

En el puente del Laja i demas rios la economía es aun mayor; en el Laja, porque solo se necesitan tramos de 8 metros, i en los demas rios porque el tramo central es menor que 80 metros, i la altura media de la obra, menor que 15 metros.

Para tener una idea de la economía total, baste decir que pasan de siete los puentes que hai que construir, los cuales componen mas de 3.5 kilómetros.

Suponiendo que solo sean 3.5 i deduciendo $\frac{1}{2}$ kilómetro correspondiente a 7 tramos centrales, nos quedan 3 kilómetros de viaducto. A estos 3 kilómetros corresponde una economía de un millon seiscientos ocho mil pesos. Esto es sin tomar en cuenta:

1.º El bajo precio de las unidades de trabajo en el proyecto del señor Lèvêque (segun informe de la comision encargada de examinarlo);

2.º La rapidez de la ejecucion;

3.º La superioridad incontestable del puente de material sólido que tiene una duracion indefinida i que no necesita conservacion.

4.º La proteccion a la industria del país.

Santiago, marzo 18 de 1879.

*CIENCIAS NATURALES. Viaje al cerro de la Campana.—
Comunicacion de los señores Luis L. Zegers i José Alberto Bravo,
a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas.*

La ascension al cerro de la Campana es un hermoso viaje de primavera u otoño. Saliendo de San Francisco de Limache en direccion a Olmué, se deja a la izquierda del camino una estensa loma que va rápidamente ascendiendo hasta formar uno de los contrafuertes del cerro de la Campana.

El pequeño pueblo de Olmué, situado en las onduladas vertientes de esos cerros, forma con sus huertos, viñedos i hortalizas un pintoresco paisaje, cuyo fondo lo cierran varias quebradas en las que va en rápido ascenso a estrecharse i perderse el hermoso valle de Limache.

El camino se interna por el fondo de la quebrada del Granizo, i se convierte luego en una estrecha senda, por la cual bajan las tropas de mulas que acarrear los minerales de las principales minas de aquel cerro. Las cabalgaduras suben penosamente el estrecho i áspero sendero que serpentea por la escarpa del cerro, bajo la som-

bra de árboles corpulentos. La vista cae al fondo de las quebradas i del valle sobre una frondosa vejetacion, en la cual descuellan por su alto follaje los robles, las pataguas, los bellotos, quillayes i huili-pataguas, cubiertas a veces por largas cabelleras de boqui, el que cae en gruesos cordones por los troncos hasta llegar al suelo. La subida dura tres horas a buena uña de caballo hasta llegar a la mina *Mercedes*, en donde se domina una estensa porcion del valle de Olmué.

Poco ántes de llegar a la mina la *Mercedes* llama la atencion la presencia en masas diseminadas de una roca verdosa, homogénea, clorítica, en partes de grano cristalino, que indica la existencia de minerales de cobre.

Las canchas de la mina dan entrada a un socavon que va a cortar la veta principal a los 120 metros. Está enmaderado en partes; sirve para la explotacion de la mina i como galería de desagüe. En una profundidad total de 110 metros, hai 400 de galerías de arranque sobre las dos vetas principales. Estas corren paralelas de norte a sur a cuerpo de cerro i suelen empalmar. Los minerales que ha producido esta mina han sido cobres de color, abigarrados, piritas cobrizas, cuyos comunes dan leyes variables entre 18 a 30 por ciento; son arjentíferos i auríferos; se presentan con criadero de cuarzo, como en jeneral los minerales cobrizos de la costa; en pocas muestras se presenta el oro a la vista. Actualmente pertenece esta mina al señor don Remijio Jamet, i en ella trabajan unos 40 a 50 mineros, que han estraido en la última temporada de cuatro meses unos 50 cajones de pirita cobriza, que es trasformada en ejes en Llaillai.

Las casas están a 871 metros sobre el nivel del mar, altura calculada por las observaciones siguientes:

Barómetro a las 10.30 P. M., 696.6 milímetros.

Termómetro adjunto, 18.3 grados centígrados.

Barómetro al nivel del mar, a la misma hora, 760 milímetros.

Termómetro, 17 grados centígrados.

Es preciso tomar las cabalgaduras a la 2 A. M. si se quiere llegar a la cresta del cordon de la Campana al despuntar la aurora. La ascension sigue haciéndose mas pendiente sobre una mala senda, que a trechos orilla declivios bastante colgados del cerro. La vejetacion no disminuye; pero ya escasean el boldo, el quillai, el litre i el llen, mostrándose tupidos los coligües i robles.

