

LOS FERROCARRILES AÉREOS I SU IMPORTANCIA PARA CHILE

POR

ALEJANDRO YANQUEZ

En el desarrollo creciente de las industrias i de la consiguiente competencia en todos sus ramos, se hace sentir mas i mas la necesidad de abaratar los productos de la fabricacion por medio de economías i simplificaciones en el servicio.

Entre los muchos medios que a este fin conducen, ocupa, indiscutiblemente, un lugar preferente el abaratamiento i mejora de los *medios de transporte*.

Todo industrial sabe, que los gastos de transporte, tanto de sus materias primas como de sus productos, residuos i desperdicios, constituyen un factor importante para el cálculo de sus utilidades, tan importante que de él a menudo depende la rentabilidad i hasta la existencia de una empresa.

Ya que para el pequeño industrial es de vital necesidad un *transporte barato* para el acarreo de las materias primas, combustibles, artículos de consumo, para el envío de sus productos i desperdicios, tanto mas lo es en la industria o empresa grande, donde diariamente se acumula una cantidad de materias de transporte, que aisladamente no representan por lo jeneral un costo considerable; pero que, precisamente por su constante i continua repetición, arrojan en total al fin del año una crecida suma que viene a aumentar los gastos de producción i a disminuir la utilidad, hasta el extremo quizás de comprometer la marcha financiera de la Empresa.

Reducir los gastos de transporte a un minimum sin perjuicio del buen servicio, significa, por lo tanto, industrialmente hablando: *aumentar de un modo eficaz la rentabilidad del establecimiento; aumentar el valor de los productos*, puesto que se disminuye su precio de costo, i *ensanchar el radio comercial*, puesto que si con un transporte deficiente i costoso los productos se han podido vender dentro de un radio, digamos p. e. de solo 10 kilómetros, mediante un transporte económico i espedito, estos mismos productos pueden ser vendidos dentro de un radio triple o cuádruplo.

Así como el estómago es el caldero de la maquinaria humana, la industria es el corazón de una nación i los medios de transporte sus arterias i venas que llevan el elemento vivificador.

Es, por lo tanto, cuestion de actualidad i de interes patriótico la implantacion de *medios de transporte económicos i expeditos*.

Esto se ha conseguido en parte con la construccion i regularizacion de las grandes vías de comunicacion: *los ferrocarriles i las vías fluviales*.

En lo tocante a los ferrocarriles ordinarios, todos conocemos las condiciones técnicas i económicas bajo las cuales se puede construir una línea férrea; pero, considerando que los ferrocarriles estan sujetos siempre a condiciones locales; que, por una parte, no todos los establecimientos tienen la suerte de encontrarse al lado de una estacion de ferrocarril i que, por otra, conexiones directas se hacen a menudo de todo punto imposibles, ya porque demandan un costo escosivo, ya porque las condiciones topográficas no lo permiten, como sucede con frecuencia en la industria minera, donde casi siempre hai que vencer dificultades del terreno a menudo insuperables, resulta que en un pais montañoso como Chile, los ferrocarriles ordinarios no pueden ser sino un medio de trasporte mui limitado, i no llenan con la amplitud necesaria su rol de arterias.

Si bien es cierto, que técnicamente casi no hai dificultad insuperable para la construccion de un ferrocarril, no lo es ménos que estas dificultades llegan a veces a un grado tal, que el resultado financiero se hace problemático. I como en toda construccion hai que mirar forzosamente el lado económico, resulta que no se puede construir un ferrocarril para un beneficio aislado sin tomar mui bien en cuenta que el resultado positivo venga a compensar, en una época mas o ménos cercana, directa o indirectamente, las sumas invertidas; salvo que con aquella construccion se persiguiera mas la solucion de un problema técnico que un fin lucrativo, como sucede p. e. con la torre de Eiffel i el ferrocarril suspendido de Barmen-Elberfeld en Alemania i otras construccioncs análogas.

Que las dificultades topográficas en la construccion de un ferrocarril llegan a veces a asumir tal gravedad, que esta construccion se hace si no de todo punto imposible, a lo ménos en sumo grado difícil, podemos observar en un ejemplo palpable, que está en conocimiento de todos: *El ferrocarril trasandino*.

¡Hace ya mas de 20 años que Chile está empeñado en la construccion del ferrocarril trasandino, aun no terminado, i esto por las dificultades topográficas de unos pocos kilómetros!

Ya se vé que la construccion de un ferrocarril tropieza prácticamente con mas inconvenientes de lo que teóricamente puede esperarse i que aun despues de construido son muchos los peligros que le acosan: inundaciones, derrumbes, dislocaciones en los terraplenes, caida de puentes, desrielamientos, choques, avance de dunas, rodados (lavinas) de nieve i de piedras, i todos los demas peligros emanados de la inclemencia del tiempo o consecuencias de un servicio deficiente.

No es, en manera alguna, mi propósito combatir la utilidad de los ferrocarriles ordinarios o de apocar sus méritos innegables como agentes de civilizacion i progreso; quiero solamente demostrar que los ferrocarriles no pueden llenar con la amplitud necesaria su rol de arterias industriales. Un ferrocarril no trasmona serranías si no se arrastra penosamente por las faldas, caracoleando cerros i quebradas, dando vueltas i mas vueltas para terminar en un punto mas allá del cual no puede continuar. El ferrocarril no puede penetrar a todas aquellas rejiones apartadas, bloqueadas por formidables i agrestes serranías, para llevar allá la vida que está en la comunicacion, i para abrirlas al comercio i al progreso.

Los establecimientos industriales, particularmente los mineros, deben establecerse

lójicamente donde se encuentran las materias que desean elaborar, por mas que éstas se encuentran en lugares inaccesibles para la locomotora.

La naturaleza, cual celoso avaro, guarda sus tesoros i los defiende con trinchetas, infranqueables a primera vista; esto es la causa de que muchos establecimientos industriales, en especial mineros, no pueden ser debidamente explotados o producen una utilidad pequeñísima, única i esclusivamente por las dificultades de un transporte deficiente i costoso.

Esto es lo tocante a los ferrocarriles en su tésis jeneral.

Ahora, en cuanto a las *vías fluviales*, me limitaré a decir que éstas en su rol de arterias se encuentran en pobres condiciones que los ferrocarriles ordinarios, puesto que rios navegables se encuentran, por lo jeneral, en las rejiones planas de un país donde la construccion de un ferrocarril tampoco no presenta mayores dificultades.

Cierto que un rio convenientemente regularizado, constituye una vía mui barata de comunicacion, la que sin embargo no es tan espedita como jeneralmente se cree, cuando el servicio se hace de un modo primitivo.

He tenido oportunidad de observarlo en el rio Valdivia i sus afluentes: lanchones cargados con maderas, animales, papas u otros productos parten del interior, bajan sin gasto alguno llevados por la corriente del rio, llegan a Valdivia, Corral u otro desembarcadero, descargan sus mercancías i—ahí empieza la dificultad.

¿Cómo volver los lanchones a su punto de partida?

Hacerlos remolcar por un vaporcito de aquellos que trafican por esas rejiones, ya viene a gravar con este flete el transporte tan barato, al parecer, rio abajo; hacerlo arrastrar aguas arriba por caballos u hombres con cordeles, es un trabajo penoso de una semana o mas.

Lo espuesto basta para demostrar que el tráfico de las vías fluviales, haciéndolo del modo primitivo como se acostumbra en la rejion austral de Chile, no es tan espedito ni barato como a primera vista podria creerse.

Para aprovechar los rios navegables en debida forma como vías de comunicacion, seria menester establecer en ellos un servicio correcto de vapores de subida i bajada, aunque para ello fuese preciso un continuo cuidado i servicio para mantener la vía en un estado tal de regularizacion que correspondiera al calado de las lanchas a vapor.

Aun así, estas lanchas a vapor tendrian siempre que estar espuestas a perjuicios i atrasos ocasionados por temporales, alteraciones de las barras i muchas otras causas que harian ifusoria toda regularidad del servicio e imposible el mantenimiento de un itinerario fijo.

Prescindiendo de otros medios de transporte, como ser carretas, mulas, etc., por ser los mas caros, i recapacitando imparcialmente las anteriores consideraciones respecto a ferrocarriles i vías fluviales, se llega al punto de concebir la necesidad de crear otro medio de transporte, que fuera *aplicable a todas partes*, especialmente en los terrenos mas desfavorables; que fuera *barato* en cuanto a instalacion i esportacion; que garantizara *un servicio sencillo* i seguro, i finalmente que no sufriera por inundaciones, nevazones u otras causas climatéricas.

Tal ideal de medio de transporte que llena cumplidamente todas las condiciones deseables, se obtiene única i exclusivamente con los

FERROCARRILES AÉREOS DE ESTILO MODERNO

Los ferrocarriles aéreos son en tales casos el único medio que garantiza un transporte por demás barato i un servicio absolutamente seguro, cómodo e independiente.

Las ventajas de los ferrocarriles aéreos, con sus perfecciones modernas, pueden expresarse como sigue:

1. *Construcción rápida;*

2. *Gastos módicos de instalación i explotación;*

3. *Independencia del terreno.* — Un ferrocarril aéreo puede construirse donde cualquier otro medio de transporte, aun el de carretas i mulas, se haria imposible. Independiente del terreno, por accidentado que sea, pasa por encima de rios, barrancos, ferrocarriles, carreteras, edificios, vence con toda facilidad gradientes hasta 1:1 i todos los obstáculos que harian imposible cualquier otra vía de comunicacion por sencilla que fuera;

4. *La vía exige muy poco terreno* para su instalación i, por consiguiente, la adquisición del mismo es muy fácil i barata.

Fuera de los espacios que ocupan los cimientos de las columnas, todo el resto del terreno queda conservado a su destino habitual. En Europa se paga, como norma jeneral, solamente un pequeño arriendo por metro corrido de ferrocarril aéreo, a fin de adquirir el derecho de recorrer la línea, con el objeto de practicar las reparaciones i revisiones necesarias.

5. *Los agentes atmosféricos no estorban* para nada el servicio. Grandes nevazones, temporales, tormentas, lluvias, vientos, hielos i calores no influyen en nada en el perfecto funcionamiento de un ferrocarril aéreo.

6. *Facilidad de carga i descarga.*

7. *Sencillez en el servicio.* — Este no exige en personal de operarios especialmente adiestrados; sino que cualquier jornalero puede atenderlo.

8. *Aprovechamiento de toda la fuerza desarrollada* en las pendientes, que queda a beneficio de las wagonetas, que van marchando hacia arriba, i por lo tanto, no se pierde en los frenos, como sucede, por ejemplo, en los ferrocarriles funiculares.

Ferrocarriles aéreos llámanse todos aquellos sistemas de transporte en los cuales el riel está formado por un alambre o cable tendido, que, sostenido por soportes fijos, atraviesa el aire i lleva los carritos colgados en un sistema de poleas, que se deslizan sobre el cable.

Los ferrocarriles aéreos, en su forma primitiva, llamados vulgarmente *andariveles*, eran conocidos i empleados ya por los chinos e indios unos mil años há para transportar personas i cargas a traves de rios i barrancos. El primer indicio de un ferrocarril aéreo técnicamente servible, se encuentra en un código de 1411, hallado por Rziha, el célebre especialista en túneles i autor de varios testos sobre este ramo.

También se hace mencion de un ferrocarril aéreo empleado por el ingeniero holandés Adam Wybe en el año 1644 para el transporte de tierra en la ciudad de Dantzig.

En aquella época, los ferrocarriles aéreos no podian desarrollarse para adquirir un

empleo jeneral, por cuanto sus cables de cáñamo no tenían sino una resistencia solo para cargas mui limitadas, hasta que el cable de alambre, inventado en 1834 por Albert, injeniero de minas, abrió la brecha para el desarrollo de dicho sistema de trasporte.

Por su eximia facilidad de instalacion i su admirable aplicabilidad a terrenos accidentados, fueron los paises montañosos los primeros que se sirvieron de ferrocarriles aéreos, ya sea para el trasporte de maderas como en los Alpes, o para el trasporte de minerales en las rejiones mineras.

Ya desde sus primeras aplicaciones prácticas, este medio de trasporte se dividió en dos sistemas: *uno*, en el cual el cable riel no está fijo, tiene movimiento propio i sirve ademas para soportar las cargas i para trasportarlas, siendo así el cable riel al mismo tiempo cable motor; i el *otro*, en el cual el cable riel está fijo, mientras que para el trasporte de las wagonetas se emplea un segundo cable mas delgado, *el cable motor*, que como cable sin fin tiene un movimiento continuo en los dos sentidos.

El primero de estos dos sistemas se adoptó en parte en Inglaterra i América del Norte; el segundo, al cual, por razones que explicaré mas adelante, se le debe dar la preferencia, se jeneralizó en el continente europeo, en Africa del Sur, en las Indias, en Canadá, en Australia, en Méjico i muchos otros paises, por ser el sistema que da resultados mejores i mas seguros.

Para mí es mui extraño que este medio de trasporte, de tan útil i económica aplicacion a los paises sud-americanos de la costa del Pacífico con sus cordilleras i riquezas mineras, sea tan poco conocido en Chile.

Su aplicacion no se ha jeneralizado en la masa del público industrial i minero como era de esperarlo, puesto que una de las fábricas europeas en este ramo, la casa Adolfo Bleichert i C.^a en Leipzig, habia enviado a la Exposicion de Minería i Metalurjia de esta capital en 1894 una pequeña instalacion, que obtuvo el primer premio. Esta misma instalacion fué adquirida en seguida por el señor Jorje Aninat en Tomé, donde aun se encuentra prestando servicios: es de una longitud de 1,500 metros i tiene tramos de mas de 200 metros de largo.

La causa de esta extraña circunstancia, que los ferrocarriles aéreos no sean suficientemente conocidos i empleados en Chile, es, a mi juicio, la siguiente: el público no se da cuenta cabal de este sistema de trasporte ni de sus inmensas ventajas i se le confunde con los «andariveles» tal cual se encuentran instalados en los rios para el paso de las lanchas i como los andariveles primitivos que tenemos p. e. en el Cerro San Cristóbal, en La Calera, en las Condes i otros lugares. Inglaterra i Estados Unidos han esportado en varias ocasiones ferrocarriles aéreos del sistema primitivo de un solo cable, persiguiendo con esto mas el negocio comercial momentáneo que el anhelo honrado de introducir un medio de trasporte seguro i espedito; es decir, algunas casas constructoras se han contentado con venderle al contado los materiales al interesado, dejando la ubicacion i el montaje de estos materiales al arbitrio del incauto comprador.

