

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

SUMARIO

	Pájs.
El procedimiento Nevill-Soanes para minerales de cobre.....	377
Procedimiento Webster.....	387
Tratamiento directo de los minerales para la fabricacion del fierro i del acero.....	388
La posibilidad de proveer el ferrocarril lonjitudinal con agua subterránea entre Pueblo Hundido, Baquedano i Pintados.....	392
La minería en Cerro Pasco, Perú.....	402
El Gobierno del Soviet i la minería rusa.....	409
Informe del terremoto de Copiapó del 4 de Diciembre de 1918.....	412
Para los productos de metales de zinc.....	421
Algunos ensayos de flotacion diferencial.....	424
<Sillimanita>, nuevo material refractario.....	425
Varias noticias.....	427
LEJISLACION: Lei sobre hidrocarburos i demas minerales combustibles.....	429
CORRESPONDENCIA: Esposicion Minera.....	455
COTIZACIONES: Cotizaciones de las acciones mineras en las Bolsas de Santiago i Valparaiso —Cambio i recargo del oro.—Cotizaciones del cobre.—Salitre.—Carbon.....	467

El procedimiento Nevill-Soanes para minerales de cobre (1)

Con algunas notas de A. Montgomery, ingeniero de minas fiscal de Australia Occidental i F. C. Stockwell, Director ayudante de educacion técnica en Australia Occidental.

EL PROCEDIMIENTO.—El procedimiento que se describe aquí, consiste en tratar minerales de cobre finamente triturados con ácido sulfúrico o sulfato ferroso para disolver los óxidos i carbonatos de cobre; precipitando el metal enseguida por medio de fierro en pequeñas partículas que se introduce en la pulpa antes de filtrarla. Esta reaccion se efectúa en caliente, el cobre precipitado puede separarse por decantacion o por flotacion.

Los antiguos procedimientos hidrometalúrgicos comprendian, por lo menos las siguientes operaciones:

- 1) Tratamiento del mineral con un disolvente.
- 2) Filtracion para separar la solucion metálica.
- 3) Precipitacion para depositar el cobre cementado.

Estas operaciones representan procesos lentos que requieren soluciones altamente corrosivas; así, si el disolvente es ácido sulfúrico se necesitan mas o menos 2 $\frac{1}{2}$ lbs. de ácido por libra de cobre recuperada.

La naturaleza peligrosa del ácido sulfúrico, impide un trasporte eco-

(1) *Mining Magazine*.—Agosto 1922.

Informe sobre el terremoto de Copiapó del 4 de Diciembre de 1918 ⁽¹⁾

A principio del año en curso recibí del Señor Ministro de Industria el encargo de investigar los efectos del terremoto de Copiapó del 4 de Diciembre de 1918.

Disponía para este estudio de catorce días. Por lo tanto, i tomando en cuenta que la zona urbana de Copiapó era la que mas habia sufrido a consecuencia del terremoto, tuve que restringir mis investigaciones a la ciudad misma i sus inmediaciones. Sin embargo, tuve ocasion de ir al puerto de Caldera por algunos días, donde podian proporcionarme datos sobre grandes movimientos del mar durante el terremoto i donde probablemente hallaria oportunidad de comprobar un sollevamiento o hundimiento permanente de la costa.

Por lo demas, la presente esposicion se basa en parte en informaciones cuya veracidad me ha sido imposible comprobar personalmente. De las numerosas informaciones solo he aprovechado las que provenian de personas que, por su posicion i cualidades individuales, inspiraban confianza en la exactitud de las observaciones. Datos mui importantes i fidedignos, los agradezco al Sr. *Luis Sierra Vera*, quien me proporcionó tambien los datos sobre la hora, duracion i demas fenómenos del seismo que a continuacion trascribo.

El movimiento principal fué precedido el mismo dia por temblores premonitores de poca importancia. El primero tuvo lugar a las 0 h. 30', el segundo, a las 7 h. 43'. El movimiento principal empezó a las 7 h. 44'. Se inició con movimientos débiles, que pasaron gradualmente a un temblor de mayor grado. Los sacudimientos mas violentos duraron 3 minutos. Siguieron oscilaciones de menor grado que duraron dos minutos 53 segundos, de modo que la duracion total del movimiento fué de 6 minutos.

