



cd o

Cados d'Obra Revista Científica Internacional de Construção
International Building Journal

#03 May 2011

Columbia University Northwest Science Building:
o projecto, a obra, as tecnologias
design, construction, technologies

Editor Publisher

GEQUALTEC

Director Editor

Vitor Abrantes

Directores Adjuntos Editorial Coordinators

Bárbara Rangel [Coordenadora Editorial Coordinator]

José Amorim Faria [Coordenador Editorial Adjunto Assistant Coordinator]

João Pedro Poças Martins [Coordenador Editorial Adjunto Assistant Coordinator]

Comissão Editorial Editorial Committee

Alfredo Soeiro

Hipólito de Sousa

Miguel Gonçalves

Rui Calejo

Jorge Moreira da Costa

Fernando Brandão Alves

Ana Vaz Sá

Comissão Científica Scientific Committee

Alexandre Alves Costa (FAUP, Portugal)

Álvaro Siza (FAUP, Portugal)

Aníbal Costa (U. Aveiro, Portugal)

António Frattari (U. Trento, Itália Italy)

António Tadeu (FCTUC, Portugal)

Eduardo Souto Moura (FAUP, Portugal)

Flávio Kiefer (UF, Rio Grande do Sul, Brasil Brazil)

Fernando Branco (IST, Portugal)

Fernando Pinheiro (FAUTL, Portugal)

Jorge Brito (IST, Portugal)

José António Mendes da Silva (FCTUC, Portugal)

José Luis Canal (F. Arquitectura, UFRGS Brasil Brazil)

José Manuel Pozo (ETS de Arquitectura da U. Navarra, Pamplona, Espanha Spain)

Keith Chapman (U. Coventry, Reino Unido United Kingdom)

Keneth Frampton (GS Architecture Planning and Preservation, Columbia University, EUA USA)

Luis Villegas (U. Santander, Espanha Spain)

Manuel Graça Dias (U Autónoma de Lisboa, Portugal)

Paulo Lourenço (U. Minho, Portugal)

Oktay Ural (FIU, EUA USA)

Satyaki Sarkar (Birla I.T. Índia India)

Vasco Freitas (FEUP, Portugal)

Vasconcelos Paiva (LNEC, Portugal)

Vladimir Brezar (U. Ljubljana, Eslovénia Slovenia)

Entrevistadores Interviewers

Bárbara Rangel, Assistente FEUP-GEQUALTEC

José Amorim Faria, Prof. Auxiliar FEUP-GEQUALTEC

João Pedro Poças Martins, Prof. Auxiliar FEUP-GEQUALTEC

Transcrição da entrevista Interview transcription

Carmen Díez Medina

Tradução Translation

Isabel Alves

Mária Teresa Godinho

Cátia Rodrigues

Revisão técnica Technical review

Teresa Godinho

Concepção Gráfico Design

Incomun

Tratamento de imagem Image edition

Rui Moreira

Impressão Printing

Norprint

Depósito legal: ??

ISSN 1647-1830

ISBN 978-989-96696-3-5

Tiragem: 1000 exemplares 1000 copies

Preço por número Price

20 euros

Agradecimentos

Ao Arq. Rafael Moneo pela dedicação e confiança.

Aos Arq. Jeff Brock e Arq.^a Belén Moneo pela dedicação, paciência e tempo que concederam a esta publicação.

Ao Gabinete do Arq. Rafael Moneo, pela cedência dos desenhos e das imagens.

Ao Gabinete Moneo Brock, pela cedência dos desenhos.

Ao Arq. Will Paxson, pela cedência dos desenhos.

A todos os autores dos artigos pelo empenho e dedicação.

Ao Michael Moran pela cedência do crédito das imagens.

À Cristina Carriedo, ao Andrés Barron, à Sandra Rush pela ajuda e paciência.

Mais uma vez à Teresa Seródio e ao Nuno Brandão Costa.

E desta vez ao Juan Fernandez Andrino, José Luis Gahona Fraga e ao Hayden Salter.

Publicação Periódica Periodic Publication

Anual Annual

n.º 3. Ano 3, Maio 2011 no. 3. Year 3, May 2011

Distribuição Distribution

GEQUALTEC

Propriedade Copyright

GEQUALTEC

Redacção: Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

Tel./fax: + 351 22 508 21 90

Email: cdo@fe.up.pt

Créditos Fotográficos Photographic CreditsArquivo Rafael Moneo: contra-capa **backcover**, pp. 021, 024-025, 028, 032, 042-045, 050-053, 074-076, 080-083, 094, 100-103, 108-112, 124, 128-135.David Brody: pp. 034, 035, 077 (cima **top**).

Duccio Malagamba: p. 022 (03).

FOAT: p. 023 (05).

Jeffrey M Brock: pp. 012, 014, 046, 047, 077 (baixo **low**), 125, 136, 137.Michael Moran: capa **cover**, pp. 004-005, 011, 015, 023 (06), 033, 040, 041, 054, 055, 084, 085, 089, 093, 099, 104, 105, 116, 117, 127, 138-139.

Turner Construction Company: p. 010.

É proibida a reprodução de artigos, gráficos ou fotografias sem a autorização escrita dos autores e dos editores da revista. A exactidão da informação, os copyrights das imagens, as fontes das notas de rodapé, bem como a bibliografia, são da responsabilidade dos autores dos artigos, razão pela qual a direcção da revista não pode assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão. Foi respeitada a língua original de cada artigo. As traduções são da responsabilidade dos tradutores de cada artigo.

All rights reserved. The reproduction of articles, figures or photographs without the written authorization from the authors and CdO editors is strictly forbidden. The exactness of the information, the copyright of the images, the sources of footnotes, as well as the bibliography, is of the responsibility of the authors of articles, therefore the editor of the magazine cannot assume any type of responsibility in the case of eventual errors or omissions. The translations are the responsibility of the translators of each article. The articles have been preserved in their original languages.

Acknowledgements

To Rafael Moneo for his dedication and his confidence.

To Jeff Brock and Belén Moneo for their dedication, time and patience.

To Moneo Brock Studio for granting the permission to use drawings and images.

To Will Paxson Studio for granting permission to use drawings.

To all the authors for their commitment and dedication.

To Michael Moran for granting the permission to use his pictures.

To Cristina Carriedo, Andrés Barron and Sandra Rush for their assistance and their patience.

Again, to Teresa Seródio and Nuno Brandão Costa. And this time to Juan Fernandez Andrino, José Luis Gahona Fraga and Hayden Salter.

CdO #03

Índice

007	Créditos
019	regras de composição
027	Edifício Northwest Science: provas circunstanciais Joan Ockman
031	Otro paseo por el campus Luis M. Mansilla y Emilio Tuñón
037	Columbia NWSB Dan Brodtkin e Joshua Yacknowitz
042	Desenhos gerais
046	Imagens de obra
049	tecnologia na arquitectura
057	Rafael Moneo en la estación de Atocha de Madrid Miguel Aguiló
065	Acústica e controlo de ruído em edifícios escolares Diogo Mateus, Andreia Pereira e Vítor Abrantes
074	Desenhos gerais
077	Maquetas de trabalho
079	disciplina na construção
087	El don de la sobriedad Luis Fernández-Galiano
091	Moneo, Moneo y Brock, y la construcción Manolo Blasco
095	Desenhos diáfanos Jeffrey M. Brock
100	Desenhos gerais
107	arquitectura como disciplina
119	Manutenção e manutibilidade de edifícios universitários Rui Calejo
125	Ciências interdisciplinares num edifício de investigação contemporâneo William Paxson
128	Projecto de execução de arquitectura
136	Imagens de obra

Contents

006	Credits
019	design rules
026	Northwest Science Building: circumstantial evidence Joan Ockman
030	Another walk in the campus Luis M. Mansilla and Emilio Tuñón
036	Columbia NWSB Dan Brodtkin and Joshua Yacknowitz
042	General arrangement drawings
046	Construction images
049	technology in architecture
056	Rafael Moneo in Madrid's Atocha station Miguel Aguiló
064	Acoustics and noise control within school buildings Diogo Mateus, Andreia Pereira and Vítor Abrantes
074	General arrangement drawings
077	Sketch models
079	discipline in construction
086	The gift of sobriety Luis Fernández-Galiano
090	Moneo, Moneo and Brock, and construction Manolo Blasco
094	Drawings in the air Jeffrey M. Brock
100	General arrangement drawings
107	architecture as discipline
118	Maintenance and maintainability of university buildings Rui Calejo
124	Interdisciplinary science and the modern research building William Paxson
128	Architectural production information set
136	Construction images

Editorial. In November 2010, **CdO** was invited to participate in the 1st International Fair of Architectural Publishers and Magazines promoted by the Higher Technical Education School of Architecture at the University of Navarra, together with *Arquitectura Viva*, *Detail*, *Tectonica*, *2G*, and *Darco Magazine*. **CdO** was the only scientific journal from a non-commercial academic publisher amongst these large circulation magazines for architecture and construction. Our involvement made us understand that this crossover that we are seeking of the various disciplines involved in construction, particularly engineering and architecture, enables us to offer in each issue a complete multidisciplinary reading of each building under analysis. The reception we got at this meeting has motivated us to take an even bigger step. Suggested by Eduardo Souto Moura we started studying the most recent building of Columbia University in New York, the Northwest Science Building, a four hand design by Rafael Moneo and Dan Brodtkin of Ove Arup.

Designed in 2005 and recently opened, in December 2010, the Northwest Science Building of the University of Columbia is already a landmark not only on *Campus* and in New York City, but also in the professional and academic architectural and engineering worlds. It is a design that, from a very complicated structural problem (constructing a tall building over the huge span of a working gymnasium), found an architectural and urban solution for the building. Technology, architecture and engineering working together on a huge scale, transposing the solution for the structural system to the architectural design of the building.

*"In a sense I had not expected such a powerful and conspicuous structure, or that we might make of that structure the virtual substance of NWSB's architecture. The structure reflects all the nuances that the singular spatial organization of the building requests."*¹

Rafael Moneo's working methodology is distinguished by the almost Renaissance style in which he addresses the problems posed by each project. Before beginning the process of developing a project, there seems to be a deep theoretical reflection, the product of a profound architectural culture and intelligent view of construction. He may start from an historical analysis of the site, an urban intention of adding a natural environment to the city, or even the adoption of complex mathematical rules for the composition of the design.

In Mérida, the remains of the Roman city designed the spaces and defined the structural system. The desire to combine the regularity of the design of the city of San Sebastian and the informal force of the waves of an ever-changing ocean pointed to two almost perfect cubes pushed by the force of the wind, made with a fragile and ethereal rock, glass. The altarpiece of the Murcia church has been deeply studied and decomposed to defragment the façade of the Murcia City Hall. In Houston the Fibonacci series was mathematically applied in the composition of the entire stereotomy of the façade and of the external windbreak.

The design of the Northwest Science Building was no exception. Once again, Rafael Moneo "has imposed" a rigid rule of composition, this time dictated by the structure of the exterior façade. A constructive rule as a principle of composition, perhaps arising from the construction of New York City itself, a city that is built on mathematical rigour on every scale, imposed by the construction in solid brick, through the consequent modulation of the façade and the block, to the strictly orthogonal metric

1. Moneo, José Rafael and Brock, Jeffrey. *Northwest Science Building*, for "Post-Ductility: Metals in Architecture and Engineering" Princeton Architecture Press, 2012; *Cadernos d'Obra 03*, Porto, May 2011.

of the city of New York, broken by the exception that is Broadway.

*"El potencial tectónico de cualquier edificio proviene de su capacidad para articular los aspectos cognitivos de su sustancia."*²

It is an exercise Mies van der Rohe had already adopted when, arriving in the United States, he understood how the constructive material of the composition of the building, specifically the structure, could also be a tool for the composition of the architectural language.

However, Mies van der Rohe worked on the expression of the material and Rafael Moneo introduced a new methodology into his working process, the geometric composition based on iteration of the function of the diagonal in the structural composition of a steel façade.

Alongside the first moments of conception in the architectural studio, the structural team developed a computer model that defined the importance of each of the diagonals in the stability of the façade of the building, showing those that worked in compression and traction. This graphic was gradually fine tuned, removing the diagonals principally in compression, therefore resulting in a graphic schematic showing the movement of the forces on the façade: The base schematic for the architectural design.

"I like to think that we have achieved an integrated manner of relating all the means of architectural production, from the conception of the volume, to its structural engineering, to the detailing, as well as the issues of construction."

In this issue we once again have contributions from various known personalities from the professional and academic engineering and architecture field, Vítor Abrantes, Miguel Aguiló and Rui Calejo Rodrigues, Luis Mansilla and Emilio Tuñón, Luis Fernández-Galiano, Manolo Blasco and Joan Ockman, in particular, and the designers and developers Dan Brodtkin, Jeffrey Brock and Will Paxson. From the analysis of specific technological problems of such buildings, to the critical reading of the relationship between design and technology in the work of Rafael Moneo, and to the testimony of several designers involved, we once again offer and uncover the secrets behind the project and of this work, which will surely be one of the great buildings in the history of contemporary Architecture and Engineering.

Thanks Eduardo for suggesting us to study this wonderful building. Thanks to all the authors for their magnificent lessons. Thanks Rafael for showing us the secrets behind this and other projects!

Vítor Abrantes e Bárbara Rangel

2. Frampton, Kenneth. *Estúdios sobre Cultura Tectónica, Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX*. Ediciones Akal, 1999.

Editorial. Em Novembro de 2010, a **CdO** foi convidada a participar 1.ª Feira Internacional de Editoriais e Revistas de Arquitectura promovida pela Escola Técnica Superior de Arquitectura da Universidade de Navarra, conjuntamente com a Arquitectura Viva, Detail, Tectonica, 2G e a Darco Magazine. A **CdO** era a única revista científica de uma editora académica não comercial, neste meio de revistas de arquitectura e construção de grande tiragem. Esta participação fez-nos entender que este cruzamento que procuramos entre as várias disciplinas envolvidas na construção, em especial a engenharia e a arquitectura, permite-nos oferecer em cada edição uma leitura completa e multidisciplinar de cada edifício em análise. A receptividade que obtivemos neste encontro foi motivadora para darmos agora um passo ainda maior. Por sugestão de Eduardo Souto Moura resolvemos estudar o edifício mais recente da Universidade de Columbia em Nova Iorque, o Northwest Science Building, projectado por Rafael Moneo e por Dan Brodtkin da Ove Arup.

Projectado em 2005 e inaugurado recentemente, em Dezembro de 2010, o Edifício Noroeste da Faculdade de Ciências da Universidade da Columbia é já um marco não só no *Campus* e na cidade de Nova Iorque, mas também no meio profissional e académico da arquitectura e da engenharia. Um projecto que, de um problema estrutural muito complicado (construir um edifício em altura sobre um enorme vão de um ginásio em funcionamento), encontrou a solução arquitectónica e urbana para o edifício. Tecnologia, arquitectura e engenharia numa enorme cumplicidade, transpondo a solução para o sistema estrutural para a concepção arquitectónica do edifício.

*"In a sense I had not expected such a powerful and conspicuous structure, or that we might make of that structure the virtual substance of NWSB's architecture. The structure reflects all the nuances that the singular spatial organization of the building requests."*¹

A metodologia de trabalho de Rafael Moneo distingue-se pela forma quase renascentista com que aborda os problemas colocados por cada projecto. Antes de dar início ao processo de desenvolvimento do projecto, parece existir uma reflexão teórica, produto de uma profunda cultura arquitectónica e inteligência construtiva. Pode partir duma análise histórica do lugar, duma intenção urbana de agregar a cidade a um meio natural, ou mesmo da adopção de regras matemáticas complexas para a composição do projecto.

Em Mérida, os vestígios da cidade romana desenharam os espaços e definiram o sistema construtivo. A vontade de juntar a regularidade do desenho da cidade de San Sebastian à força informal das ondas de um oceano em constante mutação apontou para dois cubos quase perfeitos empurrados pela força do vento, feitos com uma rocha frágil e etérea, o vidro. O retábulo da igreja de Múrcia foi profundamente estudado e decomposto para desfragmentar a fachada do Ayuntamiento de Múrcia. Em Houston a série de Fibonnaci foi matematicamente aplicada na composição de toda a estereotomia da fachada e do pára-vento exterior.

O projecto para o Northwest Science Building não foi excepção. Uma vez mais, Rafael Moneo "impõe-se" uma rígida regra de composição, desta vez ditada pela estruturação da fachada exterior.

Uma regra construtiva como princípio de composição talvez tenha

partido da construção da própria cidade de Nova Iorque. Uma cidade que se constrói sob um rigor matemático em todas as escalas, imposto pela construção em tijolo maciço, passando pela consequente modulação da fachada e do quarteirão, até à métrica rigorosamente ortogonal da cidade de Nova Iorque, rasgada pela excepção da Broadway.

*"El potencial tectónico de cualquier edificio proviene de su capacidad para articular los aspectos cognitivos de su sustancia."*²

Um exercício que já Mies van der Rohe adoptara quando, chegado aos EUA, entendeu como a matéria construtiva de composição do edifício, nomeadamente a estrutura, poderia ser também uma ferramenta de composição da linguagem arquitectónica.

No entanto, Mies van der Rohe trabalhou a expressão do material e Rafael Moneo introduziu no seu processo de trabalho uma nova metodologia, a composição geométrica baseada na iteração da função da diagonal na composição estrutural duma fachada em aço.

A par dos primeiros momentos de concepção no gabinete de arquitectura, a equipa de estruturas da Ove Arup liderada por Dan Brodtkin desenvolveu um modelo informático que definia a importância de cada uma das diagonais relativamente a estabilidade da fachada e do edifício. Este gráfico foi sendo apurado, resultando daqui um esquema gráfico que refletia o movimento das forças na fachada. O esquema base para o desenho arquitectónico.

"I like to think that we have achieved an integrated manner of relating all the means of architectural production, from the conception of the volume, to its structural engineering, to the detailing, as well as the issues of construction."

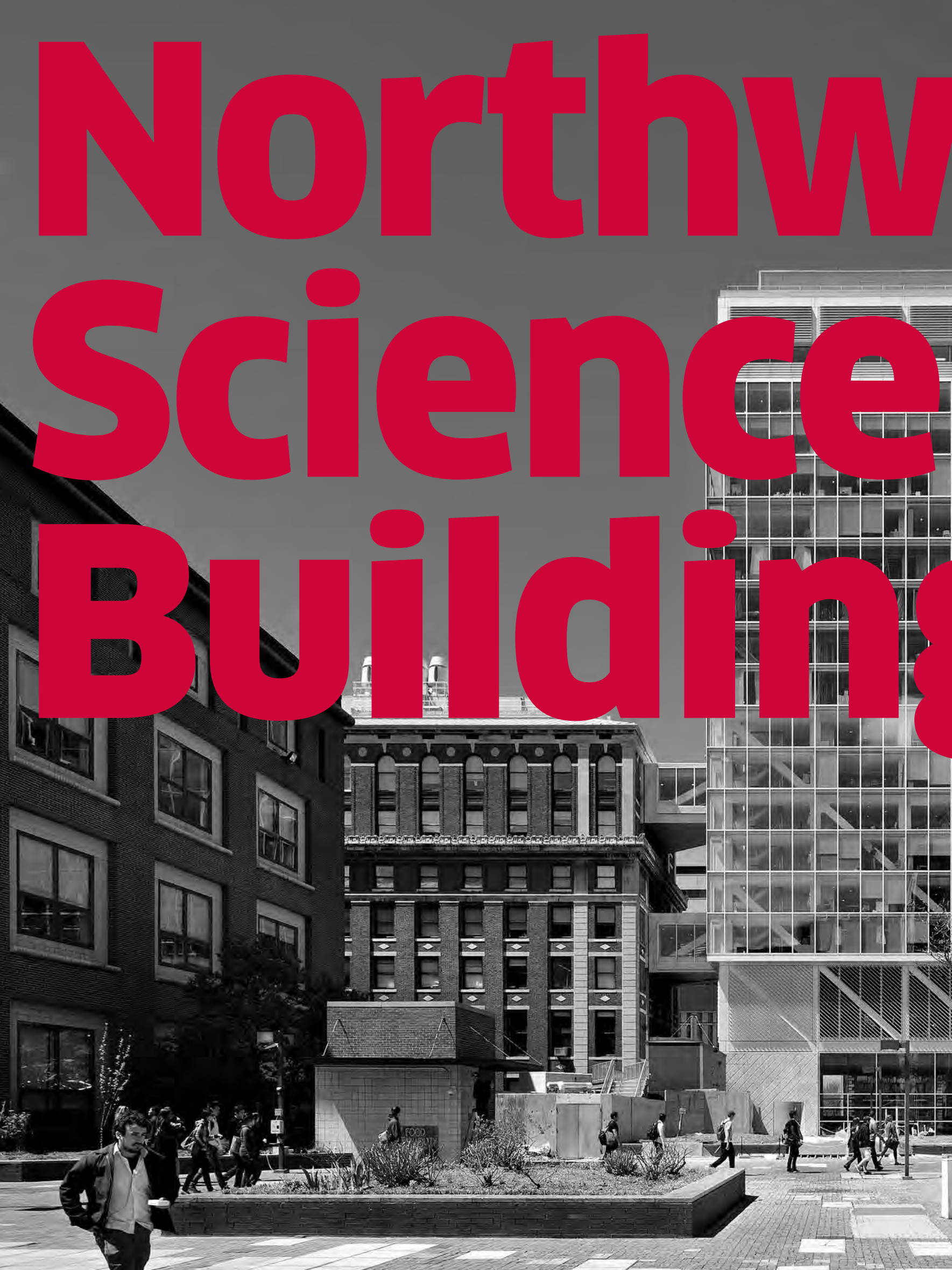
Nesta edição tivemos, mais uma vez, contributos de variadas e reconhecidas personalidades dos meios profissionais e académicos da engenharia e da arquitectura. Vítor Abrantes, Miguel Aguiló e Rui Calejo Rodrigues, Luis Mansilla e Emilio Tuñón, Luis Fernández-Galiano, Manolo Blasco e Joan Ockman, e os projectistas e colaboradores Dan Brodtkin, Jeffrey Brock e Will Paxson ajudam-nos a olhar para o edifício para melhor entendermos as questões de ordem técnica científica e conceptual. Desde a análise de problemas tecnológicos específicos deste tipo de edifícios, à leitura crítica da relação entre o projecto e a tecnologia na obra de Rafael Moneo, até aos vários depoimentos dos projectistas envolvidos, conseguimos uma vez mais oferecer e desvendar os segredos por trás do projecto e da obra deste, que seguramente será um dos grandes edifícios da história da Engenharia e da Arquitectura contemporânea.

Obrigado Eduardo por nos ter sugerido estudar este fantástico edifício. Obrigado a todos os autores por estas magníficas lições. Obrigado Rafael por nos ter desvendado os segredos deste e de outros projectos!

Vítor Abrantes e Bárbara Rangel

1. Moneo, José Rafael e Brock, Jeffrey. *Northwest Science Building*, escrito para "Post-Ductility: Metals in Architecture and Engineering" Princeton Architecture Press, 2012; *Cadernos d'Obra 03*, Porto, Maio 2011.

2. Frampton, Kenneth. *Estúdios sobre Cultura Tectónica, Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX*. Ediciones Akal, 1999.



