

ANALES

DE LA

CONSTRUCCION Y DE LA INDUSTRIA.

AÑO VI.

Madrid 25 de Noviembre de 1881.

NÚM. 22.

PLANÍMETROS.

(CONTINUACION.)

Planímetro polar de Amsler.

IV.

APLICACIONES DEL PLANÍMETRO.

Si bien el planímetro de Amsler no da directamente mas que las áreas de las curvas planas, es fácil aplicarlo, por medio de un artificio gráfico, para la determinación de los momentos estáticos y por consecuencia de los centros de gravedad de las áreas planas. De igual suerte puede dar á conocer los momentos de inercia de dichas áreas con relacion á una línea dada, así como los volúmenes y los momentos de inercia con relacion al eje, y finalmente los centros de gravedad de los cuerpos de revolucion engendrados por un perfil dado. Por último, puede servir tambien para determinar los volúmenes, los momentos de inercia y los centros de gravedad de los cuerpos de una forma cualquiera.

Momento estático y centro de gravedad de las áreas planas.—Representando la ecuacion de una curva cerrada cualquiera y referida á dos ejes rectangulares por

$$y = f(x)$$

se sabe que el área Ω comprendida por esta curva está expresada por $\int y dx$ referida á todo el contorno, y siendo o y o los límites, tendremos

$$\Omega = \int_o^o y dx,$$

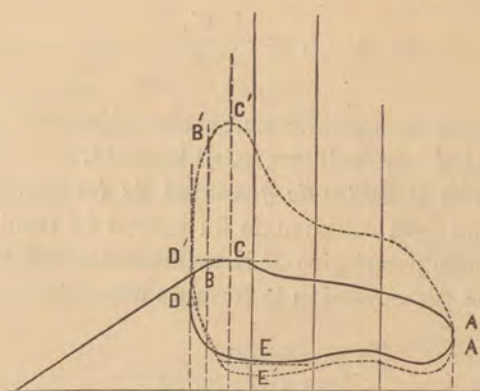
resultado que da á conocer desde luego el planímetro de Amsler.

La suma de los momentos estáticos de esta misma área, con relacion al eje adoptado de las x , está dada por la fórmula conocida

$$M = \frac{1}{2} \int_o^o y^2 dx;$$

luego si se traza una nueva curva $A'B'C' \dots$ (fig. 6), cuyas ordenadas y' sean los cuadrados de las y pri-

Figura 6.ª



mitivas de la curva dada $ABC \dots$, permaneciendo invariables las x , tendremos

$$\int_o^o y^2 dx = \int_o^o y' dx.$$

y si se recorre con el estilo del aparato el contorno cerrado de esta nueva curva, el instrumento dará el área de esta nueva curva que será

$$\Omega' = \int_o^o y' dx,$$

y por consiguiente tendremos

$$M = \frac{1}{2} \Omega'.$$

Si llamamos δ la distancia del centro de gravedad del área que se considera al eje de las x , sabemos que se tendrá

$$\delta = \frac{\frac{1}{2} \int_o^o y^2 dx}{\int_o^o y dx} = \frac{M}{\Omega} = \frac{1}{2} \frac{\Omega'}{\Omega}.$$

Por lo tanto se puede obtener con el planímetro la

distancia del centro de gravedad buscado al eje de las x construyendo la trasformada cuyas ordenadas sean los cuadrados de las correspondientes á la curva primitiva; y midiendo con el instrumento las áreas Ω y Ω' de ambas curvas, la mitad de la relacion $\frac{\Omega'}{\Omega}$ será la distancia pedida. Si despues de hecho esto se traza una nueva trasformada de la curva primitiva, cuyas ordenadas y_1 sean los cuadrados de las ordenadas de estas referidas á un nuevo eje de las x que corte al primitivo en ángulo recto ó poco oblicuo, y se determina el área Ω'_1 de esta nueva trasformada, se tendrá para la distancia del centro de gravedad buscado al nuevo eje de las x el valor

$$\delta_1 = \frac{1}{2} \frac{\Omega'_1}{\Omega}$$

y la interseccion de la recta así obtenida con la anterior dará el centro de gravedad buscado.

Volúmen y centro de gravedad de los cuerpos de revolucion.—El volúmen de un cuerpo de revolucion engendrado por el giro de la meridiana alrededor del eje, tiene por expresion la fórmula conocida

$$V = \pi \int_0^o y^2 dx$$

y segun lo dicho en el caso anterior

$$V = \pi \Omega'$$

suponiendo que el eje de giro sea el de las x de la meridiana.

Por lo tanto, el volúmen de un cuerpo de revolucion se obtiene trazando un perfil cuyas ordenadas son los cuadrados de las ordenadas de la meridiana primitiva referida al eje de giro, midiendo con el planímetro el área Ω' del perfil y multiplicándola por π .

Para determinar el centro de gravedad de un cuerpo de revolucion, sabemos que dicho punto se encuentra en el eje de giro, que supondremos ser el de las x , y por lo tanto bastará fijar su distancia al plano de las yz . Ahora bien, esta distancia δ está dada por la fórmula

$$\delta = \frac{\pi \int y^2 x dx}{\pi \int y^2 dx} = \frac{\int y^2 x dx}{\int y^2 dx}$$

y es igual al cociente del momento estático del cuerpo con relacion al plano yz , dividido por el volúmen.

Si se construye la trasformada de la meridiana del cuerpo, de modo que las ordenadas y' de la primera

sean los cuadrados de las y de la segunda, se tendrá:

$$\delta = \frac{\int y' x dx}{\int y' dx}$$

Esta expresion representa la distancia al eje de las y del centro de gravedad del área de la curva trasformada; y por lo tanto la distancia al plano de las yz del centro de gravedad del cuerpo de revolucion es igual á la distancia al eje de las y de la curva trasformada. Bastará pues, determinar la distancia del centro de gravedad de esta trasformada respecto al eje de las y para conocer la del cuerpo de revolucion.

Momentos de inercia de las áreas planas.—La ecuacion en coordenadas rectangulares de la curva que limita el área que se considera, referida á una recta que se toma por eje de las x , puede estar representada por

$$y = f(x),$$

y se sabe que el momento de inercia I con relacion á dicho eje está dado por la ecuacion

$$I = \frac{1}{3} \int_0^o y^3 dx.$$

Ahora bien, si construimos una curva trasformada cuyas ordenadas y'' sean los cubos de las ordenadas de la curva primitiva con relacion al eje de las x , podremos medir con el planímetro el área Ω'' de la curva trasformada, de suerte que

$$\Omega'' = \int_0^o y^3 dx,$$

y por lo tanto

$$I = \frac{1}{3} \Omega''$$

Si se quiere calcular el radio de giro ρ correspondiente al área Ω de la curva primitiva, medida con el planímetro, sabemos que existe la relacion

$$I = \Omega \rho^2$$

y sustituyendo por I su valor, tendremos

$$\rho^2 = \frac{1}{3} \frac{\Omega''}{\Omega}.$$

Momentos de inercia de los cuerpos de revolucion.—Sabemos que si se representa por $y = f(x)$ la ecuacion en coordenadas rectangulares de la curva meridiana referida al eje de giro, considerado como eje

de las x , el momento de inercia I' con relacion á este eje será

$$I' = \frac{1}{2} \pi \int y^4 dx.$$

De suerte, que si se construye la trasformada de la meridiana haciendo que las nuevas ordenadas con relacion al mismo eje sean respectivamente iguales á las cuartas potencias de las primitivas, y se mide con el planímetro el área Ω''' de la trasformada, tendremos

$$I' = \frac{1}{2} \pi \Omega'''.$$

Si por otra parte se conoce el volumen V del cuerpo, ó el área Ω' de la trasformada cuyas ordenadas son los cuadrados de las ordenadas de la meridiana primitiva, se tendrá el cuadrado del radio de giro ρ' por la ecuacion

$$\rho'^2 = \frac{I'}{V} = \frac{\pi \Omega'''}{2 V} = \frac{1}{2} \frac{\Omega'''}{\Omega'}.$$

Volúmen, centro de gravedad y momento de inercia de un cuerpo cualquiera.—Si suponemos el cuerpo que se considera referido á tres ejes coordenados rectangulares, y se le descompone en capas infinitamente delgadas por medio de planos paralelos al de las $x y$, podremos considerar cada una de estas capas como un cilindro que tuviera por base el área de la seccion ocasionada en el cuerpo por uno de los planos paralelos que la limitan, y por altura la distancia dz entre cada dos de estos planos.

Dibujando estas secciones, la ecuacion de su contorno, será de la forma $y = f(x)$, y el área buscada estará dada por la ecuacion $\Omega = \int y dx$. Por consecuencia el volúmen de cada uno de los cilindros elementales estará expresado por Ωdz y el volúmen total V del cuerpo será

$$V = \int \Omega dz;$$

de suerte que si trazamos una curva cuyas coordenadas rectangulares sean Ω y z , el área comprendida por esta curva, que se podrá medir con el planímetro, será el volúmen buscado.

Si el cuerpo cuyo volúmen se trata de determinar estuviera definido ó representado por curvas de nivel, ó lo que es lo mismo, por secciones equidistantes, como tiene lugar muchas veces en la representacion de cartas topográficas, levantamiento de planos, etc., y si dz representa la equidistancia de dichas secciones, tendremos para el volúmen buscado la ecuacion

$$V = dz \Sigma \Omega.$$

En tal caso, bastará recorrer con el planímetro sucesivamente y en el mismo sentido todas las curvas de nivel, y el instrumento totalizará por sí mismo las áreas de estas curvas, y por lo tanto dará directamente $\Sigma \Omega$, valor que multiplicado por la equidistancia expresará el volúmen buscado (1).

Los momentos estáticos de los mismos volúmenes elementales referidos al plano de las $x y$ estarán representados por $\Omega z dz$, y el momento total M con relacion á este plano estará dado por

$$M = \int \Omega z dz,$$

de modo que si se construye en coordenadas rectangulares una curva cuyas abscisas sean los valores sucesivos de Ωz y cuyas ordenadas se representen por los valores correspondientes de z , el área de esta curva, medida con el planímetro, dará el momento buscado.

La distancia δ del centro de gravedad al plano de las $x y$ se obtendrá por la expresion

$$\delta = \frac{M}{V};$$

y efectuando sucesivamente las mismas operaciones con relacion á los otros dos ejes, ó lo que es lo mismo, descomponiendo el cuerpo en capas paralelas al plano de las $x z$ y al de las $y z$, y repitiendo las operaciones indicadas anteriormente para la determinacion de los momentos, se obtendrán las respectivas distancias del centro de gravedad á estos planos, y por consecuencia las tres coordenadas de dicho punto.

Respecto al momento de inercia de un cuerpo cualquiera, sabemos que suponiéndolo referido al eje de las z estará dado por la ecuacion

$$I' = z \iint dx dy (x^2 + y^2),$$

suponiendo que la ecuacion del volúmen es de la forma $z = f(x, y)$.