Las cabalgaduras terminan su fatigosa subida en las canchas de la mina abandonada que se llamó *Pronosticada*, i es una larga

meseta formada por los desmontes de la mina. La veta principal parece ser el afloramiento, en esta parte del cerro, de las de la mina *Mercedes*. Se la ha explotado sin método alguno, buscando el beneficio por medio de chiflones que en gran parte se encuentran o aterrados o llenos de agua. Los inmensos desmontes manifiestan que se ha hecho un largo trabajo, i abundantes muestras desparrramadas dejan ver un criadero cuarzoso i la presencia de pirita de hierro, demostrando que esta mina ha broceado en estas condiciones.

La meseta domina dos profundas quebradas, cubiertas de espesa vejetacion, i el valle de Limache apénas se divisa por entre las sinuosidades de los cerros que interceptan la vista por todas partes. Mirando a la cumbre de la Campana se ostenta un inmenso farellon, que viene divisándose desde el fondo de las quebradas i que parece dominar la montaña, pero que oculta la cresta verdadera. La marcha a pié, que desde este punto debe emprenderse, se hace bajo la ilusion de que pronto se estará en la cumbre, la que se juzga erradamente a 250 o 300 metros de altura.

Es preciso disponer el ánimo a cuatro horas de mala subida por una escarpada huella, cubierta a trechos por robles i huili-pataguas de poca corpulencia, pero donde se encuentra agradable descanso i comienza a dominarse un vastísimo panorama. Se borra la huella, escasea la tierra, siendo reemplazada por quebras, que caídas de las alturas han seguido el talud de la montaña.

Al llegar al pié del gran peñon divisase el valle de Limache cubierto de verdura, cuyo diversos matices aparecen como desleidos i envueltos en una lijera gasa azulada, i volviendo la vista queda a veinte pasos el flanco parduzco, desnudo i vertical del colosal monolito de mas de cincuenta metros de altura, dirijido de oriente a poniente, hendido en partes hasta su base, manchado a trechos por rojizos líquenes i presentando sus clivajes una lijera inclinacion al oriente. Elévase esta altísima mole en medio de un destrozo de rocas que llenan sus demas costados, como grandiosa articulacion de las vértebras del cerro.

Recorriendo el flanco se llega a la parte mas fragosa de la subida. Preséntase al frente un inmenso declivio cubierto con un hacinamiento de rocas destrozadas, detritus que sigue resbalándose i subdividiéndose hasta convertirse en tierra, que forma los tramos mas suaves de faldeo. Aquí puede estudiarse la formacion del cerro por hallarse fracturadas i revueltas las rocas de solevamiento que lo constituyen. Los bloques presentan a veces for-

mas prismáticas, a veces paralelepípedos i en ocasiones romboedros perfectos, producidos por la talla de la roca, segun sus clavajes. En su totalidad son rocas graníticas mas o ménos descompuestas, i predominan diversas especies, principalmente sienitas. La constitucion granítica de las rocas i de los criaderos de los filones metalíferos, asi como la ausencia de toda estratificacion, demuestran la formacion plutónica de este cerro, enteramente análogo al subsuelo granítico de toda la rejion de Valparaiso. Encuéntrase a trechos anchos afloramientos de hierro magnético de grano cristalino mui fino, lo que demuestra la razon de la presencia de éste en las arenas de las playas de la costa. Apesar de la fragosidad de estos cerros, las vertientes cubiertas de tierra, sustentan una espesa vejetacion, lo que, unido a las condiciones locales de la suavidad del clima, se esplica por la descomposicion de abundantes rocas felspáticas.

Por entre las ásperas rocas de estos desmontes naturales queda descubierta la roca firme i viva del cerro. Se encima la cresta para seguir sobre la cuchilla que es la parte accesible de la montaña. En este punto la pendiente es mas precipitada, mayores los fragmentos de las rocas, falta la vejetacion de arbustos i aun de yerbas i queda hora i media de subida hasta la cumbre. La que se domina primero no es la mas alta, queda a unos doscientos metros de la segunda, que es el punto culminante del cerro.

No se encuentra aquí meseta alguna ni aun trechos cubiertos de tierra; por donde quiera que se mire, sobre la cresta i sus precipitados descensos, solo se ve inmensos hacinamientos de rocas, como el destrozo de un cataclismo. La cadena árida i pedregosa se alza i se deprime en grandiosas sinuosidades serpenteando en su base en amplias ondulaciones; se bifurca, subdivide i desprende en ramales que van en todos sentidos suavizando las largas pendientes en los valles que llenan el fondo de las hoyas, formados entre los cerros i que se despliegan en suave descenso hácia la mar.