No se oyeron ruidos subterráneos, ni ántes ni durante del temblor.

El movimiento se componia de oscilaciones horizontales sin que predominara alguna direccion determinada. Simultáneamente con estos movimientos se percibian numerosos golpes verticales de gran violencia.

Entre los efectos del terremoto resaltan en primer lugar los perjuicios ocasionados en las casas. Ya una inspeccion superficial de las calles mas dañadas, permite evidenciar la accion de una fuerza vertical. A favor de esta suposicion tenemos:

1.º El hundimiento de techos planos sin que esto se vea acompañado de perjuicios serios en las murallas circundantes que los soportan;

2.º Grietas regulares desde techo a tierra en las líneas divisorias de las casas;

(1) Informe del Servicio de Minas i Jeolojía.

3.º Numerosas formaciones de grietas que parten de las esquinas de puertas i ventanas hácia el techo, por un lado, i hácia el suelo por otro.

Los perjuicios indicados en los N.ºs 2 i 3 son típicos para estremecimientos verticales irregulares o hundimientos de edificios, pues los puntos en que se manifiesta son los mas débiles en el caso de las sollicitaciones que consideramos. Durante mi actividad como perito técnico, nombrado por los tribunales de Justicia, en perjuicios ocasionados por la minería en las partes mas pobladas del distrito carbonífero Renano-Westfálico, he tenido oportunidad de comprobar siempre estos hechos. Con esto, debemos rechazar la afirmacion de algunos habitantes de Copiapó de que solo pudo observarse movimientos oscilatorios del terreno. La violencia de los golpes verticales lo demuestra el hecho siguiente: La caja de fondo de fierro de la tesorería Municipal, colocada sobre un cajon de madera, fué empujada violentamente hácia arriba i dejó en el papel de la pared huellas bien marcadas, de cuya altura, deduciendo previamente la que corresponde a un probable hundimiento del suelo, permiten formarse una idea de la violencia del movimiento.

Sin embargo, no hai duda alguna de que la causa principal en la obra destructora fué la componente horizontal. Sobre la direccion de los movimientos horizontales hai gran diversidad de observaciones. Algunos observadores creen haber comprobado una direccion O. E., otros, una direccion N. S. El Sr. Sierra, cuyos datos relativos a este punto son los que inspiran mas confianza, describe el seismo como un sacudimiento sin predominio de ninguna direccion determinada. Las grietas abiertas en el terreno durante el terremoto, de las que hablaré mas detenidamente despues, tampoco presentaban un rumbo uniforme. Del mismo modo, los daños ocasionados por grietas en las casas se reparten regularmente en las murallas circundantes, sin que predomine una direccion determinada.

La accion destructora del terremoto en la ciudad fué enorme. De 1630 casas quedaron totalmente destruidas, no ménos de 344, es decir, el 20,9%; con perjuicios de consideracion, 349, o sea, 21,3% i el resto, 944, es decir el 57,8% sufrieron perjuicios de poca consideracion. Talvez ninguna casa se libró intacta de la catástrofe.

Para tener una idea exacta de la influencia que tuvo el terremoto del 4 de Diciembre de 1918 en la destruccion de la ciudad, es necesario considerar, aunque solo sea someramente, las diferentes clases de construcciones, el estado de los edificios i el subsuelo del área edificada.

La ciudad de Copiapó esta edificada en su mayor parte sobre las arenas arcillosas i los depósitos fluviales del rio Copiapó i en una situacion mui desfavorable, ya que está espuesta, como lo estuvo en 1906 a inundaciones por las creces del rio.

Las casas son en su mayor parte, mui viejas. Muchas de ellas tienen 60 80 i mas años. Las de 10 a 15 años son mui pocas i se encuentran principal-

mente en el centro de la ciudad. Con respecto al régimen de propiedad, prevalece el de arrendamiento. El número de casas de propiedad particular es muy reducido. Debido al decaimiento de la ciudad causado por el abandono de la minería disminuyó en los últimos decenios el número de habitantes, disminución que fué acompañada por una baja de los cánones de arrendamiento. Se descuidó a consecuencia de esto, el mantenimiento i refaccion de las casas. Agréguese a esto los perjuicios ocasionados por la mencionada inundación de 1906 i se comprenderá que en la fecha del terremoto de Copiapó el estado de las construcciones era deplorable.

