

En resumen:

	Pesetas.
Importe total de los presupuestos aprobados para la ejecución de las obras del trayecto comprendido entre Vitoria (Norte) y Los Mártires.....	5.289.043,90
Importe de los créditos percibidos.....	4.812.427,48
<i>Economía obtenida.</i>	476.616,42

Por el resumen que precede, podía verse que en la ejecución de las obras se ha conseguido economizar 476,616,42 pesetas sobre el importe previsto en los presupuestos aprobados, lo que eleva á 10.340.613,73 pesetas la economía total del citado proyecto respecto al presentado por las Diputaciones, ó sea á un 33,93 por 100 el 32,37 por 100 deducido antes.

El importe del trayecto de Vitoria á Los Mártires se liquida en definitiva con una rebaja de 4.083.702,09 pesetas respecto al presupuesto de 8.896.129,57 pesetas que le asigna el proyecto de las Diputaciones, lo que se traduce en la importante economía de un 45,90 por 100.

Los 39.694,74 metros que alcanzaba la longitud á construir del trayecto Vitoria á Los Mártires se han ido abriendo al servicio público, á medida que se iban terminando, en las fechas que se detallan á continuación:

TROZOS	Longitud. — Metros.	Fechas en que se abrieron al servicio público.
Ramal de enlace entre Vitoria (empalme con el Norte) y la antigua estación Vitoria (ciudad).....	2.283,70	22 Septiembre 1915
Salinas á Escoriaza.....	17.166,70	4 Octubre 1916
Escoriaza á Mondragón.....	7.441,13	15 Febrero 1918
Mondragón á los Altos Hornos de Vergara.....	7.454,53	3 Septiembre 1919
Altos Hornos de Vergara á los Mártires (empalme con Durango á Zumárraga).....	5.348,68	18 Diciembre 1918

No hay para qué decir que la rapidez de la construcción hubiera sido mayor de no haberse tenido que luchar con los entorpecimientos y dificultades de todo género, derivadas de la guerra, que son sobradamente conocidas.

Organización del trabajo.

Para la redacción de los proyectos y construcción de las obras la División no ha contado con personal especial. Bajo la inspección directa del Ingeniero-Jefe, D. Antonio Faquineto, la dirección y ejecución ha sido llevada por el Ingeniero Sr. Conde de Baynoa, y auxiliado por los Ayudantes D. Antonio Portilla y D. I. Angel García Rey, que han atendido además al servicio ordinario de su cometido en las funciones propias de la División.

Las obras en su casi totalidad se han hecho por el sistema de pequeños destajos, especialmente el movimiento de tierras y apertura de túneles: las obras delicadas por administración y del mismo modo la adquisición de materiales.

El número de metros cúbicos de tierra excavados en todas las obras ha sido de 200.000, y la obra de fábrica ejecutada en metros de 54.000 metros cúbicos.

La longitud de túneles de nueva construcción alcanza 671 metros, que con los 1.370 antiguos que ha sido preciso reparar, hacen un total de longitud de túneles de 2.041.

Se han explotado cinco importantes canteras. El personal de

la explotación ha prestado eficaz concurso. En el taller se han construido las partes metálicas de las estaciones, y una pequeña brigada volante, compuesta de tres personas, ha tenido á su cargo el detalle de los trabajos de campo, delineación, etc., y con sólo dos empleados, afectos además á la explotación, se ha llevado el trabajo administrativo de la oficina en Vitoria.

En los trabajos propiamente dichos de la construcción que han durado cincuenta y cuatro meses y han absorbido de 300 á 500 obreros, según las estaciones, no se ha producido más accidente grave en el trabajo que la amputación de un brazo á un capataz que sufrió una caída en un puente provisional.

Los gastos ocasionados por el cumplimiento de la ley de Accidentes del trabajo han sido del 33 por 10.000 del valor de las obras, ó sea la sexta parte aproximada del 2 por 100 que se fija por disposiciones legales en los presupuestos de las obras similares.

A pesar de haberse empleado obreros procedentes de distintas regiones, castellanos, gallegos y vascongados, no se ha registrado la menor colisión ni riña alguna.

Resumen.

Este ferrocarril, no solicitado por entidad alguna en los períodos de sus subastas, á pesar de las importantes subvenciones concedidas, ha sido al fin completado por el Estado, acompañado por el rasgo de las Diputaciones de Guipúzcoa y Alava y Ayuntamiento de Vitoria, á las cuales se les ha devuelto ya una importante cifra de su anticipo.

El importe total de los créditos concedidos para las obras es, como antes se ha dicho, de 4.812.427,48 pesetas, resultando, por tanto, los 41 kilómetros abiertos á la explotación, á un promedio de 117.376,28 pesetas.

El Estado queda dueño de un ferrocarril de 60 kilómetros por una cantidad de 5 millones de pesetas, que aun cuando llegue á 6 millones para dotarlo de abundante material móvil, resultará el kilómetro á 100.000 pesetas; queda enlazado en Vitoria con la línea del Norte; en Vergara con las líneas de la Compañía de los Vascongados, con tráfico local de alguna importancia y abreviando por su recorrido las relaciones comerciales del importante sector de costa de San Sebastián á Bermeo.

Nuestra felicitación más entusiasta por su actividad y éxito obtenido al Ingeniero-Jefe D. Antonio Faquineto, al Ingeniero encargado Conde de Baynoa y demás personal citado de la primera División de ferrocarriles, que tanto se han acreditado en la importantísima obra inaugurada, fuente de riqueza de esa comarca.

Consideraciones sobre la estética de las construcciones metálicas.

por

R E S A L

Inspector general de Ponts et Chaussées y profesor de la Escuela Nacional de su Cuerpo.