Northwest Science Building

est

g



Project title

Northwest Science Building

Client

Columbia University, USA

Area

188,000 sq. meters (17.466 m²)

Design start date

September, 2005

Construction start date

March 2007

Opening date

December, 10th 2010

Architects

Rafael Moneo Valles Arquitecto with
Belén Moneo and Jeffrey Brock, Madrid, Spain

Moneo Brock Studio employees

Benjamin Llana, Spencer Leaf, Andrés Barron

Partner architects

Davis Brody Bond Aedas, New York, USA
William Paxson, team leader

DBBA employees

Mayine Lynn Yu, David Haft, Fernando Hausch-Fenn, Gene Sparling,
Mario Samara, Clover Linne

Structural engineers

Ove Arup & Partners Consulting Engineers
Daniel Brodtkin

MEP engineers

Ove Arup & Partners Consulting Engineers
Josh Yacknowitz

Façades

R. A. Heintges & Associates
Richard Heintges

Project management

Columbia University Facilities – Capital Project Management

Contractor

Turner Construction Company

Geotechnical engineer

Mueser Rutledge Consulting Engineers

Sustainability analysis

Rowan Williams Davies & Irwin

Lighting

Fisher Marantz Stone

Rafael Moneo (Tudela, 1937) obtained his architectural degree in 1961 from the ETSA of Madrid. In 1970 he won a teaching chair in architectural theory at the ETSA of Barcelona where he taught until 1980, when he became chaired professor of composition at the ETSA of Madrid. In 1985 he was appointed Chairman of the Architecture Department of the Harvard University GSD, a position he held until 1990. In 1991 he was named Josep Lluís Sert Professor of Architecture at Harvard. Rafael Moneo combines his professional activity as an architect with that as lecturer, critic and theoretician. His book *Theoretical Anxiety and Design Strategies in the Work of Eight Contemporary Architects* first published by ACTAR and MIT Press in 2005 has been translated into many languages. His most recent book, *Remarks on 21 Works*, has been published by Monacelli Press and Gustavo Gili in September 2010. Rafael Moneo, Académico Numerario of the Royal Academy of Fine Arts of Spain since 1997, has been awarded numerous distinctions among them the Pritzker Prize for Architecture in 1996 and the Royal Gold Medal of the Royal Institute of British Architects in 2003.

Project description

José Rafael Moneo with Jeffrey Brock

For most of the classic architectural histories of the 20th century, the profound changes in building techniques, materials, and scientific knowledge during the late 19th century and the early 20th century, have been the central means to explain what architects achieved during that era.

At the risk of oversimplifying the matter, I would dare to say that Le Corbusier and Ludwig Mies van der Rohe have monopolized the narrative of 20th century architectural history by formally expressing the possibilities of building in concrete and steel. Frank Lloyd Wright and Alvar Aalto are recognized as remarkable architects, yet they are less directly engaged with methods of construction. It can be said that structure still prevails as the dominant factor in establishing a building's identity.

Despite being already well known during the 19th century, materials such as concrete and steel, were to become the substance for the most prominent chapters of architectural innovation in the 20th century; from our own perspective at the beginning of the 21st century, it is difficult now to identify materials and techniques that might have a commensurate impact. In other words, despite the present capacity to build in unforeseen dimensions, I wouldn't say that we are witnessing a material revolution. Currently, it is the economy and issues of management and organization that seem to hold the interest of builders.

And yet in the last two decades, new means of both calculation and representation introduced by computers have agitated the architectural waters. Computers, in addition to bringing advances in the manipulation and dissemination of information, have transformed architectural representation. This is a result not only of the precise and seductive renderings they produce, but because they enable architects access to much more complex architectural forms. Geometrical boundaries have been extended and the conception of architectural form in space has become easier with the computer's help. If Gothic architecture was the result of handling two-dimensional geometry, and the Cartesian grid led to spaces conceived by means of three-dimensional analytic geometry, today's computers have arguably forced architects to shy away from orthogonal geometry, drawing them instead to the undulating architecture celebrated in today's magazines. In addition, computer techniques have introduced radical changes in methods of calculation. Fastidious and laborious iterative procedures have given way to systems that allow us to predict structural behavior with much more clarity, often visualizing reactions under all types of circumstances. The field of building has

Designação do projecto

Northwest Science Building

Ciente

Universidade de Columbia, Nova Iorque, EUA

Superfície

188,000 pés² (17 466 m²)

Início do projecto

Setembro 2005

Início da obra

Março 2007

Inauguração do edifício

10 Dezembro 2010

Arquitectos

Rafael Moneo Valles Arquitecto com
Belén Moneo e Jeffrey Brock, Madrid, Espanha

Colaboradores Moneo Brock Studio

Benjamin Llana, Spencer Leaf, Andrés Barron

Arquitectos associados

Davis Brody Bond Aedas, Nova Iorque, EUA
William Paxson, chefe da equipa

Colaboradores DBBA

Mayine Lynn Yu, David Haft, Fernando Hausch-Fenn, Gene Sparling,
Mario Samara, Clover Linne

Engenheiros de estruturas

Ove Arup & Partners Consulting Engineers
Daniel Brodtkin

Projecto de infra-estruturas

Ove Arup & Partners Consulting Engineers
Josh Yacknowitz

Fachadas

R. A. Heintges & Associates
Richard Heintges

Gestão de projecto

Columbia University Facilities – Capital Project Management

Empreiteiro

Turner Construction Company

Engenheiro Geotécnico

Mueser Rutledge Consulting Engineers

Análise de sustentabilidade

Rowan Williams Davies & Irwin

Iluminação

Fisher Marantz Stone

José Rafael Moneo Vallés (Tudela, 1937), licenciado em Arquitectura em 1961 pela ETSA de Madrid. Em 1970 obteve a Cátedra de Elementos de Composição da ETSA de Barcelona e em 1980 a da ETSA de Madrid, até 1985, ano em que foi nomeado Chairman da Graduate School of Design, Harvard University, cargo que manteve até 1990. Em 1991 foi nomeado Professor Josep Lluís Sert em Harvard. A actividade de Rafael Moneo como arquitecto foi sempre acompanhada pela de conferencista e crítico. Em 2005 foi publicado o livro *Inquietud teórica y estrategia proyectual en la obra de ocho arquitectos contemporáneos* [Theoretical Anxiety and Design Strategies in the Work of Eight Contemporary Architects], pela Actar e MIT Press, traduzido em sete línguas. Em Setembro de 2010 foi publicado *Apuntes sobre 21 obras* [Remarks on 21 Works] pela Monacelli e Gili. Rafael Moneo, Académico de Bellas Artes desde 1997, recebeu inúmeras distinções, entre as quais o Prémio Pritzker de Arquitectura em 1996 e a Medalha de Ouro do Royal Institute of British Architects em 2003.

Projecto de arquitectura

José Rafael Moneo com Jeffrey Brock

Na maior parte das histórias da arquitectura clássica do século XX, as transformações profundas em termos de técnicas e materiais construtivos e de conhecimento científico, nos finais do século XIX e princípio do século XX, têm constituído os meios fundamentais para explicar o que os arquitectos conseguiram durante essa era.

Correndo o risco de simplificar em demasia a questão, atrever-me-ia a afirmar que Le Corbusier e Ludwig Mies van der Rohe monopolizaram a narrativa da história da arquitectura do século XX, exprimindo formalmente as possibilidades de construir em betão e aço. Frank Lloyd Wright e Alvar Aalto são reconhecidos como arquitectos extraordinários e, contudo, estão menos directamente envolvidos em métodos de construção. Pode dizer-se que a estrutura continua a prevalecer como o factor dominante no estabelecimento da identidade de um edifício.

Apesar de já serem bem conhecidos, no século XIX, certos materiais como o betão e o aço viriam a tornar-se a substância dos capítulos mais proeminentes da inovação arquitectónica no século XX; da nossa própria perspectiva no princípio do século XXI, é hoje difícil identificar materiais e técnicas que possam ter um impacto idêntico. Por outras palavras, apesar da actual capacidade para construir em dimensões imprevistas, não diria que estamos a assistir a uma revolução dos materiais. Actualmente, parecem ser a economia e as questões de gestão e organização que prendem o interesse dos construtores.

E, no entanto, nas duas últimas décadas, novos meios de cálculo e representação introduzidos pelos computadores agitaram as águas arquitectónicas. Os computadores, além de permitirem avanços na manipulação e disseminação de informação, transformaram a representação arquitectónica. Isto é resultado não apenas das representações precisas e sedutoras que produzem, mas porque permitem aos arquitectos aceder a formas arquitectónicas muito mais complexas. Os limites geométricos foram alargados e a concepção da forma arquitectónica no espaço tornou-se mais simples com a ajuda do computador. Se a arquitectura gótica foi resultado do manuseamento da geometria bidimensional e a grelha cartesiana levou a espaços concebidos por meio da geometria analítica tridimensional, os computadores dos dias de hoje forçaram possivelmente os arquitectos a afastar-se da geometria ortogonal, aproximando-os antes da arquitectura ondulante celebrada nas revistas actuais. Além disso, as técnicas computadorizadas introduziram mudanças radicais nos métodos de cálculo. Procedimentos iterativos meticulosos e laboriosos deram lugar a sistemas que nos permitem prever o

improved dramatically with the advent of the computer, and we could add that we are on the brink of a broad new range of materials, capable even of changing their character depending on the external conditions.

Faced with such a panorama, it isn't surprising that architects unleash their imagination in pursuit of new images that conflict with the landscape of the cities in which we live. Visions abound of a built world in continuous movement, one struggling to capture the ever-changing reality of electronic screens, where new projects deliberately escape from the orthogonal geometry familiar to us in the construction of cities composed of buildings of known types. But the construction of these images often results in frustration and failure for the architect. Today's construction industry doesn't offer architects the means to easily realize their much desired architectural inventions. Even those architects who seem to successfully handle the new world of form pay a heavy toll when transforming their drawings to reality. While it may be possible to build almost any form, often they are cast with such artificiality that we perceive them, in the best case, with surprise, and, more often than not, with indulgence, ignoring their awkward inconsistencies.

Construction remains what it has been, and it will take time--I won't speculate how much--to see a built work which can eschew today's steel and concrete, or stone and wood. Indeed, the industry has an inertia that will be difficult to change. Yet the computer has endowed us with greater control over the materials we know, as well as new means of calculation and production, allowing architects to propose alternatives that challenge traditional practice.

Our project for the new Northwest Science Building for Columbia University (NWSB) makes a case for the role that might be played by new tools in structural analysis and architectural design, and their application to a material condition: a real building in a real place. It is a project where what might be called traditional considerations of architectural form found a valuable partner in modern forms of analysis. I will try to explain what I mean by describing the major steps in the design process, indicating their significance for the design team.

The McKim, Mead & White Master plan

Faithful to my habit of thinking about the broader world in which architecture happens, I began with the consideration of the Columbia *campus* as a rich and unique architectural artifact within New York City; and more specifically, of the master plan of the Columbia *campus*, conceived principally by Charles McKim of McKim, Mead & White at the turn of the 20th century. What is remarkable to me about this plan is that it is embedded in the Manhattan grid without being a part of it. The greater context of Manhattan permeates the *campus*, but only anecdotally: the *campus'* architectural walls precisely protect and define the presence of the university while at the same time successfully merging domestic and public spaces.

More than a century old, the *campus* plan invites us to ponder all the changes that have occurred since its conception. In the central area of the *campus* around 116th Street the plan's original layout of buildings was not fully realized, leaving more open space than planned. Where a street once ran through the center of *Campus* we now enjoy the pedestrian walk, a pathway that has become, I would say, determinant for the University's sense of community. While some of the buildings in the plan are missing and other aspects of the layout have been blurred, the essence of the *campus* conceived by McKim, Mead & White remains clear and forceful to this day. I believe this is due to the plan's fundamental integrity, and because construction began where it mattered

most: at the perimeter. The buildings along 114th Street, Broadway and, Amsterdam Avenue are crucial to defining the character of the *campus* whereas the buildings inside the perimeter are essentially optional. The variations in layout, scale, and orientation of the internal pieces all work within the framework provided by the perimeter structures.

Later, as the edge along 120th Street was developed, the original garden slope was transformed into a large platform or plinth for the *campus* and by doing so making the precinct ever clearer. Some of the construction in this area have not benefitted the *campus* and, indeed, the north end of *campus* had come to be referred to as the University's "backyard"; a place that seemed to have been abandoned architecturally, where emergency generators and ad-hoc cooling towers seemed to find their natural location, pure architectural residue.

Our site at the northwest corner was the last remaining site on the perimeter of the Morningside *campus* and our design responded from the outset to conditions established by the McKim, Mead & White plan.

This decision to abide by the McKim, Mead & White master plan in defining the new building's footprint may seem simple, or even easy, but it was in fact a considerable challenge. While the slab-like quality of the perimeter building (just sixty-five feet wide) reinforces the integrity of the *campus* precinct, it was the gaps between the buildings as they ring the *campus* that we saw as critical to the success of the McKim, Mead & White plan. It is through these gaps that we understand the *campus* in its relation to the surrounding city, not just because of the views to the outside they afford, but because of the solid-void-solid-void rhythm they establish, that is, the rhythm of the Manhattan gridiron on a smaller scale.¹ From the very beginning we were attracted to the value of those interstitial spaces, which enhance the value of the corners of the neighboring buildings: Pupin Physics Laboratory, and Chandler Hall. We were interested in making those gaps into connectors between the *campus* and the city, carefully configuring the ground plane as it passed up from the street and into *campus*.

Where other architects had made projects on this site for very singular buildings,² our approach was to think of this project very much as the completion of the corner of the *campus*. Instead of simply enhancing and emphasizing the extraordinary quality of the corner in an expressionistic way, we sought to create a building that would, above all, complete the corner. Instead of drawing attention to the singularity of its form, the building was designed to work in concert with its neighbors, reasserting the value of the *campus* as a total piece in the middle of the Manhattan grid.

Campus Plinth/Campus Entries/Manhattanville

The principal entries to the *campus* are currently at 116th Street on Broadway and on Amsterdam Avenue, with minor entries on both avenues at 117th Street and 115th Street, as well as along the south edge of the *campus* on 114th Street. To the north of 117th Street and across the width of the *campus*, comprising approximately half of the *campus'* perimeter, there is only one entry on 120th Street and this one very poorly conceived, with a forbidding flight of exterior stairs leading to an unseen destination. As it had gained a sense of being architecturally abandoned, the north end of the *campus* had also lost its sense of (and its real) connection

1. Of course, the question of scale is relative; the city around the *campus* has continued to grow, diminishing the "towering" aspect the *campus* may have had in its early days. At the same time the formality of the *campus* architecture lends a different quality of scale; being a unified collection of buildings around large open pedestrian spaces, it enjoys the same kind of civic scale as, say, Rockefeller Center or Lincoln Center.
2. See the James Stirling Project for this same site of the mid 1980s.

comportamento estrutural com muito maior clareza, visualizando muitas vezes reacções em todo o género de circunstâncias. O campo da construção desenvolveu-se dramaticamente com o advento do computador e poderíamos acrescentar que estamos no limiar de um novo e alargado espectro de materiais, capazes inclusivamente de alterar a sua natureza consoante as condições externas.

Confrontados com este panorama, não é surpreendente que os arquitectos dêem largas à imaginação, na busca de novas imagens que contrastem com a paisagem das cidades que habitamos. Abundam visões de um mundo construído em movimento contínuo, um mundo que se debate para captar a realidade em constante mutação dos ecrãs electrónicos, onde novos projectos escapam deliberadamente à geometria ortogonal que nos é familiar na construção de cidades compostas por edifícios de tipos conhecidos. Mas a construção destas imagens salda-se com frequência em frustração e fracasso para o arquitecto. A indústria construtiva actual não oferece aos arquitectos os meios para concretizarem facilmente as suas muito ambicionadas invenções arquitectónicas. Mesmo os arquitectos que parecem manipular com sucesso o novo mundo da forma pagam um preço elevado quando transformam os seus desenhos em realidade. Embora seja possível construir praticamente quaisquer formas, estas estão muitas vezes imbuídas de tal artificialidade que as percebemos, no melhor dos casos, com surpresa e, o mais das vezes, com indulgência, ignorando as suas constrangedoras inconsistências.

A construção continua a ser o que tem sido e levará tempo – não especularei sobre quanto tempo – a ver uma obra construída que possa evitar o aço e o betão ou a pedra e a madeira dos nossos dias. Na verdade, a indústria possui uma inércia que será difícil alterar. Contudo, o computador proporcionou-nos um maior controlo sobre os materiais, assim como novos meios de cálculo e produção, permitindo aos arquitectos que proponham alternativas que desafiem a prática tradicional.

O nosso projecto para o Edifício Noroeste da Faculdade de Ciências da Universidade de Columbia (NWSB) constitui um exemplo do papel que poderá ser desempenhado pelas novas ferramentas de análise estrutural e desenho arquitectónico e a sua aplicação a uma condição material: um edifício real num lugar real. É um projecto em que aquilo a que se pode chamar considerações tradicionais de forma arquitectónica encontrou um valioso aliado nas formas modernas de análise. Tentarei explicar o que quero dizer, descrevendo os principais passos no processo do projecto e indicando a sua importância para a equipa de projectistas.

O plano director de McKim, Mead & White

Fiel ao meu hábito de reflectir sobre o mundo mais alargado em que ocorre a arquitectura, comecei pela consideração do *campus* de Columbia como um artefacto arquitectónico rico e único dentro da cidade de Nova Iorque; e, mais especificamente, do plano director do *campus* de Columbia, concebido principalmente por Charles McKim, de McKim, Mead & White, na viragem do século XX. O que este plano tem de extraordinário para mim é que está incorporado na grelha de Manhattan sem fazer parte dela. O contexto mais vasto de Manhattan permeia o *campus* mas apenas de modo episódico: os muros arquitectónicos do *campus* protegem e definem precisamente a presença da universidade ao mesmo tempo que fundem com sucesso espaços domésticos e públicos.

Com mais de um século de existência, o plano do *campus* convida-nos a ponderar todas as mudanças que ocorreram desde a sua concepção. Na zona central do *campus*, em torno da 116th Street, a disposição original dos edifícios no plano não foi plenamente concretizada, deixando mais espaço a descoberto do que fora planeado. Quando antes uma rua

atravessava o centro do *campus*, desfrutamos agora da passagem pedonal, um percurso que se tornou, diria eu, determinante para o sentido de comunidade da Universidade. Embora estejam ausentes alguns dos edifícios no plano e outros aspectos do traçado tenham sido obscurecidos, a essência do *campus* concebido por McKim, Mead & White permanece até hoje distinta e poderosa. Creio que isso se deve à integridade fundamental do plano e ao facto de a construção ter começado onde mais importava: no perímetro. Os edifícios ao longo da 114th Street, Broadway e Amsterdam Avenue são cruciais à definição do carácter do *campus*, ao passo que os edifícios no interior do perímetro são essencialmente opcionais. As variações em termos de implantação, escala e orientação das peças internas funcionam dentro do quadro de referência que as estruturas do perímetro oferecem.

Mais tarde, com o desenvolvimento do limite ao longo da 120th Street, o declive original ajardinado foi transformado numa vasta plataforma ou plinto para o *campus*, tornando assim o recinto ainda mais legível. Parte da construção nesta área não beneficiou o *campus* e, na realidade, o extremo norte do *campus* acabara por ser apelidado “quintal traseiro” da Universidade; um lugar que parecia ter sido arquitectonicamente abandonado, em que geradores de emergência e torres de refrigeração improvisadas pareciam encontrar a sua localização natural, puro resíduo arquitectural.

O nosso lote na esquina noroeste, era o último lote remanescente no perímetro do *campus* de Morningside e o nosso projecto deu resposta, desde o início, a condições estabelecidas pelo plano de McKim, Mead & White.

Esta decisão de respeitar o plano director de McKim, Mead & White na definição da área de construção do novo edifício pode parecer simples ou até fácil mas representou, na verdade, um desafio considerável. Embora a característica da plataforma do edifício de perímetro (com apenas vinte metros de largura) reforce a integridade do recinto do *campus*, foram os espaços entre os edifícios que cercam o *campus* que considerámos críticos para o sucesso do plano de McKim, Mead & White. É através destes espaços que compreendemos o *campus* na sua relação com a cidade envolvente, não apenas por causa das vistas para o exterior que oferecem, mas por causa do ritmo cheio-vazio-cheio-vazio que estabelecem, isto é, o ritmo da grelha de Manhattan a uma escala mais pequena.¹ Desde o princípio que nos sentimos atraídos pelo valor desses espaços intersticiais que acentuam o valor das esquinas dos edifícios vizinhos: o Laboratório de Física Pupin e Chandler Hall. Estávamos interessados em fazer desses espaços elementos de ligação entre o *campus* e a cidade, configurando cuidadosamente o plano do solo ao passar da rua para dentro do *campus*.

Enquanto outros arquitectos haviam realizado projectos neste sítio para edifícios muito singulares,² a nossa abordagem consistiu em pensar este projecto, em larga medida, como a conclusão da esquina do *campus*. Em lugar de simplesmente realçar e enfatizar a extraordinária qualidade da esquina, de um modo expressionista, procurámos criar um edifício que, acima de tudo, completasse a esquina. Em lugar de chamar a atenção para a singularidade da sua forma, o edifício foi projectado para funcionar em concertação com os seus vizinhos, reafirmando o valor do *campus* como uma peça integral em plena grelha de Manhattan.

.....
1. Naturalmente, a questão da escala é relativa; a cidade em torno do *campus* continuou a crescer, reduzindo o aspecto “sobrepajante” que o *campus* poderá ter tido inicialmente. Ao mesmo tempo, a formalidade da arquitectura do *campus* empresta uma qualidade de escala diferente; sendo um conjunto unificado de edifícios em redor de vastos espaços pedonais, goza do mesmo tipo de escala municipal do Rockefeller Center, por exemplo, ou do Lincoln Center.
2. Ver o projecto de James Stirling, para este mesmo local, de meados da década de 1980.

to the city outside. This disconnection between the *campus* and the surrounding city has been exacerbated by the sectional change that occurs between the *campus* level and the street at the north end, where the difference between *campus* level and the street exceeds 30 feet.

With the University's plans for expansion in Manhattanville, the administration recognized the acutely problematic condition of the north edge of the Morningside *campus*. The Manhattanville *campus* is to house science buildings, for the most part, bringing with it an impending need for an easy connection between this new development and the north end of the Morningside Heights *campus* (where the University's science buildings are concentrated today).

Here then the new building at the northwest corner assumed these greater responsibilities: to open the old *campus* to the north by forming a new gateway between the two campuses; and to offer an easy way for people to climb the thirty-foot change in elevation from street to *campus*. But it was hoped that the project would do more than simply rectify the existing condition of closure by making an entry that could be seen as more inviting than any other on *campus*, where the life of the university and the life of the street might begin to blend, and where the classic "town and gown" tension might find some form of relief.