El momento de inercia i' de cada una de las capas elementales paralelas al plano de la $x y$ en las que se

(1) Para recorrer sucesivamente los distintos contornos de diversas curvas cerradas sin necesidad de levantar el estilo y mover el planímetro, se traza una trasversal cualquiera recta ó curva, que corte á todos ellos. Una vez recorrido el primero de estos contornos se sigue el primer trozo de trasversal hasta llegar al segundo, concluido de recorrer este se sigue el segundo trozo de trasversal hasta llegar al tercero, y así sucesivamente hasta el último. Cuando se ha recorrido este se sigue toda la trasversal en sentido contrario á como se la ha seguido por trozos, hasta volver al punto de partida.

supone descompuesto el cuerpo, está dada por la expresión

$$i' = dz \int \int dx dy (x^2 + y^2);$$

y si suponemos resuelta sucesivamente la ecuación del contorno de cada sección, con relación á x é y , y puesta bajo la forma de $y = \varphi(x)$, $x = \psi(y)$, tendremos:

$$i' = dz \left(\int y^3 dx + \int x^3 dy \right).$$

Hemos visto mas atrás que el planímetro puede determinar las dos integrales comprendidas en el paréntesis, construyendo previamente las dos transformadas con los cubos de las secciones producidas, con relación al eje de las x y al de las y . De suerte que si llamamos ω_x y ω_y las áreas de estas transformadas, el valor del momento de inercia total del cuerpo será:

$$I' = \int \omega_x dz + \int \omega_y dz.$$

Si se construyen ahora dos curvas en coordenadas rectangulares que tengan por abscisas, una los valores sucesivos de ω_x y la otra los de ω_y , teniendo ambas por ordenadas los valores correspondientes de z , es fácil medir con el planímetro las áreas de ambas curvas, y la suma de estas áreas será el momento de inercia buscado.

En la generalidad de las aplicaciones presentan los cuerpos formas geométricas, que permiten simplificar las operaciones por una elección conveniente de las coordenadas; pero aún cuando así no fuera y se trate de un cuerpo irregular, vemos que es posible determinar su volúmen, su centro de gravedad y hasta su momento de inercia empleando el planímetro, por mas que exija apelar á operaciones sumamente laboriosas. Mas adelante veremos que estas operaciones se simplifican empleando otro aparato, con el cual no es necesario construir las transformadas sucesivas.

Centro de gravedad de las líneas curvas.—Consideremos primero una curva plana referida á dos ejes rectangulares. Se sabe que la distancia δ del centro de gravedad de dicha línea al eje de las x está dada por la ecuación

$$\delta = \frac{\int y ds}{s}$$

siendo s la longitud desarrollada de la curva. Construyendo una curva transformada que tenga por ordenadas las mismas ordenadas que la curva que se con-

sidera y por abscisas las longitudes correspondientes del desarrollo de esta curva á partir de su origen, tendremos que el área de la nueva curva, medida con el planímetro, nos dará el valor $\int y ds$, que divi-

dido por la longitud total s de la curva producirá la distancia δ .

Si además se construye otra transformada de la curva primitiva conservando los valores de x y tomando para los de y los desarrollos correspondientes de la curva, se encontraría de una manera semejante la distancia buscada al eje de las y .

Pudiera aplicarse este procedimiento al caso de una curva alabeada, determinando sucesivamente las distancias del centro de gravedad buscado á tres planos coordenados rectangulares.

J. A. R.

(Se continuará.)



CAMINO DE HIERRO DE CADENA FLOTANTE

DE LAS MINAS DE ÁIN-SEDMA.

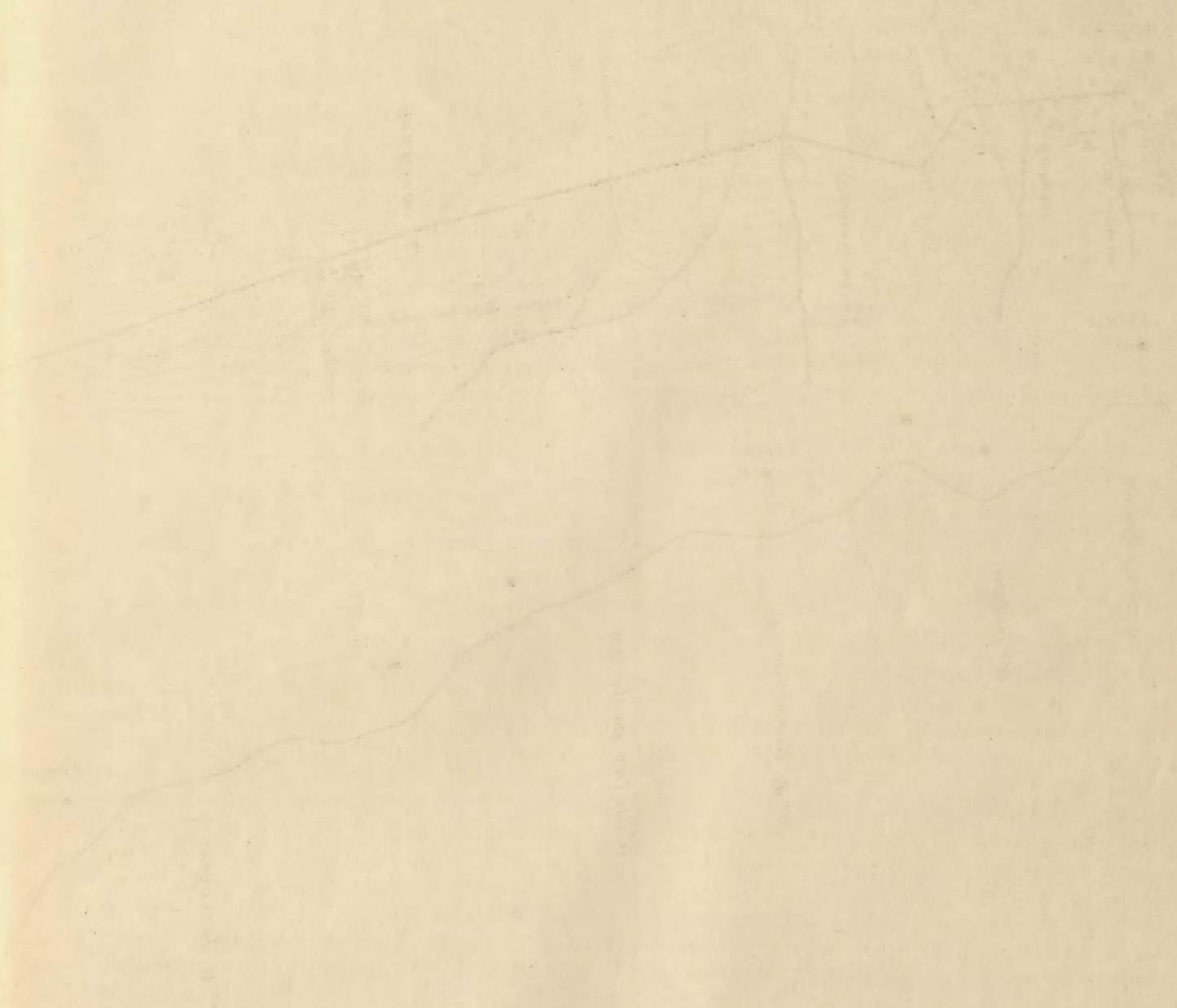
(Lámina XXIII.)

Una aplicación reciente del sistema de transporte por cadena flotante, que tan numerosos ejemplos cuenta en Inglaterra, en Bélgica y en Francia, acaba de hacerse en la Argelia en las minas de hierro de Áin-Sedma. El mineral procedente de las labores ha de trasportarse á la bahía de Tamavar, distante 6 kilómetros; bajándolo en tan corto trayecto de la altura de 700 metros á que están situadas las minas. En situación tan especial no convenia, ni un camino de hierro ordinario, que aun con pendientes de 25 milésimas hubiera requerido un desarrollo de 28 kilómetros, ni caminos de cremallera ni cables aéreos difíciles de conservar; sistemas todos poco convenientes, por otra parte, en la Argelia, á causa del elevado coste del carbon de piedra.

El camino de las minas de Áin-Sedma es de doble vía; por una de ellas descienden las vagonetas cargadas que se van enviando á distancias que no exceden de 10 á 30 metros; por la otra suben en igualdad de condiciones las vagonetas vacías. Por encima de unas y otras y apoyándose en ellas, corre una cadena sin fin de eslabones sin reforzar, que en los extremos del camino pasa por dos poleas, una que tiene por objeto cambiar la dirección de la cadena abrazada por esta en una semicircunferencia, y otra que es la polea de tracción y recibe $1 \frac{1}{2}$ á $2 \frac{1}{2}$ vueltas de cadena segun los casos. Las poleas están colocadas á mayor altura que las vagonetas, las cuales pasan por debajo de ellas.