Lo que á un espectador hace distinguir lo bello de lo feo, es el carácter agradable ó desagradable de la sensación que recibe. Las leyes de la estética no pueden ser, por consiguiente, más que fisiológicas y contingentes en el hombre. Podría, por lo demás, ponerse en duda su existencia por el hecho de que las impresiones producidas sobre dos individuos por un objeto determinado

no son jamás idénticas y pueden ser precisamente contrarias. Sin embargo, entre los miembros de una misma raza, ó más particularmente de una nación, parece existir una concordancia original y hereditaria en las percepciones de los sentidos y sus repercusiones cerebrales, reforzadas sin duda por las condiciones comunes de la existencia y especialmente el clima, por la educación, las relaciones sociales y la costumbre, que tienden á uniformar sus gustos y hacerles manifestar, aproximadamente, los mismos sentimientos de atracción ó de repulsión, en materia de arte como en gusto culinario.

Se concibe, por consiguiente, que todo pueblo civilizado tienda á crearse una arquitectura nacional, que tanto puede subsistir casi inmutable durante una sucesión de siglos como modificarse de una manera incesante, de acuerdo con los hábitos y costumbres, hasta transformarse completamente con el tiempo, no por saltos bruscos, sino por transiciones graduales poco sensibles en el curso de una generación.

Según esto, existirían tantas reglas de estética como grupos étnicos ó sociales. Sucede, por lo tanto, que algunas clases ilustradas llegan á comprender y á apreciar las obras del extranjero y se apasionan por ellas hasta el extremo de preferirlas á las de sus nacionales. Bajo su influencia ó por su autoridad, una arquitectura exótica se infiltra en el país y consigue desalojar el arte indígena. La moda y el snobismo favorecen frecuentemente este transplante, por la potente acción que ejercen sobre las masas, según Gustave Le Bon, que manifiesta poca consideración para los móviles y las ilusiones susceptibles de arrastrar á la multitud. En fin, los movimientos políticos ó sociales, las revoluciones, las guerras y, sobre todo, las invasiones producen á veces cambios de esta clase, que entonces pueden ser súbitos y sin transición.

Si los innovadores se limitan á copiar servilmente las obras de origen extranjero que les seducen, no engendran casi más que imitaciones sin valor artístico por las que el capricho del público es pasajero. Así sucede que en la superficie del globo existen un buen número de poblaciones abarrotadas y afeadas por monumentos llamados griegos, romanos, bizantinos, egipcios y estilo modernista, en los que casi no se fija la atención más que para deplorar su existencia. Finalmente, la reforma desventuradamente emprendida por algunos utopistas, con el concurso de cierta gente de negocios, aborta lastimosamente en medio de la indiferencia ó de la hostilidad general. Este es el castigo de aquellos que habiendo tenido la pretensión de inspirarse en obras de otro, no han conseguido más que remedarlas.

Cuando la arquitectura nacional ha conservado todavía alguna vitalidad, debe entonces renacer y florecer de nuevo. Si está decididamente desecada ó desarraigada, nada queda ya de ella: se ha extinguido sin remedio una civilización, y desde el punto de vista estético, la nación cae en la barbarie ó en la nada, hasta que un renacimiento la saque de su abatimiento. Ahora bien, sucede lo contrario cuando el pueblo importador contiene en sí mucha savia, vigor y originalidad para dar realce y poner su marca en el artículo venido del exterior, infundirle sus gustos y acomodarlo á sus cualidades y defectos propios, así como á sus necesidades y costumbres. Crea entonces un arte nuevo apropiado á su genio nacional, que puede vivir y desarrollarse alejándose cada vez más del modelo que le dió vida.

Puede considerarse que Francia presenta el ejemplo más característico de un pueblo que ha hecho suyas, por adaptación á su temperamento y á su ideal, formas de arte tomadas del extranjero. Respecto á este punto no hay más que consultar las obras históricas donde se exponen los orígenes y las evoluciones de los distintos sistemas de arquitectura que se han sucedido en nuestro país. Sin duda la simiente ó la estaca nos ha venido de muy lejos

pasando por las fronteras, pero el árbol y sus frutos son completamente franceses: se han aclimatado y naturalizado presentando todos los caracteres de la calidad de indígena.

Las construcciones metálicas, puentes y edificios, tuvieron origen en Inglaterra durante el curso del siglo XIX. Es pues, por consiguiente, un plazo demasiado breve para dar á los productos de la industria un carácter artístico. Así es que puede comprobarse que en todos los países del mundo estas obras se parecen como hermanos gemelos: no existe carácter distintivo alguno que permita asegurar la región en que el azar las ha colocado. Este rasgo de cosmopolitismo, que excluye toda adaptación al genio propio de cada nación, demuestra *a priori* que desde el punto de vista estético no ha salido todavía del período de incubación.

Gran número de personas pesimistas, demasiado ligeras ó de ideas preconcebidas, afirman que desde el punto de vista arquitectónico jamás podrá sacarse partido del hierro. Nosotros tenemos mejor esperanza. En todos los países se halla igual mesa de cocina y es cierto que su forma primitiva y poco elegante ha variado muy poco desde la época prehistórica en que los primeros leñadores derribaron árboles para satisfacer sus necesidades de comodidad. Ahora bien, esta persistencia á través de los siglos de un tipo grosero y rudimentario no ha impedido á los ebanistas crear muebles admirables que satisfacen á los gustos más refinados, pero para llegar á ello ha sido preciso mucho tiempo.

La misma observación se aplica idénticamente á las construcciones de piedra.

Se objetará probablemente que hasta el momento actual nada autoriza la asimilación del hierro á los materiales antes citados, pero el empleo de este metal no data de ayer y para todas las aplicaciones que de él se han hecho desde larga fecha, antes del siglo que ha visto crearse los puentes, la ley del progreso estético se ha verificado sin contradicción posible.

Los mercaderes de hierro de la Edad Media y de los siglos siguientes nos han legado verjas, balcones, herrajes, armas y utensilios varios, cuyo valor artístico es inapreciable. Los arquitectos han sentido que un número de generaciones sucesivas han debido afanarse y gastarse en intentos más ó menos felices antes de conseguir por fin este grado de perfección.