The Gym and the Public Space

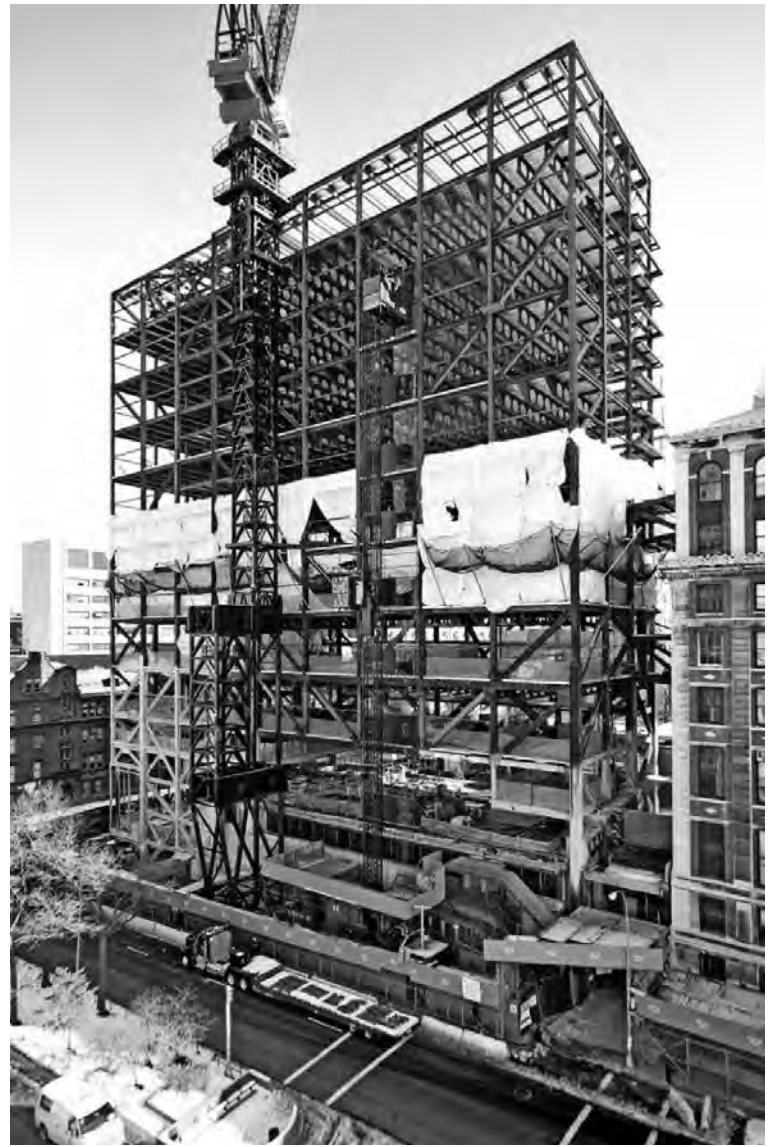
The complexity of the design problem can only be fully understood in relation to the most severe constraint presented by the existing condition: the fact that four fifths of the area beneath the footprint of the NWSB was already occupied by another building, over which our project would have to be built. This building, the Levien Gymnasium, not only houses three contiguous basketball courts, and therefore could not admit columns at any point within its 120 foot span, it was continuously occupied during the construction period except for a brief, three month hiatus each summer.

This condition presented us, and the builder, with an all-important structural problem.

The area of open ground left for the NWSB's contact with the earth was a narrow band at the south edge, just wide enough for a single line of columns, and a square area at the north end sixty-five feet on a side. In this very small area we needed to bring down elevators, mechanical systems, and structure, but what of the program? The principal thrust of the open space remaining was to soften to the greatest extent possible the hard climb up to *campus* level from the street, and to reach out to the street from the university.

With some difficulty, the spatial disposition of the escalators, stairs and café, were made to fit, in such a way that the open space of the *campus* level plaza remains visible from all key points along the path from the building's street entry, to the café, and up to the *campus* level lobby. This view of the open space above is meant to draw the building's users through the sequence of spaces, providing exactly the sort of welcoming entry the *campus* needed. The café itself feels close to the street, located just twelve feet above street level, but has its own ceiling much higher, about twenty-four feet.

At *campus* level the remaining quasi-public spaces begin to unfold, with the dominating presence of the library occupying practically the entire floor plate, except for elevator and stair cores. The library and circulation spaces on *campus* level are by necessity completely free of columns where they sit atop the gymnasium. This open condition is indeed one that we decided to exploit, making the east and west library façades completely glazed, opening up the activity of the *campus* to the



01

street, and vice-versa, the connection attenuated of course by the thirty foot difference in level. We felt this openness was critical to affect the desired redefinition of the atmosphere projected by the existing architecture on the *campus'* north edge.

From *campus* level, circulating up and back over the top of the café space at the north end of the building, we come to the lecture hall with its steeply raked floor. In order for this space to be column-free, and for the structural grid not to interfere with the layout of the café and other elements packed in below, the floor slabs of the café, lecture hall and the laboratory spaces above were all hung from truss elements at the top of the building.

The use of hangers allowed us to configure the building's street entry as a movement in and under the great mass of the building's structure, with the entry doors set back underneath the suspended floor of the café. As a result of this structural solution of hanging floor slabs, the building at the 120th Street entry seems to hover above the street, revealing the strength of the structural solution to the visitors upon entry.

.....
Figure 01 - Construction image, 2008.
Figure 02 - Construction image, 2009.



02

Plinto do *Campus*/Entradas do *Campus*/Manhattanville

As principais entradas para o *campus* encontram-se actualmente na 116th Street, na Broadway e em Amsterdam Avenue, com entradas menos importantes em ambas as avenidas na 114th Street e 115th Street, bem como ao longo do limite sul do *campus* na 114th Street. A norte da 117th Street e a toda a largura do *campus*, compreendendo aproximadamente metade do perímetro deste, existe apenas uma entrada na 120th Street, neste caso bastante mal concebida, com um medonho lanço exterior de escadas que desembocam num destino desconhecido. Como adquirira uma impressão de estar arquitectonicamente abandonado, o extremo norte do *campus* havia também perdido o seu sentido de (e a sua real) ligação à cidade exterior. A ausência de ligação entre o *campus* e a cidade envolvente foi exacerbada pela alteração de alçado que ocorre entre o nível do *campus* e a rua, no extremo norte, onde a diferença de nível entre o *campus* e a rua excede 9 metros.

Com os planos de expansão da Universidade em Manhattanville, a administração reconheceu a situação agudamente problemática do limite norte do *campus* de Morningside. O *campus* de Manhattanville destina-se a albergar edifícios de ciências, na sua maior parte, acarretando uma necessidade iminente de uma ligação fácil entre este novo

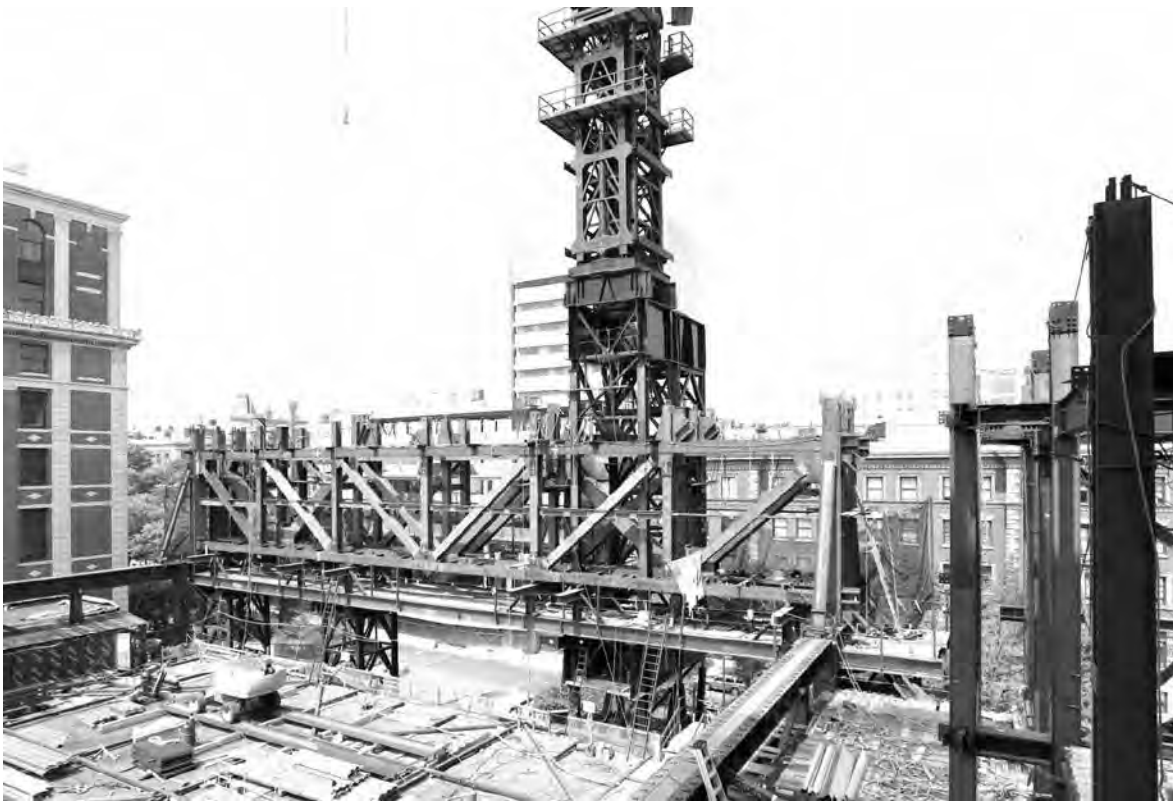
desenvolvimento e o extremo norte do *campus* de Morningside Heights (onde se concentram hoje os edifícios de ciências da Universidade).

Por conseguinte, o novo edifício na esquina noroeste assumiu aqui estas maiores responsabilidades: abrir o antigo *campus* ao norte, formando um novo acesso entre os dois *campus* e oferecer uma forma fácil às pessoas de transporem o desnível de nove metros da rua para o *campus*. Mas esperava-se que o projecto fizesse mais do que simplesmente rectificar a situação existente de fechamento, introduzindo uma entrada que pudesse ser considerada mais convidativa do que qualquer outra no *campus*, onde a vida da universidade e a vida da rua pudessem começar a fundir-se e onde a tensão clássica “cidade e batina” pudesse ser de algum modo atenuada.

O Ginásio e o Espaço Público

A complexidade do problema do projecto só pode ser inteiramente compreendida em relação com o mais severo constrangimento colocado pela situação existente: o facto de quatro quintos da zona por baixo da

.....
Figura 01 - Foto de obra, 2008.
Figura 02 - Foto de obra, 2009.



03

The slots of outdoor space between the NWSB and its neighbors, preserved from the McKim, Mead & White plan, provide a critical function. In addition to the views, and light afforded to the ascending internal path, the slot offers on the Pupin side space for an outdoor flight of steps that connects the *campus* with street level, allowing people access to the campus without their having to enter the building.

Structure

We very quickly understood that the need to span over the gymnasium would require a structural design solution that could not be anything but prominent in the overall architectural design. The seven double-height floors above the library are principally open laboratory spaces, requiring forty-foot clear spans and very stiff floor construction (to avoid jiggling microscopes, for example).

With the help of Dan Brodtkin at Arup, we weighed the economy and architectural merit of several different structural systems, ultimately pursuing the concept of bracing the façade plane in its entirety. This concept that was not only the most efficient in its use of steel, but also relied the least on monumental structural gestures. The solution of the braced frame integrated naturally with the architectural concept of the building as a prismatic form. In its final form the structural bracing appears as a sort of texture laid on the prism, one might think that the building façade is a willful composition inspired by the work of Paul Klee, when in fact it is the result of rigorous structural analyses: a product of deductive reasoning more than artistic gesture.

The process devised by Dan Brodtkin for defining the arrangement of diagonal braces was at once straightforward while also being nuanced and open to a degree of manipulation. The method began with the construction of a fully detailed computer model including all structural elements defined during the architectural design process. The model in-

corporated all of the anomalies in the arrangement of columns, beams, slabs, cutouts and cantilevers developed to accommodate the spatial configuration of the program. In this first structural model, each grid square on the façade was fully braced with diagonal cross-braces running in both directions throughout the grid. The model was then subjected to virtual dead and live loads, and observed.

In the first iteration of virtual loading, it was noted that in each of the grid squares one diagonal was principally working in tension and the other principally in compression. To favor the efficiency of tension members, which do not have to carry extra steel to avoid buckling, the members principally in compression were removed from the model. As a result, the frame took on an entirely different appearance, with the “drawing” created by the tension-only members showing the flow of forces around the façade. One could intuitively follow how the loads were being carried to the strongest columns and from there down to the ground. Out of what had been a static grid with a neutral pattern of braces had emerged a dynamic-looking diagram of structural flows.

In the next iteration, virtual loads were again applied and the relative stresses in the tension-only members observed. To save more cost in steel weight and piece count, we removed the diagonal braces that carried loads under a defined minimum. The loads that these elided braces had carried would be taken up by other members in the system; members already carrying a significant load and could be fattened up to carry the extra load without exceeding the weight of what had been the independent member. This process further reduced steel weight and piece count.

Studying the frame’s behavior as members were removed and shifted, the “hand” of the architect and engineer is plainly active, making decisions about how much thinning should be done, and to some extent

Figure 03 - Construction image, 2009.

área de construção do NWSB já estarem ocupados por outro edifício, sobre o qual o nosso projecto teria de ser construído. Este edifício, o Ginásio Levien, não só alberga três campos de basquetebol contíguos, não podendo portanto admitir pilares em ponto nenhum dentro do seu vão de quase 37 metros, mas estava permanentemente ocupado durante o período de construção, à excepção de um curto hiato de três meses em cada Verão.

Esta situação apresentou-se, assim como ao construtor, um complexo problema estrutural.

A área de solo descoberto deixada para o contacto do NWSB com a terra era uma estreita faixa no limite sul, apenas com largura suficiente para uma única fila de colunas, e uma área quadrada no extremo norte com quase 20 metros de lado. Nesta pequena área, precisávamos de instalar elevadores, sistemas mecânicos e estrutura, mas que acontecia ao programa? O foco principal do espaço descoberto remanescente era suavizar, tanto quanto possível, a penosa subida até ao nível do *campus* desde a rua e estabelecer uma ligação com a rua a partir da Universidade.

Com alguma dificuldade, a disposição espacial das escadas rolantes, das escadarias e do café foi concebida de modo a acomodar todos os elementos, de tal modo que o espaço descoberto da praça ao nível do *campus* permanecesse visível de todos os pontos-chave, ao longo do percurso, desde a entrada do edifício na rua para o café e para o átrio ao nível do *campus* mais acima. Esta vista do espaço descoberto em cima destina-se a atrair os utilizadores do edifício através da sequência de espaços, proporcionando exactamente o tipo de entrada acolhedora de que o *campus* precisava. O próprio café parece mais próximo da rua, localizado apenas a três metros e meio acima do nível da rua, mas o seu tecto é muito mais alto, a cerca de sete metros e vinte.

Ao nível do *campus*, os restantes espaços quase públicos começam a desdobrar-se com a presença dominante da biblioteca que ocupa praticamente toda a laje de apoio, à excepção dos poços dos elevadores e das escadas. A biblioteca e as zonas de circulação ao nível do *campus* estão, por necessidade, completamente livres de colunas na zona em que assentam por cima do ginásio. Na verdade, decidimos explorar esta situação de abertura, tornando as fachadas este e oeste da biblioteca totalmente envidraçadas, abrindo a actividade do *campus* à rua e vice-versa, ligação naturalmente atenuada pela diferença de nível de nove metros. Sentimos que esta abertura era crítica para concretizar a desejada redefinição da atmosfera projectada pela arquitectura existente no limite norte do *campus*.

A partir do nível do *campus*, circulando para cima e para trás sobre a parte superior do espaço do café, no extremo norte do edifício, chegamos à sala de conferências com o seu pavimento de acentuada pendente. Para que este espaço ficasse livre de colunas e para que a grelha estrutural não interferisse com a planta do café e outros elementos concentrados em baixo, as lajes de pavimento do café, da sala de conferências e dos espaços laboratoriais por cima foram todas suspensas em elementos de treliça no topo do edifício.

O uso de dispositivos de suspensão permitiu-nos configurar a entrada da rua do edifício como um movimento para o interior e sob o grande volume da estrutura do edifício, com as portas de entrada recuadas por baixo da laje suspensa do café. Em resultado desta solução estrutural de suspender as lajes, o edifício na entrada da 120th Street parece pairar sobre a rua, revelando a força da solução estrutural aos visitantes que entram.

As ranhuras de espaço exterior entre o NWSB e os seus vizinhos, preservadas do plano de McKim, Mead & White, oferecem uma funcionalidade

crucial. Além das vistas e da luz proporcionadas ao percurso interno ascendente, a ranhura oferece, do lado de Pupin, espaço para um lanço exterior de escadas que liga o *campus* ao nível da rua, permitindo às pessoas o acesso ao *campus* sem terem de entrar no edifício.

Estrutura

Rapidamente compreendemos que a necessidade de abarcar o ginásio exigiria uma solução estrutural que seria inevitavelmente proeminente no projecto de arquitectura. Os sete pisos de dupla altura sobre a biblioteca são principalmente espaços laboratoriais abertos, requerendo vãos livres de doze metros e uma construção muito rígida das lajes dos pavimentos (para evitar, por exemplo, a vibração dos microscópios).

Com a ajuda de Dan Brodtkin da ARUP, ponderámos a economia e mérito arquitectónico de vários sistemas estruturais diferentes, adoptando finalmente o conceito de contraventar o plano da fachada na sua totalidade. Este conceito não só foi o mais eficiente, no seu uso do aço, mas foi o menos dependente de gestos estruturais monumentais. A solução da estrutura contraventada integrava-se naturalmente no conceito arquitectónico do edifício como uma forma prismática. Na sua forma final, o contraventamento estrutural surge como uma espécie de textura montada sobre o prisma, levando a pensar que a fachada do edifício é uma composição intencional inspirada na obra de Paul Klee, quando, na realidade, é o resultado de rigorosas análises estruturais: mais um produto de raciocínio dedutivo do que um gesto artístico.

O processo concebido por Dan Brodtkin para definir o arranjo dos tirantes diagonais foi simultaneamente simples, pleno de cambiantes e aberto a uma certa manipulação. O método começou com a construção de um modelo informático altamente detalhado, incluindo todos os elementos estruturais definidos durante o processo do projecto de arquitectura. O modelo incorporou todas as anomalias na disposição das colunas, vigas, lajes, cortes e consolas desenvolvidas para acomodar a configuração espacial do programa. Neste primeiro modelo estrutural, cada quadrado de grelha na fachada foi totalmente contraventado com tirantes diagonais estendendo-se em ambas as direcções em toda a grelha. O modelo foi então submetido a cargas mortas e vivas virtuais e observada.

Na primeira iteração de carga virtual, notou-se que em cada um dos quadrados de grelha, uma diagonal trabalhava principalmente em tensão e a outra principalmente em compressão. A fim de reforçar a eficiência dos elementos em tensão que não têm de suportar aço adicional para evitar deformação, foram removidos do modelo os elementos principalmente em compressão. Em resultado, a estrutura assumiu uma aparência completamente diferente, com o “desenho” criado pelos elementos apenas em tensão revelando o fluxo de forças na fachada. Era possível seguir intuitivamente a forma como as cargas estavam a ser transmitidas às colunas mais resistentes e destas ao solo. Do que fora uma grelha estática com um padrão neutro de escoras, emergira um diagrama com uma aparência dinâmica de fluxos estruturais.

Na iteração seguinte, foram novamente aplicadas cargas virtuais e os esforços relativos nos elementos apenas em tensão foram observados. A fim de economizar mais custos em peso de aço e número de peças, removemos os tirantes diagonais que suportavam cargas abaixo de um mínimo definido. As cargas que estas escoras retiradas haviam suportado seriam suportadas por outros elementos no sistema; elementos que já suportavam uma carga significativa e podiam ser reforçados para suportar a carga adicional sem exceder o peso do que fora o

.....
Figura 03 - Foto de obra, 2009.



04

where, as issues of day-lighting and construction sequencing came into play. The modeling methodology could not, for example, account for the need to build the frame from the ground up; it would admit a design that was completely unstable until a steel member some two hundred feet off the ground was put in place. Obviously, this was not to be a building constructed entirely on scaffolding, and certain questions of common sense required more than a little “user input.”

Despite the rationality of advanced structural modeling, the façade also has a contingent quality. The irregularity of the pattern of diagonals in the façade is to a great extent the direct consequence of the various distortions exerted upon the otherwise symmetrical loading pattern that the purely prismatic structure would have engendered. The cantilevered “bridges” to the neighboring buildings, the trusses for lateral bracing embedded in the plan, the suspension of the classroom and café spaces, and importantly the eccentricity of the central longitudinal column line all exerted their influence upon the perimeter frame. Here we could say that the building’s own architecture, the specific architectural responses made to accommodate the varied programmatic requirements, constituted the lion’s share of the “user input” that gave the frame its final form. Beyond that, the capricious hand of the architect was, except in very minor instances, effectively silent. In a sense I had not expected such a powerful and conspicuous structure, or that we might make of that structure the virtual substance of NWSB’s architecture. The structure reflects all the nuances that the singular spatial organization of the building requests.

Diagonalization of the Façade

Diagonal bracing in building structures have been with us for a very long time, but the expression of diagonals on building façades has recently become much more prevalent. In developing NWSB’s façade system we made a very conscious decision that it should allude to the building’s structure. Reflecting on this decision we find that questions as to how and why this allusion was made to be of some interest.

Considering an illustration from Condit’s history of Chicago’s public and commercial building, we can see that the city’s 19th century builders knew how to build the structure independently from the floors.³ This was not a discovery of 19th century, however. Gothic builders all over Europe have arguably given us many examples of wood structures, which, not unlike steel structures, were built independently of the building’s enclosure. Looking at a Spanish *caserío* in the Basque country, you can imagine how the builder erected the wood frame visible on the façade along with the rest of the house’s structure, and only later completed the outside wall with infill.

Obviously this tradition of the Gothic spirit was very much embedded in steel practice. Mies van der Rohe was evidently aware of the distinction between structure and cladding. But even Mies was tempted by diagonals. In the project for a Convention Hall in Chicago (1953-54) he used diagonals even though he could not accept any asymmetry. Mies continued to define a pure geometry, making extremely well balanced structures.

In recent history, the diagonal can be said to have experienced a dramatic rebirth with the construction of the Hancock Tower in Chicago (1969), engineered by the famous Fazlur Khan in the office of SOM. But it was not until the late 1990s, I would say, that the overt demonstration of the use of diagonals became a more common sight in our cities, such that today it has become almost a cliché. The proliferation of diagonals is more and more evident, a situation for which the Arup engineers might be responsible.

But, having accepted a structural frame characterized by the (judicious) use of diagonals as the “virtual matter” of the building’s architecture, our first impulse was to regard the construction of the façade as a matter of

Figure 04 – Construction image, 2008.

Figure 05 – Construction image, 2009.

3. Carl W. Condit, *The Chicago School of Architecture: A History of Commercial and Public Building in Chicago Area, 1875-1925*, Chicago: University of Chicago Press, 1964.



05

elemento independente. Este processo reduziu ainda mais o peso do aço e o número de peças.

Estudando o comportamento da estrutura à medida que eram retirados e mudados elementos, as “mãos” do arquitecto e do engenheiro está claramente activa, tomando decisões sobre quanto devia ser desbastado e, até certo ponto, onde, à medida que entram em jogo questões de iluminação natural e sequência de construção. A metodologia da modelação não podia, por exemplo, ter em conta a necessidade de construir o esqueleto a partir do solo; admitia um desenho que era completamente instável até ser posicionado um elemento de aço a cerca de 60 metros do solo. Evidentemente, não ia ser um edifício inteiramente construído em andaimes e certas questões de senso comum exigiam uma boa dose de “contributo do utilizador”.

