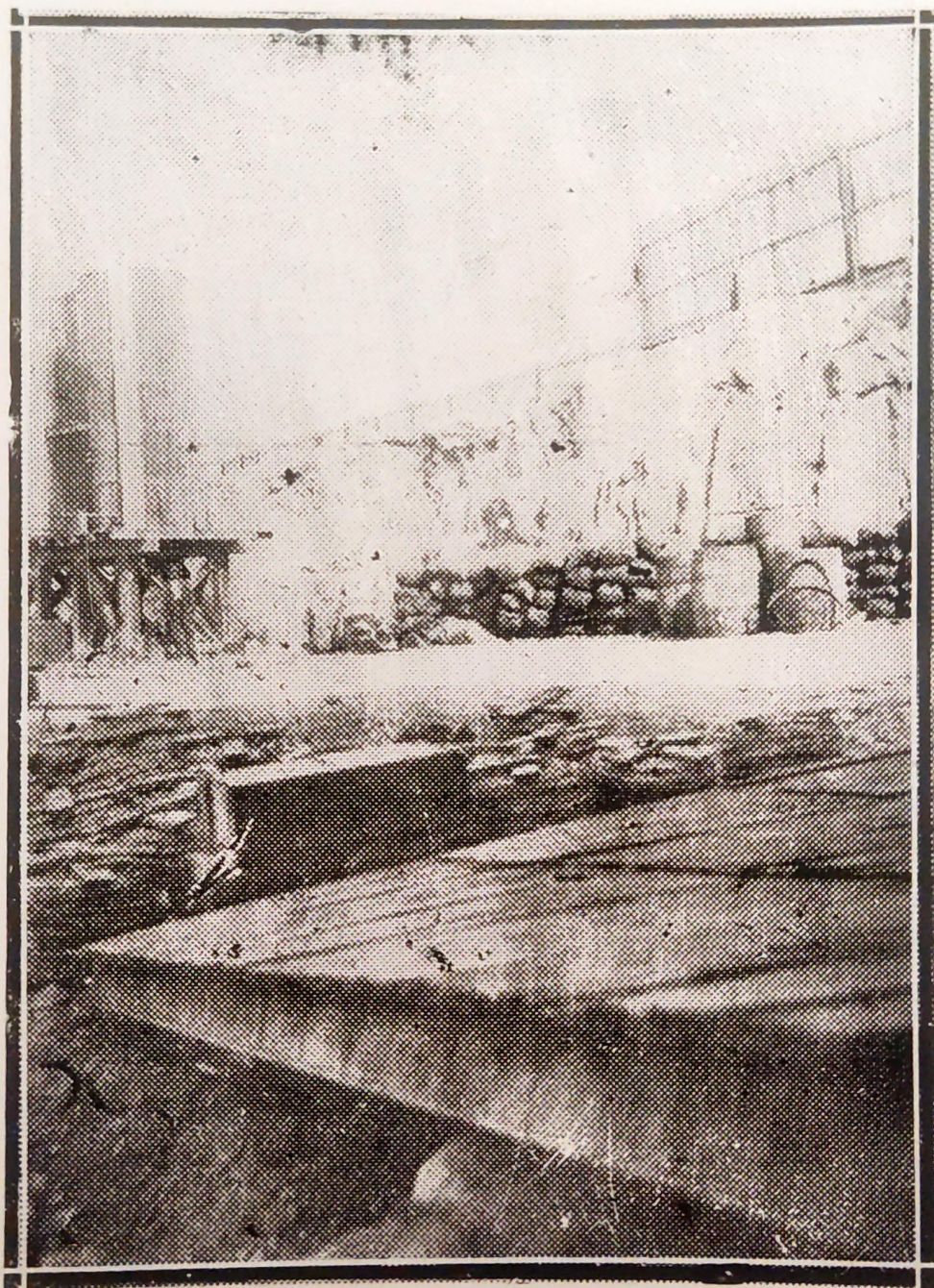
N.º 86. Caldera.—Muelle de pasajeros visto por debajo.



N.º 104. Estación de Chimbero en el desierto de Atacama



N.º 102. **Huasco.**—Crucero norte americano "Cleveland" fondeando con socorros para los damnificados de la región.



N.º 103. **Caldera.**—La raya que aparece en la roca acompañada de una leyenda señala la cota máxima a que llegó el mar en las salidas del 10 al 11 de Noviembre de 1922. La vista representa parte de la estación del ferrocarril a Copiapó.

La conmoción del terremoto ha sido mucho menor en la costa, debido a la firmeza del suelo. Podría citar varios casos de construcciones similares a las destruidas en Vallenar y Copiapó que en Coquimbo, Huasco o Chañaral han sufrido poco. Baste señalar, por ahora, el ejemplo de la fotografía número 47, de las chimeneas en mal estado de una antigua fundición de cobre de Huasco, abandonada desde hace años.

La enorme destrucción que presentan los barrios invadidos por el mar en Chañaral y Coquimbo y los perjuicios de Huasco y Caldera se han debido a la tendencia de las construcciones de madera a flotar, a los choques de unas contra otras mientras se movían sobre el agua o a las presiones que se han ejercido sobre las pa-



N.º 90. Chañaral.—Grieta del malecón vista desde tierra.

redes por diferencias de nivel entre el líquido exterior y el que penetraba o ya había entrado al interior.

He nombrado los cuatro puertos que más daño sufrieron por el maremoto, en el orden de la importancia de las pérdidas experimentadas. La ciudad de Chañaral, vió desaparecer los sectores más valiosos de su planta que fueron reducidos a un hacinamiento de escombros y con ellos, perdió todas las existencias de su comercio. Véanse las fotografías número 48, 49, 50, 51, 52 y 53.

La fotografía número 54, muestra los detrozos ocasionados por el mar en el edificio de la Aduana y constituye, además, una prueba de la moderada violencia del terremoto en la costa por la buena forma en que han subsistido las altas chimeneas de ladrillo de la antigua fundición Edwards. Los deterioros que ofrece en su talud el revestimiento de piedra del malecón, se debieron a una braveza de mar del año 1920.

En su inmensa mayoría, las casas de Chañaral eran de madera. La causa primera de su destrucción ha sido la desigual disposición para flotar de sus distintas partes. Cuando los pisos eran resistentes y las bases se desligaban uniforme y totalmente de los cimientos, los edificios quedaban en condiciones de navegar.

En la fotografía número 55, se puede apreciar el cambio de lugar efectuado por la casa del Resguardo de Caldera, sin mostrar daños que merezcan mencionarse. Es la que figura a la derecha y que antes estaba junto a la otra casa de la fotografía, con su mayor longitud en dirección perpendicular a la playa. La vista número 57, tomada desde el arranque del muelle de pasajeros, presenta otro costado del Resguardo en su nuevo sitio, obstruyendo el acceso al embarcadero. Los cimientos han quedado intactos, como se ve en la fotografía número 57.

La casita del resguardo de Coquimbo, que aparece en primer término a la derecha de la fotografía 58, en los prados de la plazuela, se hallaba antes próxima al malecón. Sin embargo, generalmente estas construcciones de madera sometidas a flotación, se abrieron y se destrozaron, como ocurrió con el edificio de la Aduana de Caldera. Véanse las fotografías números 59, 60, 61 y 62. Dicho edificio se dividió en mitades: la una giró 90° y se mantuvo en pie; pero la otra, al chocar contra la bodega del equipo de la Estación, se derrumbó. La bodega, edificio de tabiques de caña, sufrió por otra parte, la ruptura de varios pies derechos, como lo indican las fotografías números 63 y 64, por efecto, según parece, del choque de los numerosos carros, que deprendidos de sus "bogies" navegaron, enganchados, desde el muelle del ferrocarril hasta la playa de los baños. Véanse las fotografías números 65, 66, 67 y 68 y el planito de la bahía.

