

Tecnología y Arquitectura Catalana

Agustí OBIOL-Robert BRUFAU

Technology and Catalan Architecture

1

Sin duda, el panorama actual de la arquitectura catalana se presenta razonablemente halagüeño. Una serie de factores de carácter técnico, político y social —la elección de Barcelona como sede olímpica es uno de ellos— ha dado lugar a que, bajo un prisma absolutamente generalizable, se haya apreciado en el último decenio, y cada vez con mayor insistencia, una clara superación de situaciones anteriores.

No se trata, evidentemente, de la simple constatación de la existencia de obras individuales de calidad notable, que siempre las hubo —y que incluso fueron, por contraste ante la sordidez general, más remarcables— sino de la detección de un sentimiento de interés popular, que trasciende aquellos ambientes forzosamente vinculados al tema, para saltar de forma cotidiana a las páginas de los periódicos o a las sobremesas de restaurante.

Esta situación no es inédita; Cataluña ha conocido otros períodos de esplendor dentro de este campo. Sin necesidad de remontarnos a épocas pretéritas, centrándonos únicamente en los años finales del pasado siglo y primeros del presente, encontramos toda una serie de ejemplos carismáticos en el contexto arquitectónico y, en especial, en obras con un fuerte componente estructural. Básicamente, podríamos mencionar numerosas muestras de la excelente arquitectura industrial catalana¹, caracterizada, unas veces, por la sobriedad de sus planteamientos constructivos, otras, por la audacia de sus soluciones estructurales abovedadas (recordemos la *Fábrica Aymerich* de Terrassa, o la valentía con que proyectó Jujol la cubierta de los *Talleres Manyach*, de la riera de Sant Miquel —ambas obras en proceso de recuperación— o, en fechas más recientes, los estilizados y ligeros arcos del *Garaje Alfonso XII* de la calle Laforja, entre otros), o por la pureza de los esbeltos entramados de estructura metálica (mercados de Sant Antoni, de la Boquería o del Born), con sus uniones roblonadas que, de alguna forma, causan, aun en el espectador no versado, la sensación de identificar la forma con el comportamiento resistente².

Esta brillante tradición arquitectónica sufrió, por razones obvias, una fuerte depresión en la postguerra, y la llegada de la expansión económica, a partir de 1955, comportó, curiosamente, una de las épocas más regresivas en cuanto a calidad tecnológica de los proyectos.

1.

The present outlook for Catalan architecture is reasonably promising. A series of technical, political and social factors —amongst which is Barcelona's candidacy as seat of the 1992 Olympics— has given rise in the last decade to a general and increasing improvement upon the previous state of affairs.

Such an improvement does not consist merely of outstanding individual works; these have always existed and, indeed, amidst the general sordidness have stood out as beacons of quality. On the contrary, what we detect now is a popular interest that goes beyond purely architectural circles and appears regularly in newspapers and as a subject for discussion in intellectual circles.

This situation is by no means unprecedented; Catalonia has known other periods of architectural splendour. Without having to go back into the distant past, and concentrating solely on the turn of the century, we find a whole series of charismatic examples within the architectural field, especially in works with a strong structural component. Basically we could mention several examples of the excellent Catalan industrial architecture¹ characterised, at times, by a constructional sobriety and, at others, by audacious vaulted structures (such as the *Aymerich* Factory in Terrassa or Jujol's courageous roof for the *Manyach* workshops, in the Riera de Sant Miquel —both now undergoing restoration— or, more recently, the stylised light arches of the *Alfonso XII* garage in *Carrer Laforja*, among others) or by the purity of the metal structure frameworks (*Sant Antoni*, *Boquería* and *Born* markets) with their rivetted joints which, in a way, cause even the unversed spectator to identify the form with resistant behaviour².

This brilliant architectural tradition suffered, for obvious reasons, a severe depression after the Spanish Civil War, while the period of economic expansion, beginning in 1955, curiously enough was one of the most regressive periods in terms of the technical quality of projects. This fact is not anecdotal since the amount of building that took place went beyond the real technological possibilities of the country.

One of the consequences of this situation was the fact that technology went

so far beyond the reach of the architect's pencil that constructional and structural design became the prerogative of the promotor or, in his absence, the builder. This gave rise to the appearance of a legion of «worker calculators» whose main objective was to achieve, at all costs, the greatest possible economy. To do so, they ignored all design considerations save those connected solely with the essential functionality of the building.

If the transfer of structural design from architects to builders can be considered a loss, an even greater loss was the fact that architects failed to assume control over the new technologies concerning installations which, evolving at an extraordinary rate, entered into a dynamic that was assimilated easiest by industrialists, who thus became the people who determined the real quality of this important aspect of the work. What remained for the architect was, at most, the choice of the visible elements.

At the beginning of the seventies certain changes took place in the picture sketched here. The severe economic recession, which we are still suffering today, brought about a sharp decrease in private initiative in the field of construction, with the result that the government was forced to adopt the role of promotor. This regression, coupled with the appearance of a vast number of newly qualified architects, meant that it became possible to bring forward the deadlines for architectural production since there was now a much greater probability that they would be met.

On the other hand, the new situation has given rise to the appearance of a greater diversity of less conventional architectural types, a fact which has awakened the interest of designers in all aspects, whether formal or technological, that can condition the quality of the finished product and provide greater conceptual rigour in the solutions adopted. All this is finally reinforced by the mechanisms of technical control which the government often requires for its projects.

2.

When in the School of Architecture, with the complexity and contradiction (to use Venturi's term) inherent in the imparting of the knowledge that interested us, we were taught, on the one hand, and in one department, the subtleties of Cross's method and, on the other (and in another department, naturally), the design constants of the Chicago School, we were able —however superficially we studied the question— to detect the existence of a common denominator, which we found surprising, because of the different forms it adopted; it was the logic defined by the trinomial «knowledge (aesthetics of perception) —science— technique».

Cross's method starts with the verification of given mechanisms of behaviour. It then proceeds to the formulation of a mathematical model (based on the solving

El hecho no es anecdótico, ya que el volumen de edificación alcanzado se situó por encima de las posibilidades técnicas reales del país.

En esta situación se daba, entre otros, el hecho de que la tecnología se alejaba del alcance del lápiz del arquitecto, pasando el diseño constructivo y estructural a ser prerrogativa del promotor o, en su defecto, del constructor, lo que dio lugar a la aparición de una legión de «operarios calculistas», cuyo mayor éxito era conseguir, a toda costa, la mayor economía de obra, sin tener en consideración más pautas de diseño que las derivadas de la funcionalidad más simple del edificio.

Y si de pérdida puede calificarse la cesión del diseño estructural por parte de los arquitectos a los constructores, más lamentable fue la no asunción por parte de aquellos del control de las nuevas tecnologías en materia de instalaciones que, al evolucionar a un ritmo extraordinario, entraban en una dinámica más fácilmente asimilable por el propio industrial, que era quien, de ese modo, determinaba la calidad real de este importante aspecto de la obra, quedando para el arquitecto, a lo sumo, la elección de los elementos visibles.

Entrados los años setenta, se produjeron ciertos cambios en el panorama esbozado. La profunda crisis económica, que aún hoy sufrimos, dio lugar a un notable receso de la iniciativa privada dentro del terreno de la construcción, con la consiguiente necesidad de que la Administración asumiese el papel de promotor. Esta recesión, unida a la titulación masiva de arquitectos, ha tenido la virtud de situar en cotas más cercanas el nivel de producción arquitectónica del país y su capacidad real para alcanzarlo.

Por otra parte, la nueva situación ha supuesto la aparición de tipologías arquitectónicas más diversas y menos convencionales, lo que ha fomentado el interés del proyectista por cualquier aspecto, ya sea formal, ya tecnológico, que pudiera condicionar la calidad del producto terminado, con un mayor rigor en la concepción de las soluciones adoptadas, lo que es reforzado, en último término, por los mecanismos de control técnico que a menudo la Administración impone en sus proyectos.

2

Cuando en la Escuela de Arquitectura, con la complejidad y contradicción (por emplear un término venturiano) inherente a la transmisión de unos conocimientos como los que son objeto de nuestro interés, se nos enseñaba por una parte, y desde una cátedra, las sutilezas del método de Cross, y por otra, (naturalmente, desde otra cátedra) cuál era la constante proyectual de la Escuela de Chicago, podíamos —a poco que profundizáramos en ello— detectar la existencia de una lógica común que, por las distintas formas que adoptaba, no dejaba

de sorprendernos: era la definida por el trinomio «conocimiento (estética de la percepción), ciencia y técnica».

El método de Cross parte de la constatación de unos determinados mecanismos de comportamiento, procede —consecuentemente— a la formulación de un modelo matemático (el basado en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales por aproximaciones sucesivas), y propone —finalmente— el uso de un mecanismo físico-técnico (el propio método), que permite entender el comportamiento de la estructura a través de su cálculo. Ahí reside su grandeza y la razón de que siga teniendo notable vigencia en un campo de tanta evolución como el del diseño estructural.

Estas tres etapas que hemos apuntado en el proceso de Cross aparecen, también, a otra escala, en cualquier período de producción arquitectónica. Del sobrio románico de la intuición se transcurre al gótico del modelo y el análisis y, finalmente, al barroco, caracterizado por la superación de los propios esquemas de percepción que dieron lugar al inicio del ciclo³.

Centrándonos, concretamente, en el diseño de edificios en altura en los Estados Unidos, tomando como referencia inicial las realizaciones de la Escuela de Chicago, vemos que, en una primera etapa —que tiene lugar cuando el cuerpo doctrinal de la Resistencia de Materiales ha sido desarrollado ya hasta un punto muy cercano a aquel en que se encuentra actualmente, pero todavía no suficientemente instrumentado mediante los procedimientos adecuados para permitir su más amplia aplicación— los edificios se proyectan con las limitaciones que imponen las tipologías de pilares continuos y vigas articuladas a ellos, o de vigas continuas sobre pilares articulados. En ambos casos la estabilidad general se consigue mediante el uso de triangulaciones y paños ciegos.

Resulta aquí extremadamente atendida la concordancia entre las posibilidades resistentes de cada material y los estados de carga a que puede llegar a ser sometido. Los elementos verticales están constituidos por pilares de fundición o muros de fábrica de ladrillo, perfectamente adecuados para el trabajo a compresión, pero de muy deficiente comportamiento bajo estados tensionales de tracción. Para las vigas, en cambio, se utiliza ya el perfil laminado, con idéntico comportamiento ante los dos tipos de sollicitación, en consonancia con lo requerido por los esfuerzos de flexión.

La aparición del método de Hardy Cross permite ya el análisis de estructuras de barras de nudos rígidos, sin más dificultad que la inherente a la mayor posibilidad de error en el cálculo, cuantos más nudos contenga el entramado analizado.

Finalmente, la aparición del ordenador y la redacción del correspondiente *software* aplicado al campo estructural permite, no solo minimizar la posibilidad de error de cálculo reseñada, sino también la realización de análisis ajustados para diseños mixtos de pórticos y panta-

of systems of linear equations through successive approximations), and proposes finally the use of a physico-technical mechanism (the method itself), which permits the behaviour of the structure to be understood through its calculation. This is where its greatness lies and it explains why the method is still highly valid in such a constantly developing field as structural design.

The three phases we have pointed out in Cross's method also appear, on another scale, in any period of architectural production. From the sober, intuitive Romanesque, architecture moved on to the modelled, analytical Gothic and finally to the Baroque, characterised by the surpassing of the very schemes of perception that gave rise to the cycle³.

Concentrating specifically on the design of high-rise buildings in the United States, and taking as our initial reference the work of the Chicago School, we see that at first —when the doctrinal body of Resistance of Materials had been developed to a point only slightly lower than that of today but as yet without sufficient instrumentalisation to permit its wider application— buildings were designed within the limits imposed by construction types with continuous pillars and beams joined onto them, or continuous beams on articulated pillars. In both cases overall stability was achieved through the use of triangulations and blind panels.

Here there is an exceptional concordance between the resistance possibilities of each material and the loads they may have to bear. The vertical elements consist of cast iron pillars or brick masonry walls, both of which are perfectly suitable for compression but highly deficient when it comes to states of tension. On the other hand, rolled steel sections were already being used for beams, since their behaviour is identical in both conditions and fulfil bending stress requirements.

The appearance of Hardy Cross's method permitted the analysis of rigid joint bar structures, with no difficulties other than the possibility of errors in calculations as the number of joints increased in the framework under analysis.

Finally, the appearance of the computer and software relative to the field of structure has not only minimised the possibility of errors in calculation but also allowed the realisation of close analyses for mixed designs of porticoes and screens, thus providing an immense new range of constructional possibilities. Now that a whole new period has begun in the history of structural types, architectural attention nowadays is focused on subjects such as the optimisation of dynamic behaviour, both in its passive aspect (optimisation of the design of the framework itself), and in its active aspect (inclusion in building of mechanisms which are activated by the detection of a minimal stress load and proceed to absorb the vibrations causing it), or on consideration of non-linear behaviour of the frame-

work, either in the search for a greater adjustment to the material's real performance, or the geometrical alteration caused by loads being applied to the structure, or, finally, the combination of both situations.

3.

