

**Informe presentado por el Injeniero don
Ernesto Aguirre sobre los materiales i los
procedimientos de construcción en la re-
jión afectada por el terremoto del 10 de
Noviembre de 1922.**

Santiago, 13 de Abril de 1923.

Señor Director:

El H. Consejo de Instrucción Pública, en sesión de 20 de Noviembre último, por indicación del señor Decano de la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas, acordó comisionarme para estudiar en Atacama i Coquimbo los efectos producidos en las distintas construcciones por el terremoto del 10 de ese mes.

Con esta comunicación, me es mui grato acompañarle el informe que he confeccionado como resultado de mis investigaciones.

Saluda a Ud. atentamente.

E. AGUIRRE S.

Al señor Director de la Escuela de Ingeniería.

Presente.



Informe presentado por el Injeniero don Ernesto Aguirre, sobre los materiales i los procedimientos de construcción en la rejión afectada por el terremoto del 10 Noviembre de 1922.

I.—INTRODUCCIÓN

El 23 de Noviembre del año próximo pasado me dirijí a la provincia de Atacama, a desempeñar la comisión que acababa de confiarme el H. Consejo de Instrucción Pública, sobre los efectos del terremoto último en las distintas construcciones de la zona asolada. El plazo de que disponía para el objeto era reducido, por la necesidad de regresar a fin de asistir a los exámenes de la Escuela de Ingeniería. Sin embargo, i gracias a que me fué posible disponer con mayor o menor oportunidad de los medios de transporte indispensables, i también a que los sistemas constructivos empleados en la rejión eran de una gran unifor-

midad, pude darnme 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, i a fin de dar una idea de conjunto más completa diré también algunas palabras previas sobre el fenómeno mismo i las salidas de mar que le siguieron.

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 i 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 i varios esquemas i croquis.

II.—EL TERREMOTO I LAS ALTERACIONES DEL MAR

No corozco la relación que haya hecho la Dirección del Servicio Sismológico sobre las características del terremoto del 10 de Noviembre. Parece que la versión más exacta, basada en observaciones hechas sobre el terreno mismo de la catástrofe, es la del Profesor del Liceo de Copiapó, señor Luis Sierra, quien tiene a su cargo la Estación Sismológica de esa ciudad. Habitado a efectuar esta clase de observaciones, el señor Sierra anotó en su libreta de apuntes las características del temblor en la mejor forma que le permitieron las críticas circunstancias del momento. Los

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

Las oscilaciones principales fueron de noreste a suroeste, acompañadas de otras horizontales en distintos sentidos i algunas verticales menores. El fenómeno comenzó a las 23h. 53' 30'', con intensidad de 5° grado de la escala de De Rossi-Forel; mantúvose 30'' en este estado, i aumentó luego a octavo grado, en el que demoró 20'', violencia con la cual se detuvieron los relojes. Pasó en seguida al grado máximo, décimo de la mencionada escala; permaneció en él por espacio de 3' i disminuyó posteriormente a tercero i cuarto grados, intensidad que se mantuvo hasta las 0h. 4', del día 11, hora en 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 i por los perjuicios orijinados 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 i algunas víctimas humanas distribuídas 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 rejión de mejores construcciones.

En Vallenar se sintió el temblor a las 23h. 53' 20'',

según comprobó un empleado del telégrafo de Copiapó que se comunicaba con Vallenar i que recibió el anuncio del movimiento antes de que en Copiapó se notara la menor oscilación.

El señor Sierra me suministró, además, los siguientes datos sobre el estado atmosférico en esa noche. Antes del temblor, el cielo se mostraba con 2/10 de nebulosidad. Inmediatamente después de ocurrido el fenómeno hubo llovizna, i 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 i que la Central de la luz eléctrica dejó de funcionar con los primeros remezones, debido a la obstrucción del canal de las turbinas.

El Gobernador Marítimo de Caldera, Capitán de Corbeta señor 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, i agrega que el estado del tiempo fué mui variable en la primera quincena de Noviembre i que después del día 10 se notaron perturbaciones en el régimen de las mareas.

Los empleados del Resguardo de Coquimbo me aseguraron que antes de producirse 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 i 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 i el tiempo variable.

Fué curioso constatar que muchos vecinos de cierta

instrucción relataban los acontecimientos, nó 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.

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 i Huasco Bajo, respecto de las similares de Copiapó.

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

Oí innumerables relaciones sobre la forma en que se produjo la alteración del mar; pero todas adolecían de vacíos i 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, i más si se tiene en cuenta que se produjo de noche i cuando la jente estaba atemorizada por el terremoto.

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

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

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

Se cuenta en Caldera i Coquimbo que los muchachos del pueblo se entretenían en caminar retrocediendo con lentitud ante la orda de subida, sin que

el agua les mojara los piés. 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 i seis años de edad, hijo de pescadores i dedicado a la pesca desde sus mocedades, quien conoce mui bien la bahía de este puerto i caletas vecinas. Considera este pescador que el temperamento de Caldera en Noviembre último fué frío i 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 i 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.

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

El mismo informante dice haber observado, mientras temblaba, lejanos relámpagos difusos, hacia el poniente, i niega la efectividad de las noticias sobre solevantamiento 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* i del *Uribe* demuestran, por otra parte, que el fondo del mar no ha sufrido modificaciones.

Los datos que recojí en los distintos puertos sobre la hora en que se presentaron las ondas del terremoto 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.

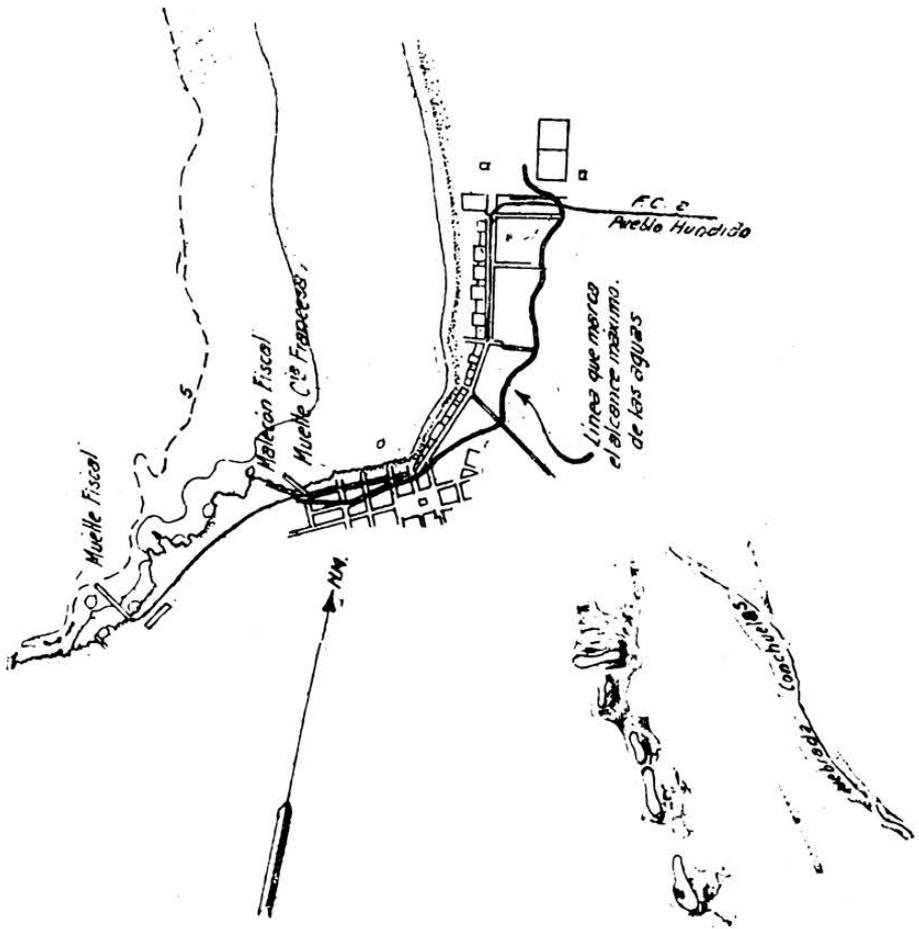
Entre las informaciones de Chañaral que me merecieron mayor confianza figuran las del comerciante en trapos, artículos de almacén, drogas, etc., don Juan Trabucco, uno de los vecinos más perjudicados. Cuenta que a las 12h. 15': se produjo el primer flujo del mar; a las 12 h. 30' el segundo, i a las 12h. 45' el tercero. Entre uno i otro ascenso había—dice—retiro del agua. El creía que siempre antes de salir, el mar se recojía, 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 i mui cerca de la Aduana. Con el terremoto, se detuvo el reloj de péndola 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 i éste quedó marcando la 1 h. 25'. Seguramente, este dato de la tercera salida del mar, es más preciso que el del señor Trabucco.

De éstas i 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

CHAÑARAL



comparación con un plano de la ciudad, confeccionado por la Inspección de Jeografía 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 estreimas es aproximadamente de 1,50 m.

La línea en negro 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, señor Rojas, fija la primera salida del mar en ese puerto, a las 11 h. 10'. Habla de que en seguida las aguas se retiraron i avanzaron varias veces lentamente, sin producir perjuicios; que el flujo mayor tuvo lugar a las 3 h. de la mañana del día 11, orijinando la destrucción que hubo de lamentarse; que en algunos reflujos quedó visible buena parte de las fundaciones del muelle del ferrocarril i 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 i que inmediatamente antes de ella hubo un reflujo grande que dejó asomar parte del casco del ex-Blanco, hundido en 25 m. de agua. Esto último, que también asegura haber visto el Capitán Rojas, parece dudoso. Visité el sitio en que se halla el buque mencionado i creo que algunas partes de él han debido quedar en descubierto, ya que así ocurre en mui 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 i de que la distancia entre ambos puertos no es grande. Tampoco está ella de acuerdo con los datos recojidos 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.

El nivel más alto del agua dejó demostraciones mui claras en la Estación del ferrocarril de Caldera, como permiten verlo algunas de las fotografías adjuntas, especialmente la N.º 96. En la oficina del Jefe, esas indicaciones se hallaban a 2,40 m. sobre el piso i 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.

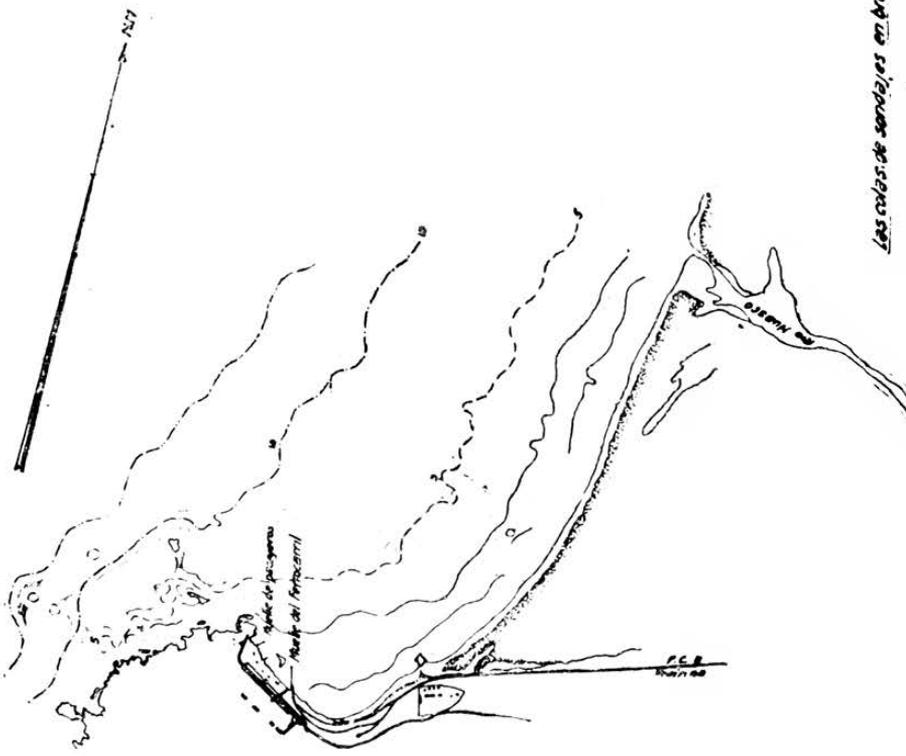
Los datos que me suministraron en el puerto de Huasco fueron bastante incompletos. No encontré testigos presenciales de los hechos, talvez por haber sido mui pocos los observadores que se acercaron a la playa, en la oscuridad de la noche, que debió ser mui grande, porque puede decirse que en Huasco no existe alumbrado público. La planta del pueblo está a cierta altura sobre el mar i fué inaccesible al maremoto. Las construcciones dañadas fueron los muelles i bodegas que se hallan a lo largo de la faja angosta i baja, situada entre la población propiamente dicha i el mar, i que posiblemente se encontra-

Buasca.

bocana 3/18200.

de la Estacion Inglesa.

E. Aguirre
Enero de 1928



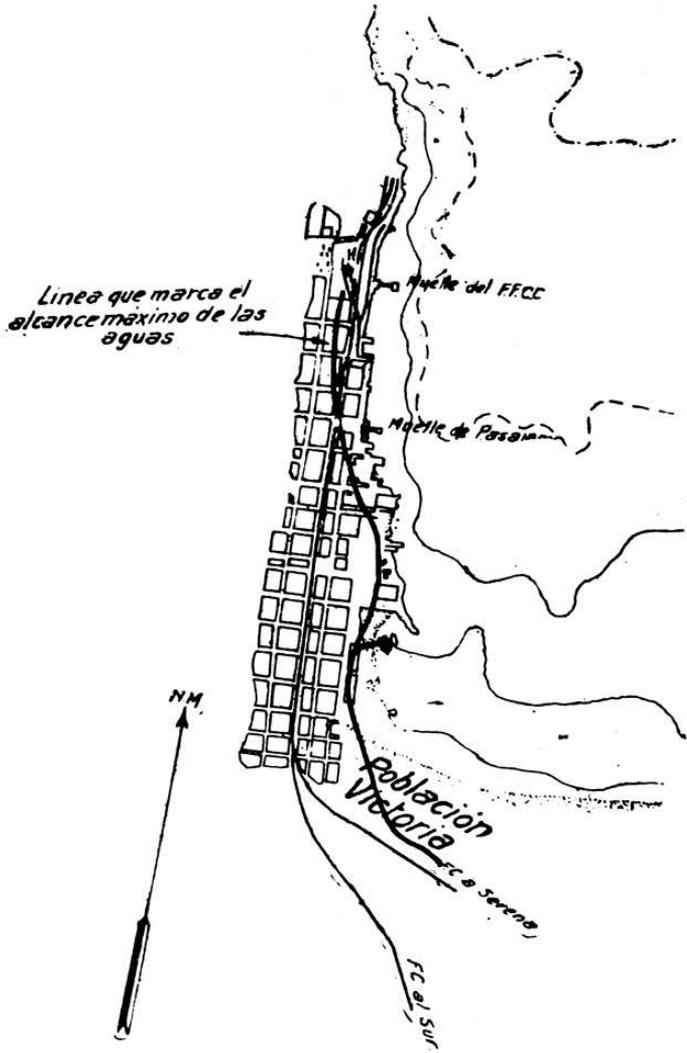
Las calas de sondajes en Buasca

ban abandonadas a esa hora. Nadie pudo decir algo preciso sobre los movimientos del mar. Las muestras dejadas en las paredes de la bodega de Torres i Cía. indican que el agua subió hasta 1,20 m. sobre el umbral de la puerta de entrada. Esta cota debe hallarse a una altura sobre el cero mui cercana a las deducidas para Caldera i Chañaral. Hacia la desembocadura del río Huasco existen terrenos bajos en los que el mar se internó más de 1 km. Véase la fotografía N.º 97.

Los mejores datos obtenidos son los de Coquimbo. Las condiciones de esta ciudad fueron más favorables a la observación del maremoto que las de los demás puertos visitados, especialmente por la circunstancia señalada de poseer mejor alumbrado. La relación de Fidel Araya, marinero que estuvo de guardia en el malecón de la Aduana durante la noche del 10 de Noviembre, es mui interesante i parece verídica. Sus datos fueron confirmados en buena parte por el ingeniero de la Dirección de Obras Públicas que dirigió la construcción del malecón, señor Luis 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 i alcanzó 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 misma altura

COQUIMBO



anterior; permaneció en ella por breve espacio i sobrevino después un descenso más rápido, casi precipitado, de las aguas, descenso que continuó por debajo del cero i 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 metros. 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.

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 i 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, i por el Sur, hasta el Archipiélago de Chiloé.

III.—ACCIÓN 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, i porque las construcciones, en su gran mayoría, son de madera o de materiales ligeros bien trabados. Me limitaré, pues, a hablar de los perjuicios del terremoto observados en Copiapó, Vallenar i Freirina.

La edificación de estas ciudades es vieja, modestísima i mal conservada. Más de la mitad de las casas son de adobes o de tapiales i 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 los sepulcros de los cementerios, los estanques del agua potable i de dos o tres edificios más, no hai 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 artífices: tienen la misma arquitectura, poseen iguales disposiciones, idénticos defectos. El exámen de los deterioros orijinados 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 espuesta a conmociones sísmicas, no pueden ser violados sin que ello constituya un verdadero atentado contra la vida de los habitantes.

Si a lo espuesto se agrega que Copiapó, Vallenar i en mucha parte Freirina, 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 de los alrededores de Copiapó. La fotografía

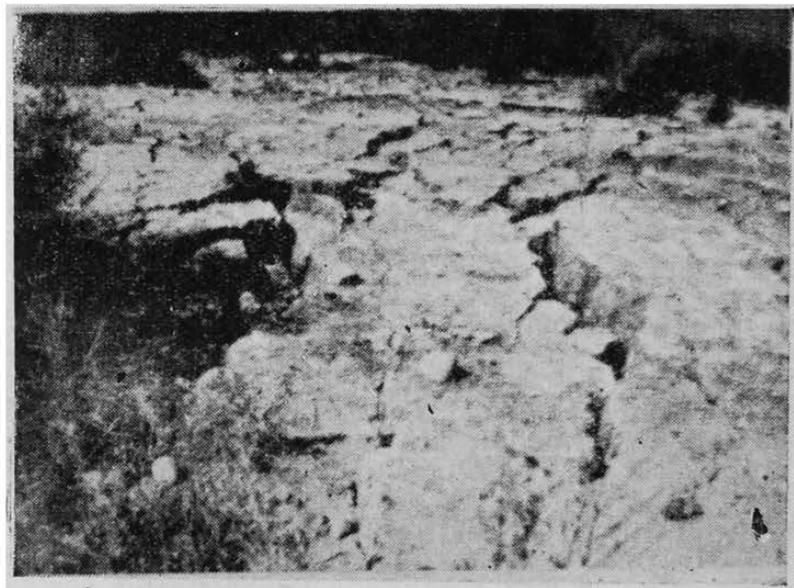


N.º 1.—COPIAPÓ.—Grieta.

N.º 1 muestra una de ellas, i las fotografías números 2 i 3, las visitadas en la Hacienda Nicolasa, al lado de la vía férrea entre Vallenar i Huasco. El terreno, relativamente plano, está aquí formado de arena, ripio i grava. Las grietas tenían una profundidad visible como de un metro; superiormente, una anchura de unos 0.25 m. i una lonjitud de 15 a 20 m.



N.º 2.—DEPARTAMENTO DE FREIRINA.—Cerca de la vía férrea; grietas en el trayecto entre Nicolasa i Freirina.



N.º 3.—DEPARTAMENTO DE FREIRINA.—Cerca de la vía férrea, grietas en el trayecto entre Nicolasa i Freirina.

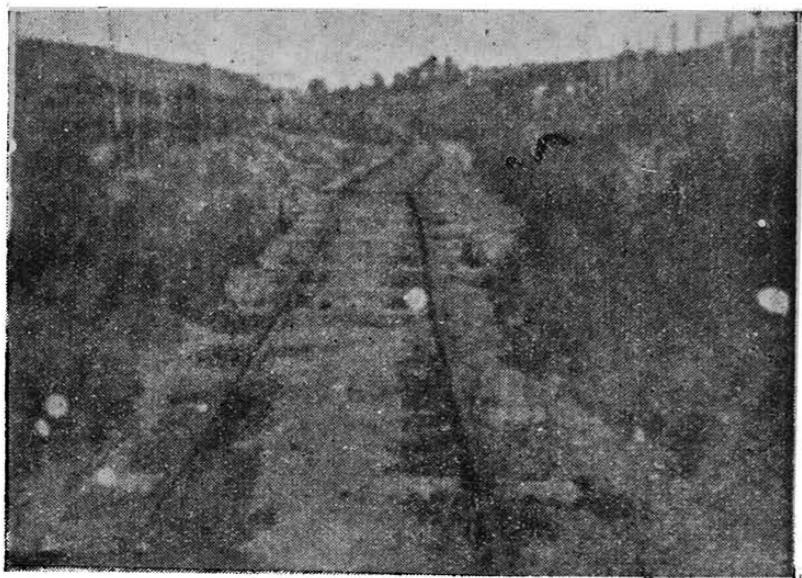
Numerosos conos entre las grietas, hasta de 0.15 m. de altura, con una pequeña boca en el vértice, a manera de cráter, formados de una arena mui fina que debió salir en forma de barro fluido, constituían una prueba evidente de que durante el terremoto ha habido, por tales rasgaduras, precipitación del agua de las primeras mapas subterráneas, provocada por los asentamientos del terreno suelto.

En el mismo fundo Nicolasa, poco antes de llegar a Freirina, hubo casos en que secciones en recta de la vía férrea sufrieron conjuntamente con el terraplén i los cercos deslizamientos trasversales que formaron curvas de 100 m. de desarrollo i 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 i rodados propios de la traslación habida en el terreno.

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

Las manzanas de Vallenar comprendidas entre las calles Nueva Freirina, Marañón, Hospital i Colchagua espermentaron también deslizamientos superficiales, con formación de grietas. El terreno en esta parte es suelto i ofrece una acentuada inclinación.

En Vallenar i Freirina, oímos hablar de que en las vecindades, hubo hundimientos i traslaciones de potreros enteros; de la producción de grietas considerables, de hondura 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 exajeración, pues cada vez que manifesté el propósito de visitar tan interesan-



N.º 4.—NICOLASA.—Línea férrea entre Vallenar i Freirina.—Traslación horizontal de la vía.

tes demostraciones los mismos cronistas me señalaron inconvenientes insalvables para ello.

Al referirme en detalle a los sistemas de construcción usados en las tres ciudades de Atacama a que he aludido, señalaré los principales deterioros observados en cada una e indicaré las causas que, a mi juicio, han tenido mayor influencia en su producción. En casos determinados anotaré 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 i tabiques. Naturalmente, cuenta con sólo un piso. Este tipo constituye no menos del 25% de las habitaciones de estas ciudades. Una casa de este sistema, tiene los

muros exteriores i los de mayor importancia del interior, hechos de tapiales de aproximadamente 1,0x1,5 i 0,60 m. o más de espesor. Estos bloques no poseen ninguna trabazón entre sí. El material es alguna tierra arcillosa 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 jeneral, 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 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, i 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 mui poco resistentes i 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 N.º 5.