En Chañaral, los choques de las casas movidas por el agua, que, como en Coquimbo, han constituido la segunda causa de destrucción, han tenido más desastrosas consecuencias, por la constante agitación del mar en ese puerto. La fotografía número 69, tomada desde una galería del que fué Hotel Inglés, da una idea de lo dicho, y demuestra, además, la confianza con que se edificaba en la propia orilla del agua, sin protección efectiva alguna contra la marejada de los días de temporal. En la fuerza viva de los choques ha influido muy preponderantemente la masa de los cuerpos flotantes, pues la velocidad ha debido ser pequeña.

El tercero de los motivos destructores durante las inundaciones del maremoto lo hallamos en los desniveles de agua que se producían entre el interior y el exterior de los edificios. En construcciones bien unidas, el agua se introducía muy lentamente al interior, de modo que la mayor altura del líquido exterior, producía presiones importantes en los muros. Inversamente, durante los reflujos, el agua de fuera

se retiraba con relativa celeridad y la interior tardaba en escurrirse, originando presiones en sentido opuesto a las precedentes y mucho más peligrosas, por cuanto las construcciones ordinariamente carecían de elementos para soportar empujes horizontales dirigidos de adentro hacia afuera, en tanto que en el otro caso, los muros encontraban apoyo entre sí.

De este modo, resultan fácilmente explicables algunos hechos curiosos que mucha gente no atinaba a comprender. Por ejemplo, en una misma casa, hubo piezas contiguas que presentaban la una sus muebles y demás enseres en el desorden y destrucción más completos, y la otra, todo intacto y en su sitio. Examinando la construcción, luego se descubría que en la primera pieza, el agua tuvo dificultad para en-



N.º 87. Huasco.—Muelle de pasajeros.

trar al principio y que lo hizo violentamente cuando la presión abrió una puerta o rompió los vidrios de una ventana. Pero la causa más común del derrumbamiento de los edificios mejor ejecutados, fué la ruptura de los muros hacia el exterior por efecto de la carga de agua que al retirarse el mar tardaba en vaciarse. Las casas de tabiques de madera o de planchas de fierro galvanizado, se abrieron como lo indica el croquis adjunto.

Tal parece haber sido la acción del agua en las bodegas de la Coquimbo Agencies Company a que se refieren las fotografías números 70, 71 y 72.

En Chañaral, la destrucción del edificio de la tienda "La Mina de Oro" de los Srs. Rubio Hermanos, en que los muros se abatieron hacia la calle girando sobre los cimientos, como si estos hubieran sido una charnela, es otro ejemplo de lo que

vengo explicando. Decíase de esta construcción que era de concreto armado y como resultó deshecha por el maremoto, se emitieron en la localidad juicios pesimistas del sistema. Puntualizando las cosas, se ve que la causa de su destrucción residido en un mal procedimiento constructivo y que esa obra no ha podido llamarse de concreto armado. En efecto, se componía de un débil esqueleto de fierro, formado de pies derechos de dos rieles de 10 kgs. por metro, con un relleno de mal concreto sin arena de 0,25 m. de espesor. Los paños entre los pies derechos cuando eran llenos poseían dos tirantes cruzados de fierro, cuadrado de 25 mm. El resto de la armazón, lo constituían otras barras de fierro, escuadras y planchuelas de unión de escasa resistencia, mal elegidas y peor colocadas. El concreto, sumamente poroso, tenía una dosis de cemento solo admisible en cubos de relleno, y casi no existía trabazón de las paredes entre sí y con el techo. Demás parece decir que no había la menor adherencia entre el fierro y el concreto. Exteriormente, las paredes llevaban una malla de metal desplegado delgado, para estuco, con un revoque de mortero.

La bodega de Torres y Cía., de Huasco, sufrió perjuicios por análogos motivos. Véase la fotografía número 73. Esta construcción era de adobes con cimientos de bolón y mezcla de cal y cemento en tres costados. Los cimientos del lado poniente, eran de piedras unidas con barro. Cedieron los muros norte y oriente, que eran también los más altos.

Citaré los destrozos del edificio abandonado de las carboneras de la Armada, de Caldera, como un último ejemplo de la acción destructora del mar por diferencia de nivel. Aquí los deterioros se han producido con los primeros ascensos del agua, pues los materiales caídos fueron lanzados hacia adentro y las paredes se hallan deprimidas en igual sentido.

La construcción es de madera; los cimientos, de bloques de escorias de cobre unidos con mortero de cemento y un núcleo interior de concreto. Las soleras de la base, tenían cada cierta distancia, tirantes de fierro para contrarrestar los empujes del carbon. Carecía, pues, este edificio de resistencia contra presiones exteriores. De paso, me referiré a dos defectos capitales de los cimientos de las carboneras: su falta de penetración en el suelo y la escasa ligazón entre el concreto central y los revestimientos laterales de bloques. Estos se han separado fácilmente en toda la elevación del muro.

Coquimbo perdió en el maremoto todo el sector de la población Victoria y experimentó perjuicios de importancia en la Estación de los Ferrocarriles y en las bodegas comerciales próximas a la playa. La edificación, modesta y mala, del barrio

obrero que se acaba de nombrar era de madera y tabiques de las distintas clases descritas en esta memoria. Las causas de su destrucción, son también las mismas indicadas anteriormente.

Las fotografías números 74 a 81 y las 82 y 83, dan ideas de los destrozos en la población Victoria y en la estación.

En el puerto de Huasco, los principales edificios dañados, han sido, la Aduana, la antigua estación del ferrocarril, hoy bodega, la antigua maestranza y las bodegas de Torres y Cía. y de Crayg y Cía. Se nos informó en Huasco, que en Carrizal Bajo, el maremoto había ocasionado enormes estragos; habrían sido destrozados el muelle, la maestranza y el material rodante del ferrocarril, y las grandes instalaciones



N.º 73. Huasco.—Lado oriente de la bodega Torres y Cía.

de la Sociedad de Minas y Fundiciones de Carrizal, habrían resultado seriamente perjudicadas.

El movimiento del agua en sus avances y retrocesos produjo ciertos arrastres, de algún efecto sólo en terreno muy suelto de arena, como sucedió en la vía férrea de Huasco y en el ramal de Caldera a la Smelting Copper Co. Véase la fotografía número 84.

Fuera de los edificios, la mayor parte de los muelles de Chañaral, Huasco y Coquimbo, han resultado dañados por el maremoto, debido a alguno de los dos primeros motivos que he señalado, o bien a los dos combinados.

El muelle del ferrocarril de Caldera, especie de espigón con núcleo de arena,

presenta daños despreciables, como lo indica la fotografía número 85. El muelle de pasajeros del mismo puerto y el de Huasco, fotografías números 86 y 87, a pesar de su mal estado y haber quedado inmergidos totalmente en el agua, nada sufrieron.

El muelle del ferrocarril de Huasco, fotografías números 88 y 89 se hundió en su parte central y a consecuencia de ello se deformó hasta el arranque.

Los muellecitos chicos, de carga, mal contruidos, impropriadamente llamados "chazas", nombre que corresponde a pequeños espigones rreellenos con piedra, del puerto de Huasco, experimentaron muy serios perjuicios. Figuran entre ellos, los de Grayg y Cía., de Wiegand y Cía. y de Torres y Cía. Parece que los estragos se debieron a los choques de mercaderías, carros de ferrocarril y otros cuerpos flotantes.

El malecón de Chañaral, que ha sido dañado por algunas bravezas de mar en especial por la de 1920 que le ocasionó la grieta de la fotografía número 90, no sufrió con el maremoto. Tampoco pude anotar en el muelle de la antigua fundición Edwards de ese puerto, nuevos destrozos, fuera de los muy graves producidos en 1920.

Las fotografías números 91, 92 y 93. referentes al muelle de pasajeros de Coquimbo, al muellecito fiscal en posesión de Mac-Auliffe y a la explanada en construcción de los ferrocarriles, muestran otros perjuicios y efectos del maremoto en ese puerto.