It should be fairly obvious by now that during the period to which the constructions mentioned at the beginning of this article belong, the proper methods with which to calculate them correctly did not exist and would not come into being until much later. For this reason exhaustive studies carried out on some of them, using present-day instruments and knowledge, have detected grave irregularities ranging from excessive distortion in some cases, to the under-dimensioning of certain bars, passing through situations of local and general instability, not to mention the frequent discordance between the foreseen loads and those which the buildings have really had to bear with the passing of time.

These extremes, however, are frequently only observable by specialists interested in the theme, while those unversed in it fail to detect them. The public in general gets the impression of a solid structure whose members are not only functioning but also guaranteeing stability. One factor that undoubtedly contributes to the formation of this image is the technically proven fact that, in general, the simplest geometrical forms are also the most suitable for the definition and construction of resistant frameworks.

The arches of brick laid on the flat, characteristic in this country, also create a similar impression. However, very few of those in existence show real signs of having been constructed after a deep analysis of their resistant properties.

This initial period to which we are referring was characterised, then, by a predominance of the empirical attitude, whose sublimation finally led to highly rewarding situations. The final result was not, therefore a «display of technique», but rather an «aesthetic of the empirical attitude». Resistant optimisation was apparently achieved through a formal approach to structure.

4.

At this time there existed a wealth of knowledge within the field of structural design that cannot, nor should be, overlooked; knowledge, moreover which was not generally at the disposal of the architect responsible for the work as a whole.

It was under these circumstances, therefore, that the figure of the technical architect, specialist in structural design, began to work openly in collaboration with the architect responsible for the project (a short time later the same thing was to occur with regard to the subject of installations), no longer as an «estimator», as was the case in the previous period, but as a designer in his own specialised field

llas, lo que abre un inmenso campo de posibilidades constructivas. Tras dar lugar a toda una etapa de la historia de esta tipología estructural, en los tiempos actuales la vista se vuelve ya a temas tales como los relativos a la optimación del comportamiento dinámico, tanto en la vertiente pasiva (optimación en el diseño del propio entramado), cuanto en la activa (inclusión en la edificación de mecanismos que se activan con la detección de una solicitud dinámica de mínima entidad, procediendo a la amortiguación de las vibraciones que la generan), o bien a consideraciones de comportamiento no lineal del entramado, ya sea en la búsqueda de un mayor ajuste a la forma real de trabajo del material, o por la alteración geométrica a que da lugar la entrada en carga de la estructura, o, finalmente, por la combinación de ambas situaciones.

3

Debemos haber caído en la cuenta de que, en la época a la que pertenecen las construcciones citadas al principio de estas páginas, no existían aún, y estaban muy lejanos todavía, los métodos adecuados para su correcto cálculo. Es por esto que, en estudios exhaustivos realizados con posterioridad sobre algunas de ellas, y llevados a cabo con los instrumentos y según los conocimientos de que se dispone en la actualidad, se detectan en las mismas graves irregularidades, que van desde su excesiva deformidad, en algunos casos, hasta el indudable infradimensionado de ciertas barras, pasando por situaciones de inestabilidad local y general, y todo ello sin mencionar la frecuente discordancia entre los estados de carga previstos y los que realmente han llegado a producirse a lo largo del tiempo.

Pero estos extremos, frecuentemente solo accesibles al especialista interesado en el tema, no son advertidos por el resto de los observadores. La impresión que llega al gran público es, en general, la de una estructura sólida, cuyos miembros no solo están trabajando, sino que, además, patentizan esta situación. Entre otros factores, contribuye sin duda a la formación de esta imagen el hecho, ya constatado técnicamente, de que, por lo general, las formas geométricas más simples son también las más adecuadas para la definición y constitución de entramados resistentes.

De alguna manera, la imagen es similar a la que se produce también en este país respecto de las bóvedas tabicadas. Muy escasos son los ejemplos actualmente existentes, de entre una población prácticamente indefinida, en los que puede asegurarse que su definición partió de un análisis más o menos riguroso de su comportamiento resistente.

Se trata, pues, en relación a esta primera época a la que nos estamos refiriendo, de un período de notable predominio de la actitud empírica, cuya sublimación llega a ofrecer situa-

ciones altamente recompensantes. El resultado final no es, pues, un «alarde de la técnica», sino una «estética de la actitud empírica». La optimización resistente se consigue así, aparentemente, mediante una aproximación formal al hecho estructural.

4

En este momento existe un conjunto de conocimientos dentro del campo del diseño estructural, que no puede ni debe ser ya olvidado; conocimientos que, por otra parte, no están, por lo general, en manos del arquitecto responsable de la obra global.

Es en esta tesitura, por lo tanto, cuando se hace pública y notoria la figura del técnico superior especialista en diseño estructural (aunque con un pequeño intervalo de tiempo, lo mismo ocurre con las instalaciones), que trabaja solidariamente con el arquitecto responsable del proyecto, pero no ya en calidad de «calculista» como ocurría en la etapa precedente, sino como corresponsable del diseño en su área concreta de actividad.

Por un momento se ciernen en el horizonte la sombra novedosa del «técnico-arquitecto» y la anacrónica del «esteta-arquitecto»; afortunadamente son solo sombras.

A modo de charla de café, solo que durante un viaje, comentábamos con un conocido arquitecto catalán algunos extremos relativos a la posibilidad de esta situación. De algún modo, la disyuntiva entre el arquitecto «tecnológico» y el «no tecnológico» iba tomando un carácter cada vez más rancio a medida que la conversación avanzaba. Evidentemente, a lo largo del desarrollo del proceso proyectual de la obra no existen etapas plasmables en un cuadro de Cross o en un sistema de ecuaciones en derivadas parciales; ahora bien, la actitud técnica no implica necesariamente la posibilidad de cuantificación numérica ni formulación física. Simplemente, obliga a trascender la actitud estrictamente estética y la mera funcionalidad, para acceder a la formulación de técnicas operativas que, en último término, puedan ser utilizadas como instrumento activo en los procesos de diseño. Al fin y a la postre, la técnica puede llegar a ser, ni más ni menos, la instrumentación de formulaciones científicas que nos permita ejercer el control activo del medio ambiente que nos rodea, en lugar de tener que limitarnos a la observación de los procesos que en él tienen lugar, y a la formulación de las leyes que los rigen. Es, por tanto, evidente, a nuestro modo de ver, que la dinámica de trabajo que de este modo se establece, lejos de dar lugar a la difuminación de la figura del arquitecto, tiende claramente a potenciarlo. El resultado que así se alcanza es la consecución de un grupo de trabajo integrado por arquitectos⁴ que, siempre en una actitud técnica ante los procesos de diseño, utilizan, lógicamente, distinta instrumentación para abordar sus campos de actuación específicos.

sharing full responsibility with the architect.

For a moment the new mirage of the «technician-architect» and the anachronistic mirage of the «aesthete-architect» were seen to be hanging over the horizon. Fortunately, however, they were only mirages.

During a journey we once discussed with a well-known Catalan architect certain extremes relative to the possibility of this situation. To a certain extent, the dilemma between the «technological» and the «non-technological» architect became increasingly stale as the conversation developed. Evidently, as a project evolves it cannot be divided into stages which fit into one of Cross's schemes or a system of equations in partial derivatives; nevertheless, the technical attitude does not necessarily imply the possibility of numerical quantification or physical formulation. It simply forces one to go beyond strictly aesthetic attitudes and mere functionalism and find operational techniques which, in the long run, can be used as an active instrument in the design process. Indeed, technics can become nothing less than the instrumentation of scientific formulae that will allow us to actively control our surroundings, instead of merely observing the processes that take place there, and to form the laws that govern such processes. It is therefore evident from our point of view that the work dynamics, that will be established in this way, far from causing the figure of the architect to fade away will clearly help to potentiate it. The foreseeable result is the formation of a work group of architects⁴ who, tackling the design processes from a technical standpoint, will logically use different instrumentations to solve problems in their specific fields.

5.

This technical standpoint with regard to design is, of course, far from being one-sided or of a single intensity. It depends, in the first instance, on the specific requirements of the project itself although it is not alien to those aspects that the architect determines in order to place his own, personal stamp on the finished architectural product.

In the light of this reasoning, and without pretending to establish any kind of watertight compartmentalisation, a general analysis of the different collaborations that have taken place in recent years allows us to define certain groups, identifiable by the degree of relationship between the technological component and the final result of the project:

— In the first place, we could group together those projects in which the character of the work method used can be seen mostly in general aspects which permit a first approach to the method. Depending on circumstances, this state of affairs can be produced when there is no posterior project to be carried out impe-

ratively: competitions, contests, preliminary designs, etc.

— Secondly, there are those cases in which, irrespective of the quality of the solution adopted, there exists a strong emphasis on the elements and the constructional details used to define the overall image which will eventually reach the general public.

— A third group, probably offering fewest examples, includes those cases where it is more difficult to interpret the project from one or other of the previous two standpoints, although this does not imply that the formal results are any better or worse than those of the other two groups. It consists, in a way, of those uncommon situations in which the technical standpoint regarding design offers a product in which its detection reaches similar levels of intensity in each of the different possible interpretations of the design itself.

— Finally there is a series of perfectly identifiable cases where the technological standpoint ceases to be a design instrument to become practically the element that provides the dynamics of the process itself. There is a clear parallel here in the field of recent engineering which has produced results of exceptionally high formal quality —such as certain electricity pylons, for example— in which function appears occasionally as nothing more than an excuse for designing an element which makes sense practically in its own right.

6.

Confirmation of the above can evidently be reached from more than one angle of vision. For obvious reasons, the concrete reference we are going to use in our case is the presence of the structural phenomenon in overall projects.

The choice of concrete examples has been guided at all times by their strongly personal nature. In each case the professional personality of its author imposes its own particular vision of architecture from highly diverse points of view. Nevertheless, the common denominator in each case was the openness of each architect to our personal opinions.

7.

The difficult complicity between structural design and general design is very successfully achieved in Eduard Bru's proposal, presented at the last Venice biennial, for the creation of a Guggenheim Museum over the Grand Canal. It is planned to take advantage of the ground floor of an already existing building and place the new construction on top.

Bru's own report for the competition gives the key to an interpretation of the project in general and its structure in particular:

«To cover is, probably, the first act of habitation. Thus the old wall becomes a house when it is covered by a gigantic sunsha-

5

Esta actitud técnica ante el diseño no se manifiesta, lógicamente, en una sola vertiente, ni con una única intensidad. Depende, en primera instancia, de los requerimientos específicos del propio proyecto, pero no es ajena, tampoco, a la determinación por parte del arquitecto de aquellos aspectos que, de alguna forma, deben imprimir su carisma al resultado formal del proceso de producción arquitectónica.

A la luz de este razonamiento, y sin pretender recurrir a ningún tipo de clasificaciones estancas, la realización de un análisis general de las distintas colaboraciones que hemos desarrollado en estos últimos años, nos posibilita la definición de algunos grupos, en función de la relación entre el componente tecnológico y el resultado final del proyecto:

— En primer lugar, podríamos agrupar los proyectos en los que la caracterización del método de trabajo empleado se manifiesta, mayormente, en aquellos aspectos más generales, que permiten una primera aproximación al mismo. Eventualmente, este hecho podría darse por la no existencia de un posterior proyecto de ejecución imperativo —concursos, certámenes, anteproyectos de ideas, etcétera.

— En segundo lugar, cabría referirse a aquellos casos en los que, al margen de la bondad de la solución general adoptada, existe una fuerte incidencia de los elementos empleados en su definición y de los detalles constructivos que la concretan en la composición de la imagen global que, finalmente, llegará al público.

— Un tercer grupo, probablemente el más escaso en ejemplos, involucra aquellos casos en los que —sin que ello implique una mayor o menor calidad del resultado formal respecto de los anteriores— resulta ya más difícil la interpretación del proyecto desde uno u otro aspecto. De alguna forma, corresponde a esas situaciones poco usuales, en las que la actitud técnica ante el diseño ofrece un producto en el que su detección alcanza niveles similares de intensidad ante las posibles distintas lecturas que del mismo puedan llevarse a cabo.

— Finalmente, existe una serie de casos, perfectamente identificables, en los que la actitud tecnológica deja de ser un instrumento del diseño, para llegar a convertirse, prácticamente, en el elemento dinamizador del propio proceso. De alguna forma, puede detectarse claramente la existencia de un campo paralelo en la ingeniería de los últimos años, que presenta productos de una altísima calidad formal —como, por ejemplo, algunas torres de sujeción de conductos eléctricos— en los que su función puede llegar a ser, ocasionalmente, mera excusa para el diseño de un elemento, prácticamente entendible en sí mismo.

La constatación de lo expuesto puede llevarse a cabo, por supuesto, desde más de un ángulo de visión. Por razones obvias, la referencia concreta que vamos a emplear en nuestro caso es la presencia del hecho estructural en el proyecto global.

La selección de ejemplos concretos ha estado guiada, en todo caso, por una clara voluntad autorreferencial. En todos ellos, la fuerte personalidad profesional de sus autores impone su particular manera de ver la arquitectura desde puntos de vista muy dispares. No obstante, siempre ha habido en ellos una característica común, cual es la permeabilidad de estos arquitectos ante nuestra aportación.