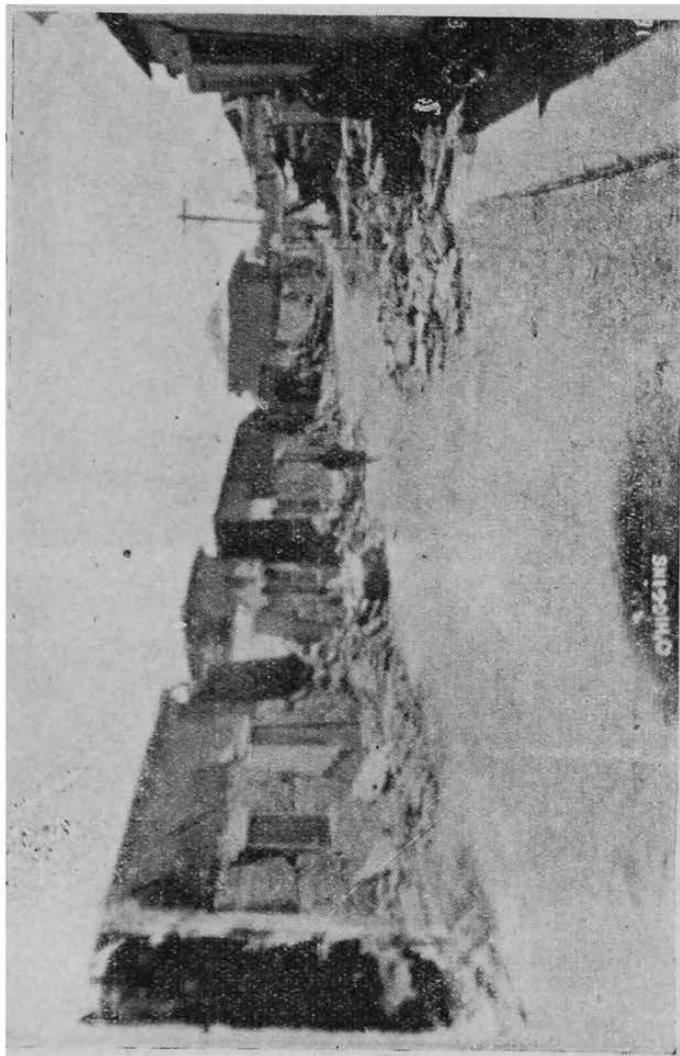
Las fotografías números 6 i 7 muestran ejemplos de la construcción descrita que han quedado en pie, pero inutilizables. Lo más frecuente es que hayan sido totalmente destruídas, como se ve en las fotografías números 8 a 17 inclusive, pues carecen de resistencia contra el menor movimiento del suelo, por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

El tipo lijeramente 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 ante-



N.º 5.—VALLENAR.—Corredor del Hospital.—Obsérvense los cimientos de piedra redonda con mezcla de barro, completamente deshechos.

rior, 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 i de que la ejecución se hace más cuidadosamente por tratarse de una obra también más cara. Las vigas que forman los dinteles de puertas i 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



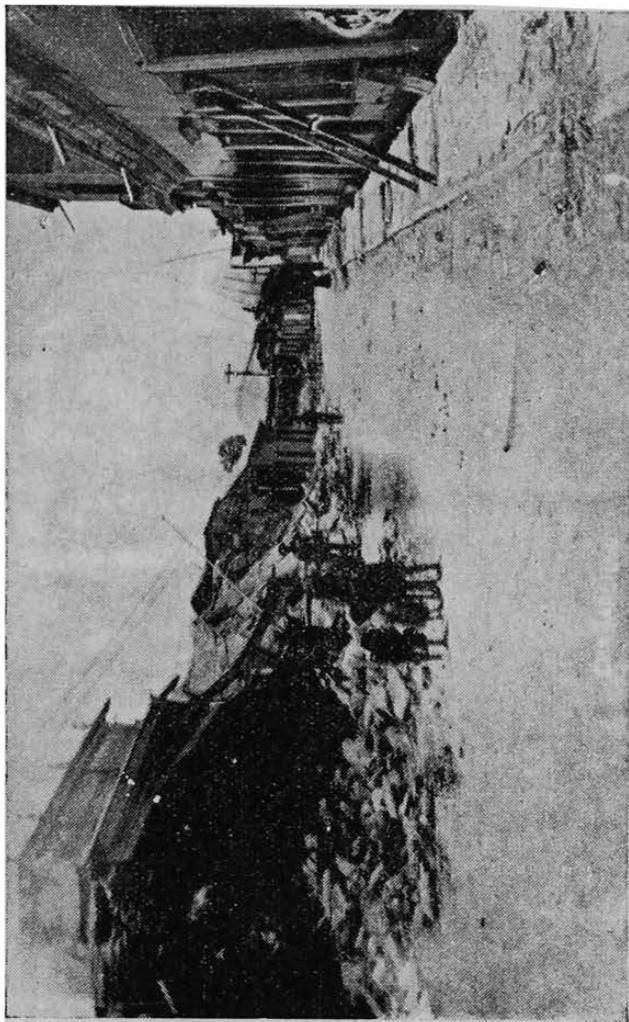
N.º 6.—CORIARIO.—Calle O'Higgins.



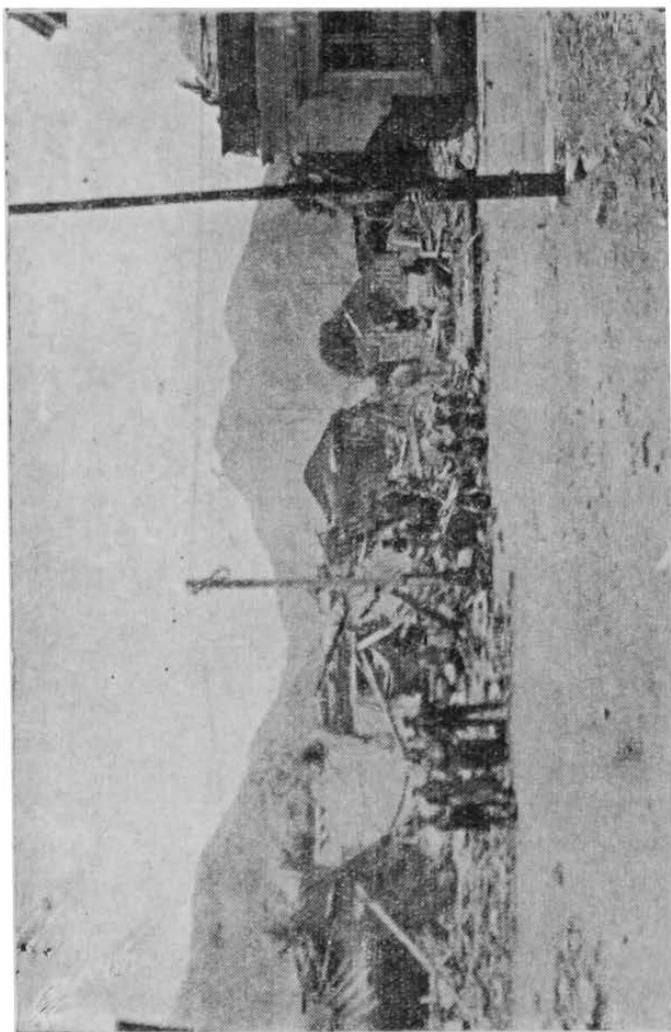
N.º 7.—VALLENAR.—Casa de tapiales.

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 i varios travesaños 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 inesplicables, es, sin duda, de las mejor construídas. Sin embargo, el terremoto produjo en ella grietas i desprendimientos de revoque de reparación no despreciable. Los muros, descansan sobre buenos cimientos i tienen tres llaves con soleras de 0,15 m. unidas cada cierta distancia por pies derechos de igual dimensión. Estos disposi-



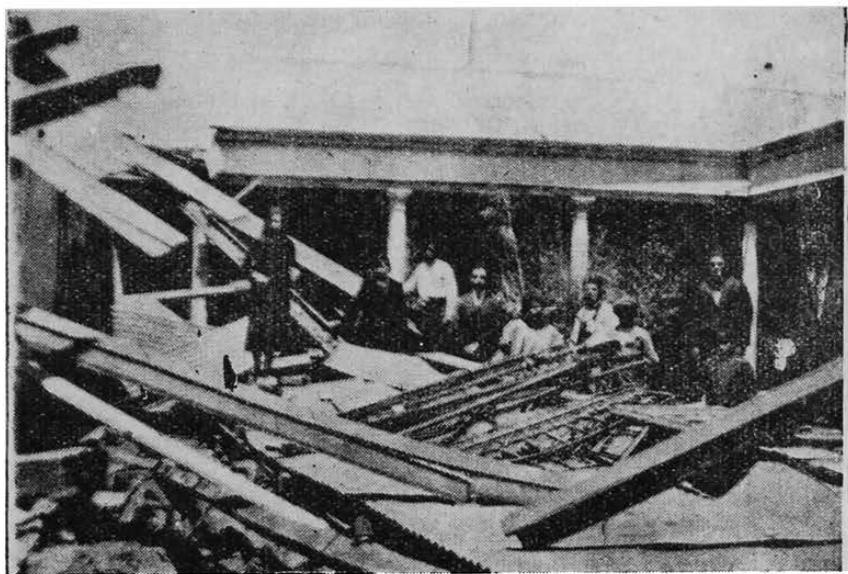
N.º 8.—CORIAPÓ.—Calle Chañarillo.



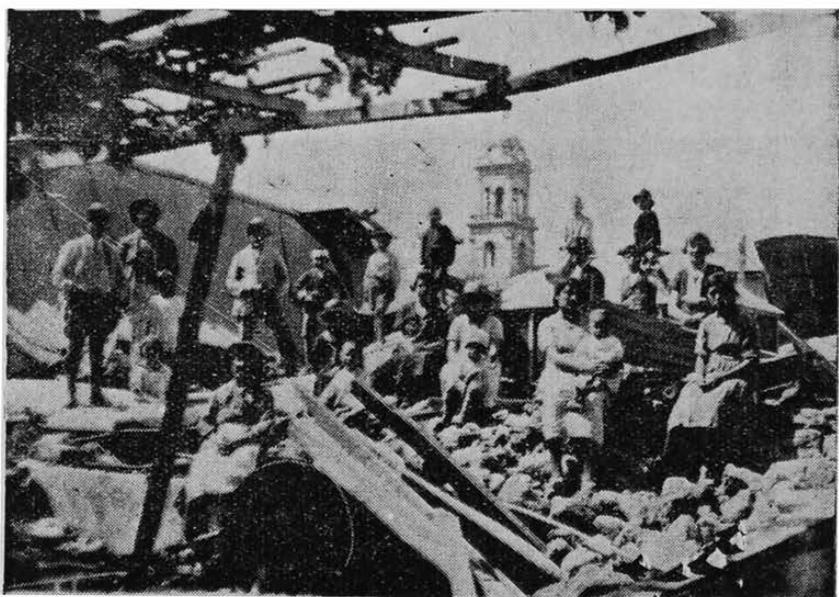
N.º 9.—CORIARÍO.—CALLE TALCAHUANO.



N.º 10.—COPIAPÓ.—Una calle.



N.º 11.—VALLENAR.—Una casa.



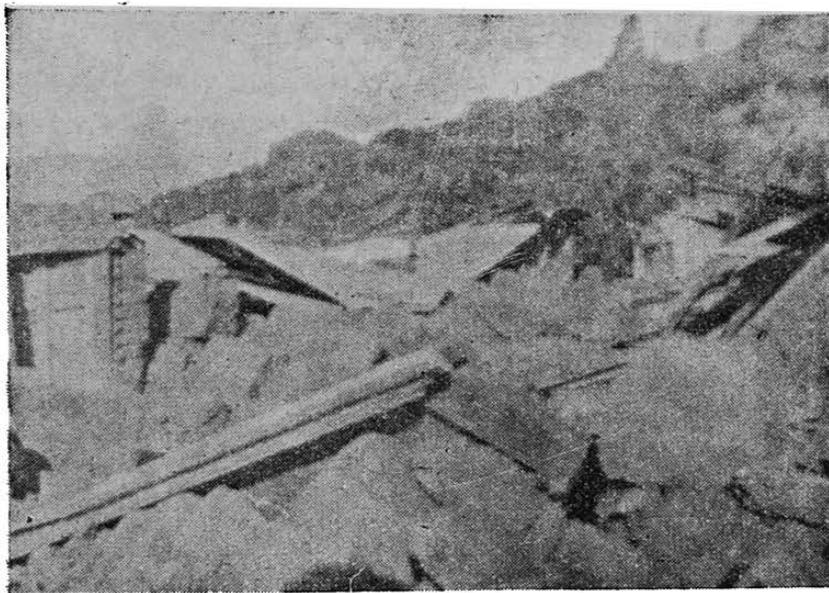
N.º 12.—VALLENAR.—Ruinas i la Iglesia.



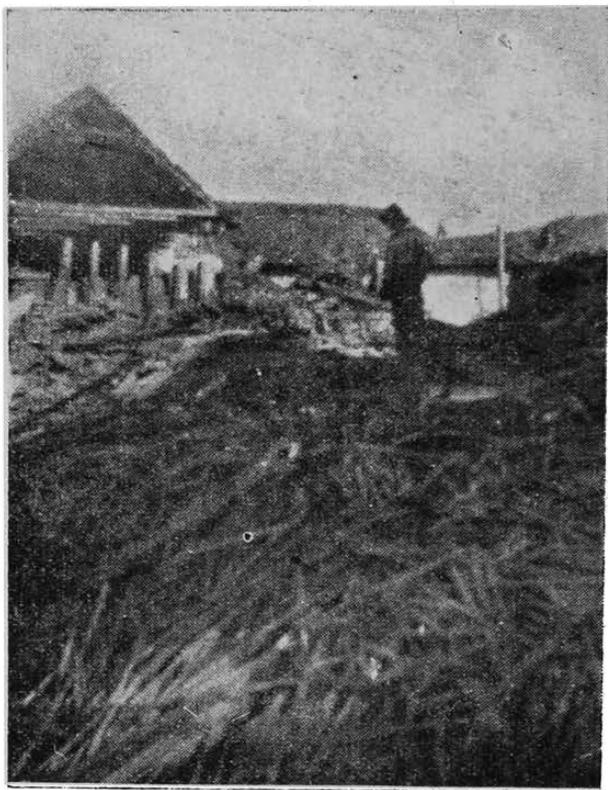
N.º 13.—VALLENAR.—Ruinas i la Iglesia.



N.º 14.—FREIRINA.—Calle Los Angeles.—Tomada hacia el Oriente.



N.º 15.—FREIRINA.—Ruinas desde la calle Los Angeles.



N.º 16.—FREIRINA.—Cárcel.



N.º 17.—VALLENAR.—Una calle.

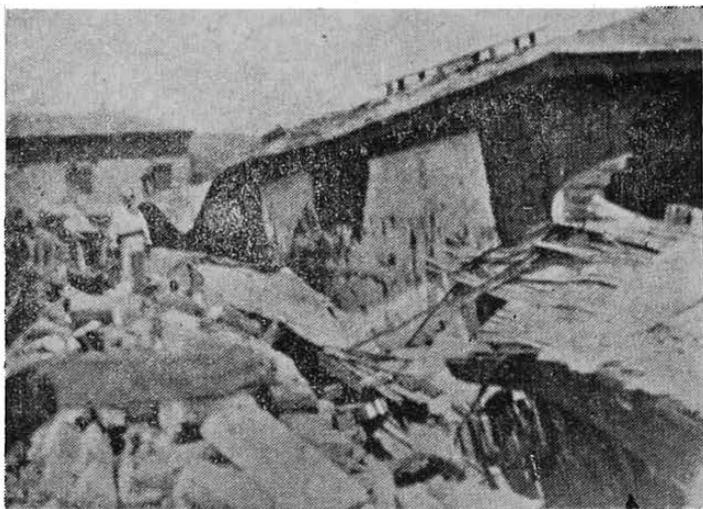
tivos, con ensambles a media madera, han llenado su cometido de afianzar el conjunto.

Las llaves que ví en las demás construcciones por ser mui débiles i no interesar a la masa del muro, han constituído defectos evidentes en las obras, como lo prueba la fotografía N.º 18.



N.º 18.—VALLENAR.—Procedimientos imperfectos de trabar los muros.

El techo, si es resistente i está bien ligado a los muros, constituye en los edificios de adobe su mejor elemento de seguridad contra los temblores. Desgraciadamente, en Atacama este punto ha sido completamente descuidado; sólo se han preocupado de defenderse con él del sol, del viento i de las escasas lluvias de la rejión. Más aún, los techos adolecen del



N.º 19.—COPIAPÓ.—Un techo sumamente pesado.



N.º 20.—COPIAPÓ.—Casa en la calle Chañarcillo.

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, median más de 0,20 m. de espesor. Las fotografías números 19 i 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.

La fotografía N.º 21 está demostrando la eficacia



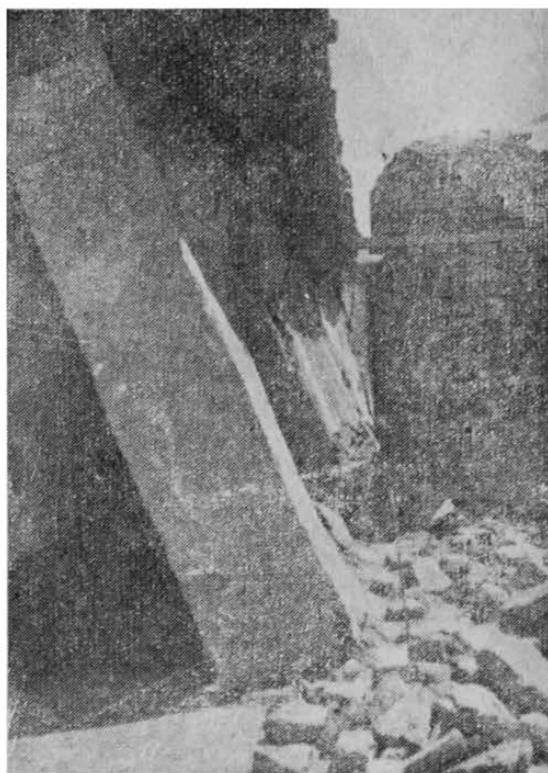
N.º 21.—VALLENAR.—Casas.

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 N.º 22.

La fotografía N.º 23, deja ver mui claramente los efectos del terremoto sobre un muro más o menos



N.º 22.—VALLENAR.—Casa destruída.



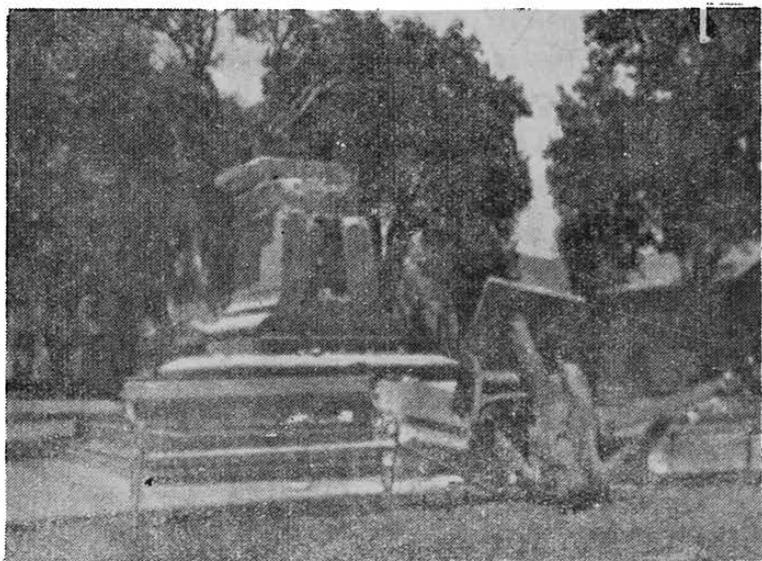
N.º 23.—COPIAPÓ.—Cárcel.—Muro movido en su base i en seguida abatido.—Las varillas clavadas señalan la situación que tenía el muro.

bien ejecutado pero desprovisto de cimientos. La base se hallaba antes, en los puntos señalados por las varillas clavadas en el suelo i la muralla se unía tanjencialmente 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.

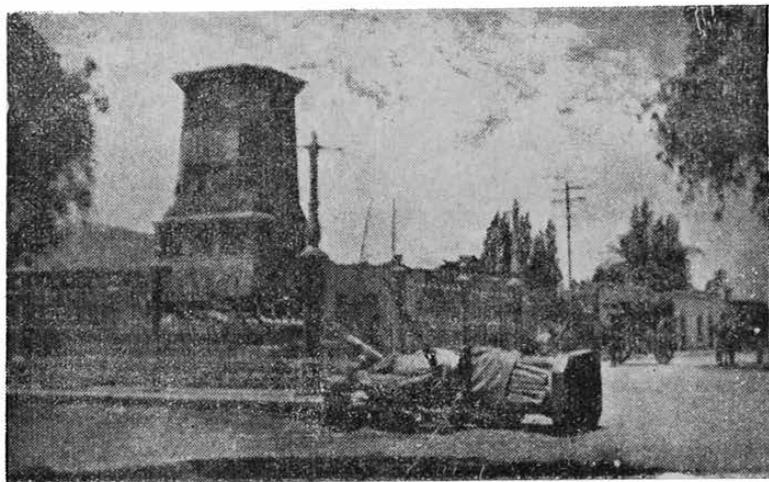
Se sabe que la intensidad de las oscilaciones terrestres disminuye rápidamente con la hondura. En las minas, son raras las vibraciones que se advierten. Un cimiento profundo transmitirá menores movimientos que otro superficial. En las rejiones espuestas a fenómenos sísmicos es, además, necesario que 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.

El volcamiento de los monumentos Matta i Atacama, fotografía números 24 i 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 N.º 17 aparece en primer término, a la derecha i cuyos restos se ven en el suelo.

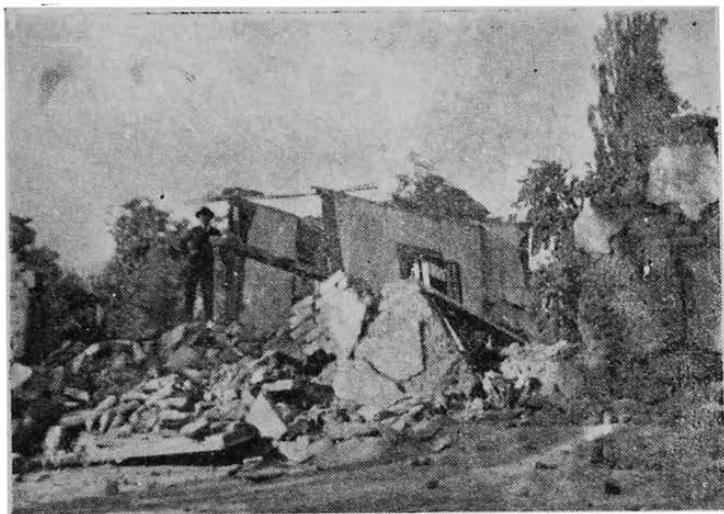
La fotografía N.º 26 representa las ruinas de un edificio de tapiales i adobes, paredes divisorias de tabiques i techo con barro. Los adobones tienen aquí cierto parecido a un macizo de adobes debido a la



N.º 24.—COPIAPÓ.—Alameda.—Monumento Matta.



