

## Saber ver la ingeniería Knowing how to look at engineering

**Javier Manterola Armisén.** Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Carlos Fernández Casado S.L. cfcsl@cfcsl.com  
**Miguel Aguiló Alonso.** Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
maguilo@grupoacs.com

El único viaje verdadero hacia el descubrimiento no consiste en la búsqueda de nuevos paisajes, sino en mirar con nuevos ojos.

Marcel Proust  
*En busca del tiempo perdido*

**Resumen:** La ingeniería ha producido a lo largo de toda su historia obras muy buenas, no solo en cuanto a sus características resistentes y de ejecución, sino que además muy bellas, hasta el extremo de poder ser consideradas como obras de arte, dentro del contexto con lo que actualmente se puede referir a las obras de arquitectura. Se pasa revista a las tres manifestaciones más claras del quehacer ingenieril, carreteras, presas y puentes, destacando su valor formal, configurador de una nueva familia de objetos, respuesta de un riguroso enfrentamiento con lo resistente en el terreno de las obras públicas. La instalación de la carretera en el terreno, configurando el territorio es responsabilidad de los ingenieros de caminos, y a él debemos responder con todo nuestro talento.

**Palabras Clave:** Carreteras; Presas; Puentes; Estética; Belleza

**Abstract::** Engineering has produced very good works throughout its history, not only in terms of their strength characteristics and construction, but also in terms of beauty and to the point where they may be considered as works of art when taken in the context currently employed to refer to works of architecture. The article reviews three of the clearest manifestations of engineering work: roads, dams and bridges, underlining the formal value of these works which shape a new order of objects as a result of rigorous confrontation with the merely resistant in the field of public works. The laying of a road in the landscape and the ensuing configuration of territory is the responsibility of civil engineers and one which we should respond with all our talent.

**Keywords:** Roads; Dams; Bridges; Aesthetics; Beauty

**E**stamos convencidos que muchas obras públicas, tramos de carreteras, presas, puentes, etc., son auténticas obras de arte, de la misma manera que muchos cuadros lo son, como muchas esculturas lo son. Para descubrirlas no hay más que mirar de otra manera hasta llegar a saber todo lo que la ingeniería lleva consigo. Pero ocurre que también muchos otros cuadros, muchas esculturas y muchas obras públicas son auténticos adefesios que no merecerían ni haberse pintado o construido.

¿Qué es aquello que hace que un cuadro, una escultura o un tramo de carreteras sea una obra de arte? Es una pregunta fácil o difícil de contestar. Fácil, muy fácil si nos acogemos a la definición más aceptada que sobre obra de arte tenemos, (pasado el tiempo de los

**W**e are convinced that many public works, stretches of road, dams, bridges, etc., are true works of art, in the same way as many paintings or many sculptures are. In order to discover these works of art, one simply has to observe them in a different way until appreciating everything that engineering holds within. However, in the same way there are many other paintings, sculptures and public works that are complete eyesores and should never have been painted, sculpted or built.

What is it that makes a painting, a sculpture or a stretch of road a work of art? This question may be easy or difficult to answer. Easy, very easy if we subscribe to the most widely accepted definition we have of a work of art (when moving on from early twentieth century

manifiestos de principio del siglo XX, impresionismo, futurismo, constructivismo, etc., etc...) una obra de arte es aquella que los conocedores dicen que es una obra de arte. Una definición intemporal, vaga, imprecisa pero lo más precisa, o mejor dicho lo menos equivocada, a lo que hoy podemos llegar. Ya no queda nada de los tiempos en que se consideraba, principalmente por los filósofos y artistas alemanes del Romanticismo, que la obra de arte es plasmación auténtica y verdadera de la belleza, lo que producen los espíritus más sublimes, la manifestación estética más depurada y trascendente, lo que nos hace ser mejores con su sola contemplación, la verdad, el único acceso posible a la verdad.

Nunca se llegó a tanto en la sublimación del arte como en el Romanticismo, planteamiento muy distinto al que existía en el Renacimiento y sobre todo en la época actual, donde en el tratamiento más correcto del tema, de la obra de arte han desaparecido conceptos como el de belleza, estética, bondad, exactitud, verdad, a que tan firmemente se aferran muchos artistas.

Nunca he oído a un pintor decir que va a hacer una obra de arte, ni al arquitecto\* ni al músico. Todos ellos se manifiestan impelidos por la necesidad de comunicar y comunicarse y al hacerlo desarrollan un poco más su idea de lo que es pintar y manifestarse a través de la pintura y el resultado será o no una obra de arte según lo que digan los demás, los entendidos, lo que no imposibilita que no se equivoquen como sabemos que ha pasado muchas veces. Habrá desde los que piensan que cualquier cosa que hacen es una obra de arte, una obra maestra, hasta los que piensan que lo conseguido está bien, significa algo para él y a lo mejor también para los demás. La exigencia incluso de significado, de tener significado ha desaparecido en una gran parte de la producción artística actual.

¿Qué significa, cómo se define lo que recibimos a través de las Meninas de Velázquez, La Piedad del Vaticano de Miguel Ángel, el Escorial de Herrera o la Pasión según S. Mateo de J.S. Bach? Dirán y nosotros también, que nuestro concepto sobre lo que es la obra de arte, en su dimensión más sublime la hemos recibido, no sé cómo, pero es a través de ver, oír obras como esas y muchas otras obras. No nos costaría demasiado acordar también, con bastantes, no con todos, en los mis-

\* Artistas actuales tan formidables como R. Serra, niega que la arquitectura sea una obra de arte, ninguna pieza, desde la catedral de Chartres hasta el museo de Guggenheim de su amigo F. Gehry.

*styles such as impressionism, futurism or constructivism, etc.), a work of art is that stated by experts to be a work of art. An intemperate, vague and imprecise definition, but the most appropriate, or rather least mistaken, definition we may come to today. There is now no trace of the time where a work of art was considered, mainly by German artists and philosophers of the Romantic era, to be the true and real capturing of beauty and one producing the most sublime spirits, the most purified and transcendent aesthetic manifestation, enriching us by its mere contemplation, the truth, the only possible path to the truth.*

*The exaltation of art reached its apotheosis in Romanticism, this being a very different focus from that existing throughout the Renaissance and particularly the present day, where in the most correct treatment of the subject, a work of art no longer retains the concepts so fervently held by many artists such as beauty, aesthetics, goodness, accuracy and truth.*

*I have never heard a painter, an architect\* or a musician state that they were going to make a work of art. All of these are impelled by the need to convey and receive and, on doing so, further develop their idea of what painting is and to reveal themselves through painting. The end result will be a work of art if this is considered as such by others, the connoisseurs, though this does not mean that they always get it right as we have seen on many occasions in the past. There are those that consider everything they do as a work of art, a masterpiece, and others that are purely content with what they have done, that it means something to them and, perhaps, to others too. The requirement of meaning, of signifying something, has largely disappeared from the production of modern-day art.*

*What is the meaning and how may we define what we receive from Velázquez's Meninas, Michelangelo's Pietà, El Escorial by Herrera or Bach's St Matthew Passion? Others will say, and we will echo, that our concept of what a work of art is, in its most sublime dimension, has been received in some way by observing and listening to works such as these and many others. We may similarly recall other works, while not exactly in the same terms, if we speak of Picasso's Guernica, Richard Serra's St John's Rotary Arc in New York or the Guggenheim Museum by F. Gehry, though*

\* Present day artists such as the excellent Richard Serra insist that architecture is not a work of art, no architecture from the Chartres Cathedral to the Guggenheim Museum designed by his colleague F. Gehry.



Fig. 1.

mos términos, si hablásemos del Guernica de Picasso, el Rotary Arc de Richard Serra en Nueva York o el Guggenheim de F. Gehry, aunque aquí ya habría quien pondría alguna objeción. Pero si elegimos obras de arte reconocidas como "Merde" de artista de P. Manzoni, cualquier composición de J. Cage, 4'33" por ejemplo, la "Fuente" de M. Duchamp empezariamos a tener problemas serios para ponernos de acuerdo y no digamos nada si nos metemos dentro del arte conceptual.

Nuestro concepto del arte no debemos asimilarlo a la concepción clásica en la cual sí existe la obra de arte, la obra maestra, lo sublime, lo trascendente y la verdad. Si esto fuera así no habríamos salido del siglo XVIII donde estaba perfectamente definido que era una obra de arte, aquella que las Academias oficiales re-ferendaban con su aprobación, y sólo cuando te movías dentro del reino de la pintura, escultura, arquitectura y música podrías considerarte como artista, único artífice de obras de arte.