El resultado inevitable de estas especulaciones era, naturalmente, que esos ferrocarriles aéreos instalados a ojo de buen varón, no correspondian a las esperanzas que se abrigaba respecto a ellos i que, en consecuencia, se les miraba con cierta desconfianza, culpando injustamente al sistema en lugar de culpar a los vendedores poco escrupulosos.

Para desvanecer esta desconfianza inmerecida i darle a conocer al público las ventajas de un ferrocarril aéreo, de estilo moderno, es necesario demostrar estas ventajas «ad oculos», en una instalacion hecha, para que el gran público pueda palpar i convencerse de todas las inmensas ventajas de este sistema de transporte.

Confío que esta ocasion propicia se presentará mui en breve en el *Trasandino aéreo* proyectado por el señor A. Pizarro, i que ese ferrocarril aéreo por sus condiciones típicas será llamado a servir de modelo para la construccion de muchas otras líneas análogas.

No desconozco que este sistema de transporte tendrá, como toda innovacion, que luchar con el espíritu refractario de algunas jentes de miras añejas i anti-progresistas, que levantará las protestas de personas egoistas, apegadas mezquinamente a sus intereses propios, personas que, dándose aire de técnicos consumados, atacan toda innovacion, trayendo a colacion los argumentos mas estrafalarios en apoyo de sus objeciones, con las cuales tratan de encubrir su egoismo.

Es preciso ser de índole mui mezquina i anti-patriótica para apocar las ventajas indiscutibles de una innovacion, solo por el hecho de verse perjudicado en sus intereses, por mas que esa innovacion venga a redundar en beneficio jeneral de una nacion.

Recuerdo aquí las infuensas protestas que en 1826 en Inglaterra i sucesivamente en todos los países escitó la construccion del primer ferrocarril.

En la Cámara de los Comunes del Parlamento ingles se conserva aun la tradicion de las inocentes objeciones que se hicieron al proyecto de Stephenson para establecer el primer ferrocarril en Inglaterra i en el mundo.

La Comision Lejislativa llamó un dia a su seno a Stephenson i le hizo esta formidable objecion: «Su proyecto nos parece bueno; pero tiene el inconveniente de que si la máquina encuentra una vaca en el camino la destrozará, lo que, como Ud. comprende, seria lamentable.»

Stephenson miró con compasion a sus jueces i les contestó con sorna:

«Yes, very painfull for the cow!» (En verdad, seria mui lamentable para la vaca! ..)

I en 1827 los honorables Stanley i Coffin, decian en la Cámara de los Comunes, al tratar de la concesion del mismo Stephenson:

«¿Qué será de aquellos que deseen viajar en coches propios o de alquiler, como lo han hecho nuestros antepasados? ¿qué harán los constructores de coches, los fabricantes de arneses, los cocheros, los posaderos i criadores i los empresarios en caballerizas? Sabe la Cámara el humo, el ruido, el desvanecimiento que causará una máquina que corre 12 millas por hora? Ni el ganado que esté arando, ni el que esté paciendo en las praderas podrán mirarlo sin terror. El precio del hierro aumentará en ciento por ciento o lo que es mas probable se acabará este metal.»

«¿Que va a ser de los que han invertido su dinero en la compostura de caminos? añadia Mr. Coffin, ¿qué se hará dentro de las casas, por cuyas puertas pasará resonando el silbido de una máquina que corre 10 millas por hora?»

Aquí mismo, tratándose del proyecto de privilejio, solicitado por el ilustre Weelwright para la construccion del ferrocarril entre Santiago i Valparaiso, proyecto que fué apoyado con calor e interes por el jeneral don Francisco A. Pinto i el Ministro del Interior don Manuel Camilo Vial, el presidente del Senado, don Ramon Luis Irarrázaval, aunque no

se opuso a la idea fundamental, dijo en la sesión de 23 de Junio de 1847, entre otras consideraciones: «Este ferrocarril va a dar un golpe, va a arruinar las empresas de birlochos, tropas, carretas, etc. ¿A qué conduce este ferrocarril? No es mas que el vehículo de los bienes que se traen de otra parte. Se dirá que se ahorra el flete i que esta es una ventaja para la nacion; mas, pregunto: ¿Esta ventaja va a quedar entre nosotros? Nó, señor, ese producto es para los empresarios.»

El señor Vial del Rio, quien era el mas empeñado en combatir el proyecto de Wheelwright, hizo en el Senado (sesion del 30 de Junio de 1847) esta sublime objecion: «El buel, la madera, el pasto son ganancias del hijo del pais, mientras que con el ferrocarril se beneficia al extranjero que se lleva todos esos valores.» (1)

Hago estas reminiscencias, no porque creo que la implantacion de los ferrocarriles aéreos podria suscitar tales objeciones ridiculas, puesto que el espíritu de aquella época no es el mismo de hoi dia, sino porque encuentro cierta analogía entre el proyecto del ferrocarril de Santiago a Valparaiso con el del

TRASANDINO AÉREO

Hoi dia, en vista del formidable desarrollo de los ferrocarriles i de sus innegables beneficios, que han venido operando una verdadera i saludable revolucion en el movimiento industrial de los pueblos civilizados, ninguna persona sensata protestará contra la construccion de un ferrocarril nuevo, porque éste venga a perjudicar talvez a uno u otro carretero, pero es natural que el público, habituado i familiarizado ya con un sistema cuyos resultados ha palpado, se resista a desprenderse de sus hábitos i a aceptar de lleno un sistema nuevo, de cuyas ventajas aun no ha tenido pruebas positivas.

En prueba de ello me basta citar el ejemplo del tranvia eléctrico de Santiago. Al paso que una fraccion de las autoridades lo miraba con cierta hostilidad sorda, muchas personas timoratas, al iniciarse el servicio por traccion eléctrica, prometian no subir nunca a un carro eléctrico; sin embargo, el público iba adquiriendo confianza en ese nuevo sistema i hoi dia, apenas transcurrido un año, nadie al subir a un carro se preocupa si es de traccion eléctrica o arrastrado por caballos; al contrario, todo el mundo prefiere los carros eléctricos porque no puede desconocer la inmensa superioridad de éstos sobre aquéllos.

Considerando que el tema de los medios de transporte es de sumo interes para un país, que quiere prosperar i en el cual los capitales nacionales no abundan, i ya que entre los temas propuestos por el Instituto de Ingenieros de Chile figura el de los transportes aéreos, he creido que debia contribuir con mi modesto contingente, ya que me encuentro en posesion de datos mas o ménos completos sobre esta materia. Vuelvo, pues, a mi tema algo desviado i solicito vuestra benévola atencion por cortos instantes para daros a conocer el sistema de los ferrocarriles aéreos, en su forma moderna.

(1) Extracto del interesante *Estudio de los Ferrocarriles Chilenos* por don SANTIAGO MARÍN VICUÑA, publicado en el *Boletín de servicio* de los F. F. C. C. del Estado.

La construcción de un ferrocarril aéreo del tipo moderno, se hace generalmente del siguiente modo:

Entre dos estaciones i en línea recta, se tienden paralelamente, a distancia de $1\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{2}$ metros uno del otro, i a cierta altura sobre el suelo, los dos fuertes:

CABLES-RIELES

de acero, que descansando en columnas de madera o de fierro, llevan suspendidas las wagonetas, i como su nombre lo indica, les sirven de rieles. Cuando se trata de ferrocarriles aéreos que tienen un largo de mas de 6,000 metros, se establecen estaciones intermedias ademas de las existentes en los dos puntos extremos de la línea; otro tanto sucede cuando la vía se separa pronunciadamente de la línea recta. En una de las estaciones estos cables-rieles se encuentran anclados i sujetos por medio de fuertes tornillos, i en la otra estan provistos de un

APARATO DE TENSION

el cual consiste en unas poleas verticales, por cuyas gargantas pasan cadenas amarradas por uno de sus cabos a la punta del cable-riel, i sosteniendo en el otro grandes contrapesos equivalentes a la tension sufrida por los cables.

De esta suerte la tension de los cables se mantiene uniforme, puesto que a medida que pasan las wagonetas i que dichos cables se dilatan o se contraen por las variaciones de la temperatura, suben o bajan los contrapesos (lámina 5).

Cuando la distancia entre dos estaciones escede de 2 km. conviene establecer entre ellas un aparato (caballete) de este jénero colocado en medio del campo.

COLUMNAS

Estan destinadas a sostener los cables-rieles; se colocan generalmente a una distancia de 30 a 60 metros una de otra, exceptuando los casos en que hai que atravesar un rio o salvar un barranco, donde puede llegar el tramo a alcanzar un largo de 500, 800 hasta 1,000 i mas metros, como p. ej. puede verse en el perfil, lámina 6, donde en el ferrocarril aéreo construido para la Sociedad de Echigúren Hermana i Sobrinos en Mazatlan (Méjico) por la casa I. Pohlig, figura un tramo de 1115 metros.

Estas columnas llevan en su parte superior una traviesa horizontal, en cuyos extremos descansan los dos cables rieles sobre cojinetes de fierro fundido, lámina 6.

La altura de las columnas es distinta, pues depende de la topografía del terreno; la altura media es de 6 a 10 metros, pero las hai de 25, 30 hasta 40 metros. Siendo distintas las alturas de las columnas, fácilmente se comprende que las desigualdades o irregularidades del terreno no se transmiten a la razante formada por los cables-rieles.

Esta razante será en todos los casos mui distinta de la línea del perfil del terreno i puede ser fijada como mejor convenga al servicio i a la fuerza motriz disponible.

Para poner en movimiento las wagonetas, existe otro cable especial colocado por debajo de los dos primeros i mucho mas delgado que ellos; se llama

CABLE MOTOR

i se coloca como cuerda sin fin en derredor de poleas horizontales fijas en las estaciones, debiendo una de estas poleas formar parte de la

TRANSMISION DEL MOVIMIENTO

La polea que al efecto sirve, fijada sobre un eje vertical que jira por medio de cualquiera fuerza motriz, atrae al cable motor con las wagonetas cargadas hácia un lado, llevándose las vacías en direccion opuesta.

Para obtener la friccion necesaria a impedir el resbalamiento del cable motor sobre la garganta de las poleas, se hace necesario usar poleas provistas de 2, 3 o mas gargantas; en cuyo caso se deben colocar unas pequeñas poleas verticales, llamadas poleas guías, que sirven para evitar toda desviacion del cable motor i de dirigir exactamente su entrada en una de las gargantas de la polea horizontal. En la otra estacion, la segunda polea sirve para facilitar el deslizamiento del cable motor i tambien para producir su tension en toda la línea, formando de esta suerte una parte del

APARATO DE TENSION DEL CABLE MOTOR

El eje de la polea horizontal se encuentra preso en una corredera, movable en direccion de los cables; de este modo se regulariza la tension del cable motor, puesto que por un procedimiento idéntico al empleado para los cables-rieles se encuentra relacionado por medio de una cadena a un contrapeso que subiendo o bajando lo mantiene en una tension constante.

Durante la marcha del ferrocarril, el cable motor se encuentra sostenido por las mismas wagonetas que lo llevan aprisionado en sus aparatos de enganche. Si no hubiese wagonetas en la línea, descansaria el mismo sobre los

RODILLOS DEL CABLE MOTOR

destinados a evitar el desgaste del cable por friccion i facilitar así el movimiento de él. Estos rodillos del cable motor estan colocados encima de las columnas a una altura conveniente para permitir el paso desahogado de las wagonetas.

WAGONETAS

La construccion de éstas constituye una de las partes mas importantes del material de un ferrocarril aéreo.

Se componen de un *sistema de poleas* que facilitan el movimiento; de la *suspension* con su aparato de enganche i de la *cuba de transporte*, que suspendida por su centro de gravedad, forma la parte inferior de la wagoneta, mientras que el sistema de poleas ya citado constituye su parte superior.

Las fuertes plantillas que unen las poleas con la cuba de transporte, constituyen la suspension i a ésta va unido el aparato de enganche.

EL SISTEMA DE POLEAS

que permite el movimiento de la wagoneta se compone de dos poleas de acero comprimido colocadas una tras otra. Sus ejes respectivos van unidos por dos planchas de acero, las cuales a su vez se encuentran sujetas una a otra por una pieza de hierro que pasando entre las dos poleas está remachada en sus extremos en las caras exteriores de las dos planchas, formando todo esto un conjunto muy sólido.

Los ejes de las poleas son de bronce fosforado i sus estremidades van unidas a las planchas de acero por medio de unas tuercas que los sujetan; sirven pues de pasador, o mejor dicho, de traviesa entre plancha i plancha. Sus ejes son huecos para recibir la grasa que se emplea como materia lubricante.

Esta grasa pasa por unos pequeños agujeros, radialmente taladrados, del centro a la periferia de los ejes, verificándose así el engrase automáticamente.

La garganta de las poleas es semicircular; adaptándose perfectamente al cable-riel, da a las wagonetas una direccion segura.

Este sistema de poleas ha sido adoptado en todos los ferrocarriles aéreos desde hace unos once años. No presenta el inconveniente de los contruidos con traviesa unilateral, en los cuales el desgaste de las poleas i de los ejes, siendo mayor, hace que las wagonetas vayan torcidas o inclinadas hacia un lado cualquiera, lo que no sucede con el sistema arriba descrito; buena prueba de ello es que en todos los ferrocarriles aéreos que lo poseen, jamas se ha notado la mas pequeña inclinacion ni aun despues de haber funcionando muchos años.

La suspension va unida por su parte exterior a las poleas, por medio de una pieza de hierro colocada entre ellas i lleva suspendida la cuba de transporte, que, segun los materiales que se tengan que transportar, afecta diversas formas, (lámina 7).

Para el transporte de carbon, minerales, piedras, arenas, tierras, escorias, etc., se emplean ordinariamente wagonetas en forma de caja, lámina 1. A fin de facilitar la descarga, van provistas estas cajas de unos pequeños ejes al rededor de los cuales jiran. Una sencilla pieza de fierro en forma de horquilla, impide durante la marcha todo movimiento de la caja en rededor de sus ejes.