Apesar da racionalidade da modelação estrutural avançada, a fachada possui também uma qualidade contingente. A irregularidade do padrão de diagonais na fachada é, em grande medida, a consequência directa das várias distorções exercidas sobre o padrão de cargas, de resto simétrico, que a estrutura puramente prismática teria engendrado. As “pontes” em consola para os edifícios vizinhos, as treliças para o contraventamento lateral incorporadas no plano, a suspensão dos espaços de sala de aula e café e, o que era muito importante, a excentricidade da linha central de colunas longitudinais exerciam todas a sua influência sobre o esqueleto do perímetro. Aqui, pode dizer-se que a própria arquitectura do edifício, as respostas arquitectónicas específicas dadas para acomodar os vários requisitos programáticos, constituíram a fatia de leão do “contributo do utilizador” que conferiu ao esqueleto a sua forma final. Para lá disso, a mão caprichosa do arquitecto foi, exceptuando casos muito insignificantes, efectivamente silenciosa. Num certo sentido, eu não estava à espera de uma estrutura tão poderosa e proeminente, nem que pudéssemos transformar essa estrutura na substância virtual da arquitectura do NWSB. A estrutura reflecte todas as cambiantes que a singular organização espacial do edifício pede.

Diagonalização da Fachada

Há muito tempo que utilizamos o contraventamento diagonal em estruturas de construção, mas a expressão de diagonais em fachadas de edifícios tornou-se recentemente muito mais prevalente. Ao desenvolver o sistema da fachada do NWSB, tomámos uma decisão muito consciente de que devia aludir à estrutura do edifício. Reflectindo sobre esta decisão, descobrimos que são interessantes as questões que se prendem com a forma como esta alusão foi feita e a razão para isso.

Considerando uma ilustração de Condit da história da construção de edifícios comerciais e públicos de Chicago, podemos constatar que os construtores da cidade do século XIX sabiam como construir a estrutura independentemente dos pavimentos.³ Contudo, não se tratou de uma descoberta do século XIX. Os construtores góticos em toda a Europa deram-nos possivelmente muitos exemplos de estruturas de madeira que, à semelhança das estruturas de aço, eram construídas independentemente do invólucro do edifício. Olhando para uma aldeia espanhola, no país basco, pode-se imaginar como o construtor erigiu a estrutura de madeira visível na fachada, juntamente com o resto da estrutura da casa, e só mais tarde concluiu a parede exterior com enchimento.

Evidentemente, esta tradição do espírito gótico estava intimamente associada à prática do aço. Mies van der Rohe estava claramente consciente da distinção entre estrutura e revestimento. Mas até Mies se sentiu tentado pelas diagonais. No projecto para um Centro de Convenções em Chicago (1953-54), utilizou diagonais embora não fosse capaz de aceitar qualquer assimetria. Mies continuou a definir uma geometria pura, criando estruturas extremamente bem equilibradas.

Na história recente, pode dizer-se que a diagonal passou por um dramático renascimento com a construção da Torre Hancock em Chicago (1969), cuja engenharia foi da responsabilidade do famoso Fazlur Khan, do gabinete SOM. Mas foi só no final da década de 1990, diria eu, que a demonstração flagrante do uso das diagonais se tornou numa visão mais comum nas nossas cidades, de tal modo que hoje se tornou quase um cliché. A proliferação de diagonais é cada vez mais evidente, uma situação por que os engenheiros da Arup poderão ser responsáveis.

Mas, tendo aceite um esqueleto estrutural caracterizado pelo uso (criterioso) de diagonais como a “matéria virtual” da arquitectura do edifício, o nosso primeiro impulso foi considerar a construção da fachada como uma questão de enchimento, usando inclusivamente tijolo. E, contudo, a realidade de criar uma fachada num edifício alto, no século XXI, levou-nos a reconhecer que estaríamos a *revestir*, mais do que a encher, o edifício, e acabámos por seleccionar um sistema de construção de muro-cortina com painéis. O sistema de painéis permitiu-nos actuar com maior liberdade, dando-nos a oportunidade de desenvolver a fachada em qualquer direcção, embora me agrada pensar que a memória da técnica de enchimento continua presente naquilo que fizemos.

A questão da fenestração era primária. A dispersão relativamente uniforme das diagonais nas fachadas permitiu-nos tomar rapidamente uma decisão relativamente à localização das janelas: os módulos com diagonais não teriam janelas, ao passo que os módulos sem diagonais teriam, e os painéis com tirantes seriam deixados opacos. Para maximizar a luz natural no interior, tornámos a metade superior de cada vão fenestrado translúcido, com um sistema de estores exteriores que protegiam o vidro da luz do sol excessiva.

.....
Figura 04 - Foto de obra, 2008.

Figura 05 - Foto de obra, 2009.
.....

3. Carl W. Condit, *The Chicago School of Architecture: A History of Commercial and Public Building in Chicago Area, 1875-1925*, Chicago: University of Chicago Press, 1964.

infilling, even using brick. And yet the reality of making a façade on a tall building in the twenty-first century drove us to recognize that we would be *cladding* the building more than infilling, and we ended up selecting a panelized curtain-wall construction system. The panelized system allowed us to proceed with more freedom, giving us the opportunity to develop the façade in any direction, even as I would like to think that the memory of the infilling technique is still present in what we did.

The question of fenestration was primary. The relatively even dispersion of the diagonals across the façades allowed us to make a quick decision regarding the location of windows: modules with diagonals would have no windows, while those without would, and the panels with braces would be left opaque. To maximize daylight in the interior, we made the upper half of each windowed bay translucent, with a system of exterior louvers protecting the glass from excessive direct sun.

When designing a cladding for the façades, we chose in the end a clear anodized aluminum panel with a deeply textured surface. The same extruded aluminum louvers that we used at the laboratories' clerestory windows were applied to the opaque sections of façade, expressing the repetitiveness of the industrialized curtain-wall, the mechanical nature of the construction process, and by implication, allowing people to think about what science does. The louver solution proved to be chameleon-like, adaptable to the various conditions around the building's four faces in a way that was very encouraging to us, admitting as it did the introduction of grills for air conditioning, filtering daylight, and (most importantly for the current discussion) providing us with a means of representing the structural frame that had occupied the team for so many hours.

This representation, alluding to the structure hidden behind the curtain-wall, was made by what can be called a negative drawing. The aluminum louvers were applied at regular intervals to flat aluminum panels. These panels then covered the entire façade, *except* where they ran in front of structural elements. The louvers were interrupted where they passed over structure, and to the observer on the street, an image of the building's structural frame can be discerned. The absent structural frame, hidden behind the façade panels, is defined precisely by another absence, the interruption of the texture of the louvers as they pass over the structure. It is with this concept of the negative drawing that we see our reference to the infill returning with the forceful, textured presence of the space between the structure, the heavy relief of the infill in turn rendering visible the hidden structure.

In modules where there was bracing, the louvers were arranged parallel to the diagonal "phantom" structure, in contrast to horizontally set louvers of the windowed modules. By this device, the variety in the orientation of the bracing across the façades is emphasized, and the textured quality enhanced as light reflects in different ways according to the louver orientation.

Construction/Image

To look at our project alongside OMA's CCTV Tower in Beijing will help clarify the relationship between frame and cladding. OMA, working with Cecil Balmond and Arup, has used diagonals everywhere in the structure. The skin is entrusted with the task of taking up all the eccentric dead loads generated by the building's radical form. This project and the NWSB design concentrate the building's most important musculature in the plane of the façade. In this, the two projects are not unlike any number of designs for tall buildings since the advent of the tube frame, and the widespread use of diagonal truss work in the façade plane for the absorption of lateral loads.

Seeing the two projects together the contrast between the different designs of their cladding systems becomes evident. Both projects exhibit pride in the work of their engineers, in the subtlety of the analysis of the structural system, in the application of diagonal bracing in a hyper-efficient manner, in their demonstration of a level of finesse that engineers recently acquired with the advent of new forms of computer analysis.

There is a distinction between the two projects, that while it may seem simple, I believe is of some importance. The primary structure--that of columns and floor slabs--has been completely suppressed in the CCTV tower, covered in a neutral curtain-wall skin; of the entire mass of the building's complex lattice work structure we are shown the diagonals alone. The façades of the CCTV tower, more than celebrate the diagonal members, they elevate them to the level of the building's overall iconography. At the NWSB, by contrast, we added texture. Distinguishing between windows and isolated modules, the texture is able to make evident the structure behind the cladding, while also allowing the building to recognize both the diagonals that take care of the forces in the structure as well as the horizontal and vertical planes that together make up the substance of the architectural space. It is true that the cladding system is about allusion, about allowing the structure to be held behind the panels. But behind the panels many other things could happen. I continue to be surprised, by how fertile the device has been in interfacing with whatever condition of program, structure, or mechanical system arose behind it.

In the CCTV tower there is instead a kind of repetition and redundancy that lets us say that the "diagonalization" of the structure is the iconic factor that characterizes the building. The diagonals are covered by several layers of enclosure systems, the outermost being a glass skin that slips in front of the structure. The building could easily have been finished with the glassy skin contrasted only to the powerful volume. But OMA was tempted by the structural diagonal and literally drew them on the surface with powerful lines that give testimony to the structural diagonals behind, adding to the singular volume a new layer of iconicity.

In the NWSB we are trying to make image and construction coincide. It can be said that this approach is more traditional. But it could also be said that this approach absorbs more of the substance of the building, its image and its construction. In our building, cladding and the memories of infilling and are present at once. In the case of CCTV it is only cladding, without any reference to a possible infilling.

I like to think that we have achieved an integrated manner of relating all the means of architectural production, from the conception of the volume, to its structural engineering, to the detailing, as well as the issues of construction. I believe it is a kind of direction that starts from what I consider to be the most important and first condition for the building: the McKim, Mead and White *campus*. To see buildings not as isolated pieces able to absorb such abstraction, but rather as capable of answering questions about the relationship between an institution and the city in which it is embedded, and then later, by an extension of this attitude, to offer an answer to the nuances and small details of construction: this is what I am indeed interested in.

For their help with this design and execution of the NWSB project I would like to thank Belén Moneo and Jeff Brock of Moneo Brock Studio, our team at Davis Brody Bond AEDAS LLP, represented by Will Paxon, David Haft and Mayine Yu, and Daniel Brodtkin from Arup.

Text to be published by Princeton Architecture Press, in Spring 2012, in the book "Post-Ductility: Metals in Architecture and Engineering".

Ao desenhar um revestimento para as fachadas, acabámos por escolher um painel transparente de alumínio anodizado com uma superfície profundamente texturada. Foram aplicados os mesmos estores de alumínio extrudido que usámos nas janelas das galerias dos laboratórios nas áreas opacas da fachada, exprimindo o carácter repetitivo do muro-cortina industrializado, da natureza mecânica do processo de construção e, por implicação, permitindo às pessoas pensar no que a ciência faz. A solução de estores revelou-se camaleónica, adaptável às diferentes condições nas quatro faces do edifício de uma forma muito encorajadora para nós, admitindo a introdução de grelhas para o ar condicionado, filtrando a luz natural e (o que era mais importante para o debate corrente), proporcionando-nos um meio de representar o esqueleto estrutural que ocupara a equipa durante tantas horas.

Esta representação, aludindo à estrutura escondida atrás do muro-cortina, realizou-se através do que se pode chamar um desenho negativo. Os estores de alumínio foram aplicados em intervalos regulares em painéis de alumínio planos. Estes painéis cobriram, em seguida, a fachada inteira, excepto quando aplicados à frente de elementos estruturais. Os estores eram interrompidos quando passavam sobre a estrutura e, para o observador na rua, pode discernir-se uma imagem do esqueleto estrutural do edifício. O esqueleto estrutural ausente, escondido atrás dos painéis da fachada, é definido precisamente por outra ausência, a interrupção da textura dos estores ao passarem sobre a estrutura. É com este conceito do desenho negativo que vemos a nossa referência ao enchimento regressar com a poderosa presença texturada do espaço entre a estrutura, o forte relevo do enchimento tornando, por sua vez, visível a estrutura escondida.

Nos módulos em que havia contraventamento, os estores foram dispostos paralelamente à estrutura diagonal “fantasma”, em contraste com os estores colocados horizontalmente dos módulos fenestrados. Através deste artifício, a variedade na orientação do contraventamento das fachadas é realçada e a qualidade texturada reforçada, pois a luz reflecte-se de formas diferentes consoante a orientação dos estores.

Construção/Imagem

A comparação entre o nosso projecto e a Torre CCTV da OMA em Pequim ajudará a clarificar a relação entre esqueleto e revestimento. A OMA, trabalhando com Cecil Balmond e a Arup, usou diagonais por toda a parte na estrutura. À pele cabe a tarefa de suportar todas as cargas mortas excêntricas geradas pela forma radical do edifício. Este projecto e o do NWSB concentram a musculatura mais importante do edifício no plano da fachada. Neste aspecto, os dois projectos não são muito diferentes de vários projectos de edifícios altos, desde o advento da estrutura tubular e do uso generalizado das estruturas de treliça diagonais no plano da fachada para a absorção das cargas laterais.

Vendo os dois projectos em conjunto, o contraste entre os diferentes designs dos respectivos sistemas de revestimento torna-se evidente. Ambos os projectos manifestam um orgulho no trabalho dos seus engenheiros, na subtilidade da análise do sistema estrutural, na aplicação do contraventamento diagonal de um modo super-eficiente, na sua demonstração de um nível de refinamento que os engenheiros adquiriram recentemente com o advento de novas formas de análise informática.

Existe uma distinção entre os dois projectos que, embora possa parecer simples, creio ser de alguma importância. A estrutura primária – a dos pilares e lajes de pavimento – foi completamente suprimida na torre CCTV, coberta por uma pele de muro-cortina neutra; de toda a volumetria da complexa estrutura de treliça do edifício, apenas nos são mostradas

as diagonais. As fachadas da torre CCTV fazem mais do que glorificar os elementos diagonais, elevam-nos ao nível da iconografia global do edifício. Em contraste, no NWSB, acrescentámos textura. Distinguindo entre janelas e módulos isolados, a textura é capaz de tornar evidente a estrutura atrás do revestimento, ao mesmo tempo que permite que o edifício reconheça tanto as diagonais que se encarregam das forças na estrutura, como os planos horizontal e vertical que em conjunto constituem a substância do espaço arquitectónico. É certo que o sistema de revestimento tem a ver com alusão, com permitir que a estrutura seja mantida atrás dos painéis. Mas atrás dos painéis muitas outras coisas podiam acontecer. Continua a surpreender-me a que ponto foi fértil o dispositivo para criar interfaces com qualquer condição de programa, estrutura ou sistema mecânico que surgiu atrás dele.

Na torre CCTV, existe, pelo contrário, uma espécie de repetição e redundância que nos permite dizer que a “diagonalização” da estrutura é o factor icónico que caracteriza o edifício. As diagonais estão cobertas por várias camadas de sistemas de fechamento, a mais exterior sendo uma pele de vidro que desliza diante da estrutura. O edifício poderia facilmente ter sido acabado com a pele de vidro em contraste apenas com o poderoso volume. Mas a OMA sentiu-se tentada pelas diagonais estruturais e desenhou-as literalmente na superfície com poderosas linhas que testemunham as diagonais estruturais atrás, acrescentando ao singular volume uma nova camada de iconicidade.

No NWSB, procuramos que a imagem e a construção coincidam. Pode dizer-se que esta abordagem é mais tradicional. Mas também se pode dizer que esta abordagem absorve mais da substância do edifício, da sua imagem e da sua construção. No nosso edifício, o revestimento e as memórias do enchimento estão simultaneamente presentes. No caso do CCTV, é apenas o revestimento sem qualquer referência a um possível enchimento.

Agrada-me pensar que conseguimos uma forma integrada de relacionar todos os meios da produção arquitectónica, desde a concepção do volume ao seu sistema estrutural e pormenores, bem como as questões de construção. Creio que é um tipo de direcção que começa pelo que eu considero ser a mais importante e primeira condição para o edifício: o *campus* de McKim, Mead and White. Ver os edifícios, não como peças isoladas capazes de absorver tal abstracção, mas antes como capazes de responder a questões sobre a relação entre uma instituição e a cidade em que está incorporada, e, mais tarde, por uma extensão desta atitude, oferecer uma resposta às cambiantes e pormenores construtivos: é isto que verdadeiramente me interessa.

Gostaria de agradecer a Belén Moneo e a Jeff Brock de Moneo Brock Studio, à nossa equipa na Brody Bond AEDAS LLP, representada por Will Paxon, David Haft e Mayine Yu, e a Daniel Brodtkin da Arup, a sua ajuda neste design e na execução do projecto do NWSB.

Texto para publicar no livro “Post-Ductility: Metals in Architecture and Engineering” da Princeton Architecture Press, que sairá na Primavera de 2012.

regras do compós design

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: As we have already said, this is a magazine from an Engineering College. The aim of the magazine is to teach engineers and architects how to build a good building, bringing together architecture, engineering, professional practice and scientific research. So, in this interview, we would like you to tell us about your working methods, in this case Columbia, and how your work was related with engineering and technologies, so we can understand how the project unfolded.

Rafael Moneo: I think that this project, more than any other or as much as any other, obliged us to solve constructive problems from the word go. From a general point of view, the project was already given, it had to occupy the last building site on the Columbia *campus*. What happened is that the lower storey of the plot was already taken up by a gymnasium. It was necessary to build over the gym to bridge a 40m span. To bridge this span could almost be said to be the first baseline for the project. As I say this, I realise that it's only partially the case, because it must

be said that the way in which the building would bridge the gym was pre-ordained by the massing conditions of the design and these massing conditions did not refer so directly to having to bridge the gym, but respected the massing provisions and the urban planning conditions of the McKim, Mead & White Columbia *campus*.

It must certainly be said that this was the first urban planning vision of the project, a vision that led us to think that the best to be done in building on the site was to serve and abide by the norms established by the *campus* designers who had proved so efficient in leaving it embedded in a city like New York.

So let's admit that, following this first idea of how to erect a building serving the massing established by McKim, Mead & White, we found ourselves obliged to bridge the gym. Since we must bridge the gym, the issue of how to resolve the problem structurally became capital, crucial. And it's at this point that the idea, not new in fact, of making the façades, the vertical planes that define the massing, to be those that enabled the bridging of the gym, became the key theme of the design. So, the construction of this prism that bridges that void and gives rise to a struc-

ture that is taken as the existing frame of reference with which the architect must grapple and struggle, was what was at the root of the project.

CdO: Did you bear in mind Stirling's work for the same plot?

RM: Not really. In principle, the attitude was the opposite of that taken by Stirling. In Stirling's design the building was, shall we say, the main player. In our case, we put the emphasis on the *campus* as a whole. The first strategy was to think of the building as another piece in the *campus* and not as an isolated building. Stirling's building introduced the singularity of that slanted direction which was, on the other hand, an existing virtual guideline, because the contact between the lower level of Broadway 120 and the *campus* made this slanting mandatory. But this slant also introduced a geometric component that was completely different from the orthogonal order of McKim, Mead & White, which is respected in our massing. All this also happened outside strictly linguistic issues. Stirling's design dates back to 1984, I think, a design quite marked by the stylistic problems that were being debated at the time; it's clearly a post-modern design, so to simplify the question you asked and reply with a straightforward yes or

Le tificação rúles

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: A CdO é uma revista editada por uma Faculdade de Engenharia, e o objectivo é mostrar a engenheiros e arquitectos como se constrói um bom edifício, relacionando a prática profissional e a investigação científica. Com esta entrevista, gostaríamos que nos desvendasse o seu método de trabalho e como esse método se relacionou com a engenharia e as tecnologias, para que possamos entender como se desenvolveu este projecto para Columbia.

Rafael Moneo: Creio que este projecto, tanto como qualquer outro, obriga desde o primeiro momento a resolver problemas construtivos.

No seu aspecto mais geral, o projecto estava definido, tinha de ocupar o último lote vazio no *campus* de Columbia, ocupado no piso inferior por um ginásio. Era necessário construir sobre o ginásio, colmatando uma extensão de 40 m. Colmatar esta extensão quase pode dizer-se que é o ponto de partida para este projecto.

Ao dizer isto, dou-me conta de que isso só é parcialmente verdade, porque tem que se referir que o modo como o edifício vai saltar sobre o

ginásio está preestabelecido por aquilo que são as condições volumétricas do projecto, e essas condições volumétricas já não aludem tão directamente a ter que saltar sobre o ginásio, mas respeitam as disposições volumétricas e as condições urbanísticas do *campus* de Columbia de McKim, Mead & White. Seguramente há que dizer que esta é a primeira visão urbanística do projecto, uma visão que nos leva a pensar que o melhor que havia a fazer para construir naquele lugar era cumprir as normas estabelecidas pelos projectistas do *campus*, que se mostraram tão eficientes ao deixar o *campus* embebido numa cidade como Nova Iorque.

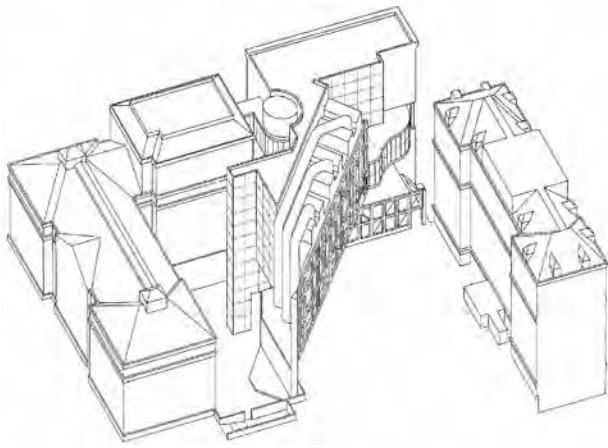
Admitamos, pois, que, seguindo esta ideia primária de como construir um edifício servindo a volumetria estabelecida por McKim, Mead & White, vamos defrontar-nos com essa obrigação de saltar por cima do ginásio. Uma vez que saltamos por cima do ginásio, a questão de como resolver estruturalmente o problema torna-se capital, crucial. E é então quando a ideia (que já não é nova) de fazer que as fachadas dos planos verticais que definem o volume sejam o que permite saltar por cima do ginásio, convertendo-se no tema-chave do projecto.

A construção desse prisma que salta aquele vazio e leva a uma estrutura com um esqueleto existente, uma referência com a qual o arquitecto tem de lidar, de lutar, é o que está na origem deste projecto.

CdO: Teve em conta o trabalho de Stirling para o mesmo edifício?

RM: Não. A atitude foi oposta à de Stirling. O projecto de Stirling dava protagonismo ao edifício. No nosso caso tratámos de dar protagonismo ao *campus* no seu conjunto. A primeira estratégia foi pensar no edifício como mais uma peça do *campus* e não como um edifício isolado. O edifício de Stirling introduzia a singularidade dessa direcção oblíqua que, por outro lado, era uma directriz virtual existente, embora o contacto entre o nível inferior de Broadway 120 e o *campus* forcesse a essa oblíqua. Essa oblíqua do projecto de Stirling introduzia uma componente geométrica completamente diferente da ordem ortogonal de McKim, Mead & White, que é o que se respeita na nossa volumetria.