La siempre difícil complicidad entre el diseño estructural y el diseño general alcanza cotas muy aceptables en la propuesta que Eduard Brú expuso en la pasada Bienal de Venecia, para la creación de una sede del Museo Guggenheim sobre el Gran Canal¹. Se aprovecharía una edificación preexistente en planta baja, para levantar sobre ella la nueva construcción.

La memoria presentada a concurso da las claves de interpretación del proyecto en general, y de su estructura en particular:

«Cubrir es, probablemente, el primer acto de habitación. Así el viejo muro se convierte en casa al ser cubierto por una sombrilla gigante; el muro y la lámina de hierro se unen por tirantes para evitar que el viento de La Laguna se la lleve como a una cometa.

Más abajo, unos contrafuertes ayudan a las antiguas piedras a contener el mar. Es fácil, al ganar altura, aligerar esos contrafuertes y colocar entre ellos escaleras y suelos, que serán sustituidos, al llegar al bello jardín, por pies derechos de hierro.

Entre la cubierta que el viejo muro ata y los contrafuertes que lo refuerzan, está presente el paso del agua: así sucede en la terraza de la primera planta, o en el ático donde jardín y canal se encuentran.

Para hacer este espacio habitable, como se hace con una carpa, bastará colgar en él tapices, aquí de mármol, que se convertirán, sin saberlo, en paredes.»

La utilización de un pórtico más o menos convencional hubiese dado como resultado la necesidad de un dimensionado muy importante de los pilares de fachada, simplemente como consecuencia de la adecuación del comportamiento a compresión de los mismos a su elevada altura (catorce metros), con atención a la fenomenología del pandeo. Ante esta situación, que desvirtuaba completamente la propuesta inicial del proyecto (*«... a través de su diáfana*

project begins from the same initial position in each case, although the architectural options chosen are quite different. We refer to the primary medical care centres in Sant Vicenç dels Horts (Bach and Mora, 1985) and in Sant Hipòlit de Voltregà (Piñón, Viaplana and Miralles, 1985). In both cases the ordering criterion for the structure was the same as that for the project and whereas in the previous example analysed, the most conclusive reading can be obtained—and understood—in terms of sections, in these two cases the adaptation of the structure to the project is to be seen in the floor plan.

In Piñón, Viaplana and Miralles's project the elliptical generating form of the building is transferred to the structure in the same way as it is transferred to the layout of the indoor areas and even the façade itself. An intelligent observer standing on the small hill that overlooks the roof will easily perceive the general structural scheme since the whole design responds to a very clear idea of distribution. *de; the wall and iron sheeting are joined with tie rods to prevent the lagoon winds from carrying the roof away like a kite.*

Lower down buttresses help the old stones to hold back the sea. The higher up one goes the easier it becomes to make these buttresses lighter and place staircases and floors between them, later to be replaced by upright iron struts in the beautiful garden.

Between the roof, held in place by the old wall, and the buttresses, that reinforce it, is the water course: on the first floor terrace and the attic where the garden and the canal meet.

In order to make this space habitable, following the Venetian tradition it is enough to hang tapestries—of marble in this case—which, unknown to themselves, become walls, as if the building were a tent.

The use of a more or less conventional portico would have resulted in the need for very large façade pillars, simply because the compression that would have been caused by their very height (fourteen metres), could have led to buckling. Given this situation, which could have completely ruined the initial proposal of the project (*«...through the transparent façade»*) the solution adopted was to place a large mass behind the rear pillar so that the roof would reduce to a minimum the compression requirements demanded of the façade pillars. This aspect could then be reinforced by the possible introduction of previous stressing on the rear mounting. Of the three elements reaching the roof only the central one would need to be of large dimensions since, according to the plan, the two side ones would work by traction, with small sections. In this way the image of a *«gigantic sunshade»*, with which E. Bru began his report, would be maintained.

Let us now analyse two examples in which the structural adaptation to the

With regard to this project, we feel it should be mentioned that at its initial stage alternative proposals were suggested for the ordering of the structure (fish bone, orthogonal mesh or a combination of both, etc.) which, after consideration, were rejected on the grounds that they were not in keeping with the idea that the floor plan was the generator of the whole.

On the other hand, in the work of Bach and Mora it is impossible to read the structure except from inside. The great radial bay, formed around an off-centre circular inner courtyard which defines a space clearly marked by the radial beams in the ceiling and by its floor, is bounded and enclosed by a sharply orthogonal perimetric body (the structure, of course, also reproduces this orthogonal form, although it remains hidden thanks to the use of flat beams and pillars embedded in the walls) which is what we see from the outside and what will supply the visitor with a feeling of surprise when he enters the central bay.

A somewhat different case is the project prepared by the same architects for the *Ferrocarrils Catalans* railway station in Bellaterra. Already existing elements—concrete canopies, platforms, tunnel and access stairways—established certain «rules of the game» which had to be followed and which provided the departure point for the project. The need to maintain the slope of the canopies, on the one hand, and on the other the short distance between the last step of the access staircase and the beginning of the platform imposed strict conditions on the project as a whole. Exterior and interior had to be treated as a continuity, so that the structure had to provide a visual transition from the front, through the interior, to the rear from whichever direction the building is approached. The parallelism between guys and struts or between interior and exterior beams, the rhythmic arrangement of the structural elements and, finally, the placing of counterweights to offset the loads supported by the canopy, once the building had been finished, were three aspects of the configuration of the structure that allowed the architects to satisfy the original proposals.

This project, which was planned and completed in the space of three months, is convincing proof of the value of team work. The tiniest structural details were discussed, one by one, with Mora and Bach almost at the same time as the general plans or sections were being drawn.

Few projects have been produced with such economy of time and with such gratifying results. The constructional details were designed, calculated and drawn in a single act. During the following session we were able to make an in-depth study of this structure as part of an optional, specialist course at ETSAV, and the spatial analysis of the complex of bars of which it is composed produced perfectly satisfactory results; the framework could

fachada...»), se optó por una solución en la que se provoca la aparición de una masa importante tras el pilar posterior, lo que daría lugar a que la cubierta redujera al mínimo la sollicitación de compresión sobre los pilares de fachada. Este aspecto se reforzaría con la posible introducción de tensiones previas sobre el montante posterior. De los tres elementos que alcanzarían la cubierta sólo el central tendría una gran dimensión, pues los dos laterales bajarían, según el planteamiento fijado, a tracción, con pequeñas secciones. De esta forma, nos aproximaríamos a la deseada imagen de «*sombrilla gigante*» con que E. Brú iniciaba su memoria.

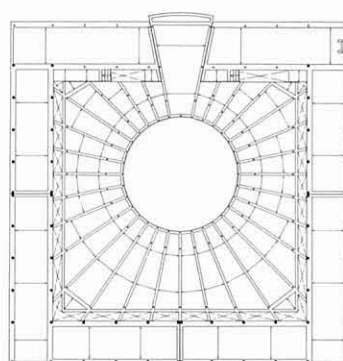
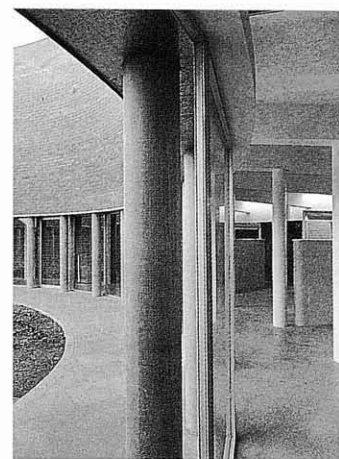
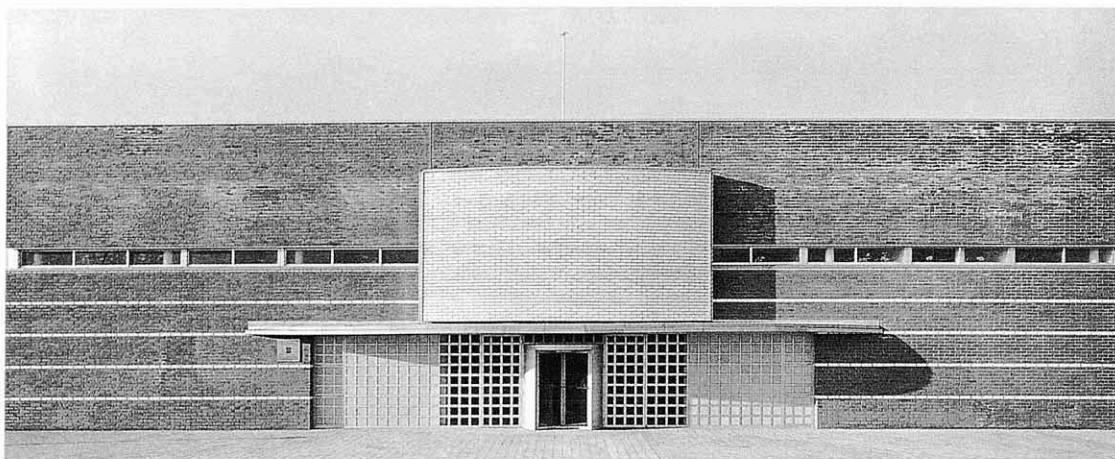
8

Analizaremos ahora dos ejemplos en que la adecuación estructural al proyecto parte de la misma posición previa, si bien la opción arquitectónica es contrapuesta. Nos referimos a los centros de asistencia primaria que se han construido en Sant Viçens dels Horts (Bach, Mora, 1985) y en Sant Hipòlit de Voltregà (Piñón, Viaplana y Miralles, 1985). En ambos casos, el criterio ordenador de la estructura ha sido el mismo que el del proyecto y, con referencia al anterior caso analizado, donde la lectura más concluyente se obtenía —y se comprendía— a nivel de sección, en estos dos ejemplos la adecuación de la estructura al proyecto se manifiesta a través de la planta.

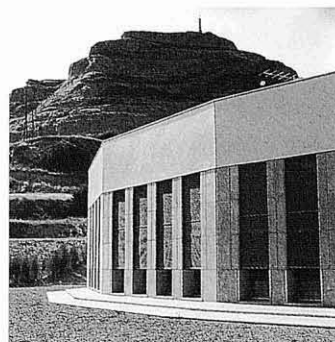
En el proyecto de Piñón, Viaplana y Miralles, la forma generadora del edificio —la elipse— es llevada a la estructura de la misma forma que es llevada a la organización de los espacios interiores e, incluso, a la propia fachada. A un observador inteligente, situado en el pequeño montículo que domina la cubierta de este edificio, no le sería difícil intuir el esquema estructural general, pues todo el diseño responde a una idea ordenadora muy clara.

En relación con este proyecto, creemos de interés mencionar que durante la fase de concreción del correspondiente ejecutivo presentamos, para la ordenación de la estructura, propuestas alternativas —en espina de pez, en malla ortogonal, combinando ambas, etcétera— que, tras ser discutidas, acabaron siendo descartadas, precisamente por su inadecuación a la idea de que la planta era la generadora del todo.

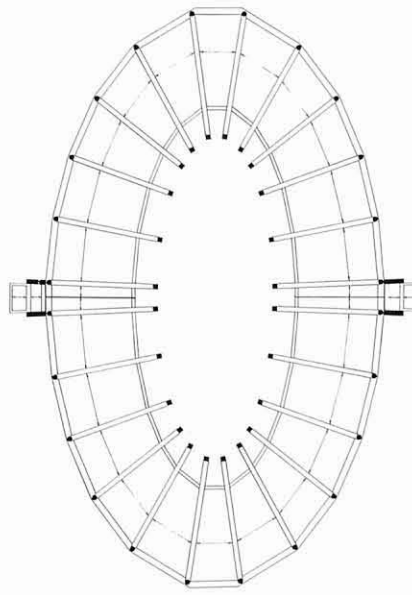
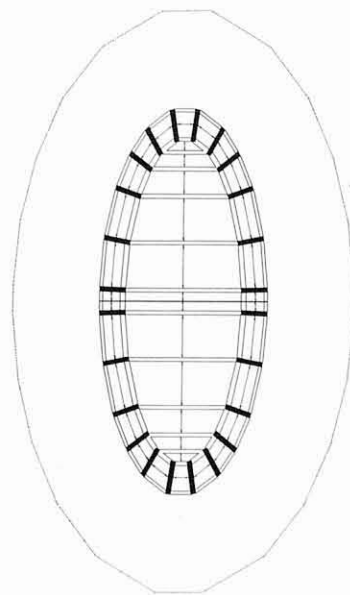
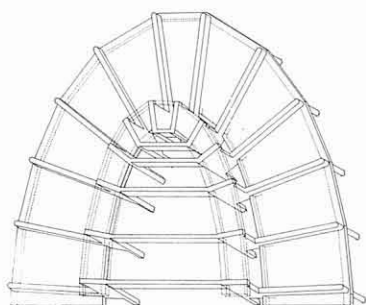
Por el contrario, la obra de Bach y Mora no permite que la estructura trascienda más allá de su lectura desde el interior. La gran nave radial, generada a partir de un patio interior de planta circular excéntrica, que da lugar a la definición de un espacio claramente pautado desde las jácenas de canto radiales de su techo y desde su pavimento, queda delimitada y encerrada por un cuerpo perimetral con trazado fuertemente ortogonal (la estructura, por supuesto, reproduce también esta ortogonalidad, pero, además, se esconde completamente —



Centro de Asistencia Primaria Sant Vicens dels Horts.
Arquitectos: Bach y Mora. 1985.
Planta estructural y aspectos del edificio.
Plano redibujado por P. Fernández Porras
Fotos: Lluís Casals
 Centre of Primary Assistance.
 Structural Plan and Building details.
 Re-drawn plans by P. Fernández Porras



Centro de Asistencia Primaria Sant Hipòlit de Voltregà.
Arquitectos: Viaplana y Piñón. 1985
Plantas estructurales y aspectos del edificio.
Planos redibujados por P. Fernández Porras
Fotos: Català Roca.
 Centre of Primary Assistance.
 Structural Plans and Building details.
 Re-drawn Plans by P. Fernández Porras.



cope with any of the loads which the building might have to bear.

