

NORMAS PARA ENCAUZAR LA MÁXIMA BELLEZA EN LAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS

POR DOMINGO MENDIZÁBAL FERNÁNDEZ
INGENIERO PROFESOR

En los renglones que a continuación han de leerse¹ por quienes tengan para ello la suficiente paciencia, he de tratar de demostrar la posibilidad de que la calumniada construcción metálica puede proyectarse y construirse, en contra de lo que sus detractores la atribuyen, con formas y aspectos artísticos, aun en aquellas destinadas a fines utilitarios y de carácter industrial, quizá con poco coste suplementario, por escaso que sea el cuidado que se ponga en su concepción y ejecución.

Existe acerca de este sistema constructivo, tan competido actualmente por el hormigón armado, la opinión, poco favorable entre el público profano y aun en el técnico, de ser escasamente adecuado para la decoración y ornamentación, como no sea por el empleo de importantes elementos auxiliares y secundarios, ajenos a los resistentes, y con ello alcanzarse un importante incremento en el coste. Se trata de demostrar que existe posibilidad de alcanzar aquellos efectos y con escaso desembolso.

Seguidamente, se hacen algunas consideraciones de carácter general acerca de varios conceptos que conviene sentar fundamentalmente.

Toda construcción en que se aspire a que presente aspecto artístico, deberá ser concebida en su conjunto y detalle, como bella, o sea dotada de belleza.

La belleza puede calificarse como absoluta o como relativa.

Aquella, teniendo en cuenta lo limitadas que son nuestras facultades de percepción, quizá no se conciba ni se aprecie, aunque, en realidad, exista.

Ésta se encuentra más a nuestro alcance, siendo la que produce una emoción estética, una comunión espiritual, o sea cuando despierta en el observador sentimientos de perfección; de esta belleza relativa pueden estar dotados dos grupos de objetos: aquellos que sólo y exclusivamente tienen por

fin la producción de dicha emoción; por ejemplo, un cuadro, una escultura, un fragmento de música o aquellos que con fines utilitarios se proyectan y construyen, existiendo en ellos, aunque no sea su fin primordial, condiciones que dan lugar a la expresada emoción artística, no sólo compatible, sino deseable su coexistencia en mayor o en menor proporción.

Por ello, e indiscutiblemente, toda obra de finalidad utilitaria debe, ante todo, satisfacer su objeto y misión para la que fué creada, pero sin olvidar, en ningún momento, siempre que su obtención no ocasione gasto que no pueda admitirse en el presupuesto de la obra que haya de crearse, las condiciones que, de un modo breve, se examinan y reseñan a continuación, debiendo tenerse en cuenta que el Ingeniero, en la aplicación de sus conocimientos y sin perder de vista su verdadera misión, dedica a estas obras utilitarias, como es lógico, su máxima atención y actividad.

Veamos cuáles son las condiciones fundamentales para la creación de una obra bella:

Fundamento básico para ello, es que la obra de que se trate reúna las condiciones que permitan crearla con la debida *proporción*, o sea con la debida armonía entre el todo y las partes, por lo que su realización debe ser esencialmente racional; la *proporción* hace mejorar obras que pueden calificarse, desde otro punto de vista, como medianas, y su falta empeora obras bien proyectadas, bastando muchas veces, y en ello puede estar el acierto del proyectista, con variar las dimensiones de una parte, a veces no esencial, con lo que puede mejorar notablemente el conjunto.

Por ello, como anteriormente se ha expresado, debe tenerse en cuenta la *proporción* en el conjunto y en los detalles.

Aquella, tal vez la más difícil de lograr, se alcanza obteniendo la impresión de estabilidad de la construcción en su conjunto, existiendo muchas opiniones, casi toda ellas concordantes de que esta estabilidad se logrará adaptando dicho conjunto a

¹ En buena parte, coinciden las apreciaciones que a continuación se hacen con la opinión autorizada de D. Félix Cardellach, ilustre Arquitecto, expuesta en su obra "Formas artísticas en la Arquitectura técnica".

la figura más estable, que es la del triángulo, es decir, que la totalidad de la construcción pueda ser envuelta, lo más aproximadamente posible, por un triángulo equilátero.