Por otro lado estaban los extremistas de los conceptos Duchamp, Beuys, dirán que todo es arte, todo el mundo es un artista.

No quisieramos acogernos en los abrazos de estos últimos notabilísimos artistas, si no los más, si entre los

*here there may be those who choose to object. However, if we select well known works of art such as P. Manzoni's Merda d'Artista, any composition by J. Cage and 4'33 by way of example, or M. Duchamp's Fountain our objections may become somewhat stronger, though even these would be as nothing if we chose to speak of conceptual art.*

*Our concept of art cannot be assimilated to the classic belief in which the work of art, the masterpiece, the sublime, transcendental and the truth were considered to exist. If this were not so, we would not have moved on from the 18<sup>th</sup> century where a work of art was perfectly defined, this being one endorsed by the approval of the official academies and where the artist, the sole author of works of art, purely moved within the realms of painting, sculpture, architecture and music.*

*On the other side of the fence were the conceptual extremists such as Duchamp and Beuys who would have said that everything was art and everyone an artist.*

*We do not wish to seek refuge in the embrace of these latter and very noteworthy artists who were among the most influential artists of the 20<sup>th</sup> century if not the most, and we, instead, wish to return to a more*

más importantes artistas del siglo XX, sino volverme a una acepción más clásica del arte. Una carretera, con su trazado gobernado por las leyes de movimiento del móvil, con su geometría matemática, instalada sobre la geometría variable, natural y de difícil definición del terreno, puede producir un efecto estético formidable, Fig. 1. Y aquí volvemos a la experiencia estética que una educación adecuada proporciona.

Desde esos principios, nosotros sabemos que hay encajes, relaciones entre la cinta carretera y el terreno que son bellísimas, no hay sino pararse a mirar, a relacionar, para que esta conjunción carretera terreno nos produzca el mismo tipo de sentimientos y sensaciones que nos puede producir el Aria de una ópera de Mozart o la contemplación de una película de Ingmar Bergman. Solo hay que saber mirar y entonces ocurre que nos encontramos muchas veces con auténticas obras de arte de finísima factura la cual nos seduce. ¿Podíamos decir que la ingeniería, la carretera en este caso, despierta valores internos, no contemplados en las más modernas manifestaciones del arte, pero sin embargo reales y pertenecientes también al arte? Si, sin duda.

¿Tiene sentido el desarrollo de nuestra argumentación? Declaramos desde el principio la falta de definición que caracteriza la obra de arte en el momento actual y sin embargo volvemos a los valores clásicos como belleza, equilibrio para valorar la conjunción carretera-terreno como obra de arte. Si esto fuese así diríamos que la ingeniería es una obra de arte clásica, enlazada con el trabajo de Miguel Ángel o de Delacroix o de Schinkel o de R. Serra (también clásico). Si, se podría decir que estamos haciendo un arte clásico más próximo a lo visual y figurativo que a lo abstracto y lo conceptual. No hay más que acostumbrarse a mirarlo como tal, abstrayendo su dimensión utilitaria para quedarnos en el puro deleite visual.

Y es que la ingeniería tiene a la gravedad como su gran aliado y su gran enemigo. Leyendo a R. Serra y sus disquisiciones sobre su obra "Cinturones" de 1966-67, dice "La idea de colgarlas me vino también de C. Oldenburg, no tanto por lo que él hacía, sino por como usaba la gravedad como una fuerza, un medio formal que permitía que los objetos se estructuraran en un espacio determinado. Creo que esta era su gran innovación".

Si para Serra la gravedad fue una utilización voluntaria, para nosotros es inexorable, y no se entendería sin ella nada de nuestro trabajo, mas aún dejaría de existir.

Cuántas veces la intención de deconstruir un puente fracasa, pues si es pequeño poner sólo los pilares no

*classical acceptance of art. A road, with its layout governed by the laws of movement of a moving body, with its mathematical geometry set within the variable, natural and complexly defined geometry of the terrain, may produce a formidable aesthetic effect, Fig. 1. And here we return to the aesthetic experience provided by a suitable education. On this basis, we know that there are settings and relations between the ribbon of road and the terrain that are truly beautiful and on stopping, looking around and relating to this vista, this road-terrain conjunction may produce the same type of feelings and sensation we would feel on listening to an aria in an opera by Mozart or watching an Ingmar Bergman film. One only has to know how to look and, on many occasions, we may find ourselves observing true works of art of the most captivating and delicate fabrication. Could it then be said that engineering, the road in this case, awakens internal values which are not contemplated in the most modern manifestations of art, yet which remain real and may similarly be considered as art forms? This is evidently so.*

*Would it make sense to develop this line of argument? We mentioned at the outset that a work of art is currently characterised by a lack of definition and yet we have returned to the classical values such as beauty and balance to appraise the road-terrain combination as a work of art. If this were so we would say that engineering is a classic work of art and one tied in with the work of Michelangelo, that of Delacroix, Schinkel or R. Serra (another classic artist). It could be said that we are making classic art and one closer to the visual and figurative than the abstract or conceptual. One only has to learn how to look and take the object out of its utilitarian context to be left with a pure visual delight.*

*Here, engineering has gravity as both its greatest ally and worst enemy. Richard Serra on commenting on his sculpture "Belts" of 1966-67, said "the idea of hanging them also came from C. Oldenburg, not so much for what he did, but how he used gravity as a force, a formal medium that allowed objects to be structured in a specific space. I believe that this was his great innovation".*

*Richard Serra considered gravity as a medium that could be voluntarily employed. However, for us it is something inexorable and no aspect of our work could be explained without it and our work would simply fail to exist.*

*How many times have attempts to deconstruct a bridge failed? If it were small, the simple placement of*



Fig. 2.

verticales, como han hecho Rem Koolhaas o Zaha Hadid, no es bastante y hacer como la pasarela de Petrer de Carme Pinos tampoco. Si el puente es grande resulta imposible. La gravedad no nos deja. Impide la aplicación de la famosa frase de Adorno "la tarea del arte hoy es introducir el caos en el orden".

Hay que sensibilizar a la opinión pública que eso que los ingenieros reconocemos como bellísimo es bellísimo. Y aquí aparece un punto en que debemos detenernos. Estas obras de arte son obras encontradas no buscadas, como diría Picasso. Tienen su historia, un camino antiguo atravesando Despeñaperros, por ejemplo, es muy distinto al paso por el mismo sitio de la actual autopista de Andalucía que se podría haber hecho mucho mejor. He aquí un problema para la inventiva y el talento ingenieril. Seguro que se podría haber dejado una obra formidable, una obra de arte y se ha perdido la oportunidad.

Y aquí aparecen los dos polos de la cuestión. De ver carreteras en el paisaje hemos aprendido a distinguir lo bueno de lo malo (sobre esto también hay mucho que hablar), como pasa con la pintura o la música. Hemos ido decantando aspectos que pertenecen a la excelencia. Hemos aprendido que hay cosas mal hechas. Pero también estamos aprendiendo a considerar nuestro trabajo desde un punto de vista estético, Seguiremos teniendo obras bellísimas encontradas pero ya sabemos que lo torpe está agazapado detrás de las prisas, la dificultad, el precio y la desgana.

Si conseguimos que el mundo de la cultura empiece a considerar a la ingeniería civil como una obra de arte daríamos un paso adelante importante más para el mundo de la cultura que para la ingeniería, todos debemos aprender a ver de otra manera. Hay que saber mirar, hay que saber ver la ingeniería.

*non-vertical piers, such as those made by Rem Koolhaas or Zaha Hadid, would proved insufficient and if this were made in the form of the Petrer footbridge by Carme Pinos, this would also fail. If the bridge were large this would then be impossible. Gravity would not allow this and prevents the application of Adorno's famous phrase that "the task of art today is to bring chaos into order".*

*It is necessary to make public opinion responsive to the idea that what engineers recognize as very beautiful is, indeed, very beautiful. This is then an aspect which we should dwell on further. These works of art are encountered not sought, as Picasso might say. As an illustration, there is reason behind the old road that crossed the Despeñaperros pass that is very different from the arrangement of the new Andalucía motorway that runs through the same pass and which could have been made much better. This is a problem for engineering talent and invention and it would certainly have been possible to leave a formidable work, or work of art, but the opportunity has since been lost.*

*These are then the two sides to the question. From observing roads in the landscape we have learned to distinguish the good from the bad (and much may also be said regarding this latter aspect), in very much the same way as with painting or music. We have lauded those aspects that err to the side of excellence and have learned to distinguish things that are poorly made. We have also learned to consider our work from an aesthetic focus and while we will continue to encounter beautiful works we also know that clumsiness lurks behind haste, difficulty, price and reluctance.*



Fig. 3.