¿Por qué no ha de suceder lo mismo con los puentes metálicos, nacidos ayer? Desde el presente nos prestan servicios muy útiles. Algunos nos sorprenden ya y nos atraen por su atrevimiento ó su ligereza. Ciertamente, no puede pretenderse que ninguno de ellos nos dé una impresión análoga á la experimentada ante los monumentos de piedra que constituyen el ornato del país, pero dejemos hacer al tiempo y persuadámonos de que este ramo de la actividad humana no escapará á la ley universal del progreso de las artes, que hasta hoy no ha sufrido excepción alguna, á pesar de ciertos períodos de estancación y de bastantes frecuentes retrocesos que han sido temporales.

Podrá parecer prematuro hablar en la actualidad de estética á propósito de un género de construcción en estado de lactancia todavía, de la que probablemente no se desprenderá hasta pasado varios siglos, pero por muy alejado que esté de nosotros un fin apenas entrevisto de un modo impreciso, no es este un motivo admisible para que cada generación se descargue sobre la siguiente el cuidado de intentar buscar el buen camino y emprender la marcha de frente. La inercia y la indiferencia no hacen de modo alguno avanzar los negocios. El esfuerzo, aun no coronado con el éxito, puede tener consecuencias fructuosas. Los nuevos trabajadores instruidos con los errores de los anteriores hallarán en ello indicaciones útiles para sostenerse en el camino recto.

Estos son los motivos que nos han determinado á emitir sobre este asunto muy oscuro algunas opiniones seguramente

discutibles, que podrán ser base de discusión y servir de punto de partida para investigaciones ulteriores mejor orientadas.

Resulta siempre interesante colocar á los observadores en situación de poder ejercer su perspicacia, destruyendo algunas tesis atrevidas y, sustituyéndolas por otras más adecuadas á la realidad.

El aspecto más ó menos satisfactorio de una construcción metálica, depende en gran parte del Ingeniero que la concibe, fija sus disposiciones generales y determina las dimensiones de sus elementos. A continuación pertenece al Arquitecto estudiar el decorado.

Para tratar completamente el asunto sería preciso acumular ambas profesiones, lo que no es nuestro caso. Nos limitaremos, por consiguiente, al examen de los problemas que constituyen nuestra especialidad, dejando aparte la cuestión decorativa propiamente dicha.

Nos es preciso señalar primeramente que la vista humana es un instrumento de óptica de un género muy particular. Como los demás órganos de nuestros sentidos, subordina sus comprobaciones á la impresión que recibe el cerebro. Desde el punto de vista realista es un testigo infiel y un observador caprichoso. Altera las dimensiones, deforma los objetos y falsifica la perspectiva. Si se le presenta simultáneamente un círculo blanco sobre un fondo negro y uno negro de igual diámetro sobre fondo blanco, afirmará terminantemente que el primero es mayor que el otro. Con dos figuras de color idéntico, atribuirá tonalidades y brillos distintos según las tintas que las rodeen. Muchos objetos se perjudicarán ó se beneficiarán según los fondos, sin que pueda darse más razón sino que son disparatados ó que constituyen un feliz conjunto: pero esto no es más que palabras y no explicaciones. Tal edificio constituido en total por partes mediocres, puede producir una sensación agradable, porque el conjunto sea juzgado homogéneo, y bien equilibrado: si se trata con mayor cuidado uno solo de sus elementos, se corre el riesgo de hacer resaltar la inferioridad de los otros y habiendo conseguido en aquella forma alcanzar la armonía del conjunto, estropear la obra al intentar mejorarla.

Puede hacerse la pregunta de si el desacuerdo entre los adversarios y los partidarios de la arquitectura gótica, que desde hace mucho tiempo divide en dos partidos á las clases cultas, igualmente instruidas y de buena fe, no es debido á que los unos descomponen cada edificio en sus distintas partes, para estudiar por separado cada una de ellas y criticar la ejecución ó la concepción, mientras que los otros abarcan el conjunto, sin fragmentarlo. Abstracción hecha de la moda, que ha desempeñado un papel muy importante en la contienda, cambiándose alternativamente, según su fantasía, de un lado al otro, parece ser que los partidarios estaban más en lo cierto. Siempre que los adversarios han intentado corregir los defectos por ellos observados, sustituyendo ó transformando las partes que consideraban desagradables, no han conseguido más que echar a perder la obra. A este error debemos un gran número de monumentos híbridos, cuyas partes, de estilos distintos, frecuentemente bien ideados y trabajados cada uno en particular, producen discordancia en su conjunto y se hacen recíprocamente la guerra.

En todos los asuntos de estética, las ilusiones y los caprichos de la vista humana desempeñan un importante papel del cual es indispensable no prescindir.

* * *

Abordaremos ahora el sujeto que tenemos en consideración, emitiendo, según nuestras ideas personales y las observaciones que hemos podido hacer en nuestra carrera de constructor, algu-

nos aforismos que nos guardaremos muy mucho de presentar como verdades primas: en materia de arte, las teorías absolutas y las tesis dogmáticas no han tenido jamás más que una existencia muy corta y finalmente han cedido el puesto á otras que se han anticuado á su vez y han caído en el olvido.

* * *

Se asegura que el genio francés está compuesto de sencillez, fluidez y claridad. Nos adherimos sin temor á esta opinión, emitida y apoyada desde hace mucho tiempo por reconocidas autoridades.

Sacaremos en conclusión que el primer deber de una construcción metálica es el de ser fácil y rápidamente comprensible para un público no compuesto de Ingenieros, sino de personas desconocedoras de los arcanos de la resistencia de los materiales.

Se ha sostenido á veces el razonamiento siguiente: «El arco es más elegante que la viga. Vamos á ejecutar una viga, pero le daremos la apariencia del arco». Respecto al público, constituye esto una especie de adulación, que no alcanza siempre su fin. El autor puede conseguir un éxito efímero, pero acaba por recoger la censura que ha merecido. Un verdadero artista no es un cortesano, y antes que engañar á sus propias convicciones, desafiará una impopularidad temporal. En una construcción metálica no es, pues, conveniente disimular los elementos necesarios ó útiles, ni añadirle postizos, bajo el falso pretexto de aumentar el agrado de los espectadores. Se tiene el derecho, y en ciertos casos el deber, de adornar y decorar las obras, pero á condición de no desnaturalizarlas: es preciso prohibirse de un modo absoluto el desfigurárlas.