El malecón de concreto armado, ejecutado hace poco por la Inspección General de Hidráulica, fotografías números 91 y 94, presenta daños sin importancia en las secciones de su adoquinado de madera, correspondientes a las juntas de dilatación. El aire que en el ascenso del agua quedó encerrado entre los nervios del piso, se puso en presión e hizo saltar las cubrejuntas de fierro galvanizado con los adoquines pertenecientes a cada una. Preparado así el camino, fué muy fácil el desprendimiento de los adoquines adyacentes, por flotación. Las fotografías números 95 a 104 constribuyen a ilustrar algunos puntos tratados en este informe u otros relacionados con mi comisión.

V.—CONSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS RECOMENDABLES SEGUN NUESTRAS INVESTIGACIONES

La detallada exposición que se ha hecho de los principales defectos constructivos a que atribuyo los destrozos producidos por el terremoto del 10 de Noviembre y de las causas de destrucción provenientes de las alteraciones del mar me permii-

te ser breve en este capítulo. Trataré primero de los efectos del terremoto y en seguida de los del maremoto.

En las regiones expuestas a fenómenos sísmicos debieran emplearse sólo materiales adecuados de primera calidad y bien determinados procedimientos de construcción, para estar a cubierto de consecuencias molestas. Desgraciadamente, en la práctica raras veces puede alcanzarse este ideal. Las dificultades económicas, la carencia de los materiales apropiados, la falta de contratistas y operarios competentes para su buen empleo, la costumbre, son otros tantos motivos que se oponen a su realización. No puede negarse la influencia de estos factores; influencia que no consiguen anular ni las dolorosas pruebas de la catástrofes más recientes, pues la ne-



N.º 97. Huasco.—Lancha trasladada por el maremoto a más de 1000 mts. de la playa

cesidad en los individuos de tener habitaciones en qué vivir es impostergable, mientras que los inconvenientes para construir en la forma debida, generalmente se eliminan con lentitud.

También la clase de suelo tiene una influencia considerable en el efecto de los temblores sobre las construcciones. Siempre que se pueda, debe edificarse sobre un terreno firme; pero en la práctica, las más de las veces el sitio en que deben erigirse las obras queda fijado por otras consideraciones y hay que aceptarlo, a sabiendas de que el suelo es malo. Deben, sí, tomarse con él las precauciones del caso.

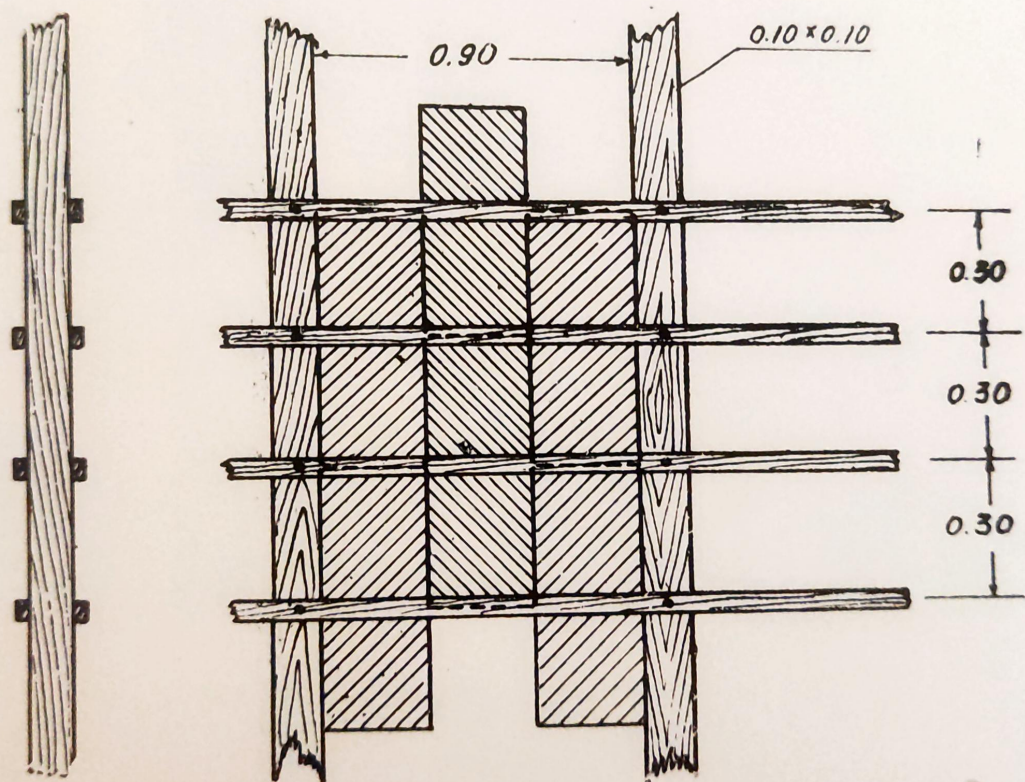
Teniendo en cuenta las ideas precedentes, desarrollaré las conclusiones a que he llegado principiando por los edificios particulares para terminar con las obras municipales y públicas. No señalaré los pormenores que deben ser comunes a toda buena construcción por muy sabidos y por que enunciarlos me apartaría del motivo de esta Memoria.

1.º.—Mientras no se legisle en nuestro país sobre la edificación urbana y no se establezcan, por medio de Reglamentos apropiados a cada región, los requisitos con que deben cumplir las obras para permitir su ejecución, será ilusorio pensar en que se mejoren los procedimientos constructivos hoy en práctica. Es, pues, cuestión previa la adopción de esas medidas. La reglamentación debe abarcar todo lo que se refiera a la ejecución de obras nuevas y de reparación: aprobación de los proyectos, especificaciones especiales, vigilancia de los trabajos, prueba de las construcciones y su recepción. Felizmente el Gobierno ha reconocido la grande importancia del problema de nuestra edificación urbana y ha enviado hace poco al Congreso un proyecto de ley sobre la materia. No debe continuarse por más tiempo en la práctica de permitir edificar a quien sólo disponga de buena voluntad.

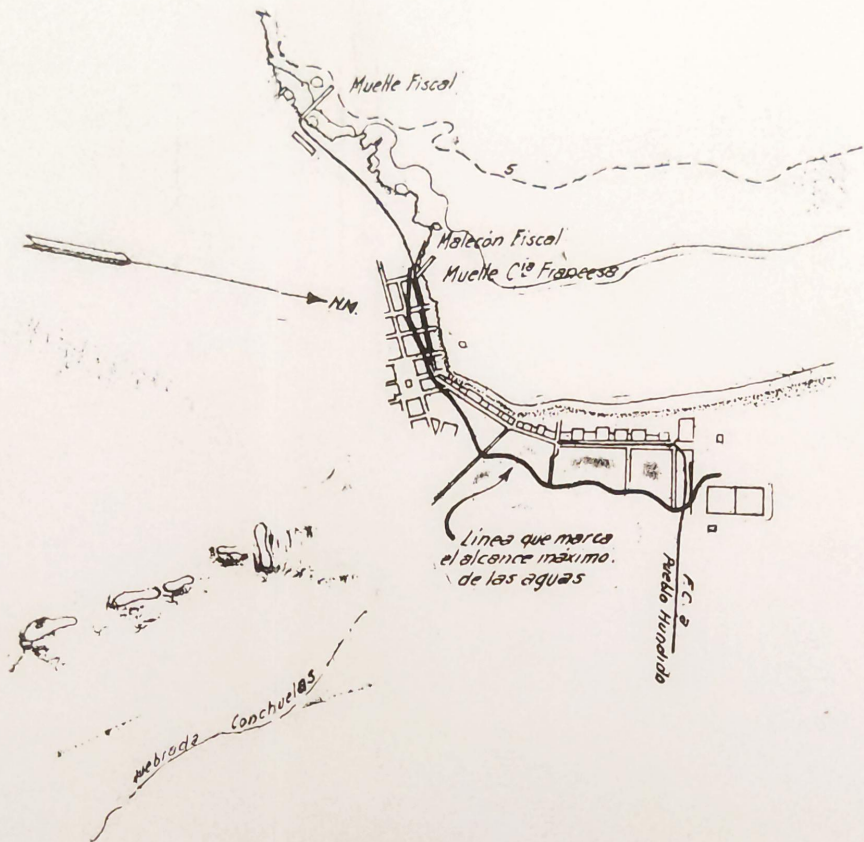
2.º.—En la edificación de zonas expuestas a temblores, debe proibirse el uso de adobones o tapiales. Aun cuando la arcilla de que se dispusiera fuera de buena calidad, su empleo requeriría una preparación y una vigilancia imposibles de conseguir en la mayoría de los casos. Por otra parte, los refuerzos de madera que exigirían las obras para hacerse admisibles las harían prohibitivas.