Fig. 4.



Sin embargo no vamos a pretender lo inútil de definir aquello que esto o aquello de nuestro trabajo es lo que hace que una obra se convierta en una obra de arte, pretensión inútil. Vamos a mostrar algunas obras, en varios campos de la ingeniería civil, especialmente sugerentes, para abrirnos a la opción de entender de obras públicas como se entiende de pintura o de vinos porque hay que entender y se puede y se debe entender. Este puente es más hermoso que este otro, la presa bóveda ordena y da sentido a la cerrada mejor que una tierra o la implantación de esa carretera en ese entorno ha sido grosera y zafia.

### 1. Las obras lineales

Son las primeras que nos pusieron en contacto con la modernidad de nuestro trabajo, mirado desde el punto de vista artístico. No es el caso de un puente o una presa, elementos más objetuales que presentan una lectura diferente. Durante bastante tiempo hemos intentado conectarlas con el "Land art", movimiento artístico capitaneado por Robert Smithson y Michael Heizer por un lado o por el de Richard Long o Dennis Oppenheim por otro y aunque todos trabajan utilizando el suelo natural como soporte de su arte, escarbándolo, creando alineaciones artificiales con pisadas o piedras o simplemente segando un campo según líneas diagonales, nos encontrábamos siempre con el problema de escala y además aunque conceptualmente el origen fuese distinto, siempre nos gustaban más las obras lineales de los ingenieros.

Razón esta por la que abandonamos la pretensión de encontrar una coartada en un mundo reconocido como artístico como es el land art y nos dedicamos a contemplar el trabajo de los ingenieros en cuanto tal.

*If the world of culture starts to consider civil engineering as a work of art, this would then be seen as a far more important step forwards for the cultural world than that of engineering. We must all learn to look in a different way, it is necessary to know how to look and how to see engineering.*

*However, we are not going to attempt a worthless exercise by pretending to indicate those aspects of our work which convert these into works of art as this would not serve any purpose. We shall, instead, show a number of particularly suggestive works in various fields of civil engineering with the hope that these public works be appreciated in the same manner as a painting or wine, that is to say in the manner which they may and should be appreciated. This bridge is more beautiful than this one, the arch dam organises and gives purpose to the enclosure in a far better manner than an earth dam or that the laying of a certain road in a certain setting has been crass and untoward.*

### 1. Lineal works

*The modernity of our work, when taken from an artistic focus, may be first observed in our lineal works. This is not the case of more objective elements such as a bridge or a dam that present a different interpretation. For some time now we have attempted to relate these to "Land art", the artistic movement led by Robert Smithson and Michael Heizer on one hand and by Richard Long or Dennis Oppenheim on the other. While all these artists worked with the landscape as the backdrop for their art: scraping the surface, creating artificial alignments with footprints or rocks or simply mowing a field in diagonal lines; we always come up against the problem of scale and while in conceptual*



Fig. 5.



Fig. 6.

Un día nos encontramos con la fotografía de dos carreteras que ascienden-descienden junto a la autopista. Fig. 2 y nos quedamos profundamente impresionados por la belleza de estas líneas curvas serpenteando por la montaña. De alguna manera esas curvas están traduciéndonos, haciéndonos evidente la morfología del suelo y el problema de encajar una geometría matemática en su seno. Doble información con resultado de una gran belleza.

De la misma manera en la Fig. 3 sabemos como es una montaña por la huella que una pequeña carretera deja al escalarla. Hace visible lo no evidente del paisaje. En la Fig. 4 contemplamos lo heroico de la carretera, creo que en Bolivia, que se mueve sobre la pared vertical de la montaña. Aquí lo bello pasa a lo sublime, nunca Kant encontraría un ejemplo más perfecto para ilustrar ambos conceptos. Si, también resultan impresionantes en cuanto a su realización, al esfuerzo, al talento, a la voluntad de hacerlo pero nosotros la encajaríamos sin dudar en el concepto de belleza sublime.

Pero si abandonamos lo heroico y nos dirigimos a algo más próximo, mas tranquilo, como la huella en el suelo del Canal de Navarra, Fig., 5 en un paisaje menos torturado veremos la belleza tranquila de la curva desarrollándose en el suelo.

Las tres fotografías que aparecen en la Fig. 6 son especialmente significativas. Un tramo de autopista, junto a un tramo de la muralla China y junto a un tramo de "Running Fence" de J. Christo en California. Las tres obras insertan en el paisaje una dinámica formal que revela la realidad del espacio. Nos traducen el mismo problema, la huella que deja el camino en el suelo y lo que significa en cuanto a descubrimiento de la morfología de ese terreno. Christo famosísimo artista actual

*terms the origin is different, we always prefer the lineal works of engineers.*

*For this reason we shall abandon the pretence of finding an alibi in a recognised art movements such as land art and shall purely consider the engineer's work on its own merits.*

*We may encounter scenes such as that shown in the photograph of fig. 2 where two roads rise and fall beside a motorway and be deeply moved by the beauty of these curved lines snaking along the mountain. In some way these curved lines are translating and revealing the morphology of the land and the problem of setting a mathematical geometry within its contours. This twofold source of information produces a result of great beauty.*

*In the same way, in Fig. 3 we may appreciate the form of a mountain by the trail left by a small road climbing its flanks. These reveal the hidden landscape. In Fig. 4 we may contemplate the heroic nature of a*



Fig. 7.





Fig. 8.



Fig. 9.

(luego veremos otra de sus obras) está haciendo "Land art" siguiendo el ejemplo de la carretera. Al quitarle utilidad su obra efímera, cumple una de las condiciones del arte, que las otras dos obras no cumplen, que es no servir para nada, en el sentido utilitario del servir.

La geometría de lo curvo, en si mismo, constituye un soporte de la belleza. Fig. 7. Su potencia geométrica es tal, que casi podríamos suponer que, en este caso, el soporte, el terreno, el territorio hace el papel del lienzo sobre el que se va a extender la pintura. Y esto lo encontraremos ampliamente en los nudos de carreteras.

Y los ejemplos son infinitos de simple o complejísima geometría. A veces la asimetría de la disposición, Fig. 8, crea una geometría modernísimas y bellísimas. En estos casos no debemos tener miedo al viaducto elevado. No sabemos como son los aquí representados, desconocemos su tipología, pero su geometría es hermosísima. Los viaductos elevados son censurables dentro de la ciudad, junto a las casas, pero, como en este caso, que determinan geometrías excelsas hay que bendecirlos y si además son buenos como puentes, mejor. En otros casos la simetría crea espacios sólo dominables desde el aire. Y este es uno de los problemas de la apreciación de la belleza del enlace curvo y en general de la carretera. Una visión panorámica que es la que revela la belleza de la carretera sólo puede verse desde el aire o desde localizaciones especiales. Fig. 9

Y esta es una nueva posibilidad. La tecnología nos ha proporcionado la posibilidad de ver con perspectiva diferente las obras lineales o las obras de ingeniería civil en general, cuyo tamaño es infinitamente mayor que el de los objetos y edificios actuales, y esto es muy importante. Con anterioridad ver las obras lineales con pers-

*road, I believe in Bolivia, set on the sheer face of the mountain. Here the beautiful passes to the sublime and not even Kant would find a more perfect example to illustrate both concepts. If these roads should also prove impressive in terms of their building and the effort, talent and endeavour required, we can do no more than to set these within the concept of sublime beauty.*

*However, if we should abandon these heroic feats and consider something closer to hand and more serene, such as the track on the ground left by the Navarra Canal, Fig. 5, in a less hostile environment, we may observe the quiet beauty of a curve opening out in the landscape.*

*The three photographs appearing in Fig. 6 are particularly significant. A stretch of motorway, together with a section of the Great Wall of China and a stretch of Christo's "Running fence" in California. The three works create a formal dynamic in the landscape that reveals the reality of the surrounding space. They translate the same problem, the trail left by a path in the ground and the ensuing revelation of the lie of the land. The very famous modern-day artist, Christo (we shall see another of his works later on) is making "Land art" by following the example of the road. On eliminating utility, his ephemeral work complies with one of the conditions of art that the other two works cannot meet, in that it serves no purpose in the utilitarian meaning of the word.*

*The geometry of the curve, in itself, serves as a medium for beauty. Fig. 7. Its geometric power is such that we may, in this case, almost imagine the backdrop, the land and territory as a canvas on which to extend the painting and this may readily be observed in road intersections.*



Fig. 10.

pectiva suficiente era prácticamente imposible y esto limitaba la posibilidad de ser apreciadas en su total dimensión estética.