9.

...The boundary line between the two first groups of the four we have sketched, stands the project for the *Joc de la Bola* school complex in Lleida, by the architects Espinet and Ubach (1984), especially the covered playground on the top floor. Its clear structural and spatial orientations and the cleanness of the resistant framework, endowed with the indispensable number of members for its correct functioning, underline the neatness of the structural solutions applied. There is no room for misinterpretation in them. Abutments and joints show the restraint necessary to achieve the maximum possible adaptations to the analysis model used. The embedded joints make visible the mechanism of transmission of stresses through sober head junctions, with butt-to-butt soldering, while the articulated joints are detached from presentation or similar elements to offer a strict vision of their low level of hyperstatics.

10.

In certain works and according to circumstances the need may arise to tackle specific problems difficult to solve. In these cases the difficulties must be strictly analysed from the technological point of view, and both easy solutions and unnecessary contrivances must be rejected. If this criterion is followed, the result will not go unnoticed in the eyes of a specialised observer, though because of its complexity it may be incomprehensible to someone unversed in the field.

An example will illustrate this; for the future *Palau de Congressos* in Platja d'Aro the architect Arcadi Pla designed (1985) a structure of thin section (20 centimetres), reinforced concrete beams which slot into slender metal pillars, tubular in section, of the same diameter as the width of the beams. Being perfectly familiar with the way materials behave, he felt that this solution was perfectly feasible and proposed the introduction of an intermediate metallic part (1/2 IPN) to resolve the joints, thus rejecting the easy solution of wrapping the horizontal element around the vertical element, which would have certainly been simpler but far from correct both from the strict design point of view and from the point of view of resistant behaviour.

The joints are clean viewed from outside and respect the subtleties of the materials used. Nevertheless, in order to achieve this result a rigorous analytical approach was necessary, which can be detected through critical observation of the concrete details in the composition of the joints.

On other occasions, however, a plain external appearance can be a perfect reflection of the sobriety of the technical resources used. A highly significant

jácenas planas, pilares embebidos en los muros—), que es el que percibimos desde el exterior y que propicia la sensación de sorpresa que sentirá el usuario en el momento de penetrar en la nave central.

Un caso algo distinto es el correspondiente al proyecto desarrollado por los mismos arquitectos para la estación de los *Ferrocarrils Catalans* en Bellaterra. Las preexistencias —marquesinas de hormigón, andenes, túnel y escaleras de acceso— condicionaban unas «reglas del juego» que era preciso asumir, y su contingencia iba a ser el punto de partida para el proyecto. La conveniencia de mantener las pendientes de las marquesinas, por un lado, y la escasa distancia entre el último peldaño de la escalera de acceso y el inicio del andén, por el otro, condicionaban enormemente las soluciones globales del proyecto. El espacio exterior y el interior debían tratarse con continuidad. La estructura que se proyectara debía, pues, permitir esta transición visual entre espacio anterior-espacio interior-espacio posterior, fuera cual fuera el sentido en que se recorriera el camino. El paralelismo entre tirantes y tornapuntas o entre viguería interior y viguería exterior, la disposición rítmica de los elementos estructurales en planta y, finalmente, la colocación de contrapesos de fábrica para equilibrar el estado de cargas de la marquesina, una vez terminado el edificio, eran tres aspectos de la configuración de la estructura que nos permitían responder satisfactoriamente a los planteamientos previos.

Esta obra, proyectada y realizada en un tiempo global de tres meses, sirvió para confirmarnos la utilidad del trabajo en equipo. Los mínimos detalles estructurales eran discutidos, uno a uno, con Mora y Bach, casi al mismo tiempo que se dibujaban las plantas generales o las secciones.

En pocos proyectos hemos colaborado con tanta economía de tiempo y con resultados tan gratificantes a la vez. Los detalles constructivos, de los cuales adjuntamos una muestra, eran diseñados, calculados y dibujados en un único acto. Durante el curso siguiente tuvimos oportunidad de estudiar a fondo esta estructura en una asignatura optativa de especialización en la ETSAV y el resultado de analizar espacialmente el conjunto de barras que la componen fue totalmente satisfactorio, quedando claramente de manifiesto el resultado óptimo del entramado definido, ante los diversos estados de carga a que podía llegar a verse solicitado.

9

En la frontera entre los dos primeros grupos de los cuatro que habíamos esbozado, se encuentra el proyecto del *Grupo Escolar Joc de la Bola* de Lérida, de los arquitectos Espinet y Ubach (1984), y en especial la zona de patio cubierto de la planta superior. Su clara ordena-

ción estructural y espacial, y la nitidez del entramado resistente, dotado del número imprescindible de miembros para su correcto funcionamiento, no hacen olvidar la limpieza de las soluciones constructivas empleadas. Nunca existe la más mínima mixtificación en ellas. Empotramientos y articulaciones se muestran con la continencia requerida por la búsqueda de la máxima adecuación posible al modelo de análisis empleado. Las uniones empotradas visualizarán el mecanismo de transmisión de esfuerzos mediante sobrios encuentros por testa, con soldaduras a tope, en tanto que, las articuladas se desprenden de elementos de presentación o similares, para ofrecer una visión estricta de su bajo nivel de hiperestaticidad.

10

En algunas obras puede, eventualmente, presentarse la necesidad de resolver algunos aspectos puntuales de difícil solución. En estos casos, la respuesta debe pasar, necesariamente, a través de un planteo profundamente riguroso y absolutamente instrumentado desde el punto de vista tecnológico, renunciando tanto a recursos fáciles como a artificios innecesarios. Si se aborda el problema con este criterio, el resultado no pasará desapercibido para un observador experimentado, aunque en razón de su propia complejidad pueda resultar incomprendible para quien tenga un nivel de preparación técnica no especialmente cualificado.

Veámoslo con un ejemplo. Para el futuro *Palau de Congressos* de Platja d'Aro, el arquitecto Arcadi Pla proyectó, en 1985, una estructura con jácenas de hormigón armado de sección delgada (veinte centímetros) y gran canto, que deben entregar en esbeltos pilares metálicos de sección tubular del mismo diámetro que la anchura de la jácena, tal como puede observarse en la perspectiva que adjuntamos. Buen conocedor del comportamiento de los materiales, Pla cree factible esta solución y propone la introducción de una pieza metálica intermedia (1/2 IPN) para resolver los nudos, huyendo del recurso fácil que supondría envolver el elemento vertical con el material que conforma el elemento horizontal, lo que ofrecería una imagen ciertamente simple, pero que distaría mucho de ser correcta, tanto desde el punto de vista estrictamente proyectual como por su comportamiento resistente.

La solución adoptada aparece ciertamente matizada, la unión es nítida en su aspecto exterior y mantiene la sutileza deseada en el tratamiento de los materiales que en ella se encuentran. No obstante, para alcanzar este resultado, ha sido necesario un enfoque analítico riguroso, lo que, sin duda, se detecta observando críticamente los detalles concretos de la composición del nudo.

68 En cambio, en otras ocasiones, el carácter escueto de la imagen exterior se corresponde perfectamente con la sobriedad de los recursos técnicos empleados en su resolución. Un ejemplo

example here is the project by the architects Piñón, Viaplana and Miralles for the *Plaça dels Països Catalans* (1982).

In this case the bars are joined using a minimum of auxiliary elements. The problem here, of course, was of a different scale and magnitude given the kind of material and the similar dimensions of all its members. Nevertheless, and irrespective of other conditioning factors, what prevails is the architects' clear desire to interpret the structure in terms of the bars forming it rather than in terms of the joins between them; these joins are meeting points for different profiles and serve to accentuate the overall image.

Finally, and still within this same tendency, we refer to Eduard Bru's project for the roof of the *Columbario de la Sociedad Recreativa* in the *Avenida Pomar* in Badalona (1986), in which the structure is both solemn and contained and whose simple lines suggest a direct transposition of the resistant system.

Each element fulfils its specific function, has its own meaning and, at the same time, underlines the need for its existence within the overall framework.

Both the elements subjected to compression and those that withstand traction in their role as braces for the former have been given the optimum form for their specific function.

This grading in functions is emphasised through the use of colour, which varies according to the nature of the member within the structure as a whole, while the application of the code of interpretation is extended to the rest of the non-resistant construction elements.

The fact that the structure has been placed on a building in a deficient state of repair needs to be mentioned apart. With the double mission of solving the problem and providing a departure point for the new intervention, a large reinforced concrete band was placed round the perimeter, and from it the metal bars of the perimeter emerge.

The systematic use of triangular components as the generating elements gives the whole complex the appearance of stability inherent in this basic resistant unit. This character is reinforced by the design of the joins which are understood more as points of fusion between members than as points of confluence between them.

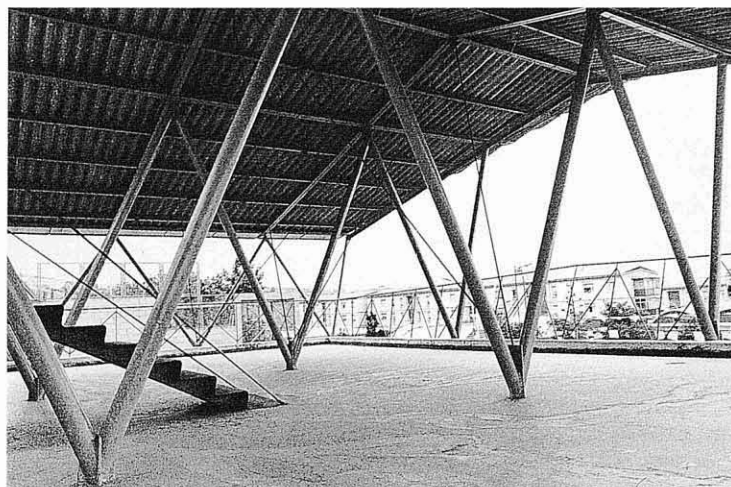
11.

Entering now into the final stage of this short examination, we find those projects in which it is extraordinarily difficult to identify especially significant elements. In this group, what attracts our attention most is a notably uniform level of intensity in technical considerations that governed the whole production process. The visual serenity of the formal result has its structural counterpoint in the sobriety with which the different problems arising at each stage were faced.

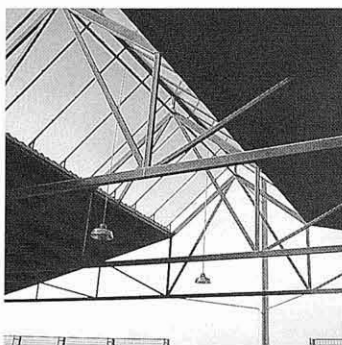
A significant example of this is the pro-



Escuela de Capacitación Agraria.
Lleida.
Arquitectos: Espinet y Ubach. 1983.
School of Agriculture.
Roofing Detail.

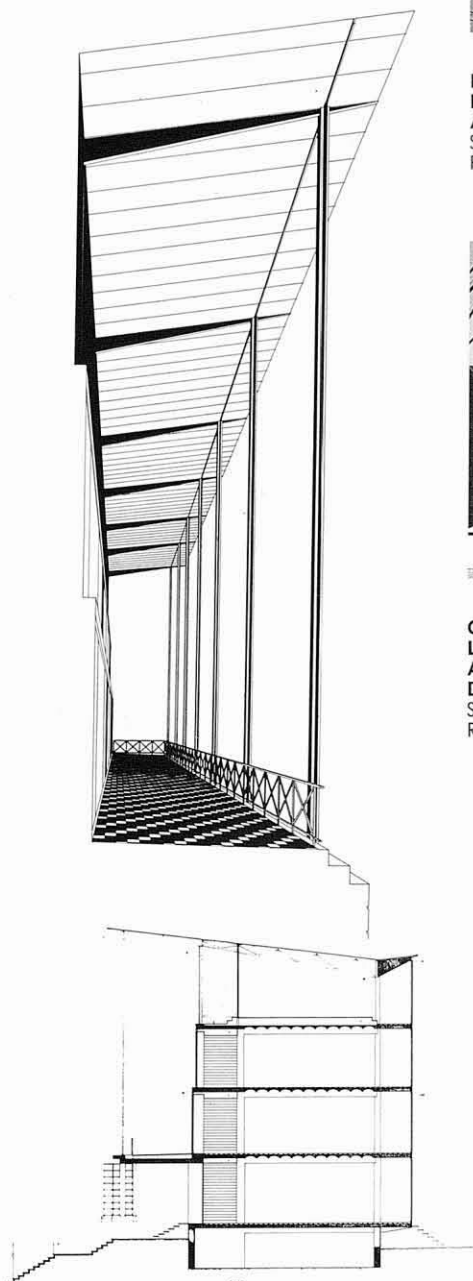
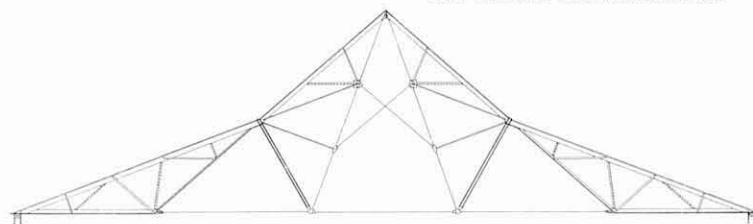


Cubierta para un columbario.
Badalona.
Arquitecto: E. Bru. 1986.
Foto: J.M. Buxe
Roof for a pigeon coop.