En lo que sigue solo me referiré a los principales tipos de construcciones en uso, cada uno de los cuales está unido con los otros por transiciones. La proporción en la edificación de la ciudad es casi la misma para cada tipo, como se desprende de la estadística que doi al final.

Las casas mas viejas i baratas i en que, por esto, habita la jente sin medios de fortuna, son las de *tapiales*. Este tipo de construccion se emplea para las murallas interiores principales. El material lo constituyen bloques de 1m. de altura, mas o ménos, 1,5 m. de ancho i 0,5m. de espesor, hecho del material arcilloso depositado por el rio Copiapó, que se comprime i amolda. Los bloques se colocan el uno sobre el otro hasta una altura de 2m. mas o ménos; salvo raras escepciones, sin intervencion de armaduras o de morteros de ninguna especie. Por regla jeneral, ni siquiera se toma la precaucion de aumentar con paja la resistencia de este material, tan poco coherente debido a la gran cantidad de arena que contiene. Jeneralmente, sobre estos bloques se colocan todavía algunas hiladas de adobes del mismo material, sobre las que descansan los tijerales. Las murallas se cubren con una delgada capa de barro cuya adherencia se aumenta mediante cuñas i clavos que se introducen en huecos practicados a este efecto en las murallas.

El techo, que es en la mayoría de los casos bastante plano, se compone, tambien en los demas tipos de construcciones, de una armadura cubierta con caño o totora. Para protegerla contra el viento i la lluvia se cubre tambien con una capa delgada de barro. Esta se deteriora, pero no uniformemente. Esto exige reparaciones cada año o cada dos, las que, para mayor sencillez, se limitan a cubrir el techo con una nueva capa. Así se forman al cabo de algunos años capas muy gruesas, que comprometen la estabilidad i su resistencia contra los sacudimientos.

Ventajosa por su baratura es tambien la construccion, muy empleada, de adobes, cuyo material es el mismo que el de los tapiales; pero las murallas son mas delgadas, de modo que el edificio entero es mas liviano. Por lo demas, la colocacion de los adobes i su recubrimiento con barro, no difiere del caso anterior. Muy usada es una armadura de los adobes por medio de costaneras de madera.

Esta modificacion constituye, en cierto modo, una transicion a las cos-

trucciones modernas, pero mas cara, que emplean preferentemente caña i brea.

La brea se reune en atados delgados i se coloca entre pies derechos bastante próximos unos de otros. Se recubre todo con una capa de barro en la forma acostumbrada. La adherencia es en este caso mucho mayor.

Cuando se emplea caña de Guayaquil, se clava entre los pies derechos cañas en sentido horizontal, una sobre la otra. Así resultan dos tabiques de caña uno interior i otro exterior, i el hueco entre ambos no se rellena. Esta construccion es mui duradera i, gracias a su elasticidad mui resistente contra los sacudimientos; pero no se halla mui difundida a causa de la carestía de la caña, que se importa desde el Ecuador. Por este motivo, se encuentra principalmente en las casas comerciales i las habitaciones de personas pudientes.

Estos cuatro tipos de construcciones se hallan repartidos en las proporciones siguientes entre 1630 casas observadas:

Tapiales.	440	26,8%
Adobes.	349	21,3%
Brea.	405	24,7%
Caña de Guayaquil.	446	27,2%

Hai construcciones de otro tipo, pero, en cantidad tan reducida, que no merece tomarse en cuenta.