N.º 25.—COPIAPÓ.—Monumento Atacama.



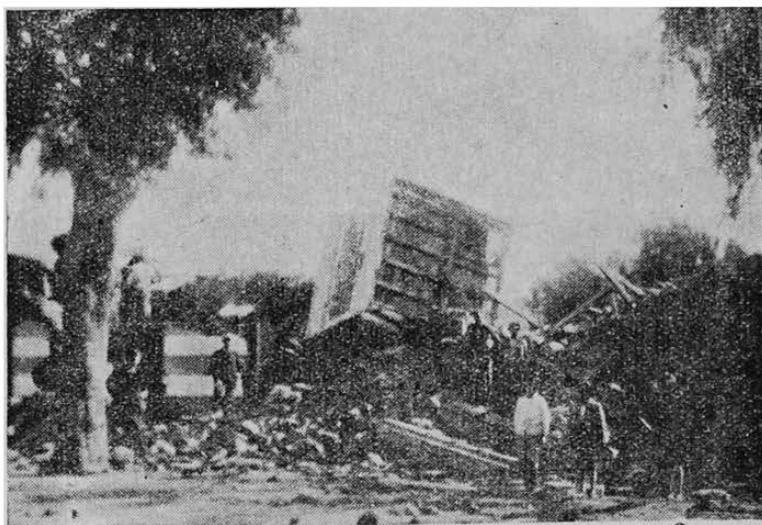
N.º 26.—COPIAPÓ.—Una casa.

picadura hecha en la superficie para aumentar la adherencia del revoque.

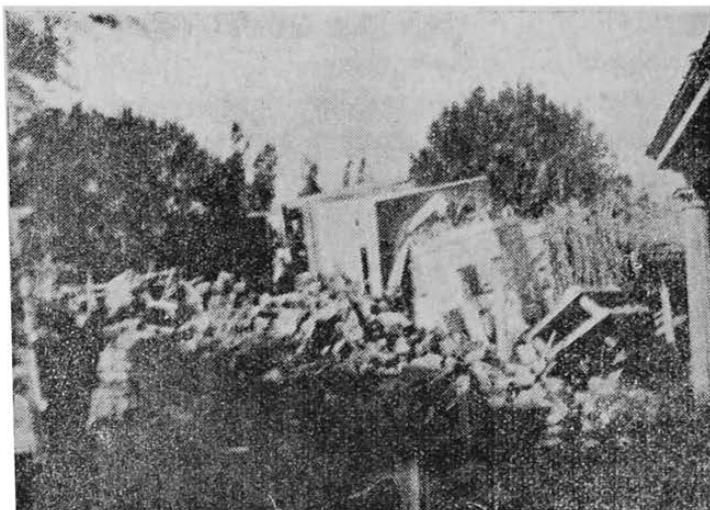
La capilla i la entrada del Cementerio de Copiapó, construcciones de adobes con una torrecilla de madera, sufrieron una destrucción lamentable como lo muestra la fotografía N.º 27. Algo análogo ocurrió a los sepulcros de igual material que aparecen en la fotografía N.º 28.

En Copiapó se nota bien la influencia mui perjudicial del terreno de acarreo en el terremoto, por la mayor destrucción que existe en las vecindades del río. Las calles Atacama i Chañarcillo i el Cementerio son los sitios que presentan talvez mayores destrozos.

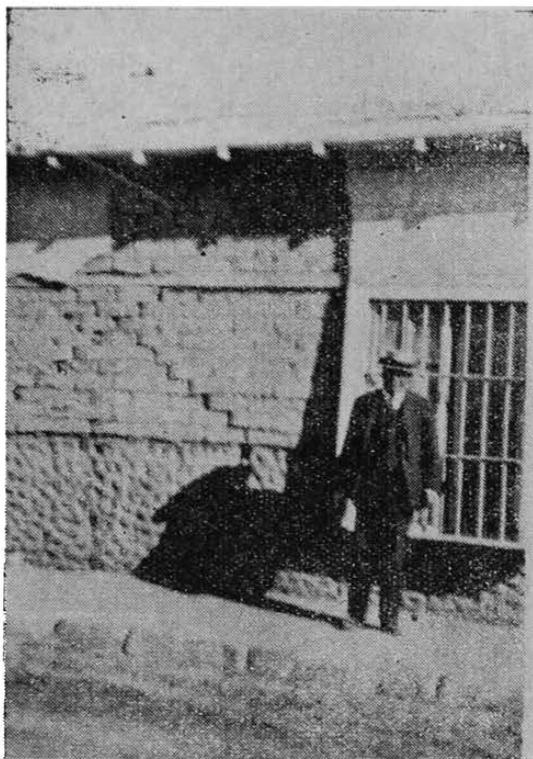
Características son las grietas en líneas escalonadas i formando X que presentan muchos muros de adobes, debidas según todas las probabilidades, a la acción de empujes horizontales u oblicuos en el plano de ellos.



N.º 27.—CORIAPÓ.—Capilla i entrada al cementerio.



N.º 28.—CORIAPÓ.—Cementerio.



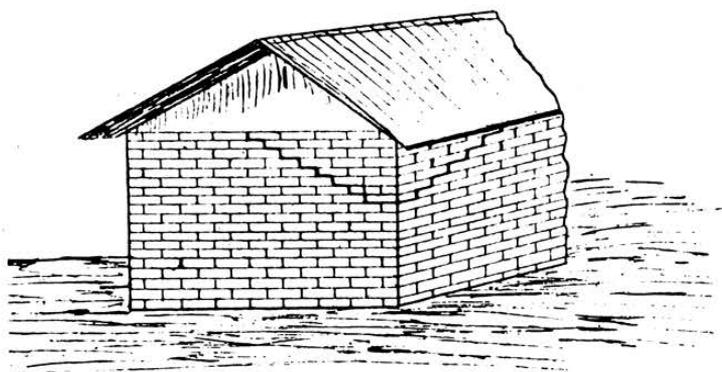
N.º 29.—COPIAPÓ.—Grieta característica en una casa.

Véase la fotografía N.º 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 i sin ruptura de los adobes. Observé esto mismo, en algunos sepulcros de ladrillo, en Copiapó, i en la cárcel de La Serena, edificio construído del mismo material. El mortero de las grietas perdía su adherencia o se disgregaba.

Tampoco es raro el caso de viviendas cuyas esquinas han sido destruídas por efecto de los empujes del

techo en la dirección de una diagonal, como lo indica el cróquis; lo que ocurre cuando el apoyo o las amarras en los muros no han sido hechos con uniformidad en todo el contorno i los muros han carecido de elementos de refuerzo.

El tercero de los tipos de casa usados en Atacama,



es el de *tabiques* formados de un *esqueleto de madera* i un *relleno de adobes de canto*, sostenidos en ambas caras, por listones o alambres. Esta construcción constituye un procedimiento intermedio entre el de adobes reforzados i el de tabiques propiamente tales, de que trataremos pronto, i reúne condiciones mucho mejores que las de los dos sistemas descritos, principalmente por su mayor lijereza i elasticidad. Los pies derechos, jeneralmente de 0,10 mx0,10 m., van colocados a distancias variables entre 0,50 m. i 1 m. Cuando los cimientos son buenos i las amarras dispuestas con acierto, soportan sin peligro de volcamiento los temblores más fuertes. Sin embargo, los deterioros producidos en el relleno i 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, i los adobes comienzan luego a moverse en sentidos opuestos, orijinando la ruptura de algunos, el desplazamiento de otros i la destrucción de todo el relleno i el estuco. Véase la fotografía N.º 30.

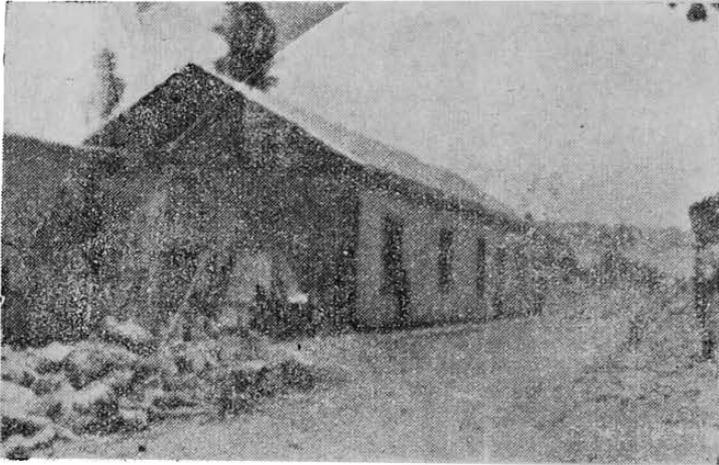


N.º 30.—VALLENAR.—Tabiques del Instituto Comercial dañados por el terremoto.

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 tabiques en que el relleno se sujeta con listones

de más o menos 2,5 cms.x5 cms. cada 30 cms. sostienen mejor el relleno, como lo demuestra la casa de la derecha de la fotografía N.º 9.

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



N.º 31.—VALLENAR.—Término de calle.

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. Los muros del piso bajo, a veces más gruesos, se componen de dos tabiques que dejan un hueco al centro, uoidos cada cierto trecho por travesaños.

Muchas estaciones del Ferrocarril Lonjitudinal, hechas de tabiques del sistema de que se trata i en



N.º 32.—VALLENAR.—Una casa de dos pisos en pie.—Es de tabiques con adobes de canto i doble alambrado. La casa adyacente que era de adobes se vé destruida.

que los adobes se sujetan con alambres, tienen un revoque exterior de mortero de cemento como de 1 cm. de espesor, estuco que, pesado i 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 i 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 i un doble revestimiento de listones, cañas o varillas de ciertos arbustos, revocado con barro empajado. 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 mui superior al de los otros sistemas descritos i cuando su concepción i ejecución han cumplido, en las condiciones ordinarias, con los principios de la mecánica i 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 i ramas i 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., espaciados 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. i el hueco interior se rellena con varillas de «churque» o «brea». Estos nombres, corresponden a un espino de la familia de las Mimosaceas i a una planta de la familia de las Compuestas, llamada también sorona. Las ramas de churque i de brea son duras i resistentes a la acción del tiempo. Como en el caso anterior, las paredes se estucan con barro, el que se adhiere mui bien a las ramas del núcleo.

Finalmente, se tiene el tabique de cañas, en el que los revestimientos, interno i externo, están formados de varillas de caña partidas longitudinalmente i colocadas a distancias menores que su ancho, que es de

2 a 3 cms. Las dos caras del tabique, van revocadas con barro i el espacio entre ellas se deja hueco. Véanse las fotografías números 64 i 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 i conocida con el nombre de caña de Guayaquil, que es mui parecida a nuestro colihue del sur i seguramente de no mejores condiciones. Su aplicación se ha debido, talvez, a facilidades de flete.

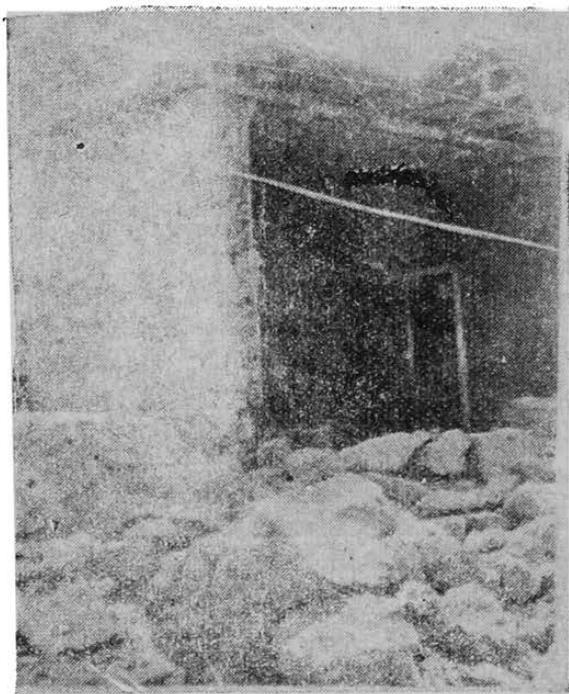
La lijera capa de revoque queda tan bien ligada al



N.º 33.—COPIAPÓ.—Tabique caído.

varillaje de cañas, que aún las recias sacudidas que produjo 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 N.º 33.

El comportamiento del tabique de listones i ramas es también favorable, como lo prueba la fotografía N.º 34. Esta casita, todavía inconclusa, no tenía re-



N.º 34.—VALLENAR.—Casa de un piso. La parte de adobones completamente destruida. Los tabiques en pie son de esqueleto de madera i revestimiento de ramas de «churque» con barro empajado.

vocados exteriormente sus tabiques. El estuco del interior nada sufrió. El muro de fachada, ejecutado de tapial, fué totalmente destruído. Las fotografías

números 35 i 35 A. muestran otros ejemplos de los efectos tan distintos del terremoto en murallas de tabiques i de adobes.

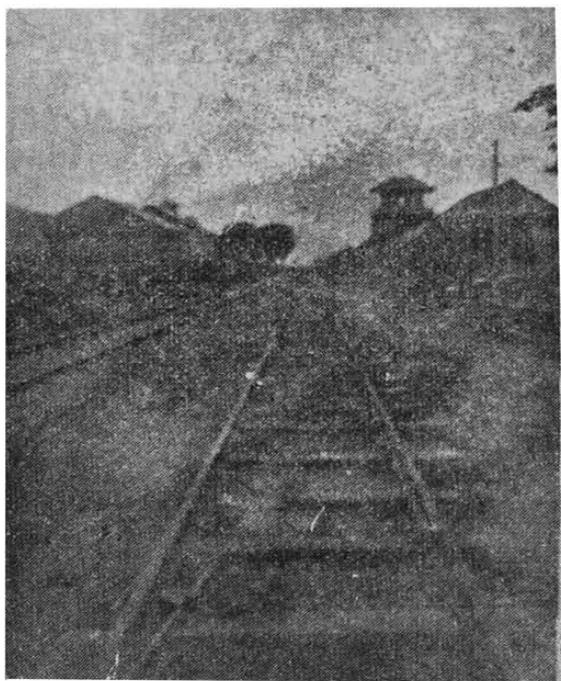


N.º 35.—VALLENAR.—Casa.

El revoque sobre listones cuadrados, caso del teatro de Copiapó, fotografía N.º 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 i permitir disminuir su espesor.

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 i falta de ligazón con los muros laterales.



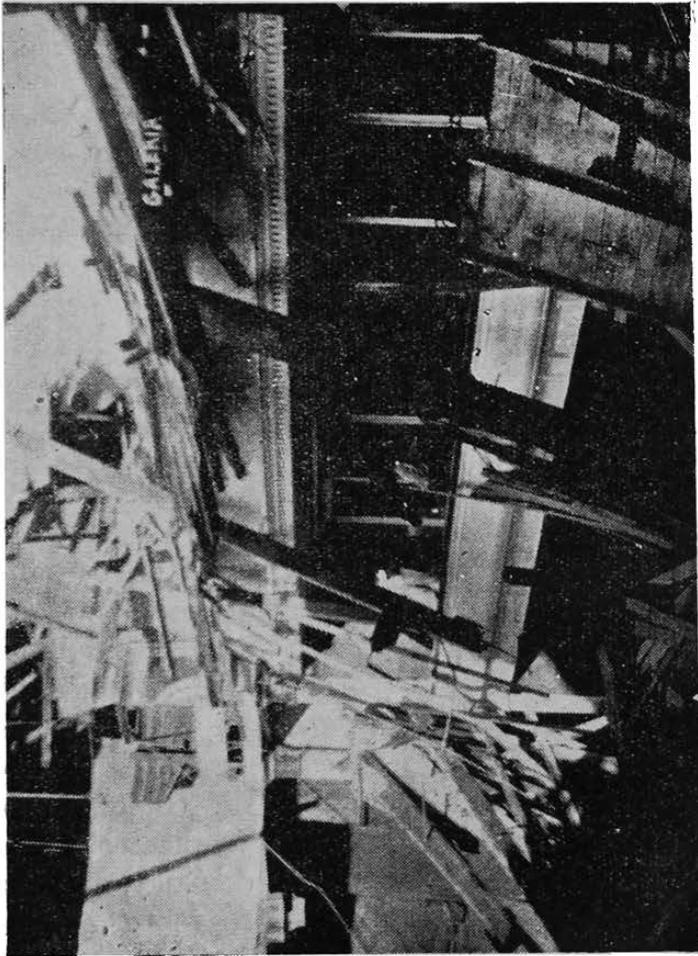
N.º 35 A.—HUASCO BAJO.—Calle del Ferrocarril.



N.º 36.—COPIAPÓ.—Teatro.

Dadas la altura i la elasticidad del edificio, las oscilaciones de él deben haber sido mui grandes i la pérdida del sincronismo en los movimientos ha tenido una influencia decisiva. Véanse las fotografías números 36 i 37.

El Colejio de las Monjas de la Inmaculada Concepción de Copiapó, siendo de tabiques revestidos de



N.º 37.—Copiapó.—Teatro.

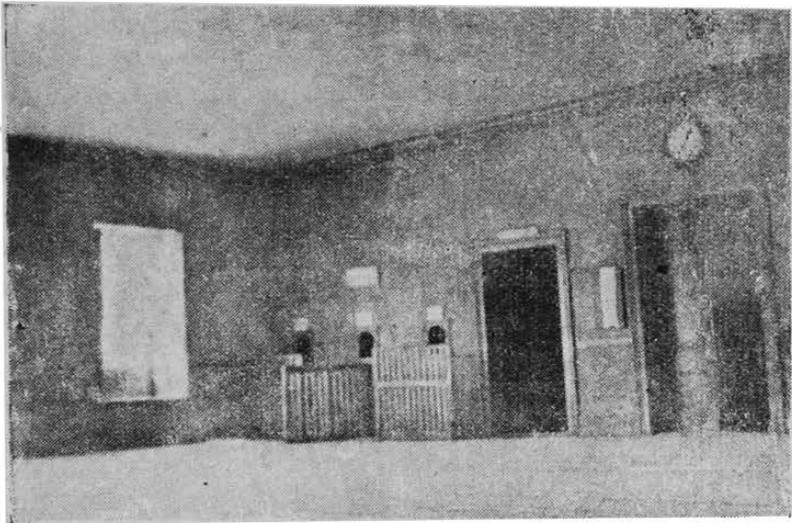


N.º 38.—COPÍAPO.—Patio i dormitorios del segundo piso del Colegio de la Inmaculada Concepción.

caña resultó considerablemente dañado porque la construcción adolecía de errores casi increíbles, como lo deja sospechar la fotografía N.º 38.

La estación de Ferrocarriles de Copiapó, ofrece el ejemplo más instructivo de la bondad, en esta región, de los edificios de tabiques de caña 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, mui bien contraventado i amarrado, de madera de pino sana i 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 i 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 i 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 N.º 39, que mide en planta 15,60 m. por 13,50 m. i tiene una altura de 5 m., no presenta la más mínima rasgadura.



N.º 39.—COPÍAPÓ.—Sala de espera de la estación del ferrocarril.

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

Las iglesias, por lo jeneral mejor construídas 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 10x10 cms. Presenta los revoques desprendidos i otros daños de no mayor importancia. Su torre, véan-

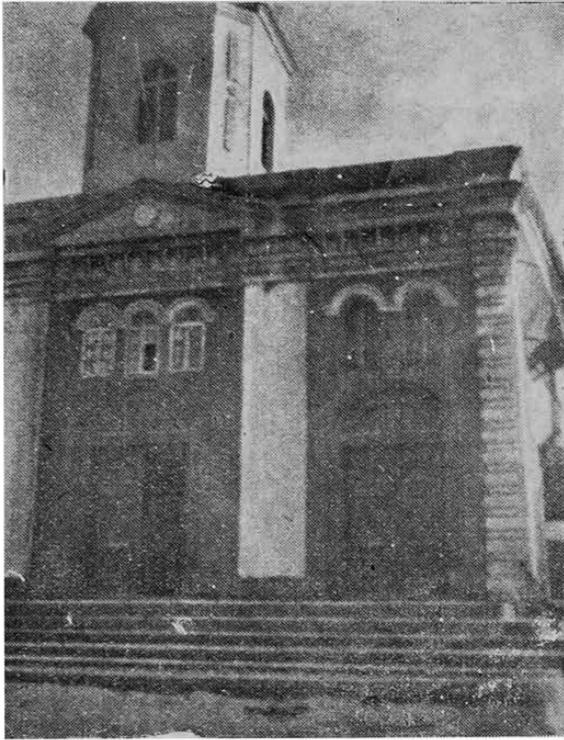
se las fotografías números 12 i 13, posee un sólido esqueleto de pino, bien contraventado i llenan los espacios entre las piezas de madera, bloques de concreto de más o menos 0,15 m. de espesor, talvez sujetos a las vigas i pies derechos, por varillas de fierro que los atraviesan. El conjunto está revestido por un estuco de mortero de cemento sobre malla de alambre. La orijinalidad de esta construcción, atrae las miradas de los visitantes i 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 i colocando únicamente el revestimiento de mortero con una malla de alambre más sólida, atiesada con algunos nuevos travesaños.

La iglesia de Freirina, fotografía N.º 40, también de tabiques de caña, 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 rejión hechas de fábrica i de concreto, solo o armado, Estas observaciones se refieren a los estanques de Copiapó i Vallenar, a los sepulcros del cementerio de la primera de esas ciudades i a determinados edificios visitados de paso en La Serena i Coquimbo. Lamento que no me fuese posible examinar otras obras de especiales condiciones de resistencia, como machones



N.º 40.—FREIRINA.—Iglesia Parroquial.

o estribos de puentes, algunas alcantarillas importantes de la vía férrea, etc. Los ingenieros de la Empresa de los Ferrocarriles en Copiapó, me aseguraron que tales obras no habían sufrido por efecto 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. Recojí muestras de morteros tan pobres, que a la menor presión de los dedos se disgregan.

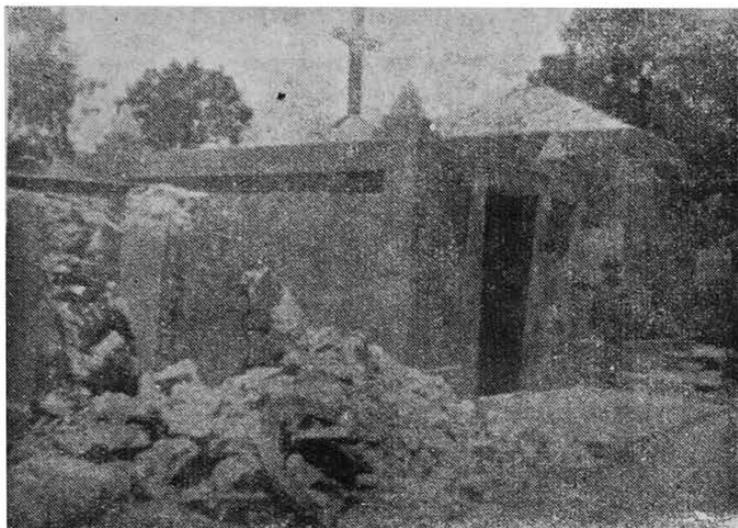
De las construcciones de fábrica del Cementerio



N.º 41.—COPIAPÓ.—En el Cementerio se destacan los dos sepulcros de la fotografía N.º 43 entre un montón de escombros de construcciones de bolón i cal.