Calificaremos de *tour de force* el acto que consiste en dar al público la impresión de que se halla en presencia de una cosa extraordinaria é inverosímil, como contraria á las leyes de la naturaleza. Esto es lo que se practica en las barracas de feria. Los Museos de teratología responden igualmente á esta atracción de lo anormal. Esta clase de espectáculos puede provocar la sorpresa y aun la estupefacción; pero estos sentimientos no guardan relación alguna con la admiración. No existe grado alguno de afinidad entre el arte y los ejercicios acrobáticos.

Conste que no queremos ponernos en contra de la audacia y el atrevimiento, cualidades preciosas en materia de construcciones metálicas, que se debe procurar poner de relieve por medio de disposiciones convenientes, y, si hay lugar, por medio de adornos apropiados. Nuestra protesta se dirige exclusivamente contra lo falso y lo incomprensible.

De un modo general, toda medida que facilita la clara inteligencia de una obra es buena; toda medida tomada en contra de este fin es mala.

Agrupación y distribución de los elementos.

Las construcciones metálicas, contrariamente á los edificios de piedra, se componen frecuentemente de un gran número de elementos distintos. Este conjunto de piezas se reparte científicamente en algunos grupos, cuyos miembros tienen funciones idénticas ó similares. Un Ingeniero las distinguirá sin dificultad á primera vista, pero es preciso que el público no ilustrado pueda hacer lo mismo por el solo funcionamiento de su órgano visual. Podrá conseguirlo siempre si el constructor ha hecho lo necesario para facilitarle esta operación de clasificación. Por ejemplo, si se trata de piezas rectas contenidas en un plano, convendrá atribuirles direcciones paralelas ó convergentes, ó sucesivamente tangentes á una curva continua. En un haz de tres dimensiones, los ejes de las barras serán los generadores de una superficie re-

gular, cilíndrica, cónica, hiperboloide ó paraboloides; no es, sin embargo, ni necesario ni interesante que sea una superficie definida geoméricamente.

Igual principio de continuidad deberá aplicarse á los elementos curvos que constituyen el grupo. Como ejemplo, los montantes curvilíneos de una pila metálica se trazarán de modo que las prolongaciones de sus ejes concurren visiblemente en un punto.

Si las dimensiones transversales de las piezas de igual categoría no son idénticas, será de desear que varíen de un modo continuo desde el primero hasta el último término de la serie. La inobservancia de estas reglas puede hacer desconcertar al espectador, que no comprendiendo nada de la trabazón de piezas grandes ó pequeñas dirigidas de un modo incoherente en todos sentidos, no verá en ello más que un batiburrillo desordenado y sin arte.

Frecuentemente se critica, y no sin alguna razón, la banalidad, la monotonía y la sequedad de las cerchas en triángulo, y este es probablemente el más sólido argumento de los despreciadores del hierro; pero si hasta el momento actual se han contentado con el empleo exclusivo de dos ó tres disposiciones sencillas y rudimentarias, esto no quiere decir que hayan de seguir siempre por el mismo camino. Al hablar de las vigas hemos indicado que muy bien se podría combinar trazados complejos compuestos exclusivamente de los elementos útiles, lo que permitiría variar el aspecto de las construcciones metálicas y darles un aspecto de originalidad susceptible de facilitar la misión del decorador.

La arquitectura árabe ha conseguido grandes resultados con el empleo casi exclusivo de redes de líneas rectas. No existe razón alguna de peso para que no podamos nosotros hacer lo mismo, con los ilimitados recursos que nos ofrecen la geometría y la resistencia de los materiales.

Formas y contornos de los elementos.

¿No es posible apartarse de la rectitud axial y de la invariabilidad de sección, á las que generalmente se han sometido la mayoría de las construcciones metálicas? Para responder á esta pregunta recurriremos á nuestra precedente comparación de los muebles de cocina con las obras de los ebanistas. Éstas, desde el punto de vista de la estabilidad, no son inferiores en modo alguno, por el contrario, puede observarse que las prominencias y las estrecheces de los pies y de los brazos de butaca, por intuición del artista, corresponden muy frecuentemente á las regiones para las que los cálculos de resistencia prescriben un refuerzo ó autorizan un enflaquecimiento de la pieza.

En el Curso de Resistencia de los Materiales hemos indicado ya que la columna griega, con su capitel, su fuste juiciosamente calibrado y su zócalo, constituye un soporte científicamente muy superior al poste bruto, de sección rectangular constante, sin coronación ni base, que desgraciadamente resucitado en las primeras obras de hormigón armado, parece en la actualidad completamente desechado como consecuencia de errores á veces de cuidado.

Ahora bien, con el hierro y el acero, ¿sería posible por medio de los procedimientos técnicos corrientes realizar formas comparables en variedad y elegancia, á las obtenidas con la madera y con la piedra?

El problema no se plantea con los objetos vaciados en fundición ó en acero, sino únicamente con las piezas laminadas. Ahora bien, sin descontar los futuros progresos de la metalurgia, que en la actualidad camina á pasos agigantados, la herramienta actual de la forja, con la forjadura, martilleo, coriadura y estampado en las matrices, permite satisfacer todas las exigencias de

los consumidores. A condición de no cometer el grave error que consiste en pretender reproducir con el metal las formas consagradas para la madera y la piedra, es preciso persuadirse de que la ductilidad y la tenacidad del primero abren á los innovadores un campo de acción incomparablemente más extenso y les aseguran una mayor libertad de acción que con cualquier otro material.

Si se acuerda subsistir la eterna línea recta, de la que casi nadie se separa hoy en día, por curvas autorizadas por la Resistencia de los Materiales, ¿qué reglas será preciso seguir para su trazado? Esto será cuestión del artista y el resultado dependerá de su gusto y de su habilidad profesional.

