

diciaciones será paralela á dicho paramento. En efecto, consideremos dos planos que se corten á una distancia infinitamente pequeña de él. Tendremos así formado en el perfil un triángulo infinitesimal. Sobre uno de los lados, el exterior, no actúa fuerza ninguna; las acciones ejercidas sobre los otros dos lados deben ser, pues, iguales y de sentido contrario; pero por ser los lados infinitesimales la presión sobre cada uno de ellos puede considerarse como constante, y las resultantes respectivas deberán pasar por el centro de gravedad, que habrá de corresponder al punto medio. La línea de acción de la fuerza unirá los dos puntos medios y será paralela al lado descargado.

Hasta aquí no hay ni sombra de contradicción; pero suponed por un momento que el paramento descargado presenta un ángulo. El conflicto se presenta en seguida: ¿cuál de las dos direcciones es la de la fuerza en aquel punto? Las dos, podría quizás contestarse: es un punto de paso entre dos regiones distintas; hasta llegar á él la dirección es una; al pasar viene el cambio brusco. Si el ángulo existe en el paramento, ¿por qué extrañarlo en la fuerza? Pero ved entonces lo que ocurre. Si como anteriormente trazamos dos planos que se corten á distancia infinitamente pequeña del vértice del ángulo, tendremos ahora, no ya un triángulo, sino un cuadrilátero con dos lados libres de cargas, pero sometido en los otros dos á fuerzas que no se equilibran: será imposible que se mantenga en su posición, se separará necesariamente del resto de la masa, aunque ésta fuera del más resistente acero, aunque saltando por cima de todas las limitaciones de la realidad le atribuyéramos una rigidez infinita, porque de la cohesión no podríamos esperar ya nada; había sido englobada con todas las demás fuerzas actuantes sobre los lados interiores al perfil. Un cuerpo angular sería, pues, total y absolutamente contradictorio. Si por un raro azar existiera alguno libre de la impresión de toda fuerza, sus ángulos deberían redondearse al menor roce.

Y, sin embargo, la experiencia diaria nos convence de lo contrario. Las formas cristalinas nos proporcionan la prueba. Ellas denuncian el argumento por engañoso y falaz. Pero, ¿cómo salir del atolladero? Pues muy sencillamente. No podemos negar la existencia ni la dirección centrífuga de esa malhadada resultante; pero de su intensidad no hemos dicho nada. Si es nula toda la dificultad se desvanece. Y esto es lo que necesariamente tiene que ocurrir dentro de las hipótesis supuestas. Las líneas de fuerza que se desarrollaban paralelamente al paramento deben doblarse de un modo continuo en las inmediaciones del punto anguloso, dejando en las proximidades de él una pequeña zona

de trabajo nulo. Y ¡singular coincidencia! Es precisamente en este punto donde la ley de repartición plana daría la máxima compresión para todas las secciones que pasan por él. Una simple irregularidad en un perfil idealmente homogéneo ha bastado para convertir ese máximo en cero. ¿Qué cosas no pasarán en el intrincado laberinto de los macizos reales?

No quisiera con estas consideraciones alarmaros demasiado. Cuéntase que en una sesión memorable de la Academia de Ciencias de París el poderoso genio de Cauchy había puesto de relieve con tal fuerza de lógica el gran peligro que existía para la validez del razonamiento el empleo de las series divergentes que Laplace, preocupadísimo, había marchado inmediatamente á su estudio y no había descansado hasta cerciorarse de la convergencia de las series sobre las que había fundado la estabilidad del sistema del mundo. Más que exacta verosímil, la anécdota demuestra el alto interés científico que el ilustre autor de la *Mecánica Celeste* concedía, con razón, al magno problema que trataba de resolver; pero para su vida diaria y la de los suyos, para la tranquilidad de su país y hasta para el interés inmediato de la humanidad, la urgencia no era, ciertamente, tan extremada. El sol seguiría saliendo al día siguiente, y los años sucesivos y los planetas mantendrían su curso y la tierra no alteraría sus condiciones de habitabilidad porque resultarían divergentes las series de Laplace. Una secular experiencia lo acreditaba aún con una seguridad mayor de la que el mismo insigne autor calculara en su teoría analítica de las probabilidades.

No es nuestro asunto de tal magnitud y eso nos permitirá tranquilizarnos. Con nuestros actuales procedimientos de cálculos construimos nuestras presas y no se caen ya. Contra lo que se pudiera esperar, algunas antiguas subsisten y no será por un continuado milagro. Es, seguramente, que estamos ya dentro de lo que podríamos llamar el intervalo de seguridad. Los dictados de la razón práctica son que caminemos por él con la mayor prudencia sin ver en nuestras representaciones sino una grosera aproximación, una especie de *modus vivendi* que nunca debe hacernos olvidar cuanto la realidad reserva todavía, y que es, precisamente, en ese oscuro campo, apenas explorado, donde se han de encontrar los elementos que permitan nuevos progresos á la técnica del porvenir.