3.º.—Las construcciones de adobes, convenientemente reforzadas, pueden permitirse en las provincias del norte; pero sometidas a estrictas condiciones en cada uno de sus detalles. Se deben estudiar con especial cuidado los siguientes puntos: disposición en planta de los cimientos, profundidad, espesor y clase de material que convenga, según sea el suelo de fundación; calidad de los adobes; llaves y otros elementos de refuerzo; espesores, espaciamiento y ensambles de las vigas y demás piezas de madera; distribución de los tabiques divisorios, de las puertas y ventanas; disposición de la techumbre, descanso y amarra de ella con los muros. Podrán tener estos edificios un segundo piso que siempre será liviano, de tabiques, bien contraventado y bien unido al primero. A falta de procedimientos más directos y comprobados para juzgar de la resistencia contra los temblores, deberán verificarse las construcciones a la acción de un viento por lo menos de 150 Ks por m², obrando en cualquiera dirección. Si se funda sobre roca, las condiciones exigidas pueden hacerse menos rigurosas y aún simplificarse mucho los refuerzos.

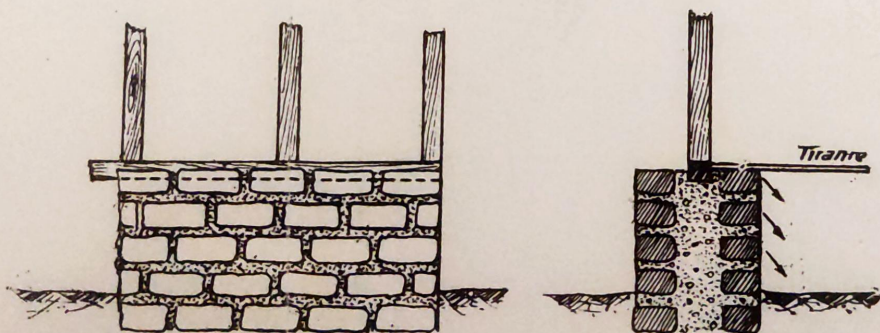
3.º.—Los edificios de tabiques con adobes de canto reunen, en principio, des-



N.º 3. Tabique de adobes de canto con listones.

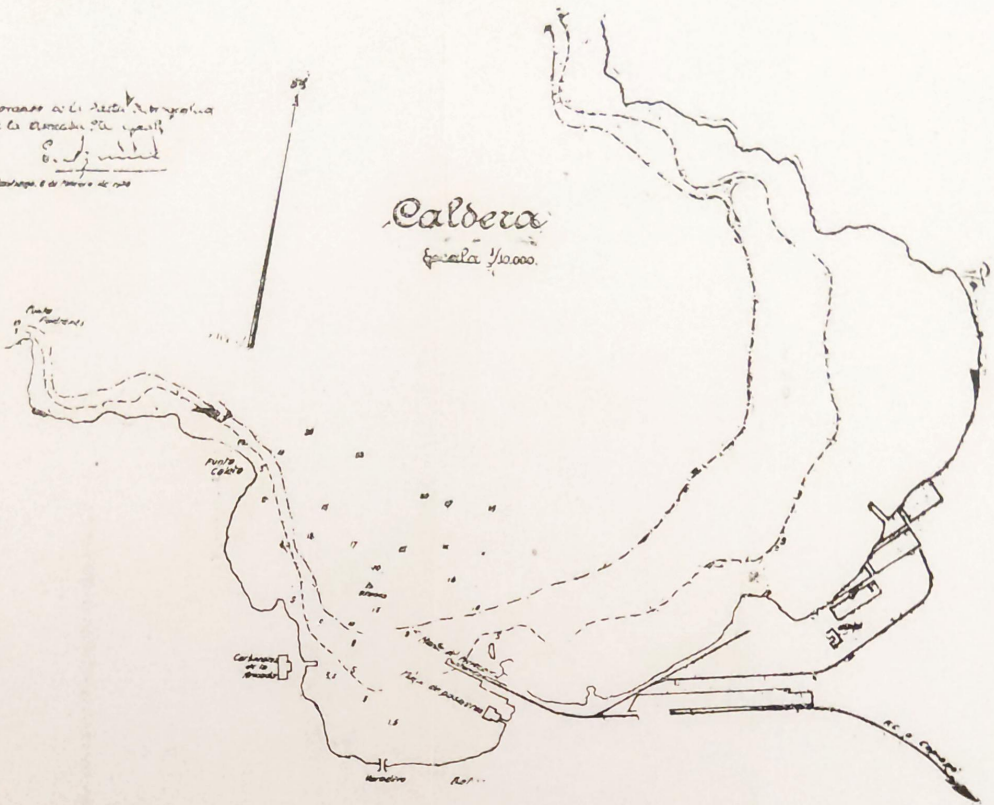


N.º 4

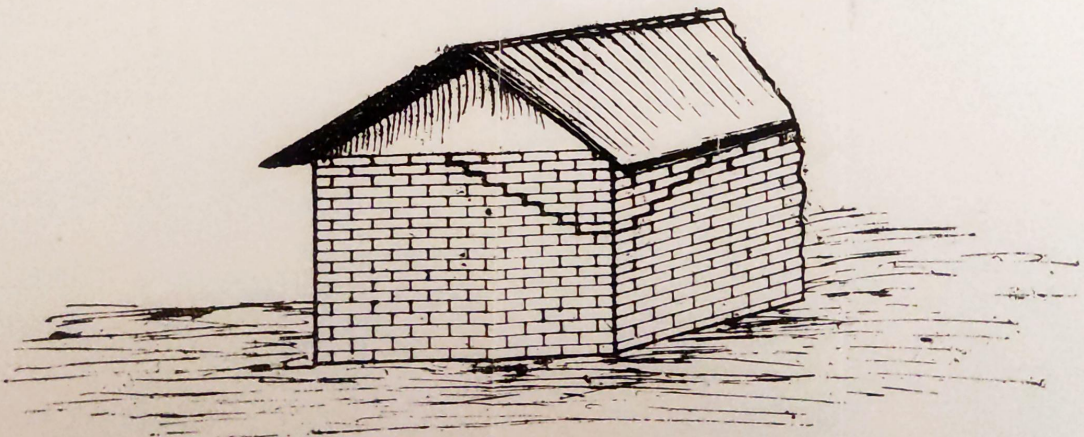


N.º 4. Cimientos destruidos por empuje del agua hacia adentro.

Donado a la Real Academia de Ciencias Exactas y Físicas
de la Universidad de Madrid
D. J. J. J.
Catedrático de Matemática de 1848



N.º 3



N.º 1. Efecto de empujes diagonales en una casa.

Comando de la Carta Hidrográfica
de la Marina Inglesa.