Respecto á este particular nos limitaremos á formular dos observaciones. En primer lugar, parece ser que la vista no se complace con las líneas cuya curvatura se modifica bruscamente. Así sucede que el arco carpanel formado por círculos sucesivos, empleado durante mucho tiempo en las bóvedas de mampostería, ha terminado por ser abandonado porque los enlaces de los círculos daban á la vista la impresión de paneles desagradables. La geometría puede muy bien facilitar otras y satisfacer á todas las exigencias. No es por lo demás de ningún modo necesario buscar una solución que se traduzca por una ecuación ó una construcción gráfica. La mano experta del artista podrá trazar de un solo trazo una curva agradable y este es en suma el procedimiento que probablemente debe conducir al mejor resultado.

Nuestra segunda observación es que ninguna línea posee un valor intrínseco, que la haga bella por sí misma. Es preciso también que se halle en el sitio conveniente. El célebre puente de la Trinidad, sobre el Arno en Florencia, presenta una curva de intradós muy aplanada, que viene á enlazarse con una pila baja y maciza con tajamar triangular. Un Ingeniero bien intencionado, deseando perfeccionar la obra de su genial predecesor, ha construido un puente idéntico, excepción hecha de las pilas que son más delgadas y más altas, y están provistas de tajamar circular clásico. El resultado ha sido de lo más mediano.

Otro admirador del puente de Florencia ha hecho algo peor todavía. El ferrocarril de Sceaux franquea la calle de la Tombe-Issoire, en el XIV° distrito de París, por un pequeño puente oblicuo, cuyo intradós, calcado del de la Trinidad, está basado sobre dos muros verticales de gran altura.

La Naturaleza protestó de este acto temerario y la bóveda se desplomó en el descimbramiento, pero el Ingeniero no quiso aceptar su derrota. Un nuevo intento por su parte ha triunfado de la mala voluntad de los materiales, afirmados por fuerza en un aparejo oblicuo asombroso. El puente existe todavía y parece sólido: ha costado caro, sin duda, pero su fealdad es de tal naturaleza que nadie la discute.

En materia de líneas y de contornos, la vista es un juez severo y quisquilloso. Muy frecuentemente sus sentencias no son motivadas y es entonces difícil discernir los motivos de su satisfacción ó de su desagrado. Los restauradores de obras de escultura ó de arquitectura pueden decir algo de ello. Como consecuencia de fracasos sufridos por artistas hábiles y concienzudos al intentar restablecer la integridad de monumentos ruinosos, se ha resuelto frecuentemente llenar las cavidades profundas y peligrosas con piedras brutas, mejor que confiar á un práctico poco seguro en la tarea escabrosa de hacer un enlace con las partes antiguas subsistentes.

En suma, en el asunto no existe receta que permita obtener á voluntad lo bello ó lo feo. El artista acierta ó fracasa, según que haya estado bien ó mal inspirado. El mejor pasa alternativamente por altos y por bajos. Las obras consagradas por la Administración general son por sí mismas guías peligrosas á seguir

para aquellos que son incapaces de crear por sí mismos. Las copias son siempre inferiores á los originales, cuya excelencia pone de relieve su mediocridad, y al hacer la comparación desciende su nivel más de lo que real y equitativamente merecerían. El Partenón de Atenas y la Casa cuadrada de Nimes han sido causa de muchos fracasos á sus vulgares imitadores.

Del equilibrio de las dimensiones.

La importancia aparente de una pieza debe estar en relación con su importancia efectiva en la obra. En otros términos, la anchura ó elevación de un elemento esencial debe por sí llamar la atención del espectador, quedando el elemento accesorio, por su exigüidad relativa, relegado á segundo término. Es éste sin duda uno de los problemas más difíciles que tiene que resolver el Ingeniero, porque la armonía del conjunto dependerá de la manera más ó menos feliz con que se desenvuelva en su tarea. Gran número de construcciones tienen un aspecto desagradable porque las amplitudes de sus elementos parecen haber sido determinadas por el azar. Bajo este aspecto aparecen como deformes y hasta puede decirse grotescas, atribuyendo á este calificativo su verdadera significación: se aplica á aquellas figuras en que intencionalmente se han falseado las proporciones, con objeto de divertir al espectador y provocar su hilaridad. Bien entendido, ningún obstáculo que provenga de la Resistencia de los Materiales ó de la Industria metalúrgica, impedirá jamás al Ingeniero atribuir á una pieza la amplitud que hubiera juzgado conveniente, conformándose siempre estrictamente á las indicaciones facilitadas por un cálculo riguroso. Más que de un engaño lo que se trata es de poner las cosas en su lugar. El subterfugio consistiría, por el contrario, en engañar al público, que tiene derecho á exigir que la amplitud de un elemento esté proporcionada á su papel en la construcción.

Como ejemplo diremos algunas palabras sobre los aparatos de apoyo en articulación, que se intercalan entre un armazón metálico y sus soportes, pilas ó estribos. El eje de articulación ó gorrón, encajado entre los dos balancines del aparato, es un cilindro de poco diámetro, y, por consiguiente, poco visible a una relativa distancia. Resulta de elló, que desde ciertos puntos de vista un poco alejados, el cierre metálico parece reposar sobre dos puntos. El constructor ha realizado en esta forma, no intencionadamente, el *tour de force*, del que ya hemos protestado: es contrario á las leyes de la naturaleza que una construcción pesada esté suspendida en el aire. En realidad existe en ello trampa, porque la verdadera dimensión del cilindro de articulación, que informará al público sobre la importancia de su papel, es su longitud, que no puede ser reconocida más que dirigiendo la vista según el eje longitudinal de las cerchas.

Como un puente está hecho para ser visto de frente, creemos que para restablecer el aparato de apoyo en el lugar debido es conveniente ensanchar la cabeza de la rótula cubriéndola con una caperuza circular bastante amplia para ser claramente percibido á gran distancia. Hecho esto, se verá que la obra reposa sobre una base sólida y se pondrá en evidencia en forma correcta la existencia de la articulación.