PLANTING OF TREES

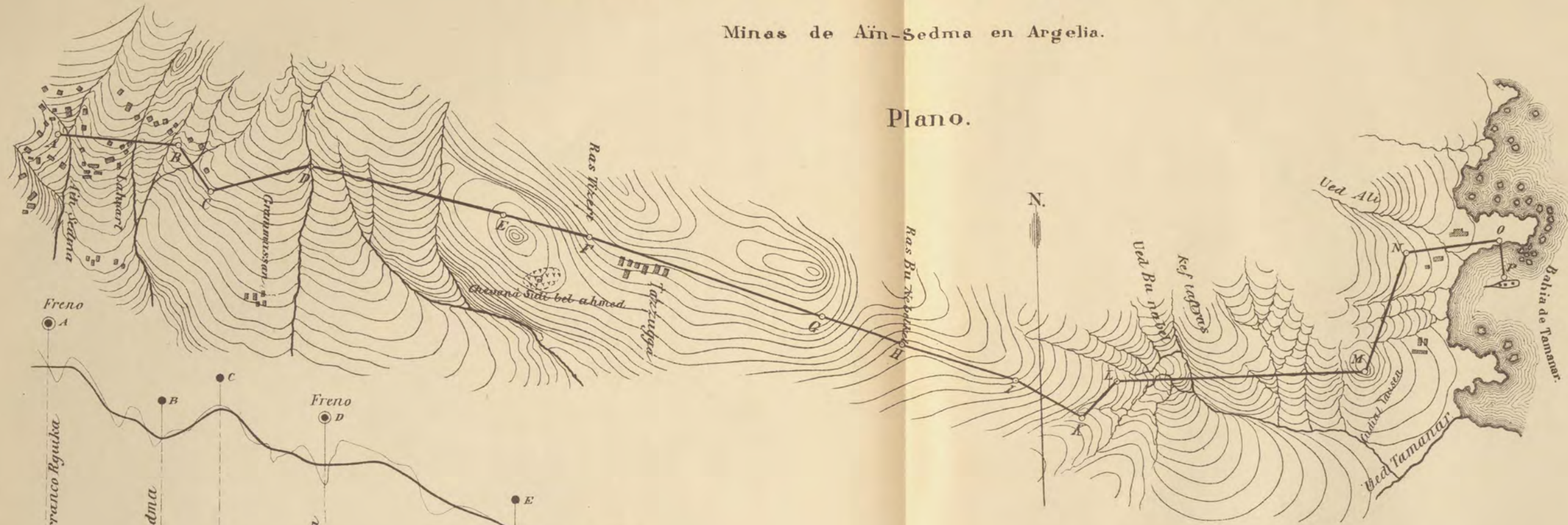
1880



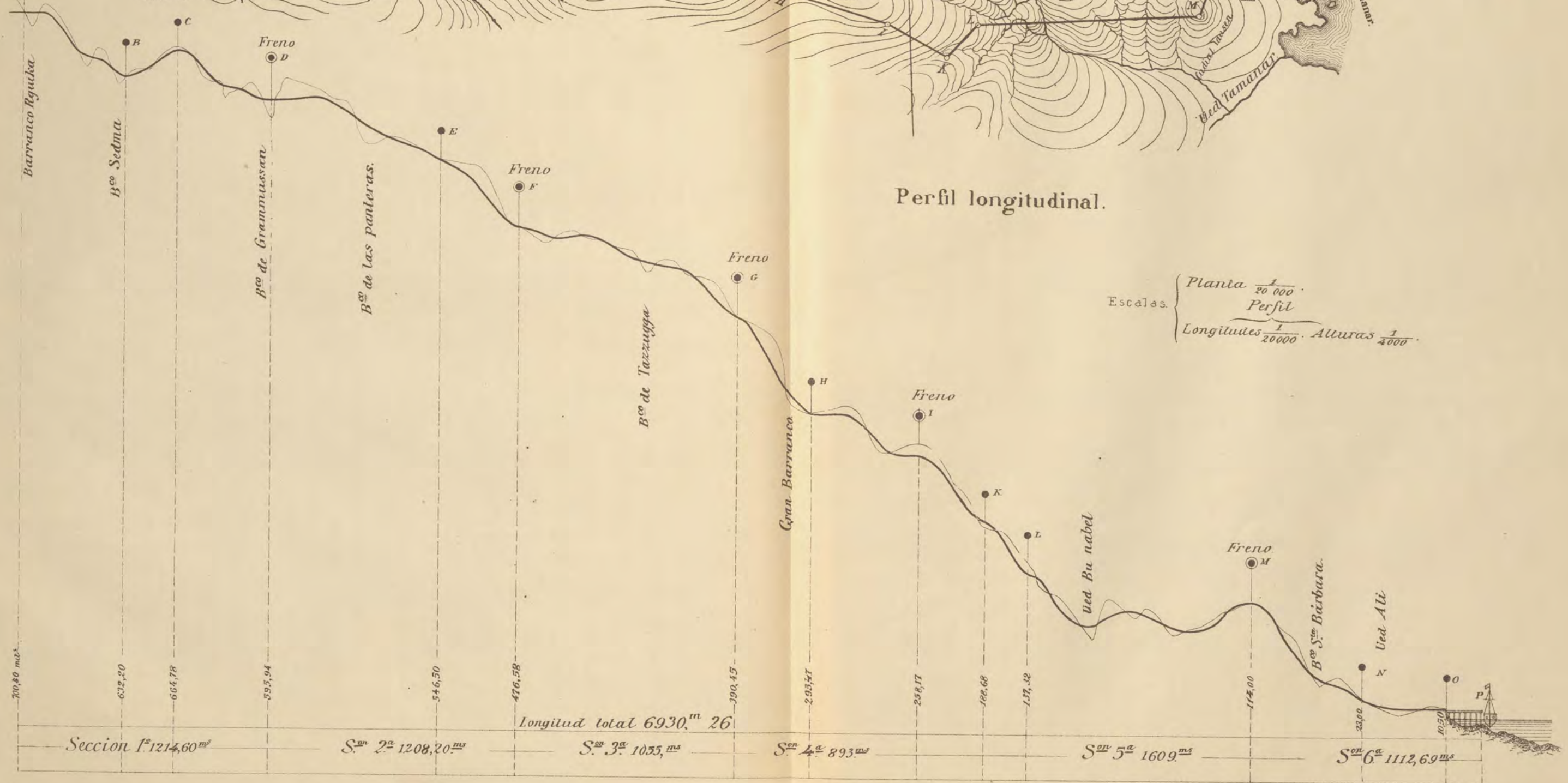
CAMINO DE HIERRO DE CADENA FLOTANTE

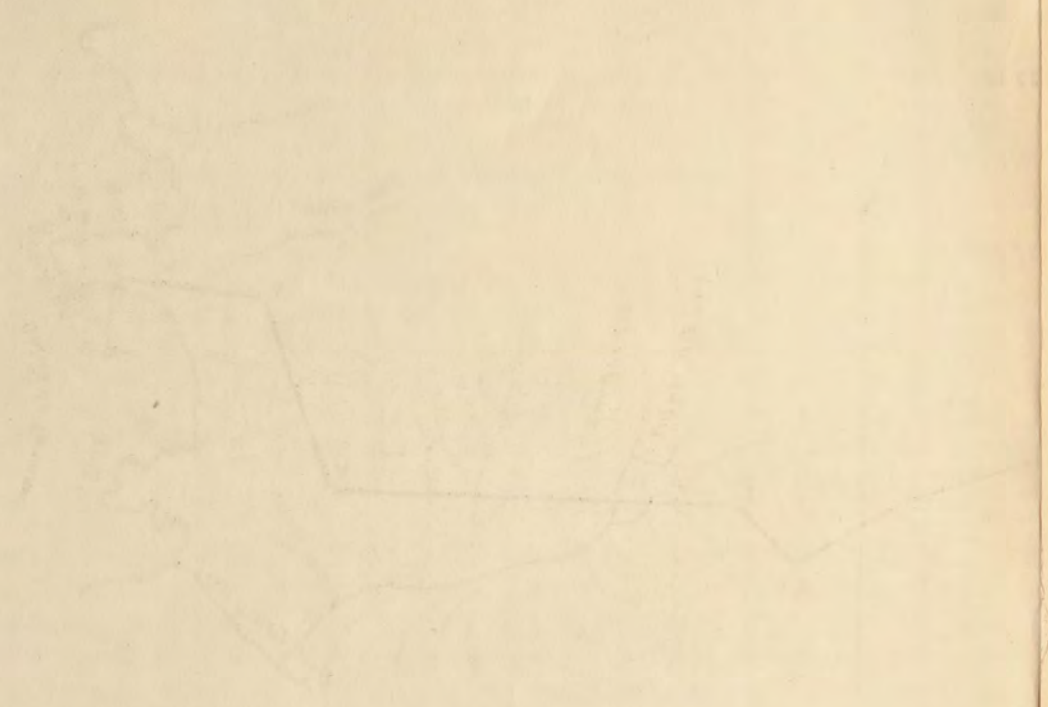
Minas de Aïn-Sedma en Argelia.

Plano.



Perfil longitudinal.





Aprovéchase para el movimiento del sistema el trabajo desarrollado en el descenso por las vagonetas cargadas, en general sobrado para vencer el peso de las vacías y las resistencias y rozamientos originados durante el movimiento por los aparatos. Cada vagoneta lleva en la parte superior de la caja una horquilla, en la que se introduce la cadena que es arrastrada en el movimiento descendente de aquella, y á la inversa en el ascenso. Al llegar á las poleas de cambio y traccion, la cadena no aguanta el peso de las vagonetas y sale de la horquilla para ir á la garganta de la polea; y una armadura de hierro colocada antes de llegar á esta hace desprender las vagonetas que por cualquier circunstancia continuasen unidas á la cadena. Un freno que actúa en el eje de la polea motora modera la velocidad de la marcha, manteniéndola entre 2 y 6 quilómetros.

El servicio exige un operario que empuja las vagonetas hasta que estas cogen la cadena, en cuyo caso las deja marchar y espera á que hayan llegado á una señal puesta en el camino para enganchar la siguiente, consiguiendo así la regularidad en la distribucion de las vagonetas á lo largo de la cadena, y como consecuencia la del movimiento para un tráfico determinado. Otros operarios reciben las vagonetas vacías que desembocan en una plataforma de fundicion, desde la cual las dirigen á las diversas vías de la mina. En el punto de llegada se verifican iguales operaciones.

El establecimiento de un camino de este género exige el estudio previo de las condiciones á que ha de sujetarse el trazado, pues se comprende desde luego que no son aceptables, ni en planta ni en perfil, inflexiones repentinas en la línea, que no seguiria la cadena, abandonando unas veces á las vagonetas, y arrojándolas fuera de la vía en otras. Tampoco es prácticamente posible la construccion de un camino de gran longitud servido por un solo cable, pues en tal caso las dimensiones que deberian dársele serian tan enormes que á más de los gastos de construccion harian oneroso el transporte, por las grandes resistencias originadas. Todas estas varias circunstancias influyen en la tension de la cadena, de cuyo conocimiento debe partirse para fijar con acierto los límites mas adecuados en cada caso.

La tension del cable se calcula con gran sencillez. Sea una vagoneta colocada en un punto del perfil del camino, en el cual la tangente al mismo forma con la horizontal el ángulo α ; sea f el ángulo de rozamiento de la vagoneta con los carriles; $tg. f$ será el coeficiente de rozamiento. Si ademas llamamos d á la separacion uniforme de las vagonetas á lo largo del cable, π al peso por metro lineal de cadena, p al total de la vagoneta vacía y P con carga, resulta para la carga por metro lineal

$$\frac{P + p}{d} + \pi = a$$

en la vía de vagonetas cargadas, y en la otra

$$\frac{p}{d} + \pi = a'$$

Las fuerzas que solicitan á cada vagoneta son, segun estén vacías ó cargadas, las siguientes:

		VAGONETAS.	
		CARGADAS.	VACÍAS.
1.º	Su propio peso.....	$a d$	$a' d$
2.º	La tension de la rama superior de cadena.....	t	t
3.º	La tension de la rama inferior de cadena.....	$t + \Delta t$	$t + \Delta t$
4.º	La reaccion normal de los carriles....	$a d \cos. \alpha$	$a' d \cos. \alpha$
5.º	La reaccion tangencial de los mismos.	$a d \cos. \alpha \operatorname{tg}. f$	$a' d \cos. \alpha \operatorname{tg}. f$

Las ecuaciones del equilibrio de las componentes de estas fuerzas, segun la tangente, son:

Para las vagonetas cargadas

$$\Delta t = a d \cos. \alpha (\operatorname{tg}. \alpha + \operatorname{tg}. f)$$

Para las vagonetas vacías

$$\Delta t = a' d \cos. \alpha (\operatorname{tg}. \alpha - \operatorname{tg}. f)$$

Estas relaciones muestran que en una rampa en la vía de vagonetas cargadas, siendo $\alpha < \frac{\pi}{2}$, $\cos. \alpha > 0$ y $\operatorname{tg}. \alpha > 0$; Δt será positivo, es decir, que la tension del cable aumenta á medida que se consideran puntos más distantes de la cabeza de la rampa. En una pendiente, $\alpha > \frac{\pi}{2}$ y $\cos. \alpha$ y $\operatorname{tg}. \alpha$ serán menores que 0, pudiendo entonces Δt ser positivo, cero ó negativo, segun f sea mayor, igual ó menor que α .