La *proporción*, en los detalles o elementos, depende, esencialmente, de la función mecánica que cada uno de ellos haya de desempeñar o los esfuerzos que están llamados a resistir, dada la naturaleza del material que con tal objeto se emplee, procurando no colocar material sobrante o innecesario donde no sea preciso, no sólo desde el punto de vista utilitario, pues se produciría un encarecimiento de la obra, sino también estéticamente, por lo que, en general, las piezas cuyas dimensiones satisfacen a las condiciones que han de reunir las que en mecánica se denominan "sólidos de igual resistencia", por cumplir esta condición, presentan, en general, un excelente aspecto, satisfaciendo las



Fig. 1ª

condiciones de *proporción*, y por ello, y como consecuencia de todo lo expuesto, los diferentes aspectos logrados según el material que en cada caso se emplee, dadas sus condiciones de resistencia y modo de trabajar, según los esfuerzos a que están sometidos, se pueden alcanzar *proporciones* diferentes en cada caso, pero todas aceptables.

Un segundo requisito, preciso para alcanzar la belleza del conjunto, corresponde al acierto en expresar el carácter o el objeto para el cual fué proyectada y construída la obra, todo lo que se denomina con verdadera exactitud, como la expresión, cuyo acierto aumenta el éxito del proyectista.

En efecto, toda obra debe parecer lo que es en realidad; cada pieza o elemento de la misma debe, igualmente, corresponder al papel que en el conjunto se le confía y está llamada a desempeñar.



Fig. 2ª

No hay acierto en el proyecto ni puede calificarse de bella una obra que el profano diga, por ejemplo, tratándose de una casa de vecindad: "Parece una fábrica".

Condición fundamental para una acertada *expresión* corresponde a que su propiedad o condiciones de resistencia y estabilidad sean, además de reales e indispensables, aparentes para alcanzar la debida impresión en el espíritu.

Buen ejemplo de ello corresponde a la impresión lograda en las figuras 1.ª y 2.ª, en las que se representan dos vigas metálicas, ambas de análoga resistencia para las luces respectivas; pero más satisfactoria a la vista, especialmente de los profanos, la última, por corresponder su silueta a la resistencia precisa para trabajar el conjunto en las debidas condiciones y acercarse al alzado de igual resistencia; debe cuidarse extraordinariamente de que coincida el aspecto y la realidad.

Otra condición que debe cuidarse extraordinariamente, es la debida ponderación y repartición del *claro-oscuro* en las partes visibles de la construcción. Bien conocidos son los efectos alcanza-

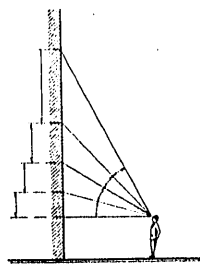
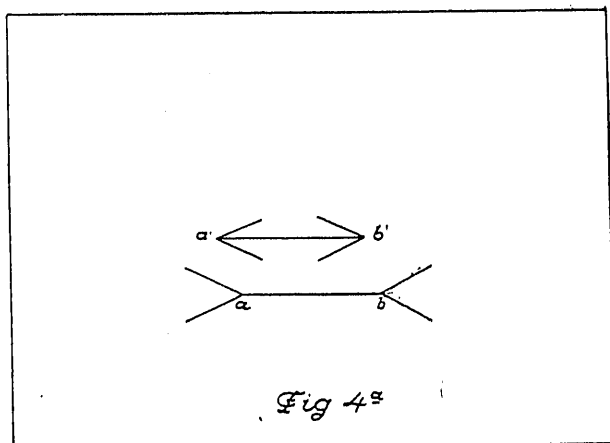


Fig. 3ª

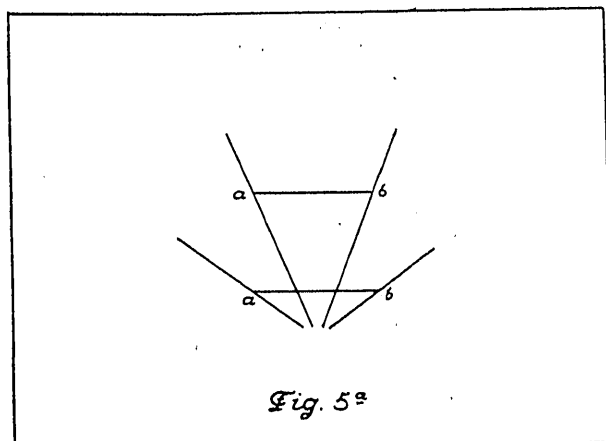


dos con el establecimiento de entrantes, salientes, huecos y macizos, para dar lugar a contrastes de luz y sombra de la superficie, la que se corta e interrumpe, para hacer cambiar el aspecto, siendo eficaz medio para obtener la *expresión* de movilidad, haciendo desaparecer la monotonía o uniformidad.