Aun me queda mucho que decir. Temo fatigaros y fatigarme y con la venia de la Junta directora de este Instituto podemos, si me lo permitís, dejar el tema hasta mañana.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Ferrocarril eléctrico de la Cerdaña, de Villefranche-de-Conflent á Bourg-Madame.

El ferrocarril eléctrico de Villefranche-de-Conflent á Bourg-Madame, en el departamento de los Pirineos Orientales (Francia), ha sido objeto de numerosos estudios, notas y memorias publicadas en diversas revistas técnicas; pero la mayor parte de estas publicaciones no han tratado generalmente más que ciertas particularidades, por esto es más interesante el estudio de conjunto que el Ingeniero de puentes y calzadas, M. Delmas publica en los *Annales de Ponts et Chaussées*, estudio que comprende la construcción de la línea propiamente dicha; su equipo eléctrico; la construcción de una fábrica hidroeléctrica, de sub-

estaciones de transformación y el establecimiento de una línea de transporte de fuerza; el establecimiento de un depósito regulador por medio de una gran presa de embalse; la construcción del material móvil. El autor describe, sucesivamente, las más importantes de estas obras, da sus características principales, explica ciertos detalles de ejecución interesantes, el precio de coste, los primeros resultados de la explotación, etc.

Indicaremos, entre las obras de arte, el viaducto de Fontpédrouse, obra del Ingeniero Séjourné. Es esta una obra de dos pisos que salva el río del Tat (fig. 1.^a); su longitud entre estribos extremos es de 217 metros y la altura entre el carril y el nivel del estiaje es de 63 metros. La originalidad de la obra reside sobre todo en la solución adoptada para salvar el lecho del río:

una bóveda ojival de 30 metros de luz y 18, próximamente, de elevación, se apoya sobre las dos orillas, á 17 metros, próximamente, por encima del lecho; de la clave de bóveda de esta ojiva se eleva una pila que sirve de apoyo á dos arcos de plena cimbra de 17 metros de luz descansando por otra parte sobre otras dos pilas que arrancan de las laderas á una y otra parte del nacimiento de la ojiva.

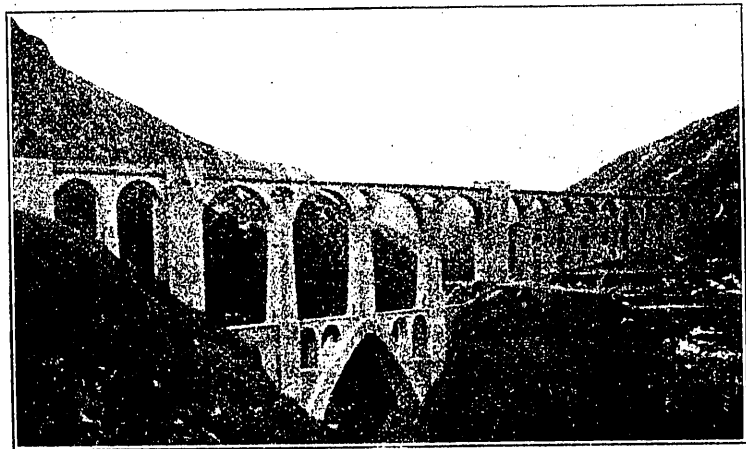


Fig. 1.ª

Esta obra que presenta un aspecto muy elegante y muy fuerte, ofrece una segunda particularidad, que consiste en reducir la anchura del viaducto normalmente al eje del trazado, tanto como lo permitan las condiciones de estabilidad y en ganar al nivel de la plataforma las dimensiones que debía alcanzar esta última, por medio de una baldosa de cemento armado que descansa sobre la obra, teniendo á un lado y á otro una parte al aire. La anchura en la parte superior es de 2,50 metros (fig. 2.ª); es de 4,16 en la base de las pilastras del piso superior, de 6,75 en el arranque de los arcos en ojiva. El forjado de cemento armado, presenta una anchura total de 4,50 metros, dejando un intervalo entre parapetos de 4,20 metros.

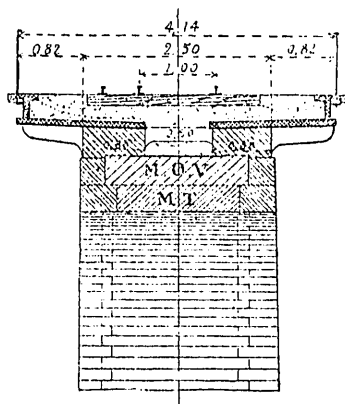


Fig. 2.ª

El gasto total ocasionado por la construcción del viaducto de Fontpédrouse se eleva á 554.000 pesetas, lo que corresponde á 2.340 pesetas por metro lineal de obra; 520 por metro superficial de plataforma; 94,54 por metro superficial en elevación y 80,87 por metro cúbico de mampostería.