Para trasportar mercancías de mayor tamaño, como ser cajones grandes, javas, fardos o barriles, se emplean wagonetas especiales, como las representadas en lámina 7.

Para el transporte de piezas largas, tablones, vigas, tubos, rieles, postes, etc., se emplean wagonetas formadas por dos suspensiones unidas entre sí; i para el transporte de pasajeros, wagonetas especiales de construccion lijera (aluminio).

La union de las wagonetas al cable-motor se hace por medio de los

APARATOS DE ENGANCHE

que forman la parte mas importante de los accesorios de un ferrocarril aéreo, porque de ellos depende la seguridad en la marcha i la duracion mas o ménos larga del cable-motor.

Me llevaria demasiado lejos si entrara detalladamente en esplicaciones acerca del sinnúmero de aparatos de enganche i de las diferentes fases por las cuales la construc-

cion de estos aparatos ha pasado desde el nudo cilíndrico hasta el aparato de enganche «Universal.»

Me limitaré a decir que existen dos clases: aparatos de enganche por medio de nudos i aparatos de enganche por fricción.

Los primeros, es decir, los aparatos de enganche por nudos o anillos, estan fijos en el cable-motor i forman, como su nombre lo indica, ciertos nudos que, chocando con pestillos fijos en la suspension de las wagonetas, llevan a estas últimas consigo.

Tienen estos aparatos el grave inconveniente que permiten el enganche de los carros solo en aquellos puntos del cable motor, donde se encuentran los nudos i que además, por la misma razon, ocasionan un desgaste disparejo del cable-motor.

Por estas i otras razones mas, hoy dia estos aparatos de enganche por nudos han caido en desuso, empleándose con mejor resultado los aparatos por fricción, que permiten el enganche del carro en cualquier punto del cable-motor, sufriendo éste, por consiguiente, un desgaste uniforme.

Presentan estos aparatos, además de estas ventajas, otra de gran importancia, que consiste en que se puede aumentar la capacidad del ferrocarril aéreo, sin necesidad de alijerar la marcha del cable-motor; lo que se consigue fácilmente, disminuyendo las distancias que separan las wagonetas, es decir enganchándolas al cable mas cerca unas de otras.

Para dar una idea jeneral de los aparatos por fricción, haré la reseña de uno de ellos.

APARATO DE ENGANCHE CON EXCÉNTRICO HELIZOIDAL

Este aparato de enganche se distingue por dos planchas de fierro colocadas verticalmente i que pueden asimilarse a dos especies de mandíbulas provistas en sus caras interiores de una ranura en forma espiral que da cabida al cable-motor. La plancha o mandíbula anterior, que es movable, se aproxima a la segunda al hacer jirar una palanca excéntrica i ambas entónces aprisionan el cable en la forma curva o helizoidal que le da la ranura, forma esta que sujeta muy sólidamente al mismo. Cuando la wagoneta, así enganchada, llega a su punto de destino, que es la estacion de descarga, la palanca excéntrica choca contra un tope de fierro convenientemente dispuesto, éste la empuja hacia atras, se separan entónces ambas mandíbulas i dejan por consiguiente el cable-motor completamente libre.

Distintos son los aparatos que se han ideado, distintos sus mecanismos i muy complicados algunos que han surgido de la competencia entre las casas constructoras en este ramo.

En su afan de sobrepujar i de presentar a los interesados un aparato perfecto que satisficiera a todas las necesidades, se ha llegado a construir un aparato de enganche, llamado «Universal», patentado por la casa J. Pohlig en Colonia, que reúne las siguientes ventajas:

- 1.º Un funcionamiento absolutamente seguro;
- 2.º Independencia del operario;
- 3.º Mayor conservacion del cable-motor.

Lo característico de este aparato consiste en el tornillo *a*, figura 1, cuyas roscas *b* i *c* actúan sobre las mandíbulas *k* i *l*.

Moviendo el brazo de palanca *h* con su contrapeso *i* de la derecha a la izquierda, se separan las dos mandíbulas *k* i *l*, el aparato se abre i deja libre al cable-motor *z*; movien-

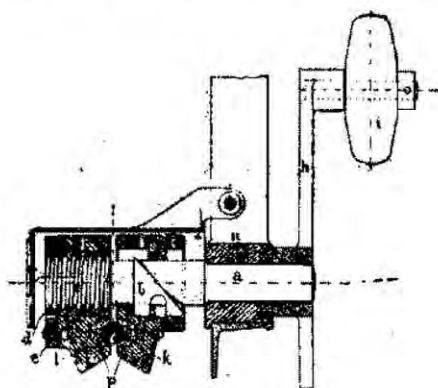


Fig. 1

do, en cambio, el brazo de palanca de la izquierda a la derecha, se aproximan las mandíbulas *k* i *l*, aprisionan fuertemente al cable motor *z*.

La función del enganche, figura 2, se efectúa de tal modo, que el operario empuja a la wagoneta en la dirección de la flecha.

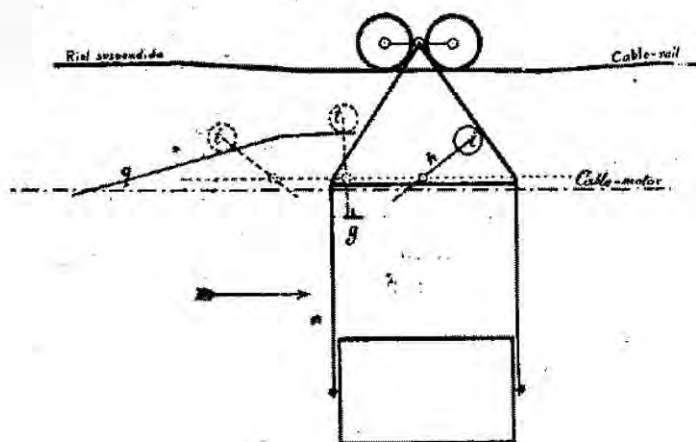


Fig. 2

El riel suspendido tiene en este sitio una pendiente de mas o menos 90 mm., i mientras la wagoneta se desliza por esta pendiente, el aparato abierto se coloca encima del cable-motor.

Siguiendo la wagoneta en su dirección, el contrapeso *i* sube por la barra plana *g* hasta que la palanca *h* tome la posición vertical. En esta situación el aparato se cierra

lo suficiente, para que la wagoneta siga a la traccion del cable-motor. En este momento, la estremidad inferior del brazo *h* choca contra un pequeño tope *g* cayendo así el brazo *h* con su contrapeso *i* con gran fuerza a la derecha.

El contrapeso *i* tiene el objeto de evitar que el aparato pueda abrirse durante la marcha.

Segun experiencias hechas desde 4 años a la fecha, la wagoneta queda de esta manera con tanta seguridad acoplada al cable-motor, que una fuerza mui superior al peso de la wagoneta no seria capaz de arrancar el cable de su prision.

Llegando la wagoneta, así acoplada, a su punto de destino, se verifica la operacion de desenganche o sea la de abrirse el aparato, como lo indica, figura 3. El contrapeso *i*

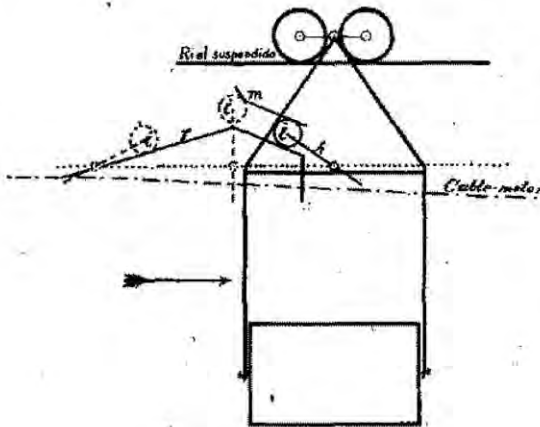


Fig. 3

sube por la barra plana *r*, haciendo jirar el brazo *h* hacia atrás hasta inclinarlo. Con este movimiento, el aparato se abre, i el cable-motor sale de entre las mandíbulas en virtud de una lijera inclinacion hacia adelante.

La wagoneta, ya completamente libre del cable-motor, ha pasado del cable-riel al riel suspendido i puede ser conducida al lugar de su destino.

Estando este aparato empleado en muchos ferrocarriles aéreos de reciente construccion, ha demostrado que no falla, ni en gradientes de 1:1 i con cargas aisladas de 1,000 kilogramos; que la formacion de hielo i nieve no influye en su perfecto funcionamiento, ha podido constatarse en un ferrocarril aéreo construido para la *Bede Metal Co.* en *New-Castle* en el Norte de *Noruega*, (latitud 67°).

En este ferrocarril aéreo, de 4,600 metros de largo, se ha observado que las wagonetas, dejadas en la línea espuestas a temporales de nieve i a los intensos frios, comunes en esa rejion antártica, de 20° C. i mas bajo cero, amanecen en la mañana propiamente forradas en nieve i hielo, i que al reanudar el trabajo continúan, sin embargo, en su marcha sin el menor tropiezo.

Respecto de la duracion de un ferrocarril aéreo, especialmente de un cable-motor,

puedo citar el siguiente ejemplo: En el ferrocarril aéreo construido en el año 1879 para la Compañía. Fernier en Giessen (Alemania), funciona aun hoy el mismo cable-motor en un transporte diario de 300 a 350 toneladas de metales; habiendo trasportado, de esta manera, el mismo cable-motor en el trascurso de 22 años la enorme cantidad de mas de 2000000 de toneladas.

El operario no tiene para nada que intervenir en el enganche de las wagonetas, no necesita tocar el cable-motor, sino solo dar al carrito un impulso i éste se engancha automáticamente con la seguridad de llegar sin tropiezo a su punto de destino, donde igualmente, sin ninguna ayuda del operario, se desengancha automáticamente.

Fácilmente se comprende que un transporte efectuado en tales condiciones, no exige sino un personal muy reducido i que, por lo tanto, es de lo mas barato que cabe.

ESTACIONES

En las estaciones, se encuentran colocados a la misma altura que los cables-rieles i en estrecha relacion con ellos, unos rieles suspendidos, encima de los cuales se coloca la wagoneta al abandonar el cable-riel, i que sirven para conducir la wagoneta, empujada a mano, a los distintos puntos de la estacion.

El empalme del riel suspendido con el cable-riel se realiza con entera perfeccion, en virtud de una lengüeta en forma de media caña que se adapta con entera precision a la cara superior del cable. En las estaciones finales sirven estos rieles suspendidos para poner en comunicacion entre sí los dos cables-rieles; mientras que en las estaciones intermediarias relacionan entre sí los trozos del cable por donde pasan las wagonetas llenas por un lado i los dos trozos correspondientes a las wagonetas vacías por el otro. Por medio de estos rieles suspendidos, pueden ser dirigidas las wagonetas a cualquier punto de la estacion i aun fuera de ella, si así lo exijiesen las circunstancias del trabajo.

Jeneralmente la carga i descarga se efectúan en las estaciones mismas i sin que haya que descolgar la wagoneta del riel suspendido que la sostiene. El modo de verificar la carga depende naturalmente de las materias que han de ser trasportadas; si son minerales, carbones, arenas, escorias u otros materiales semejantes se emplean para la carga unas tolvas con compuertas. El modo de descargar estos materiales es de lo mas sencillo, pues basta con hacer jirar las wagonetas en rededor de sus ejes de que ya hemos hablado; arrojan su contenido entónces bien sea en wagones de ferrocarril ordinario, bien en vapores, bien en otras tolvas o en otro sitio cualquiera destinado para depósito.

Las wagonetas destinadas al transporte de las materias arriba indicadas no tienen tapa.

Para darse mejor cuenta de la operacion de carga i descarga, véanse las láminas 2, 3 i 4.

La carga i descarga de cajones, sacos, barriles etc., se hace a mano.

PUENTES DE PROTECCION

Cuando un ferrocarril aéreo pasa sobre un camino, edificio, etc., las ordenanzas europeas exigen la construccion de un puente de proteccion que puede ser de madera o bien una red metálica.

El largo de una seccion de ferrocarril aéreo entre dos estaciones, no pasa jeneralmente de 6,000 metros. Tratándose de mayor longitud, se hace necesaria la instalacion de estaciones intermediarias distantes entre si de 5 a 6 kilómetros.

Cuando se trata de un ferrocarril aéreo no automático, se dispone la instalacion de fuerza motriz en forma que sirva para comunicar el movimiento a dos secciones a la vez.

Por ejemplo:

El ferrocarril aéreo que se ha construido en la provincia de Almería (España) para la *Sociedad de Explotacion de las Minas de Hierro de Bedar*, tiene un largo de 15,600 metros i está dividido en 4 secciones, midiendo la mas larga 5,300 metros. Tiene, pues, 5 estaciones: 2 en los extremos de la línea i 3 intermedias. Para la explotacion de este ferrocarril aéreo se utilizan 2 motores a vapor de 70 i 30 caballos, respectivamente, instalados en las estaciones núms. II i IV.

Este ferrocarril aéreo trasporta mensualmente de 15,000 a 17,000 toneladas i funciona sin interrupcion desde el 1.º de Agosto de 1888.

SERVICIO

El manejo de un ferrocarril aéreo es sencillísimo; cualquier jornalero se pone mui pronto al corriente del servicio que ha de prestar.

Dos operarios, o un operario con un muchacho, son los que jeneralmente i en término medio se necesitan para las operaciones de carga i descarga de las wagonetas.

CAPACIDAD

En cuanto a la cantidad trasportable al dia, debo manifestar que se llega a arrastrar 3 wagonetas por minuto, de modo que se suceden a intervalos de 20 segundos. No calculando mas que con 2 wagonetas por minuto, resultan 120 por hora i teniéndose en cuenta que cada wagoneta conduce 500 kilogramos, tendremos que por cada hora de trabajo se habrán trasportado 60 toneladas.

Cuando la cantidad que se ha de trasportar pasa de 100 toneladas por hora se hace conveniente la instalacion de un ferrocarril aéreo doble, es decir, dos paralelos, para lo cual hai que disponer las columnas de un modo adecuado.