La *ponderación de masas* tiene, igualmente, enorme importancia en el proyecto y ejecución de una obra que se pretende sea bella, condición que no exige, ni mucho menos, la simetría, aunque ésta puede considerarse comprendida en aquélla; establece una adecuada repartición de las masas, en forma que su relación con un cierto eje no de simetría, sino de *ponderación*, señale un más perfecto equilibrio de aquéllas.

Antiguamente, toda construcción correspondía al principio de la simetría, substituyéndosela ventajosamente por la expresada *ponderación de masas*, más fácil de recomendar que de llevar a la práctica, y cuya realización sólo se logra por el verdadero artista.

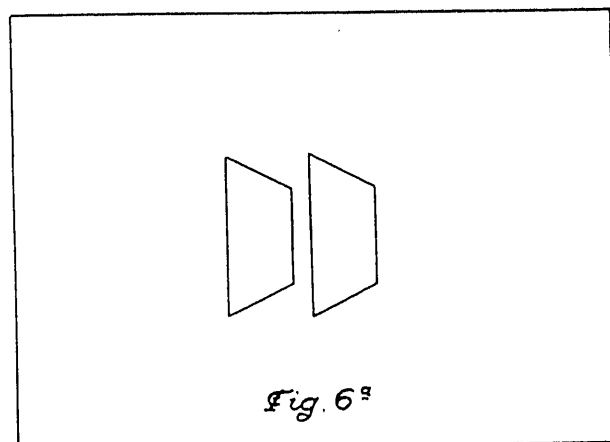
Estas condiciones de carácter general, en rela-



ción con cualquier obra que se pretende sea bella, hemos de ver si son de posible aplicación en el tipo especial de construcciones que se ha de examinar, discriminándose, además, cuáles son las condiciones que, dadas las características que en éstas han de reunirse, deben o no existir, según los casos.

Veamos, en primer lugar, qué previsiones han de tenerse en el proyecto y construcción de una estructura metálica, para evitar la presentación de fenómenos de carácter óptico, que pudieran dar lugar a apariencias engañosas, y, al mismo tiempo, y si no hubiera más remedio que adoptar alguna disposición que pudiera acarrear este inconveniente, cuáles habrían de ser los medios que se eligieran para su máxima neutralización.

Para todo ello, en primer lugar, hay que recordar que en toda estructura de esta clase, y por su disposición especial, abundan, y casi con absoluta



generalidad, las piezas rectas, y muchas de ellas paralelas.

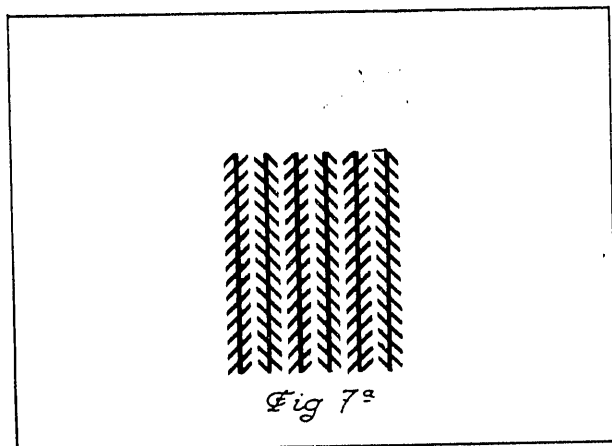
Tampoco hay que olvidar que la vista aprecia preferentemente las dimensiones en relaciones angulares mejor que en rectilíneas; para ello, siempre que la disposición de la estructura lo permita, desde el punto de vista constructivo y resistente, deben colocarse los elementos para que tengan apariencia como de dimensiones semejantes, separándose en análoga forma en que aparecen en la figura 3.ª, o sea correspondiendo a separaciones angulares análogas.

Otro fenómeno óptico, derivado de frecuentes errores visuales, es debido al efecto de la luz, por algunos autores denominado *devorante*, que es el de disminuir, claro que de un modo sólo aparente, las dimensiones reales de una pieza o elemento, completamente expuesto a la luz, por lo que

cuando éste está próximo o inmediato a otros idénticos, pero no sometidos a tal efecto luminoso, aparecen éstos de aún mayores dimensiones, todo lo que se debe evitar visualmente, para lo que, en realidad, habría que dotar al iluminado de mayores dimensiones reales que el menos expuesto a la luz.