N.º 42.—COPIAPÓ.—Avenida Principal del Cementerio.



N.º 43.—COPIAPÓ.—Sepulcro de concreto armado. A su lado uno destruido de bolón i mortero de cal. Al fondo un sepulcro de tabiques de madera con cañas i barro sobre buen cimientó.

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

Menores han sido los efectos en las albañilerías de ladrillo i esto es mui esplicable, dadas la mayor lijeza del material i la mui superior trabazón de sus elementos constitutivos. A pesar de todo, las fábricas ordinarias de ladrillo con mortero de cal, hechas sin refuerzos de hierro, han tenido un comportamiento

que en ningún caso, permite aconsejar su empleo en la zona.

El sepulcro de la fotografía N.º 44, construído con un ladrillo Hannington, de calidad inmejorable, i una mui buena mezcla de cal, presenta destrozos totales.



N.º 44.—COPÍAPÓ.—Sepulcro de buen ladrillo Hannington i buena mezcla de cal.

La fotografía permite ver algunos deslizamientos de ciertas porciones de la albañilería en el plano de los lechos, producidos después de destruída la adherencia del mortero o después de haber experimentado éste 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 i monolíticos, sirviéndonos de refuerzos convenientes de concreto armado o metálicos en los muros, trabando bien éstos con el techo, etc.; pero ello no impedirá que la construcción se agriete i se oriñen deterioros apreciables en los revoques. Después de cada fenómeno sísmico importante, la obra exigirá reparaciones i si éstas se descuidan, bien puede llegar a peligrar la estabilidad de ella.

Las albañilerías están mui 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 i deficientes, con otra clase de sollicitaciones. Los elementos de una construcción durante un terremoto, pueden estar sometidos 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 pudiéramos 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 estraños, encarecen las obras i nunca las

harán 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, mui especialmente, 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



N.º 45.—COPIAPÓ.—Nichos de bolones i concreto con poco cemento.

del Cementerio de Copiapó—aunque esas obras son de mui mala calidad—ha sido altamente más satisfactoria que la de las albañilerías. La fotografía N.º 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.

El estanque del agua potable de Vallenar, de concreto con buena dosis de cemento, soportó mui 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 trapecial i rectangular arriba, i 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 i 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, nó.

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

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

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

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

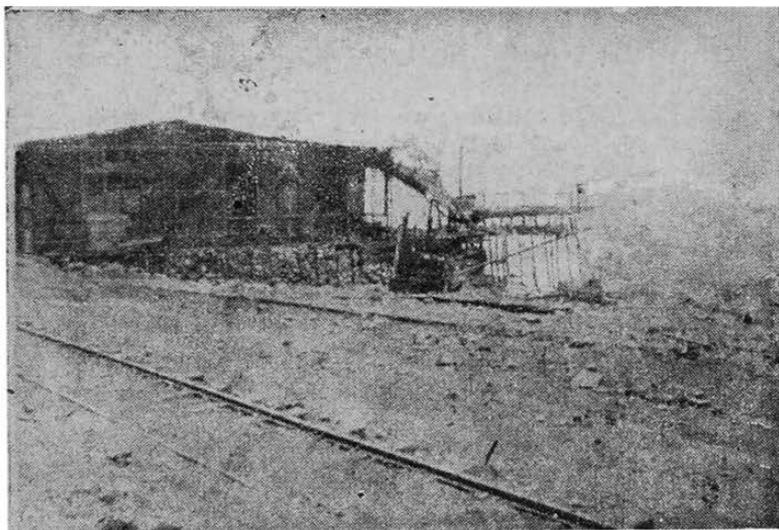
Los muertos en los distritos urbanos se detallan así:

Copiapó con 9,834 habitantes..	70,	0,71 %
Vallenar » 6,348 » ..	333,	5,25 %
Freirina » 1,403 » ..	14,	1,00 %
Huasco Bajo, con menos de 600 habitantes.....	12, mas de	2,00 %

IV.—ACCIÓN DESTRUCTORA DEL MAREMOTO

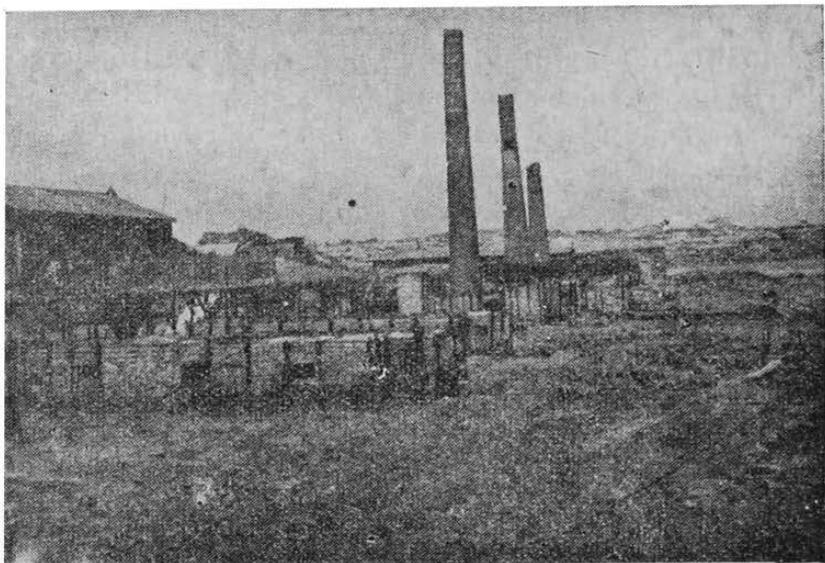
Se ha dicho al comenzar esta Memoria, que las salidas i recojidas del mar se efectuaron sin violencia. Aparte de las pruebas ya anotadas, pueden citarse sobre el particular, numerosos casos de obras de escásima consistencia, situadas mui cerca de la playa o

en la playa misma, i 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 N.º 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 46.—CHAÑARAL.—Casa de don Juan Vechiola a la orilla del mar.

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 i Copiapó que en Coquimbo, Huasco o Chañaral han sufrido poco. Baste señalar, por ahora, el ejemplo de la fotografía N.º 47, de las chimeneas



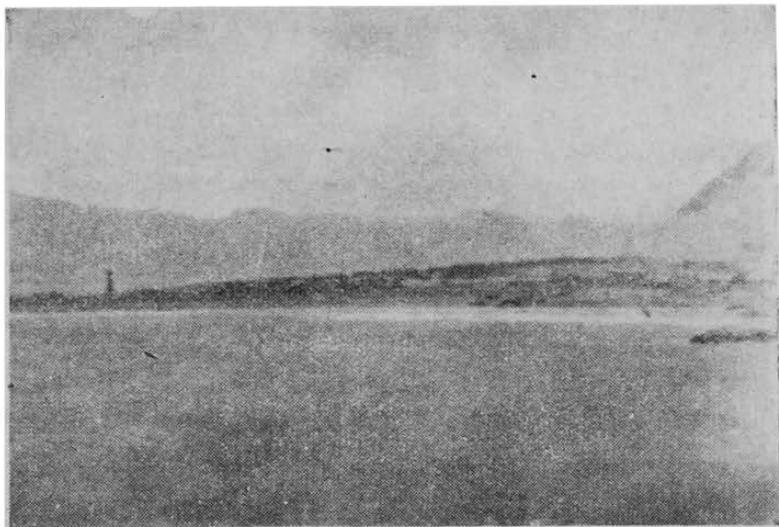
N.º 47—HUASCO.—Antigua fundición de cobre abandonada.

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 i Coquimbo i los perjuicios de Huasco i 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 paredes, por diferencias de nivel entre el líquido exterior i el que penetraba o ya había entrado al interior.

He nombrado los cuatro puertos que más daños 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

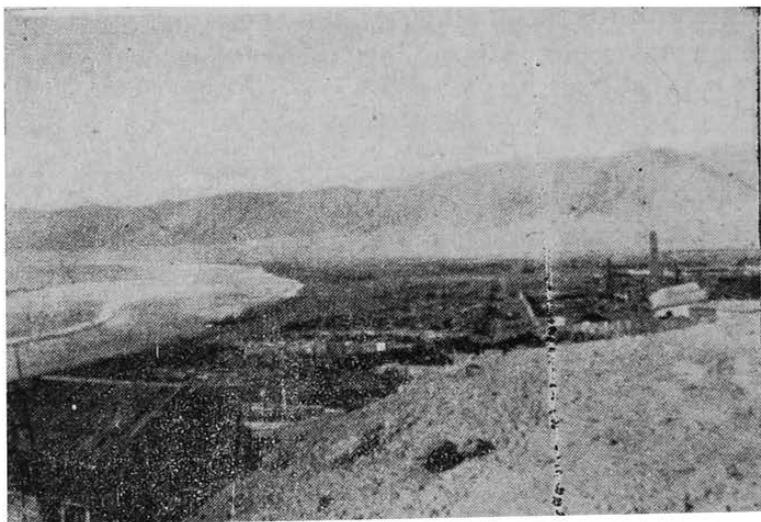
de escombros i con ellos, perdió todas las existencias de su comercio. Véanse las fotografías números 48, 49, 50, 51, 52 i 53.



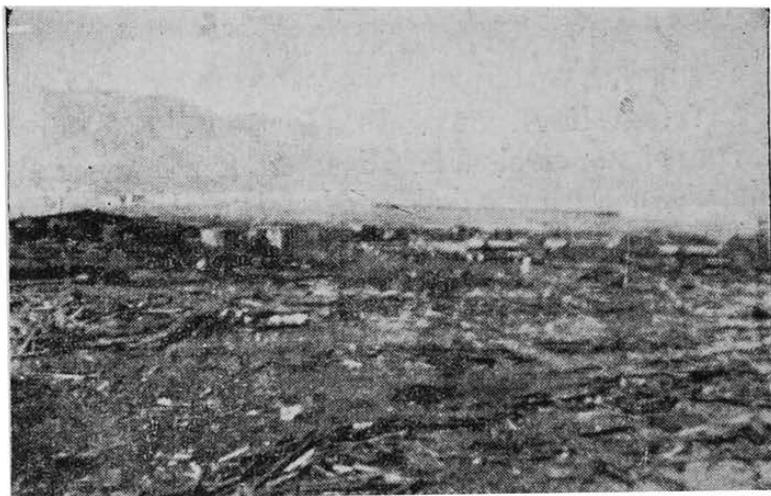
N.º 48.—CHAÑARAL.—Vista tomada desde el muelle de la Compañía Francesa de Fundición. Parte baja.

La fotografía N.º 54 muestra los destrozos ocasionados por el mar en el edificio de la Aduana i 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 i las bases



N.º 49.—CHANAÑARAL.—Vista de la parte comercial totalmente destruída por el mar, tomada desde el cerro.



N.º 50.—CHANAÑARAL.—El recinto de la Estación visto desde la playa frente a un establecimiento de Fundición.

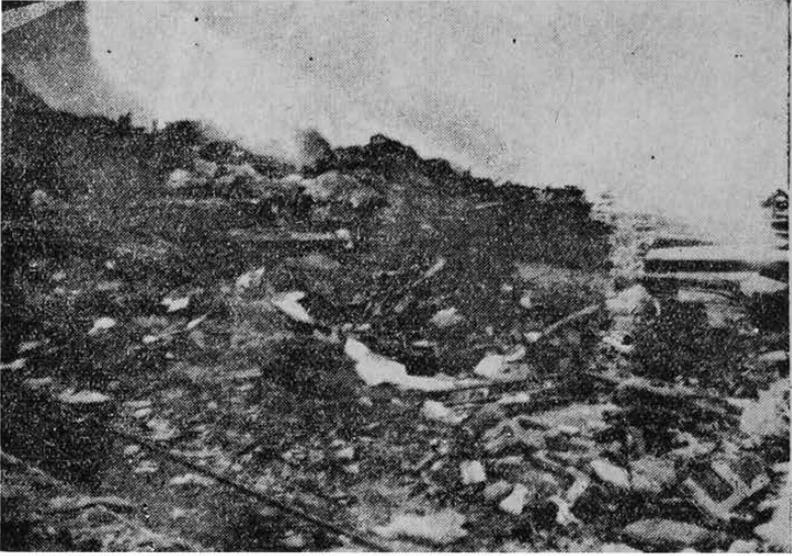


N.º 51.—CHAÑARAL.—Parte destruída por el maremoto. Vista tomada desde la playa.



N.º 52.—CHAÑARAL.—Destrozos del maremoto en la mitad Sur de la ciudad. Vista tomada desde la playa en dirección al cerro.

18.—ARTÍCULOS.

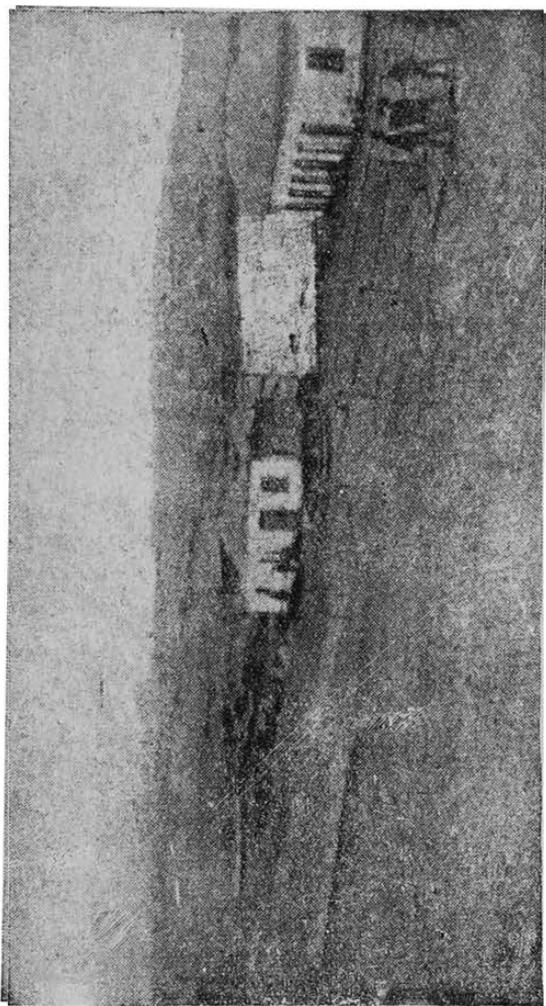


N.º 53.—CHAÑARAL.—Destrozos del maremoto. Fotografía tomada desde la calle del Ferrocarril en dirección a la antigua Fundición Edwards.



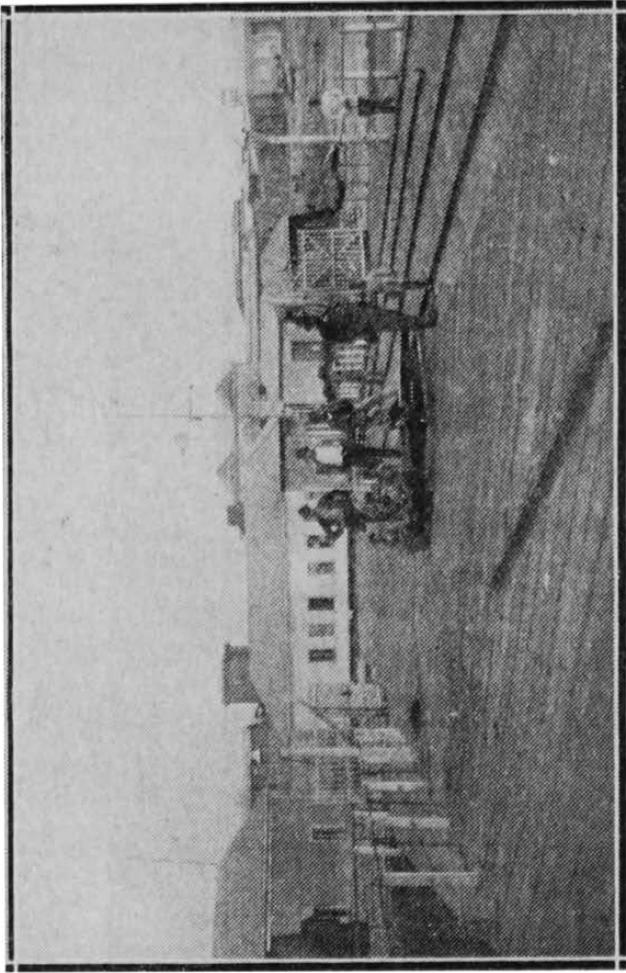
N.º 54.—CHAÑARAL.—Esplanada i Aduana.

se desligaban uniforme i totalmente de los cimientos, los edificios quedaban en condiciones de navegar.,



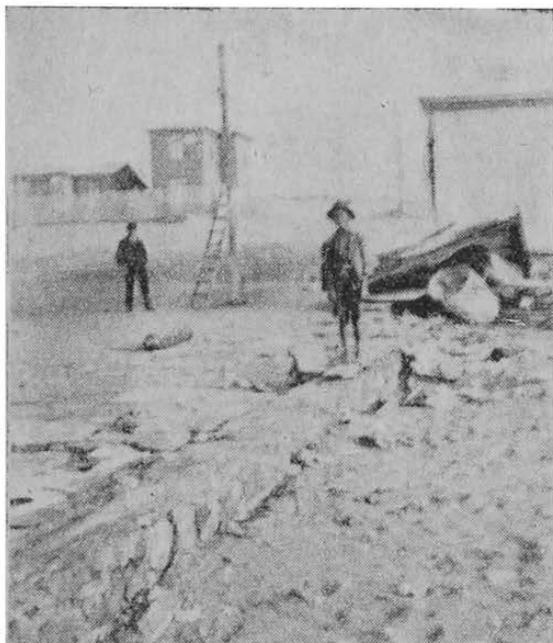
N.º 55.—CALDERA.—El Resguardo separado del edificio al que estaba unido i ocupando la situación en que lo dejó el mar.

En la fotografía N.º 55 se puede apreciar el cambio de lugar efectuado por la casa del Resguardo de Caldera, sin mostrar daños que merezcan mencionarse.



N.º 56. —CALDERA.—El Resguardo i la Atiuna trasladados por el mar. Vista tomada desde el arranque del muelle de pasajeros.

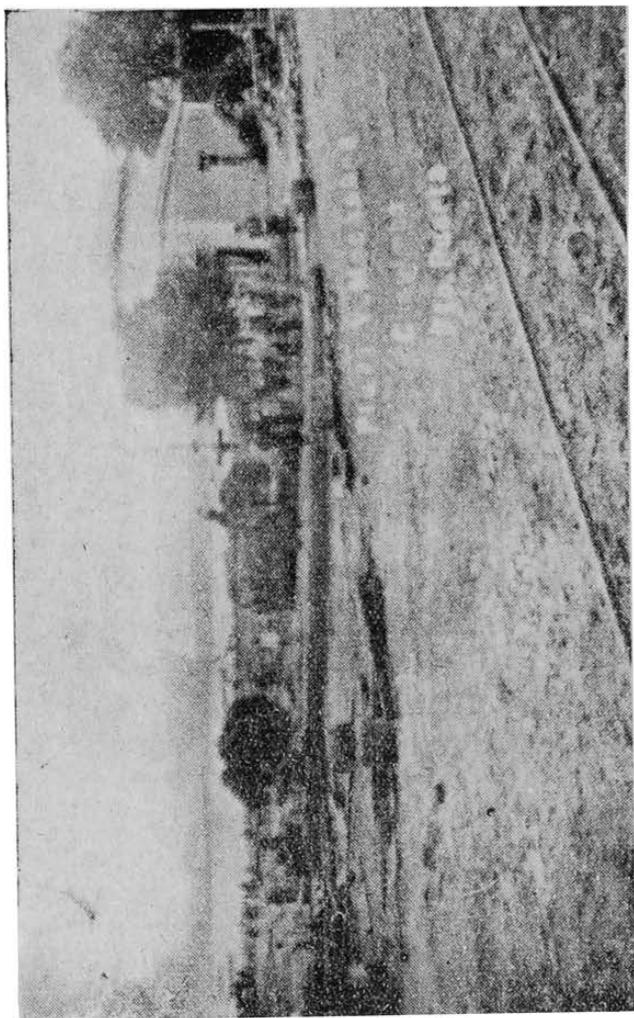
Es la que figura a la derecha i que antes estaba junto a la otra casa de la fotografía, con su mayor longitud en dirección perpendicular a la playa. La vista N.º 56, tomada desde el arranque del muelle de pasajeros,



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

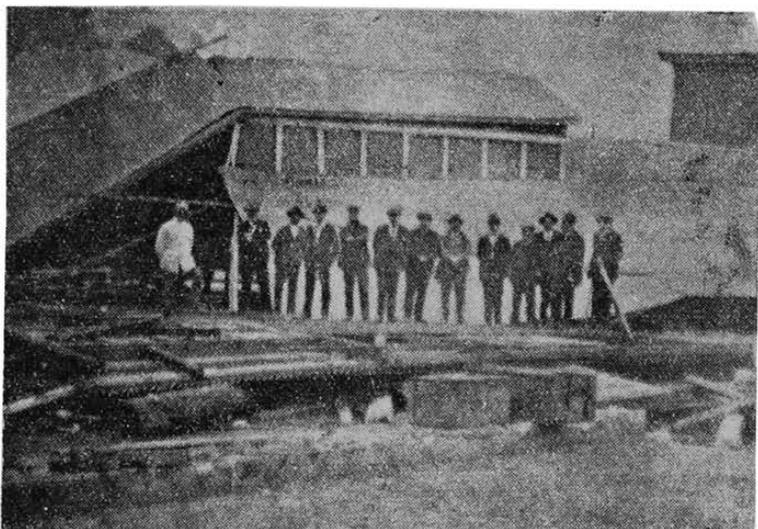
presenta otro costado del Resguardo en nuevo su sitio, obstruyendo el acceso al embarcadero. Los cimientos han quedado intactos, como se ve en la fotografía N.º 57.