La fábrica hidroeléctrica debía poder producir 2.500 caballos para un salto neto de 400 metros, próximamente. Para crear el depósito regulador, se ha construido un muro-presa de mampostería, doblado por una cubierta destinada á proporcionar las condiciones de impermeabilidad. Esta obra permite evitar el contacto directo del agua del depósito con el muro, no admitiendo entre él y la presa, propiamente dicha, más que las aguas de filtración sin presión que es posible recoger cuidadosamente y evacuar hacia agua abajo. La cubierta está constituida por unas bóvedas de generatrices verticales que se apoyan sobre el paramento agua arriba de la presa. Se han dispuesto unas juntas de dilatación en la mampostería de la cubierta cada 25 ó 30 metros

según la disposición indicada en el croquis representado en la figura 3.ª; en cuanto á las juntas secas se han establecido con mortero pulverizado en la dosis de 50 kilogramos de cemento por 83 litros de arena comprimida.

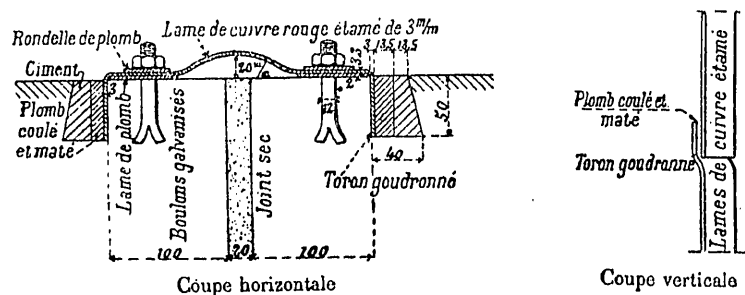


Fig. 3.ª

La fábrica central contiene cuatro grupos electrógenos, uno de ellos de reserva, constituidos cada uno por una turbina, una dinamo dimórfica y un transformador elevador de tensión. Las turbinas, de eje horizontal del tipo Pelton tienen una potencia de 1.500 caballos á la velocidad de 375 vueltas por minuto.

Se puede evaluar en 28 millones el gasto total de establecimiento de la línea, comprendiendo el material móvil, lo que da un gasto kilométrico medio de 500.000 pesetas. Haciendo abstracción del costo (5 millones) referente á la producción de energía eléctrica, el precio medio kilométrico viene á ser de 410.000 pesetas; el precio medio del caballo, medido sobre el árbol de las turbinas, resulta á 1.000 francos, próximamente, si se cuenta con una potencia posible de 5.000 caballos.

Transporte á 384 kilómetros de 120.000 kilovatios á una tensión de 150.000 voltios.

El empleo de las altas tensiones va generalizándose cada vez más. La primera red á 100.000 voltios, construida no hace muchos años, parecía un límite del que ya no podía pasarse. Sin embargo, bien pronto se ha pasado á las corrientes de 120.000 y ahora la Pacific Light and Power Corporation ha implantado una línea trifásica á 150.000 voltios para transmitir 120.000 kilovatios de la Central de Big Creek á Los Ángeles, con un recorrido de 384 kilómetros.

La energía es suministrada por dos Centrales hidroeléctricas abastecidas por un salto de 300 metros. Las turbinas son dobles, del sistema Allis Chalmers, y ponen en movimiento cada una un alternador de 17.000 kilovoltamperios, 375 vueltas, 6.600 voltios y 50 periodos.

El conjunto se ha estudiado de modo que permita un eventual aumento de potencia y soportar mayor velocidad. La corriente á 6.600 voltios de los alternadores, se lleva por un doble sistema de barras colectoras, á un centro de distribución que sirve para alimentar á los transformadores, cuyo secundario da principio, igualmente, á un doble sistema de barras á 150.000 voltios.

Toda la maniobra se hace por medio de interruptores de aceite de construcción especial. Para cada alternador se ha estudiado un grupo de transformación sencilla de aceite y de circulación de agua, de una potencia de 5 800 kilovoltamperios, cuyos devanados primarios están montados en triángulo y los secundarios en estrella.

En la primera central las excitatrices tienen una potencia de 150 kilovatios; son capaces de alimentar al mismo tiempo dos alternadores, y dan 750 revoluciones por minuto por medio de un motor especial; un aparato Tirrill asegura la regularidad.

En la segunda Central la potencia de las excitatrices se ha llevado á 200 kilovatios; son de devanado compound con dos bobinas shunt. Uno de estos devanados está unido á la escobilla de corriente continua, el otro á una batería de acumuladores que asegura una excitación independiente regulada por un aparato Tirrill. El material eléctrico de la primera Central ha