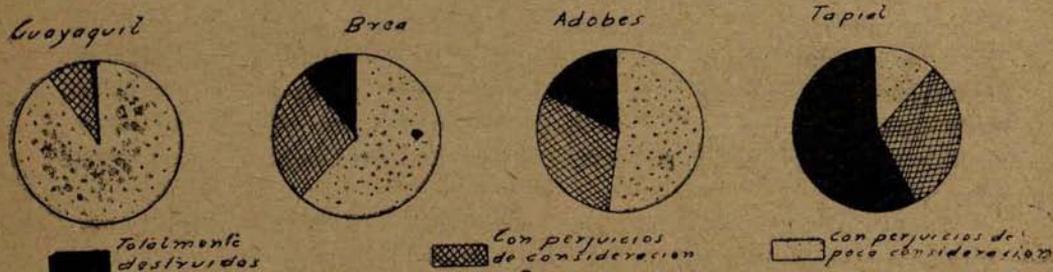
Si consideramos los daños ocasionados por el terremoto en estas distintas construcciones, veremos que la destrucción es mucho mayor en las casas de tapiales. Estas, ya debilitadas por desmoronamientos o agrietamientos en las superficies de contacto de los bloques, no habrian resistido tampoco un temblor de grado regular, algo inferior al del 4 de Diciembre.

Los bloques colocados unos encima de otros, se volcaron sencillamente i aplastaron en algunos casos a los habitantes. Mui superior ha sido la resistencia de las casas de caña de Guayaquil. Los perjuicios consisten casi esclusivamente en grietas de poca importancia i en la caída del reboque. Los raros casos de perjuicios graves o de ruina total, deben atribuirse a la edad o defectos de construccion.

Una resistencia regular, aunque ménos efectiva, han demostrado las casas de brea. Esta construccion es tambien mui livera i elástica. No hai duda que, si Copiapó se hubiera edificado con intervencion de un material mas liviano, tablones, brea i caña, como sucede en los puertos de la provincia, no habríamos podido considerar este seismo como de un grado máximo en las escalas comunmente en uso.

El número de casas de adobes totalmente destruidas o con perjuicios de consideracion es bastante grande. Desgraciadamente, como ya lo he indi-

cado al principio, no me ha sido posible en el curso de mi investigación, establecer una separación entre los edificios de adobes que no emplean ninguna armadura o esqueleto i los que emplean armadura de madera o de otra clase; pero es seguro que el porcentaje de casas de esta naturaleza debe de haber influido favorablemente en la razón entre el porcentaje de casas gravemente perjudicadas i el de las poco perjudicadas.



Guayaquil	446		
Totalmente destruidas	4	0,9%	
Con perjuicios de consideracion....	25	5,6%	
Con perjuicios de poca considera- cion.....	417	93,5%	
Brea.....	405		
Totalmente destruidas.....	54	8,4%	
Con perjuicios de consideracion....	81	20,0%	
Con perjuicios de poca considera- cion.....	290	71,6%	
Adobes	349		
Totalmente destruidas.....	57	16,3%	
Con perjuicios de consideracion....	106	30,4%	
Con perjuicios de poca considera- cion.....	188	53,3%	
Tapiales.	440		
Totalmente destruidas.	249	56,6%	
Con perjuicios de consideracion....	138	31,4%	
Con perjuicios de poca considera- cion.....	53	12,0%	

Con respecto a la importancia del subsuelo en la repartición de los daños en la ciudad, es difícil una apreciación estadística. Me parece, no obstante, que la parte de la ciudad que se halla sobre un subsuelo firme ha sufrido, en jeneral, ménos, a pesar de tener muchas casas de construcción desfavorable i de mucha edad. Esto se explica, porque el subsuelo firme trasmite mas uniformemente a los edificios las oscilaciones; mientras que los terrenos de aluvion, arcillosos i arenosos i poco compactos, sobre los cuales se halla parte de la ciudad, presentaban grietas i solevantamientos locales del terreno, que indican tensiones i esfuerzos no uniformes en el subsuelo i cuyo desequilibrio debe producir naturalmente, daños mas graves en determinados edificios.

Pude observar numerosas grietas i variaciones del nivel locales, como fenómenos concomitantes del terremoto, en el Jardín del Liceo Aleman i en la vecindad del corral de la Inspección de Obras Públicas municipales, en este lugar tenia la grieta principal un largo de 100 metros mas o ménos i un ancho de 0,30 m. Su rumbo 75° S. O. La hondura perceptible alcanzaba 0,70 m. Mas abajo estaba llena de terrones i tierra. Una de las dos grietas en el jardín del Liceo Aleman, medía 8 m. de largo, 0,20 m. de ancho i una hondura mensurable de 630 m. Su rumbo era N. S.