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



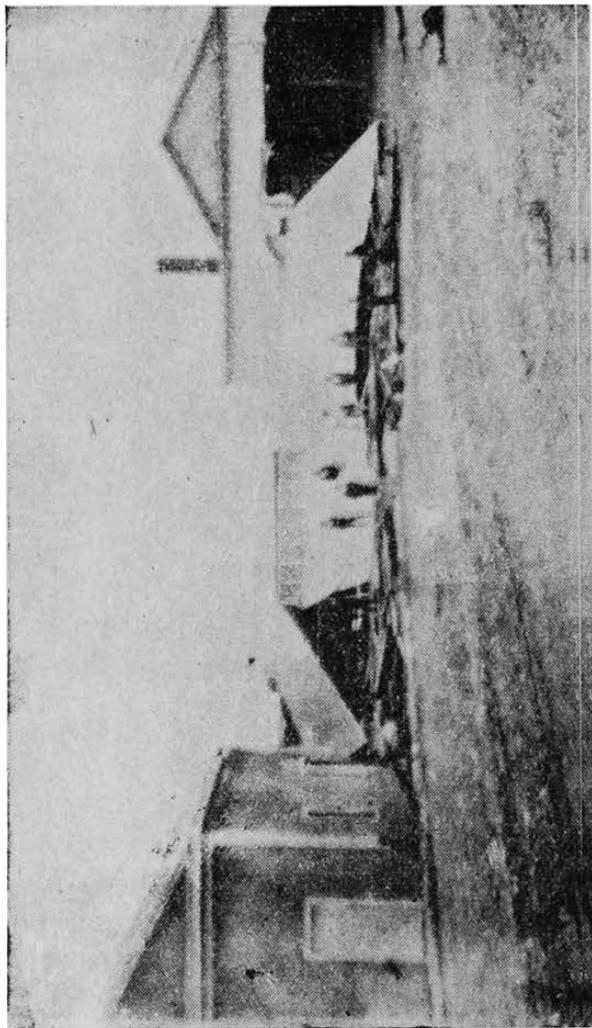
N.º 58.—Coquimbo.—Plazuela de la Aduana.

al malecón. Sin embargo, jeneralmente estas construcciones de madera sometidas a flotación se abrieron i se destrozaron, como ocurrió con el edificio de la Aduana de Caldera. Véanse las fotografías números 59, 60, 61 i 62. Dicho edificio se dividió en mitades:

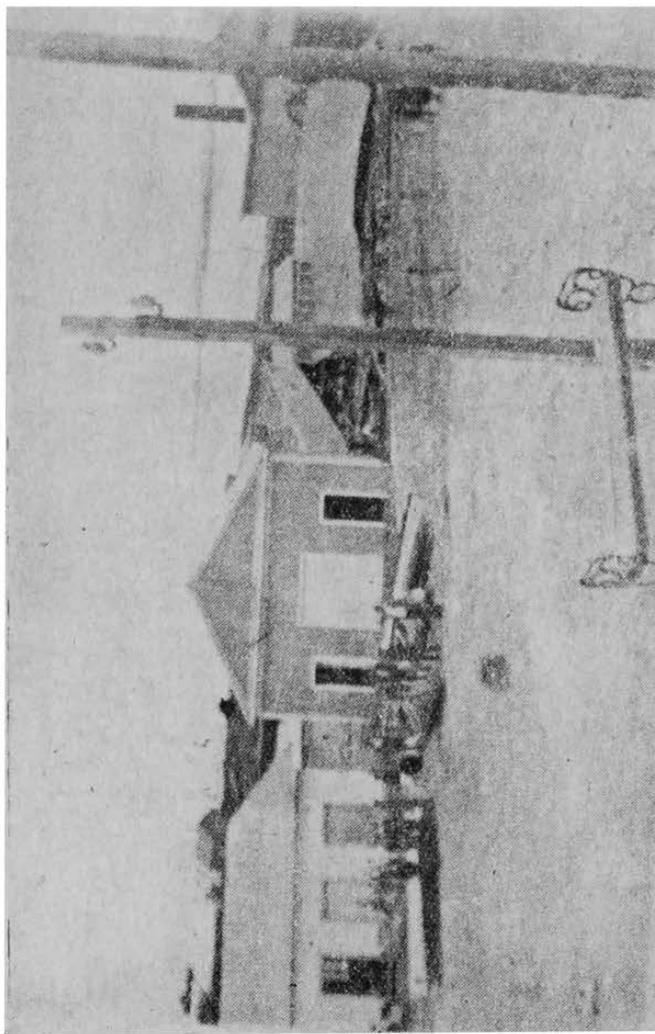


N.º 59.—CALDERA.—Aduana.—Parte hundida al ser trasladada por el mar.

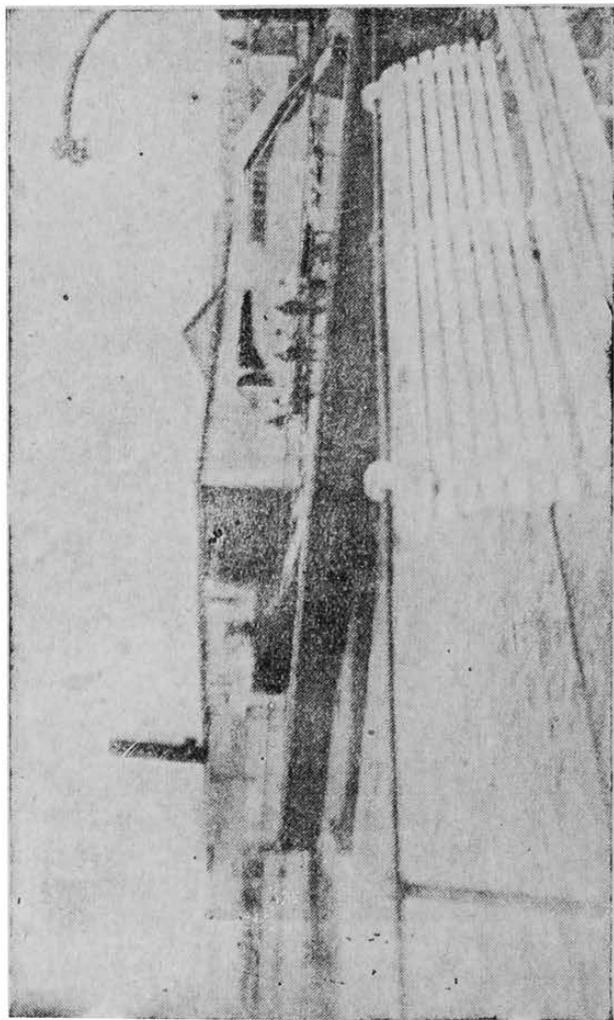
la una jiró 90° i se mantuvo en pie; pero la otra, al chocar contra la bodega del equipo de la Estación, se derrumbó. La bodega, edificio de tabiques de caña, sufrió, por otra parte, la ruptura de varios piés derechos, como lo indican las fotografías números 63 i 64, por efecto, según parece, del choque de los numerosos carros, que desprendidos de sus «bogies» navegaron, enganchados, desde el muelle del ferrocarril hasta la



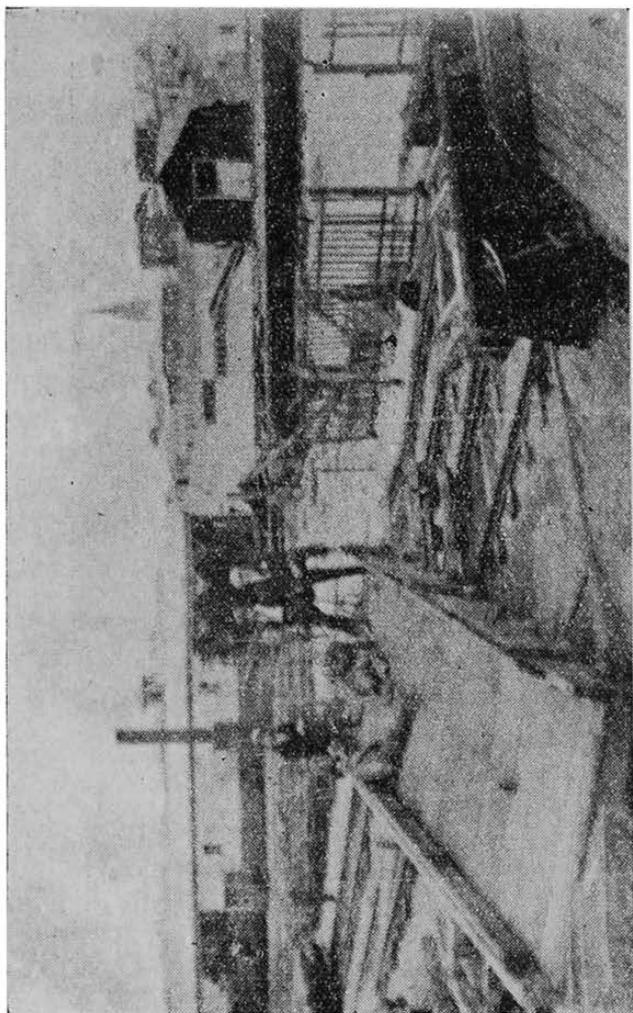
N.º 60.—CALDERA.—Aduana destruida.



N.º 61.—CALDERA.—La Aduana i el Resguardo.—Como los dejó el maremoto.

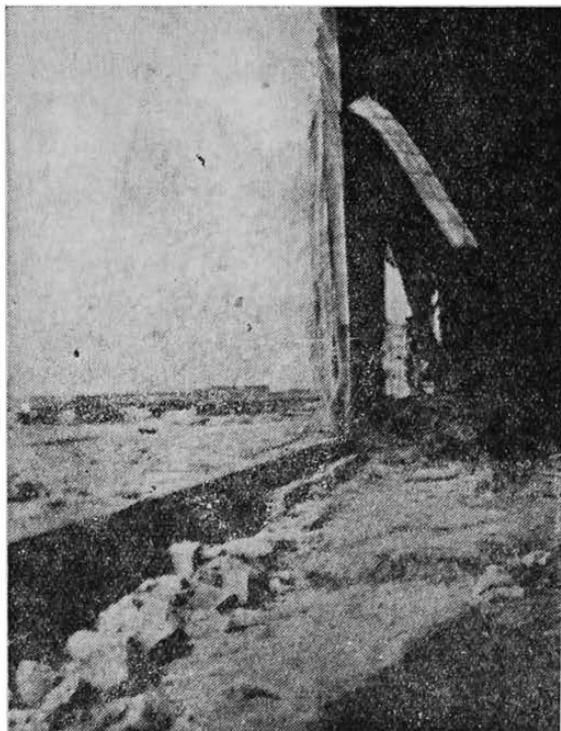


N.º 62. — CALDERA — La Ahuana i la Bodega del material rodante del F. C. dañados por el maremoto.



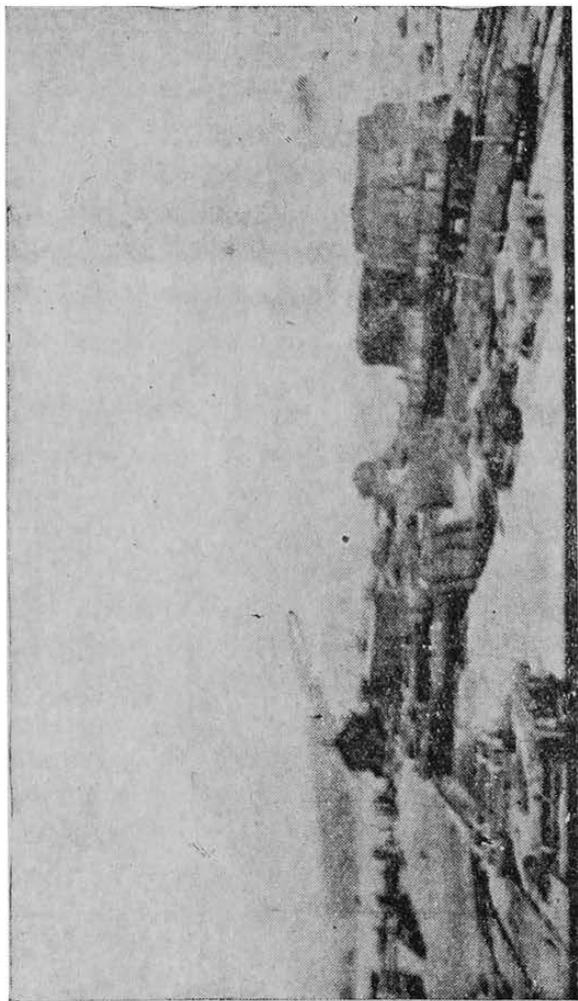
N.º 63.—CALDERA.—La Aduana i la Bodega del equipo desde el arranque del muelle del Ferricarril.

playa de los baños. Véanse las fotografías números 65, 66, 67 i 68 i el planito de la bahía.

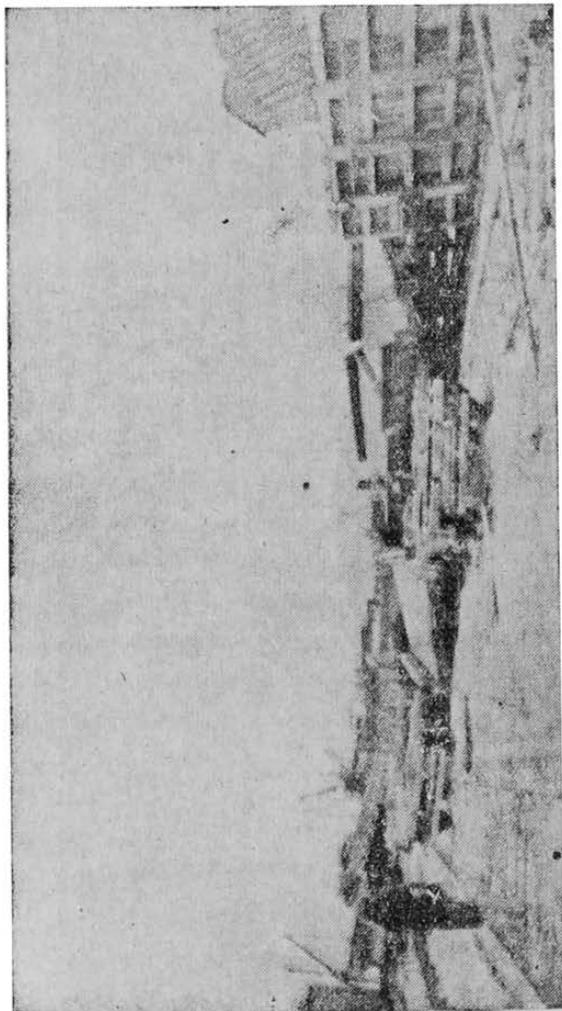


N.º 64.—CALDERA.—Galpón del equipo del Ferrocarril.

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 N.º 69, tomada desde una galería del que fué Hotel Inglés, da una idea de lo dicho, i demuestra, además, la confianza con que se edificaba en la propia orilla del agua, sin protección efectiva alguna contra la marejada de los días



N.º 65.—CALDERA.—Arranque del muelle del Ferrocarril.

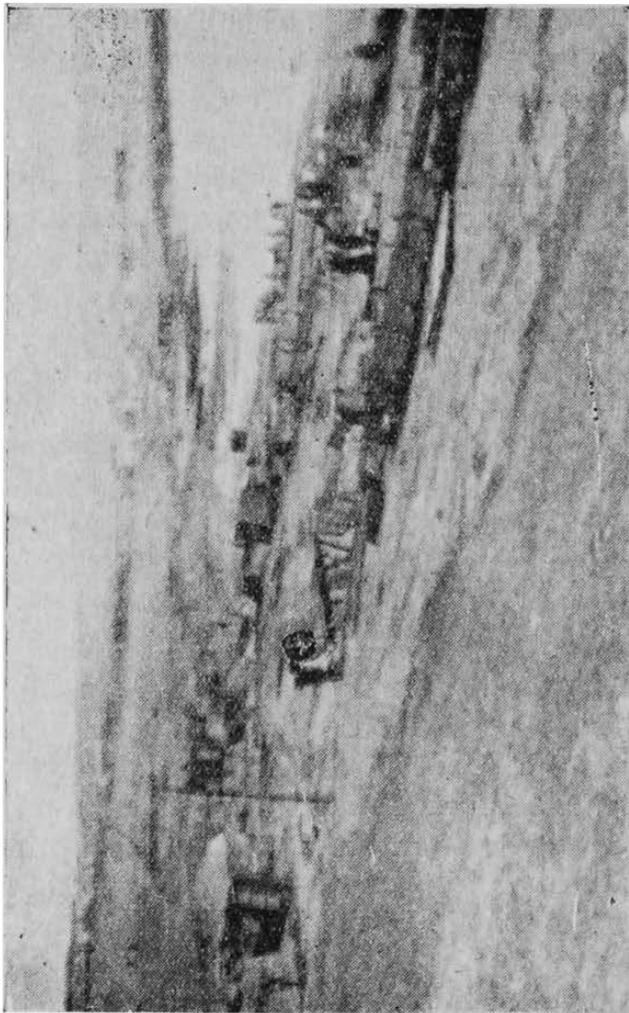


N.º 66.—CALDERA.—Muelle del Ferrocarril.

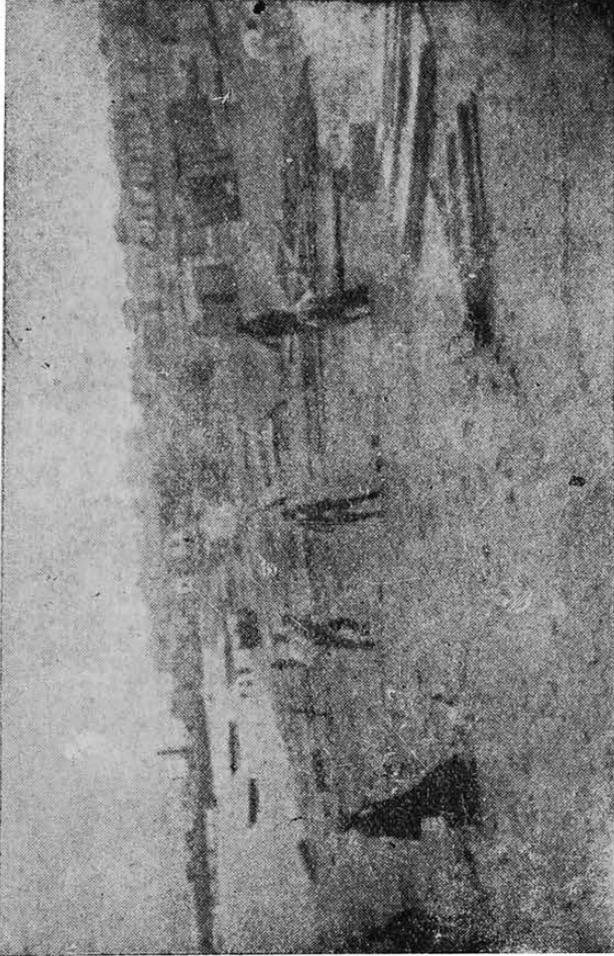
de temporal. En la fuerza viva de los choques, ha influido mui preponderantemente, la masa de los cuerpos flotantes, pues la velocidad ha debido ser pequeña.

El tercero de los motivos destructores, durante las inundaciones del maremoto, lo hallamos en los desniveles de agua que se producían entre el interior i el exterior de los edificios. En construcciones bien unidas, el agua se introducía mui 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 i la interior tardaba en escurrirse. orijinando presiones en sentido opuesto a las precedentes i 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 esplicables algunos hechos curiosos que mucha jente no atinaba a comprender. Por ejemplo, en una misma casa hubo piezas contiguas, que presentaban, la una, sus muebles i demás enseres en el desorden i destrucción más completos, i la otra, todo intacto i en su sitio. Examinando la construcción, luego se descubría que en la primera pieza, el agua tuvo dificultad para entrar al principio i 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



N.º 67.—CALDERA.—Playa de los baños i varadero.—Vista tomada desde cerca del muelle de pasajeros.

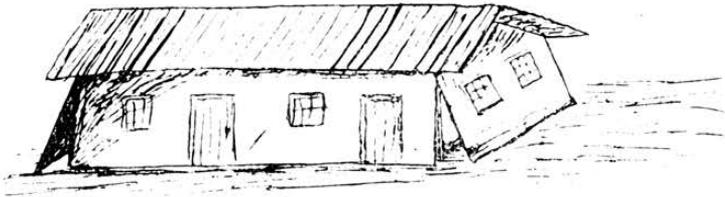


N.º 68.—CALDERA.—Playa de los baños.—Vista tomada hacia los muelles.



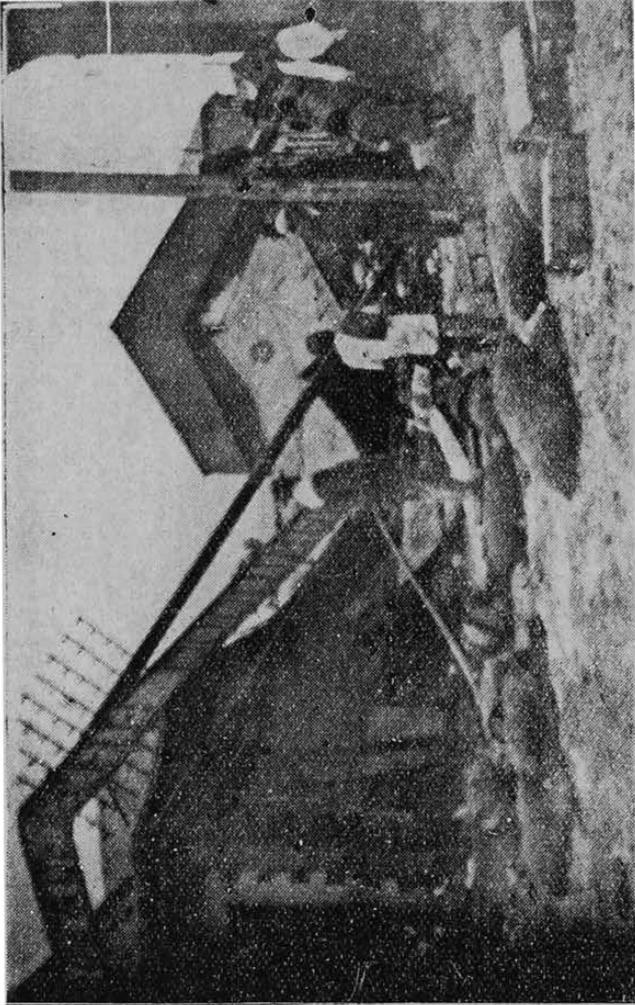
N.º 69.—CHAÑARAL.—El mar desde la galería del Hotel de Montan.

tabiques de madera o de planchas de fierro galvanizado se abrieron como lo indica el croquis adjunto.

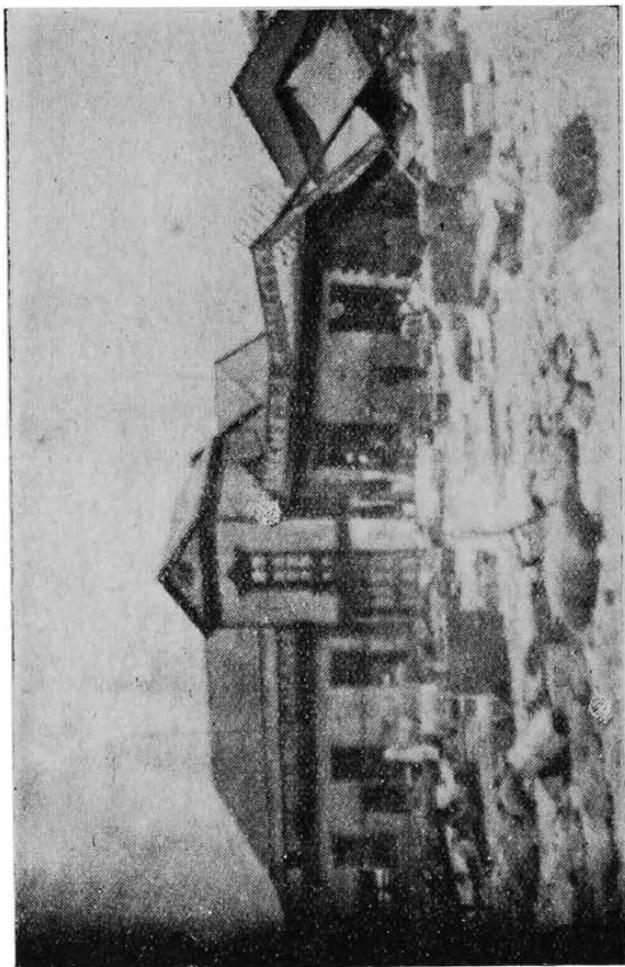


Tal parece haber sido la acción del agua en las bodegas de la Coquimbo Agencies Company a que se refieren las fotografías N.os 70, 71 i 72.