Tudo isto ocorre à margem também de questões estritamente linguísticas. O projecto de Stirling é de 1984, parece-me um projecto muito marcado pelos problemas estilísticos que se debatiam



01

no, if Stirling's building influenced our proposal, I should clearly say no.

CdO: You always speak in your texts about the site, saying that Nature is born out of the expectant site and the restlessness of the architect. What were Stirling's and your own attitudes to the site?

RM: We should say that Stirling's design was a design that considered that that corner must be resolved with a singular building, while ours wished to reduce this singularity, forget it, and give primacy and preference to the weight of the *campus* structure taken as a whole.

CdO: It is, then, an urban response, while Stirling means a rupture.

RM: Yes, that's how I see it.

CdO: How does the architect's personality come into the design, in a brief and a site with so many limitations such as the existing urban plan and an urban image that was already very strong?

RM: I think this is a design... well, this also happens in many others, in which the presence of contingent elements that force a choice for the specific appears very clearly. Where I think that a more individual vision of this architecture emerges - I'm loathe to use the word personal - is perhaps in the fact that it's a building that in its first physical erection emerges as a simple prismatic mass and, in the end, once it accepts all external inputs, acquires a tremendous complexity. The massing simplicity of the design does not tally with this dense and diverse condition that is apparent in many little occurrences and in many small architectural episodes, that can actually be considered separately, but which in the end are packed into a compact, close-knit mass which is the massing that we're talking about.

This is quite visible in the section.

The section shows how this closed box - which then vibrates given the structure of the closure - is nevertheless occupied by an overlap of uses, functions and movements. Basically, it's an intricate, complex building, despite its apparent simplicity. Buildings are often deceptive, or confusing as to what they really contain. This seems to me to be the case with Columbia.

CdO: Yes, you're right, the programme is complex, the situation of the surroundings very complicated.

RM: The surroundings are complicated and also rather variable. The laboratories, practically, were built on nine levels, each with very different characteristics.

CdO: And they can change.

RM: Yes, in fact no one laboratory is the same as another, simply because in the same building there are physics, chemistry and biology labs. And teachers with syllabuses or agendas that require different uses. Only the basic structure of these spaces - that provides for their use as laboratories - and the double height which teachers and students share, is the same. But the life of each lab should be seen as independent. It is in all these shared spaces (libraries, classrooms, cafés, lounges and meeting rooms, lecture halls) that the diversity we're talking about manifests itself. The other important thing that it shows is that it is very much a university building, but one that is also very accessible to people. Basically, the Columbia *campus* has this attraction of being and not being in the city. This building is a permeable, open building, it's a point at which city life and the life of the students mingle. This also makes

the building attractive, makes it responsible for that complexity we were talking about.

CdO: Pursuing this town planning issue, how has it been possible to make this volume so different from the neoclassical context? And its height... did you have problems?

RM: Actually, I think the constraints in New York are less stringent than we sometimes have in Europe. I think we could have gone even higher, it was possible, but the University restricted the use of land so as to avoid misgivings on the part of the community.

CdO: So the height of the building was defined by the brief?

RM: More or less, but also by what we thought would be the limit acceptable by the neighbours, i.e. the neighbours must be heard on those issues, their opinion matters. Actually, during the process, we had two or three public hearings at City Hall. According to professional practice in the United States, this issue didn't fall on my shoulders, it was managed more independently by the University and the City Hall without making the architect responsible for its management. In this, work practices are different in the US and in Europe.

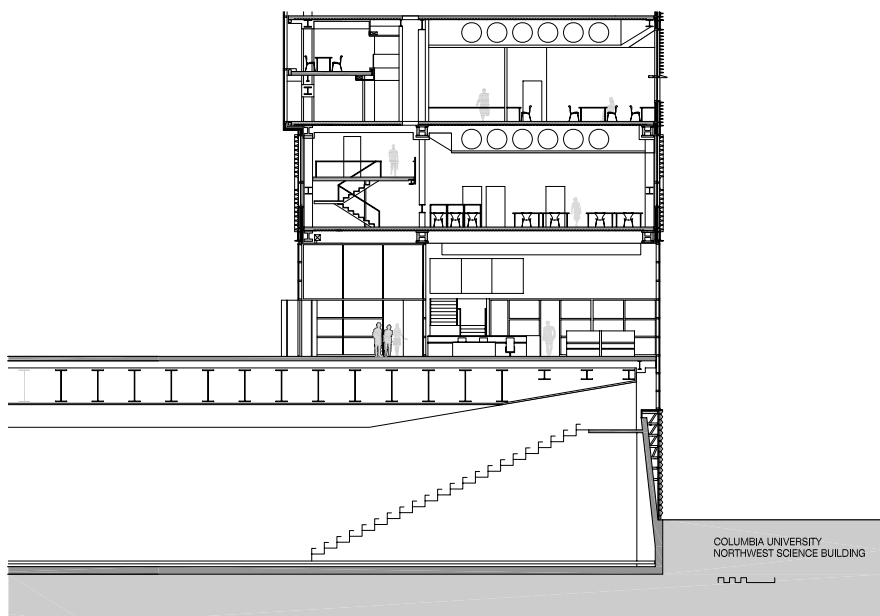
CdO: So you had no problems with the neighbours?

RM: No, none at all. Perhaps the most important problem was more focused on the material. People said that they understood Columbia as a university built in brick. And it's true, it was, originally, but when you look at exactly how it was built, you see that there are other materials besides brick. But brick prevails as the material with which the *campus* was built. And in fact, at some point in the project, the argument arose for not using brick.

For me, and it's a material I've used a lot, brick is increasingly hard to use, and it's particularly difficult in countries where the bricklayer's craft has disappeared. Admittedly, much of the History of Architecture has been achieved with the help of what we call craftsmen, and when this craftsmanship disappears, those materials and systems of construction that have been extraordinarily sound are manipulated in such a way that they become distorted. I hate it when I sometimes see someone using bricks to erect prefabs, for example. The brick is doubtless associated with a way of making that is reluctant to admit the current construction uses and techniques. That's why I resist it. Apart from that, and although it's true that you can find brick buildings of 20, 22 storeys like this one - there are many in Manhattan - brick does seem to be a more appropriate material for

Figure 01 - Northwest Science Building, axonometric projection, James Stirling, 1980.

Figure 02 - Northwest Science Building, detail cross-section, Rafael Moneo.



02

naqueles anos; é um projecto claramente pós-moderno, de modo que, se tivesse de simplificar a resposta simplesmente sim ou não, se o edifício de Stirling influenciou a nossa proposta, teria de dizer claramente que não.

CdO: Nos seus textos fala sempre do lugar, que a natureza nasce do lugar expectante e da inquietude do arquitecto. Qual foi a atitude de Stirling e a sua perante o lugar?

RM: O projecto de Stirling entende que aquela esquina tem de ser resolvida com um edifício singular e o nosso pretende reduzir aquela singularidade, esquecê-la, dando protagonismo e preferência à importância que tem a estrutura do *campus* considerada no seu conjunto.

CdO: É então uma resposta urbana, enquanto que Stirling representa uma ruptura?

RM: Sim, eu vejo-o assim.

CdO: Como entra aqui o carácter pessoal do arquitecto, num projecto com um programa e um lugar com tantas condicionantes, com um plano urbanístico existente e com uma imagem urbana tão forte?

RM: Creio que este projecto é um projecto..., bem, acontece também em tantos outros, em que a presença de elementos contingentes obrigam a que o específico apareça com muita clareza. Onde eu creio que aparece uma visão mais própria desta arquitectura – resisto a empregar o termo pessoal – talvez seja no facto de que é um edifício que, na sua primeira instalação física aparece como simples volume prismático e, afinal, depois de aceitar todos os *inputs* externos, adquire uma tremenda complexidade. A simplicidade volumétrica do projecto não responde a essa condição densa e diversa que se

manifesta em muitas pequenas incidências e em muitos pequenos episódios arquitectónicos, que se podem considerar isoladamente, estão recolhidos numa massa compacta e cerrada que é o volume de que estamos a falar. Isto vê-se muito bem no corte.

O corte mostra como essa caixa fechada – que logo vibra dado a estrutura do fechamento – está ocupada por uma sobreposição de usos, de funções e de movimentos. No fundo, é um edifício intrincado e complexo, apesar dessa aparente simplicidade.

Por vezes os edifícios são enganosos, ou confundem relativamente ao que realmente encerram. Parece-me que é este o caso de Columbia.

CdO: Sim, o programa é complexo, a situação da envolvente é muito complicada.

RM: A envolvente é complexa e de certo modo também variável. Os laboratórios desenvolvem-se em nove níveis e cada um deles tem características muito distintas.

CdO: E podem mudar.

RM: Sim, de facto nenhum laboratório é igual a outro, simplesmente porque no mesmo edifício convivem laboratórios de física, química e biologia. E professores com programas e agendas que requerem usos distintos. Só a estrutura mais primária desses espaços – que contemplam o uso de laboratório propriamente dito – e a dupla altura que coincide com os gabinetes dos professores e dos estudantes, os iguala. Cada laboratório tem uma vida autónoma.

É nos espaços partilhados (bibliotecas, aulas, cafés, *lounges* ou espaços de reunião e seminários) que esta diversidade de que estamos a falar se manifesta. Também se mostra no facto de ser um

edifício universitário muito aberto às pessoas. O *campus* de Columbia tem esse atractivo de estar e não estar na cidade.

É um edifício permeável e aberto, um ponto onde se mistura a vida cidadina com a vida dos estudantes propriamente dita. Isso torna-o aliciante, responsabiliza-o por esta complexidade de que estávamos a falar.

CdO: Continuando com esta questão de urbanismo, como foi possível tornar este volume tão diferente do contexto universitário neoclássico? E a sua altura... teve problemas?

RM: Na realidade essas limitações, em Nova Iorque, são menos restritas do que as que por vezes temos na Europa. Creio que poderíamos ter ido ainda mais alto, era possível, mas a Universidade tratou de a limitar para não despertar receios por parte da comunidade.

CdO: Então a altura do edifício foi definida pelo programa?

RM: Mais ou menos, foi pelo que pensamos que seria o limite aceitável por todos os vizinhos, pois estes têm de ser ouvidos, a sua opinião tem peso na decisão final. Ao longo do processo tivemos duas ou três audiências públicas no Município.

De acordo com a prática profissional nos EUA, este tema não caiu sobre os meus ombros, porque é uma gestão conduzida de forma independente pela Universidade e pelo Município, sem que o arquitecto se torne responsável por essa gestão. As práticas profissionais são diferentes nos EUA e na Europa.

CdO: Então não teve problemas com os vizinhos?

RM: Não, não tivemos problemas com eles. O problema com os vizinhos centrou-se no material, as pessoas diziam que Columbia é uma universidade construída em tijolo, o que é verdade. Na sua origem foi assim, embora quando se analisa exactamente como foi construída, entende-se que, além do tijolo, há outros materiais, embora o tijolo prevaleça como material com o qual está construído o *campus*. E na realidade em dado momento surgiu no projecto a argumentação de não empregar tijolo.

Para mim o tijolo – um material com o qual tanto tive de trabalhar – é um material cada vez mais difícil de utilizar, e todavia é mais difícil em países nos quais o artesanato desapareceu. Há que admitir que muita da História da Arquitectura se fez com a ajuda do que chamamos artesanato, e quando esse artesanato desaparece, aqueles materiais e sistemas de construção que foram extraordinariamente racionais manipulam-se de

Figura 01 – Edifício Northwest Science, projecção axonométrica, James Stirling, 1980.

Figura 02 – Edifício Northwest Science, corte tipo, Rafael Moneo.



03



04

buildings of no great height.

CdO: Moreover, in a country where craftsmanship is increasingly difficult, like the United States...

RM: It would have been impossible, actually, to construct the building in brick. On the other hand, if something is asked of a material, it is that it is harmonised, not contradictory, with the uses of the building. So we wanted a material that could be seen as more sophisticated. Aluminium is closest to the idea of how we understand today the image of the industry. I don't know, aluminium is still used on aircraft...

CdO: Might it also be that the choice of construction system and the image of metal could mean a break that the urban response has not raised in the project? The urban response has been very respectful of the surroundings...

RM: Yes, it's true, that's the licence one takes. Although I'm not saying that on occasion one can't be allowed to build almost replicating an old building. For example, the case of the corner of the Bank of Spain seemed to me an intervention so small, so minimal, that it made no sense to ignore the more unified vision of the building. But usually the opposite happens, that a more natural expression leads us to build without the prejudice of having to follow a form or a language that we're not used to today. I also think that the success of the McKim, Mead & White campus has been in keeping the same idea of urban planning strategy for a hundred years without submitting to what architecture was at the time the project was proposed, in the late 19th, early 20th centuries.

CdO: Each of your works contains a deep theoretic

cal reflection. Murcia, the Kursaal and Columbia are three very different responses to three very different environments. Murcia in a very classical plaza and with a very strong weight of urban history, the Kursaal is an intervention at the meeting point of a city with the sea and Columbia is located in a very different urban setting from the others. How do you see this relationship?

RM: They are three very different buildings. If we were talking about the more superficial, epithelial aspect, of the façade, we would find more points of contact between Murcia and Columbia than between Columbia and the Kursaal. The Kursaal, after all, is only a volumetric building and, ultimately, what is required there is to find out what materials to build that volume with, which one wants to make very abstract but must lose some of that abstractness in the building of it. But the building is complete in the volume. The textural problems the Kursaal has are that it has very little thickness, there is hardly any bulk, and it is practically unseen. What remains is just the volume, the mass of the building. In the case of Columbia, it's a problem of language, texture and structure. The difference between Murcia and Columbia is that in Murcia the altarpiece side of the building is dictated by purely visual values. Here, what has been attempted is to try to match the visual values with the structural. In a way, one could say that in a building like Columbia there is a certain understanding of the architecture from the picturesque, from the diverse and the varied or an acceptance of what is the structure dictated by necessity. Because the structure is the starting point. This pro-

ject began with the solution provided by the structural engineer, once we had decided that the block spanned the gymnasium. That it spanned the gym and other things too because, of course, this block bridges the gym but has other problems. If you look here [pointing at the plans] this is the line we couldn't pass, because it was at this point, here, where the tracks were, this was a crucial point for the vertical communications. From here to here, we couldn't have vertical communications and we also wanted the building to be very permeable from there. Therefore, the building retrieves all this light, but there are also wrought elements hanging from the structure that make it possible to access the building from the street as if the whole volume were suspended, in flight. To simplify it, it can be said that the façade resolves the bridging, but besides solving this problem, there are other elements and other demands that make the project more complex. And that complexity is accepted and is transformed into something that is also "admissible" visually, but in reality it's not only admissible, but fulfils the expectations that I had in visual terms for the building. This makes it a little different. It's true that in both Murcia and Columbia there's a certain randomness and disorder in the structure that, in the case of Murcia, only the architect manipulates and dictates and, in the case of Columbia, is also dictated by the engineer and the resistant structure.

Figure 03 - Kursaal Auditorium, aerial view, San Sebastian, Spain, 2008.

Figure 04 - Murcia's City Council, Spain.

Figure 05 - Northwest Science Building, aerial view, 2011.



05

tal modo que ficam desvirtuados.

Não gosto quando por vezes vejo que alguém continua a utilizar o tijolo em painéis prefabricados, por exemplo. O tijolo anda seguramente associado a uma execução manual, o que contraria os usos e técnicas da construção actual que procura a prefabricação. Por isso resisti ao tijolo. Aparte disso, e ainda que seja verdade que podem encontrar-se edifícios de 20/22 pisos como este, construídos em tijolo (há muitos em Manhattan), o tijolo parece um material mais apropriado para edifícios de pouca altura.

CdO: E isso num país em que o artesanato é cada vez mais difícil, como nos EUA...

RM: Teria sido impossível, realmente, construir o edifício em tijolo.

Por outro lado, se algo se pede a um material, é que harmonize e que não seja contraditório com o uso do edifício, por isso procurámos um material que se revelasse mais sofisticado. O alumínio é um material mais próximo da ideia de como entendemos hoje a imagem da indústria. O alumínio ainda se usa nos aviões...

CdO: A escolha do sistema construtivo e a imagem do metal pode também significar a ruptura que a resposta urbana não colocou no projecto, dado que a resposta urbana foi muito respeitosa com a envolvente...

RM: Sim, é verdade, é a licença que se obtém.

Embora eu ache que em algumas ocasiões se pode permitir construir quase replicando um edifício antigo. Por exemplo, a esquina do Banco de Espanha em Madrid era uma intervenção tão pequena, tão reduzida, que não fazia muito sen-

tido esquecer a visão mais unitária do edifício. Mas o normal é que aconteça o contrário, uma expressão mais natural nos leve a construir sem o prejuízo de ter que servir uma forma ou uma linguagem que não é aquela a que estamos habituados hoje. Isso creio que é o êxito do *campus* de McKim, Mead & White, manter uma mesma ideia de estratégia urbanística durante cem anos sem se submeter ao que era a arquitectura no momento em que o projecto foi proposto, em finais do século XIX, princípios do século XX.

CdO: Cada obra sua encerra uma reflexão teórica profunda. Múrcia, Kursaal e Columbia são três respostas muito diferentes a três envolventes muito distintas. Murcia numa praça muito clássica e com um peso histórico urbano muito forte. Kursaal uma intervenção no encontro de uma cidade com o mar. E Columbia, numa envolvente urbana muito diferente das anteriores. Como vê a relação entre estas três atitudes de projecto?

RM: São três edifícios distintos. Se falássemos de um aspecto mais superficial da fachada, epitelia, encontraria mais pontos de contacto entre Murcia e Columbia do que entre Columbia e Kursaal. Kursaal, no fim de contas, é um edifício somente volumétrico. Aí o que há a fazer é entender com que materiais se deve construir aquele volume que se pretende muito abstracto, mas que perde parte dessa abstracção ao aceitar ser construído. O edifício completa-se no volume. Os problemas de textura do Kursaal têm muito pouca relevância, há apenas espessura que praticamente não se visualiza, aquilo que fica é apenas o volume, a massa do edifício.

No caso de Columbia há um problema de linguagem, textura e estrutura. A diferença entre Murcia e Columbia é que, em Múrcia a condição de altar do edifício está ditada por valores somente visuais. Em Columbia o que se tentou foi fazer coincidir os valores visuais com os estruturais. De certo modo, poderá dizer-se que em Columbia faz-se coincidir um certo entendimento da arquitectura do pitoresco, do diverso e do variado com a aceitação daquilo que é a estrutura ditada pela necessidade. Porque a estrutura é o ponto de partida.

Este projecto começou da solução da estrutura dada pelo engenheiro, depois de decidido que o bloco saltasse sobre o ginásio. Que saltasse sobre o ginásio e mais ainda, porque, além deste bloco saltar o ginásio, tem também outros problemas. Se virem aqui [assinalando sobre os desenhos], esta é a linha que não podíamos ultrapassar, pois era este um ponto crucial para as comunicações verticais. De aqui para a frente, já não podíamos ter comunicações verticais e queríamos também que o edifício fosse muito permeável desde esse ponto. Por isso, o edifício vence todo este vão, mas também da estrutura pendura-se a laje que torna possível o acesso ao edifício desde a rua, como se o volume inteiro ficasse suspenso nesse ponto, em voo.

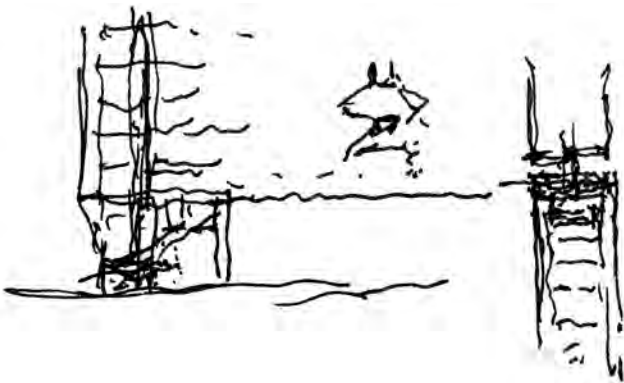
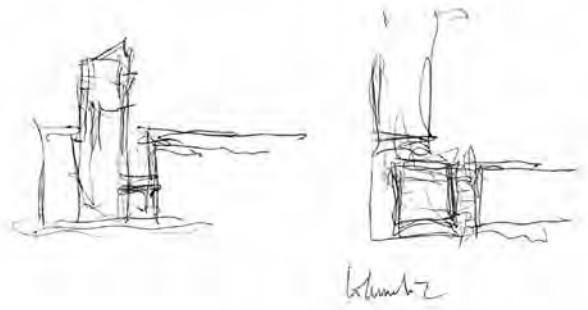
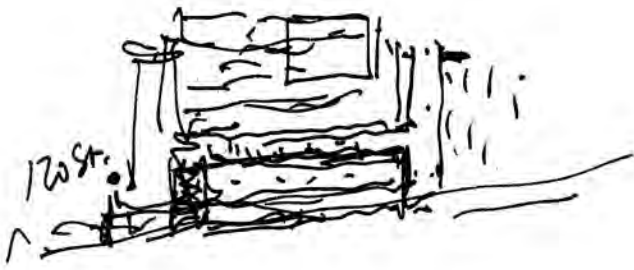
Simplificando, pode dizer-se que a fachada resolve este salto, mas além de resolver este problema há outros componentes e outras solicitações que dão maior complexidade ao projecto. Essa complexidade aceita-se e transforma-se em algo que é também "admissível" visualmente, mas na realidade não é apenas admissível, mas cumpre as expectativas que em termos visuais eu tinha para o edifício. É isso que o torna diferente de Múrcia e do Kursaal.

É verdade que tanto em Murcia como em Columbia há uma certa aleatoriedade e desordem na estrutura que, no caso de Murcia, manipula e dita só o arquitecto e, no caso de Columbia, é também ditada pelo engenheiro e a estrutura resistente.

.....
Figura 03 - Auditório Kursaal, vista aérea, San Sebastian, Espanha, 2008.

Figura 04 - Câmara Municipal de Murcia, Espanha.

Figura 05 - Edifício Northwest Science, vista aérea, 2011.