Consideremos también una viga en doble T cuyas alas sean de poco espesor. Vista esta pieza de frente aparecería como un rectángulo completamente plano, si la planta, cuya tenue sección es invisible, no se revelase por la sombra que produce sobre el alma; pero esta circunstancia no podría mejorar las cosas. La vista no se contentará con ver la sombra en cuestión, querrá conocer el origen. Es preciso, por consiguiente, mostrarle la pantalla que se proyecta sobre el alma. Por esta razón aconseja-

remos aumentar por artificio el espesor del ala añadiéndole una cantonera como reborde. Igual deberá hacerse con las piezas de hierro vistas por la sección, y que bajo la forma de nervios normales al alma y á las plantas se emplean frecuentemente para la consolidación transversal de la doble T. Nada escapará en esta forma á la vista del espectador, que ya informado respecto al método de constitución de la viga, no estará intrigado por las sombras vistas cuya presencia parecería inexplicable. Podría, sin duda, multiplicarse los ejemplos de casos donde medidas del mismo género estarían justificadas por la conveniencia de dar relieve á ciertos elementos esenciales que de otro modo correrían el riesgo de pasar desapercibidos, lo que induciría al público á caer en el error.

Cierto número de puentes, y especialmente los en arco, llevan una cornisa decorativa que corona el pretil. Se ha emitido á veces la opinión de que no desempeñando papel alguno estos dos elementos auxiliares, desde el punto de vista de la estabilidad, debían en toda circunstancia ser tratados como accesorios sin importancia, es decir, lo más superficialmente posible. A nuestro parecer, la cornisa y el pretil son para el espectador la representación visible de la sobrecarga que el puente es capaz de soportar. Deben, pues, corresponder á su fuerza aparente. Con un arco de alma llena de gran altura y tímpanos de aspecto, será preciso dar masa y potencia á la coronación y adoptar un pretil adecuado. Por el contrario, la cornisa será delgada y poco saliente y los elementos del pretil serán finos y menudos si la obra por sí misma da la impresión de una gran ligereza.

La balastrada del puente de los Santos Padres, en París, llevaba en otros tiempos un pa-amanos y montantes bastante exigüos para escapar a la vista de un espectador estacionado en el puente de las Artes, al que la obra aparecía como descoronada ó sin terminar.

Cuando se restauró el tablero de este puente se consideró conveniente dar mayor cuerpo á la balastrada para que estuviese en relación con los cuchillos que la sostienen.

Por el contrario, en el citado puente de las Artes el pretil, sencillo y fino en extremo, está en correspondencia con la ligereza del arco y del tímpano.

En apoyo de nuestra tesis citaremos también el Puente Nuevo de París, en el que nadie discutirá mérito arquitectónico. Es particularmente notable porque todas sus partes están perfectamente equilibradas y presentan en igual grado un carácter de potencia, puede hasta decirse de pesadez: bóvedas de medio punto de escasa abertura con dovelas muy altas, tímpanos llenos, pilas gruesas y bajas con tajamares triangulares salientes que sostienen torrecillas circulares macizas, coronación de tal espesor que encima de las bóvedas se han podido establecer galerías accesibles al hombre, en fin, parapeto lleno englobando refugios sobre las torrecillas de las pilas.

El todo constituye un conjunto armonioso, cuyo autor tiene tanto mayor mérito cuanto que con su talento ha sabido demostrar, en contrario á un prejuicio corriente, que la pesadez no excluye la gracia para el artista que sabe alcanzarla y vencer las dificultades que ha tenido el atrevimiento de abordar de frente. El parapeto lleno de este monumento se trató una vez de sustituir por un pretil de balaustres, por el motivo de que «este último tipo es por sí mismo más decorativo». Esta profanación no llegó á cometerse.

No es que nosotros tengamos formada mala opinión de la balastrada, que realmente tiene mucha distinción y elegancia cuando se colocá en sitio conveniente, como, por ejemplo, en el caso del puente de la Concordia, cuyas pilas son esbeltas y las bóvedas muy rebajadas y, por consiguiente, de aspecto atrevido,

cón cornisa de modillones de perfil clásico. En esta obra, igualmente notable, un parapeto lleno estaría completamente fuera de lugar.

Puede preguntarse si en los monumentos del antiguo Egipto, cuyo carácter original es una prodigiosa pesadez, el valor estético no es debido en gran parte á que la escala de las figuras decorativas varía desde el tamaño natural hasta el colosal, de modo que cada una llena exactamente, sin exceso ni insuficiencia, el papel que le está señalado en el templo. Ha habido en ello perfecto acuerdo entre el arquitecto y el escultor para conseguir un equilibrio de proporciones que no se halla siempre en los edificios más modernos, donde á veces parece que los artistas que han colaborado en la construcción han seguido cada uno su idea personal, sin haberse concertado previamente para fijar las dimensiones relativas de las distintas partes de la obra común.

Si se nos permite hacer una incursión en un dominio extraño para nosotros, diremos algunas palabras sobre las célebres estatuas de Puget que adornan el Ayuntamiento de Tolón. Representan sólidos mancebos que penan y gimen bajo la carga que sufren. Ahora bien, la carga que pesa sobre sus hombros es únicamente un ligero balcón, muy elegante por lo demás, que se compone de una losa de piedra y de una balaustrada de hierro adornado. Esto estaría muy bien para las cariátides, jóvenes y delicadas de la estatuaria griega, pero en el caso de que nos ocupáramos la carga es demasiado pequeña para justificar la actitud dolorosa de dos vigorosos cargadores que tienden sus músculos hasta casi hacerlos estallar. Existe en ello desproporción manifiesta entre el efecto deseado producir por el escultor y la causa aparente indicada por el arquitecto. ¿No se ve en esto una falta de equilibrio entre ambas partes solidarias de un sujeto decorativo?

Ilusiones de la vista.