En la vía de vagonetas vacías sucede lo contrario.

La misma relacion indica que la diferencia de tension Δt es proporcional á la carga por metro, á la separacion de las vagonetas, al coseno de la inclinacion y á la suma ó diferencia, segun la vía, de las tangentes de los ángulos de inclinacion y rozamiento.

Sumando los incrementos de tension que sufre el cable desde la polea freno, que designaremos por A, hasta un punto cualquiera c, despreciando el efecto producido en el cable por su rigidez en las inflexio-

nes del camino, se tendrá la tensión t en dicho punto expresada por la relación siguiente:

$$t = T + a \sum_A^c d \operatorname{sen} \alpha + a \operatorname{tg} f \sum_A^c d \cos \alpha = \\ T + a(y - y_0) + a x \operatorname{tg} f,$$

representando por T la tensión del cable en la polea freno y por x é y las coordenadas de los puntos del camino contadas según ejes rectangulares que pasan por los extremos de aquel.

En la polea de cambio, situada en la parte inferior del camino en el punto B, la tensión será

$$T' = T - a y_0 + a x_0 \operatorname{tg} f = T - a x_0 (\operatorname{tg} i - \operatorname{tg} f),$$

llamando i la inclinación media de la línea igual á $\frac{y_0}{x_0}$

Para la línea ascendente se obtienen de igual manera

$$t_1 = T'' + a'(y - y_0) - a' x \operatorname{tg} f$$

$$T' = T'' - a' x_0 (\operatorname{tg} i + \operatorname{tg} f).$$

Igualando los dos valores obtenidos para T' se deduce

$$T - T'' = \frac{P}{d} y_0 - (a + a') x_0 \operatorname{tg} f.$$

El producto de $T - T''$ por la velocidad de marcha mide el trabajo que debe desarrollarse ó absorberse en la polea A para que el movimiento sea uniforme.

De esta fórmula se deducen:

1.º Que el trabajo no depende del perfil de la línea, puesto que de él se ha prescindido, no teniendo en cuenta la rigidez en las inflexiones, tanto del plano como del perfil del camino.

2.º Que el trabajo es resistente ó acelerador según que la carga de mineral por metro, multiplicada por la altura total de la línea, es mayor ó menor que el producto de la carga de las dos vías por la longitud horizontal y por el coeficiente de rozamiento.

Las expresiones que dan los valores de t y t_1 muestran que á cierta distancia de la polea freno las tensiones son tanto más elevadas cuanto más alto está el punto, y que aumentan á medida que se separa del superior en la vía de vagonetas cargadas y al contrario en la de las vacías.

Si en todo el trayecto no hay punto intermedio más elevado que el de origen, la tensión en la polea freno es la máxima, y es la que debe tomarse para calcular la cadena.

Siendo las fórmulas finales á que se ha llegado en número de dos y con tres cantidades desconocidas T , T' y T'' , no son suficientes para determinarlas, á menos de escoger arbitrariamente una de ellas, ó fijar una nueva condición. Ordinariamente, cuando

la línea está servida por una sola cadena, se elige para T' un valor tal que el trozo de cable comprendido entre dos vagonetas no toque á las traviesas.

(Se continuará.)

M. CARDERERA.

LAS CURVAS EN LOS FERROCARRILES ECONÓMICOS.

Las condiciones especiales en que se encuentran los trazados de los ferrocarriles de vía estrecha y las de economía que en general se imponen, obligan á reducir las curvas de un modo marcado, si bien estas, así como las pendientes que años atrás podían suscitar serias objeciones, pierden hoy día gran parte de su importancia.

En un principio todos los ingenieros al estudiar un trazado se imponían, á fuerza de gastos muchas veces, la realización de una línea concebida teóricamente desde el solo punto de vista de facilidad en los transportes, en donde los desniveles y cambios de dirección se alcanzaban por tránsitos verdaderamente imperceptibles.

Hoy, por fortuna, gracias á la experiencia y al adelanto conseguido en el material móvil, se aceptan corrientemente y con ventaja trazas que entonces hubiera sido una utopía verdadera; así vemos en ferrocarriles de vía ancha curvas de 200 metros y menos, aceptadas en una explotación regular, no siendo nuestros ingenieros de caminos los que menos se han distinguido en abordar de frente la reducción de gastos de primer establecimiento. Así los distinguidos Sres. Arnao, Echevarría, Clavijo y D. Gabriel Rodríguez, se pronunciaban hace veinte años resueltamente en favor de curvas menores de 300 metros de radio, que se había prefijado por la Superioridad para el paso del Pirineo Central, llegando á proponerlas de 150 metros; solución tan audaz entonces como honrosa para sus autores, y que habían de ver más tarde aceptada por sus sucesores.

Pero donde ha llegado esta reducción á un límite verdaderamente notable, es en los ferrocarriles de vía estrecha, ese poderoso auxiliar de los de vía ancha llamado á crear la prosperidad de los países que los adopten.

No creemos, en las condiciones actuales de la ciencia, pecar de exagerados aceptando curvas límites de 40 metros de radio con 0,75 de anchura entre carriles. Multitud de ferrocarriles secundarios hay con curvas semejantes y más cerradas, llegando en algunos, como en el de Cessans-Trebian (Garol), con vía de 80 centímetros á radios de 20 metros, pues si bien es verdad que últimamente ha elevado sus radios límites á 40, esto era debido al objeto de arras-

trar 75 vagones en vez de 65, número muy considerable, sobre todo si se tiene en cuenta el mal estado de conservacion en el material, pues sabido es la notable influencia que sobre las resistencias ejerce la disposicion del material fijo y móvil.

Buena prueba de ello y que justifica al propio tiempo nuestra eleccion, la encontramos en el Festiniog, donde su inteligente ingeniero Spooner, parando su atencion principalmente en la disposicion de la vía y de su material móvil, ha aceptado como buenas curvas de 35 metros de radio, habiendo plegado la traza al terreno de tal manera, que bien puede decirse que se suceden los accidentes sin interrupcion alguna, ya en horizontales, ya en pendientes mas ó menos pronunciadas, ya en curvas, en fin, combinadas de mil y mil maneras. En condiciones tales, á pesar de no haber tramo recto alguno intermedio entre las mas de las curvas, sin embargo de la estrechez de la vía ($0^{\circ},597$) que acentúa como es consiguiente de un modo notable el movimiento oscilatorio producido por la mas ligera imperfeccion de la vía, no es difícil ver circular trenes á 50 ó 60 quilómetros por hora de 300 y mas metros de longitud, con peso de 150 toneladas.

La compañía de *Gorsedda and Junction Port-Madoc Railway*, nos presenta otro ejemplo curioso desde el punto de vista de resistencia del carril en las curvas.

Muchos creen necesario aumentar el perfil del carril en las vías de curvas rápidas para resistir el esfuerzo lateral de los trenes al pasar por ellas. Ahora bien, sentada la vía y entregada á la circulacion no hace cuatro años, la compañía, con objeto de aprovechar una gran cantidad de carriles que poseia, procedentes de la explotacion de sus canteras, adoptó para su vía ($0^{\circ},60$) el carril de 10 quilogramos colocado sin tablillas. Comenzada la circulacion, demostró la experiencia lo inconveniente de la falta de éstas y de no haber dejado bastante huelgo á la dilatacion, sin que pareciera insuficiente la seccion del carril ni el radio de las curvas.

Fácil es, por lo demas, darse cuenta de lo aceptables que son nuestros radios por consideraciones teóricas. Al dejar un tren la alineacion recta, por la cual corre mas ó menos velozmente, para entrar en una curva, tiende en cada instante é conservarse en su plano de movimiento. Debiendo variar este en cada momento de direccion, forzoso es desarrollar esfuerzos exteriores que le obliguen á mantenerse en el camino deseado. Esto se consigue generalmente inclinando el plano de rotacion hácia el centro de la curva, peraltando el carril exterior y dando suficiente conicidad á las ruedas en armonía con su velocidad, á fin de obtener por la gravedad una resultante capaz de desviar el plano de la direccion primera en la cantidad angular que deseamos.

A este efecto se han calculado fórmulas que á mi ver dejan bastante que desear, pues, fundadas casi todas exclusivamente en el efecto de la fuerza centrífuga, desprecian otras fuerzas que no dejan de tener su importancia; tales son, por ejemplo, la procedente de la rotacion de la tierra, tan palpablemente demostrada por los rios que corren en sentido de los meridianos, y la producida por la resistencia que opone el aire al desplazamiento de la masa total del tren, tan rápidamente creciente con la velocidad. Pero todas estas fuerzas hacen nacer forzosamente resistencias engendradas por la falta de flexibilidad y perfeccion en el material fijo y móvil, siendo estas principalmente de dos géneros, referente la primera al paralelismo de los ejes de los vehículos y al rozamiento y choques de la llanta y reborde contra el carril la segunda, las cuales consideraremos sucesivamente.

Todo el mundo sabe que si se hacen solidarias sobre un eje dos ruedas de igual diámetro y se las hace correr por dos curvas que por ser concéntricas han de tener distinto radio y, por tanto, diferente desarrollo, se han de producir forzosamente deslizamientos para compensar la diferencia del camino recorrido. Considerando, pues, el avance de un vagon apoyado sobre dos ejes como compuesto de una serie de movimientos rectilíneos inscritos en la vía, será preciso, para pasar de uno á otro, un movimiento de rotacion alrededor del eje de figura del vehículo; de aquí la amplitud del deslizamiento medido por su arco é igual á $\sqrt{a^2 + s^2}$ siendo a el semiancho de la vía y s la semi-separacion de ambos ejes.

El ángulo α correspondiente á este arco, siendo igual al desplazamiento angular del radio R de la curva, dicho desplazamiento estará medido por $\frac{1}{R}$ en cada metro corriente. La amplitud del camino recorrido por deslizamiento en una curva de radio R , será $\frac{\sqrt{a^2 + s^2}}{R}$ y la resistencia engendrada por tonelada estará medida por

$$1000 f \frac{\sqrt{a^2 + s^2}}{R}$$

en donde f es el coeficiente de rozamiento. Sus componentes normal y tangencial, medidas respectivamente por $1000 f \frac{s}{R}$ y $1000 f \frac{a}{R}$ nos expresan á su vez las resistencias producidas por el paralelismo de los ejes y la diferencia de longitud entre las dos curvas que forman los carriles.

Podríamos darnos cuenta numéricamente de esta resistencia en la siguiente forma:

Suponiendo que adoptáramos un material móvil

igual al recientemente construido para la línea de Tavers-Embresin en Bélgica, cuya anchura es la misma que la nuestra, tendríamos, que la separación entre ejes debería ser para los vagones de 1^m,60 y para la máquina de seis ruedas acopladas solidarias, de 2^m,16.