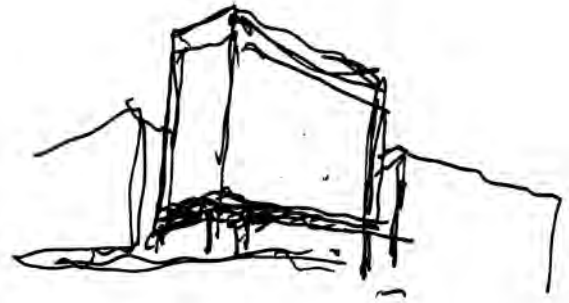
New York



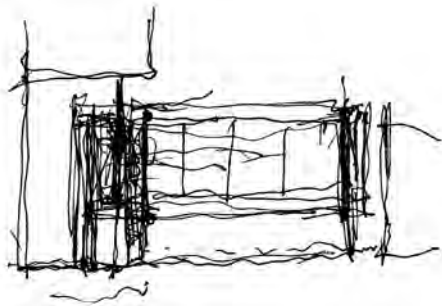
26. IX. 05



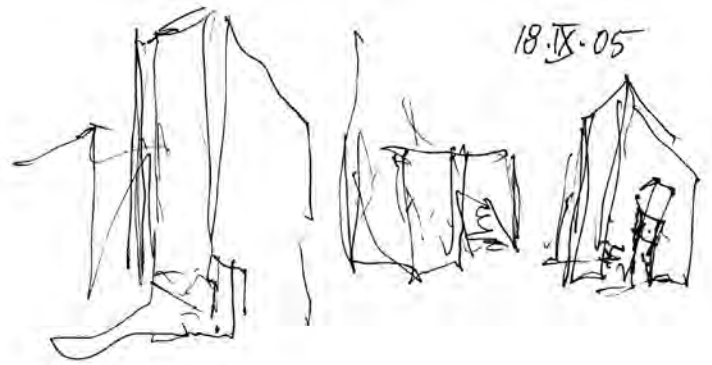
26. IX. 05



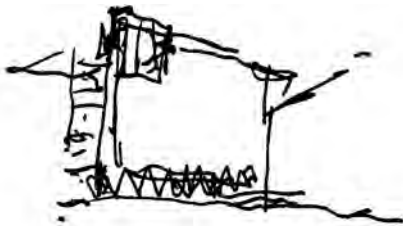
6 de septiembre 05
Gumbel



18.X.05



18.X.05



5.X.05



3.X.05

Northwest Science Building: circumstantial evidence

Joan Ockman

Among the suite of images put together by Rafael Moneo's office for purposes of a Powerpoint presentation about his Northwest Science Building at Columbia University are a rustic stone-and-brick Basque farmhouse with diagonal timber bracing and a drawing by Jasper Johns from the artist's *Crosshatching* series. Beyond their shared diagonal iconography, these evocative images from utterly different worlds—along with a third, the façade of Mies van der Rohe's unbuilt project of 1953–54 for a long-span convention center—suggest the gamut of inspiration and aspiration that informs the architecture of Moneo's new Columbia University building. The brief was a demanding one: to fit into the university's century-old brick-and-mortar McKim, Mead & White *campus*; to house twentieth-first century research in several theoretical and applied sciences; to span a large preexisting sports facility that occupies most of the ground and subterranean level (and had to remain open during construction); to bridge to two adjacent science buildings; and to complete the corner of the Morning-side Heights *campus* on a sloping city block while making a mark on the neighborhood skyline and emblematically opening to a planned extension of the University half a dozen blocks northwest in Harlem. These heterogeneous givens demanded a complex, not to say complicated, solution. It is to Moneo's great credit that he succeeded in finding an architectural image coherent and legible enough to subsume them all.

"Finding" is the operative word here. Apropos of Jasper Johns's print, it is interesting and not entirely irrelevant to note the origins of the *Crosshatchings* series, which preoccupied the New York artist for almost a decade starting in the early 1970s. Based on a network of hatched lines that change direction and color in a sort of hive pattern, the striated surfaces initially derived, according to Johns, from his recollection of a car passing on the Long Island Expressway: "[A] car came in the opposite direction. It was covered with these marks, but I only saw it for a moment, then it was gone—just a brief glimpse. But I immediately thought that I would use it for my next painting." Another series of etchings contemporaneous with the *Crosshatchings* and often paired with them, known as the *Flagstones*, similarly emerged from an ephemeral but concrete experience. Johns was in a taxi traveling through Harlem on his way to the airport when he passed a store that had a wall painted to resemble flagstones. When he later returned to photograph it, it was no longer to be found, to his dismay, and he was obliged to reconstruct the wall surface from memory. "What I had hoped to do was an exact copy of the wall," Johns recalled. "If I could have traced it I would have felt secure that I had it right. Because what's interesting to me is the fact

that it isn't designed, but taken. It's not mine."¹

Apart from the appropriateness of Moneo's allusion to this period of work by Johns—whose local inspirations Moneo may or may not have been aware of—the preference for *finding* rather than inventing form is one of the foundation stones, so to speak, of the Spanish architect's approach to architecture. Ever since the beginning of his career Moneo's inclination has been to solve architectural problems by willingly embracing existing circumstances as material and historical necessities. Reality—the "barbarous, brutal, mute, insignificant reality of things," as Ortega y Gasset once put it²—is received by the creative individual as a destiny, but one that he or she is able to "reabsorb" biographically and culturally into praxis and, through active "resistance to what is habitual and customary," to utilize in producing "a new kind of gesture," "a new series of realities."³ This contingent, anti-idealist persuasion, which nonetheless does not preclude a utopian dimension, has been at the heart of Moneo's work for four decades.

In the case of the new science building, Moneo's at once reverent and rational attitude toward reality has resulted in a building that is in every respect a tight fit. While the polished, up-to-date finishes of the interiors appear spiffy and even rich compared to most of the well-worn *campus* buildings, there was little room for rhetorical excess. The structural challenges of spanning the preexisting (and otherwise unremarkable) gym and dealing with the steep elevational change from the Manhattan street up to the plinth of the *campus*, together with the highly specific requirements of contemporary lab and research facilities, determined the building's form in both section and plan. Within these constraints, Moneo managed to insert a generous two-story library with warm wood furnishings and good natural light. More suggestive of Scandinavian modernism than high-tech science, it recognizes that students and teachers, whatever the nature of their work, appreciate a comfortable and humane work atmosphere. He also managed to carve out of a strongly raked section an inviting lecture theater and to incorporate a café and penthouse "event space" that take full advantage of their privileged urban views.

On the exterior, the bold and surprising gesture of the diagonalized metallic façade eschews purely spectacular values, nodding more to Mies than to Koolhaas in deploying the hatched grid to express the building's powerful internal structural framework. Framing, to recall Heidegger's concept of *Gestell*, is what the architect and engineer *do* with modern

1. Fred Orton, "Present, the Scene of...Selves, the Occasion of...Ruses," in *Fairades/Fizzles: Echo and Allusion in the Art of Jasper Johns* (Los Angeles: Wight Art Gallery, UCLA, 1987), 168–69.
2. Ortega y Gasset, "The Nature of the Novel," *The Hudson Review*, vol. 10, no. 1 (Spring 1957): 30.
3. *Ibid.*, 33, 36.

Edifício Northwest Science: provas circunstanciais

Joan Ockman

Entre a série de imagens compiladas pelo gabinete de Rafael Moneo para uma apresentação Powerpoint sobre o seu Edifício Northwest Science na Universidade de Columbia, figura uma casa de lavoura rústica basca, em pedra e tijolo, com contraventamento diagonal em madeira, e um desenho de Jasper Johns da série *Crosshatching* do artista. Para além da sua iconografia diagonal comum, estas evocativas imagens de mundos completamente diferentes – juntamente com uma terceira, a fachada do projecto não construído de Mies van der Rohe, de 1953-54, para um centro de convenções de grande vão – sugerem o espectro de inspiração e aspiração que informa a arquitectura do novo edifício de Moneo na Universidade de Columbia. O programa era exigente: que se integrasse no secular *campus* universitário McKim, Mead & White em tijolo e argamassa; que albergasse actividades de investigação do século XXI em vários domínios das ciências teóricas e aplicadas; que englobasse uma vasta instalação desportiva preexistente que ocupava a maior parte dos níveis térreo e subterrâneo (e tinha de continuar em funcionamento durante a construção); que estabelecesse ligação com dois edifícios de ciências adjacentes; e que completasse a esquina do *campus* de Morningside Heights num quarteirão urbano em declive, marcando uma diferença na área e abrindo emblematicamente para uma extensão planeada da Universidade, a meia dúzia de quarteirões a noroeste, em Harlem. Estes dados heterogéneos exigiam uma solução complexa, para não dizer complicada. Deve reconhecer-se a Moneo o grande mérito de ter conseguido encontrar uma imagem arquitectónica suficientemente coerente e legível para integrá-los a todos.

“Encontrar” é aqui o termo indicado. A propósito da gravura de Jasper Johns, é interessante e não inteiramente irrelevante notar as origens da série *Crosshatchings* que preocupou o artista nova-iorquino durante quase uma década, desde o início de 1970. Baseadas numa rede de linhas entrecruzadas que mudam de direcção e cor numa espécie de padrão alveolar, as superfícies estriadas derivaram inicialmente, segundo Johns, da sua memória de um carro a passar na auto-estrada de Long Island: “Vinha um carro no sentido contrário. Estava coberto de marcas mas só o vi por um momento e depois desapareceu – tive apenas um breve vislumbre. Mas pensei imediatamente que ia usá-lo na minha próxima pintura”. Uma outra série de gravuras, do mesmo período de *Crosshatchings* e muitas vezes associada a esta, conhecida como *Flagstones*, surgiu de modo idêntico de uma experiência efémera mas concreta. Johns atravessava Harlem de táxi, a caminho do aeroporto, quando passou por uma loja em que uma parede estava pintada de maneira a assemelhar-se a lajes. Quando voltou mais tarde para fotografá-la, ficou consternado ao reparar que já lá não estava e foi obrigado a reconstituir a superfície

da parede a partir da memória. “O que eu contava fazer era uma cópia exacta da parede”, recordou Johns. “Se pudesse tê-la traçado, ter-me-ia sentido seguro de reproduzi-la fielmente. Porque o que é interessante para mim é o facto de não ser desenhada mas apropriada. Não me pertence.”¹

Para além da relevância da alusão de Moneo a este período da obra de Johns – de cujas inspirações locais Moneo poderá ou não ter tido conhecimento – a preferência por *encontrar*, e não inventar, a forma é, por assim dizer, uma das pedras angulares da abordagem do arquitecto espanhol à arquitectura. Desde o princípio da sua carreira, Moneo tem tido propensão para resolver problemas arquitecturais incorporando de bom grado circunstâncias existentes, como necessidades materiais e históricas. A realidade – a “bárbara, brutal, muda e insignificante realidade das coisas”, como lhe chamou uma vez Ortega y Gasset² – é recebida pelo indivíduo criativo como um destino, mas um destino que ele é capaz de “reabsorver” biográfica e culturalmente em práxis e, através da “resistência activa ao que é habitual e rotineiro”, utilizar para produzir “um novo tipo de gesto”, “uma nova série de realidades”.³ Esta crença contingente e anti-idealista que, não obstante, não exclui uma dimensão utópica, tem estado no cerne da obra de Moneo de há quatro décadas a esta parte.

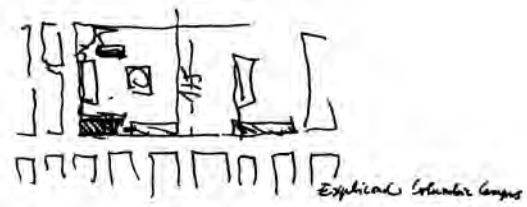
No caso do edifício das novas ciências, a atitude de Moneo simultaneamente reverente e racional relativamente à realidade resultou num edifício que constitui, em todos os aspectos, uma estreita sinergia. Embora os acabamentos esmerados e modernos dos interiores pareçam elegantes e mesmo opulentos, comparados com a maioria dos edifícios bem usados do *campus*, havia muito pouco espaço para excessos retóricos. Os desafios estruturais de incorporar o ginásio preexistente (estrutura, de resto, pouco notável) e de lidar com a acentuada mudança de elevação desde a rua de Manhattan até ao plinto do *campus*, juntamente com os requisitos altamente específicos das instalações contemporâneas laboratoriais e de investigação, determinaram a forma do edifício, tanto em termos de corte como de planta. Dentro destas restrições, Moneo conseguiu inserir uma generosa biblioteca de dois pisos com mobiliário de madeira quente e boa luz natural. Mais sugestivo do modernismo escandinavo do que da ciência de alta tecnologia, reconhece que alunos e professores, seja qual for a natureza das suas actividades, apreciam um ambiente de trabalho confortável e humano. Ele conseguiu igualmente

1. Fred Orton, “Present, the Scene of... Selves, the Occasion of...Ruses,” em *Foirades/Fizzles: Echo and Allusion in the Art of Jasper Johns* (Los Angeles: Wight Art Gallery, UCLA, 1987), 168-69.
2. Ortega y Gasset, “The Nature of the Novel,” *The Hudson Review*, vol. 10, n.º 1 (Primavera de 1957): 30.
3. *Ibid.*, 33, 36.

technology when they use it purely instrumentally. Treated merely as means, technology depletes the world even as it ruthlessly constructs it. In conjuring the cultural memory of the vernacular Basque farmhouse in his high-tech façade on upper Broadway, Moneo clearly wishes to insist on a deeper relationship between *techne* and *poesis*, even as he also accepts his building's inevitable participation in the "world picture" of contemporary construction.⁴ Beyond its technological presence, the picture plane of the façade also subtly resonates with other kinds of echoes and allusions: besides those already mentioned, to the herringbone pattern of the *campus*'s brick paving stones, for instance, or the louvered, light-modulating façades of Moneo's Spanish compatriot Coderch.

The Columbia building also reflects Moneo's long-standing interest in questions of typology. It is not an accident that it bears a family resemblance to two other buildings that his office has completed in recent years on American university campuses, the Chace Center at Rhode Island School of Design (2008) and the LISE building (Laboratory for Integrated Science and Engineering) at Harvard (2007). Each of these buildings is characterized by the play of an asymmetrical glass-and-metal curtain-wall against a more recessive stone or brick ground, suggesting that hybridity itself may well be a typological condition of contemporary academic buildings. Their outer forms reveal the will at once to mesh with and distinguish themselves from their surroundings and, more generally, to reconcile the disparities of rationalism, urbanity, and scholarly introversion. An iconic predecessor for this building type is James Stirling's likewise hybrid (though considerably more radical) Engineering Building at Leicester University in England (1959–63). Combining Constructivist massing and machinic hyperbole with unexpected contextualism—the diagonally striated glass roof of the lower workshops echoes the pattern made by the rows of housing nearby on the *campus* perimeter—Stirling's building rears up in its urban fabric as a kind of ship, as Kenneth Frampton and others have noted, embarked on a heterotopian voyage.

The earlier reference to Ortega y Gasset was not incidental. An important early influence on the philosophically inclined Moneo, and a lifelong educational reformer, Ortega located the origin and establishment of scientific knowledge in the agora, gymnasias, and *symposios*—"banquets"—of ancient Greece. He associated this development with Plato's school in Athens: "Plato regards science as a social function and as... a collective creation in which the whole 'city' participates." This wholly social and urban project "requires a special collective organ—which the Romans would call a *socialitas*, or association—charged with promoting it. For this reason, [Plato] founds a *school*". Later Euclid popularized the practice among academics of "living together" and pursuing "investigations in common."⁵ Ortega would elaborate on the social and cultural ideals of higher education in his book *Mission of the University* (1930). University education should be dedicated above all "to constituting the type of the whole man", he argued, advancing a prescient critique of disciplinary specialization: "Civilization has had to await the beginning of the twentieth century to see the astounding spectacle of how brutal, how stupid, and yet how aggressive is the man learned in one thing and fundamentally ignorant of all else."⁶ While both pure scientific research and professional



01
02

training remain fundamental to the wider vocation of the university, they should not eclipse its core mission of imparting to students a historically grounded sense of culture as "the system of vital ideas which each age possesses", "the system of ideas by which the age lives".⁷

Yet even as the university must not allow itself to be overcome by "the creeping paralysis of scholasticism", according to Ortega, it must also set aside a place for scientific investigation: "Around the central part of the university, the sciences must pitch their camps—their laboratories and seminars and discussion centers. The sciences are the soil out of which the higher learning grows and from which it draws its sustenance. Accordingly, its roots must reach out to the laboratories of every sort and tap them for the nourishment they can provide. All normal university students will come and go between the university and these outlying camps of the sciences." With the outliers of research and professionalism thus buttressing the central institutional purpose of cultural enlightenment, the university should situate itself "[i]n the thick of life's urgencies and its passions... [while asserting] itself as a major 'spiritual power', higher than the press, standing for serenity in the midst of frenzy, for seriousness and the grasp of intellect in the face of frivolity and unashamed stupidity".⁸

Moneo's sciences building at the northwest corner of Columbia's Morningside Heights *campus* seems very close indeed to Ortega's vision. Perhaps it is also not going too far afield here to remark the convergence between Ortega's "vital reason" and American Pragmatism.⁹ From this standpoint we may conclude by noting that Moneo's building directly faces Columbia Teachers College on 120th Street, an institution historically associated with John Dewey's Pragmatist ideas of education and experience. The diamond-shaped decoration inscribed in the red-brick Gothic Revival façades of Teachers College is yet another of the circumstances surrounding Moneo's "cross-hatching".

4. On the relationship between "enframing" and technology, see Heidegger's "The Question Concerning Technology" in Martin Heidegger, *Basic Writings* (New York: Harper & Row, 1977), 287–318. See also Ortega y Gasset's thematically similar contribution to the 1951 Darmstadt Colloquium *Man and Space*, "El mito del hombre allende la técnica", in Ortega y Gasset, *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía* (Madrid: Alianza Editorial, 2008), 99–108.

5. See Ortega y Gasset, *La idea del principio en Leibniz y la evolución de la teoría deductiva*; cited in John T. Graham, *The Social Thought of Ortega y Gasset: A Systematic Synthesis in Postmodernism and Interdisciplinarity* (Columbia, MO: University of Missouri Press, 2001), 417.

6. Ortega y Gasset, *Mission of the University*, trans. Howard Lee Nostrand (New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 1992), 32–33.

Figure 01, 02 - Croquis of the Northwest Science Building, 2005.

7. *Ibid.*, 60.

8. *Ibid.*, 77, 81.

9. For an intellectual biography emphasizing the affinities between Ortega's existential humanism and William James's radical empiricism, see John T. Graham, *A Pragmatist Philosophy of Life in Ortega y Gasset* (Columbia, MO: University of Missouri Press, 1994).

criar, a partir de uma secção fortemente inclinada, um convidativo anfiteatro e incorporar um café e “espaço de eventos” de cobertura que tiram o máximo partido da sua privilegiada vista urbana.

No exterior, o gesto arrojado e surpreendente da fachada metálica diagonalizada rejeita valores puramente espectaculares, mais em consonância com Mies do que com Koolhaas ao expor a grelha reticulada para expressar o poderoso quadro estrutural interno do edifício. Enquadrar, para recordar o conceito de *Gestell* de Heidegger, é o que o arquitecto e o engenheiro fazem com a tecnologia moderna quando a usam de modo puramente instrumental. Tratada meramente como um meio, a tecnologia empobrece o mundo apesar de implacavelmente o construir. Ao evocar a memória cultural da típica casa de lavoura basca na sua fachada altamente tecnológica na alta Broadway, Moneo deseja claramente insistir numa relação mais profunda entre *techne* e *poiesis*, ao mesmo tempo que aceita a participação inevitável do seu edifício no “quadro mundial” da construção contemporânea.⁴ Para lá da sua presença tecnológica, o plano pictórico da fachada ressoa também subtilmente com outros tipos de ecos e alusões: além dos já mencionados, o padrão em zigzague dos ladrilhos de tijolo do pavimento do *campus*, por exemplo, ou as fachadas laminadas, que modulam a luz, do compatriota espanhol de Moneo, Coderch.

O edifício de Columbia reflecte igualmente o antigo interesse de Moneo por questões de tipologia. Não é por acidente que revela uma semelhança familiar com dois outros edifícios que o seu gabinete concluiu em anos recentes em campos universitários americanos, o Chace Center, na Rhode Island School of Design (2008) e o edifício LISE (Laboratory for Integrated Science and Engineering) em Harvard (2007). Cada um destes edifícios caracteriza-se pelo jogo de uma parede-cortina de metal e vidro assimétrica contra um fundo de pedra ou tijolo mais recessivo, sugerindo que a própria hibridez poderá bem ser uma condição tipológica dos edifícios académicos contemporâneos. As suas formas exteriores revelam a vontade de simultaneamente se fundirem e distinguirem da sua envolvente e, de modo mais geral, de conciliar as disparidades do racionalismo, da urbanidade e da introversão académica. Um predecessor icónico deste tipo de edifício é o igualmente híbrido (embora consideravelmente mais radical) Edifício de Engenharia de James Stirling, na Universidade de Leicester, em Inglaterra (1959-63). Combinando o volume construtivista e a hipérbole maquínica com uma contextualidade inesperada – o telhado de vidro diagonalmente estriado das oficinas inferiores replica o padrão criado pelas filas de residências próximas no perímetro do *campus* –, o edifício de Stirling ergue-se, no seu tecido urbano, como uma espécie de navio, como Kenneth Frampton e outros notaram, embarcado numa viagem heterotópica.

A anterior referência a Ortega y Gasset não foi acidental. Uma importante influência precoce sobre o filosoficamente propenso Moneo e reformador educativo de toda a vida, Ortega localizou a origem e estabelecimento do conhecimento científico na ágora, ginásios e *symposios* – “banquetes” – da Grécia antiga. Associou este desenvolvimento à escola de Platão em Atenas: “Platão considera a ciência uma função social e... uma criação colectiva em que toda a ‘cidade’ participa.” Este projecto inteiramente social e urbano “requer um órgão colectivo especial – a que os Romanos chamariam uma *socialitas*, ou associação – encarregado de o promover. Por esta razão, [Platão] funda uma *escola*.” Mais tarde,

4. Sobre a relação entre “enquadramento” e tecnologia, ver “The Question Concerning Technology” de Heidegger, em Martin Heidegger, *Basic Writings* (New York: Harper & Row, 1977), 287-318. Ver igualmente o contributo tematicamente semelhante de Ortega y Gasset para o Colóquio de Darmstadt de 1951, *Man and Space*, “El mito del hombre allende la técnica,” em *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía* de Ortega y Gasset (Madrid: Alianza Editorial, 2008), 99-108.

Euclides popularizou entre os académicos a prática de “viverem juntos” e de perseguirem “investigações em comum.”⁵ Ortega viria a desenvolver os ideais sociais e culturais da educação superior no seu livro *Missão da Universidade* (1930). A educação universitária devia ser, acima de tudo, dedicada “a formar o tipo do homem completo”, defendeu, adiantando uma presciente crítica da especialização disciplinar: “A civilização teve de aguardar o princípio do século XX para assistir ao espantoso espectáculo de como o homem conhecedor de uma coisa e fundamentalmente ignorante de tudo o resto é brutal, estúpido e, todavia, agressivo.”⁶ Embora a investigação científica pura e a formação profissional permaneçam fundamentais à vocação mais alargada da Universidade, não devem eclipsar a sua missão central de transmitir aos estudantes um sentido de cultura enraizado na história como “o sistema de ideias vitais que cada época possui”, “o sistema de ideias *pelo* qual a época vive.”⁷

No entanto, embora a universidade não deva deixar-se asfixiar pela “paralisia crescente do escolasticismo”, segundo Ortega, deve igualmente reservar um lugar para a investigação científica: “Em torno da parte central da universidade, as ciências devem montar arraiais – os seus laboratórios e seminários e centros de debate. As ciências são o solo do qual cresce o saber superior e do qual este retira o seu sustento. Deste modo, as suas raízes devem alcançar os laboratórios de todos os tipos e explorá-los pelo alimento que eles podem proporcionar. Todos os estudantes universitários normais circularão entre a universidade e estes acampamentos periféricos das ciências.” Com as periferias da investigação e do profissionalismo escorando assim o propósito institucional central do esclarecimento cultural, a universidade deverá situar-se “no centro das premências da vida e das suas paixões... [ao mesmo tempo que se afirma] como um importante ‘poder espiritual’, superior à imprensa, representando a serenidade no meio do frenesim, a seriedade e o alcance do intelecto perante a frivolidade e a estupidez despudorada.”⁸

O edifício das ciências de Moneo, na esquina noroeste do *campus* Morningside Heights de Columbia parece de facto muito próximo da visão de Ortega. Talvez também não seja ir muito longe aqui observar a convergência entre a “razão vital” de Ortega e o Pragmatismo Americano.⁹ Deste ponto de vista, podemos concluir, observando que o edifício de Moneo está directamente voltado para o Columbia Teachers College na 120th Street, uma instituição historicamente associada às ideias pragmatistas de John Dewey sobre a educação e a experiência. A decoração em forma de losango nas fachadas gótico-revivalistas de tijolo vermelho do Teachers College é mais uma das circunstâncias que rodeiam as “linhas entrecruzadas” de Moneo.