Los Arquitectos griegos las conocían muy bien y supieron sacar un gran partido de ellas con maestría sin igual. Se ha comprobado no hace mucho tiempo, que en ciertas columnatas los diámetros de los fustes no eran idénticos, así como tampoco los intervalos. Desde el punto de vista puramente geométrico, las líneas de los edificios estaban á veces bien desviadas de la horizontal ó de la vertical, bien sesgadas. Se comprende perfectamente que no se trataba más que de retoques ligeros que se escapaban á la observación inmediata y trazadas con medidas muy precisas. Ahora bien, los constructores que mucho tiempo después han querido reproducir estos monumentos sin tener en cuenta matices cuya existencia no suponían, han conseguido resultados muy mediocres desde el punto de vista arquitectónico. Se saca en conclusión que estas deformaciones, que un geómetra podría tomar por errores de ejecución, eran á voluntad del artista con un fin de estética, al que llegaban por artificios desconocidos para su público, que admiraba lo que se le presentaba sin inquirir los medios empleados para conseguir su admiración. Sería locura pretender que esto en sí encierre una teoría. Nos limitaremos á citar algunos ejemplos de circunstancias que respecto á las construcciones metálicas podría inspirar consideraciones análogas.

En los puentes de arco, los montantes verticales tienen naturalmente alturas variables desde el nacimiento hasta la clave. En general se da á todos la misma anchura en elevación. En un puente compuesto de cinco arcos de 60 metros de luz, rebajados en $\frac{1}{10}$ nos hemos atrevido á hacer decrecer gradualmente esta dimensión transversal con la altura, en la relación de 1,50 para el montante más largo, hasta 1 para el más corto. Ahora bien, hemos comprobado que el espectador no se recelaba nada y atribuía *in petto* la misma amplitud en todas las piezas. Reiterado el experimento, no solamente con público no ilustrado, sino

también con constructores prácticos, ha conducido siempre al mismo resultado, y para convencer de hecho á los incrédulos ha sido preciso recurrir al testimonio de la fotografía. ¿Es preciso sacar de ello la conclusión de que no sea útil la disposición de que se trata puesto que escapa á la vista? A nuestro parecer demuestra que si dos piezas próximas y paralelas tienen igual anchura con alturas desiguales, la vista no queda satisfecha. El espectador siente de un modo inconsciente que la pieza larga es por comparación delgada y mezquina. La misma anchura no conveniría á una y otra, pero no se daría cuenta el público de cuál era la causa de su desagradado. Está descontento y esto es todo. De una decena de puentes en arco que franquean el Sena en el interior de París, existen tres á los que se ha aplicado la misma medida, y no sabemos de que persona alguna se haya jamás dado cuenta espontáneamente. Que nuestra manera de ver esté ó no compartida, puede encontrarse extraño que la vista no señale diferencias tan notables entre dos piezas próximas. Si nuestra memoria nos es fiel, en París, la diferencia de anchura no alcanza más que un máximo de $\frac{1}{3}$; salta á la vista en el dibujo ó la fotografía, pero en el propio puente no se percibe.

En oposición con estos primeros ejemplos, citaremos otros donde ciertos cambios, muy pequeños para ser perceptibles en el dibujo ó la fotografía, no ejercen menos una marcada influencia en el aspecto.

Una viga recta cede bajo la carga y forma en su sección media una flecha que en las condiciones ordinarias es del orden de magnitud de la milésima del vano. En un dibujo cualquiera ó en una fotografía, la línea elástica se confunde absolutamente con su cuerda. No obstante, y por razón de estética, se ha reconocido la oportunidad de remediar anticipadamente la flexión dando á la viga una contra flecha ó combadura, que compense la deformación debida á la carga. En los dibujos del proyecto resulta materialmente imposible indicar este retoque: es preciso limitarse á prescribirlo al constructor.

Igual medida debe recomendarse con los arcos articulados en la clave. En este caso es preciso tener en cuenta los efectos de la temperatura. Se puede hacer la observación de que en el puente Mirabeau, de París, la curva de intradós es ligeramente ojival: esto es, que se ha forzado un poco la combadura, para evitar que en esta obra muy rebajada, y como consecuencia expuesta á sufrir grandes cambios en la clave por las citadas influencias, el contorno de que se trata no estuviese expuesto á presentar un ángulo entrante y por consiguiente un pandeo de efecto siempre desagradable, mientras que el ángulo saliente de la ojiva no podría nunca perjudicar al aspecto.

Al puente Alejandro III en París se ha dado igualmente una contra flecha; en esta obra, también muy rebajada, se trataba de evitar en la clave la aparición de un ángulo entrante en la curva parabólica de trasdós.

Quando la planta de un puente en arco es rigurosamente rectilínea sobre todo el vano, del contraste entre la curva de intradós y la línea recta del pretel, resulta que esta última parece que se hunde por su centro. Es una ilusión óptica que no se escapa á la vista de persona alguna. Produce una mala impresión análoga á la producida por flexión de una viga. Por este motivo es conveniente sustituir la recta del dibujo por una curva muy rebajada cuya convexidad sea hacia arriba. Una flecha insignificante, igual por ejemplo al $\frac{1}{1.200}$ del vano, es suficientemente amplia. Se consigue sin dificultad por parte del constructor, aunque no aparezca en los dibujos de ejecución en grande escala. Por lo demás es suficiente con realizar esta desviación en el pretel exclusivamente.

No deben desnaturalizarse las curvas teóricas indicadas por el cálculo para los elementos de las construcciones metálicas, pero está permitido y aun recomendado retocarlas por razón de estética. Hemos tratado ya de este asunto al ocuparnos de las líneas de intradós ó de trasdós de los arcos; no insistiremos más en ello.

Para poner claramente en evidencia la imposibilidad de ajustarse á reglas fijas para la resolución de un problema de estética que depende esencialmente de la inspiración y del gusto del artista, tomaremos un ejemplo relativo á las obras de piedra ó de madera, y en particular al mobiliaje.

Para un géometra, la superficie curva por excelencia es la de la esfera y le parecerá que no puede encontrarse otra mejor. No obstante, cuando se toma la bola como elemento decorativo, se separa casi siempre de esa superficie. ¿Será esto con miras de aproximarse á las formas redondeadas que nos ofrecen los productos de la Naturaleza? En este caso se tendrá la elección entre una infinidad de siluetas diferentes, que nos facilitan las numerosas frutas y legumbres, cuyo contorno es pseudo estérico. Ahora bien, se detiene uno casi siempre en la esfera disminuida en su mitad superior y aumentada en la otra, que parece estar modelada sobre la manzana ó la alcachofa.