En cuanto al coeficiente de adherencia se adopta generalmente en Francia $\frac{1}{7}$, pero este guarismo, dado nuestro clima, deberemos elevarlo á $\frac{1}{6}$. Tal es el adoptado para el Pirineo central en España, y el Soemering en los Alpes, y aunque es verdad que aumentan la adherencia por medio de las cajas de arena, en cambio nuestra vía obtiene la misma propiedad gracias á su situación, en una localidad donde apenas se conoce la condensación del vapor de agua suspendido en la atmósfera.

Con estas notaciones deberemos poner

$$\begin{aligned} a &= 0,38 \\ s &= 0,80 \\ \delta &= 1,58 \\ f &= \frac{1}{6} \\ R &= 40 \end{aligned}$$

y entonces

$$1000 f \frac{\sqrt{a^2 + s^2}}{R} =$$

$$1000 \frac{1}{6} \frac{\sqrt{0,38^2 + 1,58^2}}{40} = 6,67 \text{ quilogramos.}$$

por tonelada para la máquina, y

$$1000 f \frac{\sqrt{a^2 + \delta^2}}{R} =$$

$$1000 \frac{1}{6} \frac{\sqrt{0,38^2 + 0,80^2}}{40} = 3,67 \text{ quilogramos.}$$

para los vagones.

De aquí se infiere, desde luego, lo importante que es reducir la separación de los ejes ó darles por un medio cualquiera un huelgo suficiente para su buena colocación sobre la vía al paso de las curvas.

Resuelto el problema y anulada ó disminuida notablemente esta importante componente de las resistencias totales en curva, apenas si deberemos inquietarnos por las que originen curvas de corto radio enfrente de las inevitablemente nacidas al franquear las pendientes. Tiéndase si nó la vista al Norte-América, donde al apreciar las primeras en su totalidad aplicadas á su sistema de material móvil articulado apenas llegan al tercio de lo que aquí alcanza uno solo de sus sumandos.

En cuanto á calcular la segunda resistencia, ó sean

los choques y rozamientos de los rebordes y llantas de las ruedas con los carriles, procedentes de la tendencia en estas á salir del carril, así como de la oblicuidad en la tracción con respecto al eje de la vía, presenta mas dificultades su análisis, toda vez que dependiendo esencialmente de la disposición del material fijo y móvil, y engendrando estas reacciones tan complejas como variadas, no hay mas remedio que referirse á experimentos directos ó proceder por comparación.

El distinguido M. Ledoux, al hacer el análisis de algunos ferrocarriles de vía estrecha, tropieza con esta dificultad y trata de salvarla de la siguiente manera.

Acepta, como base de su razonamiento, el cuadro de resistencias adicionales expresadas en milésimas del peso de los trenes empleado en la red francesa del Mediterráneo y que es el siguiente:

NATURALEZA DE LOS TRENES.	Número medio de vagones	RADIO DE LAS CURVAS.					
		250	300	400	500	800	1000
Mercancías . . .	50	3	2,50	1,80	1,50	0,90	0,75
Viajeros	20	2,30	2,10	1,50	1,15	0,75	0,55
Expresos	10	2,00	1,70	1,20	1,00	0,60	0,50

Si de estos números se resta la resistencia debida al paralelismo de los ejes y á la diferencia de longitud anteriormente calculada, la resistencia restante será la correspondiente á todos los demas choques y rozamientos.

Dicho autor calcula, pues, las resistencias adicionales que corresponden á la vía y radios que se propone, añadiendo á las originadas por el paralelismo de ejes y diferencia de longitud de carriles las obtenidas en la resta indicada por la relación de longitudes de trenes y radios correspondientes á uno y otro caso.

De este modo viene á deducir un estado de resistencias para radios que varían de 60 á 200 metros, y que no consignamos por estar estos estudiados para vía de un metro y que no nos hace por tanto al caso; pues suponemos adoptada la vía de 0^m,75 entre carriles, cuya conveniencia hemos demostrado en otro artículo.

Con esta forma de proceder no se consigue además, sino resultados bastante vagos, como su mismo autor indica, cuyos valores, dadas la multitud de hipótesis en que se apoya y la adopción del material articulado que proponemos, han de tener una aplicación útil muy problemática.

No es de extrañar, por lo tanto, que no aceptemos para el cálculo de nuestra vía esta ni la anterior manera de considerar la cuestión; las cuales hemos con-

signado, la primera, como complementaria de la siguiente, demostrándonos además la influencia de la disposición en el material; y esta á su vez como curiosidad científica, y dándonos una idea, siquiera sea aproximada, para la manera de proceder en el caso de adoptar el material ordinario, que obligaría á combinar en distinta forma las pendientes con las curvas, no siendo entónces aplicables las fórmulas que para conocer las resistencias en curva usamos.

A disminuir estas resistencias se ha atendido con solícito empeño en la disposición del material fijo y móvil, pudiendo decirse que se ha conseguido tal perfección, que apenas si alcanzan las curvas la importancia de figurar en primera línea, como sucedía en la primera época del trazado de ferrocarriles.

El distinguido ingeniero de caminos Sr. Baranda propone, para el paso del Pirineo por el valle del Cinca, curvas de 150 metros de radio, en vía normal, unidas con las rectas por el intermedio de parábolas que dulcifican el tránsito desde el radio infinito. Este procedimiento le obligará al Sr. Baranda á separar el punto de tangencia de las curvas, pero aunque esto sea una de las ventajas del sistema, es posible que no se aprovechen por completo en las curvas de corto desarrollo.

En efecto, según experimentos recientes muy precisos (1) practicados en el Norte-América por Payne Wellington, la resistencia debida á las curvas es *mucho mayor en los 100 primeros metros* que en el resto de la curva, *decreciendo* con la velocidad. Siendo esta resistencia sobre una curva de 1 700 metros de radio, de 0,22 de quilogramo por tonelada á 20 quilómetros de velocidad, disminuyó en la mitad cuando llegó esta á 35 quilómetros. En una curva de 218 metros de radio pasó de 1,80 quilogramos para una velocidad de 14,500 quilómetros y se redujo á 1,50 para una velocidad de 30.

Estos nuevos hechos, demasiado importantes para dejarlos pasar en silencio, demuestran una vez más cuán excesivo es el temor que generalmente infunden las curvas. Fundados, pues, en estas consideraciones, aconsejaríamos el trazado de las curvas parabólicas equivalentes en su mínimo á las circulares de 40 metros. La ventajosa suficiencia de estas curvas está sobradamente demostrada en el Festiniog, donde con radios de 35 metros y peraltes de 76 milímetros se verifica el movimiento con tal dulzura, que no se siente la entrada en ellas.

Es muy esencial para no aumentar las resistencias no dar un exceso de peralte á los carriles, pues los experimentos citados nos dicen hasta qué punto es pernicioso este aumento.

El material móvil ha de contribuir poderosamente

en la máquina por el incremento de fuerza motriz; y tanto en esta como en los demas vehiculos, por la disposición de sus elementos á facilitar el paso por las curvas y á atenuar los efectos que puedan producirse.

Así pasa en los Estados-Unidos, donde empleándose el material articulado, las resistencias son menores tomándose como valor corriente de resistencia en las curvas $\frac{0,40}{R}$ por tonelada bruta de tren siendo el radio dado en quilómetros.

En el estado que presentamos al tratar de las pendientes estableciendo su relación de resistencia con las de las curvas, se deduce como término medio $\frac{0,53}{R}$; valores ambos muy inferiores á los generalmente admitidos en Europa, y sin embargo nada excesivos si los comparamos con el resultado de los ensayos recientemente practicados en el «*Metropolitan Elevated Rail Road* de New-York», donde estos valores, para uno y cuatro vagones en curvas de 27,45 metros, eran equivalentes á $\frac{0,24}{R}$ y $\frac{0,20}{R}$; obteniendo una nueva reducción de resistencia todavía de 22 á 23 por 100, si se dejan sueltas las ruedas sobre sus ejes.

Bien se comprende, por lo tanto, que no pecaremos de imprudentes si adoptamos el valor $\frac{0,50}{R}$ para determinar las resistencias originadas en las curvas, toda vez que proponemos desde luego el empleo del sistema de ejes articulados con ruedas de cortos diámetros, pues sabido es que decrecen aquellas proporcionalmente al diámetro de las ruedas, y que con todas las demas condiciones iguales se puede, disminuyendo sus dimensiones, alcanzar curvas mas y mas cerradas.

Las máquinas de Fairlie, Beugnot y otras distintas, el juego lateral de los ejes, el angular entre las placas de guarda, los trenes articulados de Clemison, la aplicación de la tracción lo mas cerca posible del eje de los vehiculos, son otros tantos progresos que permiten plegar mas y mas la traza de un ferrocarril.

Refiriéndose la fórmula de resistencia en las curvas usada por los ingenieros norte-americanos, al radio dado en quilómetros, tal como la presentan MM. Lavoigne y Pontzen en su obra sobre los ferrocarriles de los Estados-Unidos, y no siendo usada esta forma de proceder, la modifiqué para mayor comodidad en los cálculos, reduciendo el radio á metros, siendo por tanto la fórmula adoptada una expresión de la forma $\frac{500}{r}$. Con su auxilio hemos calculado para la vía de 0,75 el siguiente estado, que nos expresa en quilogramos las resistencias adicionales creadas por

(1) Sociedad Americana de ingenieros civiles, Febrero 1879.

cada tonelada de tren al pasar por curvas de distintos radios y su equivalencia con las originadas en las pendientes.

RADIOS.	RESISTENCIAS por tonelada en quilogramos.	PENDIENTES en milímetros.
20	25,00	25,00
25	20,00	20,00
30	16,66	16,66
35	14,28	14,28
40	12,50	12,50
45	11,11	11,11
50	10,00	10,00
60	8,33	8,33
70	7,14	7,14
80	6,25	6,25
90	5,55	5,55
100	5,00	5,00
150	3,33	3,33
200	2,25	2,25
250	2,00	2,00
300	1,66	1,66
400	1,12	1,12
500	1,00	1,00
600	0,83	0,83
800	0,56	0,56
1 000	0,50	0,50

Con este cuadro nada es mas fácil que hacer la distribución de curvas y pendientes combinándolas entre sí dentro de las posibles condiciones económicas que fije el terreno por otras consideraciones; así por ejemplo, si dentro de una pendiente de 10 milésimas necesitamos trazar una curva, y esta nos conviene de 100 metros, no habrá mas que pensar sino que la precitada rampa desarrolla una resistencia de 10 quilogramos por tonelada en línea recta, y la curva una de 5 quilogramos prescindiendo de aquella; luego si buscamos una inclinación para colocar la curva cuya resistencia sea de $10 - 5 = 5$ quilogramos y la adoptamos, tendremos que el tren al pasar por la pendiente de 10 milésimas en línea recta, experimenta una resistencia de 10 quilogramos igual á la creada al paso sobre la curva de 100 metros situada en una inclinación de 5 milésimas, que es la buscada.