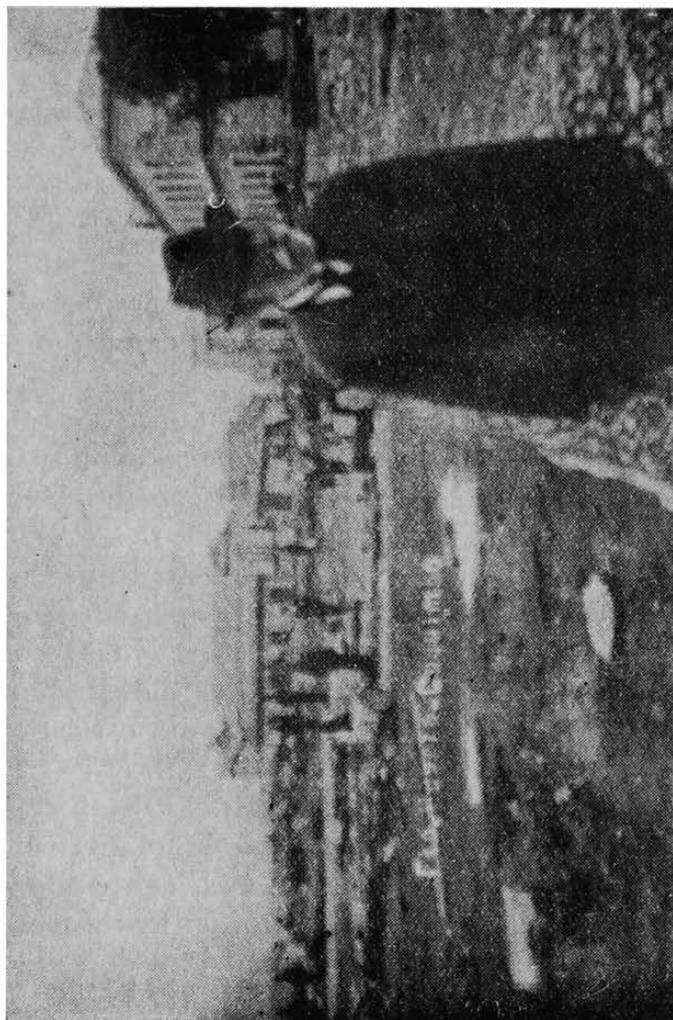
En Chañaral, la destrucción del edificio de la tienda «La Mina de Oro» de los señores Rubio Hermanos, en que los muros se abatieron hacia la calle jirando so-



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



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



N.º 72.—Coquimbo.—Aduana i Bodegas de la Coquimbo Agencies C.º

bre los cimientos, como si éstos hubieran sido una charnela, es otro ejemplo de lo que vengo explicando. Decíase de esta construcción, que era de concreto armado i como resultó deshecha por el maremoto, se emitieron en la localidad juicios pesimistas del sistema. Puntualizando las cosas, se vé que la causa de su destrucción ha residido en un mal procedimiento constructivo i 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, los constituían otras barras de fierro, escuadradas i planchuelas de unión de escasa resistencia, mal elejidas i peor colocadas. El concreto, sumamente poroso, tenía una dosis de cemento sólo admisible en cubos de relleno, y casi no existía trabazón de las paredes entre sí i con el techo. Demás parece decir que no había la menor adherencia entre el fierro i el concreto. Esteriormente, las paredes llevaban una malla de metal desplegado delgado, para estuco, con un revoque de mortero.

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

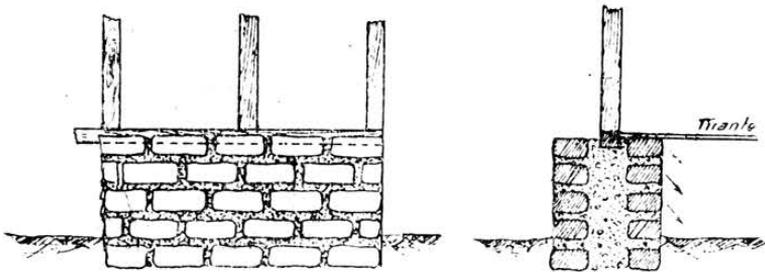
Citaré los destrozos del edificio abandonado de las carboneras de la Armada, de Caldera, como un último



N.º 73.—HUASCO.—Lado Oriente de la Bodega Torres i Cía.

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 i 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 i un núcleo interior de concreto. Las soleras



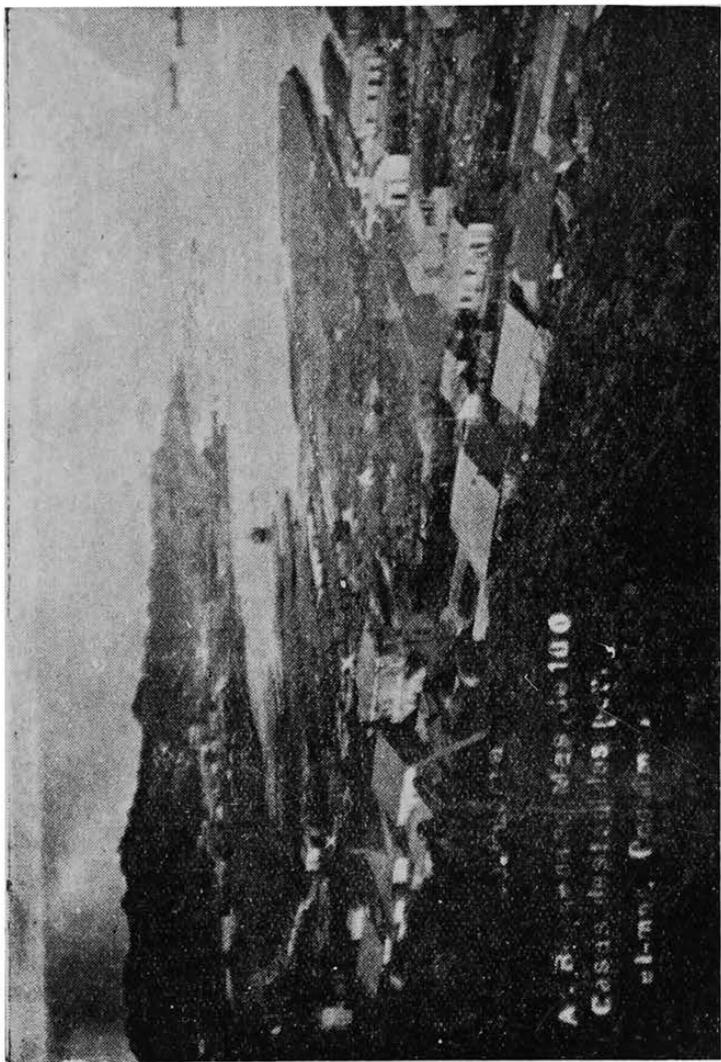
de la base, tenían cada cierta distancia, tirantes de fierro para contrarrestar los empujes del carbón. Carecía, pues, este edificio, de resistencia contra presiones exteriores. De paso, me referiré a dos defectos capitales de los cimientos de las carboneras: su falta de penetración en el suelo i la escasa ligazón entre el concreto central i 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 i, esperiméntó perjuicios de importancia en la Estación de los Ferrocarriles i en las bodegas comerciales próximas a la playa. La edificación, modesta i mala, del barrio obrero que se acaba de mencionar, era de madera i tabiques de las distintas clases descritas en esta memoria. Las causas de su destrucción, son también las mismas indicadas anteriormente.

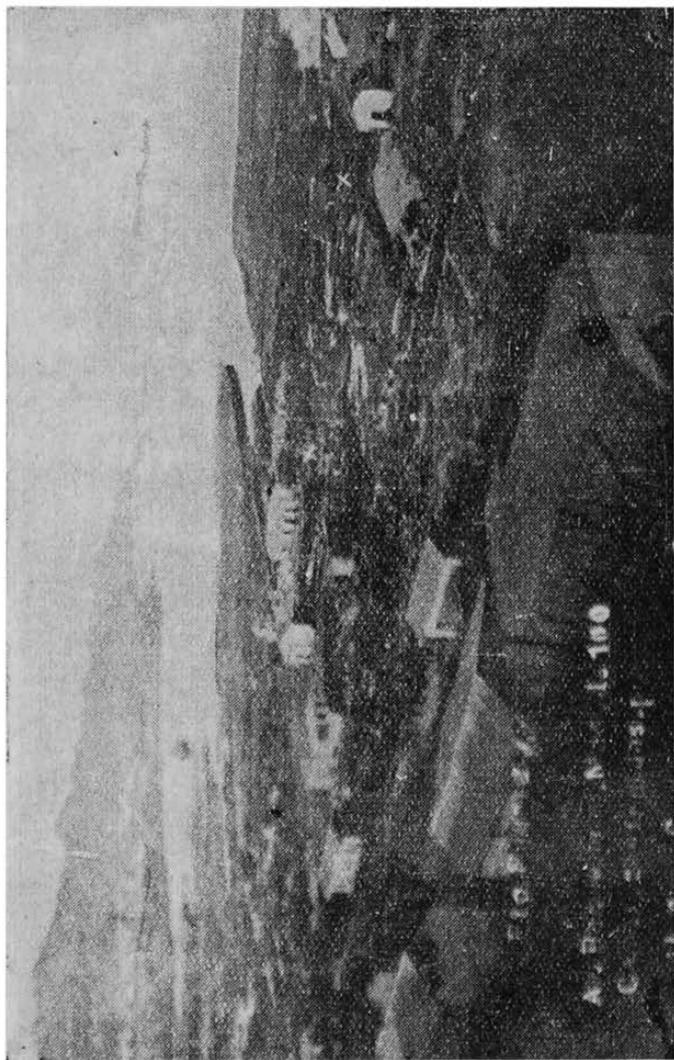
Las fotografías números 74 a 81 i las 82 i 83 dan idea de los destrozos en la población Victoria i en la estación.

En el puerto de Huasco, los principales edificios dañados, han sido, la Aduana, la antigua Estación del Ferrocarril, hoi bodega, la antigua maestranza i las bodegas de Torres i Cía. i de Craig i Cía. Se nos informó en Huasco que en Carrizal Bajo, el maremoto había ocasionado enormes estragos; habrían sido destrozados el muelle, la maestranza i el material rodante del ferrocarril, i las grandes instalaciones de la Sociedad de Minas i Fundiciones de Carrizal, habrían resultado seriamente perjudicadas.

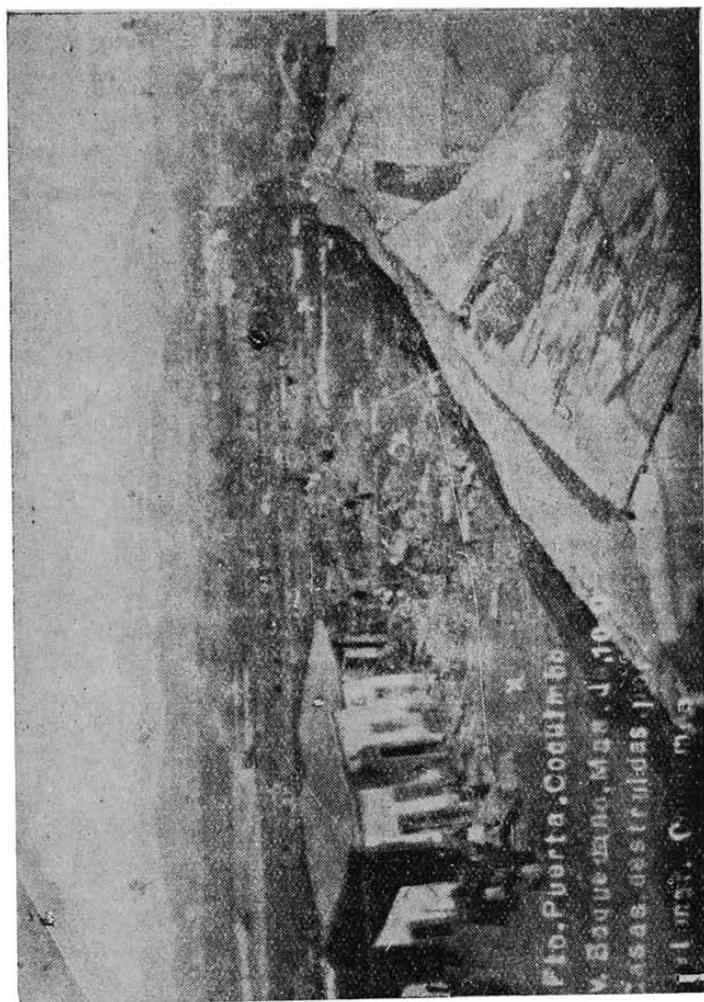
El movimiento del agua, en sus avances i retrocesos produjo cierto arrastre, de algún efecto, sólo en terreno



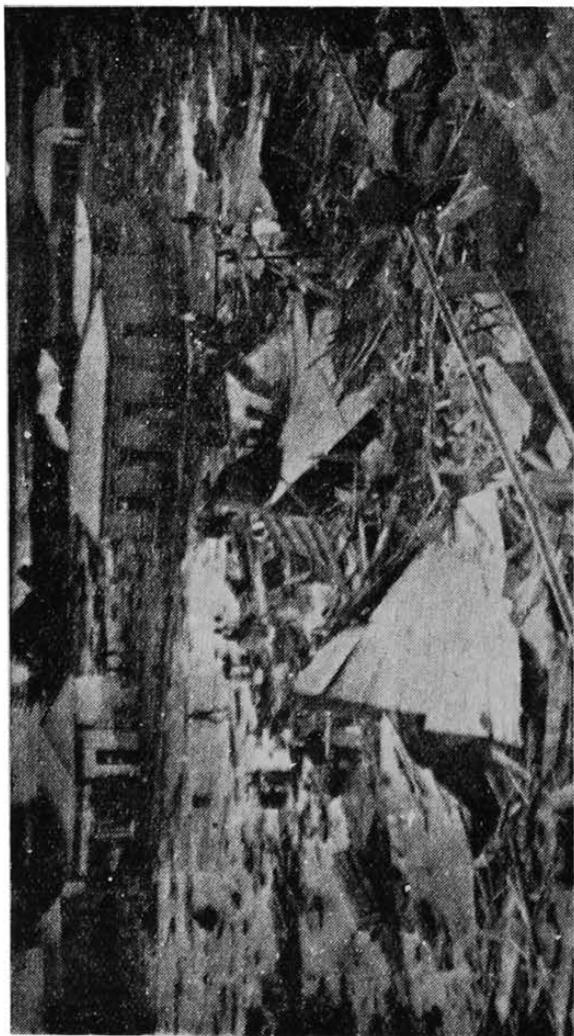
N.º 74.—Coguimbo.—Población Victoria, tomada desde el cerro Dominante.



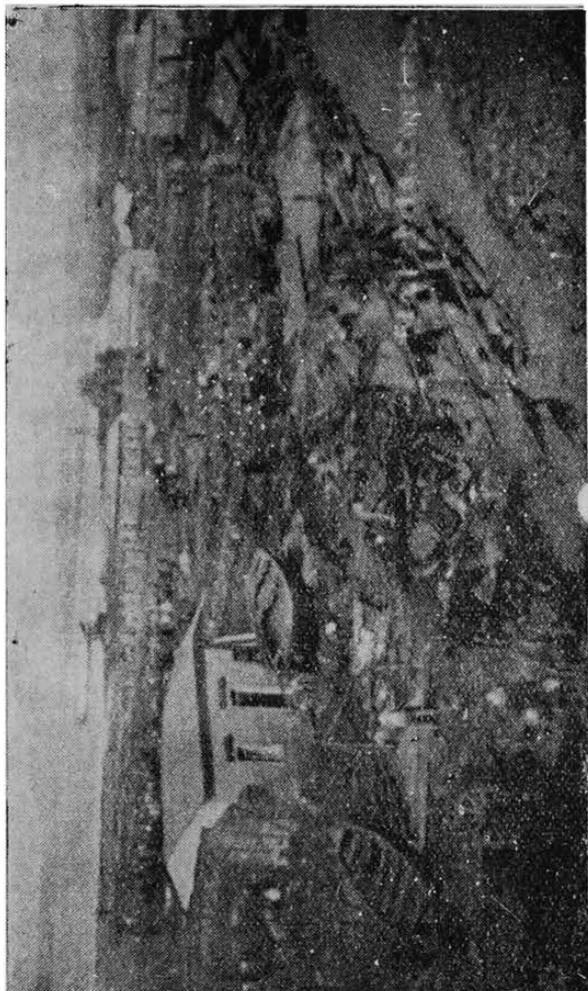
N.º 75.—Cogumbo.—Población Victoria, arrasada.



N.º 76.—Coguimbo.—Población Victoria.



N.º 77.—Cogumbo.—Población Victoria.



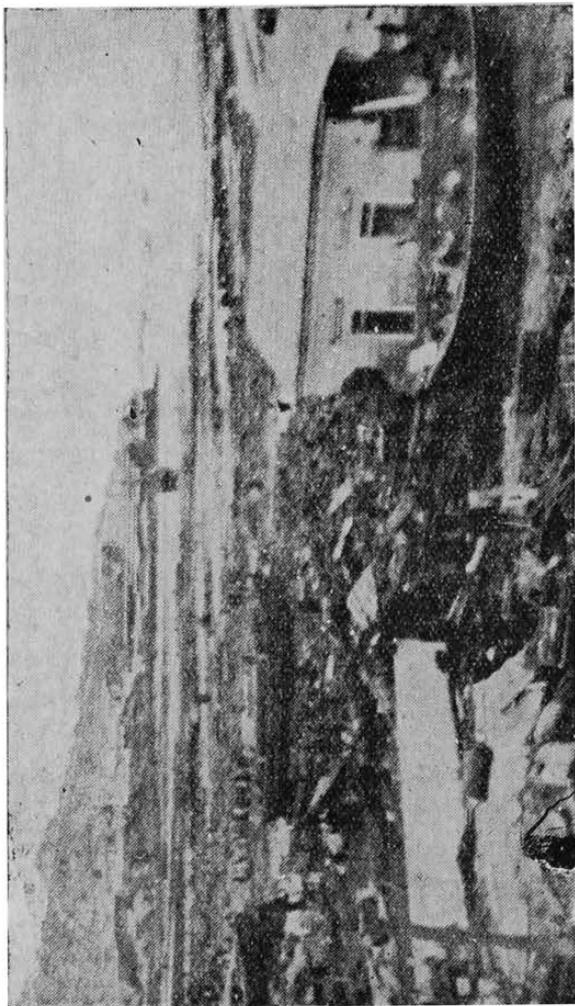
N.º 78.—Coquimbo.—Población Victoria.



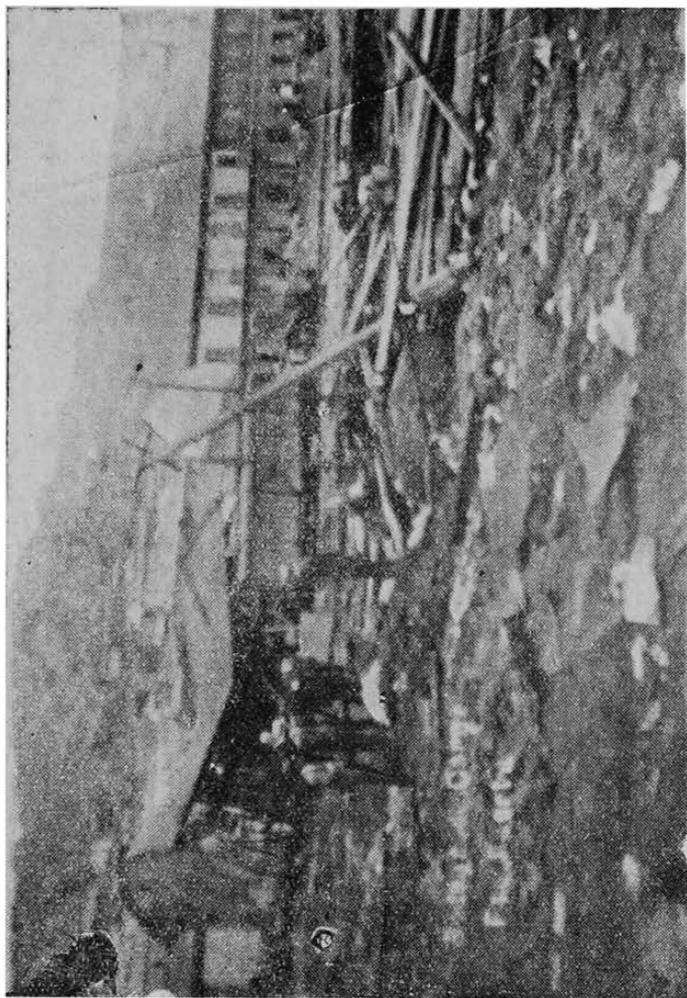
N.º 79.—Coquimbo.—Población Victoria.



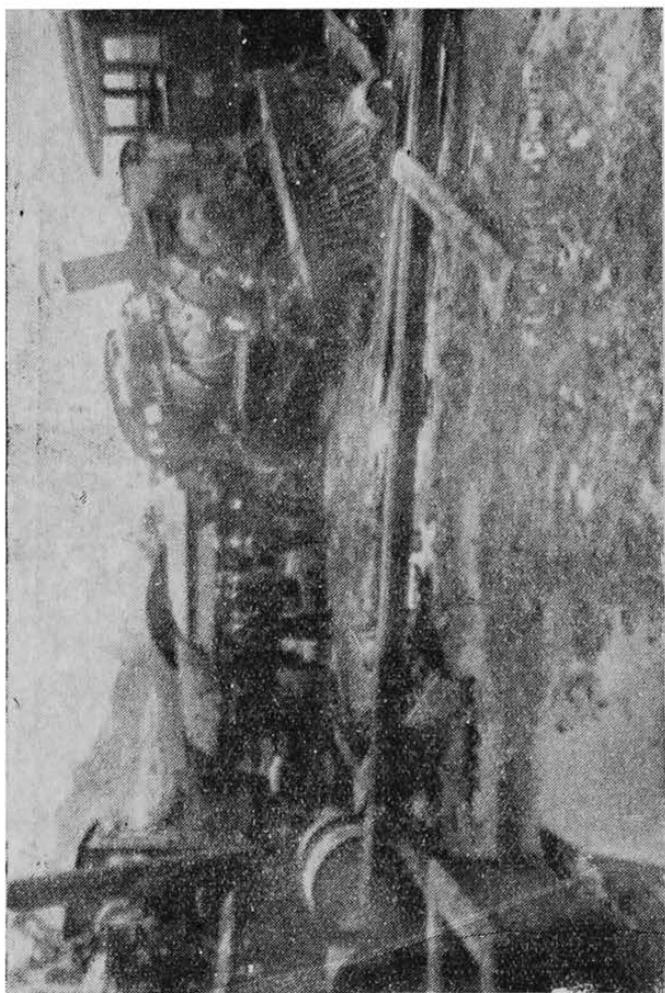
N.º 80.—Coquimbo.—Población Victoria.