Recordemos, asimismo, las previsiones adoptadas por los arquitectos clásicos, al disponer los elementos cuyos ejes debieran ser paralelos, como las columnas de los templos, no verticales, sino convergentes hacia su parte superior, para evitar presenten el efecto de convergencia inferior que se observa cuando no se adoptan aquellas precauciones.

Igualmente, parece acusarse un efecto de flexión en las líneas horizontales con convexidad hacia la parte inferior, lo que produce muy mala impresión, que es preciso corregir, dando una ligera con-

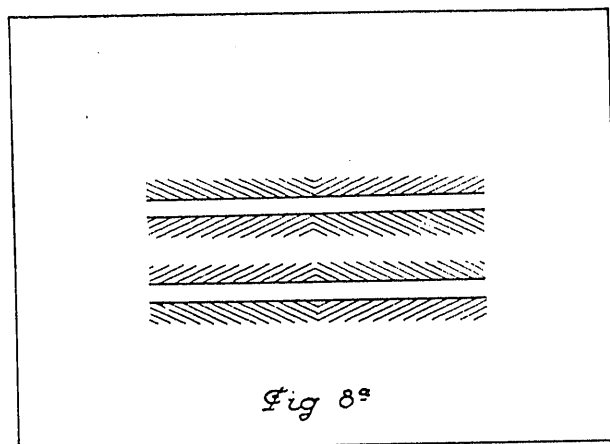


traflecha a éstos, para que, al presentar aquel efecto, se corrija a sí mismo y presente el aspecto de horizontal, como debe aparecer.

Conviene señalar, para no incurrir en estos defectos en las construcciones metálicas, algunos otros efectos ópticos, derivados de verdaderos errores de apreciación, pero que pueden dar lugar a aspectos contradictorios inexplicables en múltiples ocasiones, por lo que en el proyecto y construcción de estructuras metálicas, en los que tantísimas rectas aparecen, hay que cuidar en extremo no se presenten estos anómalos efectos.

Véanse los tres ejemplos, verdaderamente desconcertantes, de apreciación de dimensiones, las que, siendo iguales, parecen ser completamente distintas.

En la figura 4.ª, las dos rectas $a-b$ y $a'-b'$, que son iguales, aparecen muy distintas, acrecién-



dose aparentemente la inferior, gracias al efecto divergente de las cuatro rectas extremas, que, al converger en la parte superior, disminuyen aparentemente las dimensiones de $a-b$.

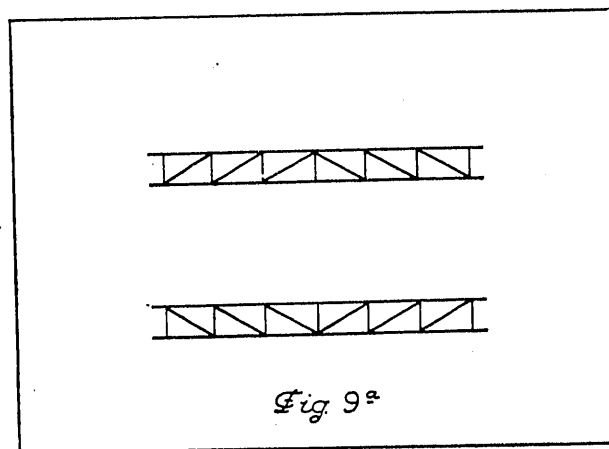
Algo parecido pasa con las rectas $a-b$ y $a'-b'$ de la figura 5.ª, apareciendo de mayor dimensión la inferior, por la mayor amplitud del ángulo formado por las dos rectas que a la misma cortan.

Los dos trapecios que se presentan en la figura 6.ª son idénticos, y, sin embargo, parece el de la izquierda de lados menores.

Se puede observar la llamada repulsión lineal, muy digna de tenerse en cuenta en las construcciones metálicas, con efectos verdaderamente sorprendentes.

En la figura 7.ª aparecen seis rectas verticales, que, gracias a la colocación de las oblicuas que las cortan en varios sentidos, aparecen como concurrentes, hacia la parte inferior, la 1.ª y 2.ª, 3.ª y 4.ª, 5.ª y 6.ª, y hacia la parte superior de la figura, la 2.ª y 3.ª y 4.ª y 5.ª.