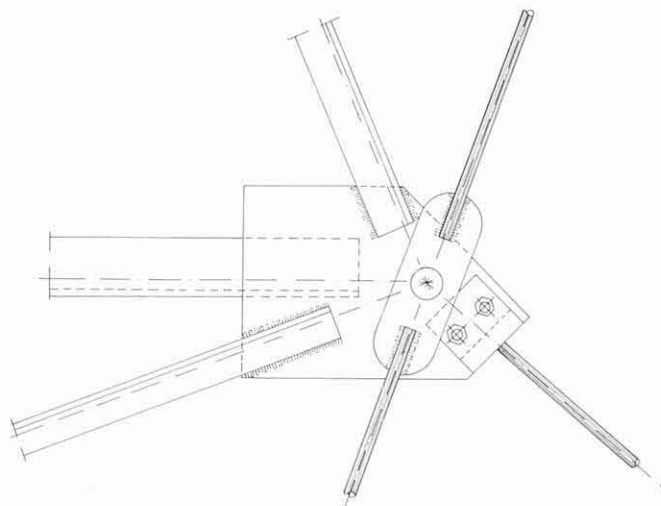


Grupo Escolar «Joc de la Bola».
Lleida.
Arquitectos: Espinet y Ubach. 1984.
Detall de la coberta.
School Complex «Joc de la Bola».
Roofing Detail.

Complejo Polideportivo La España Industrial. Barcelona.
Arquitectos: Peña Ganchegui y F. Rius. 1985.
Plano de la cubierta y detalle constructivo.
Polisportive Complex «Espanya Industrial».
Roof Plan and Constructive Detail.



Proyecto para la Bienal de Venecia.
Arquitecto: E. Bru. 1985.
Project for the Biennale di Venezia.



altamente significativo al respecto lo constituye, sin duda, el proyecto realizado por los arquitectos Piñón, Viaplana y Miralles para la plaza de los Països Catalans (1982).

En este caso, las uniones entre barras se producen con una notable escasez de elementos auxiliares. Por supuesto, el problema aquí es de otra magnitud y a otra escala, dada la identidad del material y la similitud de dimensiones de todos los miembros. No obstante, y al margen de otros condicionantes, prevalece la voluntad manifiesta de entender la estructura más desde las barras que la componen que desde las uniones que tienen lugar entre ellas. Estas uniones acaban siendo puntos de encuentro de distintos perfiles, que hacen prevalecer su imagen a través de las mismas.

Finalmente, y aún dentro de esta línea, hacemos referencia al proyecto de Eduard Brú para la cubierta del *Columbari de la Societat Recreativa de l'avinguda de Pomar* de Badalona (1986), en el que la estructura se manifiesta a la vez solemne y contenida, como una trasposición directa del sistema resistente que su simple trazado define.

Cada elemento desempeña su cometido específico, autoconfiriéndose un sentido propio y, a la vez, poniendo de relieve la necesidad de su existencia dentro del entramado general.

Tanto los elementos sometidos a compresión, como los que resisten esfuerzos de tracción en su papel de arriostramiento de los anteriores, adoptan las formas óptimas ante su específico estado de sollicitación.

Esta gradación de funciones se refuerza mediante el uso del color, que varía según el carácter que el miembro adopte dentro de la estructura, extendiéndose la aplicación del código de interpretación al resto de elementos constructivos no resistentes.

Requiere mención aparte la implantación del conjunto sobre un edificio en un estado de conservación deficiente. Con la doble misión de soslayar el problema y definir, a la vez, un plano de arranque de la nueva intervención, se dispone un gran zuncho perimetral de hormigón armado, sobre el que nacen las barras metálicas del perímetro.

El uso sistemático del elemento triangular como elemento generador del conjunto confiere al mismo el carácter de estabilidad inherente a esta unidad resistente básica. Dicho carácter se refuerza mediante el diseño empleado para las uniones, que se entienden más como puntas de fusión de miembros, que de confluencia de los mismos.

ject by Bonell and Rius for the *Horta Cycle Track* (1984). This work is, for us, the most representative example of integration between architectural solutions and the technical solutions that give them viability. The qualitative parallelism between the components is undeniable and one detects that each concrete requirement was pondered over deeply, with the result that there is a smooth flow from one end of the building to the other.

Particularly noteworthy in this project is the painstaking care with which each section was analysed and the search for the most harmonious relationship between the different structural members that make up the whole (screens, slabs, pillars, tiers, walls, etc.).

Another remarkable work in this respect is the professional training college in Santa Coloma de Gramanet, designed for the *Generalitat* in 1982 by J.L. Mateo and E. Brú. In this case, however, due to the continuity of the walls, it is difficult to appreciate the integration to which we referred earlier. The same could also be said of the schools by Vives, Tarrús and Bosch in the *Pasaje Minero* in Hospitalet (1982), or in Santa Coloma (1986), of the medical care centre by Pep Llinàs in Ripollet (1984), and of the houses by C. Ferrater in *Calle Bertrán* (1983 and 1985).

One last example within this category is the *Espanya Industrial Sports Complex* designed by Peña Ganchegui and F. Rius (1985). Once again architecture and structure are in perfect harmony here. Taking as an example the roof of the main building, we see that the notable expressivity obtained in the materialisation of the joins never overpowers the overall design of the triangular braces in which the stressed joists and the main diagonal members subjected to the same kind of demands are substituted by cables. When, before the end wall, the roof loses its central translucent strip and closes in upon itself, the changes are barely perceptible. The bars from which the false ceiling is to be hung are simple, two-jointed, rigid profiles acting fundamentally as elements resistant to traction but perfectly capable, with a minimum of correction, of bearing the light panels of the false ceiling.

An interesting variation on the theme is given form in Mateo, Avellaneda and Moliner's project for the new law courts building in Badalona, in which the structure both generates and corrects the local distortions inevitable in such a complex functional programme.

Such an extreme is singularly evident in the solutions applied to the roof structure, especially in the case of the great volume that encloses the communication ramps between the different floors, where the tension members of the braced beams in the centre act as elements that recover the horizontal plane, starting from the leaning wall that introduces variety into the dimensions of the aforementioned volume.

En otro capítulo, y ya en el tramo final del panorama esbozado, nos encontramos, tal y como ya se mencionó con anterioridad, ante los proyectos en los que resulta extraordinariamente compleja la identificación de elementos especialmente significativos. En este gru-

Although at first sight the general structural concept of the building might seem rather peculiar, a more detailed observation will show that such peculiarity has in fact arisen more from a single criterion of analysis of widely different problems than from the application of differing codes of intervention.

12.

In the cases mentioned so far, the technological attitude toward design to which we constantly allude is understood as being applicable to the process of defining an architectural product which, essentially, must fulfil a series of functional requirements while respecting a programme of pre-established needs.

Occasionally the functional aspects in the project become little more than an excuse to produce objects which practically make sense in their own right; in such cases functionality provides the justification for the design of elements as near to sculpture as they are to architecture.

A first example, which is half-way between this situation and those described previously, is the roof designed for the *Agricultural College* in Lleida (1983) by the architects Espinet and Ubach. In their desire to avoid the more conventional ribbed or meshed structures, the architects based the roof on 8 identical, flat, prefabricated, triangular elements that were easy to transport and could be assembled on site, so that the essential function of their resistance mechanisms could be clearly seen and understood. All this was combined with extremely simple (at least conceptually) constructional solutions, providing the observer with an image of cleanness and precision.

13.

A further step in this direction is marked by the lamp-post in the *Quinta Amelia* Park (1985), the work of Elías Torres and J. A. Martínez Lapeña, or the lighting towers in the *Horta Cycle Track* (1984)

by E. Bonell and F. Rius.

Although the scale is notably different in each case, both convert the light supports into objects of interest for their own sake. In the first example, the desire to reduce each section to its minimal necessary dimensions is the justification for the use of two sets of radial plates at the base of the support that gradually disappear as they go higher.

In the second case, however, the state of stress, which is practically constant from the point where the cables are tied to the bottom, allows the section to be maintained and avoids the need for triangulations since transversal stress is practically non-existent.

Curiously enough, these two examples were two of our most demanding and laborious collaborations, not because of the volume of work involved but of the search for the ideal result that would satisfy both static requirements and give

po, el hecho que más llama la atención es la detección de un nivel de intensidad notablemente uniforme en la actitud técnica que rigió a todo lo largo del proceso de producción. La imagen serena del resultado formal tiene su contrapunto estructural en la sobriedad con que se fueron abordando los distintos problemas aparecidos a lo largo de sus etapas de concreción.

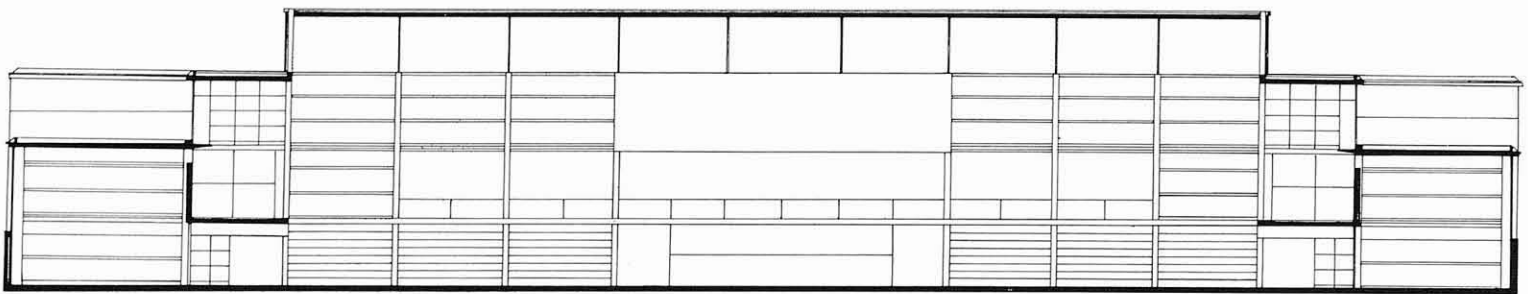
Una muestra significativa la constituye el proyecto realizado por Bonell y Rius para el *Velódromo de Horta* (1984). Esta obra es, para nosotros, el ejemplo más representativo de integración entre las soluciones arquitectónicas y las soluciones técnicas que les dan viabilidad. El paralelismo cualitativo de los componentes es innegable, y se detecta la ponderación en la respuesta de cada requerimiento concreto, con un tránsito sin sobresaltos de extremo a extremo.

De este proyecto destacaríamos el cuidado que se tuvo en el análisis pormenorizado de cada sección y en la búsqueda de la relación más adecuada entre todos los miembros estructurales que componen el conjunto (pantallas, losas, pilares, gradas, muros, etcétera).