N.º Sr.—Cozumbo.—Población Victoria.

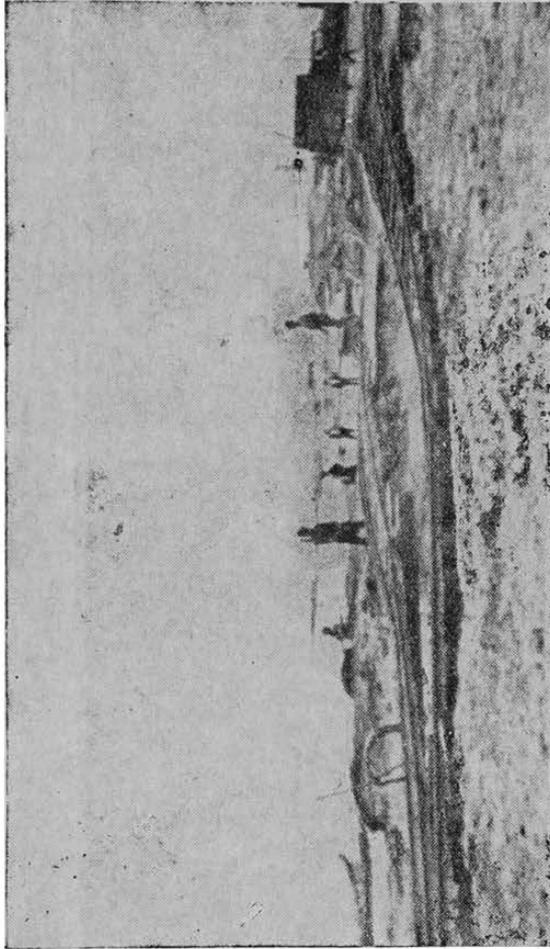


N.º 82.—Coquimbo.—Bodega de Carga de la Estación del F. C.



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

mui suelto de arena, como sucedió en la vía férrea de Huasco i en el ramal de Caldera a la Smelting Copper Co. Véase la fotografía N.º 84.

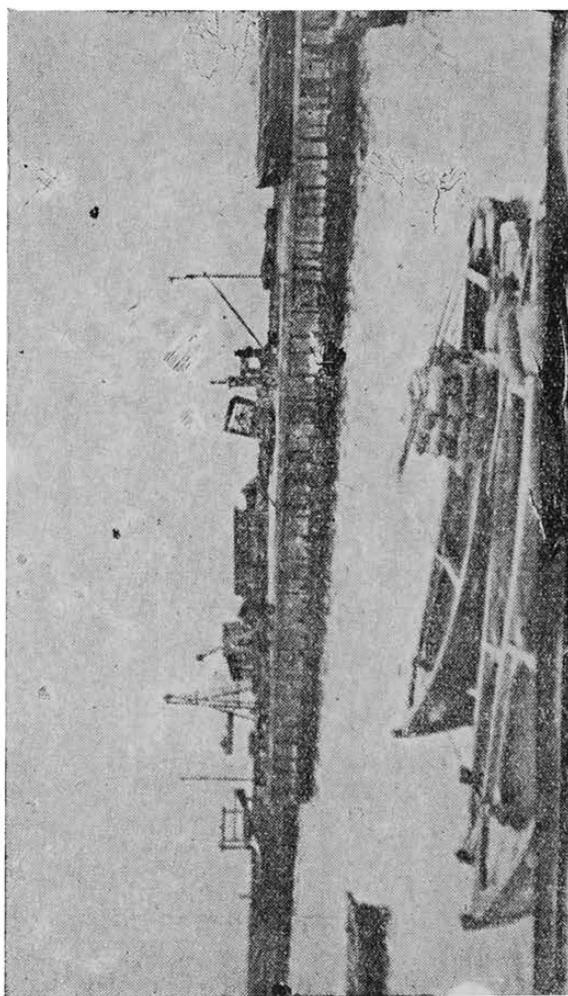


N.º 84. —CALDERA.—Línea férrea hacia la Smelting Copper C.º

Fuera de los edificios, la mayor parte de los muelles de Chañaral, Huasco i Coquimbo, han resultado dañados por el maremoto, debido a alguno de los dos

primeros motivos que he señalado, o bien a los dos combinados.

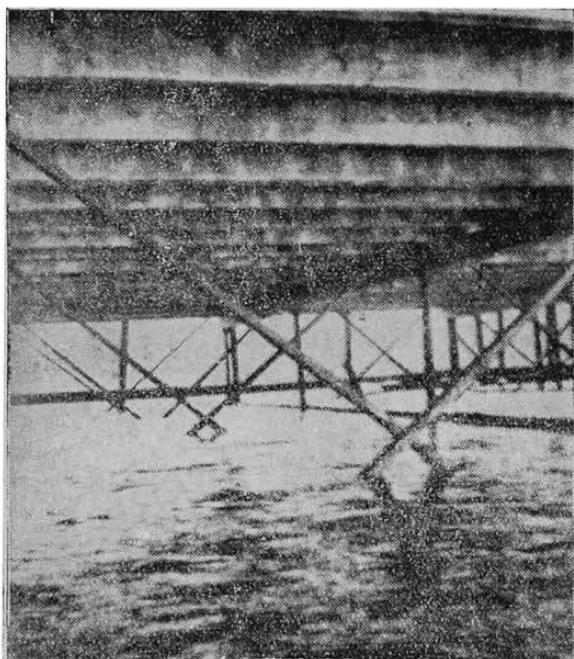
El muelle del ferrocarril de Caldera, especie de es-



N.º 85.—CALDERA.—Muelle del F. C.

pigón con núcleo de arena, presenta daños despreciables, como lo indica la fotografía N.º 85. El muelle de pasajeros del mismo puerto i el de Huasco, fotografías

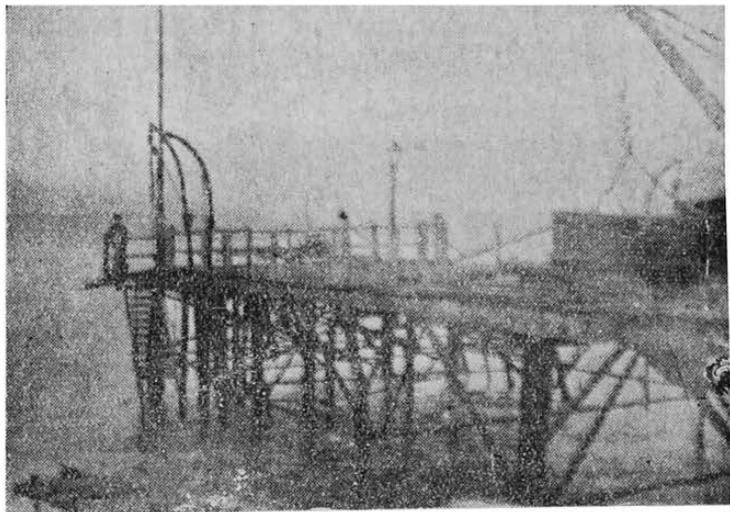
números 86 i 87, a pesar de su mal estado i de haber quedado inmerjidos totalmente en el agua, nada sufrieron.



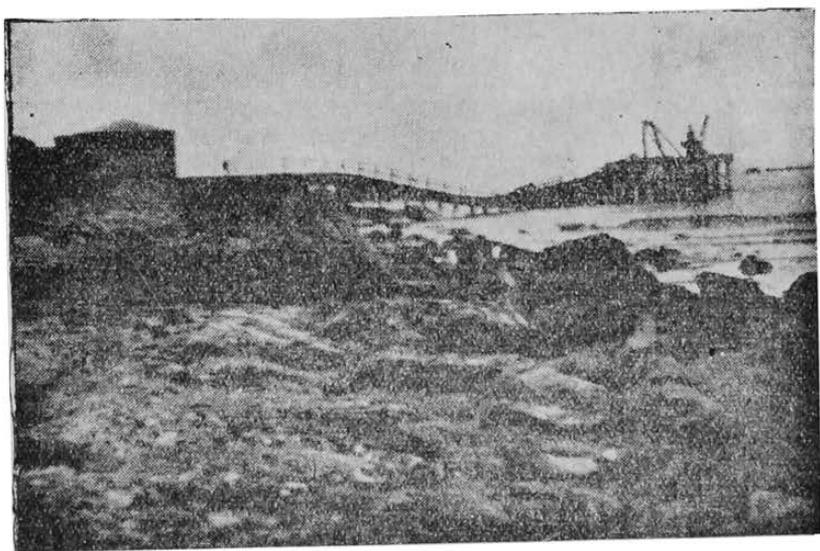
N.º 86.—CALDERA.—Muelle de pasajeros visto por debajo.

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

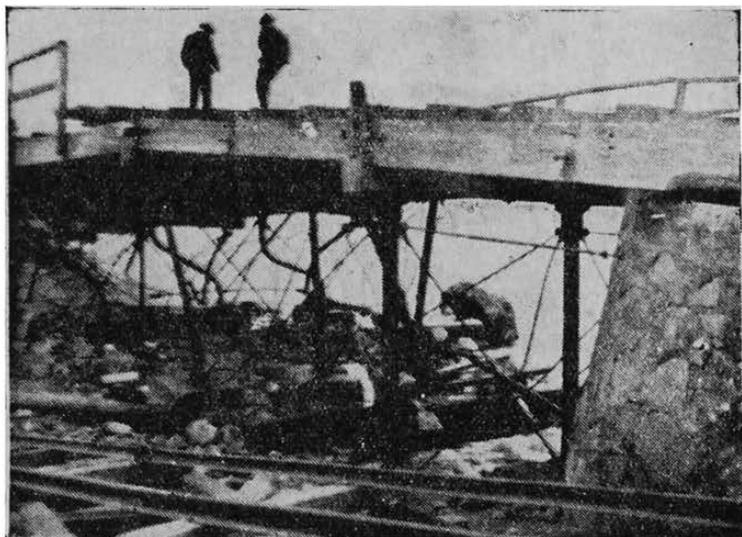
Los muellecitos chicos, de carga, mal construídos, impropriamente llamados «chazas», nombre que corresponde a pequeños espigones rellenos con piedra, del puerto de Huasco, experimentaron mui serios perjuicios. Figuran entre ellos los de Craig i Cía., de Wiegand i Cía. i de Torres i Cía. Parece que los estra-



N.º 87.—Huasco.—Muelle de pasajeros.



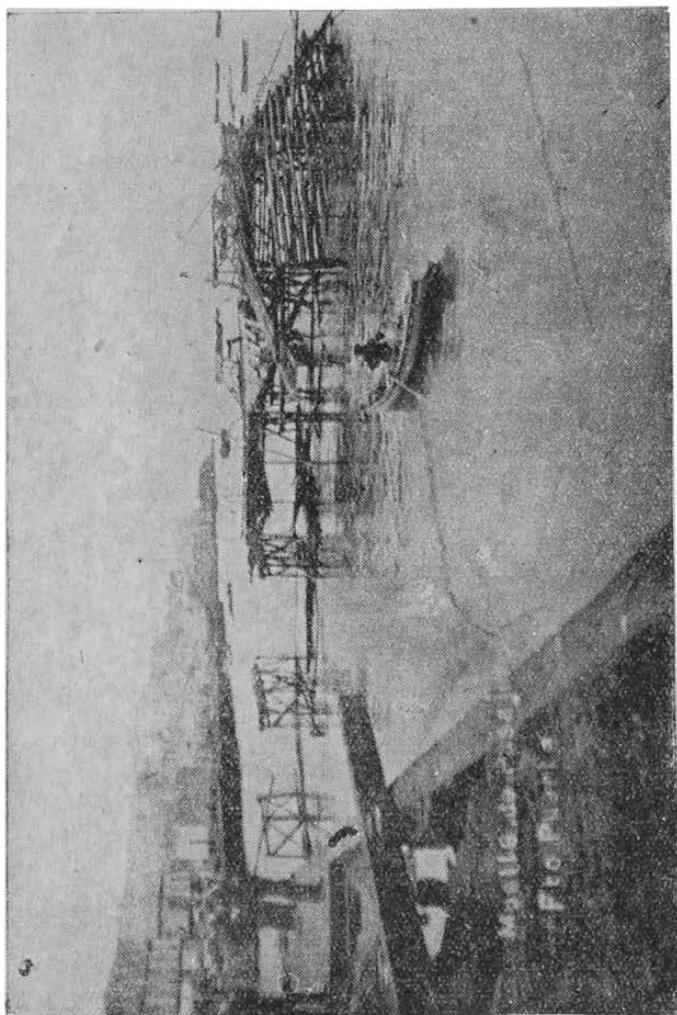
N.º 88.—Huasco.—Muelle del ferrocarril.



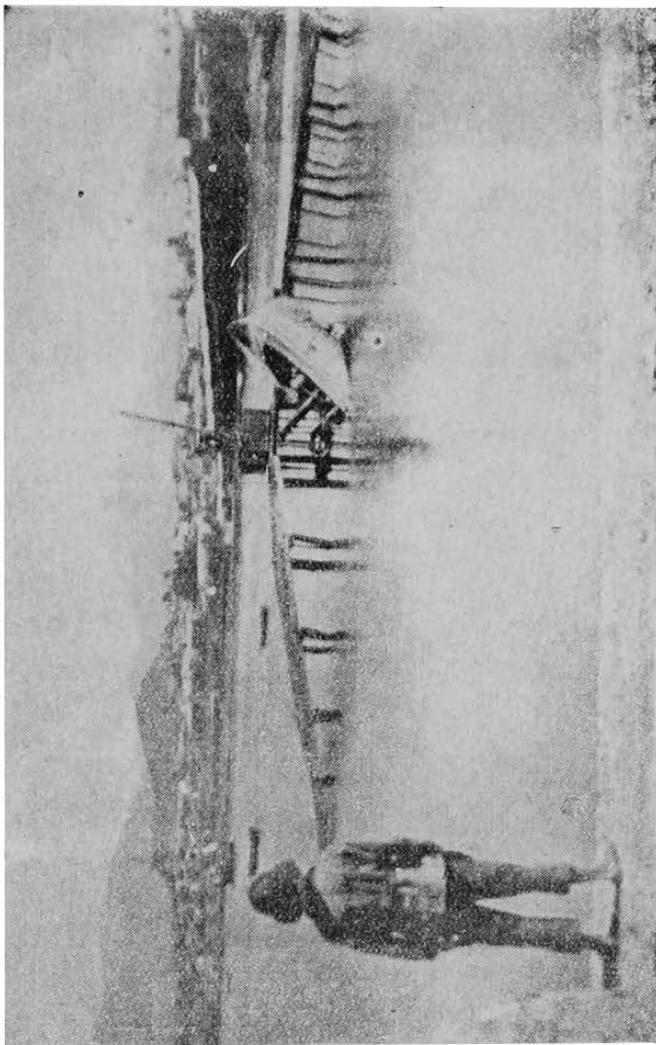
N.º 89.—HUASCO.—Arranque del muelle del Ferrocarril.



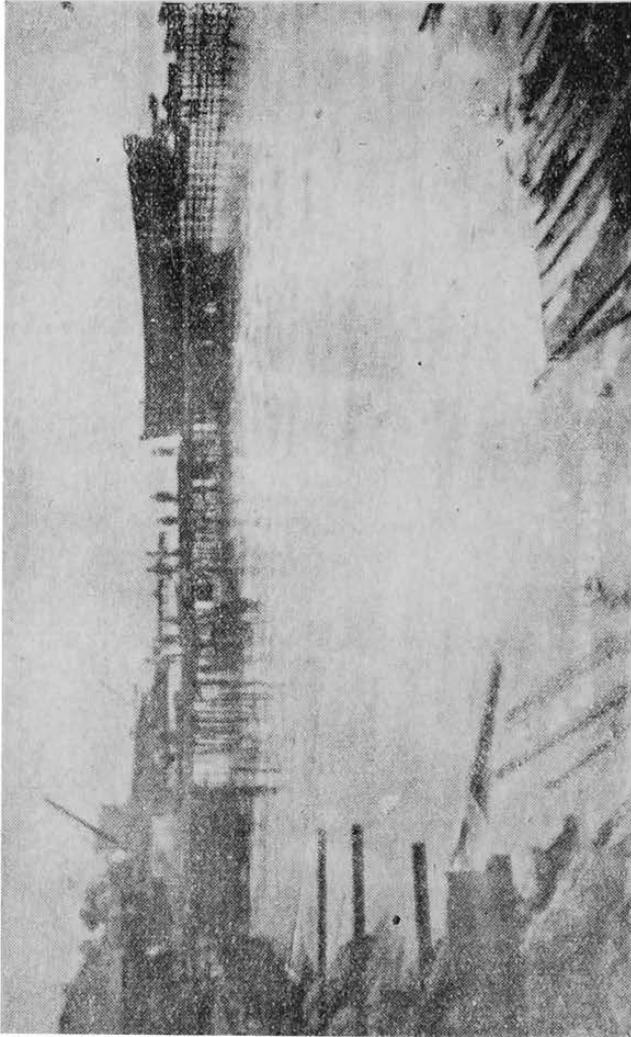
N.º 90.—CHAÑARAL.—Grieta del malecón vista desde tierra.—Esta avería fué producida en 1920.



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



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



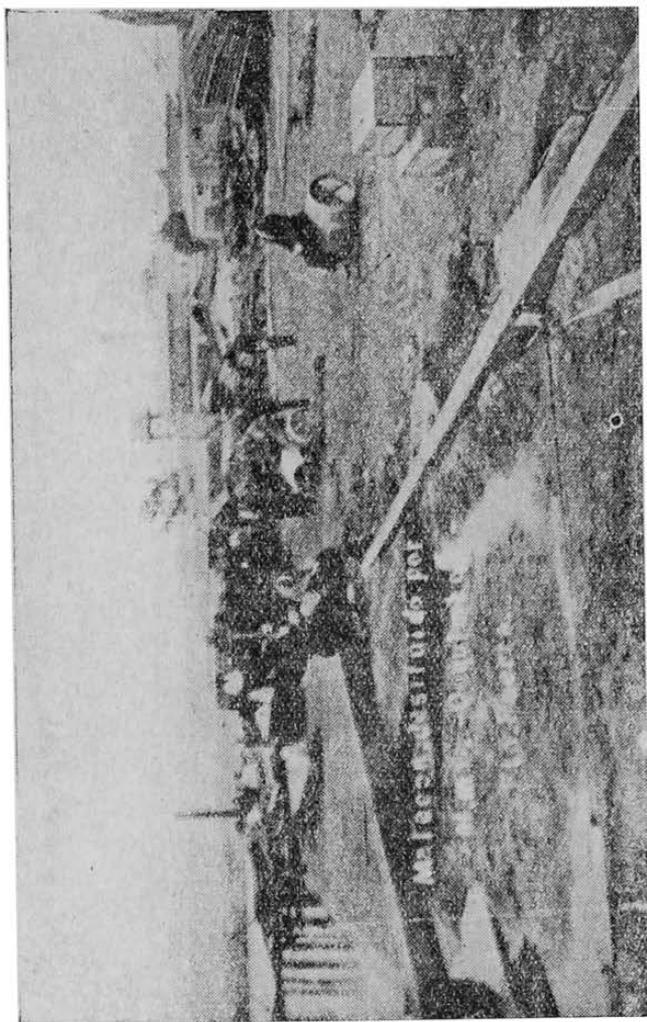
N.º 93.—Coquimbo.—Esplanada en construcción de los Ferrocarriles.

gos se debieron a los choques de mercaderías, carros de ferrocarril i otros cuerpos flotantes.

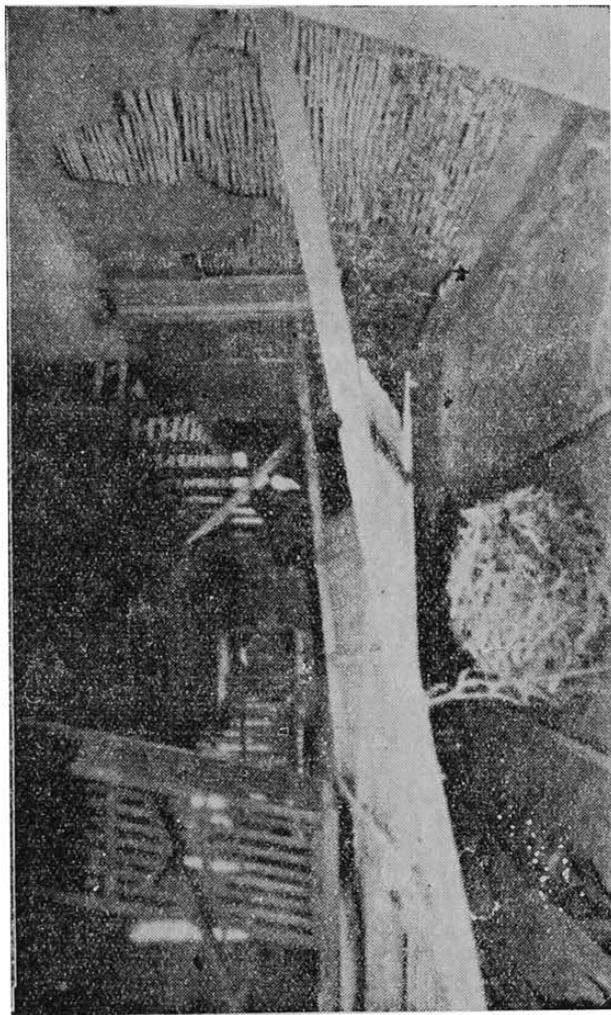
El malecón de Chañaral, que ha sido dañado por algunas bravezas de mar, en especial por la de 1920, que le ocasionó la grieta de la fotografía N.º 90, no sufrió con el maremoto. Tampoco pude anotar en el muelle de la antigua fundición Edwards de ese puerto, nuevos destrozos, fuera de los mui graves producidos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

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

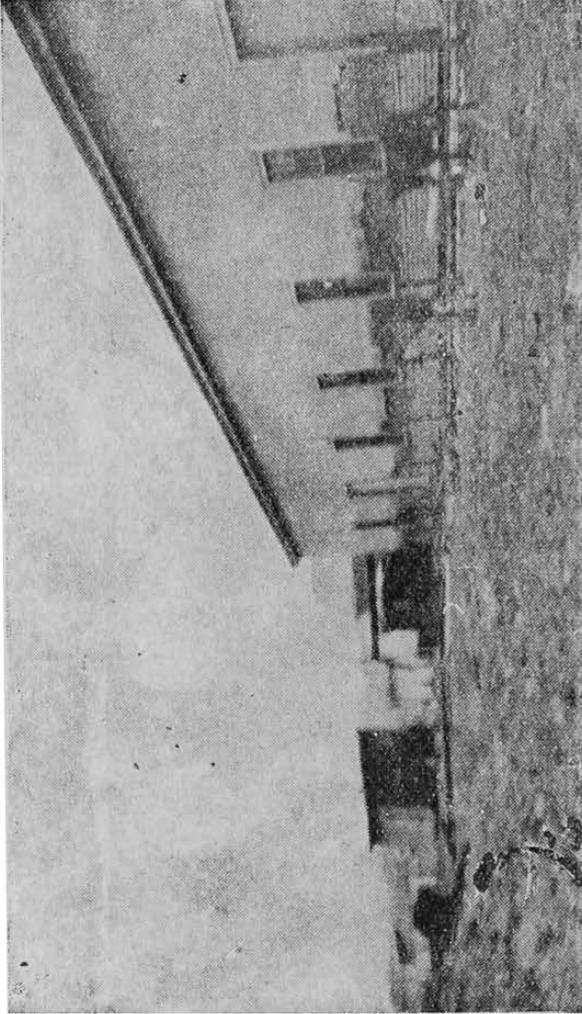
El malecón de concreto armado, ejecutado hace poco por la Inspección Jeneral de Hidráulica, fotografías números 91 i 94, presenta daños sin importancia en las secciones de su adoquinado de madera, correspondientes a las juntas de dilatación. El aire que en el ascenso del agua quedó encerrado entre los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



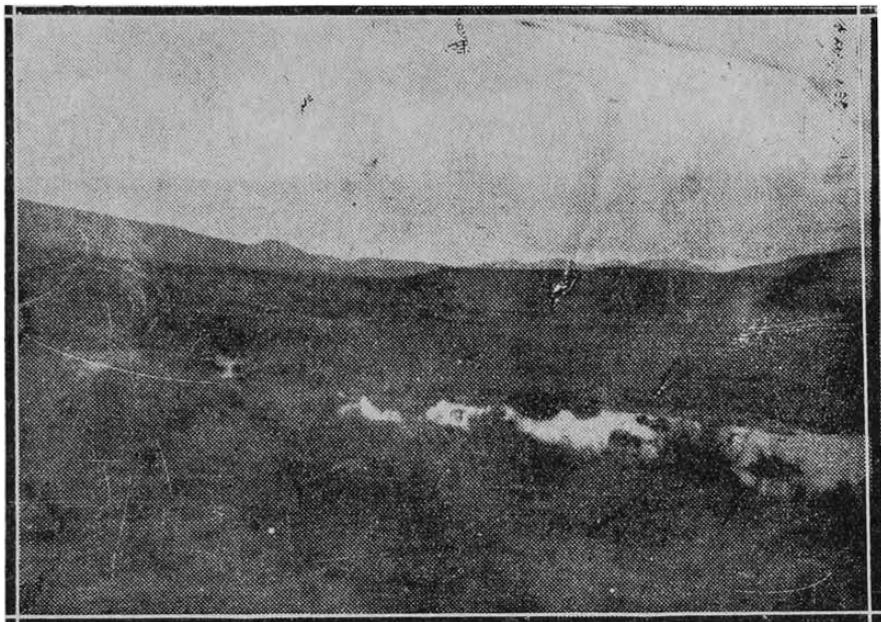
N.º 94.—Coquimbo.—Perjuicios leves en el Malecón.