A un lado de esta grieta se habia solevantado el terreno, que experimentó, en consecuencia, un gran sacudimiento. No puede tratarse de un botamiento o falla. Se me aseguró que en algunas calles habian ocurrido fenómenos semejantes; pero no he podido comprobar estas aseveraciones.

Respecto a la formación de grietas en terreno firme, nada he podido averiguar. Conviene mencionar un hecho interesante: poco despues del terremoto afluyó gran cantidad de agua a las minas Agustina i Bateas en Tierra Amarilla. La mina ya sufría por la gran abundancia de agua. Como el gasto variaba con el turno segun el cual se reparte el agua del rio Copiapó, no habia duda que se trataba de agua proveniente del rio. El terremoto motivó un aumento tan considerable, que se temió se anegara toda la mina; pero al cabo de algunos dias se restableció la afluencia normal del agua. Puede explicarse este fenómeno por la formación de un nuevo grupo de grietas que le facilitó un camino nuevo al agua del rio hácia las antiguas grietas que le daban acceso a la mina. Al formarse estas grietas se removieron probablemente los sedimentos arcillosos fluviales, que fueron arrastrados i le comunicaron al agua un aspecto barroso i sucio. Como el agua volvió a reducirse en cantidad i a recobrar su aspecto i coloración normales, puede deducirse, que, a causa de las impurezas arrastradas, se cerró el sistema de grietas, al parecer de poca importancia.

No se han observado hundimientos o solevantamientos permanentes. Así, al ménos, resulta de mis averiguaciones. Mis indagaciones en la costa me dieron resultado negativo. En Caldera, donde actuó con fuerza el temblor,

me refirieron testigos oculares que el mar, poco despues de éste, se retiró bastante para subir despues hasta 5 m. sobre la marea normal. Este movimiento se repitió cuatro o cinco veces, pero ninguna de las observaciones permite deducir respecto a una variacion mínima siquiera del nivel de la costa.

Con esto se agotan los datos sobre la accion del terremoto, en cuanto se refieren a mis investigaciones personales. Agregaré en apéndice algunas informaciones que se refieren a los alrededores i a algunos puntos distantes de Copiapó. Se las debo en su mayor parte a don Luis Sierra Vera.

Naturalmente, no se puede responder de la exactitud de estas informaciones.

APENDICE

CALDERA:

1.—Duracion del terremoto: 6 minutos. Direccion: 80° N. O. La cruz de la iglesia cayó hácia adelante en la misma direccion. Estantes pesados se movieron en la misma direccion. Casi inmediatamente despues del terremoto empezó a retirarse el mar i tuvo movimientos de avance i retroceso. Salida del mar en Puerto Ingles. La marea normal es mas o ménos 27 m. medidos sobre la playa; el mar salió, donde empieza la playa al norte, 39 m. Son casi iguales estas mareas en casi toda la playa; pero hácia el sur las fluctuaciones de las mareas fueron en un punto 24 m., en un segundo punto mas hácia el sur, 17 m. i al terminar la playa, 55 m. En Calderilla la marea normal es de 11 m. al empezar la playa junto al puente i aquí subió el mar despues del terremoto 48 m., i al extremo opuesto sur 141 m. horizontales. No he podido observar levantamientos o hundimientos de la costa. Grietas; en la playa Lawn-Tennis, a 200 m. de la playa se formaron grietas que seguian la playa. Perjuicios: en los almacenes se quebró la cristalería. No habia grietas en las casas, ni aun en las casas viejas. Todas las casas son de madera (tablones). Las lámparas tenian trepidaciones. Era difícil andar durante el temblor. El agua de los pozos quedó constante. No se oyeron ruidos subterráneos. Despues del temblor hubo ruidos sordos subterráneos hasta el 17 de Enero de 1919. El movimiento vertical se podia sentir en el propio cuerpo. Hubo movimientos jiratorios de los objetos, pero esto solo se observó en los cuerpos pesados, pues los livianos siguieron la direccion ántes indicada. En una tabla con polvo se formaron grupitos i montoncitos, como cuando se golpea de abajo hácia arriba. Se notaron tres clases de movimientos: vertical, horizontal i rotatorio.