¿De qué modo justificar esta elección exclusiva? No podremos

dar más que la explicación siguiente, que es en suma la simple comprobación del hecho: se ha reconocido que esta forma era la más agradable á la vista y por eso se ha adoptado.

*
*
*

En el presente estudio hemos intentado analizar é interpretar según nuestras ideas personales, algunos hechos de observación. En asuntos de arte todas las opiniones son libres, y como nadie es dueño de sus sensaciones, cada uno tiene siempre razón en aquello que le concierne. No negaremos, por consiguiente, á nadie el derecho que tiene de profesar ideas diametralmente opuestas á las nuestras. Las reglas de estética, si es que se admite su existencia, varían según el pueblo, y en cada uno de éstos se modifican por los gustos y las costumbres. Un artista de valer no tiene necesidad alguna de sujetarse á ellas para crear obras bellas, y los genios mediocres no llegan á hacer nada bueno aunque las observen escrupulosamente.

Por esta razón nos abstendremos de formular ninguna conclusión. En semejante materia, *VARIUM ET MUTABILE SEMPER*, sería atrevido enunciar principios absolutos, cuya existencia puede no ser más que efímera, aun suponiendo que al principio alcanzasen el asentimiento de la mayoría.

H.

REVISTA EXTRANJERA

Disposición de regulación sistema Seewer para ruedas hidráulicas Pelton.

Esta disposición ha sido sometida por M. Seewer, desde hace dos años, á repetidos ensayos en el laboratorio de la Escuela Politécnica de Zurich, de la que es antiguo alumno.

En lugar de utilizar la disposición usual de tobera móvil alrededor de un eje y susceptible de lanzar sobre los álabes un chorro de agua cilíndrico, ya en la dirección normal, ya en la dirección oblicua, ó bien la disposición, usada también, en la que

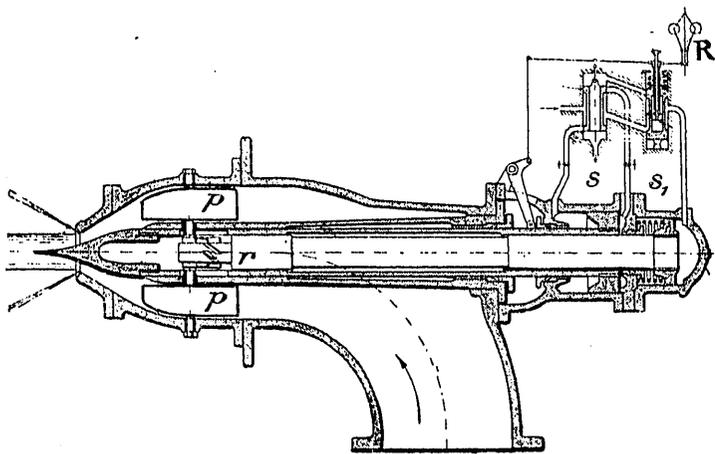


Fig. 1.ª

la tobera está fija, pero en la que se introduce un interruptor entre ella y la rueda, de manera de desviar el chorro, M. Seewer dispone en la tobera misma (figuras 1.ª y 2.ª), alrededor del punzón central que constituye el verdadero obturador, una serie de paletas *p* susceptibles de un ligero movimiento alrededor de sus ejes; éstos forman una estrella de rayos simétricamente divergentes á partir del eje de la tobera.

Un mecanismo de transmisión bastante sencillo hace tomar á

todas estas paletas inclinaciones idénticas, ó bien las mantienen paralelamente al eje de la tobera, caso en el que ellas no desempeñan ningún papel y dejan al chorro de agua su forma cilíndrica (fig. 3.ª), el cual actúa entonces sobre los álabes de la rueda con el efecto máximo. Por el contrario, la menor inclinación de las paletas quiebra al chorro de una manera muy notable y lo transforma en un cono (fig. 4.ª) cada vez más abierto á medida que esta inclinación de las paletas está más acentuada. El

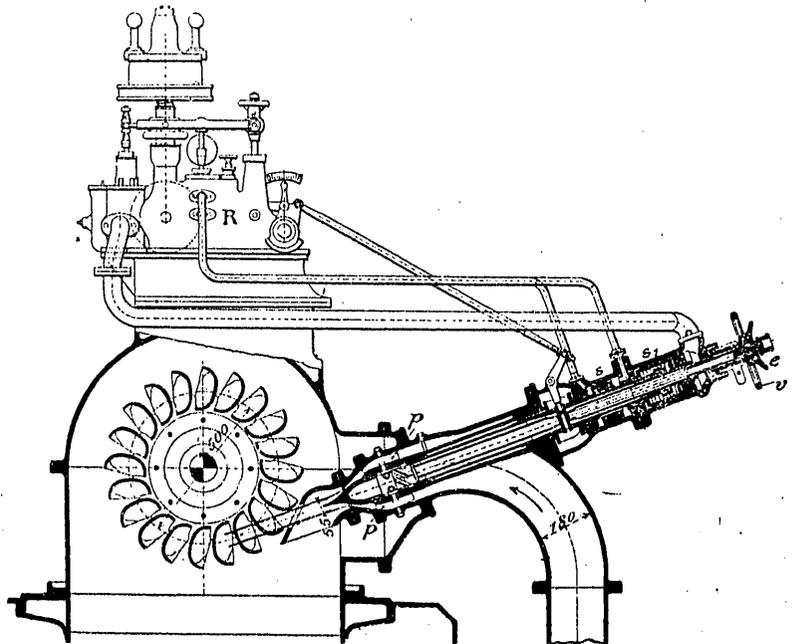


Fig. 2.ª

interruptor, representado en la figura 2.ª, que está perforado para dejar pasar el chorro cilíndrico, está entonces regado por el chorro cónico y le intercepta suprimiendo su acción sobre los álabes de la rueda Pelton.