Igualmente, y de un modo muy acentuado, aparecen en la figura 8.ª quiebras de rectas paralelas,



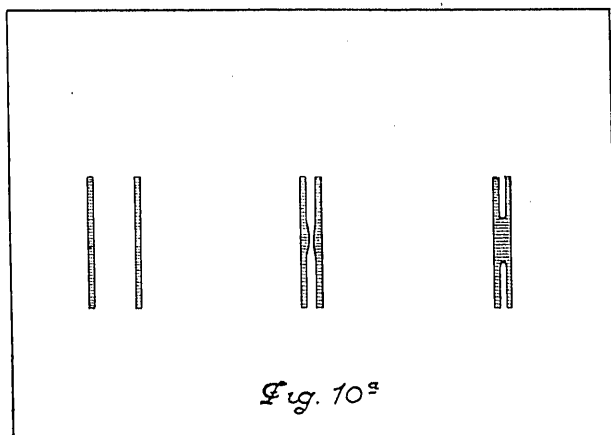
apareciendo como separadas en su zona central en la figura de encima, y, por el contrario, aproximándose en la misma zona, dibujo inferior, gracias a la atracción de las líneas oblicuas en uno y otro sentido.

En la figura 9.^a se representan los esquemas de vigas simples, tipos Howe y Pratt, respectivamente, que dan la ilusión de encontrarse peraltadas y flectadas, respectivamente.

Otro efecto, derivado de errores ópticos de mucha importancia y trascendencia en estas construcciones, es consecuencia de la posición y separación relativa de dos figuras.

Si dos barras de una estructura, que son paralelas y de silueta rectilínea, que, colocadas a cierta distancia, aparecen con contornos rectos, al ir las aproximando, se ve aparecer, en sus lados más próximos, unos salientes o entumecimientos, que pueden llegar a unir las en la ilusión óptica, deformando el conjunto y acarreando verdaderos errores de apreciación, como puede comprobarse en las tres posiciones de estas barras que se representan en la figura 10.

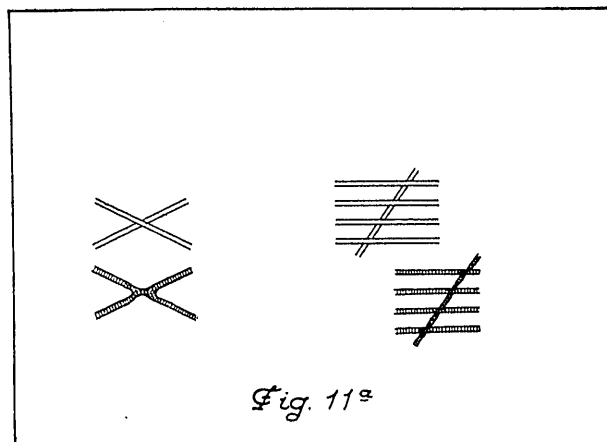
Otro efecto erróneo se produce, muy acentuadamente, en los cruces de las barras, por lo que, de un modo muy frecuente, aparecen, al cortarse en el espacio, barras con ángulos cualesquiera, casos que se presentan, muy especialmente, en las barras de arriostramiento al unir con ellas cerchas y estructuras paralelas; estos efectos vienen repre-



sentados en la figura 11, con deformaciones e interrupciones en los encuentros, que dan lugar a apariencias de flechas y garrotes en barras rectas.

Al proyectar una estructura metálica en la cual la repetición de elementos acarree o pueda acarrear los efectos señalados, deben tenerse en cuenta, siem-

pre que sea posible, las medidas apuntadas, aunque hay que reconocer que éstas sólo son de máxima eficacia en el caso, que en la realidad no se presenta, de quietud o permanencia de posición del observador, pues cuando éste, como ocurre ordinariamente, se mueve, todas aquéllas no son de resulta-



do tan completo, y muchos de estos efectos pueden no aparecer, llegándose a la sensación de movimiento y variación en sus posiciones de los diversos elementos metálicos resistentes.

Cuando el observador ocupa, aunque en movimiento, una zona de observación relativamente pequeña, pueden disminuirse de un modo muy sensible estos efectos o ilusiones ópticas, pero no cuando su recorrido alcanza zonas más amplias.

Punto muy digno de observación y comentario corresponde a las opiniones contrarias, expuestas por varios comentadores, acerca de que si en una construcción metálica que se pretende sea artística basta para ello adoptar y establecer como elementos constitutivos los que corresponden a las secciones y perfiles deducidos del estudio mecánico de la estabilidad y resistencia de la estructura, o, por el contrario, estos perfiles debe procurarse se proscriban para emplear otros que se estimen que por su silueta, aspecto y facilidad de decoración, se ajusten más a las condiciones a que anteriormente se alude.