2.—Sufrió por el terremoto el muelle del ferrocarril. El mar se recojió lentamente, quedandó en seco el muelle de pasajeros despues de las 8 horas. El movimiento fué lento. El mar volvió despues lentamente inuadando la playa i casi tapó el muelle, alcanzando la amplitud del movimiento 4,5 m. verticales. El largo del muelle es mas o ménos 70 m. A bordo se sintió balanceo i crujimiento de las vergas i hubo alarmas entre la tripulacion. Respecto a variaciones del nivel de la costa casi no se puede afirmar que el nivel es el antiguo, o que ha experimentado una diferencia tan pequeña que no ha sido posible apreciar. En alta mar se produjo una sacudida fuerte i se conmovió el buque, los pasajeros creyeron que habia habido un choque.

3.—La direccion principal del seismo era de O. E. No se percibieron choques verticales.

4.—Grandes movimientos despues del terremoto. El mar se retiró cuatro o cinco veces i volvía a subir hasta 5 m. sobre la marea normal. El oleaje producido por el terremoto tenía una direccion S. N., lo que se considera como algo fuera de lo comun. Fuerte movimiento de los buques anclados en el puerto. Esfuerzos en las cadenas de las anclas i amarra de los buques.

NORTE AMARGO: (Entre Copiapó i Caldera):

Durante las noches del 5 i 6 de Diciembre se oyeron muchos ruidos fuertes subterráneos en las quebradas.

POTRERO SECO:

Regulares perjuicios en tapias i casas. En Hornito no sucedió nada.

PUEBLO HUNDIDO:

Hubo temblor mui fuerte.

PUNTA COLORADA:

Se sintió el temblor despacio. El tren estaba parado. Oscilaciones trasversales, lentas como si se estuviera en una hamaca. Duracion del temblor: 2 minutos. En el kilómetro 530 entre Almirante Latorre i Quebrada Grande hubo un derrumbe que obstruyó la via. Tren se movió a lo largo, moviéndose un poco las ruedas.

PÚQUIOS:

No se puede precisar de qué direccion venia el movimiento. El fenómeno empezó con poco ruido, pero ántes de empezar el fuerte movimiento vertical hubo un ruido subterráneo, ronco i fuerte. Posteriormente i hasta Febrero se sienten fuertes ruidos, algunos cortos i secos como descarga de cañones

i otros largos e intermitentes como ecos, pero sin que se produzcan movimientos. En el pueblo de Púquios no quedó edificio que no sufriera algo. Cayeron varias casas i murallas en calles a lo largo i atravesadas. En el ingenio de la mina Dulcinea incluyendo las casas de la administracion i operarios, no quedó casi nada en pié; éstas, incluso la administracion, eran de muralla, tapial o adobe. Los cierros i corrales cayeron casi todos, pero no volcados, como ocurre casi siempre, sino demolidos completamente. En las faenas hai dos piques de 35 m. de profundidad. El agua en ellos ha aumentado mas o ménos un 25%. En varias partes se han producido pequeñas grietas o mas bien dicho trizaduras superficiales en terreno vegoso. Varios pozos que hai por ahí no han sufrido alteraciones. Cambios en el relieve del suelo no ha habido.

SAN ANTONIO I LOROS:

Varias casas por el terremoto deterioradas, algunas destruidas i numerosas murallas en el suelo. Varios canales regadores completamente derrumbados. En el Fuerte (hacienda a 2 ó 3 leguas de San Antonio) se cayeron las casas.

TIERRA AMARILLA:

Se sintió el terremoto, ménos que en Copiapó. No causó muchos perjuicios.

TRES PUENTES:

Muchos rodados obstruyeron la via carretera.

VALLENAR:

Temblor fuerte. La jente sale a la calle i al patio. Caída de muchos objetos. En el edificio de la Seccion Industrial del Instituto Técnico Comercial hai grietas (predominan las verticales) casi siempre en los lados E. i O.; en las otras direcciones no hai. Las aberturas de las paredes en sentido vertical se notan mui bien en el contacto de los adobes con los piés derechos. Se han separado tanto, que pasa la luz i se vé al otro lado. En el primer piso casi no hai desperfectos, salvo en la Seccion Industrial donde no hai mas que un piso con pequeñas grietas en las paredes norte i sur.

CLEMENS LINNEMANN.