En la Fig. 10 representamos dos maneras de cruzar un obstáculo, una antigua, más difícil para la velocidad, con un puente pequeño pero artificial y extraño al terreno, sustituida por un cruce más radical. No creo que sea condenable una actuación violenta en el terreno. Según nuestra opinión una actuación violenta puede ser hermosísima y también horrible, pero nunca se debe condenar a priori. Hay recorridos donde la carretera causa estragos en el paisaje, estragos reconocidos por todos, que no justifican el desastre por muy necesario que sea pasar por allí. No lo se con seguridad pero una tal localización nos enfrenta con un problema difícil en el cual, a lo mejor no hay que ser tan riguroso con el coste. Es un auténtico reto para el diseño, si se resuelve bien, con la ayuda o no de puentes, túneles, etc., estaremos encontrando la manera de relacionarnos con un terreno difícil. Ese diseño trabajado puede llegar a ser una verdadera obra de arte, obra que solo se conseguirá si el que diseña es consciente que tiene algo muy importante entre manos.

A veces, como en la Fig. 11, la carretera realiza como nadie el papel de poner en evidencia la geometría torturada del terreno y crear un dibujo hermosísimo. A veces la carretera parece demasiado grande, como en la Fig. 11 y uno desearía que el ascenso se hubiese producido con un camino más estrecho y el resultado sería más hermoso.

Las condiciones que el móvil y la velocidad específica introduce en su geometría pueden llegar a ser absolutamente imposibles de controlar con las soluciones encontradas para las autopistas. Y me estoy refiriendo a una obra lineal muy singular, la del tren de alta veloci-



Fig. 11.

*Here there are numerous examples of simple or the most complex geometry. On occasions the asymmetry of the layout, Fig. 8, creates a geometry at once extremely modern and beautiful. In these cases we should not be frightened away from the flyover. We do not know the features of those shown here and are unaware of their type, but their geometry is very pleasing to the eye. Flyovers or overpasses are to be disapproved in the city and close to houses, but in this case and where they describe sublime geometries, they are only to be praised and if they are also good as bridges, then so much the better. In other cases the symmetry creates spaces that may only be discerned from the air and this is one of the problems in the appreciation of the beauty of a curved intersection and of the road in general. A panoramic view revealing the beauty of the road may only be seen from the air or from privileged locations. Fig. 9.*

*This is now a new possibility. Technology allows us the possibility of observing lineal works or civil engineering works in general from a different perspective and where the scale of these is far greater than that of current objects and buildings, and this is very important. Previously it was practically impossible to observe a lineal work with sufficient perspective and this prevented the appreciation of the work in its entire aesthetic dimension.*

*Figure 10 shows two ways of crossing an obstacle: one old and more restrictive on speed with a small but artificial bridge and foreign to the terrain, since replaced by a more radical crossing. A violent action in the terrain should not always be condemned and while, according to opinion, a violent act may be extremely beautiful or an eyesore, this should never be condemned out of hand. There are stretches of road*



Fig. 12.

dad. Habrá que encontrar nuevas soluciones estéticas, posiblemente lejanas a las de la geometría suave que presenta el canal de Navarra, Fig. 12.

Pero los problemas estéticos, o lo que sería mejor denominar como la dimensión estética de la carretera, algunos de los cuales hemos destacado y otros, a lo mejor, ni los hemos visto, no determinan el qué de la carretera. Ángel del Campo escribió un espléndido trabajo sobre lo que ve el que conduce, cómo ve la carretera, qué paisaje es puesto en evidencia en su recorrido y de qué manera. La impresionante y bellísima sensación que se experimenta al rodear una ladera de una montaña, con las curvas que aparecen ante el conductor y cómo se descubre el terreno de esta manera. El control de las sensaciones, el subir o bajar carreteras en curva con el conjunto de sensaciones físicas que experimentamos por las aceleraciones verticales y horizontales, nos abren hacia un problema total de gran complejidad y de enormes posibilidades a construir desde nuestro diseño.

Sé que muchos me dirán que ya es bastante complejo su trabajo como para que introdujésemos nuevas variables, no cuantificables. Tienen razón, pero ya se ha dado un paso cuando se introduce la presencia de la ecología y sus condiciones ambientales en nuestro trabajo. Supongo que aquel que sea sensible a los problemas que hemos tratado se hará nuevas preguntas sobre como es la relación buena de la carretera, o del ferrocarril o del canal con el terreno. Y en ese "buena" está todo lo que empezamos a vislumbrar en todas las direcciones.

that ravage the landscape and where these ravages are acknowledged by all and which do not justify the destruction caused no matter how necessary the route. I am not entirely sure but in these situations we face a difficult problem and one in which it is perhaps necessary to be more lenient with the cost. This is a true challenge for design and if correctly resolved, with or without the aid of bridges, tunnels, etc., then provides the manner in which to relate to a difficult terrain. This design when well worked may turn out to be a true work of art, though this will only be achieved when the designer is aware of the extreme importance of their acts.

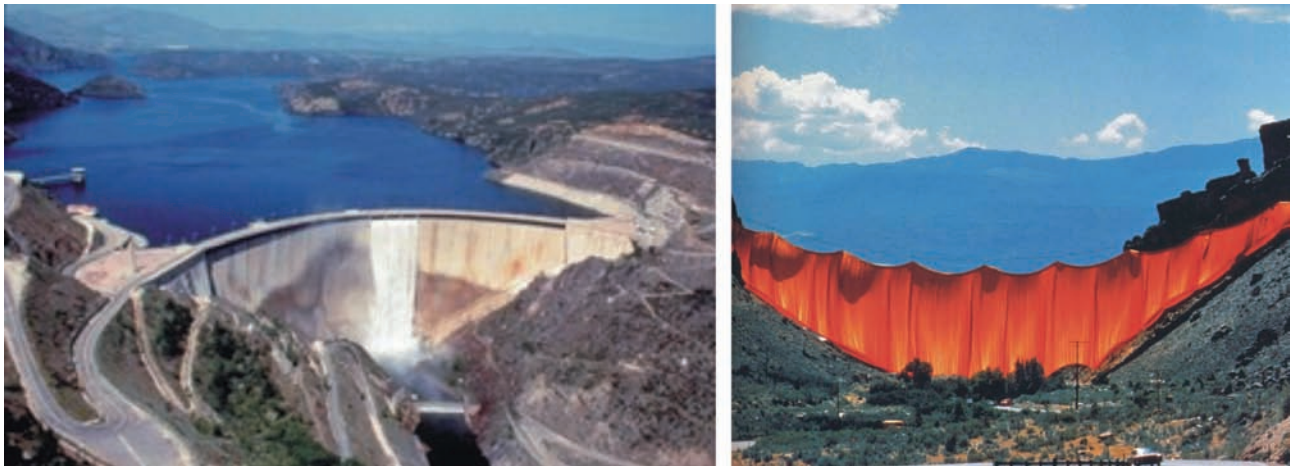
On occasions, such as that shown in Fig. 11, the road does its utmost to reveal the tortured geometry of the terrain and create a beautiful design. Sometimes the road appears too big, such as that in the same figure, and one wishes that the ascent had been made with a narrower road which would have given rise to a more pleasing result.

The conditions imposed on the geometry by the vehicle and the specific speed may become absolutely impossible to control by the solutions employed for motorways. Here I am referring to a very specific lineal work, that of the high speed train and where it is necessary to find new aesthetic solution, somewhat removed from the smooth geometry shown by the Navarra Canal in Fig. 12.

However the aesthetic problems, or what would be better defined as the aesthetic dimension of road, some of which having been mentioned here while others have perhaps gone unnoticed, do not determine the whys and wherefores of the road. Angel del Campo wrote a splendid article on what is seen by the driver, the manner and extent by which the driver sees the road and the unfolding landscape during the route. The wonderful and impressive sensation one experiences on skirting the side of a mountain with the curves that appear in front of the driver and the new vistas afforded after every curve. The control of sensations, the climbing or descending of windy roads together with the physical sensations experienced by vertical and horizontal acceleration all go to open out a problem of great complexity and enormous construction possibilities in terms of design.

I know that many will say that their work is already complicated enough without having to introduce new and unquantifiable variables. They would be right to say this, but the first step has already been made by the

Fig. 13.