.....
Figura 01, 02 – Croquis do Edifício Northwest Science, 2005.
.....

5. Ver Ortega y Gasset, *A ideia de princípio em Leibniz e a evolução da teoria dedutiva*; citado in John T. Graham, *The Social Thought of Ortega y Gasset: A Systematic Synthesis in Postmodernism and Interdisciplinarity* (Columbia, MO: University of Missouri Press, 2001), 417.

6. Ortega y Gasset, *Missão da Universidade*, tradução de Howard Lee Nostrand (New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 1992), 32-33.

7. *Ibid.*, 60.

8. *Ibid.*, 77, 81.

9. Para uma biografia intelectual enfatizando as afinidades entre o humanismo existencial de Ortega e o empirismo radical de William James, ver *A Pragmatist Philosophy of Life in Ortega y Gasset* de John T. Graham (Columbia, MO: University of Missouri Press, 1994).

Another walk in the campus

Luis M. Mansilla and Emilio Tuñón

1. The conviction that the work of Rafael Moneo can be enjoyed not only through the senses but also intellectually, is what allows us to delve into these notes, tracking thoughts and insights into the design process, where the work of architecture takes form and provides a *raison d'être*.

If reality, the place or history can be fragmented and their parts reassembled, that is, if making a project can resemble a test, with its condition as hypothesis and not absolute truth which gives rise to a new reality, then this process can be discussed, traced and, therefore, imagined. It is true that here *we are testing a test* since our aim is to imagine some considerations that we believe are extraordinarily interesting in the Northwest Science Building for Columbia University in New York. This is, after all, to imagine the *other*, a boldness that only our admiration and our gratitude can allow us. But if our views successfully approached, at least in part, the way in which things have taken shape, we would make visible what we consider to be the most important lesson of the work of Rafael Moneo: this is, in fact, that the architecture can be explained from the very circumstances that give rise to the project, and that this reality, as modified by the architecture, contains the expression of its difficulties and the effort to transform them into matter, as if the architectural solution were born, inevitably, from the correct and precise identification of the architectural problem.

2. So, although it is urgent to enunciate the issue that in our view informs this work, we need to go back. The urban development project for the *Campus* of the University of Columbia done by McKim, Mead & White faced a clear challenge: how to present the idea of enclosure in an abstract layout whose mission is continuity? How to demarcate what, by its own logic, was born as something open? How to give character to an area whose planimetric layout was inherited from a desire to establish the character of a city through the equality of its layout and the particularities of each of its buildings? It may be useful to recall how the Rockefeller Center uses an equality of style and diversity of size around the plaza to establish a sort of balance and tension between camouflage and identity that, for just one day a year, to preserve its private rights, is closed to traffic, as a witness and sign of this desire to appear as something other than what it is.

From this point of view, one could say that all actions of McKim, Mead and White, through the arrangement of the volumes and infills, alternating continuities and discontinuities, extending and disrupting alignments, managed, from the layout of the city, to make visible a certain condition of enclosure, in such a way that its quality of sum of opposites appears as a balanced complexity that is the essence of the perimeter. This duality persists in the footpaths because, although they are fenced

on the outside, the large open space occupied by the sports field organises the pathway space dictated by the urban layout, showing how the idea of continuity with the outside is favoured over “point to point” communications that are typical of other American university campuses.

However, since the University of Columbia was moved to Morning-side Heights in the late 19th Century, the institutions, following society, would make the idea of enclosure gradually give way to that of physical and visual permeability. The growing importance of the University in relation to the idea of Community, the need for transparency as a guarantee of democracy, the nature of visibility that the work of the institutions have to society, and even the desire to open up to the neighbourhood, the district, meant that, several decades on, Rafael Moneo, with the help of Moneo Brock Studio, faced an almost opposite challenge to what McKim, Mead and White resolved. If the problem was then how to give the character of “enclosure” to a free space, the challenge was now, within the same idea of balance, how to make that transparency or permeability visible in something that was manifest as an enclosure.

3. Let us leave this seed planted, waiting to see how it grows, and move on to another limitation of the work, this time of a physical nature: the need to rise above a gym that must remain operational during construction.

One could say that in any work of architecture the opportunity is lurking in what at first appears as a difficulty. For if there is a particular situation, good architecture comes from this and finds in the difficulty it poses not only its expression but also its origin, as it unveils its architectural potential, triggering a path that, in its very development, is able to combine the rational and the unexpected.

Thus, the need to keep the gym in use while the building was built involved the emergence of a structure of large proportions, which should avoid that out of bounds area; a span, in fact. The structural limitation thus appears as a key element. And it would be a structure that, as it included asymmetry and a cantilever, had to substantially deflect the loads to the end supports, therefore giving rise to elements of diagonalisation that, while optimising resources, express their stresses.

This is where the project, with the help of Rafael Moneo, was polarised, gaining a definite direction: for if the idea of transparency was increasing, this implies the visibility of the structure, which, precisely because of its difficulty, complexity and its peculiarities, appears with sufficient potential to arise as a key expression of the construction. In this way the transparency and expressiveness of the structure appear as two sides of the same coin, and thereafter, the important thing is to establish mechanisms that work both on the transparency and the structure to contain new levels of complexity.

Otro paseo por el campus

Luis M. Mansilla y Emilio Tuñón

1. La convicción de que la obra de Rafael Moneo puede ser disfrutada no sólo desde los sentidos, sino también intelectualmente, es aquello que nos permite adentrarnos en estas notas, rastreando pensamientos e intuiciones en el proceso del proyecto, donde toma forma y da razón la obra de arquitectura.

Pues si la realidad, el lugar o la historia pueden ser fragmentadas y sus partes recompuestas, esto es, si el hacerse de un proyecto puede ser acercado al ensayo, con su condición de hipótesis y de verdad no absoluta que da lugar a una nueva realidad, entonces éste proceso puede ser debatido, rastreado y, como tal, imaginado. Bien es verdad que aquí *ensayamos sobre un ensayo*, pues nos proponemos imaginar algunas consideraciones que en nuestra opinión dotan de un interés extraordinario al Northwest Science Building para la Universidad de Columbia, en Nueva York. Se trata, al fin, de imaginar al *otro*, un atrevimiento que sólo nuestra admiración y nuestra gratitud nos permite. Pero si nuestras apreciaciones logran acercarse, al menos en parte, al modo en que las cosas han tomado forma, haríamos visible aquello que consideramos como la lección más trascendente del quehacer de Rafael Moneo: esto es que, en verdad, el hacer arquitectura puede ser explicado desde las propias circunstancias que dan origen al proyecto, y que esta realidad, modificada por la arquitectura, contiene la expresión de sus dificultades y del esfuerzo por transformarlas en materia, como si la solución arquitectónica naciera –ineludiblemente– de la correcta y precisa identificación del problema arquitectónico.

2. Así que, aunque corra prisa enunciar la cuestión que para nosotros preside esta obra, necesitaremos volver atrás. El proyecto urbanístico para el *Campus* de la Universidad de Columbia, realizado por McKim, Mead & White se enfrentaba a un reto preciso: ¿Cómo hacer presente la idea de recinto sobre una trama abstracta cuya vocación es la continuidad? ¿Cómo delimitar aquello que, por su propia lógica, había nacido como algo abierto? O ¿Cómo dotar de carácter a un área, cuya disposición planimétrica era heredera de una voluntad de establecer el carácter de una ciudad a través de la igualdad de su trama y la particularidad de cada uno de sus edificios? En este sentido, puede ser conveniente recordar cómo el Rockefeller Center utiliza la igualdad de estilo y la diversidad de dimensión alrededor de la plaza para establecer una suerte de equilibrio y tensión entre camuflaje e identidad que, sólo un día al año, para preservar sus derechos privados, se cierra a la circulación, como testigo y rastro de esa voluntad de aparecer como algo distinto a lo que es.

Desde este punto de vista, se podría decir que el conjunto de actuaciones de McKim, Mead and White, a través de la disposición de los volúmenes y los cerramientos, alternando continuidades y discontinuidades,

prolongando e interrumpiendo alineaciones, logra, desde la trama de la ciudad, hacer visible una cierta condición de recinto, de “enclosure”, de modo que su cualidad de suma de opuestos aparece como una complejidad en equilibrio que constituye la esencia del perímetro. En los recorridos peatonales persiste esta dualidad, pues, aunque están vallados al exterior, el gran espacio libre que ocupaba el campo de deporte organiza el espacio de recorridos dictado por la trama urbana, mostrando como la idea de continuidad con el exterior queda privilegiada sobre las comunicaciones “punto a punto” que caracterizan otros *campus* universitarios americanos.

Y, sin embargo, desde que la Universidad de Columbia se desplazara, a finales del siglo XIX a Morningside Heights, las instituciones, siguiendo a la sociedad, harán que la idea de recinto ceda paulatinamente protagonismo a aquella de permeabilidad física y visual. La creciente importancia de la Universidad en relación a la idea de Comunidad, la exigencia de transparencia como garantía de la democracia, el carácter de visibilidad que la acción de las instituciones tienen frente a la sociedad, o incluso la voluntad de apertura a lo cercano, al barrio, harán que, pasadas varias décadas, Rafael Moneo, con la ayuda de Moneo Brock Studio, se enfrente a un reto casi opuesto al que resolvieron McKim, Mead and White. Si el problema era entonces como dotar de carácter de “enclosure” a un espacio libre, el reto será ahora, dentro del mismo ámbito de equilibrio, cómo hacer visible esa transparencia o permeabilidad en algo que se manifestaba como un recinto.

3. Dejemos esta semilla plantada, esperando a ver como crece, y acudamos al otro condicionante de la obra, esta vez de carácter físico: la necesidad de elevarse sobre un gimnasio que debe permanecer en funcionamiento durante la construcción.

Se podría decir que, en cualquier obra de arquitectura, la oportunidad espera agazapada en aquello que al principio aparece como dificultad. Pues si existe una particular situación, la buena arquitectura nace desde ella y encuentra en su dificultad no sólo su expresión sino también su origen, al desvelar su potencial arquitectónico, desencadenando un camino que, en su propio desarrollo es capaz de combinar lo racional y lo inesperado.

De este modo, la necesidad de mantener el gimnasio en uso mientras el edificio se construye implica la aparición de una estructura de grandes dimensiones, que debe evitar ese territorio vedado; un puente, en definitiva. La condición estructural aparece, pues, como un elemento protagonista. Y se tratará de una estructura que al incluir la asimetría y el voladizo, sustancialmente deberá desviar las cargas hacia los apoyos de los extremos, apareciendo, por tanto, elementos de diagonalización que al tiempo que optimizan los recursos, expresan sus esfuerzos.

Es aquí donde el proyecto, de la mano de Rafael Moneo, queda

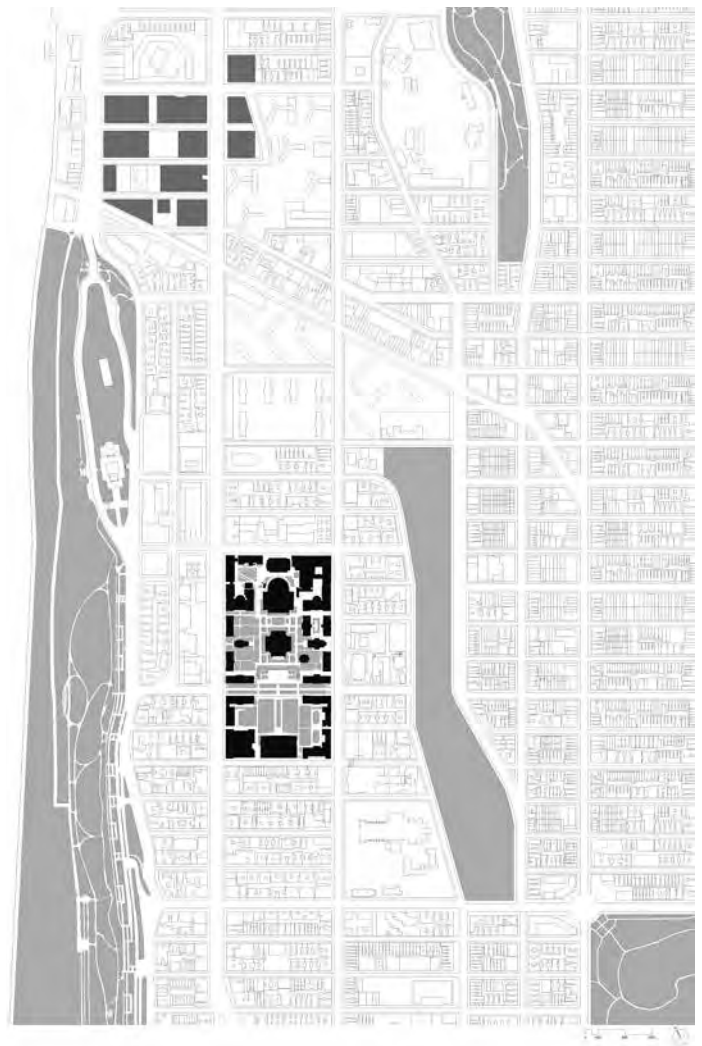
4. The result has a certain ambiguity, in the form of the opposites present: while we have a structure optimised by the technical capabilities of computer calculation that allows a fully rational structure, at the same time its arrangement is so precise that it moves away from the regularity traditionally imposed by the difficulty of calculation, where the model would favour regularity over specificity. A rationality that acquires an irregular - dynamic - aspect, like in nature, in different conditions, some trees will grow more than others. One could say that the urban complexity of the site makes the expression of structural specificity possible.

In an immediate way, this driving idea shows that it can also give visual support to a model of work organisation in which communication, interconnection and networks dominate, in a world in which the research is focused not on the great paradigms but rather on the everyday, attributing considerable value to the creative abilities of interdisciplinarity, as roads moving smoothly between points of opportunity. Transparency and interconnection (a common structure that crosses different areas and branches off) then appear as the expression of functional values that rise above the abovementioned structural and urban values, consolidating and reinforcing each other.

The strength of the building thus gravitates towards a combination of qualities (transparency, structural expression, particularity) that can be advanced, becoming more complex.

The overhang on the rear street turns these ideas into the resolution of the corner, a critical issue given the parallelepiped condition that the complex structure requires. The solution, surprising in its complexity, arises from its simplicity. The building soars over the site, so that it emphasises the twist of the sidewalk and at the same time softens it; one feels that one is under the building, and as one moves towards the inside, the *Campus* comes nearer, shortening the physical and, more importantly, the visual pathway. Taking advantage of the main structure being high, its lower part can have a hanging structure, with a vocation of invisibility, magnifying the transparency into the street. Somehow, the need for "the building to turn" (as it would contain the idea of enclosure) is expressed with the movement of the structural diagonals, which hint at a spiral motion in the corner, establishing an ambiguity between the parallelepiped figure, its plane (not mass) condition and the visual interlocking between these two ideas that suggests the structure with its oriented dynamism. Here, the complexity arises from the simultaneous presence of the three perceptions, which suspend the view trapped in the paths between them. One might even guess that from the inside, the changing light that corresponds to the vertical strip when the building draws closer to the outside acts as an optical effect that almost foreshadows the turn of the building, in the way that an identical texture, as it receives more or less light, explains a plane that rotates ninety degrees, engaging the surroundings, such as those constructions that Picasso made by pasting photos and papers on corners, then photographing them for later painting. It does not seem impossible to think that Moneo has investigated the potential of the plane to express the broken, replacing its nature for its effects. In the final analysis, the architecture is not just about what it is, but the way in which it appears to us.

5. Although this diagonal, discontinuous structure, which is superimposed on the orthogonality of the mass, and which is an expression of activity, suddenly appears before our eyes as an echo of the great American Campuses, where the paths between buildings in branching off diagonals are full of life at the junctions and appear at the same time in a casual, precise order, full of activity, favouring connections



01

and overcoming the order defined by the void. In the Harvard project, Moneo paid attention to this fact and recognising the value of these arrangements, he respected the lines, so that the building took account of the difficulty and the importance of preserving them, studying how the superposition of footpaths, crossing a building on *pilotis* could fertilise the process of shaping the building.

It also comes to mind now because we recall a first walk through the Harvard *campus* many years ago, and how Rafael showed us how much of this arrangement was characteristic of pedestrian walkways, and the life they contained. Perhaps this is only in our eyes, but it is there, showing how much the paths chosen from the very being of the work are able to collect, like a vessel, what we have not even thought about, but grows in others.

Figure 01 - Columbia Campus in Manhattan.



polarizado, orientado definitivamente: pues si la idea de transparencia va creciendo, ello implica la visibilidad de la estructura, que, precisamente por su dificultad, su complejidad y sus particularidades aparece con el suficiente potencial para erigirse en protagonista expresivo de la construcción. De este modo transparencia y expresividad de la estructura aparecen como las dos caras de una misma moneda, y a partir de entonces, lo importante será establecer aquellos mecanismos que, trabajando a la vez sobre la transparencia y la estructura, contengan nuevos planos de complejidad.

4. El resultado presenta una cierta ambigüedad, en forma de opuestos presentes: al mismo tiempo nos encontramos ante una estructura optimizada gracias a las capacidades técnicas del cálculo informático que permite una estructura plenamente racional, pero cuya disposición es tan precisa que se aleja de la regularidad a que obligaba la dificultad de cálculo tradicionalmente, donde el modelo privilegiaba la regularidad sobre la especificidad. Una racionalidad que adquiere un aspecto irregular -dinámico-, igual que en la naturaleza, por las distintas condiciones, unos árboles van a crecer mas que otros. Se podría decir que la complejidad urbana del lugar hace posible la expresión de la especificidad estructural.

De una forma inmediata, esta idea-motor se muestra capaz, además, de dar sustento visual a un modelo de organización del trabajo, donde predomina la comunicación, la interconexión y las redes, en un mundo en que la investigación no esta centrada sobre los grandes paradigmas sino mas bien sobre una cotidianeidad, atribuyendo un valor extenso a la capacidad creativa de la interdisciplinariedad, como caminos que se

desplazan de forma fluida entre puntos de oportunidad. Transparencia e interconexión (una estructura común que atraviesa diversos espacios y se ramifica) aparecen entonces como expresión de unos valores funcionales que se superponen a los estructurales y urbanísticos antes mencionados, consolidándose y reforzándose mutuamente.

La fuerza del edificio gravita así hacia una combinación de cualidades (transparencia, expresión estructural, particularidad) que puede avanzar, complejizándose.

El voladizo sobre la calle posterior vuelca estas ideas en la resolución de la esquina, un problema crítico dada la condición paralelepédica que la compleja estructura demanda. La solución asombra por la complejidad derivada de la sencillez. El edificio vuela sobre el recinto, de modo que enfatiza el giro de la acera y a la vez lo dulcifica; al tiempo se siente uno bajo el edificio, y al avanzar hacia el interior, el *campus* se acerca, acortando el recorrido físico, y lo que es más importante, el visual. Aprovechando que la estructura principal ha quedado alta, su parte inferior puede disponer de una estructura colgada, con vocación de invisibilidad, magnificando la transparencia hacia la calle. De algún modo, la necesidad de que "el edificio gire" (pues contendría la idea de recinto) queda expresada con el movimiento de las diagonales estructurales, que en la esquina insinúan un movimiento en espiral, estableciendo una ambigüedad entre la figura paralelepédica, su condición de plano (no de volumen) y la trabazón visual que entre estas dos ideas sugiere la estructura con su dinamismo orientado. Aquí la complejidad surge de la presencia simultánea de las tres percepciones, que suspenden la visión, atrapada en los recorridos entre ellas. Incluso se podría aventurar que desde el interior, el cambio de claridad que corresponde a la franja vertical cuando el edificio se acerca al exterior se comporta como un efecto óptico que prefigura casi el giro del edificio, del modo en que una idéntica textura, al recibir mas o menos luz, explica un plano que gira noventa grados, convocando lo envolvente, como aquellas construcciones que hacía Picasso pegando fotos y papeles en esquinas, que luego fotografiaba para posteriormente pintar. No parece imposible pensar que Moneo haya investigado la potencialidad de lo plano para expresar lo quebrado, sustituyendo su naturaleza por sus efectos. Al fin y al cabo, la arquitectura no trata sólo de lo que es, sino del modo en que se nos aparece.