J. J. ...
Santiago, 8 de Febrero de 1928.

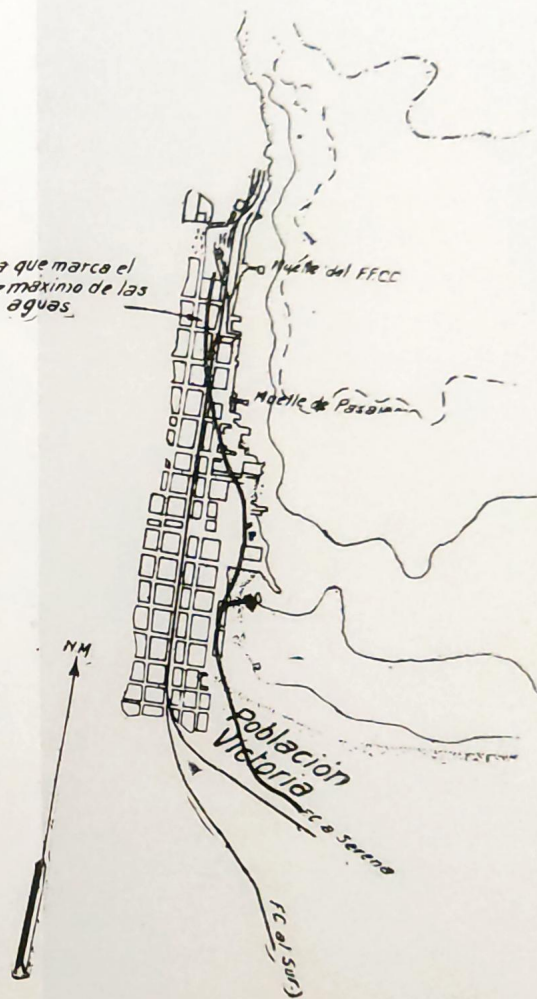
Huasco.

Escala 1/18 200.



N.º 2

Linea que marca el
alcance máximo de las
aguas



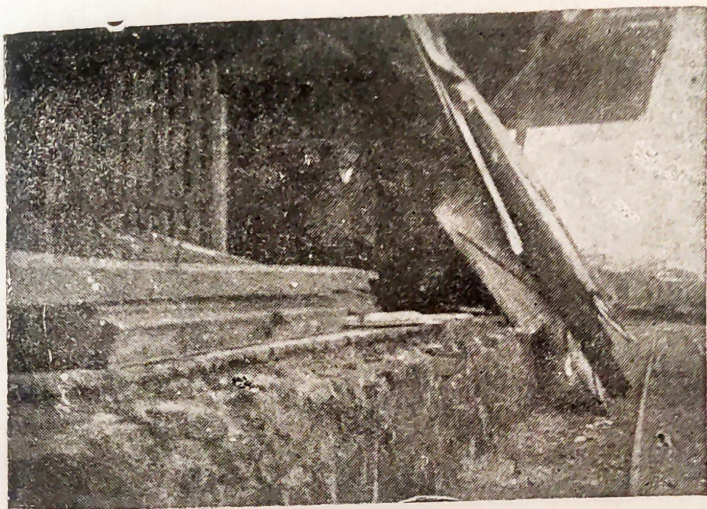
N.º 1. Coquimbo.



N.º 2. Casa abierta por presión interior del agua.

de nuestro punto de vista, mejores condiciones que los de adobes. Deben cuidarse también los detalles, como se expresa en el párrafo anterior, y efectuar las verificaciones al viento que son generales para toda clase de obras expuestas a temblores. Deben preferirse para los adobes, los soportes de listones a los de alambre, dispuestos como lo indica el croquis.

A fin de que el revestimiento de barro se sujete en los elementos de madera debe darse a estos una sección especial o bien colocarles clavitos a media penetración. En vez del relleno de adobes es muy preferible el de bloques de escorias con la dosis de aglutinante indispensable para darles la forma. Pueden estos edificios tener dos pisos.



N.º 99. Huasco.—Frente hacia el mar de la antigua estación del ferrocarril, hoy bodega.

4.º.—Como habitación más modesta en regiones sometidas a terremotos puede recomendarse la de tabiques propiamente tales. De las tres variedades de este sistema descritas, a saber, de listones, de listones y ramas, y de cañas, será preferible la que en esta enumeración ocupe un lugar posterior. Estas construcciones pueden ser también de dos pisos. Conviene evitar que en caso de incendio los huecos de los tabiques produzcan tiraje, a modo de chimenea, obstruyéndolos cada cierta distancia con piezas de madera, con escorias, barro, etc. Los listones deben permitir que el barro adhiera en buena forma.

5.º.—Las casas enteramente de madera o con revestimiento exterior de fierro galvanizado son edificios esencialmente antisísmicos; pero hay necesidad de adoptar con ellos precauciones especiales contra los incendios. Más caros que los del

número anterior, pueden destinarse a viviendas privadas, rodeándolos de jardines e impregnando las maderas de sustancias que las hagan difícilmente inflamables. El espacio hueco de las paredes puede rellearse con escorias para evitar la propagación del sonido y la existencia de ratas.

6.º.—La habitación económica, higiénica, liviana, elástica, elegante y menos combustible que la anterior es la de esqueleto de madera y doble revestimiento de metal desplegado con revoques de mortero de cemento por fuera y de yeso interiormente. Para asegurar la buena conservación y adherencia del estuco, conviene colocar listones atiesadores de la malla y clavitos salientes en los pies derechos, diagonales y travesaños. El yeso no adhiere a las maderas y si son débiles las hace doblarse; al fierro, lo oxida superficialmente, motivo por el cual no debe el revoque ser muy delgado, pues de lo contrario aparecen a la superficie las manchas desagradables de óxido.

7.º.—Los edificios ordinarios de fábrica no deben permitirse en las ciudades de Atacama y Coquimbo, sino cuando se funden en roca o en un terreno muy firme. En los demás casos, deben disponer de un sólido esqueleto de concreto armado o de fierro, de modo que la albañilería sirva sólo de relleno de los vanos entre pies derechos, vigas y diagonales. Para esto se preferirán los ladrillos huecos que son más livianos y resistentes.

8.º.—Las construcciones definitivas, de larga duración, en la región que nos ocupa, son las de concreto armado y las de fierro con relleno de concreto. Para que las últimas sean más livianas pueden emplearse concretos de escorias o de ladrillos.

Si se lograra desterrar la habitación de adobes, pobre, antihigiénica e insegura, hoy tan usada, se daría un gran paso de adelanto en nuestros sistemas de edificación urbana.

Parece excusado insistir en la calidad de los materiales que deben emplearse en las construcciones descritas, en la dosis de los morteros y concretos, respecto de la ejecución de los trabajos, etc. etc. Todo ha de ser de lo mejor de que pueda disponerse en relación con la naturaleza de la obra que se ejecuta. Además, es indispensable que tales edificios posean buenas fundaciones; que sean bien trabados en todos sentidos; que las partes altas sean livianas, en especial el techo; que dentro de lo posible, cuenten con cierta elasticidad.

Para la reconstrucción según los nuevos sistemas se presentarán las dificultades que hemos enumerado; pero con una reglamentación inteligente, con la ayuda del Estado, y gracias a la labor persuasiva de los técnicos y a la experiencia de las

primeras obras, los métodos racionales se abrirán camino. Dentro de plazos no exagerados, los edificios antisísmicos resultarán más económicos que los antiguos por las menores reparaciones que exigirán.

Las construcciones insinuadas tienen, además, ventajas indirectas. Con el empleo en grande escala de la madera se abrirían mercados antes conocidos a los aserraderos del sur. La industria del yeso, podría desarrollarse en Atacama, en donde se dice que existen ricos yacimientos, protegida por el consumo que le asegurarían los nuevos métodos. El elemento trabajador se instruiría en procedimientos de edificación más perfeccionados; desaparecería la monotonía y pesadez de las ciudades damnificadas, pues podrían ejecutarse obras más bellas y atrevidas, etc. etc.



N.º 76. Coquimbo.—Población Victoria.