## 2. Las Presas

Las presas es el segundo de los tipos de obras en que nos fijamos en busca de nuestros objetivos de encontrar obras de ingeniería que bien podrían considerarse como obras de arte y estas obras magníficas están con nosotros en todos los tiempos, desde los romanos hasta la actualidad.

No nos interesa hacer un recorrido histórico, sino fijarnos en las características que sirvan a nuestros propósitos. Una presa no es como un edificio que se coloca en el terreno sino que es una obra encajada en el terreno en el que el problema resistente surge de la interacción suelo-estructura para resistir las enormes solicitaciones a que están sometidas. Y en esta interacción, que tiene influencia en la forma de la presa, se establece el principio genético de su formosidad, forma y hermosura asociados con el terreno donde se encaja.

En la figura 13 presentamos la comparación entre la presa bóveda del Atazar y Valley Curtain de Christo en Rifle, Colorado de 413 metros de longitud y 111 metros de altura. La presa del Atazar es magnífica, una presa bóveda de doble curvatura, forma asociada a la búsqueda de la antifunicularidad espacial. La obra de Christo, una cortina de nylon colgada de un cable que el viento casi la destruye completamente al día siguiente de su inauguración. Pero sin duda, Christo ve, en la garganta, la forma de la presa que reproduce como una obra excesivamente provisional. La estructura resistente se configura en la presa en función de la presión del agua y la geometría de la cerrada. Christo establece con su cortina, la naturalidad de la forma presa en el valle. Es como un resultado coincidente, uno al ver el valle, otro al contener un lago de agua en el valle.

*introduction of ecology and environmental factors within our work. I imagine that those who are sensitive to the problems raised here will ask further questions regarding the good relation between the road, the railway or the canal with its surroundings. This when taking "good" to mean all we can begin to see in all directions.*

## 2. Dams

*Dams are the second type of works on which we shall focus when attempting to discover those engineering works that may be considered as works of art, and these magnificent works have been with us over all times, from the Romans to the present.*

*We do not wish to give a historic overview, but to focus on the characteristics that serve our purpose. A dam is not like a building that is set on the land and is, instead, a structure set within the terrain where the strength problem arises from the ground-structure interaction to resist the enormous stresses to which they are subject. It is precisely this interaction that influence the form of the dam and establishes the genetic principle of their formation, shape and beauty in association with the terrain in which they are set.*

*In Figure 13 we show a comparison between the Atazar arch dam and Christo's Valley Curtain in Rifle, Colorado which was 413 metre long and 111 metre high. The Atazar dam is a magnificent, double curvature arch dam, a form which transmits large loads to its base and extremities. Christo's work, a nylon curtain suspended from a cable, was almost completely destroyed by the wind the day after its inauguration.*

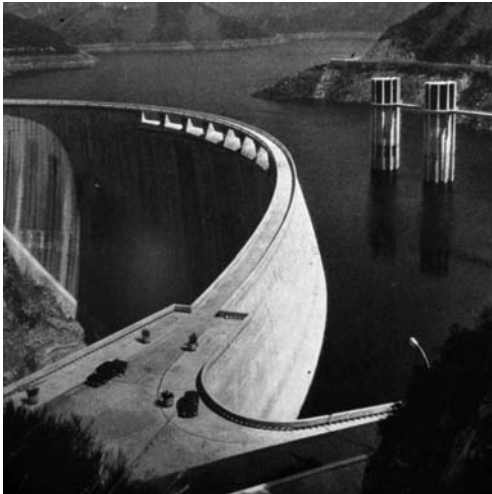


Fig. 14 a.



Fig. 14 b.



Fig. 14 c.



Fig. 14 d.

Además existe la relación entre el espacio a un lado de la presa y el espacio al otro. Lo cóncavo y lo convexo. Y en este caso la coincidencia es fundamental si comparamos uno y otro lado de la presa bóveda y uno y otro lado de "Waxing Arc" de Richard Serra de 1980, Fig. 14. El origen de la forma es distinto en uno y otro caso. En el primero está el resultado del empuje hidrostático y la gravedad, en el segundo el equilibrio, la gravedad y la rigidez de unas planchas de acero de 20 mm de espesor.

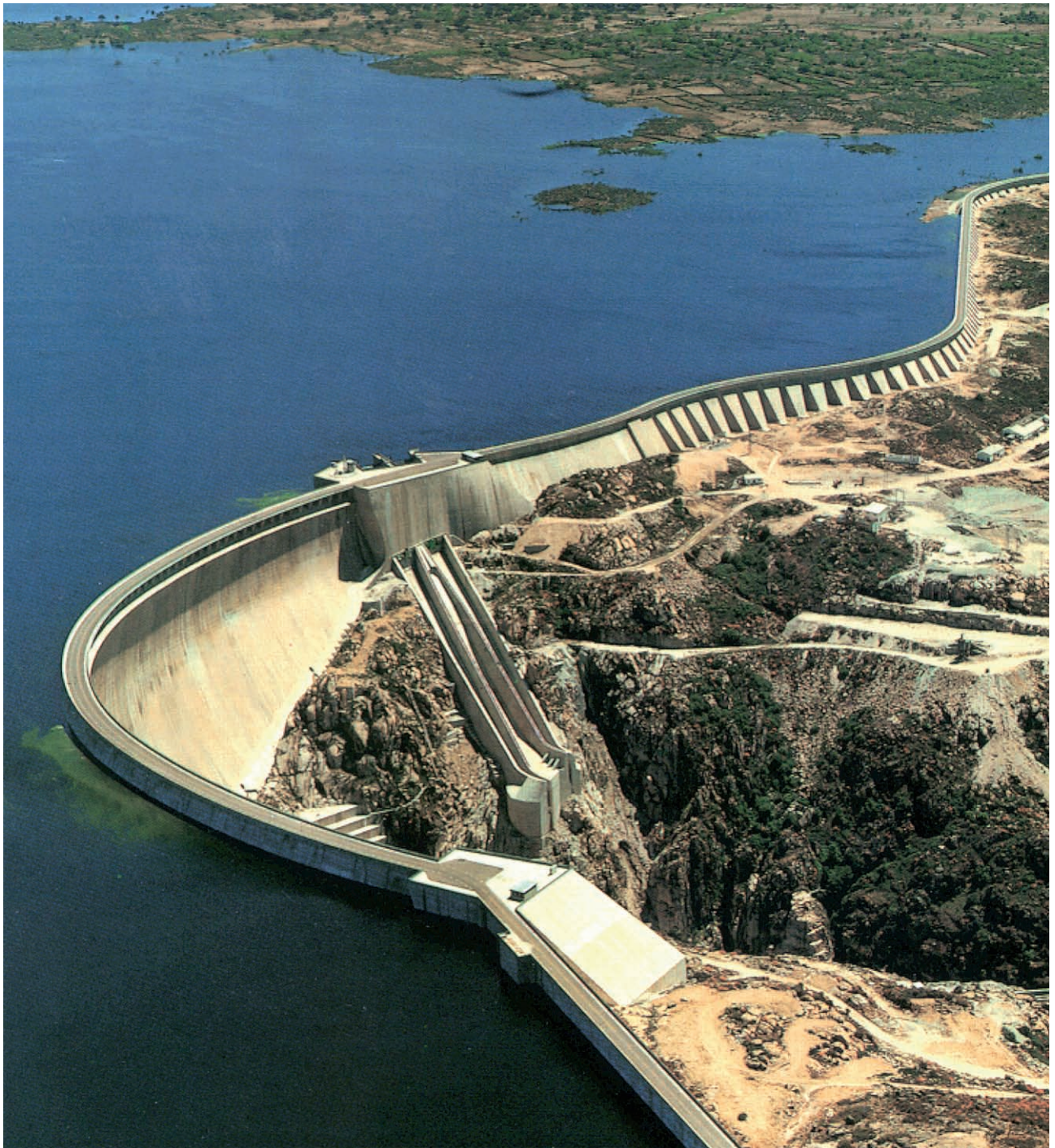
Nos resultó emocionante y, en cierta manera, conocido el caminar entre las esculturas de Serra "La Materia del tiempo" expuestas en el Guggenheim de Bilbao. Uno discurre entre formas sólidas conocidas, muy familiares, si como nosotros en estos momentos, está muy familiarizado con fotografías de presas bóveda, a medio llenar. Discurría en espacios buscados por Serra en los cuales se siente la incomodidad en el caminar de que a veces la inclinación de la forma curva te impone, pe-

*However, Christo's excessively provisional work undoubtedly mimicked the form of a dam set within the gorge. The resisting structure is configured in the dam in accordance with the water pressure and the geometry of the enclosure. Christo's Valley curtain attempted to show the naturalness of the dam form in the valley and here the coincidence, one looking out on the valley, the other containing a reservoir of water within the valley.*

*There is also a relation between the space on one side of the dam and the space on the other. The concave and the convex. In this case the coincidence is fundamental if we compare both sides of the arch dam and both sides of Richard Serra's "Waxing Arc" of 1980, Fig. 14. The origin of the form is different in each case. In the former it is the result of water drive and gravity and in the second, the equilibrium, gravity and stiffness of a number of 20 mm thick steel plates.*

*It is moving and yet to a certain extent familiar to walk among Serra's sculptures "The Matter of Time"*

Fig. 15.



ro a la vez se siente próximo a una geometría conocida, idéntica diríamos. La de Serra configurada estructuralmente por la gravedad y su intención y la de la presa por el empuje del agua y la gravedad y también la intención del diseñador.