A esta consideración asignamos bastante importancia, sin exagerar, sin embargo, el sistema, y bien se comprende que la tenga, pues procediendo en esta forma hay mejor utilización de la potencia de la máquina, y se evitan esos continuos cambios de velocidad procedentes de la variable intensidad de resistencias que obligan al maquinista á estar poniendo constantemente en juego el regulador, cuya inmediata consecuencia es la sucesiva producción de choques,

que al par que molestos, deterioran de un modo notable el material.

JENARO DE MIRANDA Y EGUÍA.

UNA VISITA

LAS MINAS DE CARBON DE LA GRANJA DE ESCARPE

(PROVINCIA DE LÉRIDA.)

Estando en Fraga, cerca de Escarpe donde se hallan las minas de carbon llamadas de la Granja, en la confluencia de los rios Segre y Ebro, no pudimos, á pesar de que el tiempo nos apremiaba, dejar de visitarlas, atraídos por el deseo de conocer unos criaderos de carbon, que conocíamos solo por el nombre y los procedimientos allí empleados para la fabricación del cemento cuyas buenas cualidades habíamos tenido ocasion de reconocer, en las grandes cantidades del mismo empleadas en las obras de nuestro puerto, en las de la presa y canal del Cairat que conduce el agua del Llobregat á la fábrica de los Sres. A. Sedó y Compañía, en Esparraguera y algunas otras. No nos pesó, por cierto, pues fuimos allí recibidos con exquisita amabilidad por el ingeniero industrial D. Daniel Cardellach, director facultativo de dichas minas en quien reconocimos en seguida corria parejas con su amabilidad una clara y especial inteligencia, á la cual es debido el brillante estado de las mismas, siendo de lamentar, que la dificultad de los trasportes impida por ahora una explotación en mayor escala.

Acompañados siempre del Sr. Cardellach, lo visitamos todo muy detenidamente y al mismo son debidos los datos que hoy podemos ofrecer á nuestros lectores.

El criadero carbonífero de la Granja de Escarpe está enclavado en terreno de formación lacustre, del período terciario, inferior ó mioceno, del que tan buena descripción tiene hecha el ingeniero D. Luis Canalda en sus conferencias agrícolas y geológicas del 22 de Febrero y 21 de Marzo últimos, publicadas en la *Revista* de la Asociación de ingenieros industriales, por lo que omitiremos describir dicha parte geológica; abraza, pues, este criadero una zona de unos 30 quilómetros cuadrados, viéndose sus afloramientos en muchos puntos de las laderas de los rios Segre, Cinca y Ebro, y en muchos de los barrancos á ellos afluentes, radicando la masa principal explotable en el término de la Granja, extendiéndose en algunos puntos de los de Serós, Almatret y Mequinzenza; dichos afloramientos acusan la existencia de cuatro capas de carbon que varían de 0,40 á 1,20 metros de potencia cada una, siendo probable la existencia de algunas mas segun se desprende de la formación del

terreno y de los estudios que sobre el particular tiene hechos el Sr. Cardellach.

Hay en esta zona varias concesiones mineras, pero ninguna merece ser mencionada por no haber en ellas trabajos practicados á no ser alguna calicata y solo puede darse el nombre de minas á las llamadas de Serós que tienen alguna galería de bastante longitud, con algunos edificios en el exterior y las mencionadas de la Granja de Escarpe, sobre todo estas últimas, que gracias á la constancia de su propietario D. Ignacio Girona, que tanto favorece á la industria nacional con sus capitales, se hallan hoy dia en un verdadero estado de explotacion, figurando ya entre las mas importantes de Cataluña.

Como que toda aquella zona no ha experimentado ninguna conmocion geológica de importancia, la estratificacion general se halla en su misma posicion de formacion manteniéndose sensiblemente horizontal, de modo, que las capas del combustible interpuestas entre las de margas y calizas mas ó menos compactas que constituyen el terreno, se hallan dispuestas del mismo modo con un ligero buzamiento al S. O. presentando en el sentido de esta inclinacion algunas estrangulaciones de poca duracion, pero sin perder nunca el carbon, reduciéndose solo á disminuir la potencia en una mitad ó en un tercio del espesor total, por lo que puede decirse que dichas capas son continuas, y habiendo en cambio algunos ensanchamientos en donde las capas alcanzan una mitad mas de espesor.

En las dos capas inferiores es donde se ha organizado la explotacion, pues la poca altura que media entre ellas ha permitido que una sola galería abrace las dos, de modo que hay abiertas tres galerías generales, dos en direccion al E. y una al NE.; las dos primeras alcanzan una longitud de 500 metros cada una y la tercera tiene hasta 900 metros; todas estas galerías están convenientemente comunicadas entre sí por medio de otras transversales en número de siete, de las que la mas corta no baja de 100 metros y otras de 200 y 300 metros, de manera que hay una superficie de mas de 230 000 metros cuadrados cruzada de labores, que dividen dicha zona en una porcion de macizos de los cuales el menor tiene 6 000 metros cuadrados y de los que hay algunos ya completamente explotados; las dos capas que abrazan estas labores son, una en el suelo ó piso de 0,40 á 0,50 metros de espesor y otra en el techo de 0,80 á 1 metro, habiendo entre las dos una de caliza arcillosa compacta que mide de 0,80 á 1,20 metros de grueso, variando por lo tanto la altura de las galerías de 2,10 á 2,50 metros, siendo su ancho de 2 metros y habiendo en todas su correspondiente vía férrea de 0,80 metros de ancho, de modo que no baja de 3 000 metros la longitud de vía que hay establecida bajo tierra. La explotacion se hace

atacando los expresados macizos, por una ó dos caras, ya en las dos capas á la vez, ya en una sola, pero siempre sin tocar en el banco calcáreo intermedio, trabajando solo sobre el carbon, en donde se ven hasta 20 mineros de frente llevando un tajo de 50 á 60 metros de ancho cuya altura es únicamente la de la capa: este sistema, si bien es sumamente atrevido, es muy económico, permitiendo extraer grandes bloques de carbon y produciéndose el mínimum de merma en carbon menudo. El orden y vigilancia que reina en esa explotacion hace que sea cuasi imposible el que haya desgracias, como á primera vista parece, atendidas las grandes superficies que se vacían; la extraccion al exterior se verifica por medio de vagones de la cabida de una tonelada, que formando trenes son arrastrados por caballerías; una vez al exterior y bajo un gran cubierto se hace la clasificacion y limpia por medio de unos cribos de suspension, de movimiento oscilatorio y choque, los que separan el menudo del grueso quitándose á mano las piedras que puede haber; el menudo pasa luego á unos cribos circulares ó trómeles donde se separa la tierra que siempre va mezclada.

El combustible que se extrae es un lignito negro, lustroso y compacto que tiene 1,20 de densidad media al salir de la mina y solo 1,10 á 1,15 al cabo de quince á veinte dias de su extraccion, pues que secándose pierde una cantidad de agua; en comparacion á la generalidad de esta clase de combustibles, es poco deleznable, y si no ha sufrido una fuerte lluvia ó una prolongada permanencia al aire libre, no se desmenuza resistiendo las cargas y descargas que ha de experimentar en los trasportes; arde con larga llama blanca con una potencia calorífica de 5 000 á 5 500 calorías, dejando un residuo de cenizas y tierras de un 10 á 12 por 100; contiene una insignificante cantidad de azufre, por lo que no ataca las calderas y aparatos bajo los cuales se emplea; despide al arder un olor penetrante, efecto de las materias orgánicas que contiene, y da prácticamente en su empleo un resultado de 1,25 por 1 de hulla próximamente, necesitando que los hogares sean espaciosos para poderlos revolver á menudo, á cuyo fin basta dar á los emparrillados una cuarta parte mas de superficie que á los calculados para la hulla.

Además de este combustible existen en la localidad interpolados con las capas de carbon, de calizas y margas, unos bancos de caliza silicio-magnesiana que se interrumpen de vez en cuando por bolsados de arenisca floja y arcillas compactas, que despues de numerosos ensayos han dado lugar á otra importante explotacion minera, cual es la fabricacion de cemento; el arranque de esta piedra se efectúa tambien por trabajos subterráneos, á cuyo objeto hay ya tres galerías principales que miden en junto unos 300 metros de longitud sin

contar las varias transversales á derecha é izquierda, que aunque no con tanta regularidad como en el carbon, tambien dividen la explotacion en macizos, que se atacan de frente por 8 ó 10 mineros que sacan solo la piedra útil dejando las bolsadas mencionadas como pilares para sostener el techo: todas estas galerías tienen solo de 1 á 1,30 metros de altura, es decir, el espesor justo del banco del cemento, y por todas ellas hay tambien su vía férrea, pero de solo 0,50 metro de ancho, que con unos pequeños vagones especiales sirve para extraer y conducir la piedra hasta los hornos. Todo este laboreo se hace á barreno, pues la dicha caliza es sumamente dura y compacta no presentando ninguna junta de estratificación.

Los hornos son hoy en número de tres, tienen 5,50 metros de altura y 3,50 metros de diámetro; están aislados unos de otros y unidos solamente en su parte alta por unas viguetas de hierro que forman un techo, que cubre las bocas de descarga; estas son en número de tres para cada horno, con otras mas inferiores para establecer á voluntad mayor ó menor tiro, segun el grado de cochura que se desea; se hacen dos descargas diarias de cada horno, pues que son continuos, y la piedra cocida al salir de ellos pasa á unos cribos de suspension análogos á los de la clasificación de carbones y que sirven para separar el crudo del cocido y el menudo del grueso; el menudo pasa luego á unos cribos giratorios en donde se le separan las cenizas y tierras, limpio así el cemento y de cochura uniforme, cae á unos vagones que lo reciben desde los cribos y es conducido por una vía á nivel hasta la fábrica ó mejor dicho á los molinos.

Los molinos están situados en un edificio especial que forma tres cuerpos; los laterales están dispuestos para cuatro pares de muelas horizontales de las que hoy solo hay montadas dos; en una parte del cuerpo central está una máquina de vapor de 20 caballos, que ademas de mover los molinos mueve tambien las máquinas de los talleres de herrería y carpintería del establecimiento que forman cuerpo con el mismo edificio.

La piedra cocida cae desde los vagones al piso superior de la fábrica, donde por medio de una gran tolva de hierro es conducida sobre una hélice de fundicion que girando la mitad en un sentido y la otra mitad en sentido contrario, es distribuida á cada una de las muelas en movimiento; estas tienen 1,30 de diámetro y giran con una velocidad de 130 vueltas por minuto; el polvo que producen pasa directamente á unos trómeles donde se tamiza, y la parte fina ó terminada es recogida por dos hélices de hierro que tambien giran en sentido contrario y la reunen al pié de un elevador que la vierte á un gran depósito que forma el piso superior del cuerpo central del edificio en el que caben 100 toneladas; la parte gruesa que des-

piden los trómeles es recogida por otro juego de hélices que la conducen otra vez á las piedras; este conjunto de aparatos es notable por la sencillez de su trasmision y por el poco espacio que ocupa, pues se halla todo en una sala de 6 metros de largo por 5 de ancho.