En Copiapó, Vallenar Freirina, Huasco Bajo, etc., aconsejaríamos, pues, los siguientes sistemas de casas:

- a) Para obreros, las de tabiques de listones, listones y ramas o cañas, revestidos de barro, como en el párrafo 4º.
- b) Para empleados, las de madera como en el número 5º o las de tabiques con revestimiento de mortero de cemento y yeso a que se refiere el número 6º.
- c) Para residencia de familias, las del párrafo anterior o algunos tipos econó-

micos de concreto armado solo, o bien, de concreto armado con relleno de albañilería de ladrillos o de concreto liviano de ladrillos chancados o de escorias;

d) Para establecimientos públicos, de beneficencia, municipales, bancarios, industriales, religiosos o de asociaciones particulares, los edificios de concreto armado o de esqueleto de fierro y relleno de concreto del número 8. También los de concreto armado con relleno de albañilería o de un hormigón liviano de los indicados en c.

Naturalmente que esta clasificación sólo tiene un valor de caracter general. En la práctica, según las circunstancias particulares, necesariamente deberá modificarse y lo más probable es que se adopten soluciones intermedias resultantes de la combinación de los distintos tipos.

En cuanto a las obras de ingeniería de Atacama, la conclusión que parece derivarse según lo que se me informó, ya que fueron muy pocas las que pudimos visitar, es que cuando las fundaciones han sido profundas, asentadas en un terreno de roca o en otro de gran solidez, y cuando han sido bien ejecutadas no han sufrido por el terremoto. Esta deducción se refiere especialmente a las albañilerías de piedras con buena mezcla de cemento y a las obras de concreto.

La experiencia del maremoto me ha sugerido las siguientes conclusiones:

1º) En las poblaciones expuestas a ser inundadas debe impedirse en absoluto toda tendencia a flotar de los edificios, anclándolos convenientemente a los cimientos cuando sean livianos. Con esto se eliminan dos causas de destrucción: la proveniente de la flotación parcial y la de los choques de las casas entre sí.

2º) Los muros deben ser capaces de soportar las presiones de fuera hacia dentro y las inversas correspondientes a la carga o desnivel de agua que pueda producirse en casos de inundación.

En ciertas construcciones, como en bodegas, talleres, establecimientos industriales, etc. la solución contra el peligro enunciado consistirá en dar libre acceso al agua por todas partes y evitar así que se formen desniveles. Otras veces convenirá ejecutar los cimientos hasta la altura máxima de las inundaciones, haciéndolos ya sea estancos, en cuyo caso deben ser más resistentes, o con vanos para la entrada del agua.

Pero si por algún motivo obligado, de los que no escasean en la práctica, se edifica una casa de residencia expuesta a ser inundada, deben los muros ser verificados como se ha dicho. No es fácil predecir cual será la carga que en un caso dado vaya a producirse, ya que dependerá de que la habitación sea o no bien unida, de la resistencia y ajuste de las puertas y ventanas, etc. Sería una exageración

suponer que nunca entrará agua al interior, pues no serán muchas las puertas que soporten sin abrirse una carga mayor de 1,50 m., y además, los vidrios de las ventanas con menos de 0.80 m. se rompen si antes no lo han sido por los cuerpos flotantes. El valor máximo de 1,50 m. a 2 m. parecería, pues, justificarse. Como la introducción del agua en las piezas resultará siempre inevitable, es mejor permitir que entre con poca carga, pues de este modo se reducirán los perjuicios en los enseres domésticos; o sea, que no convendrán las puertas muy resistentes. Deben tomarse precauciones para que en el caso de las aguas las puertas no se cierren. Los



N.º 77. Coquimbo.—Población Victoria.

empujes de adentro hacia afuera en las construcciones corrientes, son los más peligrosos.

Las casas de los vecinos de Chañaral Dr. Scholberg y Sr. Vechiola, antes nombrados, no se pusieron a flote y el mar no las destruyó porque además dejaron entrar y salir el agua en todo momento. Tuvieron también la suerte de no recibir choques fuertes de cuerpos flotantes.

Todos los sistemas constructivos indicados como aplicables en el interior de Atacama, lo son con mayor razón y en el mismo orden en la costa. El revestimiento de barro de algunos tipos se desprende al sumergirse en el agua, como se vió al hablar de la bodega del equipo del ferrocarril de Caldera; pero esto no constituye un inconveniente muy grave en presencia de los demás estragos de una inundación.

VI.—PROBLEMAS DERIVADOS DE LA SITUACION CREADA POR LA CATASTROFE DEL
10 DE NOVIEMBRE

No me corresponde tratar de los problemas más graves que deben resolverse en el Norte a consecuencia del terremoto último y de las salidas de mar que le siguieron, cuales son la ayuda que debe prestarse a los damnificados y el plan financiero que suministre los fondos necesarios.

Las cámaras legislativas se han preocupado sostenidamente de estas materias y no tardará en dictarse la Ley que solucione tan delicadas cuestiones.

El Gobierno, por su parte, celoso en la atención de los problemas de la reconstrucción, confió su estudio a una Comisión de ingenieros y arquitectos que, después de realizar en el terreno las investigaciones del caso, ha propuesto la manera de efectuar las transformaciones de las ciudades en desgracia, de acuerdo con los principios que el estado de progreso del país reclama.

Poco tengo, pues, que decir bajo el rubro que encabeza este capítulo, y voy a referirme tan sólo a algunas dificultades de las ciudades del Norte que tienen relación con mi cometido.

Reedificación a Chañaral

Los datos que hemos dado del maremoto bastan para desechar algunas ideas insinuadas para defender a Chañaral de nuevas incursiones del mar, relativas a la ejecución de un gran malecón en el litoral de la ciudad. La longitud de la obra, su altura considerable para que fuese de utilidad en lo que se desea, el relleno para formar una explanada son factores que hacen pensar en sumas de dinero demasiado altas.

Los vecinos, amedrentados por la catástrofe y convencidos de que la solución radical más económica de evitar su repetición es la del cambio de lugar de los sectores destruidos, estuvieron de acuerdo en solicitar del Gobierno la fundación de un barrio nuevo en la quebrada de Conchuelas, situada detrás de la actual población y hacia el cerro. Un ingeniero fiscal trazó la planta de edificación en la zona elegida. La Empresa de los Ferrocarriles concibió también la idea de trasladar la Estación a ese sitio, con lo cual quedaría a cubierto de inundaciones y se prestaría, además, un positivo servicio a la ciudad, pues la estación se encuentra actualmente muy retirada del centro.

Sin embargo, desconfío de que se forme la población en la quebrada mencionada, por ser de acceso molesto y encontrarse alejada de los puntos que por su naturaleza deben constituir el centro comercial; pues no debe olvidarse que la zona arrasada de Chañaral ha sido la de los negocios.

El problema de la reconstrucción no reviste aquí los caracteres de una necesidad imperiosa e impostergable, como en otras ciudades, pues el número de viviendas desde los años en que se produjo el cierre de los establecimientos metalúrgicos, ha sido muy superior al que exige la población. Muchas casas han permanecido cedidas sin mayor obligación para el ocupante que la de su guarda. Por el mo-



N.º 78. Coquimbo.—Población Victoria.

mento, las familias damnificadas y algunos puestos de negocio se han repartido en la porción no perjudicada del pueblo.

Según mi parecer, las dificultades de Chañaral podrían resolverse así:

La faja comprendida entre el mar y las calles Freire, Merino Jarpa hasta Conchuelas y desde aquí una recta que llegue a Varela y se prolongue por esta calle al Oriente, no se permitiría edificar en ninguna forma, y se destinaría a depósitos de minerales, canchas de juego, etc. En la superficie que sigue hacia el cerro, partiéndose de la línea anterior y hasta la curva de nivel $+ 5$ m. podría construirse; pero adoptando medidas contra los efectos de una inundación y teniendo en cuenta el nivel a que puede alcanzar el agua en las calles. A los propietarios que quieran entregar sus sitios para los fines de la primera condición, se les pagaría a justa tasación de

peritos si no se produjera acuerdo entre las partes. Con tal solución, posiblemente no habría necesidad de fundar un nuevo barrio obrero.