VELOCIDAD

La velocidad de marcha de las wagonetas, o sea del cable motor, es por lo jeneral de 1.50 a 3.50 metros por segundo, segun las cargas i segun las gradientes que hai que vencer.

Por las esperiencias hechas en este ramo durante mas de 20 años en Europa i otras partes, se ha adoptado una velocidad normal de 2 metros que en casi todos los casos de la práctica da mui buenos resultados en cuanto a seguridad del servicio i rendimiento en el transporte. Tomando en cuenta que un ferrocarril aéreo acorta sensiblemente las distancias en terrenos accidentados, donde cualquiera otra vía de comunicacion necesitaria un gran desarrollo i muchas obras de arte, la velocidad de la wagoneta será en todo caso mui superior a la de cualquier otro medio de locomocion.

GASTOS DE INSTALACION

Son difíciles de fijar aquí, pues ellos dependen: de las cantidades que se han de transportar, de las condiciones del terreno, del modo del servicio que se desea observar, de la mayor o menor facilidad para la instalacion de las estaciones, de la altura de las columnas, etc., etc.

PRESUPUESTO

Aunque éste depende de los mismos factores indicados en el acápite anterior, haré un cálculo aproximado sirviéndome de base el siguiente ejemplo:

Longitud = 3,000 metros;

Desnivel total = 100 metros, o sea 3.33 %;

Trasporte diario = 200 toneladas de mineral, o sean 20 toneladas por hora;

El terreno es montañoso i quebrado; al mismo tiempo hai que atravesar un rio i un camino;

Capacidad de la wagoneta = 250 kilogramos;

Velocidad del cable-motor = 2 metros por segundo;

Resulta, por lo tanto, que son $\frac{200,000}{250} = 800$ las wagonetas que hai que transportar diariamente o sean 80 por hora, es decir, 1 wagoneta cada 45 segundos.

Tenemos, ademas, que, tomando en cuenta la velocidad del cable, la distancia entre dos wagonetas debe ser: $45 \times 2 = 90$ metros.

El número de wagonetas, es por consiguiente: $\frac{2 \times 3,000}{90} = 67$ wagonetas para toda la línea i contando con 6 mas de reten para las dos estaciones, dan un total de 73 wagonetas.

Distancia media entre las columnas = 50 metros.

Número de columnas $\frac{3000}{50} = 60$.

Fuerza necesaria: de 4 a 5 caballos de vapor.

(Si ámbas estaciones estuviesen a la misma altura, se necesitarian 10 HP.)

Los gastos orijinados por esta instalacion, serán:

A. Ferreteria

Cables-rieles.

Rodillos para el mismo.

Cable-motor.

Rieles suspendidos con sus cojinetes i lengüetas.

Aparato de tension del cable.

Línea telefónica.

Wagonetas con sus accesorios.

Gastos para la confeccion de planos i presupuestos, etc.

Armaduras de las columnas.

Poleas conductoras (guías) del cablemotor.

Total..... \$ 35,000 a 45,000 m/c.

B. Varios

2 estaciones de madera,

Un motor de 4 a 5 HP,

80 columnas de madera.	Gastos de transporte i conduccion al pié de
1 puente de proteccion sobre un camino.	la obra.
Obras de mamposteria.	Gastos de montaje.
Contra-vientos i tornillos para las columnas.	
Total.....	\$ 15,000 a 25,000

El valor total de la instalacion completa del ferrocarril aéreo que nos sirve de ejemplo, dispuesto a funcionar, asciende, por lo tanto, a la cantidad de \$ 50,000 a 70,000 m/c.

GASTOS DE ESPLOTACION

A. Personal:

4 operarios en las estaciones.....	a \$ 1.50.....	\$ 6.00 al dia
2 muchachos.....	» » 1.00.....	» 2.00 » »
1 maquinista.....	» » 4.00.....	» 4.00 » »
1 guarda de la línea.....	» » 3.00.....	» 3.00 » »
Total.....		\$ 15.00 al dia

B. Materiales i varios:

Gasto diario de carbon $\frac{1}{10}$ tonelada.....	\$ 4.50 al dia
Grasa.....	» 1.50 » »
Reparaciones, piezas de repuesto.....	» 4.00 » »
Arriendo de la faja del terreno (\$ 0.20 por metro corrido al año).....	» 2.00 » »
Total....	\$ 12.00 al dia

Total de los gastos diarios..... \$ 27.00 al dia

es decir, $\frac{27.00}{200} = \$ 0.135$ por tonelada, o sea $\frac{0.135}{3} = \$ 0.045$ por tonelada kilométrica.

Calculando en \$ 7,200 anuales, o sean \$ 20 diarios los gastos de amortizacion del capital, el total de los gastos diarios será de \$ 47.00 $\frac{47.00}{200} = \$ 0.235$ por tonelada, o sea $\frac{0.235}{3} = \$ 0.0783$ por tonelada kilométrica.

Aunque claramente se desprende de lo espuesto, repito que los gastos de instalacion i explotacion de un ferrocarril aéreo varían en virtud de los muchos factores relacionados con la naturaleza de este sistema de transportes.

Debo hacer presente aquí, que si la inclinacion o pendiente de un ferrocarril aéreo pasa de 1:23, o sea de 4.35% i si las wagonetas cargadas marchan hácia abajo, volviendo vacías, se puede prescindir de toda fuerza motora; pues las mismas wagonetas cargadas al bajar, arrastran las vacías hácia arriba, resultando la marcha automática. En este caso, i para regularizar la marcha, basta la colocación sobre el eje principal de una polea con su freno.

La explotación de estos ferrocarriles aéreos automáticos, resulta desde luego extraordinariamente barata.

En jeneral, como un ferrocarril aéreo en Chile tendrá, en la mayoría de los casos, pendientes i contrapendientes, i como por lo jeneral (particularmente en establecimientos mineros) la estacion de carga se encuentra a mayor altura que la estacion de descarga, la fuerza motora necesaria podrá ser mui pequeña, puesto que esa fuerza motora debe ser tal, que sea capaz de vencer la *diferencia* entre los pesos de bajada i los pesos de subida a mas del peso muerto del cable-motor; i si esa diferencia a mas del peso muerto del cable motor resulta en favor de los pesos de bajada, el ferrocarril aéreo funcionará, como ya he dicho, automáticamente.

Por ejemplo, el ferrocarril aéreo de la «Hernadthaler Eisenindustrie-Actiengesellschaft», cuyo perfil está reproducido en la lámina 9, tiene un largo de 3,600 metros; une la mina Carolina con la estacion del ferrocarril en Hamor, tiene un tramo de 852 metros i funciona, en virtud de su desnivel de 412 metros, automáticamente, siendo consumido en los frenos el exceso de fuerza.

Intimamente relacionados con los ferrocarriles aéreos i como suplemento del sistema, figuran los

FERROCARRILES SUSPENDIDOS

Los rieles suspendidos de que ya hicimos mencion al tratar de las estaciones, se emplean a veces para dar mayor estension a una estacion o poder depositar cerca de ella mayores cantidades de los materiales que se trasportan; otras veces forman una instalacion de transporte por si mismos, es decir independiente; en este caso si las distancias de que se trata son cortas, son movidas a mano las wagonetas i si son de alguna estension se hace la traccion por medio de un cable-motor.

Es, en una palabra, este sistema de ferrocarriles idéntico al de los aéreos, diferenciándose únicamente en que el cable-riel de éstos está reemplazado por un riel i en que estos rieles se encuentran tan solo a 2 o 2½ metros de altura sobre el suelo, lo que por cierto permite que la circulacion por el terreno sobre el cual se encuentran, no resulte interrumpida. Son mui útiles en el interior de una fábrica, para establecer comunicacion entre varias de ellas; para relacionar la fábrica con sus almacenes i demas dependencias; para el movimiento de los bultos en los almacenes aduaneros, bodegas de ferrocarriles, etc., etc.

Puede un trabajador arrastrar, por este sistema, un peso doble al que arrastraria en una vía fija en el suelo i cuatro veces mayor que si tuviera que hacerlo por medio de carretillas i esto es una ventaja que no deja de tener su gran importancia.

Habiendo terminado la descripcion del sistema del ferrocarril aéreo con sus accesorios, paso a tratar de algunos puntos complementarios que servirán para ilustrar mejor lo espuesto en los capitulos precedentes.

La superioridad del sistema moderno de dos cables sobre el sistema primitivo de un solo cable, que a mas de ser cable-riel, funciona como cable-motor, es tan lójica i evidente, que me limitaré a mencionar aquí solo una de las razones en su apoyo:

El cable, para ser cable-rail, debe tener una resistencia i un diámetro calculado en relacion a las cargas, al número de las wagonetas, a los tramos, a las pendientes, a los vientos reinantes, a las nevazones i a varios otros factores mas.

Estos cálculos, en union con un coeficiente de seguridad, prescriben para el cable-rail prudentemente una resistencia de unos 145 kilogramos por mm. con un diámetro que fluctúa entre 20 i 50 mm.

Un cable de estas dimensiones tiene, necesariamente, un peso enorme i ademas una rijidez mui grande.

Ahora, para que ese cable-riel sea al mismo tiempo cable-motor, necesita tener movimiento, i pasar, por consiguiente, en derredor de poleas horizontales.

Ademas, que para arrastrar un cable de tales dimensiones i para doblarlo en derredor de las poleas, se necesita una fuerza motriz mui superior a la que se necesita para el movimiento de un flexible cable-motor de 10 a 20 mm; el cable riel tiene que sufrir necesariamente en esas continuas flexiones por las poleas.

Principia aquello con la ruptura de uno u otro de los alambres que forman el cable.

Estas rupturas, debidas a la rijidez del cable i a las continuas flexiones, se repiten luego en todo el largo del cable, para terminar mui pronto, si no con un accidente grave, con la ruptura total e inevitable de ese cable-riel-motor.

Ademas que la seguridad del servicio, tan necesaria en toda clase de trasportes, se hace del todo ilusoria, hai que tomar en cuenta tambien que la ruptura de ese cable implica su pérdida irreparable, i que, ademas, los perjuicios orijinados por la paralización del servicio, superan, quizas, las escasísimas ventajas de este sistema de ferrocarril aéreo. Reconozco, sin embargo, imparcialmente hablando, que los ferrocarriles aéreos de un solo cable, pueden, en ciertos casos, si la carga que hai que trasportar es mui poca, prestar servicios, pero de ninguna manera pueden ser comparados con los modernos en cuanto a seguridad, capacidad, duracion i servicio espedito.

La economía que pregonan los pocos partidarios del sistema primitivo (sistema ingles,) consiste en ahorrar el cable-motor; pero este ahorro resulta contraproducente en vista de su poca duracion, de su inseguridad, de la mayor fuerza motriz que hai que emplear i de las muchas dificultades que presenta el deslizamiento del pesado cable-riel sobre ciertos rodillos fijos en las columnas.

Los ingleses, en su índole especial, en cierto punto refractaria, así como conservan tenazmente sus medidas i otras antigüedades, parece han querido tambien reservarse su sistema especial de ferrocarriles aéreos.

Sin embargo, en Inglaterra i en Lóndres mismo, hai a la fecha ya muchos ferrocarriles aéreos del sistema moderno, cayendo en desuso el sistema de un solo cable, porque ni los ingleses mas ortodoxos pueden desconocer la superioridad de aquéllos sobre éstos, de modo que los constructores de ferrocarriles aéreos de un solo cable se han visto obligados de buscar su clientela en los países trasatlánticos.

Paso ahora a describir una aplicacion nueva de los ferrocarriles aéreos modernos, que sin duda será de interes para los señores contratistas de ferrocarriles i para los colegas que se encuentran al servicio de los ferrocarriles en construccion.

Hablo del ferrocarril aéreo en su aplicacion para la formacion automática de terra-
10 NOVIEMBRE

plenes, especialmente de aquellos que, por encontrarse a una distancia considerable de los cortes, de donde debe extraerse el material, se hacen, como es sabido, costosos i difíciles para el contratista.

Al proyectar la razante de un ferrocarril, todo ingeniero pondrá el mayor cuidado en fijarla de tal modo que, a mas de compensar mas o ménos el movimiento de tierras entre cortes i terraplenes, no resulten terraplenes demasiado distantes de los cortes, para evitar así que el contratista se vea obligado, sea a hacer empréstitos, sea a acarrear el material a grandes distancias.

Tanto el recurso de los empréstitos como un acarreo del material a distancias mayores, presenta inconvenientes que, por estar en conocimiento de todos, no entraré a demostrarlos.

Hai otros casos tambien en que la formacion de los terraplenes se hace en sumo grado difícil, como por ejemplo, cuando la razante en su travesía por un rio ancho pasa una orilla en corte i la otra en terraplen. (Travesía del rio Calle-Calle, línea Antilhue, Pitruquen.)

La formacion rápida i económica de tales terraplenes puede hacerse del siguiente modo:

Una vez instalado el ferrocarril aéreo que, sin necesidad de seguir el trazado, une el corte con el futuro terraplen, se fija en el cable-riel i encima del terreno, donde debe venir el terraplen, una barrita de fierro por medio de tornillos o abrazaderas.

La wagoneta cargada con tierra, al llegar a este punto, choca con esta barrita, se levanta la horquilla i la wagoneta, sin detenerse en su marcha, se vuelca jirando en rededor de los ejes de la cuba, vacia su contenido, i siguiendo el circuito vuelve a su punto de partida.

Para cambiar el punto preciso, donde debe vaciarse la wagoneta, es decir, para prolongar el terraplen en una direccion dada, no hai mas que cambiar la situacion de dicha barrita, para lo cual, si el cable-riel se encuentra a cierta altura sobre el suelo, va un operario dentro de una de las wagonetas.

Esta nueva aplicacion de los ferrocarriles aéreos, se presta para resolver, en muchos casos, el problema de descargar desmontes, escorias u otros materiales en terrenos planos.