Si el primer criterio fuese el que prevaleciese, entonces a un simple calculista, sin la más pequeña idea estética, aunque buen proyectista, se le podría considerar como el más acertado creador de una obra metálica, principio evidentemente falso; por el contrario, si sólo el proyectista pensase en la parte decorativa y ornamental, empleando perfiles, por supuesto, con resistencia suficiente, pero para

cuya elección sólo se preocupa de aquel aspecto de la cuestión, vendría a caer, probablemente, en el grave defecto de que alguna pieza, por tener evidentemente sólo aquel carácter, no diera idea del papel que desempeña en la construcción, haciendo incurrir en error tal vez no sólo al observador más profano, sino también al perito que contemplase la obra.

Todos sabemos, y ya anteriormente se ha indicado, que una de las condiciones de belleza de toda obra es que ha de corresponder su aspecto exterior perfectamente con la finalidad que desempeña, como en frase feliz señala conocido autor: "En el proyecto de toda obra de esta clase, debe trabajar y orientar, tanto *la inteligencia* como *el corazón* del autor".

De tres modos principales puede alterarse o desfigurarse una concepción puramente teórica, que satisfaga a las condiciones mecánicas de la obra: bien alterando los perfiles precisos, empleando otros menos racionales, desde el punto de vista de su resistencia, tal vez menos económicos, bien variando la forma de aquellas piezas, introduciendo elementos curvos con mayor o menor acierto en la elección del alzado de las piezas, que debieran ser rectas, o, por último, introduciendo otros elementos absolutamente innecesarios para la concepción del proyecto y sólo con la indicada finalidad.

Todas estas libertades o licencias pueden estar quizá justificadas en las obras que por su situación o destino permitan un mayor gasto que el absolutamente necesario, y que el autor o proyectista sepa hacerlo adecuadamente y con buen gusto, sin caer en exageraciones, que harían perder así a la obra toda seriedad y dignidad que la construcción metálica ha de tener.

Por el contrario, toda construcción de carácter exclusivamente industrial sin apariencias artísticas ni pretensiones de alcanzar belleza alguna, debe estar proyectada y construida ajustándose a los principios mecánicos exclusivamente, aunque teniendo en cuenta cuantas prescripciones se han expuesto en la primera parte de estas notas, para evitar, siempre que sea posible, sin incremento apreciable del gasto, los defectos apuntados que originan deformaciones visuales y defectos ópticos, que con un poco de previsión y con la preocupación de hacerlos desaparecer, fácilmente ha de conseguirse.

Como normas derivadas de cuanto queda expuesto, en relación con este muy interesante aspecto

del estudio del proyecto y construcción de las estructuras metálicas, debe tenerse en cuenta:

1.º Toda construcción metálica debe, siempre que no haya razones poderosas que lo exijan, dar idea, por la composición y disposición de sus elementos, de su verdadera finalidad, apareciendo cada uno de estos desempeñando la misión que el proyectista le confía, sin que, por ejemplo, pieza que trabaje a la compresión, aparezca más ligera, por analogía de trabajo, que otra que trabaje a extensión.

2.º Cuando la finalidad de la expresada construcción tenga exclusivamente carácter industrial, ha de evitarse todo gasto de ornamentación y decoración que motive la adición de elementos no precisos o superabundantes, pero sí prestándose la debida atención para que no existan desagradables efectos, confusión de líneas, superposición de perspectivas, que, además de hacer desmerecer el conjunto, desnaturalizan el proyecto, procurándose evitar todo ello sin exceso de coste apreciable y sólo con la adopción de las medidas elementales ya citadas.

3.º Cuando se trate de construcciones para las que haya verdadero y justificado interés en que aparezcan con las máximas características artísticas, pueden adoptarse disposiciones variando perfiles de piezas, sustituyendo los fríos, derivados del proyecto, con carácter exclusivamente mecánico, por otros más propicios a la decoración o que cambien el aspecto, mejorándole, pero evitando, en el mayor número de ocasiones, que estas piezas así presentadas dejen de aparentar lo que son en realidad, por ser condición precisa, como varias veces se ha expresado, que cada elemento aparezca como lo que es y como trabaja.