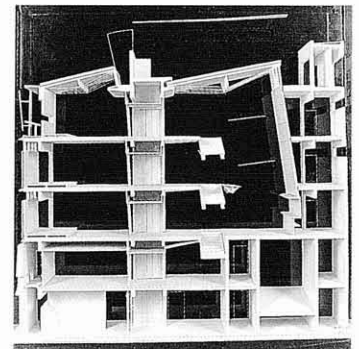
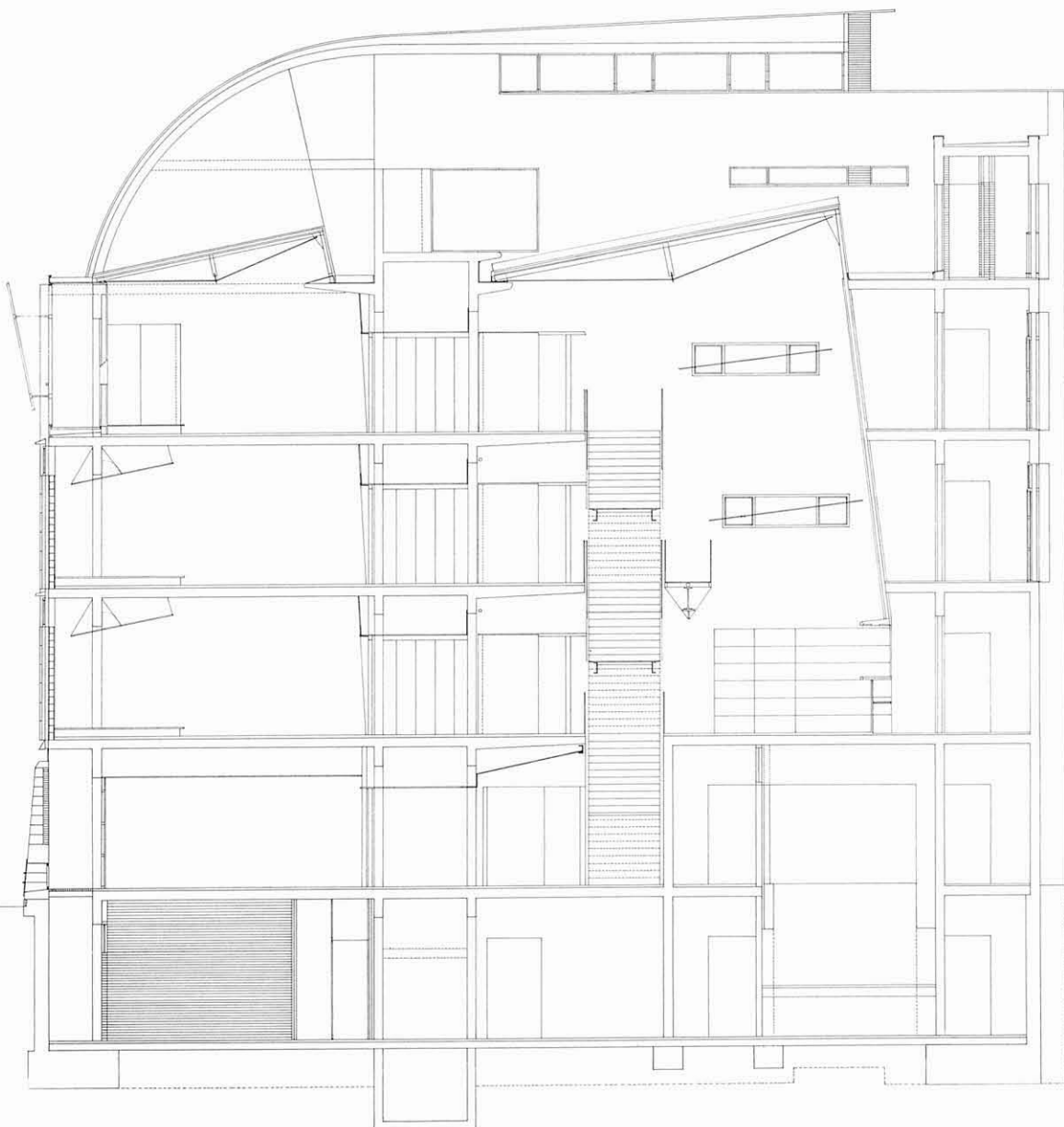
Otra obra remarcable en este sentido es la escuela de formación profesional que proyectaron J.L. Mateo y E. Brú (1982) para la Generalitat, en Santa Coloma de Gramanet. En ella, sin embargo, a causa de la continuidad de los elementos de cierre, se hace difícil apreciar esta integración que mencionábamos anteriormente. Lo mismo podríamos decir de las escuelas de Vives, Tarrús y Bosch en el Pasaje Minero de Hospitalet (1982) o en Santa Coloma (1986), del centro de asistencia primaria de Pepe Llinás en Ripollet (1984), o de las casas de C. Ferrater en la calle Bertrán (1983 y 1985).

Un último ejemplo dentro de este grupo lo constituye el *Complejo Polideportivo de La España Industrial*, proyectado por Peña Ganchegui y F. Rius (1985). Nuevamente, el hecho arquitectónico y el estructural se mueven constantemente en una misma línea. Tomando como muestra la cubierta del edificio principal, observamos que la notable capacidad de expresión alcanzada en la materialización de los nudos no prevalece en ningún momento frente al diseño general de las cerchas, en las que los cordones traccionados y las diagonales principales sometidas a este mismo tipo de sollicitación se sustituyen por cables. Cuando, ante los muros testeros, la cubierta pierde su franja translúcida central para encerrarse en sí misma, la estructura no acusa los cambios más que imperceptiblemente. Las barras de las que se ha de suspender el cielo raso pasan a ser simples perfiles rígidos, biarticulados, que manifiestan su cometido fundamental como elementos resistentes a tracción, con la mínima corrección necesaria para que sean, a la vez, capaces de soportar el pequeño peso correspondiente al panelado del falso techo.

Una variante interesante del tema concierne al proyecto de Mateo, Avellaneda y Moliner para el nuevo edificio de los juzgados de Badalona, en el que la estructura es a la vez elemen-



Palacio de Congresos. Platja d'Aro
Arquitecto: Arcadi Pla. 1985
Sección longitudinal.
 Congress Hall.
 Longitudinal Section



Edificio de Juzgados. Barcelona.
Arquitectos: J.L. Mateo,
J. Avellaneda, J. Moliner. 1986.
Sección transversal y maqueta.
 Law Courts Barcelona.
 Transversal Section and model.

quality to the architectural finish. The «adjustment to calculation-adjustment to design» cycle was completed seven times in the case of the cycle track and almost as many in the case of the *Quinta Amelia* Park. One reason for this was lack of experience in this type of work but also, and more importantly, the problem of defining architectural objects whose main function is form itself, which motivates the architect to search for the perfect solution.

In this spirit of full integration, based on a design process whose final objective is to preserve forms justifiable by the search for their own perfection, can be placed the *torres de luz* (lighting towers) in the *Parque del Clot*, the work of the architects Dani Freixes and Vicente Miranda. The purity of their forms—a perfect prism—are the fruit of a structural concept that seeks maximum optimisation of the design process in which attention is paid not only to the definition of statically correct mechanisms that channel stresses, but also the obtention of an element that would endow the complex with the necessary continuity of façades, which plays a dominant role in the final product of the design process.

Anti-distortion requirements and minimum dimensions meant that the framework had to be resolved at the points furthest away from the nucleus of the element: at the edges. Reinforced profiles fulfil two functions in a single form: they finish off the edge of the prism and define the upright of the resistant framework; standardised profiles, arranged horizontally, determine the concrete rhythm of the vertical members.

14.

Finally, possibly the most significant example within this group is the metallic pergola with branches (steel rods) and leaves (cut from sheets) in the *Quinta Amalia* Park (1985). Its interest lies in the fact that the design of a totally frivolous object nevertheless contains a deeply analytical attitude supported by considerable technological instrumentation.

In the initial sketches for the final project it is already possible to foresee a long process of formal and technical adjustments. The result is truly astounding and it is curious to observe how the corrugated rods branch out and twist like tendrils, while some of the leaves act as bracing and stabilising elements.

The theme acquires highly interesting differential connotations when it reaches into the field of civil engineering, in which design is greatly restricted by the presence of mechanical problems. In such cases, the tension inherent in planning attitudes, intent upon achieving maximum formal expression of the resistant problem, allows solutions to be found in which, once again, functional and mechanical tasks become objects which transcend their own functions and offer more alternatives than those initially contemplated.

to generator and corrector of the distortions local inherentes a la concreción de un programa funcional ciertamente complejo.

Tal extremo se manifiesta singularmente en las soluciones empleadas en la resolución de la cubierta, especialmente por lo que corresponde al gran volumen que encierra las rampas de comunicación entre las distintas plantas, donde los tensores de las vigas tornapuntadas en el centro actúan como elementos de recuperación del plano horizontal, a partir del muro inclinado que matiza las dimensiones del volumen mencionado.

12

Tratándose de situaciones más o menos singulares en una primera lectura, dentro del concepto estructural general, una observación más detallada permite detectar que, realmente, este carácter de singularidad proviene más de una actitud unitaria de análisis de problemas de caracterización muy dispar, que del empleo de distintos códigos de intervención.

En los casos citados hasta el momento, la reiteradamente aludida actitud tecnológica ante el diseño se entiende por su aplicación al proceso de definición de un producto arquitectónico que, fundamentalmente, debe atender a la posibilidad de un correcto desempeño de ciertos cometidos funcionales, siempre respetando un programa de necesidades preestablecido.

Ocasionalmente, la funcionalidad de lo proyectado se reduce a una excusa para la generación de objetos prácticamente entendibles en sí mismos; dicha funcionalidad se constituye así en argumento para el diseño de elementos tan cercanos a la escultura como a la propia arquitectura.

Un primer caso, que se encuentra a mitad de camino entre esta situación y otras planteadas anteriormente, lo constituye la cubierta proyectada para la *Escuela de Capacitación Agraria* de Lérida (1983), por los arquitectos Espinet y Ubach. No deseando recurrir a estructuras de cercha o malla más convencionales, esta cubierta se planteó a partir de la prefabricación de ocho elementos planos de forma triangular, iguales, de transporte fácil, que se ensamblarían entre sí en obra, de forma que permitieran entender perfectamente las claves básicas de funcionamiento de sus mecanismos resistentes. Todo esto se combina con la consecución de soluciones constructivas extremadamente sencillas (al menos, en su concepto), que acaban por traducirse en una clara sensación de limpieza y nitidez ante el observador.

13

Un paso más dentro de esta línea lo constituyen el proyecto de las farolas del *Parque Quinta Amelia* (1985), obra de Elías Torres y J.A. Martínez Lapeña, o las torres de iluminación del

Velódromo de Horta, de E. Bonell y F. Rius (1984).

Aunque se trata de dos casos de escala sensiblemente distinta, ambos reúnen la condición de convertir el báculo que sustenta el instrumental de iluminación en un objeto interesante por sí mismo. En el primero de los ejemplos citados, la voluntad de ajuste de cada sección a sus dimensiones mínimamente necesarias se emplea como argumento para la aparición de dos familias de chapas radiales en la base del báculo, que menguan con la altura hasta desaparecer. En el segundo, en cambio, el estado de sollicitación, prácticamente constante, desde el punto de atado de los cables hacia abajo da lugar al correspondiente mantenimiento de la sección, siendo posible prescindir de las triangulaciones ante la ausencia o escasa entidad de la sollicitación transversal.

Curiosamente, estos dos ejemplos coinciden con dos de nuestras colaboraciones más enconadas, no en cuanto a la cantidad de trabajo, sino en la búsqueda del resultado ideal, que satisficiera por un igual los requerimientos estáticos y la calidad del acabado arquitectónico. Por siete veces se repitió el ciclo «ajuste de cálculo-ajuste de diseño» en las torres del Velódromo, y no menos en las farolas de Quinta Amelia. La razón de ello la encontramos, por un lado, en la inhabitualidad de este tipo de trabajos, pero, por otra parte, y más importante, por la propia definición de objetos arquitectónicos cuya función primordial es su misma forma, lo que motiva al arquitecto hacia la búsqueda de la solución perfecta.

En este espíritu de plena integración, apoyado en un proceso de diseño que presenta como objetivo final la conservación de formas justificables por la búsqueda de su propia perfección, se enmarcan las torres de luz del Parque del Clot, obra de los arquitectos Dani Freixes y Vicente Miranda. La pureza de sus formas —el prisma perfecto— hace indispensable la concepción de una estructura que persiga al máximo la optimación de su proceso de diseño, atendándose en el mismo, no tan solo a la definición de mecanismos canalizadores de esfuerzos estáticamente correctos, sino también a la consecución de un elemento que confiera al conjunto la necesaria continuidad entre sus caras, pasando a desempeñar un papel ciertamente dominante dentro del producto final del proceso de diseño.

La necesaria indeformabilidad y la pretensión de un dimensionado mínimo obligan a resolver el entramado en los puntos más distantes del núcleo del elemento: en sus aristas. Perfiles armados conjugan en una sola forma dos funciones: el remate de las aristas del prisma y la definición de la componente vertical del entramado resistente; perfiles normalizados, dispuestos horizontalmente, determinan el ritmo concreto de su desarrollo vertical.

plated at the planning stage of the programme of necessities.

15.

A model example of this is the project for a footbridge over the River Segre in Lleida, drawn up by the team formed for the competition and composed of E. Miralles, C. Pinós, A. Obiol and R. Brufau, which is examined elsewhere in this issue.

The project, based on the use of notably depressed arches, had to face in its initial stages considerable problems of dynamic behaviour. The immediate response of the structural analyst is to look for ways to embed the ends, which would reduce to a minimum the period of vibration of the structure and the values of resonance reached when the bridge is in normal use.

This solution, which is perfectly valid in the case of compensation of thrusts, becomes extremely doubtful when there is alternation of overloads.

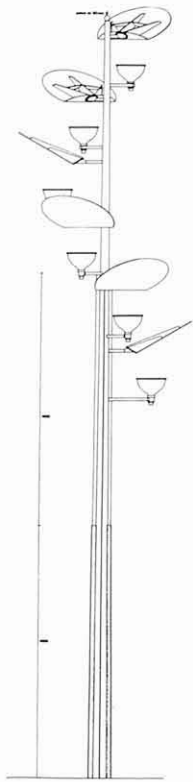
Equilibrium was finally achieved by bracing the arches in question to a thrust value equal to that generated by the permanent loads, thus allowing the alternation of loads to be absorbed by the reinforced concrete central element. In this way the concrete footbridge fulfils the function of a hinge joint both from the functional and resistant points of view.

Other details in the project also underline the notable degree of harmony between the formal result and the basic patterns of mechanical behaviour. Such is, for example, the case of the floor which is at the same time a walking surface, supporting framework and bracing element for the arches; the introduction of skylights in the flooring, of varying densities, offers a formal counterpoint to the expected increases in the volume of loads in areas near to the discharge points. Following the same criterion, the perforations made in the arches reveal the areas in which the state of stresses decreases quicker than the thickness of the section itself.