Seguro que era ajena a la mente de Serra la presencia de las imágenes de presas bóveda en el momento

*installed in the Guggenheim in Bilbao. One passes among solid forms which appear very familiar to engineers and recall a series of photographs of half-full arch dams. When moving through the spaces formed by Serra our passage may be made somewhat uncomfortable by the leaning movement imposed by the curved form, though at the same time*



Fig. 16.

de crear sus formas curvas con chapas de acero de 20, 30 y 40 mm. Probablemente sí. Y esto es lo que nos gustó. En Serra aparecían geometrías de doble curvatura que ya conocía, o lo que es lo mismo, la experiencia de nuestras presas bóveda nos había descubierto una geometría importante, tan próxima a la que después encuentra Serra pero con una ventaja muy, muy importante, la escala. Serra encuentra la forma y la dispone para ser recorrida, la presa impone esa forma en la cerrada al configurarse en dique la contención.

Comparar a Christo o a Serra con la presa bóveda, no lo hacemos con la intención de demostrar que la coincidencia formal de la presa con estas obras da a las presas el marchamo de obras de arte, nada que ver. Comparar ha tenido la intención de lo que los ingenieros han encontrado al realizar su trabajo de una forma rigurosa, resulta que encuentra coincidencias formales evidentes con esculturas que indagan sobre la geometría, la forma de una plancha que debe estar en equilibrio y resistirse y el espacio que se configura a uno y otro lado.

La bóveda vertical de doble curvatura tiene algo de verdad (perdón) estética. Algo que esa maravillosa geometría lleva consigo.

Y podríamos sacar nuevas coincidencias en la configuración de los dos espacios, el de un lado y otro de la presa, Fig. 15, con el que determinan y busca la escultura de Serra.

Pero las presas no acaban con las presas bóveda, ni con estas coincidencias afortunadas. Cuando uno ve la foto de Aldeadavila, la famosa foto de Aldeadavila,

*one feels proximity to a known and, we could say, identical geometry. The geometry of Serra's sculpture structurally formed by gravity and the artist's hand and that of the dam formed by the thrust of water and gravity and the designer's intent.*

*It is unlikely that Serra had an image of arch dams in mind when he created his curved forms in 20, 30 and 40 mm steel plate. And this appeals to us. Geometries of double curvature appear in Serra's work that were already known. The experience of our arch dams has revealed an important geometry and one very close to that later found in Serra's work, but with the extremely important advantage of scale. Serra finds the form and arranges this so that it can be walked through, the dam imposes this form in the enclosure in order to serve its retention purpose.*

*On comparing a Christo or Serra work with the arch dam, we are not attempting to demonstrate that the coincidence in shape between the dam and these works gives the arch dam the seal of approval as a work of art. The comparison has, instead, been made with the intention of showing that what engineers have encountered through meticulous work bears an evident resemblance to these sculptures inasmuch as their inquiry into geometry, the shape of a plate that must be stable and resistant and the space configured on either side.*

*The vertical double curvature arch has (with apologies) something of aesthetic truth. Something that is inherent in this marvellous geometry.*

*We could draw further parallels in the configuration of the two spaces, either side of the dam, Fig. 15, with that resolved and sought in Serra's sculpture.*

*However, dams do not begin and end with arch dams and neither do these fortunate coincidences. When one observes the photograph of Aldeadavila, the famous photograph of Aldeadavila, Fig. 15, with its curved plan, its enormous spillways that structure and shape its surface and the mountains on which it abuts all provide a further sublime instance of what the engineer is capable of forming.*

*We could dwell on the quality of forms found by dam designers and not only in the arch or arch-gravity dams (as defined by a large part of Serra's work with his steel plates) but also in the formidable earth dams. However, there will be another occasion for this and, for the moment, we only have to be grateful for the work of our colleagues and for what they have found.*

Fig. 17.



Fig. 16, con su curva en planta, sus enormes aliviaderos que estructuran y configuran su superficie y los montes en que se estriba, se encuentra, otra respuesta sublime de lo que es capaz de configurar la ingeniería.

Se podría hablar mucho más de la calidad de las formas encontradas por los presistas y no solo en presas bóveda o arco-gravedad (cómo define esta palabra gran parte del trabajo de Serra con sus planchas de acero) sino también con formidables presas de tierra. Pero ya habrá ocasión, sólo tenemos que estar orgullosos del trabajo de nuestros compañeros y de lo que han encontrado.

### 3. Los puentes

Quizás sean los puentes, de entre el conjunto de obras de fábrica, los primeros reconocidos como obras de arte por la cultura general.

Están ahí, junto a nosotros, en ciudades y campos. Son estructuras que siempre hemos visto y gozado. Tienen una historia larga y reconocible y hasta el siglo XIX sus artífices eran los arquitectos. Herrera hizo el Escorial y

### 3. Bridges

*Of all building works, bridges are perhaps the first to be acknowledged as works of art by general culture.*

*They are there, together with us, in cities and in the country. They are structures that we are accustomed to seeing and enjoying. They have a long and traceable history and right up to the nineteenth century were always formed by architects. Herrera built the Escorial and a multitude of bridges as did Ribera and other architects.*

*However, things changed on the appearance of the engineer and the ensuing synthesis of building work accumulated through time and science. And they changed fairly radically. The material was no longer sought from natural materials such as stone or wood but was, instead, designed and the forms that these materials provided, within their formal and material logic, changed radically.*

*The parameter defining the beauty of bridges had to be radically changed. These no longer followed the forms imposed by stone architecture.*





Fig. 18.

multitud de puentes y lo mismo hicieron Ribera y otros arquitectos.

Pero desde que aparece la figura del ingeniero como síntesis del trabajo constructivo conseguido a través de los tiempos y la ciencia, las cosas cambian. Y cambian bastante radicalmente. El material no se busca de entre los naturales como la piedra o la madera, sino que se diseña y las formas a que estos materiales dan lugar, dentro de su lógica formal y material, cambian radicalmente.

Los parámetros que definían la belleza de los puentes hubo que transformarlos radicalmente. Ya no seguían las formas a que les había conducido la arquitectura en piedra. El acero primero y el hormigón después cambian la morfología de las formas resistentes produciéndose una separación de los de la arquitectura de siempre que, a ésta, le costará casi 100 años aceptarlos. La arquitectura moderna, en buena medida es el resultado de ese cambio en el modo de pensar de los ingenieros.

Como en la carretera y en las presas, los puentes cambian con la modernidad hasta hacerse ajenos al gusto y las costumbres de sus usuarios. A nadie le costaría conceder a los cuatro puentes representados en la Fig. 17 su calidad como obras de arte. Su pequeño tamaño los podía considerar como esculturas útiles, esculturas para pasar.

El puente del cinturón de Jade, Palacio de Verano en Pekín, Fig. 17a., No hay razón alguna para su forma, pues los barcos no necesitan pasar por debajo y las pendientes son excesivas. Un error para el que pasea y un buen ejemplo para el entendimiento de la cultura china. El puente romano de Suiza (Fig. 17b) tampoco es muy funcional, al peatón también se le hace subir y bajar innecesariamente pero los dos arcos saltando entre

Steel first and concrete later changed the morphology of the structural shapes and led to a distancing from traditional architecture that took nigh on 100 years to be assimilated. Modern architecture is largely the result of this change in the way of thinking by engineers.

As with roads and dams, bridges change with the times until distancing themselves from the tastes and customs of their users. Nobody would question the quality of the four bridges shown in Fig. 17 as works of art. Their small scale allows comparison with useful sculptures, sculptures that may be moved across.