Las casas de Chañaral son todas de madera, sistema muy bien elegido para la región. Podría mejorarse usando en los tabiques algún relleno de los indicados en este informe. Los demás tipos citados como de aplicación posible en el interior de Atacama, con mayor razón como se ha dicho lo son en la costa, teniendo presente, sin embargo, el inconveniente señalado para los edificios revestidos de barro en zonas que puede invadir el mar.

Reedificación de Copiapó

La preocupación constante de las autoridades de esta ciudad ha de ser la de velar porque se reedifique en forma adecuada a las desfavorables condiciones de su suelo para soportar temblores. Se ha dicho que la mayor dificultad para esto reside en la carencia de fondos con que contratar a un técnico que tome a su cargo el nuevo servicio. En el caso particular de Copiapó la objeción no es de mucha fuerza, pues allí residen, fuera del ingeniero de provincia, tres ingenieros de los Ferrocarriles, cualquiera de los cuales prestaría sus servicios a la ciudad en condiciones equitativas. El modo de conseguir los fondos destinados al personal de Inspectores, lo resolvería la Ley a que se ha hecho referencia en un capítulo anterior. El ancho de las calles, que es reducido, no ofrece inconvenientes graves mientras se construyan casas de un piso.

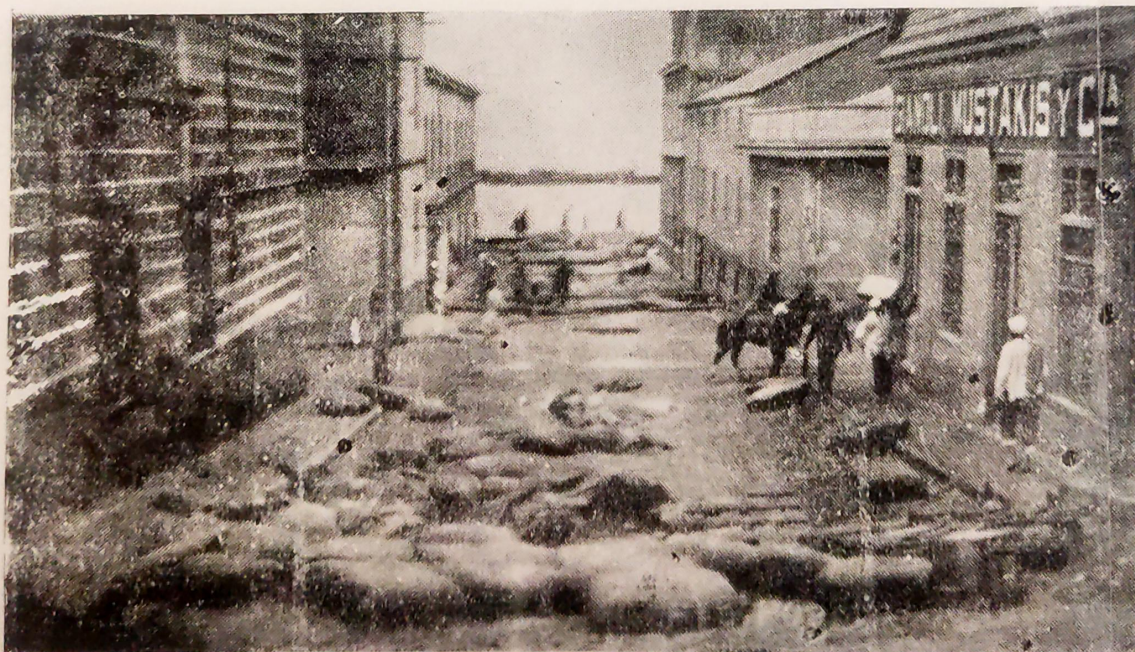
Reedificación de Vallenar

Esta es la ciudad que más ha sufrido por efecto del terremoto de Noviembre, pues su destrucción ha sido casi completa. Quedan, naturalmente, no pocas construcciones en pie, habitables; pero necesitan muy importantes reparaciones para quedar en condiciones de mediana seguridad.

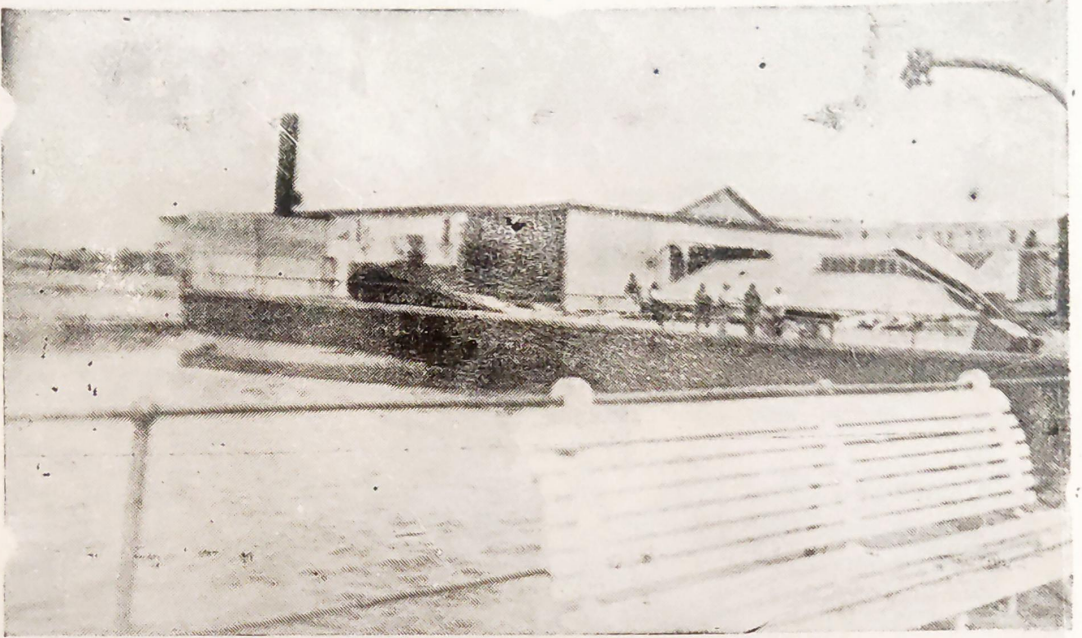
Con muy buen sentido, la mayoría de los habitantes ha deseado aprovechar las circunstancias únicas de este desastre para hacer salir a Vallenar del mal sitio en que se halla. Desde el punto de vista de las construcciones, la traslación sería también provechosa. Podría elegirse un suelo de mayor solidez, de menor humedad y no expuesto a experimentar inundaciones. Todas estas condiciones contribuirían a abaratar las obras y a hacerlas de mayor duración.