Estendiendo la vista al inmenso panorama se divisa una estensísima porcion de la cadena de los Andes, cuyos macizos miden de altura en esas latitudes mas de 5,000 metros; i sobre esta grandiosa base se alza majestuoso el Aconcagua, cubierta su cúspide por estenso penacho de nubes que envuelven sus eternas nieves; hácia el sur los imponentes picos del cerro del Plomo con sus triples agajas, el inmenso solevantamiento que constituye el macizo del Tupungato, dominado por un agudo ápice, el San José, i tras de éste el volcan de Maipo i otras cumbres que se acumulan

en perspectiva hasta perderse en el horizonte. En un plano ménos lejano se dibuja la negra silueta de los cerros llamados Altos de Catemu, del Roble, de Panquehue. Aun mas próximo se perfila el cerro de Caleo, sobre el cual vienen a reunirse ramificaciones del cerro de Ocoa i del Roble, el cual, corriendo de norte a sur, desprende varios cordones a la costa, de los que uno forma el cerro de la Campana. Entre estas ramificaciones quedan los fértiles valles de Ocoa, Quillota i Limache. Siguiendo la pendiente de los valles, sobre los cuales parecen tenderse las faldas de los cerros de Margamarga, Limache i Quilpué, se dibuja un vastísimo horizonte trazado por la línea del océano i cubierto en esta ocasion por gruesos copos de nubes en forma de cúmulus.

La aurora vista desde esta cumbre, es un espectáculo admirable. La oscura silueta de los Andes se pierde en el negro de la bóveda, ménos en una larga estension en que se destaca limpiamente sobre el fondo que comienza a clarear. El color del cielo en varios boquetes de la cordillera es trasparente i nítido en medio de los mas fugaces i cambiantes matices del ópalo; a trechos se destellan ráfagas de luz, que cortan el cielo diverjiendo en inmensa estension hasta perderse i diluirse en lo oscuro del espacio. En medio de esos haces de luz tórnanse el cielo de sonrosado en verde mar, de celeste en azul turquí de una riqueza i limpiéiz inesplicables. En medio del alba todavía destellan las estrellas i mas brillantes titilan al traves del manto azul del cielo. El sol aparece razando con sus rayos debilitados i enrojecidos por la bruma i húmeda atmósfera de la mañana las mas altas cumbres de la cordillera de la costa, reflejándose en las plateadas nieves; i lentamente se inclinan sobre los llanos dormidos bajo una alba capa de vapores i nubes. Las sombras se definen i corren a replegarse tras los cerros en prodijiosa rapidez. Sobre los valles, llenando hasta un mismo nivel todas las sinuosidades de las quebradas, se suspende hasta perderse de vista un grandioso estrato de nubes, como si el océano hubiera roto los diques de la costa i precipitádose tierra adentro envuelto en blanca espuma, i dejara a trechos alzarse las mas altas cumbres. El calor de los primeros rayos hace desvanecer las neblinas que besan las pendientes de los cerros i la capa de vapor de agua se despeja poco a poco i disuelve en la atmósfera, se repliega en gruesos copos, se amontona en la parte mas apartada de los valles, a donde quedan a mayor altura del suelo, i por fin forman un alto nublado sobre las lomas de Valparaiso. A la accion de los calientes rayos del sol se une

el descenso por los faldeos de la brisa matinal, puesta en movimiento en las altas horas de la noche por el alisio del sudeste que, cesando de elevarse por el calentamiento de las pampas, sigue su curso trasmontando las cordilleras, i enfriado pasa a ocupar la parte mas baja de los valles, escurriéndose como un líquido, como tan gráficamente lo expresa el señor Pissis. En pocas horas se descubre este cortinaje que descubre una rica decoracion i los estensos valles cortados por negras líneas de las alamedas, los rojizos paños de las siembras de trigo; el amarillo pálido de grandes retazos de rastros; los pequeños cuarteles de chácaras i viñas, i entre tan variados matices, Limache, con alguna torre de iglesia, algun alto edificio sombreado por bosques de árboles; Quillota, al pié del pequeño Mayaca, que se tiene a la vista como un tablero de ajedrez, con sus casas ocultas tras tupidos arbolados, i en el horizonte, perdiéndose en medias tintas, los azulados perfiles de los diversos ramales que se desprenden del cerro de la Chapa. Un imponente silencio domina, como siempre, estas grandiosas evoluciones de la naturaleza.

El fraccionamiento i destruccion de las masas graníticas que quedan a la intemperie en estas cumbres podrian atribuirse a los violentos cambios de temperatura que sufren i principalmente a la accion mecánica del agua. Los inviernos cubren de nieve, i el deshielo llena de agua los intersticios de estas rocas; i al volver a helarse el agua, que aumenta rápidamente de volúmen, hiende los mayores bloques en fragmentos; los veranos elevan la temperatura de esas moles de piedras hasta casi no poder tocarlas con la mano, i el rápido descenso de temperatura de la noche no alcanza a enfriar sino la superficie de algunas rocas, malas conductoras del calor, como los granitos descompuestos, ocasionando el desequilibrio de dilatacion la ruptura i fraccionamiento en pequeños trozos. Ya sea aquella accion del agua o ésta de los cambios de temperatura, o ámbas juntas, ello es que la ruptura violenta se manifiesta por las vivas aristas de los destrozos, sobre los cuales es mucho mas lenta e insensible la accion química del aire i del agua.