Puedo citar el siguiente caso especial a este respecto:

Cuando el infrascrito estudió i proyectó a principios de este año el túnel de las minas de Pulacayo, de la Compañía Huanchaca en Bolivia, tropezó con la dificultad, que este túnel, de una longitud de 9,200, partiendo del cuadro «Porvenir» a una profundidad de 386 metros debajo de la galería lateral, desemboca en la pampa de «Uyuni,» que no presenta ninguna depresion, ninguna quebrada donde poder depositar los 500,000 metros cúbicos de desmontes i escorias que anualmente salen de las minas de Pulacayo. Si a la sazón hubiera tenido conocimiento de esta nueva aplicacion de los ferrocarriles aéreos, en lugar de proyectar líneas «Decauville,» dispuestas radialmente desde la boca del túnel i por las cuales debian marchar los carros para botar los desmontes i escorias; esponiéndose que, al cabo de algunos años, se habria tenido que abrir cortes por los mismos desmontes para prolongar estas líneas, hubiera propuesto la instalacion de un ferrocarril aéreo para dotar el túnel de un botadero con capacidad para algunos millones de metros cúbicos, o sea para muchos años de laboreo.

Para este objeto habria bastado construir una pirámida final, o sea, la estacion final, de una altura de unos 40 metros i a una distancia de 2 a 3 kilómetros de la boca del túnel.

Cuando despues de algunos años, el prisma de los materiales botados llegara hasta la altura del cable-riel, por el cual marchan las wagonetas llenas, no habria mas que invertir el movimiento del cable-motor i enviar las wagonetas llenas por el otro cable-riel.

* *

Me resta, en lo tocante a aplicaciones de los ferrocarriles aéreos, que mencionar todavía una que, a mi juicio, es de mucha importancia para el cabotaje de los buques nacionales que trafican por la costa de Pacífico.

Chile tiene muchos puertos, pero mui pocos con fondeaderos buenos i cómodos, ya sea porque éstos se encuentran a ciertas distancias de la costa, ya sea porque bajos, arrecifes i la consiguiente braveza del mar no permiten que los buques se acerquen a los muelles, teniendo que hacerse en estos casos el embarque i desembarque por lanchas, ya que la construccion de fondeaderos artificiales, o sea, de muelles mui largos, se haria mui costosa i a veces imposible.

Recuerdo los puertos de Valparaiso, Los Vilos, Antofagasta, Pisagua i otros, que de una manera elocuente i con gran perjuicio del cabotaje nacional atestiguan la verdad de lo que acabo de esponer.

Todas estas dificultades pueden resolverse de la manera mas satisfactoria mediante los ferrocarriles aéreos.

En todos los casos citados, ya sea que el fondeadero se encuentre a cierta distancia de la costa, ya sea que rocas, bajos u otros obstáculos (Caldera) hagan peligroso el acercamiento de los buques, bastaria construir en el mismo fondeadero o en inmediaciones de él un zócalo i sobre éste una pirámide de fierro con una grúa, i unir la costa con esta pirámide, que pudiera estar a 200, 300, 500 metros o mas distante de la costa, con un ferrocarril aéreo.

Es claro que construir un zócalo de unos 30 o 40 metros cuadrados de superficie, no es tan difícil i costoso como construir un muelle hasta el fondeadero.

Puede tambien que alguna roca facilite la construccion de los fundamentos de esa pirámide.

Puedo citar un caso concreto a este respecto.

En el ferrocarril estudiado desde las minas de carbon «Rios de Curanilahue», de propiedad del señor Ramon Rabal, al puerto Yáñez, en la provincia de Arauco, se presenta la necesidad de construir un muelle costoso, pues el fondeadero de las embarcaciones que deben cargar diariamente las 600 toneladas de carbon que producen estas minas, se encuentra al lado de unas rocas que distan, si recuerdo bien, unos 180 metros de la costa.

Para un ferrocarril aéreo un tramo de 180 metros es, como se desprende de los perfiles, lams. 8 i 9, mui poca cosa, miéntras que un muelle de este largo, sobre todo si tiene que atravesar profundidades considerables, es una obra seria.

Así como este caso pueden haber o presentarse otros semejantes.

* *

De la naturaleza de un ferrocarril aéreo i de sus partes constitutivas, se desprende otra ventaja, que consiste en su desmontabilidad i trasportabilidad.

Fuera de las partes adheridas al suelo, es decir, los cimientos de las columnas i de las estaciones, todo el resto de la instalacion puede ser fácilmente desmontado i trasportado, razon por la cual los ferrocarriles aéreos son empleados con ventaja en las construcciones transitorias.

* *

Para establecer una comunicacion telefónica o telegráfica entre las diversas estaciones de un ferrocarril aéreo, o sea entre la estacion de carga i la estacion de descarga, pueden usarse, como fácilmente se comprende, las mismas columnas para la colocacion de los aisladores. Estos pueden ser colocados convenientemente encima de las columnas, entre los dos cables-riel, o bien mas abajo, entre las diagonales de las columnas.

En caso que se quiera llevar una contabilidad rigurosa del movimiento de las wagonetas i de las cargas trasportadas, se coloca, ya sea en la salida, en la estacion de carga, ya sea en la llegada, en la estacion de descarga, un aparato marcador, el que, combinado por medio de un resorte con el riel suspendido, marca automáticamente el paso de cada wagoneta con su peso. Asi tambien se usa un marcador sencillo, que con una señal de una campanilla marca el número de las wagonetas que salen o que llegan.

En Chile existen, a mi saber, solo tres ferrocarriles aéreos. Uno en un mineral de la provincia de Copiapó, otro en Tomé, de propiedad del señor Jorje Aninat, i otro en las minas de plata de Chayacollo en la pampa del Tamarugal.

En el núm. 10 de *La Revista Sud-Americana* del 1.º de Enero de 1898, publicada en Berlin, encuentro respecto al ferrocarril aéreo de Chayacollo un artículo, que, entre otras consideraciones, dice lo siguiente:

«En favor de la admirable aplicabilidad de los ferrocarriles aéreos i de su consiguiente desarrollo, habla el hecho que hasta la fecha se cuenta con unas 2,500 instalaciones i que hoy dia con un ferrocarril aéreo se puede trasportar 600 a 800 toneladas en 10 horas de trabajo.

«A medida que los detalles de construccion, particularmente los cables de alambre, han sido perfeccionados, la aplicacion de los ferrocarriles aéreos se hace mas i mas jeneral, así que actualmente los hai de 10, 17, 25 i 30 kilómetros de longitud i en casi todos los ramos de la industria.

«En los círculos técnicos se ha adquirido la conviccion que, en cuanto a seguridad i capacidad, el ferrocarril aéreo dejó de ser inferior a otros sistemas de trasporte, como ser ferrocarriles portátiles de trocha angosta, pero que en cuanto a sencillez, adaptabilidad i economía es superior a cualquier otro sistema de trasportes, especialmente en terrenos mui accidentados, en la travesía de rios o barrancos.

«El empleo de los ferrocarriles aéreos principió a extenderse en Alemania; en segundos lugares signen Austria-Hungría, Bélgica i Suiza; sin embargo, se puede decir que a la fecha no hai ningun pais europeo que no tenga algunas instalaciones de este sistema de trasporte.

«Se les encuentra no solamente en el extremo norte de ese continente, como por ejemplo en Bodø (latitud 67°), cerca del Cabo Norte de Noruega i en la Siberia, sino tambien en el extremo sur, en España, Italia i Grecia.

Tambien en los países trasatlánticos, los ferrocarriles aéreos ya no pertenecen a las curiosidades, puesto que los hai en el Transvaal, en la Isla de Java, en New-Zeeland, en Tasmania, en Méjico i en Chile.

«Uno de los ferrocarriles aéreos mas interesantes de Europa es sin duda el de la Sociedad de las Minas de Hierro de Bedar, en la provincia de Almería, en el sur de España (1)....

«Podríamos citar muchas interesantes instalaciones de este jénero, pero nos contentamos, a mas de las nombradas, con hacer mencion de una que en el año 1896 fué construida en Sud-América. Hablamos del ferrocarril aéreo de las minas de plata del cerro Gordo en Chayacollo (Chile).

«Este mineral, ántes propiedad de los señores Sotomayor, Carrasco i C.^a, perteneciente ahora a la Compañía Minera i Beneficiadora de Cerro Gordo, se encuentra a una distancia en línea recta de 26 klm. del establecimiento del Cerro Gordo i 490 metros mas alto que éste. Antes los minerales de estas minas tenían que trasportarse en carretas de bueyes o mulas por un camino tortuoso de 36 klm. que en su parte baja continuamente se perdía en la arena de la pampa del Tamarugal, circunstancia que hacia este transporte no solo en extremo difícil i costoso, sino tambien a veces imposible. Estas dificultades fueron subsanadas con la construccion de un ferrocarril aéreo en conexion con un ferrocarril ordinario de trocha angosta. El primero tiene un largo de 4½ klm. i el segundo de 23 klm. En virtud que ese ferrocarril aéreo tiene un desnivel total de 399 metros, el servicio se hace automáticamente, necesitándose una fuerza motriz solo para iniciar la marcha del cable; así es que los gastos de transporte, que ántes hacían peligrar seriamente la existencia de esas minas, han quedado reducidos a un minimum.

«Al paso que ántes se necesitaba para el envío de los minerales 16 horas, teniendo que luchar con eternas dificultades i gastos mui crecidos en un trabajo constante de dia i noche, se envia ahora la misma cantidad en solo dos horas con un gasto ínfimo i con toda comodidad.

«Esta instalacion fué objeto de admiracion de parte de los muchos visitantes que acudían para conocerle.

«Efectivamente, una instalacion de esta clase con sus columnas elegantes i sólidas a la vez, con sus respetables tramos, presenta un aspecto pintoresco.

«Crece la grandeza de la impresion al contemplar cuán tranquilas i seguras van marchando las wagonetas a alturas vertiginosas, escalando cerros sumamente agrestes i saltando por encima de valles, precipicios i barrancos, enganchando i desenganchándose como por obra de encanto.

«Indudablemente, para el observador práctico,—el capitalista—este espectáculo, por interesante que sea, queda mui atras ante el resultado práctico: la rentabilidad de la instalacion.

(1) Sigue la descripcion detallada de este ferrocarril aéreo, la que suprimo por haber mencionado ya esta instalacion en uno de los capítulos anteriores.

«Segun testimonio de los dueños de las minas de Chayacollo i del jerenete, señor Vice-Cónsul Schmit, residente en Charlottenburg (Alemania), ese ferrocarril aéreo, construido por la casa J. Pohlig en Colonia, no ha dejado nada que desear, tanto por la excelente calidad de los materiales como por su perfecto funcionamiento».

Hasta aquí el artículo de la referida *Revista Sud-Americana*, al que agrego que es una lástima que ese ferrocarril aéreo se encuentre en un lugar tan apartado, pues si en lugar de encontrarse en la pampa del Tamarugal, se encontrara en la provincia de Aconcagua, Colchagua o cualquiera de las provincias centrales de Chile, todo el mundo ya conocería este sistema de transporte i se habría impuesto de sus ventajas.

Antes de terminar estos breves apuntes, creo oportuno hacer algunas observaciones respecto al *Trasandino Aéreo*, proyectado por el señor *Abelardo Pizarro*.

Cierto que los ferrocarriles aéreos se destinan, por lo jeneral, para el transporte de mercaderías i solo en casos mui aislados, para el transporte de pasajeros, porque tales casos se presentan pocas veces. Sin embargo, a veces se combinan ciertas circunstancias, ya sea de dificultades topográficas, ya sea de razones económicas, que hacen necesario para el transporte de pasajeros recurrir al ferrocarril aéreo (1). En tales casos es el ferrocarril aéreo el único medio que puede salvar las dificultades de un modo satisfactorio.

Uno de estos casos se presenta en el problema de la travesía de la cordillera entre *Juncal i Las Cuevas*.

Una vía férrea en el suelo no tendría ninguna estabilidad ni seguridad, por razones que no necesito exponer por estar en la mente de todos; quedan dos recursos: o una vía subterránea o el ferrocarril aéreo.

Respecto de los graves inconvenientes de una vía subterránea, véase el interesante estudio sobre «Ferrocarriles Trasandinos» del señor Luis Risopatron, publicado en la *Revista Industrial i Agrícola*, Octubre i Noviembre de 1901, i se llegará a la conclusion que la única solucion practicable de este problema árduo está en el ferrocarril aéreo.

El *Trasandino aéreo*, proyectado por el señor *A. Pizarro*, a mas de ser, por ahora, el único medio de una travesía cómoda i rápida por la cordillera, reúne muchas otras ventajas que no dejan de tener su importancia.

Por no alargar demasiado este lijero estudio, me limitaré a indicar algunas de las ventajas de ese proyecto:

- 1.º Acorta sensiblemente la distancia en comparacion con cualquier otro medio de comunicacion.
- 2.º Ahorra a los pasajeros la molestia i los gastos de los alojamientos en las posadas.
- 3.º Ahorra a los pasajeros las fatigas de un viaje penoso por caminos tortuosos i a trechos peligrosos.
- 4.º Garantiza a los pasajeros un transporte mas rápido que con cualquier otro medio de locomocion.
- 5.º La facilidad de construccion es otra ventaja inapreciable que este proyecto ofrece, que en pocos meses puede hacernos palpar los beneficios de su construccion.
- 6.º Que con la instalacion de esta línea tendremos con regularidad dos veces a la

(1) Véase la revista francesa «La Nature» Enero 1895, Mayo 1901, i la revista inglesa «Engineering», Enero 1901.

semana correspondencia de Europa; nos acerca, por consiguiente, notablemente a la Argentina i a la Europa.

7.º Que el *Trasandino aéreo* permite un servicio durante todos los meses del año en lugar de los tres o cuatro meses al año que actualmente se puede contar con una comunicacion con la Argentina ifinalmente

8.º que con la instalacion de este cómodo medio de transporte se aumentará sin duda el movimiento de pasajeros i mercaderías entre Chile i Argentina; las relaciones entre ámbos países vecinos serán mas estrechas i por lo tanto mas amistosas, a la vez que el comercio habrá recibido un valioso incremento.

Muchas son las consideraciones que se podria hacer sobre la conveniencia de implantar este sistema de transportes en Chile. Todas ellas resultarán siempre en beneficio del país. El tema se presta para trazar un cuadro de futura prosperidad, debida a medios de transporte económicos i espeditos.

Chile debe gran parte de su prosperidad a sus variados i estensos minerales, pero carece de vias de transporte adecuadas, que facilitarían un intercambio rápido i económico entre los centros productores i los centros consumidores. No son solamente las minas i salitreras las que reclaman tales medios de transporte, es tambien la agricultura i la industria fabril. Es, en fin, toda industria que exige transportes económicos.