La produccion de esta fábrica tal como está montada hoy, es de 20 á 24 toneladas diarias; la calidad del cemento es superior, tiene un color moreno claro, fragua á los 8 ó 10 minutos, pero mezclado con arena es mas lento dejando en su empleo el tiempo suficiente para ser trabajado como el mortero ordinario, lo que permite emplearlo indistintamente no solo para obras hidráulicas; sino que tambien para obras ordinarias, segun la mezcla que se haga, pues su finura y pureza hace que admita hasta cinco y seis volúmenes de arena por uno de cemento; su composicion química es la siguiente:

Agua y ácido carbónico.....	0,020	} 1 000
Sílice y alumina.....	0,270	
Cal.....	0,580	
Magnesia.....	0,105	
Acido sulfúrico.....	0,015	
Oxido de hierro, pérdidas, etc.....	0,010	

A las veinticuatro horas de haber fraguado, su resistencia á la traccion es de 8 quilogramos por centímetro cuadrado, su peso sin comprimir es de 937 quilogramos por metro cúbico; un volumen con 0,60 de agua forma una pasta espesa, experimentando una contraccion de 0,32.

Si á la ligera reseña que hemos hecho de los trabajos de la explotacion añadimos el conjunto de vías, planos inclinados y edificios que haya en el exterior para el servicio de ambas explotaciones, resulta que el conjunto de estas minas forma un importante establecimiento industrial, que en su dia puede suministrar 3 000 toneladas mensuales de carbon y 1 200 á 1 500 de cemento, y decimos en su dia y no hoy, no porque no estén los trabajos en el estado de efectuarlo, sino porque las vías de comunicacion con que cuentan no permiten extender el consumo á mucho radio; pues que por un lado se envian los productos á Tortosa por medio de embarcaciones del porte de 30 y 40 toneladas propias del establecimiento, navegando por los rios Segre y Ebro; pero la inconstancia de las aguas en dichos rios hace tambien inconstante el trasporte y variable su precio, que siempre está en relacion de lo que pueden cargar los barcos; por otro lado se hacen los envíos á Lérida, á cuyo fin hay un tranvía de unos 5 quilómetros de 0,80 metro de ancho, es decir, la misma vía de las minas que partiendo de estas va á encontrar la carretera mas próxima, en cuyo punto hay un cubierto donde cargan los carros para diferentes puntos, teniendo aun unos 30 quilómetros

hasta Lérida; este largo transporte de carros, es tambien defectuoso atendido el bajo precio de estas primeras materias como son el carbon y el cemento.

El criadero carbonifero que acabamos de describir es ya conocido de muchos años; pero no se habia intentado nunca su explotacion formal, sin duda por el aislamiento en que se halla de vías de comunicacion; solo, pues, data de cinco años la organizacion de los trabajos que llevamos mencionados; lo que parece increíble que en tan corto espacio de tiempo se haya formado aquel establecimiento, y logrado, á pesar de las contrariedades con que se ha tenido que luchar, el formalizar una explotacion que alcanza hoy por término medio unas 800 toneladas de carbon mensuales y unas 300 á 400 de cemento, debido todo á los sacrificios é inteligencia comercial de D. Ignacio Girona, secundado por su ingeniero director Sr. Cardellach, que ha sabido, con notable economía, montar un establecimiento que honra á la industria minera de nuestro país.—S. G.

(Gaceta de la Industria.)

PLATINADO Y DORADO DE LA FUNDICION.

Cuando se quiere platinar de una manera segura y duradera, es necesario poner la pieza dentro de un baño que se prepara mezclando 10 quilogramos de borato de plomo con 2 quilogramos de óxido de cobre. Estos dos cuerpos se muelen hasta reducirlos á polvo muy fino con esencia de trementina, despues de lo cual se añaden 50 gramos de aceite de pié de buey y se somete á un calor lento para que la materia resulte flúida.

A la pieza que se platina se le da esencia de trementina en seguida, por medio de un pincel, y se la deja secar al aire libre; luego se vuelve á empezar de nuevo la misma operacion utilizando el mismo baño cuya composicion acaba de indicarse. La pieza se pasa á la estufa ó secador donde toma un color verdinegro, y despues de fria no queda más que proceder al platinado propiamente dicho.

A este efecto, se mezclan íntimamente 10 quilogramos de borato de plomo con 5 quilogramos de litargirio, llamado de Alemania, adicionando esencia de espliego; despues sobre 5 quilogramos de platino en estado de cloruro bien seco, se echan 2 quilogramos de éter ordinario, que disuelve el cloruro. Cuando la disolucion está hecha se añaden 15 quilogramos de esencia de espliego, teniendo cuidado de agitar continuamente; se juntan estas dos mezclas adicionadas con 20 quilogramos de alcohol amílico, y con este líquido se bañan las piezas que luego se pasan á

una estufa calentada á una temperatura de 350 á 400 grados centígrados, segun la fusibilidad del esmalte subyacente. La esencia de espliego se quema y el platino se deposita en estado metálico. El aspecto resulta mate ó brillante segun sea mate ó brillante la primera capa que se ha dado en el baño.

Un roseton de fundicion así preparado, calentado al rojo oscuro no ha presentado alteracion alguna despues de frio.

Para dorar se emplea el cloruro de oro, y con él se logra el efecto sin necesidad de dorar por hojas, ni por baño, ni por mercurio, ni por galvanismo, obteniendo productos esmeradamente dorados, sin sujetarlos á operar previamente con el cobre.

El dorado es á voluntad mate ó brillante, y aun se pueden obtener tonos muy distintos, segun la proporcion de cloruro de oro que éntre en la composicion del baño de esencia de espliego.

No creemos necesario dar en detalle la composicion y modo de operar para cada baño que aseguren desde luego la operacion del dorado con el matiz que se desee, pero tal vez sea de utilidad conocer los precios á que resultan algunas operaciones.

	Por metro cuadrado.
Inoxidacion simple.....	2,80 francos.
Idem mate y brillante.....	4,75 »
Idem muy brillante.....	5,60 »
Platinado mate ó brillante.....	18,00 »
Dorado mate ó brillante.....	45,00 »

ACCION DE LA TEMPERATURA SOBRE EL HIERRO Y EL ACERO.

Los experimentos se han verificado sobre hierro fibroso, hierro de fractura de grano fino é igual y acero de Bessemer. Las temperaturas á que se han hecho estos ensayos han variado de 0° centígrados á 1080. Atribuyendo al metal la resistencia de 100 á la temperatura del hielo en fusion, se encuentran en el siguiente cuadro los valores decrecientes de esta resistencia, cuando se eleva la temperatura.

Temperatura.	Hierro fibroso.	Hierro de grano.	Acero Bessemer.
0	100	100	100
100	100	100	100
200	95	100	100
300	90	97	94
500	38	44	34
700	16	23	18
900	6	12	9
1000	4	7	7

Este cuadro demuestra que á la temperatura correspondiente á las más elevadas presiones del vapor en las máquinas, el hierro de grano y el acero de Bessemer conservan toda su resistencia, en tanto que el hierro fibroso se debilita algo. Por encima de 200° centígrados el acero de Bessemer presenta una disminucion de resistencia intermedia entre la de los tipos de hierro; pero á 500° centígrados, el hierro alcanza la ventaja sobre el acero, y el hierro de grano sobre el fibroso. Puede ser que este resultado extraordinario se deba á algun error cometido en el experimento. Lo más digno de notarse es, que entre 300 y 500°, los tres metales sufren una considerable disminucion de resistencia, lo que hace ver de un modo claro los peligros de una explosion procedente del empleo del vapor á excesiva temperatura, pues sobre los percances ordinarios hay que temer los que resultan de la pérdida de resistencia del metal.

NOTICIAS.

Reproduccion de dibujos.—M. Joltrain ha dado un procedimiento sencillo para reproducir dibujos, grabados, etc., en trazos negros sobre fondo blanco. Bastan algunos segundos de exposicion al sol, y á la luz ordinaria algunos minutos.

El papel donde se ha de reproducir el dibujo se impregna del líquido siguiente.

Goma.....	25 gramos
Cloruro de sodio.....	3 —
Percloruro de hierro en disolucion á 45° Baumé.	40 cent. cúb.
Sulfato férrico.....	5 gramos.
Acido tártrico.....	4 —
Agua, cantidad suficiente para formar.....	400 cent. cúb.

El baño para manifestar la copia es una solucion de prusiato amarillo de potasa. Despues de la exposicion á la luz, la prueba positiva se introduce en este baño, y las partes que no han recibido la luz adquieren un color verde oscuro, sin que el resto cambie de color.

El exceso de prusiato de potasa se lava con agua, que detiene la reaccion; despues se deja la prueba algunos minutos en un baño acidulado con ácido acético ó clorhídrico. Entónces aparece el dibujo con un color negro azulado. Por último, se lava el dibujo con agua clara y se seca.

Efecto del tiempo sobre la cualidad del hierro.—El profesor Bauschinger ensayó en 1878 un pedazo de hierro de una cadena de un puente construido en 1829 y halló que en cincuenta años no se habia alterado de una manera perceptible la cualidad de aquel hierro,

ya en su tenacidad, ya en su elasticidad, segun los datos que se recogieron al tiempo de la construccion del puente. Examinó tambien el metal de otro puente edificado en 1852, y halló que su cualidad no habia variado en nada segun los datos suministrados por Von Pauli al tiempo de su ereccion. El profesor Thurston, ensayando varias piezas de alambre de cable del puente colgante de Fairmount, recientemente echado abajo en Filadelfia, despues de cuarenta años de uso, encontró que el hierro tenía tenacidad, elasticidad y ductilidad iguales á las del mejor alambre que se encontraba en los mercados de nuestros dias, de donde se deduce que el hierro sujeto á tension, como se encuentra en los puentes, no desmerece con el tiempo.

Señales de alarma en los trenes.—La compañía de los ferrocarriles del Oeste de Francia, que ha planteado en su red el freno de aire comprimido, del sistema de Westinghouse, practica actualmente ensayos de un aparato de aviso, aprovechando igual motor, para advertir á los jefes de tren cualquier novedad que ocurra á algun viajero.

En cada departamento de los vagones hay un llamador, que tirando de él determina el paso de aire comprimido á un silbato colocado en la parte superior del coche, que á su vez hace sonar otro situado en la locomotora á fin de que el maquinista tenga conocimiento de que ocurre alguna novedad y lo avise al conductor del tren que va despues del tónder. El silbato continúa sonando hasta que un agente cierre la comunicacion con la corriente de aire comprimido, y en el coche se recorren los compartimientos para ver en cuál el llamador no ocupa la posicion normal, que se restituye por medio de una llave que tiene para dicho objeto el revisor. El mecanismo es muy sencillo y seguro, habiendo dado excelentes resultados los experimentos hechos en el tren expreso del Havre.

Boyas luminosas.—Una boya con luz permanente del sistema de Pintch, acaba de ser colocada en la rada del Havre, en lugar de la antigua boya de campana. Esta nueva boya está llamada á prestar grandes servicios.