The Jade Belt Bridge at the Summer Palace in Beijing, in Fig. 17a. There is no reason whatsoever for its shape, as boats do not need to pass below and the slopes are excessive. An error for those crossing the bridge and one serving as a good way of understanding Chinese culture. The Roman bridge in Switzerland (fig. 17b) is also somewhat lacking in functionality, the pedestrian is also forced to ascend and descend unnecessarily but the two arches springing between the rocks and the variable curve form of the line provides an extremely graceful form of utmost simplicity.

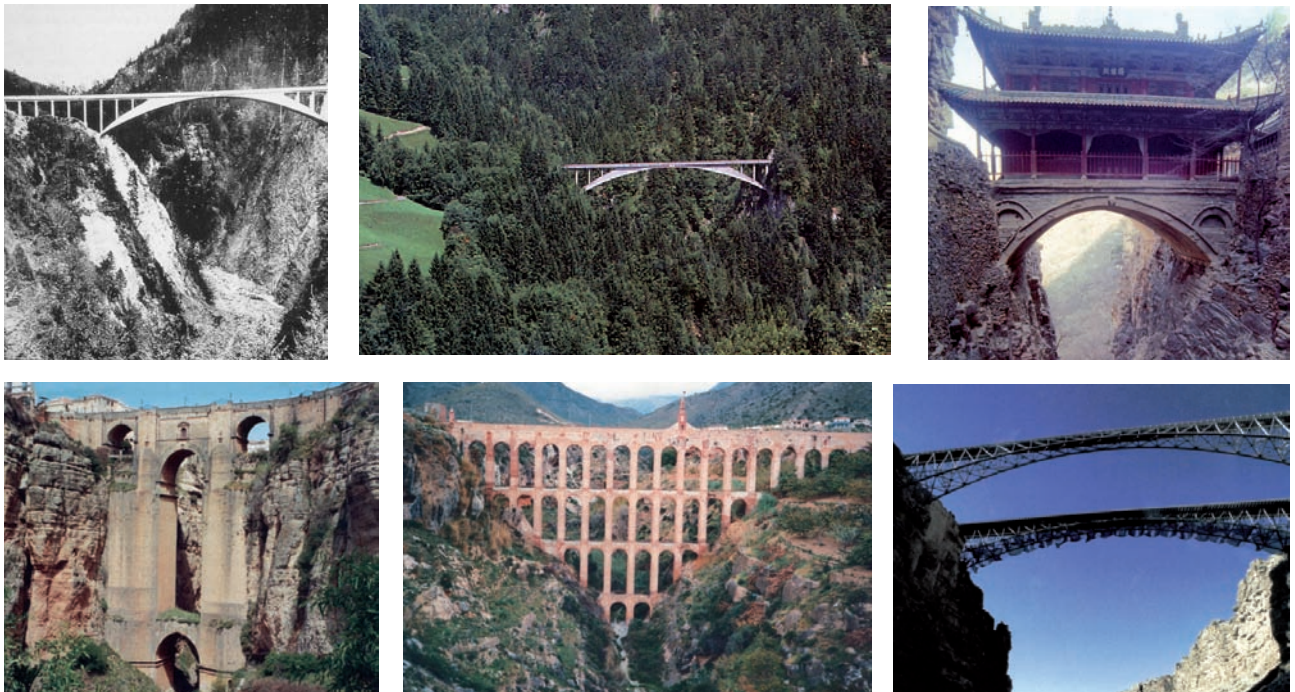
In the Kantai Bridge, Fig. 17d, the walkway coincides with the arch and no horizontal deck has been installed as in other superposed bridges. The wooden structure of the arch is very interesting and is formed by small interlaced pieces of wood.

Finally, the most subtle of them all, the curved deck supported on three intermediate piers and where the curve of the decks has an aesthetic or symbolic meaning, Fig. 17c.

However, if we move on to modern bridges, the critics do not know which way to turn. In Fig. 18 we may observe the 37.4 m span Schwandbach bridge built in 1993 by R. Maillart. It is already beginning to be different and we are no longer quite so familiar with the thicknesses, forms and abutments with the land. The new form is appearing and imposing.

This is an important and difficult problem. Does the design of a bridge have to reflect the space in which it is set? The answer is yes, but the relation is difficult to objectify. As in everything, this is a matter of interpretation. In Figure 19 we show six different solutions to the same problem of crossing a steep gorge. What is the "genius loci" of these places?

Fig. 19.



las rocas y la forma curva variable de la rasante tienen la máxima gracia dentro de la máxima simplicidad.

En el puente de Kantay-Ky, Fig. 17d, el paso coincide con el arco sin disponer un tablero horizontal como en los demás puentes superpuestos. La estructura de madera del arco es interesantísima, formada por pequeñas piezas entrelazadas entre sí.

Finalmente, el más sutil, el tablero curvo apoyado en tres pilas intermedias. La curva del tablero quiere tener un significado estético o simbólico Fig 17 c.

Pero cuando pasamos a los puentes modernos, la gente de cultura no tiene donde agarrarse. En la Fig. 18 representamos el puente de Schwandbach de 37,4 m. de luz, construido en 1933 y cuyo autor es R. Maillart. Ya empieza a ser distinto, empezamos a no tener experiencia de los espesores, formas y encuentros con el suelo. Y la nueva forma aparece y se impone.

Y este es un problema importante y difícil. ¿Tiene el diseño del puente que reflejar el espacio en que se encaja?. La respuesta es sí, pero la relación es muy difícilmente objetivable. Como en todo, se trata de una interpretación. En la figura 19 presentamos seis respuestas efectuadas en el tiempo a un mismo problema, como cruzar sobre un barranco abrupto. ¿Cuál es el "genius loci" de estos lugares?

En la Fig. 19 a y b tenemos un ejemplo formidable de este problema, es el puente de Salgina Tobel de R. Maillart.

*In Figures 19 a and b we have a formidable solution in the Salginatobel bridge designed by Robert Maillart.*

*It is difficult to move away from this vision of a bridge when facing a similar problem. The bridge is very beautiful and the working form of the bridge and its abutments on the slope has been very suitably resolved in structural terms. But has this relationship been sought or found? Maillart, in fact, built some seven bridges similar to this one for differing locations including both a gorge and, in the case of the Arve Bridge in Geneva, a gentle and flat landscape. This was undoubtedly then an encountered effect but one no less valid or objective for the same.*

*Four additional and very different solutions to the same problem also appear in Fig. 18. A Chinese pagoda bridge (c), the bridge over the Tajo in Ronda (d), built by the architect José Martín de Aldehuela between 1784 and 1788 with a height of 48 m and a span of 24 m. A monstrosity of form. The El Águila aqueduct built at the end of the 18<sup>th</sup> century by Francisco Cantero (e) and two modern American bridges (f).*

*Different ways of approaching the same problem. We may choose between them but from a construction point of view we would today select the American solution. In Maillart's times, no.*



Fig. 20.

Es difícil salirse de esta visión de puente cuando nos enfrentamos a un problema similar, es muy hermosa y muy adecuada resistientemente hablando, la forma de trabajo del puente y la estribación en las laderas. Pero es una relación buscada o encontrada? De hecho Maillart construyó del orden de siete puentes iguales a éste que colocó tanto en un cortado de la montaña como en el paisaje suave y plano del puente sobre el Arve en Ginebra. Sin duda es un efecto encontrado pero no por eso menos válido y objetivo.

Además en la misma Fig. 18 aparecen cuatro soluciones mas y diferentes al mismo problema. Un puente pagoda chino (c) , el puente en el Tajo de Ronda (d), construido por el arquitecto José Martín de Aldehuela entre 1784 y 1788 que tiene una altura de 48 m. y un arco de 24 m. de luz. Una autentica pesadilla formal. El acueducto de El Águila construido a finales del siglo XVIII por Francisco Cantero (e) y dos puentes modernos americanos (f).

Diferentes maneras de abordar un mismo problema. De entre ellas se puede elegir y desde un punto de vista constructivo elegiríamos hoy las soluciones americanas. En tiempo de Maillart, no.