Chile posee muchas riquezas en minerales, salitre, yodo, en carbon, en maderas i en productos de la agricultura; lo que le falta para poder gozar de estas riquezas a la fecha casi inesplotadas, son medios de transporte adecuados, de manera que llevo a la siguiente conclusion:

La prosperidad industrial de Chile, su riqueza nacional i su bienestar jeneral dependen de *los medios de transporte* (1).

Santiago, Octubre de 1901.

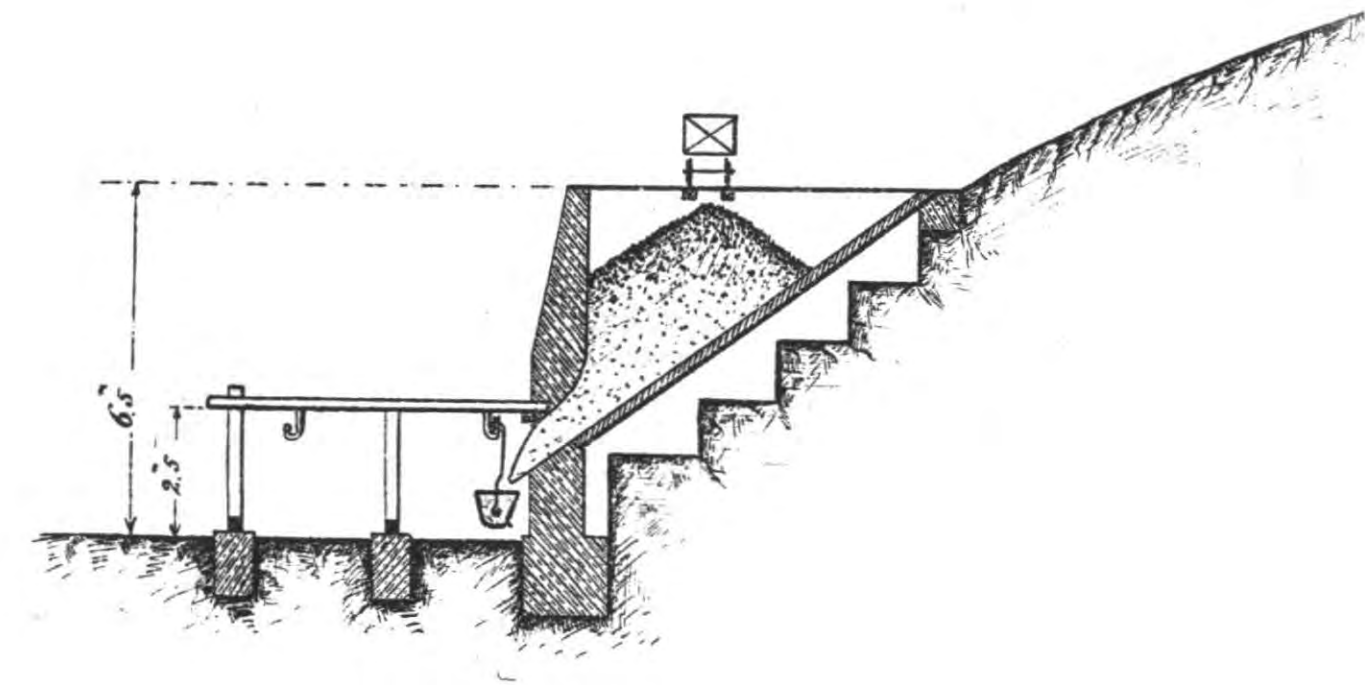
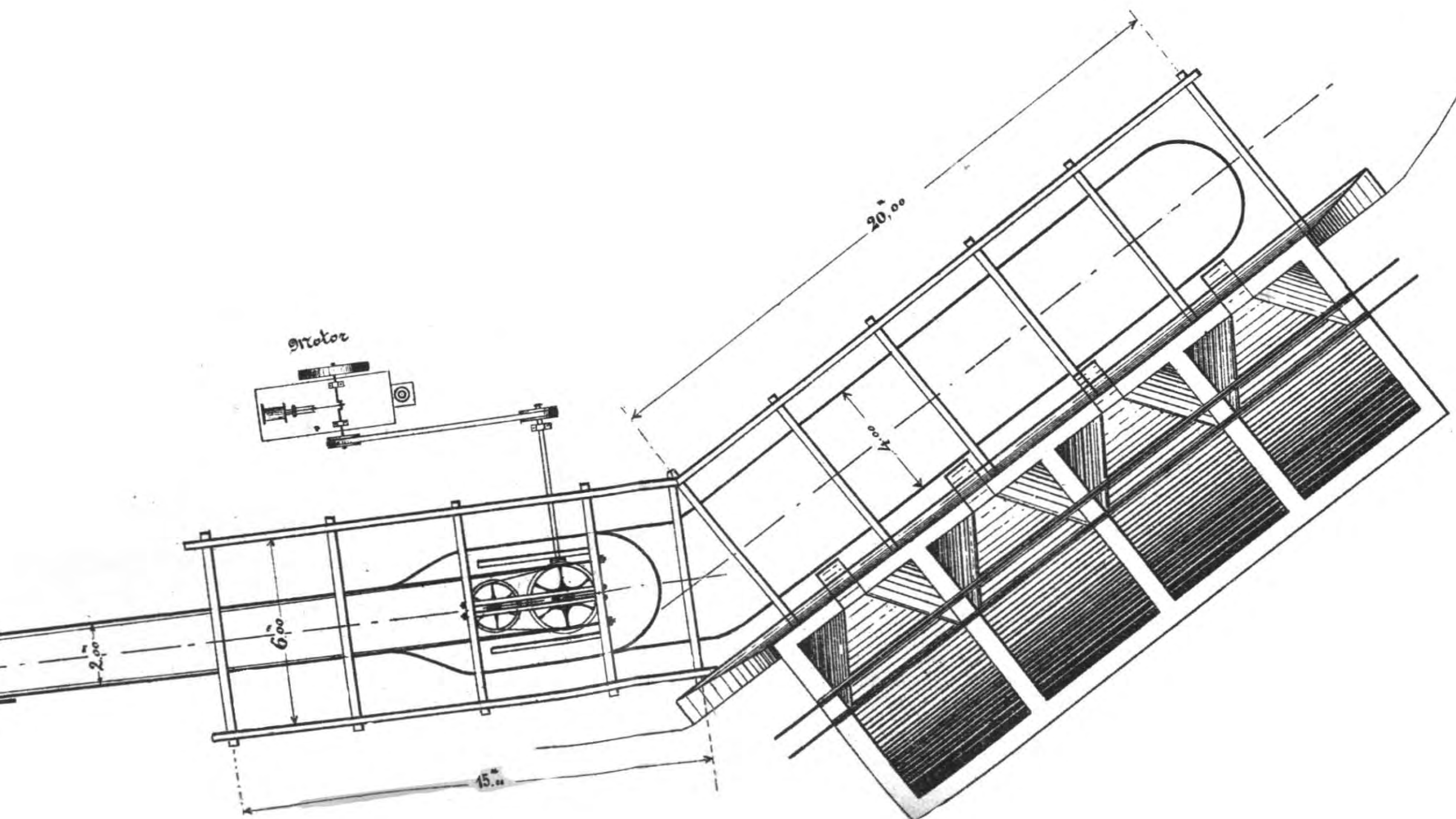
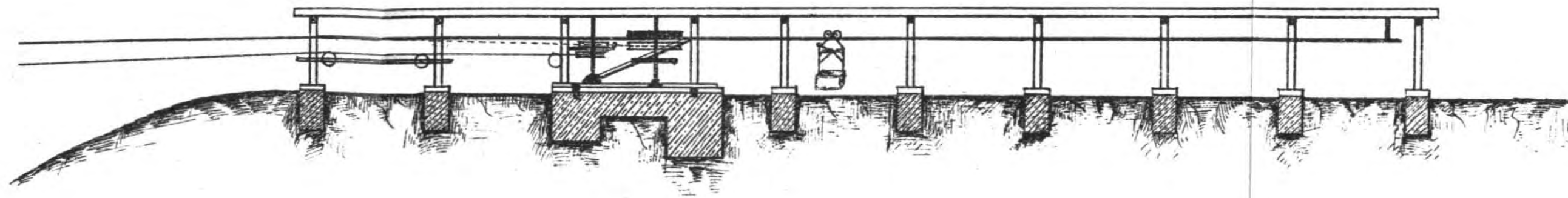
A. YANQUEZ.

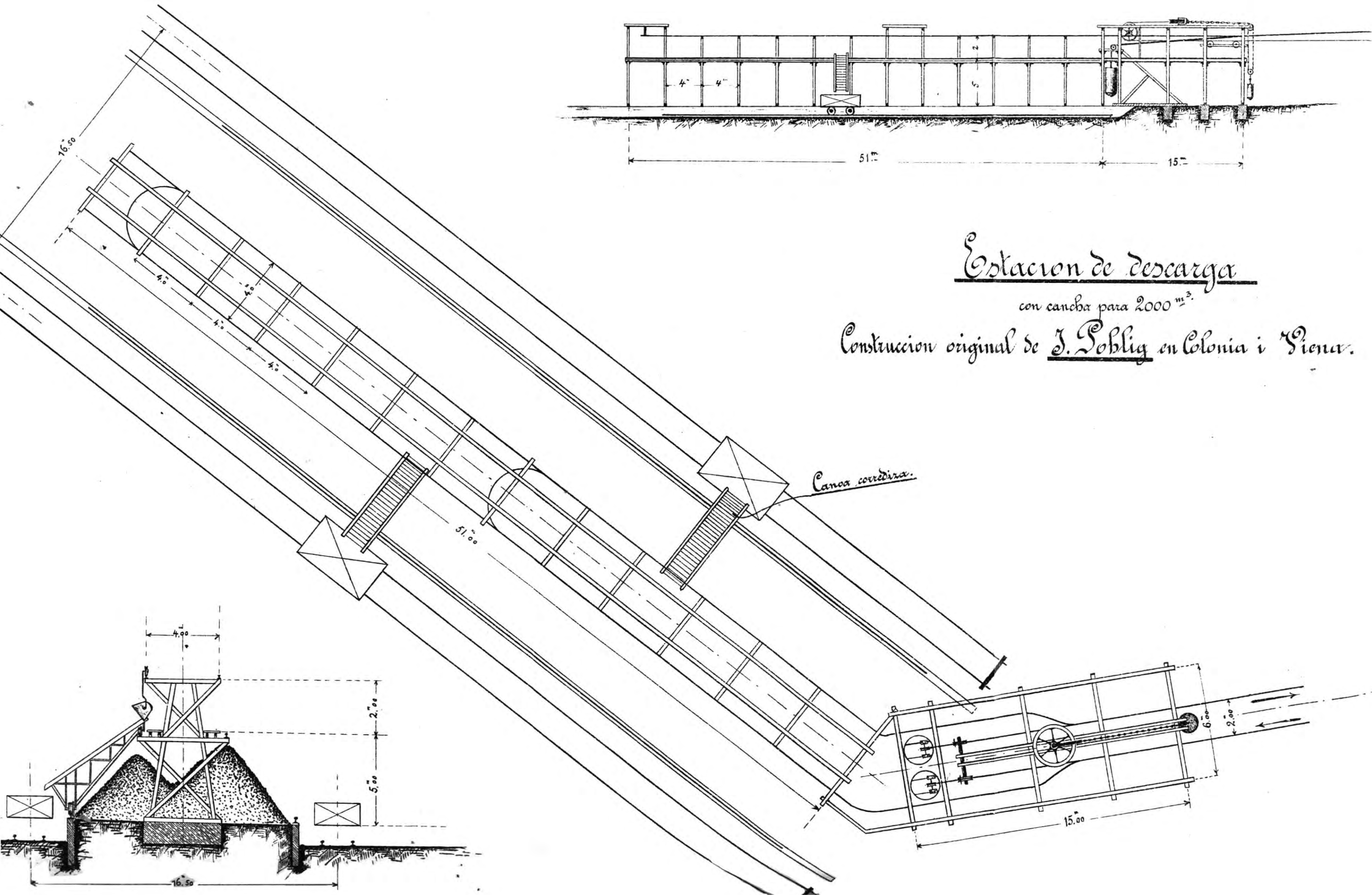
(1) Mas detalles, vistas fotográficas i datos técnicos sobre unas 1,000 instalaciones existentes, están a disposicion de los que se interesan por este sistema de transporte.—A. Y.



Estacion de carga con 4 embudos de una capacidad de 200 m³

Construccion original de J. Goblig en Colonia, Viena, Bruselas etc.