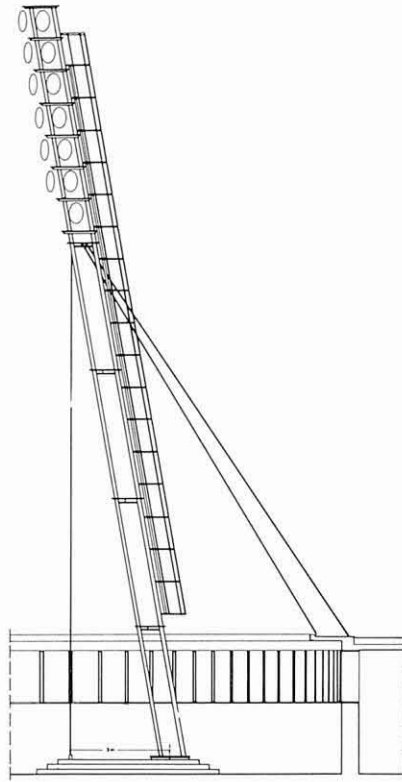
Finally, the points where the bridge rests on both banks of the river reveal a single attitude to the wide range of problems that came together here. The solution was simply to get around the problems by finding discharge points beyond the area in which the handrail on the containing wall is situated, thus avoiding both formal and resistant conflicts.

The example of the pedestrian footbridge framed by the architectural layout of the *Parc de les Planes* in L'Hospitalet del Llobregat, designed by X. Vendrell and S. Godia, provides yet more evidence of the technological component in the design process of its parts. The creative process arose out of a premise directly related to an optimum channelling of effort which, at the same time, manages to satisfy basic static needs.

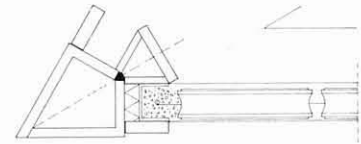
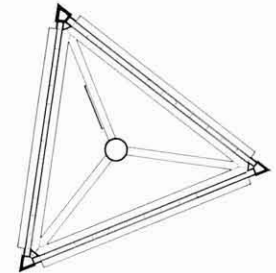
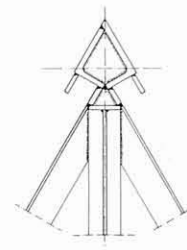
The asymmetry of the layout suggests a compensation of masses and states of stress, resulting in a more favourable situa-



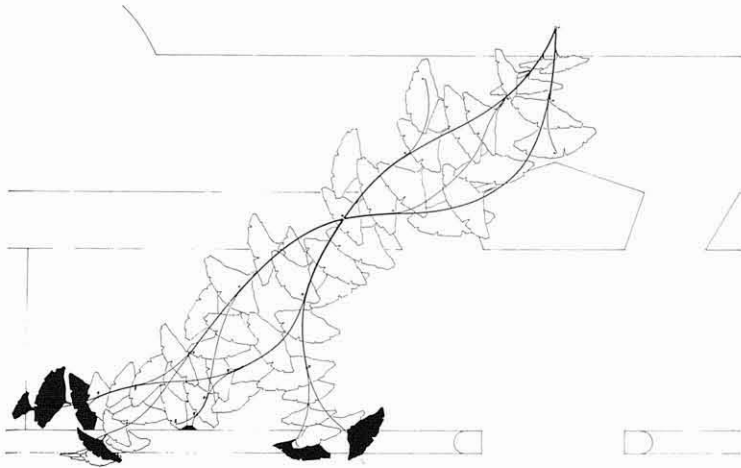
Farola del Parque Quinta Amelia.
Barcelona.
Arquitectos: E. Torres y J.A.
Martínez Lapeña. 1985
Lamp at Santa Amelia Park.



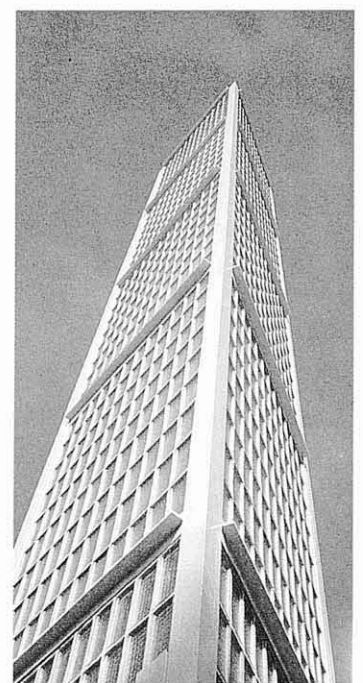
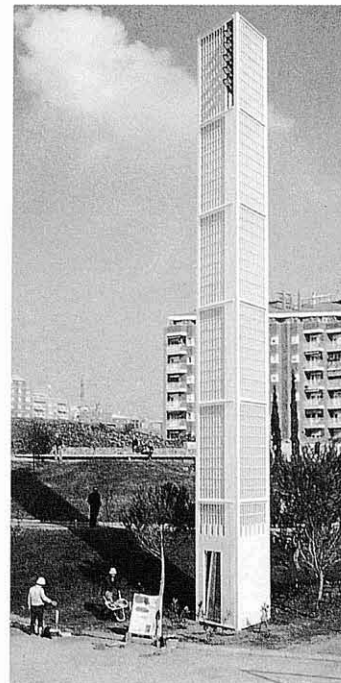
Torre de iluminación del Velódromo de Horta. Barcelona.
Arquitectos: E. Bonell y F. Rius.
1984.
Light Tower at Horta Cycle Track.



Torres de luz del Parque del Clot. Barcelona.
Arquitectos: D. Freixes y V. Miranda. 1986
Planta, alzado, detalles constructivos y
aspectos generales.
Light Towers at Clot Park. Barcelona.
Plan, Elevation, constructive Details and General
Aspect.



Pérgola metálica del Parque Quinta Amelia. Barcelona.
Arquitectos: E. Torres y J.A.
Martínez Lapeña. 1985
Metal Pergola at Santa Amelia Park.



proyecto de pérgola metálica realizada con ramas (redondos de acero) y hojas (pletinas recoradas) para el *Parque de Quinta Amelia* (1985). Su interés radica en el hecho de que el diseño de un objeto de carácter absolutamente lúdico encierra una profunda actitud analítica, apoyándose en una notable instrumentación tecnológica.

De los bocetos iniciales a la propuesta final se adivina perfectamente un largo camino de ajustes formales y técnicos. El resultado es insólito y será realmente curioso observar cómo las barras corrugadas se ramifican y doblan como zarcillos, mientras algunas hojas realizan labores de arriostramiento y estabilización.

El tema adquiere connotaciones diferenciales ciertamente interesantes cuando se extiende al ámbito de la ingeniería civil, en el que el diseño se encuentra, en principio, extraordinariamente coartado, debido a la gran incidencia en el mismo del componente mecánico del problema. En este caso, la tensión inherente a la actitud proyectual, encaminada a la consecución de una máxima capacidad de expresión formal del problema resistente, permite alcanzar soluciones en las que, nuevamente, los cometidos funcionales y mecánicos pasan a configurar objetos que los trascienden, ofreciendo más alternativas que las que inicialmente se contemplarán a la hora de confeccionar el programa de necesidades.

15

Un ejemplo aleccionador dentro de esta línea es el proyecto de pasarela peatonal sobre el Segre, en Lérida, redactado por el equipo: E. Miralles, C. Pinós, A. Obiol y R. Brufau, que también se analiza en otro artículo de este número.

La propuesta efectuada, que se apoya en el empleo de arcos notablemente rebajados, presenta en primera instancia notables problemas a la hora del estudio de su comportamiento dinámico. La respuesta inmediata del analista estructural está encaminada a buscar una situación de empotramiento en sus extremos, que permita reducir al máximo el período de vibración propio de la estructura, alejándolo de los valores de resonancia alcanzables en un régimen de explotación normal.

Esta solución, perfectamente válida en el caso de compensación de empujes, pasa a ser extraordinariamente dudosa en el momento en que se dan situaciones de alternancia de sobrecargas.

La situación de equilibrio se alcanza finalmente, procediendo al atirantamiento de los arcos en cuestión para conseguir un valor de empuje igual al producido por las cargas permanentes, permitiendo, de este modo, que las alternancias de cargas se absorban por parte del elemento central de hormigón armado. Así la pasarela de hormigón no tan solo desempeña un cometido de rótula desde el punto de vista funcional, sino también desde el resistente.

tion than that created by simple supported beams. The differences in spans, together with the vertical post, establish an embedding mechanism which is essential in order to allow for the widest span without having to increase excessively the dimensions of the longitudinal profiles.

Recent Catalan architecture goes far beyond these examples which, besides, date back only five years at the most; there are so many high quality works that the mere mention of them would make this article intolerably long.

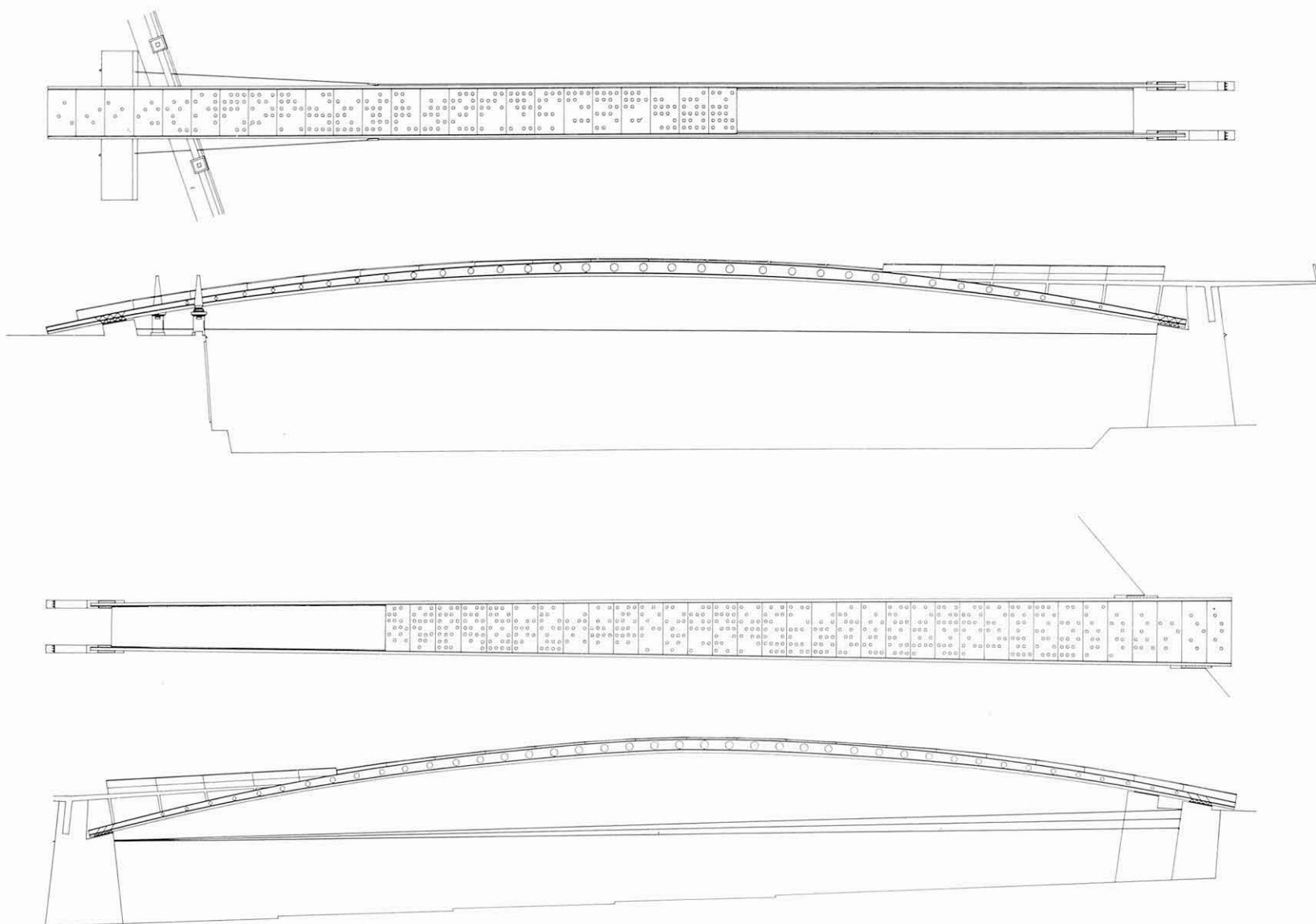
The purpose of this study has simply been to illustrate how potential the recovery of the technological component can be for the architect, who is invariably forced to produce results in which the strictness of the method leaves little room for improvisation in the production process.