El consumo de gas es de 20 litros por hora, ó sean 480 litros en 24 horas; de esta cantidad puede deducirse el gasto correspondiente al dia, resultando que vendrá á gastar de 50 á 60 céntimos de franco por dia.

Actualmente el estado de las boyas y valizas es perfecto durante el dia; pero de noche deja mucho que desear. Con las boyas luminosas será tan perfecto por la noche como por el dia, lo cual á la entrada de los grandes puertos será gran beneficio. La

boya luminosa bien dispuesta, se verá con claridad por la noche desde una distancia bastante grande, para evitar toda clase de accidentes desagradables en las entradas de los puertos y en los puntos peligrosos de las costas.

Oxidacion de los objetos de acero.—No hay ningun método tan sencillo y eficaz para evitarla como el que usan los fabricantes ingleses de Birmingham y Sheffield cuando tienen que expedir á grandes distancias su cuchillería y otros objetos de acero pulimentado.

Este procedimiento consiste sencillamente en mezclar la cal con suficiente cantidad de agua para formar lechada, en la cual se introducen los objetos que se desee preservar del orin, dejándolos expuestos al aire hasta que se sequen por completo. Hecho esto, los objetos que han sufrido tan sencillo tratamiento, pueden quedar expuestos, sin temor alguno de que sufran la más pequeña oxidacion, aun en los sitios mas húmedos.

El mismo procedimiento puede aplicarse con igual éxito á los objetos de lata, palastro y fundicion.

Cúpula de papel.—En el nuevo observatorio de West-Point (Estados-Unidos) se está construyendo una cúpula de papel de 9 metros de diámetro; pesa 2 toneladas y pesaría 10, si fuera de cobre. Es un adelanto notable, y sólo falta conocer la duracion y resistencia de esta nueva cúpula.

Hemos recibido el número 47 de la interesante Revista industrial, titulada: *La Gaceta de la Industria y de las Invenciones*, que se publica semanalmente en Barcelona, con láminas y grabados y por solas 18 pesetas al año en toda España, bajo la direccion del Ingeniero D. Ventura Serra, Director de la oficina internacional de Patentes de Invencion, establecida en dicha capital: el sumario es el siguiente:

Cuestiones de aguas y competencia de los Ingenieros de Caminos en las mismas.—*Extraccion y aprovechamiento del abono personal (conclusion).*—*El combustible para la industria.*—*El porvenir.*—*Modo de dar color á los vinos con el orujo.*—*Niquelado galvanico.*—*BIBLIOGRAFIA: Publicaciones técnicas y especiales periódicas.*—*PARTE OFICIAL: Exposicion nacional de minería, artes metalúrgicas, cerámica y cristalería.*—*Extractos de la Gaceta del 17 al 15 del corriente inclusives.*—*Noticias varias.*—*Relacion de las patentes de invencion solicitadas conforme á la ley de 30 de Julio de 1878 clasificadas por industrias.*

PRECIOS DE MATERIALES.

LÓNDRES 20 DE NOVIEMBRE DE 1881.

METALES.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
Latón.						
Planchas, por libra	»	»	7	»	»	7½
Yellow metal	»	»	7	»	»	7½

Cobre.

Barras de Chile, por tonelada . .	66	15	»	67	8	»
English tough best	72	»	»	73	10	»
Planchas	79	10	»	80	»	»

Hierros.

Welsh, barras, por tonelada . . .	6	»	»	6	10	»
Staffordshire, d°	6	»	»	7	5	»
Fundicion núm. 1, Cleveland . .	»	45	6	»	45	9

Plomo.

Inglés, por tonelada	45	5	»	45	7	»
Español	44	15	»	45	»	»
Planchas	46	10	»	47	»	»

Plata.

Onza	»	»	»	»	»	»
----------------	---	---	---	---	---	---

Azogue.

Frasco	6	7	»	6	10	»
------------------	---	---	---	---	----	---

Acero.

Fundido de 4. ^a , por tonelada . . .	34	»	»	50	»	»
Inglés para resortes	44	»	»	22	»	»

Estaño.

Straits, por tonelada	405	»	»	405	10	»
Banca	»	»	»	»	»	»
Inglés refinado	411	»	»	412	»	»

Hoja de lata.

De leña I. C., por caja	»	21	»	»	23	»
De coke, id	»	47	6	»	48	»

Zinc.

Planchas inglesas, por tonelada .	21	10	»	22	10	»
-----------------------------------	----	----	---	----	----	---

CARBONES.

Carbones.

Newcastle y Durham, por ton..	»	5	6	»	11	»
-------------------------------	---	---	---	---	----	---

Coke.

Durham, por tonelada	»	41	»	»	41	6
Cleveland	»	40	6	»	41	»

PRODUCTOS QUÍMICOS.

Ácidos.

Agua fuerte, por libra	»	»	3	»	»	4
Acido sulfúrico, por libra	»	»	0½	»	»	1
Sal amoniaco, por tonelada	30	»	»	38	»	»
Arsénico blanco, por quintal . . .	»	23	»	»	24	»
— en polvo, por quintal	»	10	6	»	40	9
Cloruro de cal, por quintal	»	5	»	»	5	3
Borax refinado, por quintal	»	61	»	»	64	»
Azufre inferior, por tonelada . . .	»	»	»	»	»	»
Azufre flor, por tonelada	10	»	»	12	»	»
Vitriolo verde, por tonelada	»	42	»	»	45	»
Sulfato de cobre, por quintal . . .	»	49	3	»	21	»
Acetato de plomo, por quintal . . .	»	38	»	»	40	»
Minio, por quintal	»	18	»	»	19	»
Carbonato de plomo, por quintal . .	»	24	»	»	22	»
Litargirio, por quintal	»	18	»	»	19	6
Bicromato de potasa, por libra . . .	»	»	5½	»	»	6
Nitro inglés refinado, por quint.	»	25	»	»	26	»
— de Bombay, por quintal	»	»	»	»	»	»
— de Bengala, por quintal	»	23	»	»	23	3
Sosa cáustica, por quintal	»	10	»	»	10	6
— cristalizada, por tonelada . . .	3	»	»	3	5	»

U.

SECCION OFICIAL.

Gacetas de Noviembre.
MINISTERIO DE FOMENTO.

Gaceta del 6.—Publica el reglamento para el régimen del Instituto agrícola de Alfonso XII.

Gaceta del 20.—La Direccion general de Obras públicas ha señalado el día 22 de Febrero próximo para la subasta de concesion del ferrocarril de Monforte á Orense.

MINISTERIO DE HACIENDA.

Gaceta del 8.—Anuncia la segunda subasta de 100 000 quilogramos de carbon hulla, que tendrá lugar el dia 19 en la Fábrica nacional del Sello.

Gaceta del 8.—Anuncia para el 21 de Noviembre la subasta en la tercera casa consistorial para la recomposicion del puente denominado de Garrido sobre el Manzanares.

Gaceta del 10.—Anuncia para el 22 la subasta de 59 000 cartones para la Fábrica nacional del Sello.

SUBASTAS.

FECHA de la Gaceta.	LUGAR de la subasta.	FECHA del remate.	OBRA Ú OBJETO Á QUE SE REFIERE.	MATERIA de subasta.	PRESUPUESTO DE CONTRATA en pesetas.
7 Noviembre.	Salamanca.	30 Noviembre.	Carretera de Salamanca á la Albergueria, acopios.	Conservacion.	8 252'40
» »	»	» »	Carretera de Villacastin á Vigo, acopios.....	»	12 421'25
» »	»	» »	Camino de Alba de Tormes á la Maya, acopios....	»	1 228'12
8 »	»	» »	Carretera de Salamanca á Cáceres, acopios.....	»	17 555'48
» »	»	» »	Carretera de Salamanca á Vitigudino y Muelle de la Fregeneda, acopios.....	»	10 083'20
» »	»	» »	Carretera de Salamanca á Fermoselle, acopios....	»	3 930'47
9 »	»	» »	Carretera de Béjar á Candelario, acopios.....	»	871'01
» »	»	» »	Carretera de Villacastin á Vigo y á Alba de Tormes, acopios.....	»	1 477'06
» »	»	» »	Carretera de Sorihuela á Avila, acopios.....	»	2 120'60
10 »	Lérida.	26 »	Varias carreteras, acopios.....	»	»
» »	Logroño.	10 Diciembre.	Varias carreteras, acopios.....	»	»
» »	Múrcia.	1.º »	Carretera de Albacete á Cartagena, acopios.....	Reparacion.	46 011'96
» »	Salamanca.	30 Noviembre.	Carretera de Valladolid á Salamanca, acopios....	Conservacion.	7 201'87
11 »	Madrid.	2 Diciembre.	Carretera de Balaguer á Tárrega.....	Construccion.	531 796'09
» »	Búrgos.	6 »	Carretera de Logroño á Cabanas de Vistús.....	Reparacion.	36 908'10
» »	Toledo.	30 »	Varias carreteras, acopios.....	»	»
12 »	Madrid.	30 »	Carretera de Madrid á Francia, acopios.....	»	38 700'37
14 »	Soria.	10 »	Varias carreteras.....	Conservacion.	»
15 »	Cuenca.	15 »	Carretera de Madrid á Castellon, acopios.....	Reparacion.	38 842'63
» »	Santander.	30 »	Varias carreteras, acopios.....	Conservacion.	»
16 »	Madrid.	14 »	Obras de construccion de un edificio para Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos...	»	563 755'09
» »	Barcelona.	5 »	Varias carreteras, acopios de materiales.....	Conservacion.	»
» »	Córdoba.	25 Noviembre.	Varias carreteras, acopios id.....	Reparacion.	»
17 »	Madrid.	20 Diciembre.	Carretera entre Pons y el limite de la provincia de Barcelona.....	Construccion.	390 962'37
» »	Cádiz.	17 »	Varias carreteras, acopios.....	Reparacion.	»
20 »	Córdoba.	28 Noviembre.	Varias carreteras, acopios.....	Conservacion.	»
» »	Jaen y Madrid.	22 Diciembre.	Carretera primer trozo, puente de Génova á la Puerta.....	Construccion.	»

FERROCARRIL DE ZAFRA Á HUELVA.

Debiéndose proveer por concurso una plaza de Jefe de Seccion en la construccion de esta línea, á cuyo cargo está asignado un sueldo anual de cuarenta y nueve mil reales, incluyendo toda clase de indemnizaciones, y debiendo recaer precisamente este nombramiento en un Ingeniero del Cuerpo nacional de Caminos, Canales y Puertos que llevare más de cuatro años de práctica al servicio del Estado, corporaciones ó empresas particulares, se publica la presente convocatoria á fin de que los Sres. Ingenieros á quienes pudiera convenir prestar sus servicios en esta línea, tengan á bien remitir á estas oficinas antes del 1.º de Enero próximo sus solicitudes, acompañadas de cuantos documentos juzguen oportunos y conducentes al fin indicado.

Huelva 22 de Noviembre de 1881.

EL CONCESIONARIO,
Guillermo Sundheim.