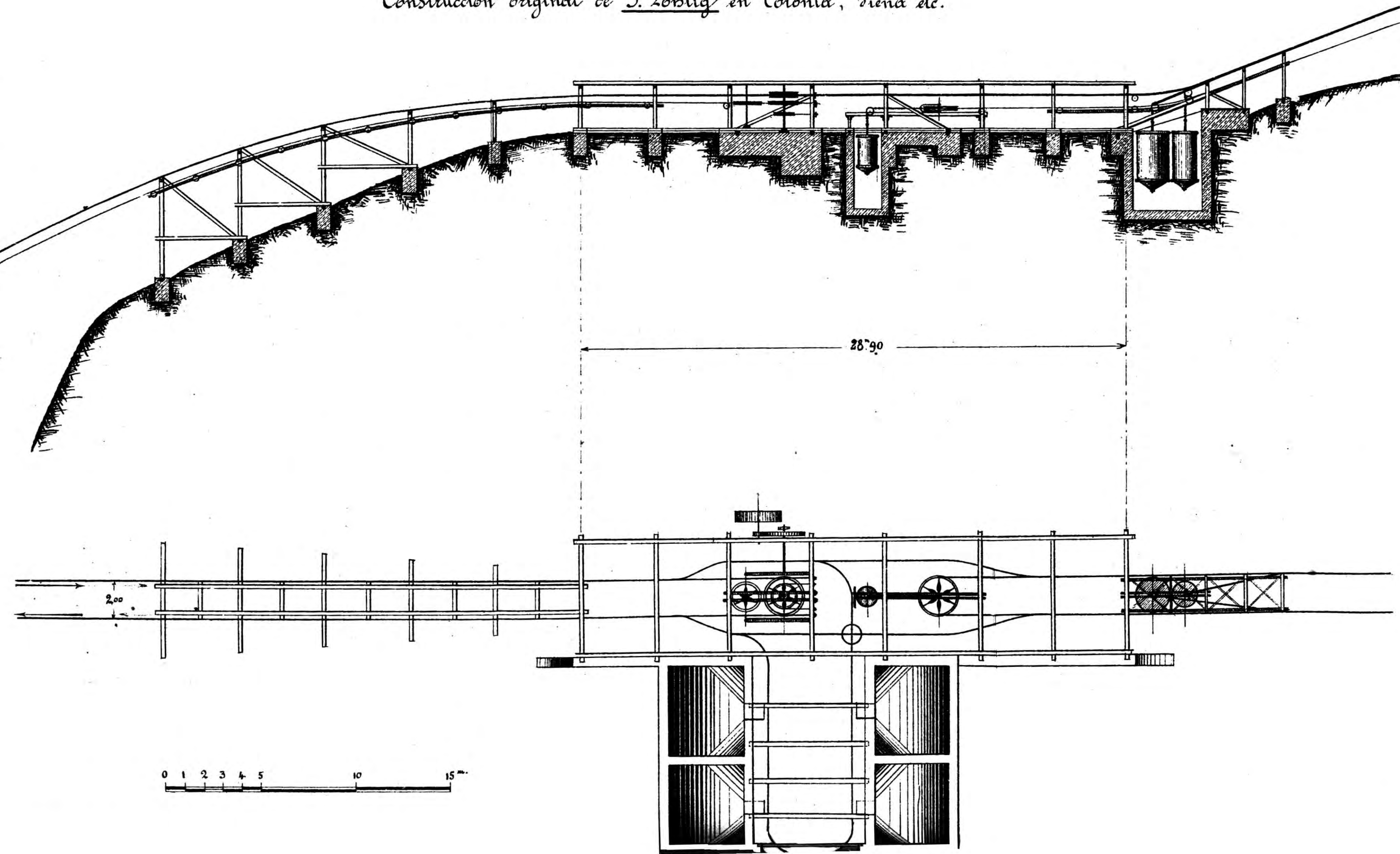


Estacion de descarga

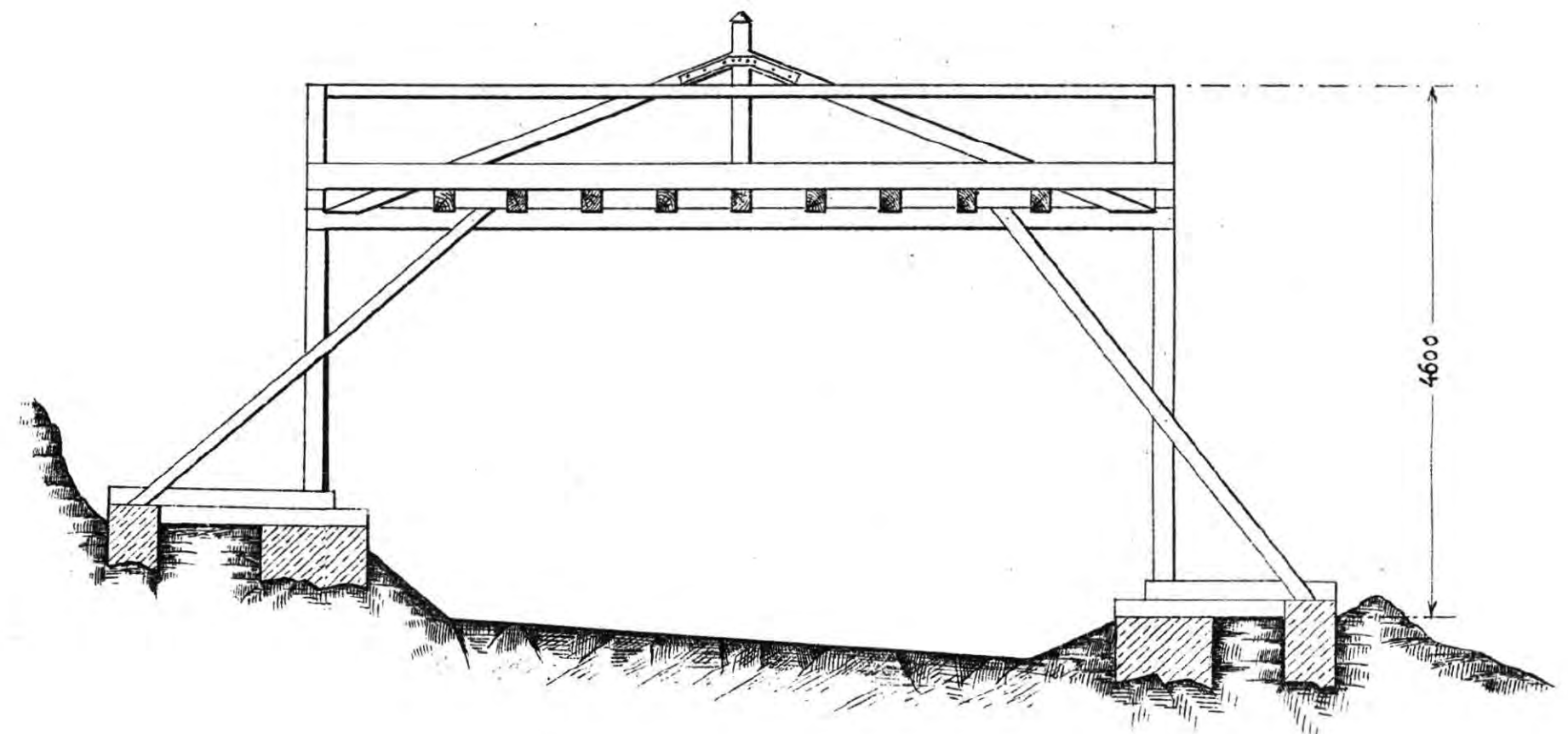
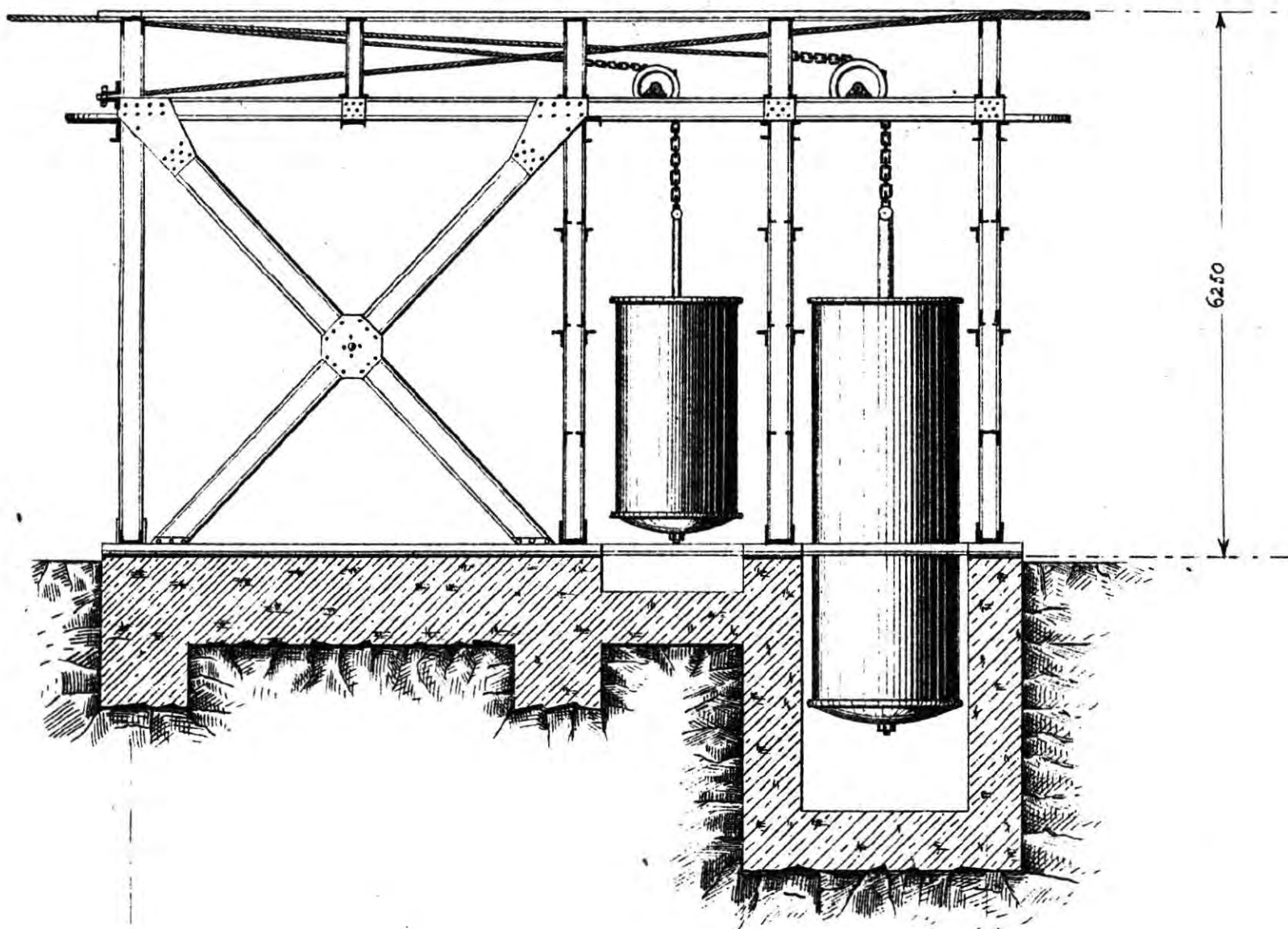
con cancha para 2000 m³.

Construccion original de J. Soblig en Colonia i Viena.

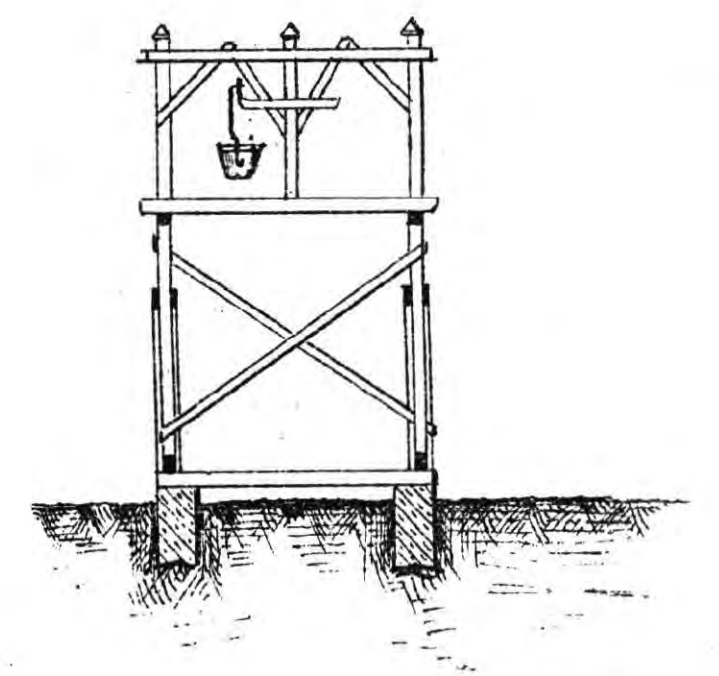
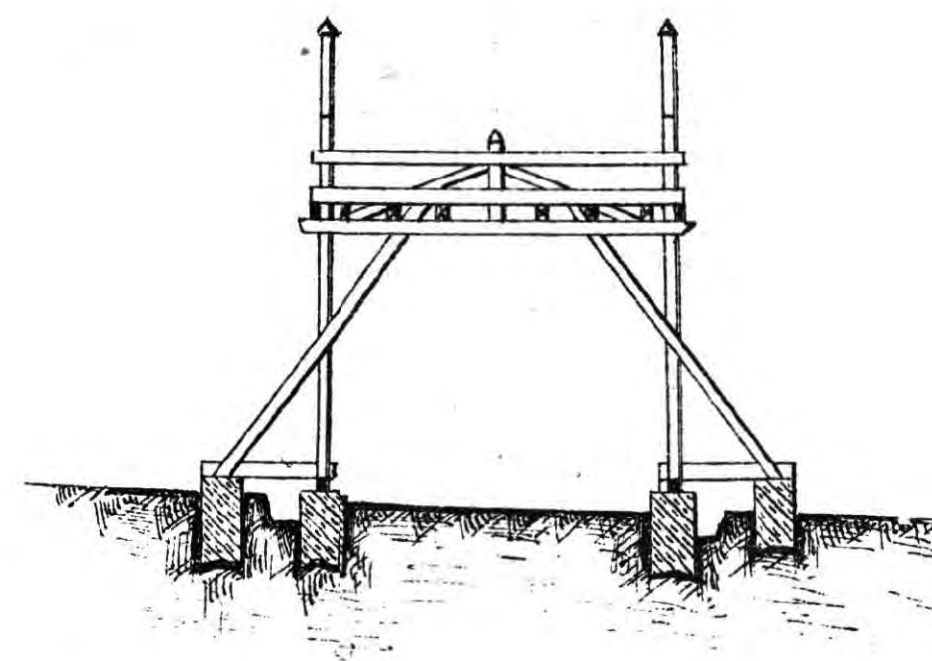
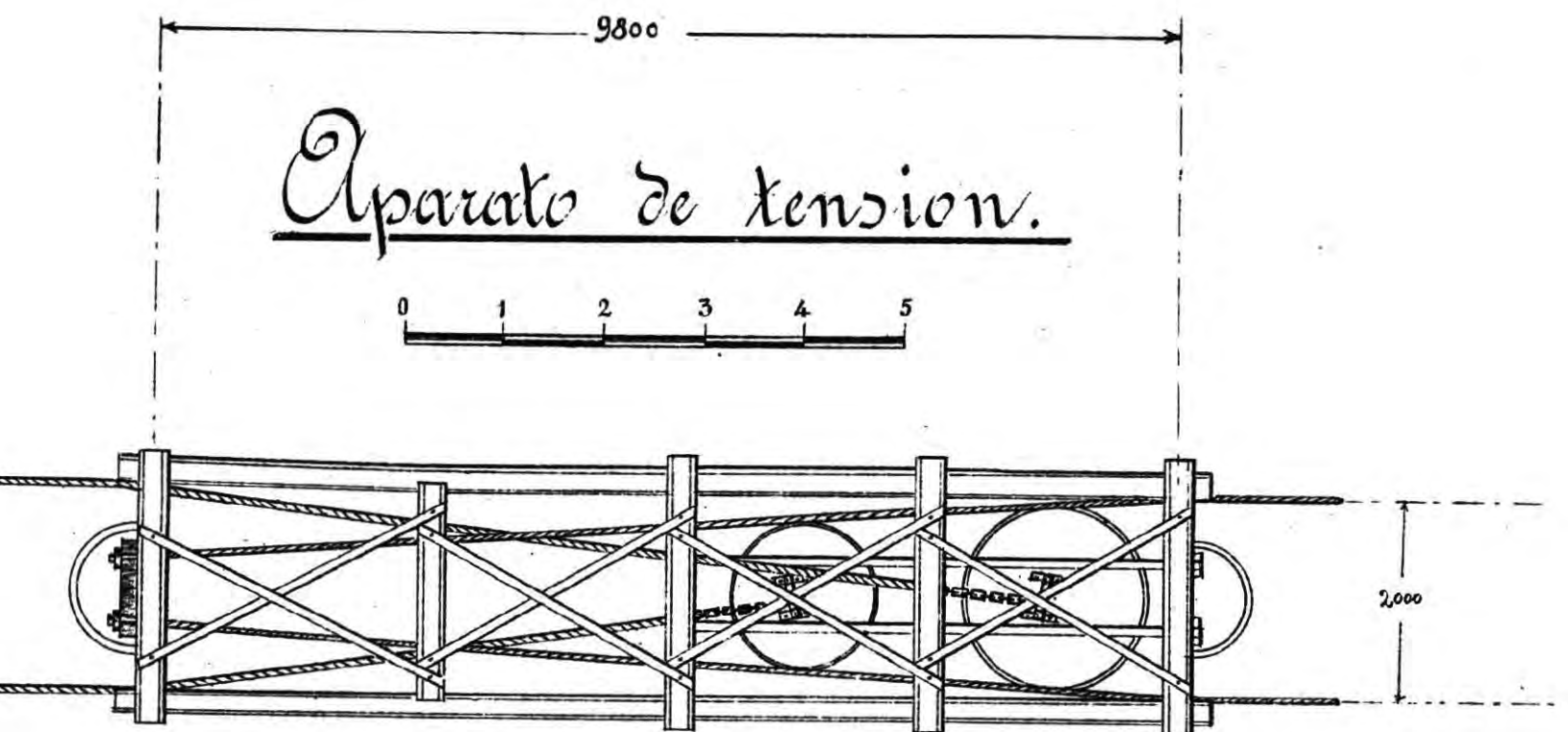
Estacion intermediaria.
Construccion original de J. Loblig en Colonia, Viena etc.