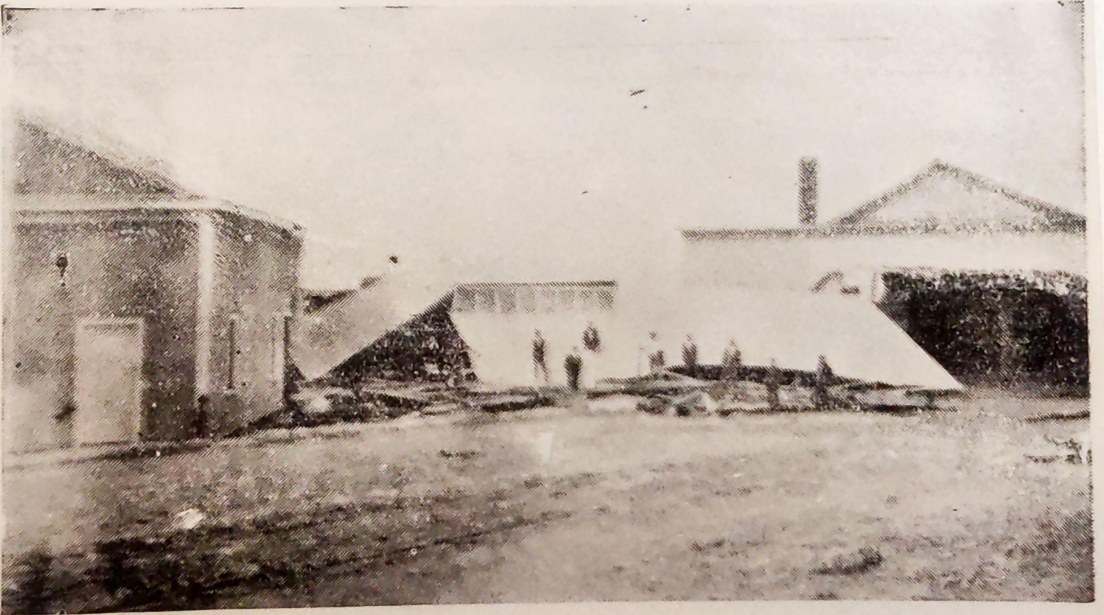
N.º 94. Coquimbo.—Perjuicios leves en el malecón



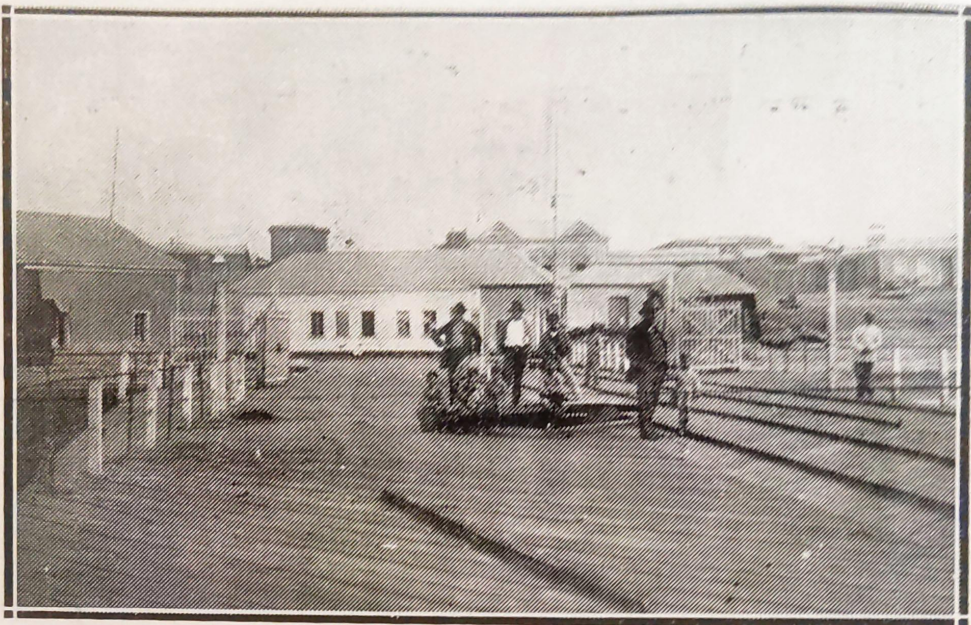
N.º 98. Coquimbo.—Calle Sierra.



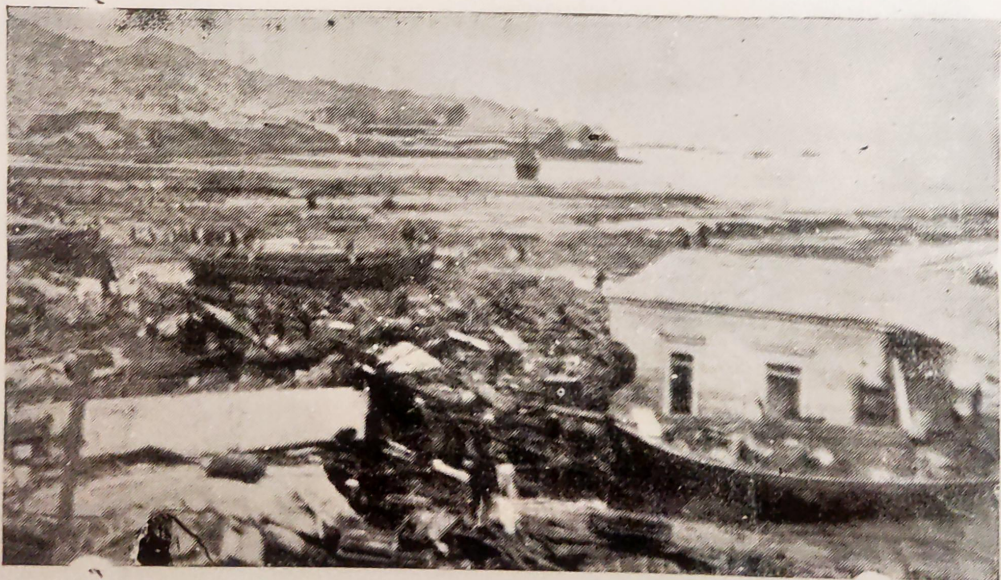
N.º 62. Caldera.—La Aduana y la bodega del material rodante del ferrocarril dañados por el maremoto.



N.º 60. Caldera.—Aduana destruída.



N.º 56. Caldera.—El resguardo y la Aduana trasladados por el mar. Vista tomada desde el arranque del muelle de pasajeros.



N.º 81. Coquimbo.—Población Victoria.



N.º 68. Caldera.—Playa de los baños.



55. Caldera.—El resguardo separado del edificio al que estaba unido y ocupando la situación en que lo dejó el mar.



N.º 61. Caldera.—La Aduana y el Resguardo como los dejó el maremoto.

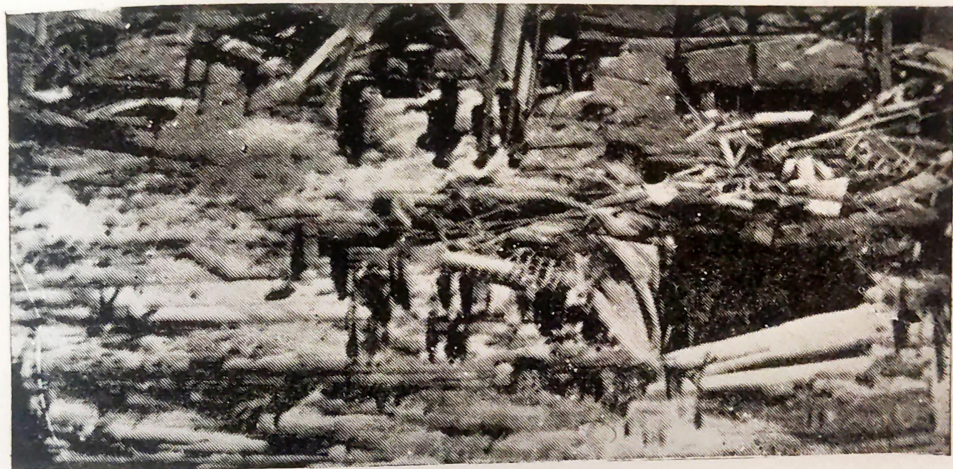


N.º 85. Caldera.—Muelle del ferrocarril.

Reedificación de Freirina

Los destrozos del terremoto en Freirina han sido de consideración. Si bien es cierto que la mayoría de las casas se halla en pie, requerirán, en cambio, reparaciones fundamentales.

La mayor parte de su suelo no reúne condiciones favorables a la resistencia de las construcciones contra conmociones sísmicas.



N.º 79. Coquimbo.—Población Victoria.

La edificación ha sido de tapiales, adobes y tabiques. Los edificios de último sistema han demostrado un comportamiento mejor, pero como siempre han sido débiles y mal contraventados, también han resultado muy dañados.

La reconstrucción de Freirina en debida forma va a ser más difícil que la de las demás ciudades de Atacama por su aislamiento, falta de elementos y dinero.