Segun una série de observaciones hecha en la cumbre de este cerro, el barómetro indicó término medio 614.8 milímetros, i el termómetro adjunto 29.3 grados centígrados.

Reducidas al nivel de la marea media en Valparaiso i ejecutadas todas las correcciones, las observaciones simultáneas dieron por

altura media del barómetro 764 milímetros, i termómetro adjunto 19 grados centígrados (1).

Las observaciones en el cerro fueron ejecutadas con un excelente barómetro de Gay-Lussac construido por Buntén, comparado con el barómetro normal de Regnault del laboratorio de física de la Universidad, llevado con grandes precauciones, instalado i devuelto a su primitiva estacion en perfecto estado.

La fórmula de La-Place para calcular las alturas por medio del barómetro no solo está espresada en funcion de los datos que de él se obtienen, sino tambien de la latitud del lugar, de la disminucion de la gravitacion segun la vertical, i del coeficiente barométrico, o sea la razon entre el peso del aire i el del mercurio. Aplicada la fórmula completa a los datos adquiridos, arroja una altura de 1,919 metros.

El señor Pissis señala para este cerro la altura de 1,842 metros, i Fitz-Roy 6,200 pies o sean 1,890 metros.

Los resultados de la fórmula son bastante exactos. En el caso actual pueden ser causa de perturbacion las diferentes condiciones atmosféricas de las dos estaciones de observaciones; porque mientras en la Campana i valle de Quillota se tenia un cielo puro, en Valparaiso, el 11 de febrero, estaba encapotado por espesos nublados.

El sicrómetro a las 10 A. M. indicó:

Termómetro seco, 24.3 grados centígrados.

Id. húmedo, 24.1 id. id.

lo que da para la tension del vapor 22.1 milímetros i humedad relativa 98. Esta i otras observaciones no pudieron hacerse en buenas condiciones, porque la irradiacion del calor de las rocas era escéjiva, i no habia lugar a propósito para instalar el aparato.

Observado el cielo con el polariscopio de Rabinet, se notó que habia un plano bien definido de polarizacion de la luz, que pasaba por el zenit i el sol a las 10 A. M., i cuya direccion era sensiblemente de este a oeste. Como se sabe, la polarizacion de la luz proviene de la reflexion de los rayos solares en las partículas o moléculas del aire, las que reflejándolos dan lugar a la iluminacion de la atmósfera i a la polarizacion parcial de la luz, es decir, que ésta ha adquirido propiedades especiales que la luz natural no posee.

(1) Estas observaciones fueron ejecutadas en la oficina de los señores Schwalb hermanos con un barómetro de Fortin, i en la del señor A. Mannet con uno de cubeta el 11 de febrero de 1879.

Era interesante observar si se percibían los puntos neutros o sea aquellos en que la polarización desaparece como se ha observado repetidas veces en Europa; pero siendo éste un estudio delicado i obtenido en una serie de observaciones, baste por ahora afirmar que se notaron algunos puntos neutros. Estos estudios abren el campo a una serie de observaciones importantes sobre polarización, diáfandad i color del aire.

La cantidad de calor que almacenan e irradian las rocas sobrecalentadas por un sol abrasador de verano, que elevaba el termómetro a la sombra i encubierto a 33 grados centígrados, hace abrumadora la estacion por muchas horas en aquella cumbre donde falta el agua.

Es preciso asirse de las agudas i calientes rocas para no resbalar con ellas en la pendiente de bajada. A trechos es preciso apoyar la punta del pié en las hendiduras de las grandes rocas que quedan desnudas en medio del rodado; i deben desviarse los turistas de una misma línea de descenso para esquivarse a las grandes piedras que suelen desprender los que vienen mas arriba, i que chocan con otras o resbalan por el desmonte. En poco mas de dos horas de rápido descenso se toman las cabalgaduras en las canchas de la *Pronosticada*, para llegar en poco mas de una i media a la mina *Mercedes*.

En la mañana del 12 de febrero el barómetro dió en este lugar por término medio de una serie de observaciones reducidas a cero grados, 682.9 milímetros i la temperatura del aire 18.3 grados centígrados. Un termómetro de mínima i un sicrómetro espuestos convenientemente durante la noche anterior dieron: el de mínima 15.8 grados centígrados; tension del vapor 8.01 milímetros i humedad relativa 52.

Una buena marcha en la bajada a Olmué i un galope en el pintoresco camino de Limache toman dos horas i media de tiempo. El barómetro daba en una serie de observaciones en Limache 745.4 milímetros reducidas a cero grados, i el termómetro 24.2 grados centígrados.

Valparaiso, 17 de febrero de 1879.