Se pueden introducir elementos mecánicamente superfluos, pero también con la condición de que por lo menos el técnico, y si fuera posible el profano, se den cuenta de su papel decorativo, sin tratar de engañar a nadie con falsas atribuciones, haciendo aparecer netamente las líneas principales y elementos de primera categoría, llamados a resistir todos los esfuerzos que han de desarrollarse.

Cuanto queda expuesto, corresponde, desde luego, al proyecto de los principales elementos para una construcción de esta clase, pero puede también tener transcendencia la elección de detalles o elementos no tan esenciales.

Con el acierto que con carácter general trata aspectos de la decoración de las construcciones de

toda clase, el arquitecto Cardellach, en su ya citada obra, señala, felizmente, tres elementos que existen con frecuencia en las estructuras y que son base además de confusión y errores ópticos, de los que ya al principio de estas notas nos hemos ocupado.

Uno de estos elementos corresponde a los arriostramientos que enlazan, triangulando, solidarizando y evitando deformaciones, las vigas principales, jácenas o cuchillos.

Estas triangulaciones, logradas casi siempre con la colocación múltiple de barras paralelas unas a otras en número crecido, adolecen de los defectos ya apuntados en la primera parte de estas notas, ofreciendo perspectivas desagradables por la serie de encuentros de las barras. Es difícil evitar estos inconvenientes, que tienen más importancia si se trata de estructuras con cierto aspecto artístico, en las cuales tal vez fuera preferible prescindir de algunas de ellas, sustituyéndolas por empotramientos y enlaces que compensen la falta de aquellos arriostramientos.

Otros elementos, que por su paralelismo y multiplicación adolecen de igual inconveniente, son los tirantes que se proyectan y establecen en las estructuras con fines de contrarrestar empujes; la perspectiva así lograda produce desagradables efectos.

En su evitación, conviene emplear, siempre que sea posible, tirantes curvos, llegándose en algún caso, y con feliz resultado, al empleo de tirantes subterráneos, que, al existir, consiguen el efecto mecánico esperado, de ellos, y al desaparecer de la vista alejan el inconveniente señalado.

Otro elemento que produce los más lamentables efectos, son las barras de las celosías en los casos en que el alma de las vigas, siendo de tipo aligerado, está constituida por múltiples barras paralelas en dos sentidos, con numerosos cruces.

En estos elementos así constituidos se reúnen todas las condiciones desfavorables, repetidamente señaladas.

Como procedimientos más usuales y eficaces para evitar estos inconvenientes con estos elementos constructivos, se pueden emplear los siguientes:

A) Desterrar, en lo posible, las celosías múltiples, reduciendo el número de barras, sustituyendo las almas aligeradas por celosías simples o vigas de constitución igualmente simple.

B) En los casos en que la importancia de las vi-

gas lo permita, deben disponerse de alma llena, que aunque por otros motivos puede considerarse no adecuada, desde este punto de vista, sí conviene. Una de las más importantes desventajas, corresponde al exceso de sección en determinadas partes de las vigas.

C) Empleo de celosías curvas no simplemente decorativas, sino verdaderamente resistentes, las cuales no sólo por disminuir el número de piezas, sino también por evitar paralelismos y cruces, reducen notablemente aquellos defectos.

Una vez, de un modo harto ligero, expuestas las ideas generales para conseguir que una construcción sea bella, evitando los defectos ópticos que puedan presentarse con contraproducentes efectos, señalándose algunas reglas y consejos que en el proyecto deben tenerse en cuenta, pasaremos al examen, de un modo particular, de la aplicación de tan interesante tema a los tramos metálicos.

No hay que olvidar que éstos, como otro buen número de las obras que el ingeniero proyecta y construye, se denominan con carácter general y genérico, no sólo por los profesionales, sino por los profanos, algo parecido a la *vox populi*, "obras de arte", sin que, como es natural, esta denominación ocasione confusión alguna con las de finalidad exclusivamente artística.

En general, los ingenieros proyectistas olvidan, o no dan importancia alguna a este aspecto del proyecto, olvido que debe calificarse como censurable, pues aunque en ocasiones no convenga, como ya se ha indicado, dejarse llevar sólo por esta inclinación, se debe tener siempre en cuenta y no creer que su misión termina con redactar correctamente los cálculos.

El arquitecto, sin olvidar lógicamente las condiciones de resistencia de la estructura que proyecta, da gran importancia a la apariencia artística, considerándola como inseparable en sus concepciones.

Estimo que el ingeniero, aun en las obras menos importantes y aparentemente más alejadas del concepto de belleza, debe tener en cuenta todas las observaciones contenidas en estos renglones.