1. We recommend the book *Arquitectura Industrial Catalana*, by J.M. MONTANER, published by «La Caixa» in 1984.

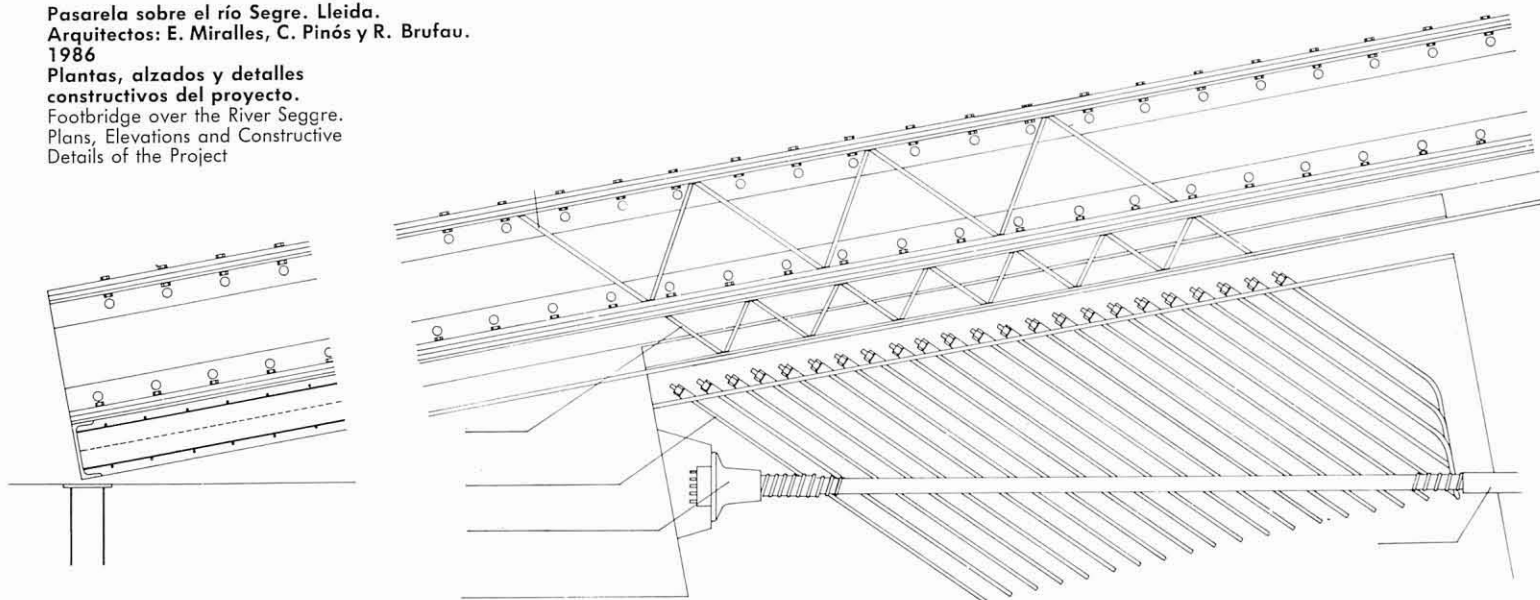
2. This by no means undocumented situation should provide food for thought for today's professionals, especially if we bear in mind that the average citizen usually has no knowledge of the resistant substratum of the house in which he lives.

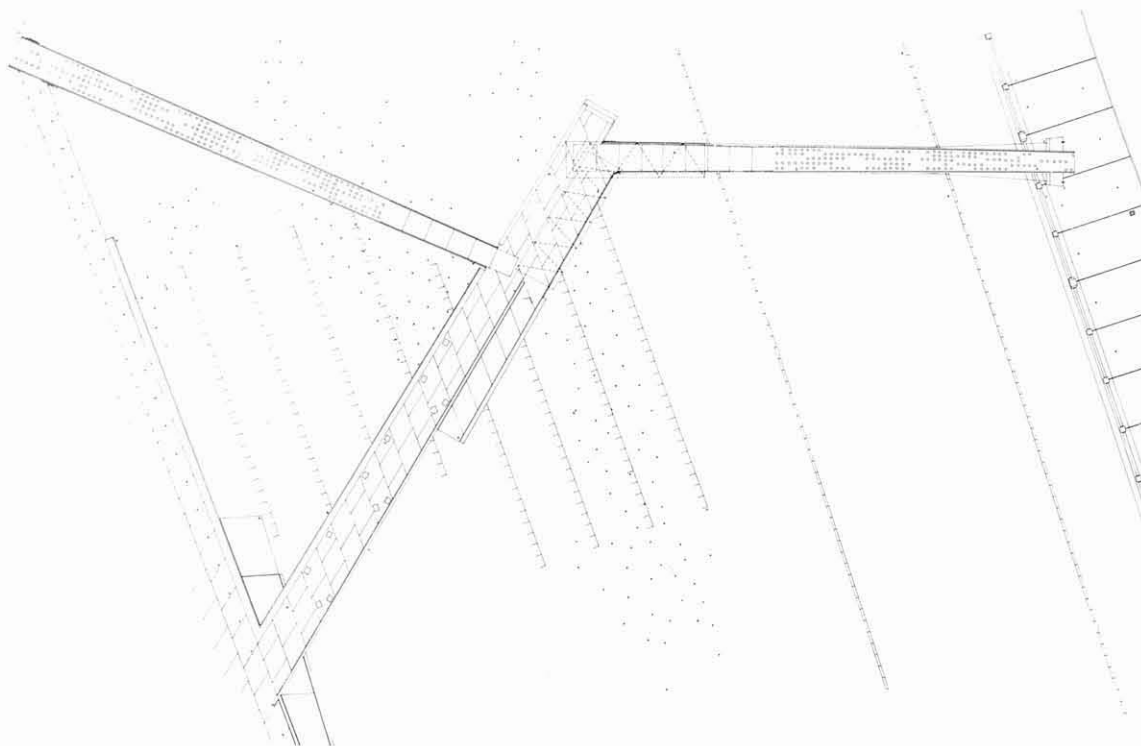
3. These three phases can also be found in the classical Greek orders, namely in the transition from the Doric, through the Ionic to the Corinthian.

4. When speaking of architects here, we are not referring only to those who are qualified as such but also to those who have the architect's mentality. The figure that springs to mind is that of the Castilian engineer Jesús Jiménez, whom many of the potential readers of this article will probably already know and admire, and from whom, through frequent collaboration, we have learnt to appreciate the vocabulary of metallic structure, thanks to his subtle treatment of the theme.

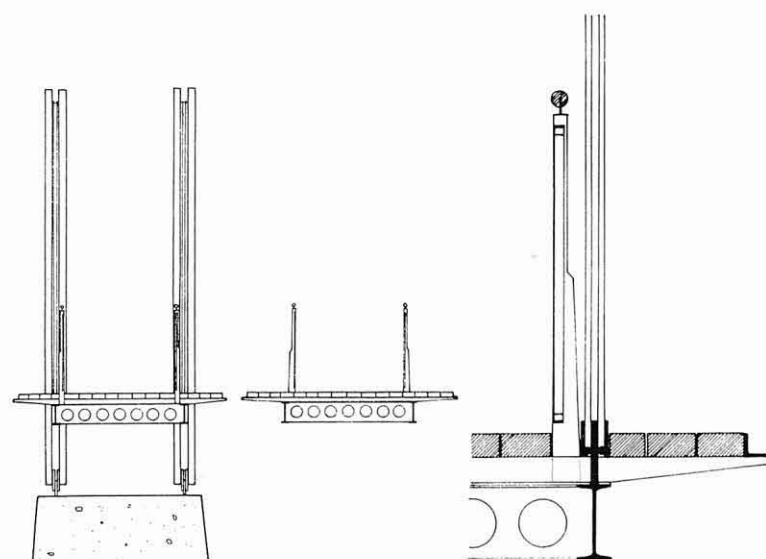
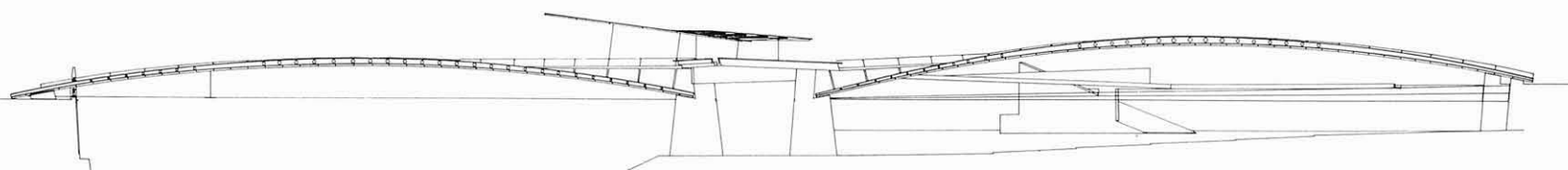


Pasarela sobre el río Segre. Lleida.
Arquitectos: E. Miralles, C. Pinós y R. Brufau.
1986
Plantas, alzados y detalles
constructivos del proyecto.
 Footbridge over the River Seggre.
 Plans, Elevations and Constructive
 Details of the Project

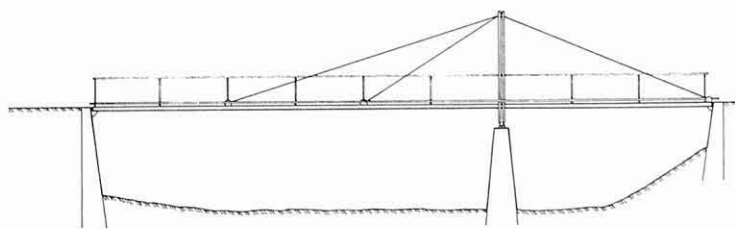




Pasarela sobre el río Segre. Lleida.
Arquitectos: E. Miralles, C. Pinós y R. Brufau.
1986
Planta, alzados generales y plano
de situación.
 Footbridge over the River Segre.
 Plan, General Elevation and Site Plan



Pasarela del Parque de Les Planes.
Hospitalet del Llobregat.
Arquitectos: X. Vendrell y S. Godia.
1986
Alzado y detalles constructivos.
 Footbridge at Les Planes Park.
 Elevation and Constructive Details



Otros detalles del proyecto ponen también de manifiesto la notable adecuación del resultado formal a las pautas básicas del comportamiento mecánico. Tal es, por ejemplo, el caso correspondiente a la solución ofrecida para el tablero, que se convierte a la vez en pavimento, forjado y elemento de arriostramiento de los arcos; la introducción de lucernarios en el mismo, con densidad variable, ofrece una contrapartida formal a los esperables crecimientos del volumen de solicitud en zonas próximas a los puntos de descarga. Con el mismo criterio, las perforaciones introducidas en los mencionados arcos ponen de manifiesto las áreas en las que el estado de esfuerzos decrece más rápidamente que la propia pauta de mengua de la sección.

Finalmente, las entregas a ambos lados del río exigen una actitud única ante la variada gama de problemas que en ellas convergen. La solución ofrecida, simplemente, soslaya dichos problemas, yendo a buscar puntos de descarga que quedan más allá de la zona en la que se ubica la baranda de remate del muro de contención, evitando conflictos, tanto de carácter formal como resistente.

El ejemplo que establece la pasarela peatonal enmarcada en la ordenación arquitectónica del *Parque de Les Planes* de L'Hospitalet del Llobregat, proyectado por X. Vendrell y S. Godia, evidencia, una vez más, el componente tecnológico en el proceso de diseño de sus partes. La tarea creadora parte de una premisa directamente vinculada a la óptima canalización de esfuerzos, sin dejar de atender por ello deseos estáticos básicos.

La asimetría de su enclave hace pensar en una compensación de masas y estados tensionales que confieren al elemento situaciones más favorables que la viga simplemente apoyada. La diferencia de luces, junto con el montante vertical, es capaz de establecer un mecanismo de empotramiento indispensable para poder salvar la luz mayor sin, por ello, caer en el sobredimensionamiento de sus perfiles longitudinales.

El cuidado diseño de su sección transversal crea el grado de rigidez suficiente para satisfacer la estabilidad del conjunto frente a situaciones propias de los efectos de segundo orden.

La arquitectura catalana de los últimos tiempos va mucho más allá de esta serie de casos reseñados que, por otra parte, se concretan en los últimos cinco años; afortunadamente, existe un número de obras de gran validez, cuyo simple comentario haría prácticamente interminables estas líneas.

Lo que con este trabajo se ha pretendido es, simplemente, constatar la potencia que comporta al arquitecto la recuperación del componente tecnológico en el diseño, que, invariablemente, acaba por ofrecer resultados en los que el rigor del método deja escasa cabida a posibles causas de descontrol en el resultado del proceso de producción arquitectónica.

1. Recomendamos la lectura del libro *Arquitectura Industrial Catalana*, de J.M. MONTANER, editado por «La Caixa» (1984).

2. Esta situación, frecuentemente constatada, debería dar pie al profesional de nuestros días a meditar sobre ella, especialmente, si tenemos en cuenta que el ciudadano medio suele desconocer el sustrato resistente de la vivienda en que habita.

3. Estas tres etapas las encontrábamos también en los órdenes clásicos griegos: en la transición del dórico al jónico, y de éste al corintio.

4. Al hablar de arquitectos, en este caso, no nos referimos a una cuestión de titulación, sino de mentalidad. En este punto, nos viene a la memoria la figura de un ingeniero castellano, Jesús Jiménez, de indudable carisma para algunos de los lectores potenciales de estas páginas, y del cual, a través del contacto con arquitectos que han colaborado frecuentemente con él, hemos aprendido a valorar el lenguaje de la estructura metálica cuando ésta es planteada con sutileza.