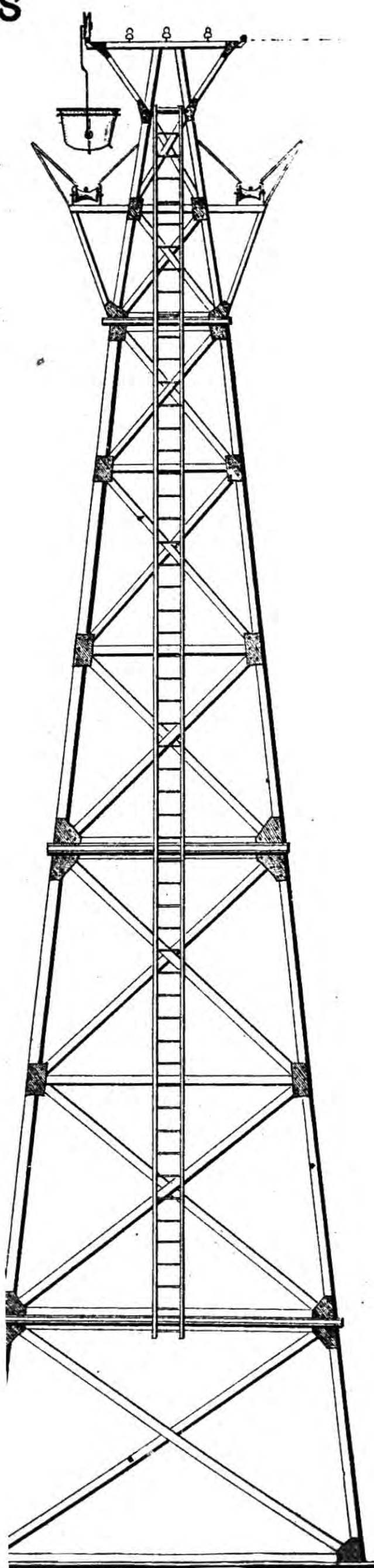
Puente de proteccion.



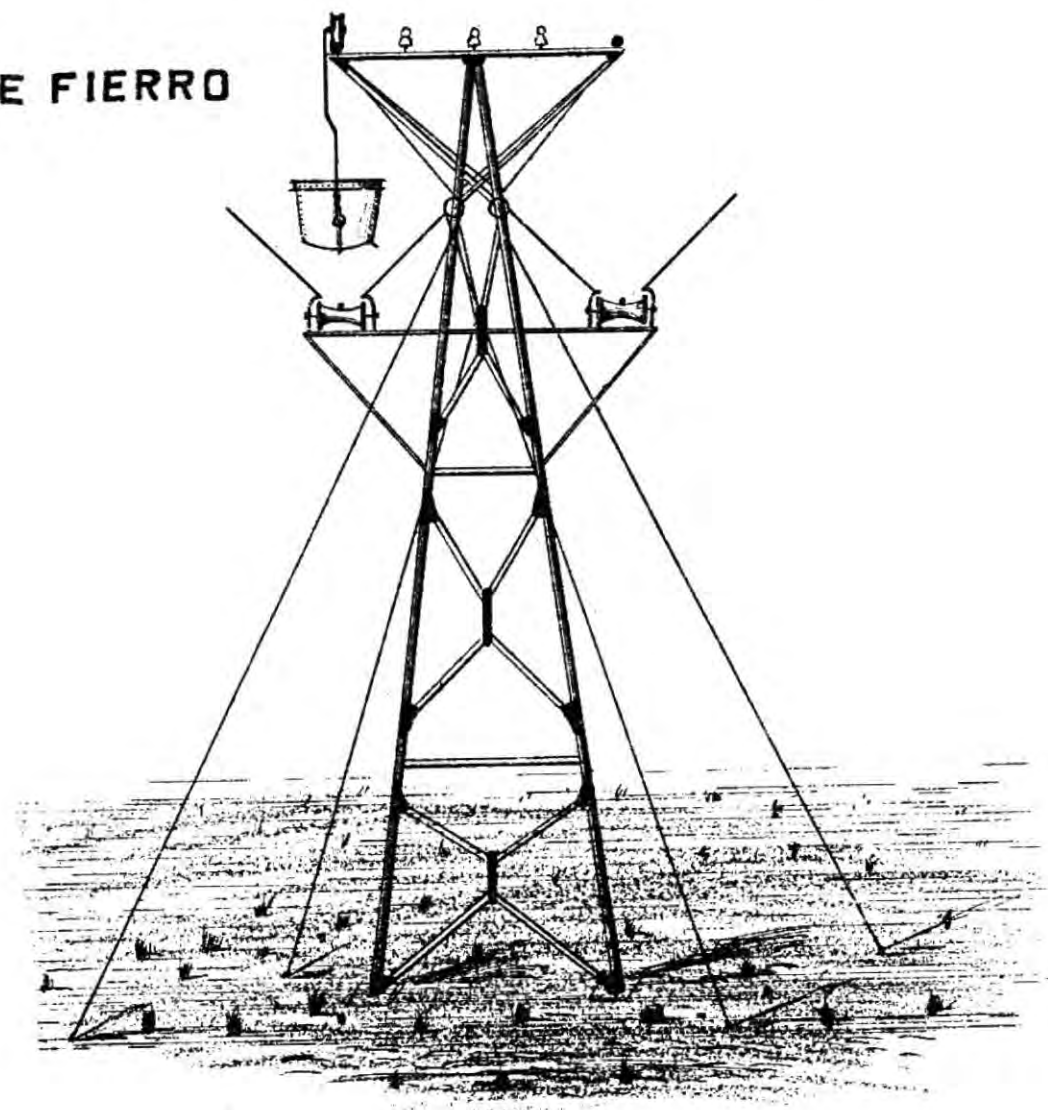
Aparato de tension.



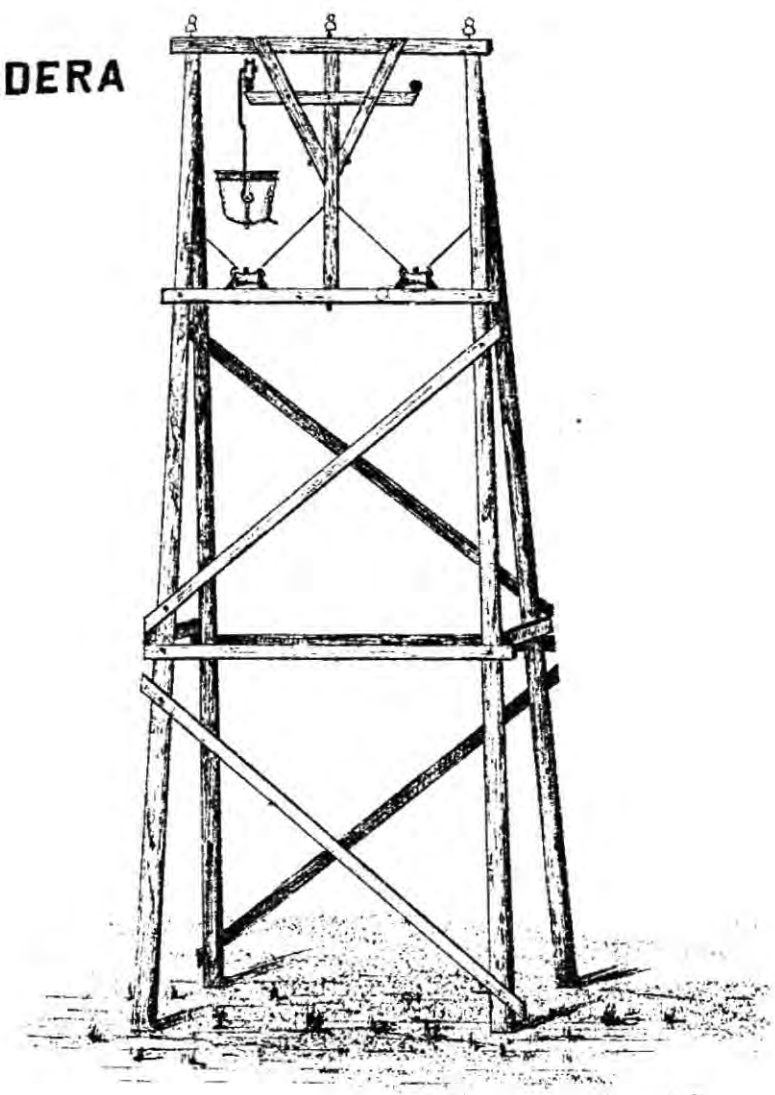
Construccion original de J. Loblig en Colonia, Viena etc.



DE FIERRO



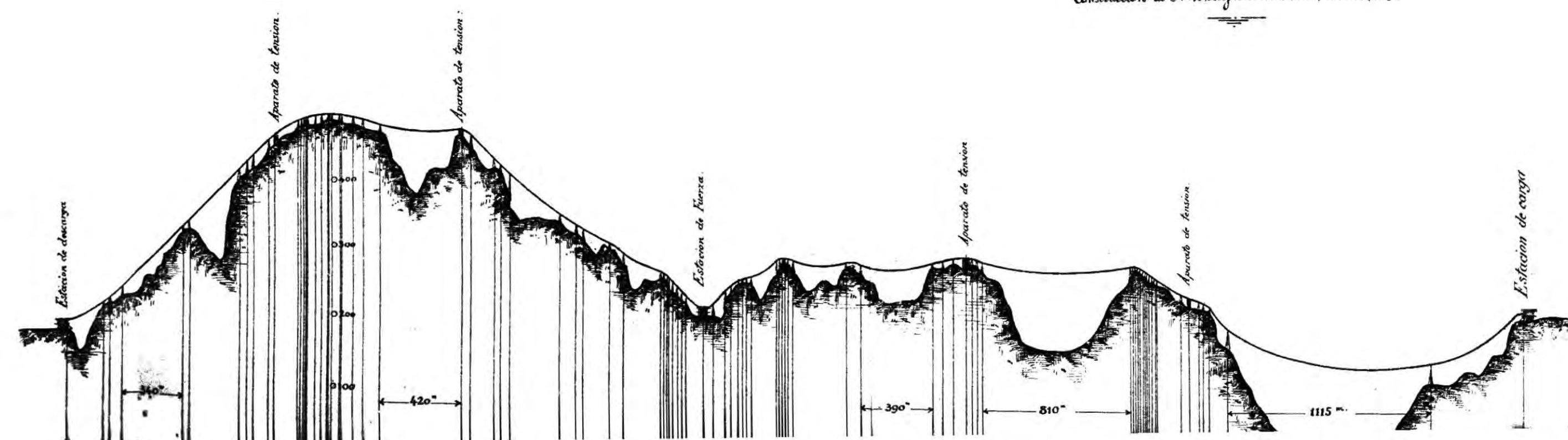
DE MADERA



Ferrocarril aereo
de la

SOCIEDAD F.^o ECHEGUREN, HERMANA Y SOBRINOS EN MAZATLAN, MEXICO,
para el transporte de leña
desde 'Mesa de Pompa' por 'La Cañita' hasta 'Dulces Nombres' en Guadalupe de los Reyes
Trasporte = 100 toneladas en 10 horas.

Construccion de J. Loblig en Colonia, Viena, etc.



Varios sistemas de wagonetas.

Construccion original de J. Loblig en Colonia, Viena etc.