Si pasamos a un registro más moderno y nos encaramos con el Viaducto de Millau, Fig. 20, el formidable Viaducto de Millau deberíamos preguntarnos si la disposición de puente atirantado continuo es la correcta en un terreno como éste, en el que existe un salto de profundi-

*If we move on to a more modern example and focus on the formidable Millau Viaduct, Fig. 20, we may ask ourselves whether the arrangement of a multiple span cable-stay bridge was the most appropriate in a landscape such as this and where there is a considerable change in height from the centre to the sides. The classic engineering solution would have been a single cable stayed bridge section at the deepest point and a continuous normal bridge for the remainder. A clear error. It is much better in this way where this is no difference between the design of the bridge deck at the deepest part of the central valley and the rest. Though perhaps this would have been better without staying the deck. I am not entirely sure whether it was such a good idea to extend the pylons above the deck on such a high bridge. We could imagine the bridge without the cable stays and with the same pier arrangement and a thicker deck and it would appear somewhat better though, obviously, more expensive.*

*We wish to conclude this short introduction by showing the Voluntariado footbridge at the Zaragoza Expos 2008 (140 m + 90 m). The strictly resistant design reveals itself together with the conditions that help it to serve its purpose. The footbridge adopts a curved plan which does not eliminate the functional condition of crossing from one side of the river to the other. This imposed form reveals how the configuration*



dad considerable entre el centro y los laterales. La solución clásica de la ingeniería sería hacer un puente singular, atirantado, para la depresión mayor y un puente continuo normal en el recto. Claro error. Así está mucho mejor sin diferenciar en el diseño del dintel la parte más profunda de la garganta central de la del resto. Pero quizás estaría mejor sin atirantar el dintel. Eso de subirse con la estructura, los tirantes, por encima del dintel en un puente tan alto no se si está tan bien. Nos podemos imaginar perfectamente el mismo puente sin tirantes y la misma disposición de las pilas y con el dintel más grueso y nos parece mejor, aunque eso sí, más caro.

Y queremos terminar esta pequeña introducción representando la pasarela del Voluntariado de la Expo 2008 de Zaragoza (140 m + 90 m). El diseño estrictamente resistente se manifiesta poniéndose condiciones que le ayudan a ser. Adoptar una curva en planta, no es objeto de una condición funcional, de paso de uno a otro lado del río. Es una imposición buscada para ver como una configuración de puente atirantado, para resistir, se reordena bajo la influencia de esa geometría, que más que dar dificultades viene cargada de posibilidades.

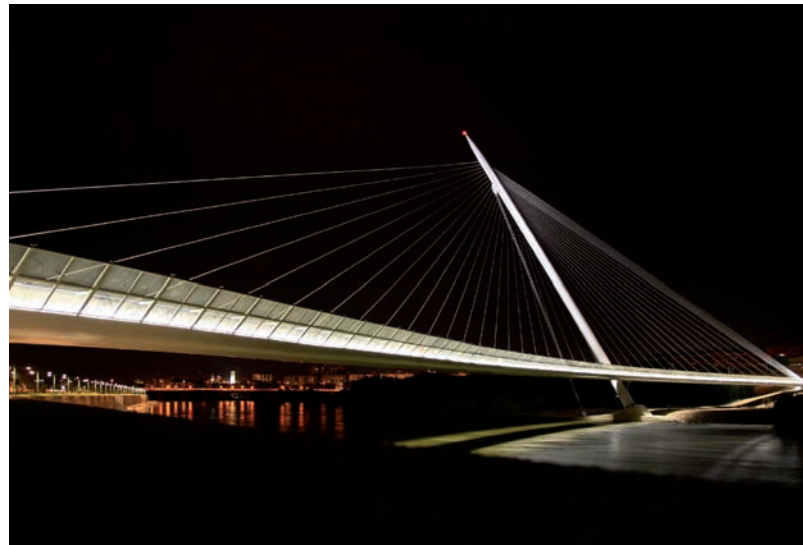


Fig. 21.

*of a cable stayed bridge, designed to resist, may be reorganized in accordance with this geometry and, instead of causing difficulties, reveals a host of possibilities.*

### **Ruegos y peticiones**

Todo lo anterior no tiene sino una intención, la de pedir ayuda a aquellos compañeros que puedan y están interesados en estos problemas.

Es nuestra intención hacer una exposición en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando "sobre la ingeniería como obra de arte", y tenemos fecha reservada para el primer trimestre del 2010. Como ya hemos dicho en otra parte, es importante, que el mundo de la cultura reconozca la ingeniería como obra de arte pero esto que no es sustancial para la ingeniería si lo es para el entendimiento de la cultura.

Para ello tenemos tres campos importantísimos, carreteras, presas y puentes, pero podría haber otros más de los que esperamos sugerencias.

Pero necesitamos una información gráfica, fotográfica de primerísima calidad en cuanto al objeto fotografiado en sí, como a la propia calidad de la fotografía y si se pudiese tener una fotografía del suelo antes y después de realizada la obra, ya sería maravilloso. Y en esto pedimos vuestra ayuda. Sin duda, muchos de vosotros ha visto algo espléndido a fotografiar o fotografiado, algo que enfatice lo que aquí hemos expuesto, lo

### **Requests and petitions**

*The foregoing only has one intention, that of requesting assistance from those colleagues who might be interested in these problems.*

*We intend to present an exhibition at the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando on "engineering as a work of art" and we have a date reserved for the first quarter of 2010. As we have already indicated earlier, it is important that the cultural world recognise engineering as a work of art and while this is not essential for engineering, it is necessary for the understanding of culture.*

*We have the three very important fields of roads, dams and bridges but they could well be more and we await your suggestions.*

*However we need graphic information: photographs of the highest quality both in terms of the photographed object and the photographic quality itself, and if photographs are available of the site prior to and after constructing the work then so much the better. Here we request your assistance. Many of you have undoubtedly seen something worthy of a photograph, something that underlines, confirms or corrects what we have stated here. It does not matter what it is as long as it may be*

confirme o corrija. No importa, siempre que ayude a presentar en la Academia una muestra excelente de lo que hemos sido capaces de hacer hasta hoy.

Y esto nos presenta una pregunta que nos importa contestar ¿Qué ámbito territorial y desde cuando?

En cuanto a la primera pregunta, si podemos, nos gustaría contar con obras españolas, hechas y pensadas por españoles, aquí o en el extranjero. No quiere decir que las obras de los demás países no sean buenas y acudiremos a ellos sólo en casos que las españolas dejen demasiados cabos sueltos. Confiamos en el trabajo que hemos hecho en España, confiamos mucho.

En cuanto al tiempo, al principio pensamos que sería bueno circunscribirlo a la actualidad o al tiempo de la construcción moderna. Pero pensándolo mejor hemos preferido extenderlo a todo el tiempo, desde la antigüedad hasta ahora.

Necesitamos de la ayuda de todos los interesados con el fin de completar esta muestra pequeña, necesitamos sus escritos, mirados desde cualquier punto de vista pero enfocado en la dirección que pretendemos. Otras luces serán bien recibidas.

Gracias a todos. ♦

*presented at the Academy as an example of what we have been capable of doing to date.*

*This then gives rise to two questions that should be answered immediately. Where and since when?*

*With regards to the first question we would like to use Spanish works, built and designed by Spaniards whether at home or abroad. By this I do not mean to say that the works of other countries are not worthy and we shall resort to these in those cases where the Spanish works leave too many loose ends. However, we have a great trust in the work we have done in Spain.*

*With regards to the time, we initially felt that it would be better to restrict this to the present day or to modern construction. On further deliberation we feel it preferable to extend this over all time, from ancient times to the present.*

*We need the assistance of all those interested in order to complete this small exhibition. We need your notes, taken from any perspective but always focusing on the direction we have in mind. Other information will be most welcome.*

*Thanking you all in advance. ♦*

**Para poder atender nuestra petición, rogamos tener presentes las siguientes instrucciones:**

- 1. Nuestra dirección electrónica es: ropcomisariado@ciccp.es**
- 2. Las fotos deben venir bien identificadas, señalando el nombre y el lugar.**
- 3. Deben tener una alta calidad:**
  - 3.1. Si es soporte papel o diapositiva, basta inicialmente con una copia digital. Posteriormente se pedirá el original**
  - 3.2. Si es soporte digital, se precisa un mínimo de 5 Mb. Para la exposición, 30 Mb. Bastaría inicialmente una copia y luego se pedirá el original.**

***In order to attend our petition, please note the following:***

- 1. Our e-mail address is: ropcomisariado@ciccp.es***
- 2. Photographs should be clearly identified, indicating name and place.***
- 3. Photographs should be high quality:***
  - 3.1. If on paper or slide, it will be sufficient to send a digital copy. We shall request the original at a later stage.***
  - 3.2. If on digital format, a minimum resolution of 5 MB is required. For the exhibition, 30 MB. A copy shall be sufficient at the outset and we will request the original at a later stage.***