Todas las condiciones que, con carácter general, han sido consideradas como precisas para alcanzar la belleza, deben tenerse en cuenta precisamente en los tramos metálicos, con máxima razón cuando se trata de obras que por su situación, finalidad y perspectiva son objeto, en la mayor parte de los

casos, de atención por cuantos por ellos circulan o pueden examinarlos.

Dichas condiciones, que son, como es sabido, *unidad, expresión, estabilidad y fidelidad*, hacen que dos tramos proyectados para obras semejantes puedan aparecer con aspectos completamente dispares: uno, muy agradable, y el otro, poco grato.

Esta dificultad se presenta principalmente cuando se trata de obras con varios tramos.

Si a todos ellos se les asigna la misma altura y silueta, cosa muy corriente, el conjunto presenta un monótono aspecto, sobre todo si, al tratarse de vigas rectas, su cabeza superior también es recta; aparece en este conjunto demasiada unidad, que se convierte en monotonía, especialmente si al ser de luces iguales o parecidas se les fija igualmente análoga altura. Por todo ello, las vigas continuas son poco artísticas.

Por el contrario, si se puede dividir aquella obra en tramos muy desiguales, lo que puede permitir, por ejemplo, en el caso de tres: uno, central, de gran luz, con cabezas superiores curvas, y dos, laterales, de menos luz y altura, con silueta rectangular, que parezcan prolongación de las dos cabezas unidas de aquellas vigas centrales en los montantes de apoyo, puede resultar con líneas severas, con aspecto armónico y agradable, produciendo mejor impresión y con gran unidad de concepción en el conjunto.

En los tramos metálicos, debe tenerse muy en cuenta el acuerdo e influencia que tiene su silueta y aspecto con el lugar de ubicación de aquéllos, a la vista del conjunto y relieve de las montañas, disposición de orillas, paisaje, etc., siendo desde este punto de vista más difícil de acordar los tramos en arco con vigas curvas, superiores al tablero.

Tiene influencia también el número de tramos que se disponga, bien sea par o impar, siendo los de este último tipo, en general, más agradables a la vista, produciendo mejor aspecto; naturalmente que esta ventaja se atenúa y llega a desaparecer en obras de gran importancia y número de tramos.

También influye en el aspecto del conjunto el empleo del alma llena o aligerada; aquélla proporciona un mejor aspecto de tranquilidad y robustez. Los montantes de rigidez de este tipo de vigas,

así como el empleo de paseos volados exteriores, proporcionan elementos que pueden ser fácilmente utilizados como recurso arquitectónico.

Bien es sabido que, sin embargo, su empleo sólo se realiza y es aconsejable en tramos relativamente pequeños, por resultar antieconómico.

Por el contrario, las vigas de alma aligerada no presentan este aspecto de tranquilidad, debiendo, para producir una impresión completamente satisfactoria, reunir, por lo menos, las condiciones siguientes:

- a) Acusar una completa unidad de trazado.
- b) Utilizar formas geométricas sencillas.
- c) No establecer mallas demasiado grandes en relación con la altura de las vigas.

Un tipo verdaderamente satisfactorio corresponde a las vigas Vierendell, compuestas exclusivamente con montantes verticales.

Por lo que se refiere a los tramos en arco, por corresponder a tipos que pueden adquirir mayor categoría en su luz y en su aspecto general, hay que distinguir dos casos principales, según el arco sea inferior o superior al tablero.

En el primer caso, los arcos con fuertes rebajamientos y reducidas flechas se prestan mejor al aspecto arquitectónico y de composición con el paisaje y ambiente, así como con las reglas generales de la estética, muy especialmente cuando se trata de valles muy estrechos y son extraordinarios los rebajamientos en los tramos que se establezcan para servirlos.

Por el contrario, los arcos superiores ocultan grandemente el paisaje.

Los tramos colgados son los que se prestan mejor para los fines que se están estableciendo, y son los que menos ocultan el paisaje al observador, cualquiera que sea el punto de vista donde esté colocado; los apoyos de los cables o cadenas, por su altura y esbeltez, se prestan aun por sí solos y con escasa decoración a dar un excelente aspecto, que puede todavía mejorarse si con acierto se adicionan elementos ornamentales.

Estas son las normas o consejos de carácter general que pueden señalarse para la construcción y proyecto de tramos metálicos.

Este tema podría prolongarse grandemente, pero ya se considera suficientemente tratado, con objeto de no fatigar al lector.