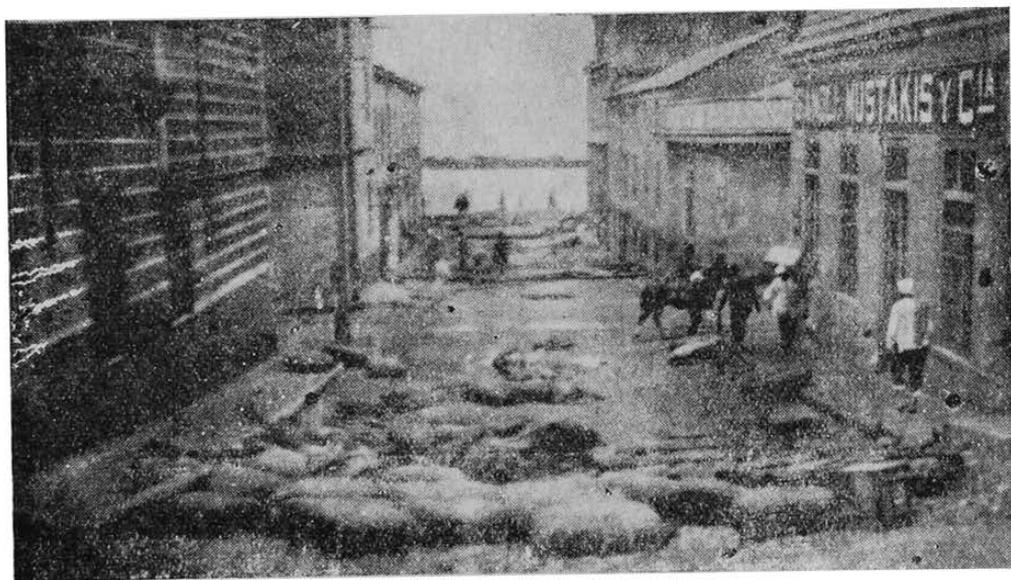
N.º 95.—CALDERA.—Interior de la Bodega del equipo de Ferrocarril.



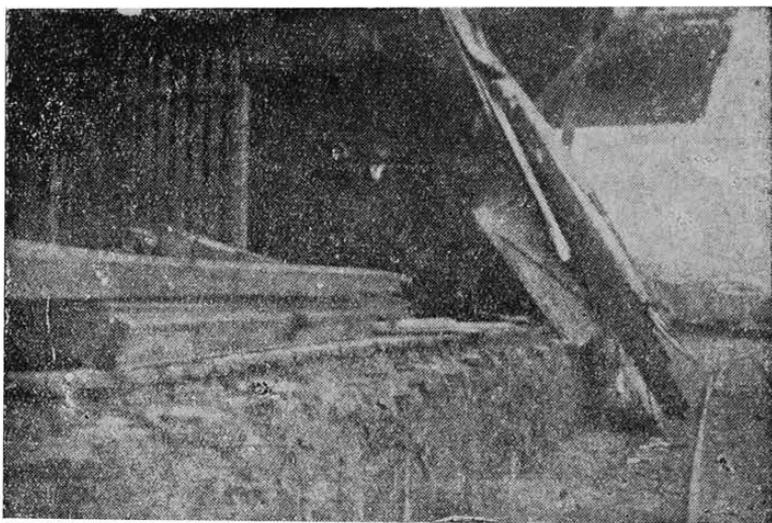
N.º 96.—CALDERA.—Bodega del material rodante del Ferrocarril.—La pared muestra claramente la altura a que llegó el mar.



N.º 97.—HUASCO.—Lancha trasladada por el maremoto a más de 1.000 metros de la playa.



N.º 98.—COQUIMBO.—Calle Sierra.



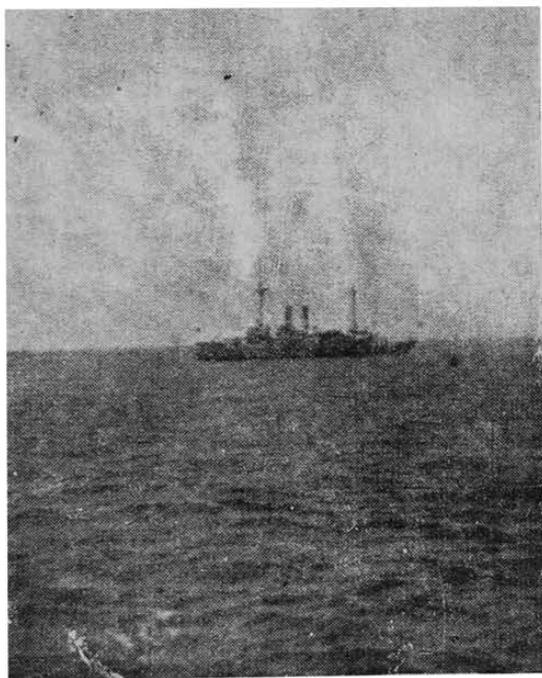
N.º 99.—HUASCO.—Frente hacia el mar de la antigua Estación del Ferrocarril,
hoi bodega.



N.º 100.—COQUIMBO.—El vapor «*Coquimbo*» varado en la playa de la población
Victoria

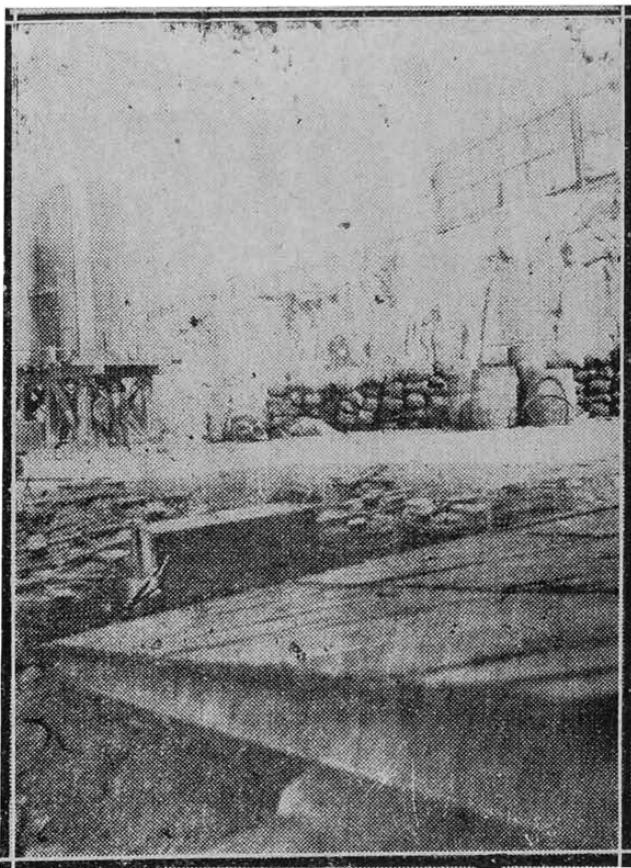


N.º 101.—HUASCO.—Carros volcados próximos al arranque del muelle del Ferrocarril.

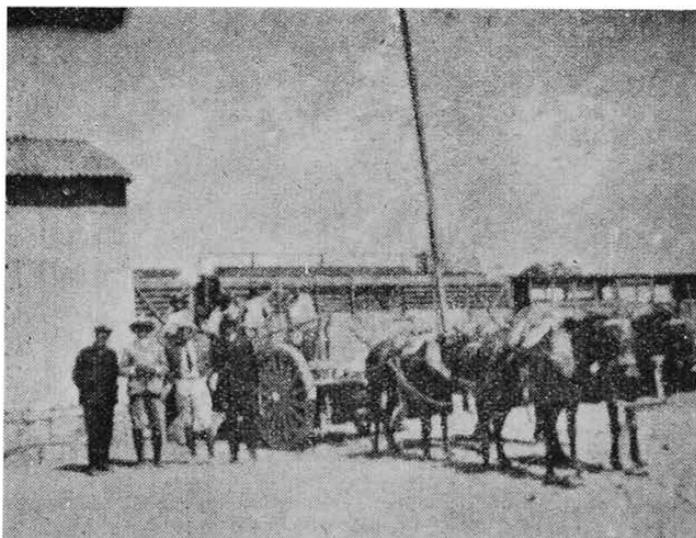


N.º 102.—HUASCO.—Crucero norteamericano «Cleveland» fondeado con socorros para los damnificados de la región.

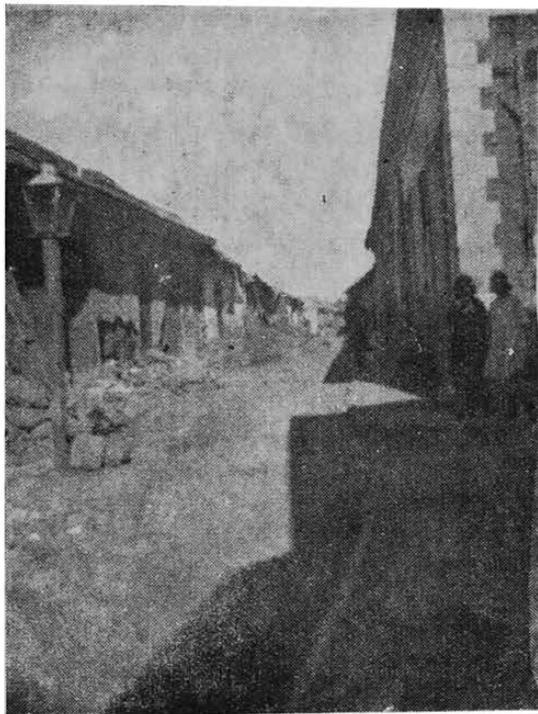
21.—ARTICULOS.



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.



N.º 104.—ESTACIÓN DE CHIMBERO.—En el desierto de Atacama.—El redactor de *La Nación* de Buenos Aires, señor Honorio Roigt enviado especialmente por ese diario a la zona del terremoto, acompañado de algunos ingenieros de los Ferrocarriles.



N.º 105.—FREIRINA.—Calle Prat.—Tomada hacia el Oriente.

V.—CONSTRUCCIONES I PROCEDIMIENTOS RECOMENDABLES SEGÚN MIS 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 i de las causas de destrucción provenientes de las alteraciones del mar, me permite ser breve en este capítulo. Trataré primero de los efectos del terremoto i en seguida de los del maremoto.

En las rejiones espuestas a fenómenos sísmicos, debieran emplearse sólo materiales adecuados de primera calidad i 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 i 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 las catástrofes más recientes, pues, la necesidad en los individuos de tener habitaciones en qué vivir, es impostergable, mientras que los inconvenientes para construir en la forma debida, jeneralmente 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 erijirse las obras, queda fijado por otras consideraciones i hai 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 i públicas. No señalaré los pormenores que deben ser comunes a toda buena construcción, por mui sabidos i porque enunciarlos me apartaría del motivo de esta Memoria.

1.º Mientras no se legisle en nuestro país sobre la edificación urbana i no se establezcan, por medio de

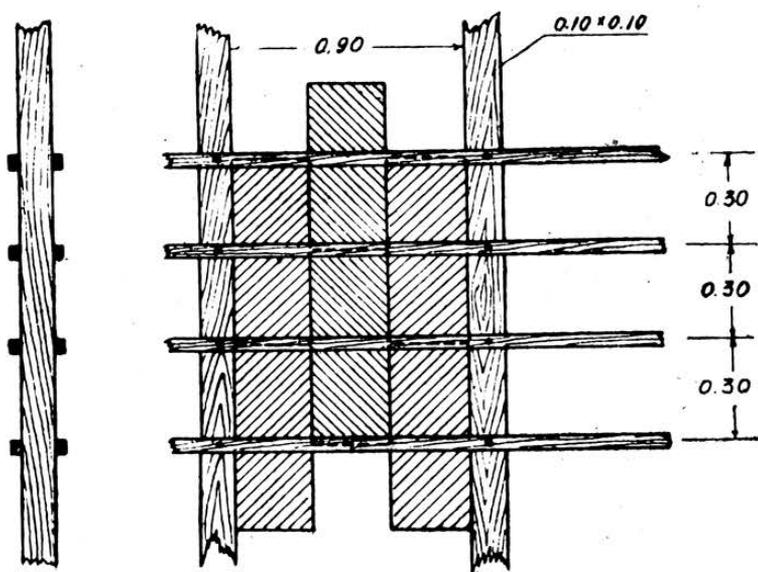
Reglamentos apropiados a cada rejión, los requisitos con que deben cumplir las obras para permitir su ejecución, será ilusorio pensar en que se mejoren los procedimientos constructivos hoy en práctica. Es, pues, cuestión previa, la adopción de esas medidas. La reglamentación debe abarcar, todo cuanto se refiere a la ejecución de obras nuevas i de reparación: aprobación de los proyectos, especificaciones especiales, vijilancia de los trabajos, prueba de las construcciones i su recepción. Felizmente, el Gobierno, ha reconocido la grande importancia del problema de nuestra edificación urbana i ha enviado hace poco al Congreso, un proyecto de lei 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 espuestas a temblores debe prescribirse el uso de adobones o tapiales. Aún cuando la arcilla de que se dispusiera fuera de buena calidad, su empleo requeriría una preparación i una vijilancia 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 adobe, 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 i clase de material que convenga, según sea el suelo de fundación; calidad de los adobes; llaves i otros elementos de refuerzo; espesores, espaciamiento i ensam-

bles de las vigas i demás piezas de madera; distribución de los tabiques divisorios, de las puertas i ventanas; disposición de la techumbre, descanso i amarra de ella con los muros. Podrán tener estos edificios un segundo piso que siempre será liviano, de tabiques, bien contraventado i bien unido al primero. A falta de procedimientos más directos i comprobados para juzgar de la resistencia contra los temblores, deberán verificarse las construcciones a la acción de un viento por lo menos de 150 Kgs. m², obrando en cualquiera dirección. Si se funda sobre roca, las condiciones exigidas pueden hacerse menos rigurosas i aún reducirse mucho los refuerzos.

4.º Los edificios de tabiques con adobes de canto reúnen, en principio, desde nuestro punto de vista, mejores condiciones que los de adobes. Deben cui-



Tabique de adobes de canto con listones.

darse también los detalles, como se espresa en el párrafo anterior, i efectuarse las verificaciones al viento que son jenerales para toda clase de obras espuestas a temblores. Deben preferirse para los adobes los soportes de listones a los de alambre, dispuestos como lo indica el cróquis.

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

5.º Como habitación más modesta, en rejiones sometidas a terremotos, puede recomendarse la de tabiques propiamente tales. De las tres variedades de este sistema descritas, a saber de listones, de listones i ramas i 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 casos de incendio, los huecos de los tabiques, produzcan tiraje, a modo de chimeneas, obstruyéndolos cada cierta distancia, con piezas de madera, con escorias, barro, etc. Los listones deben permitir que el barro adhiera en buena forma.

6.º Las casas enteramente de madera, o con revestimiento exterior de fierro galvanizado, son edificios esencialmente antisísmicos; pero hai 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 rellenarse con escorias, para evitar la propagación del sonido i la existencia de ratas.

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

8.º Los edificios ordinarios de fábrica no deben permitirse en las ciudades de Atacama i Coquimbo, sino cuando se funden en roca o en un terreno mui 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 i diagonales. Para esto se preferirán los ladrillos huecos que son más livianos i resistentes.

9.º Las construcciones definitivas, de larga duración, en la rejión que nos ocupa, son las de concreto armado i 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, antihijiénica e insegura, hoi tan usada, se daría

un gran paso de adelanto en nuestros sistemas de edificación urbana.

Parece escusado insistir en la calidad de los materiales que deben emplearse en las construcciones descritas, en la dosis de los morteros i 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 intelijente, con la ayuda del Estado, i gracias a la labor persuasiva de los técnicos i a la esperiencia de las primeras obras, los métodos racionales se abrirán camino. Dentro de plazos no exajerados, 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 desconocidos a los aserraderos del sur. La industria del yeso, podría desarrollarse en Atacama, en donde se asegura 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 i pesadez de las ciudades damnificadas, pues podrían ejecutarse obras más bellas i atrevidas, etc., etc.

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

a) Para obreros, las de tabiques de listones, listones i ramas o cañas, revestidos de barro, como en el párrafo 5.º

b) Para empleados, las de madera como en el número 6.º o las de tabiques con revestimientos de mortero de cemento i yeso a que se refiere el N.º 7.º;

c) Para residencia de familias, las del párrafo b) o algunos tipos económicos 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, relijiosos o de asociaciones particulares, los edificios de concreto armado o de esqueleto de fierro i relleno de concreto del N.º 9. 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 carácter jeneral. En la práctica, según las circunstancias particulares, necesariamente deberá modificarse i 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 mui pocas las que pude visitar, es que cuando las fundaciones han sido profundas, asentadas en un terreno de roca o en otro de gran solidez, i cuando han sido bien ejecutadas, no han sufrido por el terremoto. Esta deducción se re-

fiere especialmente, a las albañilerías de piedra con buena mezcla de cemento i a las obras de concreto.

La esperiencia del maremoto, me ha sujerido las siguientes conclusiones:

1.º En las poblaciones espuestas 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 i la de los choques de las casas entre sí.

2.º Los muros deben ser capaces de soportar las presiones de fuera hacia adentro i las inversas, correspondientes a la carga o desnivel del 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 i evitar así que se formen desniveles. Otras veces, convendrá ejecutar los cimientos hasta la altura máximo 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 espuesta 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 i ajuste de las puertas i ventanas, etc. Sería una exajeración suponer que nunca entrará agua al interior, pues no serán muchas las puertas que soporten sin abrirse una carga mayor de 1,50 m.,

i 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 retiro de las aguas las puertas no se cierren. Los empujes de adentro hacia afuera en las construcciones corrientes, son los más peligrosos.

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

Todos los sistemas constructivos indicados como aplicables en el interior de Atacama, lo son con mayor razón i en el mismo orden en la costa. El revestimiento de barro del algunos tipos se desprende al sumerjirse 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 SITUACIÓN CREADA POR LA CATÁSTROFE DEL 10 DE NOVIEMBRE

No me corresponde tratar de los problemas más graves que deben resolverse en el Norte a consecuencia del terremoto último i de las salidas de mar que le

siguieron, cuales son, la ayuda que debe prestarse a los damnificados i el plan financiero que suministre los fondos necesarios.

Las Cámaras Lejislativas se han preocupado sostenidamente de estas materias i no tardará en dictarse la Lei 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 i arquitectos que, después de realizar en el terreno las investigaciones del caso, ha propuesto la manera de efectuar la transformación 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, i voi a referirme tan sólo a algunas dificultades de las ciudades del Norte que tienen relación con mi cometido.

REEDIFICACIÓN DE 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 esplanada, son factores que hacen pensar en sumas de dinero demasiado altas.

Los vecinos, amedrentados por la catástrofe i 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 i hacia el cerro. Un ingeniero fiscal trazó la planta de edificación en la zona elejida. La Empresa de los Ferrocarriles, concibió también la idea de trasladar la Estación a ese sitio, con lo cual quedaría a cubierto de inundaciones i se prestaría, además, un positivo servicio a la ciudad, pues la estación se encuentra actualmente mui retirada del centro.

Sin embargo, desconfío de que se forme la población en la quebrada mencionada, por ser de acceso molesto i 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 imposter-gable, como en otras ciudades; pues el número de viviendas desde los años en que se produjo el cierre de los establecimientos metalúrgicos, ha sido mui superior al que exige la población. Muchas casas han permanecido cedidas sin mayor obligación para el ocupante, que la de su guarda. Por el momento, las familias damnificadas i 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 i las calles Freire, Merino Jarpa hasta Conchuelas i desde aquí una recta que llegue a Varela i se prolongue por esta calle al

oriente, no se permitiría edificar en ninguna forma, i se destinaría a depósito de minerales, canchas de juego, etc. En la superficie que sigue hacia el cerro, partiendo de la línea anterior i hasta la curva del nivel + 5 m. podría construirse; pero adoptando medidas contra los efectos de una inundación i 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 urbano.

Las casas de Chañaral, son todas de madera, sistema mui bien elegido para la rejión. Podría mejorarse usando en los tabiques algún relleno de los indicados en este informe.

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 Injeniero de provincia, tres injenieros 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 Lei 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 mui importantes reparaciones para quedar en condiciones de mediana seguridad.

Con mui 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 elejirse un suelo de mayor solidez, de menor humedad i no espuesto a experimentar inundaciones. Todas estas condiciones contribuirían a abaratar las obras i a hacerlas de mayor duración.

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.

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

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

E. AGUIRRE S.