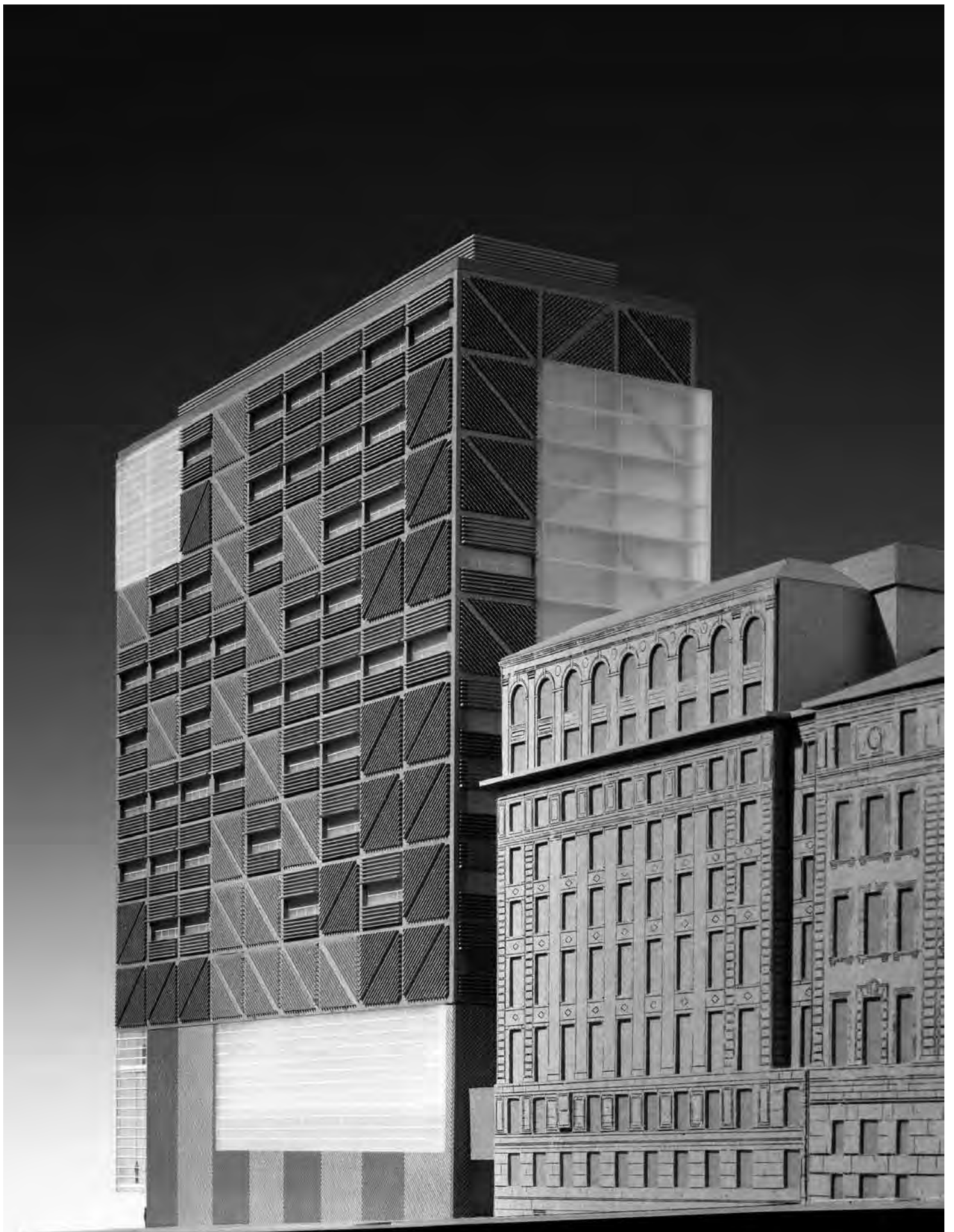
5. Aunque esa estructura diagonalizada y discontinua, que se sobrepone a la ortogonalidad del volumen, que es expresión de actividad, aparece de repente a nuestros ojos como un eco de los magníficos *campus* americanos, donde los caminos trazados entre los edificios en diagonales que se bifurcan se llenan de vida en los intercambios y aparecen al tiempo con un orden casual y preciso, plenos de actividad, privilegiando las conexiones y sobreponiéndose al orden definido por el vacío. Ya en el proyecto de Harvard, Moneo prestaba atención a este hecho y reconociendo el valor de esas disposiciones, respetaba las trazas, de modo que el edificio tomaba razón de la dificultad y de la grandeza de preservarlas, estudiando como la superposición de recorridos peatonales, atravesando un edificio sobre *pilotis* podía fecundar el proceso de dar forma al edificio.

Y también nos viene a la memoria ahora porque recordamos hace ya muchos años un primer paseo por el *Campus* de Harvard, y cómo Rafael nos hizo ver cuanto de característico tenía esa disposición de recorridos peatonales, y la vida que contenía. Quizás esto sólo esté en nuestros ojos, pero en ellos existe, mostrando cuanto los caminos elegidos desde el propio ser de la obra son capaces de recoger, como una vasija, aquello que ni siquiera hemos pensado, pero crece en los demás.

Figura 01 - *Campus* de Columbia em Manhattan.



Maquetes de trabalho, 2006
Sketch models, 2006

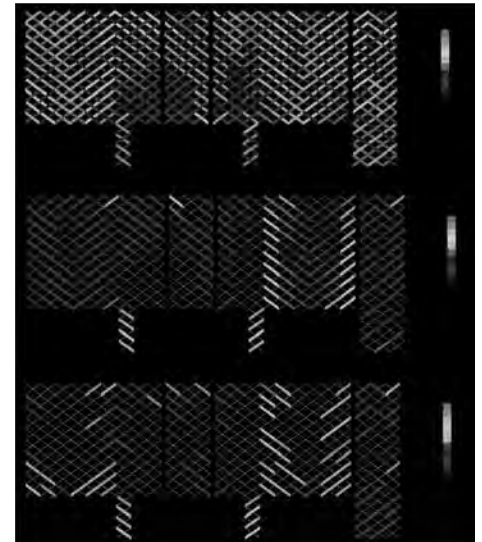


Among the architectural design goals for the Northwest Science Building was to anchor the corner of the *campus* master plan with a new laboratory while also creating new connections between the *campus* and the community beyond. Dodge Hall, the existing Varsity basketball gym, complicated matters as it is located directly below the new building; demanding a powerful structure to bridge the 120' width of the gym without compromising the openness needed to create the new connections. Conceived in direct response to these challenges, the new structure came to represent an important characteristic of the design.

Several approaches were considered to bridge the gym. Most were based on steel trusses to take advantage of their potential for fast construction as well as their inherent efficiency for the span. As the horizontal floor beams and vertical columns could be strengthened to contribute to truss action without influencing the architecture, the challenge became how to configure truss diagonals so as to function efficiently while responding the architectural design goals.

Our studies quickly demonstrated that the most efficient solution was to provide bracing along the whole height of the structure. Although this required a large number of diagonals, the structural efficiency of the system yielded the lightest structure possible. With the full height of the building engaged, the structure became so efficient in fact that not all panels between the beams and columns required bracing; creating an opportunity to influence the design with deliberate choices.

The design team coalesced around applying the concept of randomness, of great interest in other branches of math and science, to search for the design solution this science building. We developed a technique, with supporting software scripts, which we dubbed the "Random Structure Generator". Although that name became a fun part of our project jargon, a more proper, if less catchy, term would have been the "Structurally Guided Random Structure Generator". The process is illustrated in Figure 01. The upper third of the figure illustrates the first step, in which all four elevations of the structure are shown alongside one another. Each structural bay between floor beams and columns was braced with diagonal members at this stage. A structural analysis of that design yielded the axial forces that each member would be required to carry, as illustrated by the colors in the figure. It was at this point that the concept of randomness was applied. Each member was grouped by the level of force that it carried and a proportion of members in each group were then deleted from the model. Specifically, smaller numbers of heavily loaded members, and larger numbers of lightly loaded members, were removed. Once organized by this logic of structural engineering, the se-



01

lection of members was then made entirely at random, with the help of a computer-based random number generator. The new structure was analyzed again, yielding the results shown in the middle of Figure 01. The process was repeated, often several times, to progressively prune away structure, yielding designs like that illustrated at the bottom of Figure 01.

Having developed our "Random Structure Generator", we tuned the technique in many different ways to yield different designs. For example, increasing the proportions of members to be deleted produced sparse designs, while decreasing the proportions yielded more dense ones. We also experimented with deleting greater numbers of hard working members and fewer numbers of lightly loaded members. The results had more of an "irrational" appearance, as the loads were forced to find a more circuitous route to ground. Perhaps most intriguingly, the process revealed a different design each time it was applied. Many generations were explored for their aesthetic value and structural efficiency, before the design was complete.

The result of our structural generation process is illustrated in Figure 02 for the building's West Elevation. Note that along the lowest level spanning the gym, all panels have been braced; forming a complete truss. This served as a platform for the erection of the rest of the steel.

Figure 01 - Random Structural Generator.

Contava-se entre os objectivos do projecto de arquitectura do Edifício de Northwest Science ancorar a esquina do plano director do *campus* com um novo laboratório, criando ao mesmo tempo novas ligações entre o *campus* e a comunidade. Dodge Hall, o ginásio de basquetebol existente da Universidade complicava as coisas pois está directamente colocado por baixo do novo edifício. A cobertura de Dodge Hall não estava projectada para a carga do novo edifício, exigindo uma potente estrutura para abarcar a largura de 120' do ginásio sem comprometer a abertura necessária para criar as novas ligações. Concebida em resposta directa a estes desafios, a nova estrutura acabou por representar uma importante característica do projecto.

Foram consideradas várias abordagens para abarcar o ginásio. A maioria baseava-se em treliças de aço para tirar partido do seu potencial, com vista à celeridade da construção, assim como à sua inerente eficácia para o vão. Como as vigas horizontais do pavimento e as colunas verticais podiam ser reforçadas para contribuir para a acção das treliças sem influenciar a arquitectura, o desafio passou a ser como configurar as diagonais das treliças de modo a funcionar eficientemente ao mesmo tempo que satisfazia os objectivos do projecto de arquitectura.

Os nossos estudos rapidamente demonstraram que a solução mais eficiente era instalar contraventamento a toda a altura da estrutura. Embora isto requeresse um grande número de diagonais, a eficácia estrutural do sistema permitiu a estrutura mais leve possível. Envolvendo a altura total do edifício, a estrutura tornou-se de facto tão eficiente que nem todos os painéis, entre as vigas e as colunas, necessitaram de contraventamento, criando uma oportunidade para influenciar o projecto com escolhas deliberadas.

A equipa de projectistas uniu-se em torno da aplicação do conceito de aleatoriedade, de grande interesse noutros ramos da matemática e da ciência, para procurar a solução de projecto para este edifício de ciências. Desenvolvemos uma técnica, com *scripts* de software de apoio, a que chamámos "Gerador de Estruturas Aleatório". Embora este nome se tenha tornado uma parte divertida da nossa terminologia de projecto, um termo mais apropriado, se bem que menos sonante, teria sido "Gerador de Estruturas Aleatório Estruturalmente Guiado". O processo é ilustrado na Figura 01. O terço superior da figura ilustra o primeiro passo, no qual os quatro alçados da estrutura são mostrados ao lado uns dos outros. Nesta fase, cada vão estrutural entre as vigas do pavimento e as colunas foi escorado com elementos diagonais. Uma análise estrutural desse desenho produziu as forças axiais que cada elemento teria de suportar, como ilustram as cores na figura. Foi neste ponto que o conceito de aleatoriedade foi aplicado. Cada elemento foi agrupado pelo

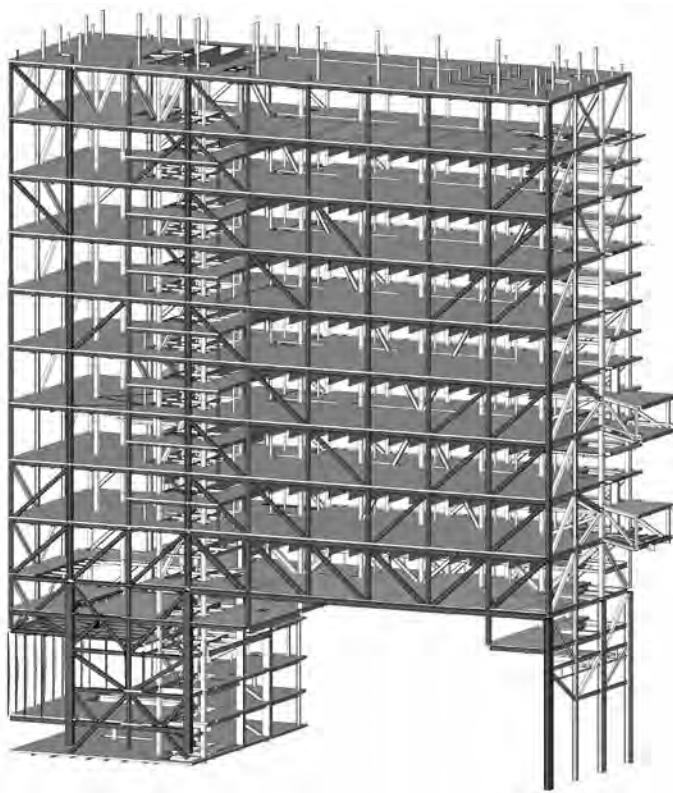
nível de força que suportava e uma proporção de elementos em cada grupo foi então eliminada do modelo. Especificamente, foram removidos números menores de elementos em carga máxima e números maiores de elementos em carga mínima. Uma vez organizada segundo esta lógica de engenharia estrutural, a selecção de elementos foi feita então inteiramente de modo aleatório, com a ajuda de um gerador numérico aleatório baseado em computador. A nova estrutura foi novamente analisada, produzindo os resultados indicados no centro da Figura 01. O processo foi repetido, com frequência várias vezes, para ir reduzindo progressivamente a estrutura, produzindo desenhos como o ilustrado na parte inferior da Figura 01.

Tendo desenvolvido o nosso "Gerador de Estruturas Aleatório", afinámos a técnica de muitas formas diferentes para obter desenhos diferentes. Por exemplo, o aumento das proporções dos elementos a eliminar produziu desenhos esparsos, ao passo que a diminuição das proporções produziu desenhos mais densos. Experimentámos igualmente a eliminação de números maiores de elementos em carga alta e números menores de elementos em carga leve. Os resultados apresentavam uma aparência mais "irracional" pois as cargas eram forçadas a encontrar um percurso mais tortuoso para o solo. Talvez o mais intrigante fosse o facto de o processo revelar um desenho diferente de cada vez que era aplicado. Foram exploradas muitas gerações pelo seu valor estético e eficácia estrutural antes de o desenho ficar completo.

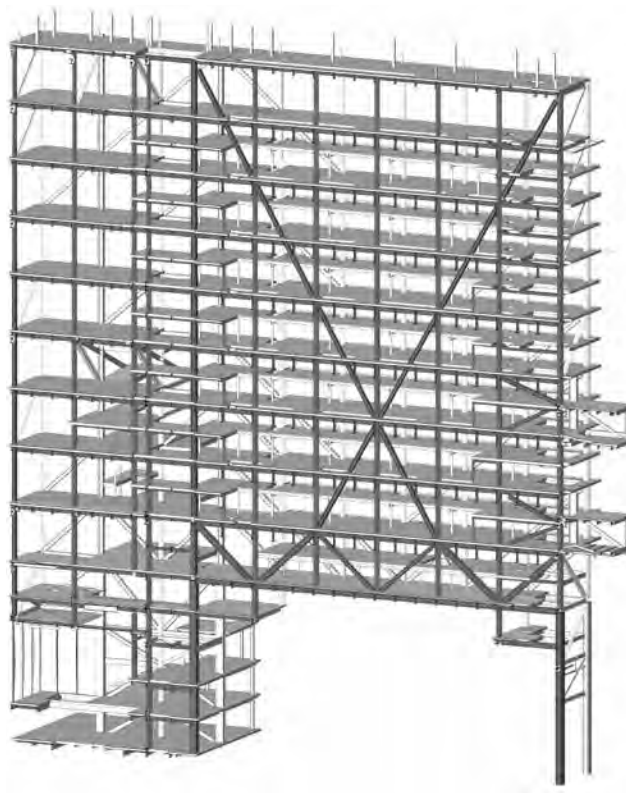
O resultado do nosso processo de geração estrutural é ilustrado na Figura 02 para o Alçado Oeste do edifício. Note-se que, ao longo do nível inferior abarcando o ginásio, todos os painéis foram escorados, formando uma treliça completa. Esta serviu de plataforma para a montagem do resto do aço. Contudo, realçamos que esta treliça inferior apenas é capaz de suportar cargas de construção. O equilíbrio do contraventamento é essencial para a capacidade da estrutura, a fim de suportar todas as cargas que experimentará em serviço, incluindo dos efeitos eólicos e sísmicos, assim como de ocupantes, acabamentos, equipamento e afins. Embora toda a estrutura do perímetro tivesse sido reforçada desta forma, a largura do edifício exigia pelo menos um plano adicional de estrutura reforçada. Isto é ilustrado na Figura 03, em que um padrão mais regular de contraventamento em V sustenta a treliça ao nível inferior.

Seguiu-se naturalmente o projecto estrutural para o extremo norte do edifício. Como simples extensão do sistema de treliças tridimensional, optámos por suspender a extremidade norte de uma asna. O arranjo geral é ilustrado na Figura 04, um corte do edifício virado a norte.

.....
Figura 01 - Gerador aleatório de estruturas.



02



03



04

However, we stress that this lower truss is capable of carrying construction loads only. The balance of the bracing is essential to the capacity of the structure to support all loads it will experience in service; including from wind and seismic effects, as well as from occupants, finishes, equipment, and the like. While all of the perimeter structure was braced in this manner, the width of the building demanded at least one additional plane of braced structure. This is illustrated in Figure 03, where a more regular pattern of chevron bracing carries the truss at the lowest level.

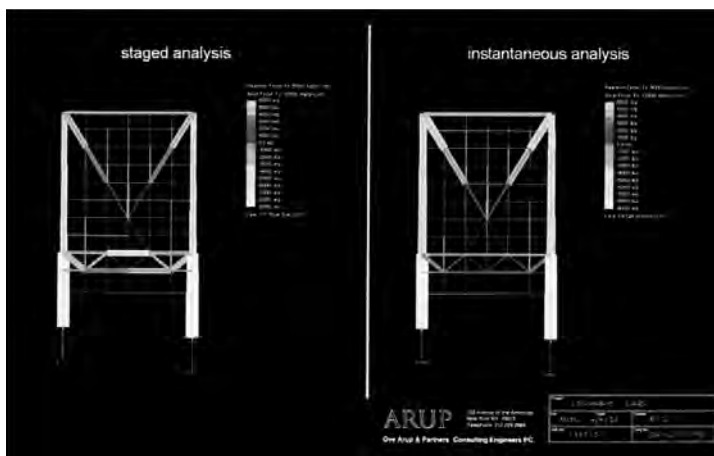
Structural design for the North end of the building followed naturally. As a simple extension of the three-dimensional truss system, we opted to hang the north end from a roof truss. The general arrangement is illustrated in Figure 04; a building section looking to the North. Hanging on ties from above, rather than bearing on columns from below, this structure supported increasingly more open spaces at the lower levels. Specifically, one tie ended just below the lab levels to create space for a large classroom while another tie was removed below the large classroom to create the column free café; suspended just above the street. Suspending the North portion of the building offered another important benefit as well; serving as an overall building counterweight to the span above the gym to the South, it offered a degree of balance the structure.

Relying on the full height of the building, the design posed a unique challenge for structural analysis. Typically, structural analysis can rely on a simplifying assumption that the building is complete before gravity is “turned on”. In this design however; each progressive floor constructed generates additional strength as it produces added load. As such, it is entirely possible that an interim condition would place a greater demand on a component than the final condition. To capture this effect properly, a staged analysis was required to study the structure throughout the construction process. The key principle is captured in Figure 05; with results from the required “Staged Analysis” on left and those from

the more conventional analysis on the right. As illustrated by the color plots, the lower truss must carry the entire construction load until erection reaches the roof level and the chevron brace is complete. Unlike the conventional instantaneous analysis, the staged analysis accurately captures the resulting increased demand on the lower truss and the reduced load in the chevron.

With construction considerations embedded in the structural analysis, a particularly intensive level of coordination was required between the designers and the builders. For example, a key constraint to construction was that concrete could not be poured above Level 9 until the steel was completed at Level 14, so as to limit loads on the lower truss until the superstructure bracing was complete. The design also built in several features to assist with construction. To erect the suspended structure to the North, for example, shoring points were identified in the design documents and small footings to support them were incorporated in the foundation design. These are highlighted in Figures 06 and 07.

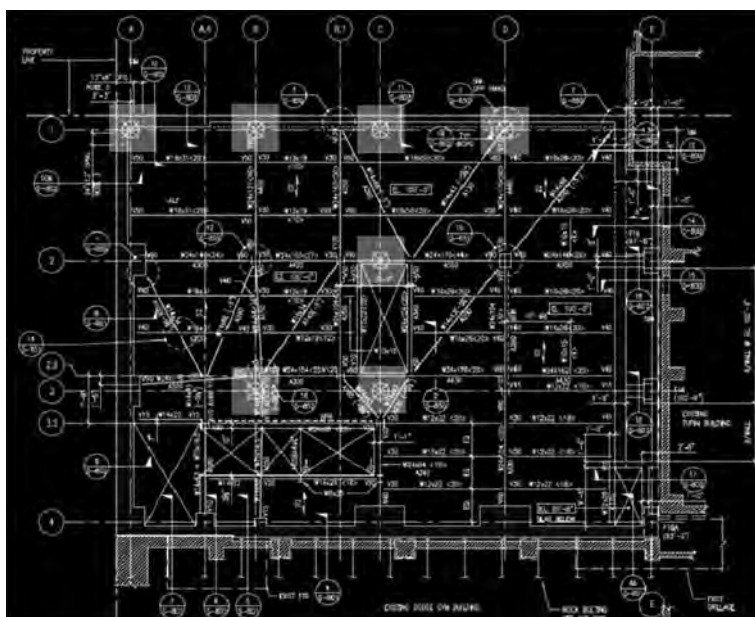
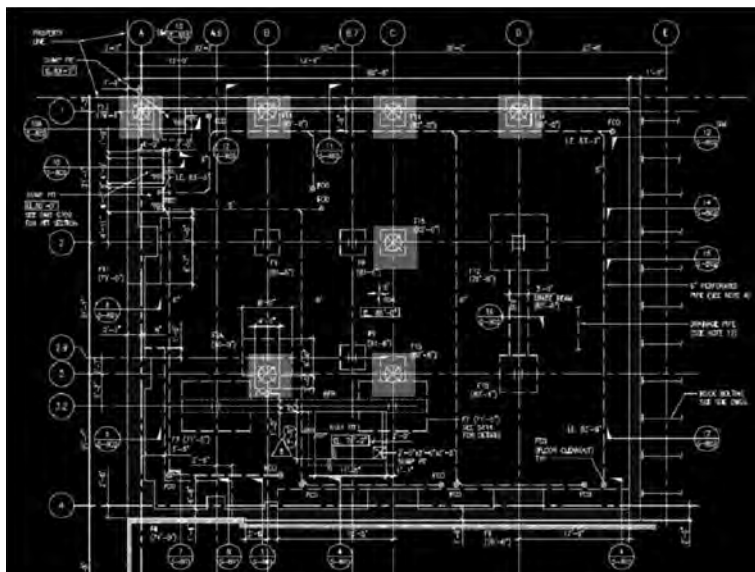
Figure 02, 03, 04 - Structural model views.
 Figure 05 - Staged analysis.
 Figure 06 - Temp foundation points.
 Figure 07 - Temporary shoring points.



Suspensa em tirantes em cima e não apoiada em colunas em baixo, esta estrutura suportava cada vez mais espaços abertos nos níveis inferiores. Especificamente, um tirante terminava imediatamente por baixo dos níveis de laboratório para criar espaço para uma ampla sala de aula, enquanto outro tirante era removido por baixo da grande sala de aula para criar o café livre de colunas; suspenso imediatamente acima da rua. A suspensão da parte norte do edifício oferecia também outra vantagem importante; servindo como um contrapeso global do edifício ao vão sobre o ginásio a sul, oferecia um certo equilíbrio à estrutura.

Dependendo da altura total do edifício, o projecto apresentava um desafio único à análise estrutural. Tipicamente, a análise estrutural pode assentar numa assumpção simplificadora de que o edifício está concluído antes de a gravidade ser “acionada”. Neste projecto, todavia, cada pavimento progressivo construído gera força adicional pois produz acréscimo de carga. Como tal, é inteiramente possível que uma condição provisória colocasse uma maior solicitação sobre uma componente do que a condição final. A fim de capturar correctamente este efeito, foi necessária uma análise por etapas para estudar a estrutura durante todo o processo de construção. O princípio-chave é representado na Figura 05, com resultados da necessária “Análise por Etapas” à esquerda e os da análise mais convencional à direita. Como os gráficos coloridos ilustram, a treliça inferior deve suportar a carga de construção total até a edificação alcançar o nível da cobertura e o contraventamento em V estiver concluído. Ao contrário da análise convencional instantânea, a análise por etapas captura com rigor a maior solicitação resultante sobre a treliça inferior e a carga reduzida na estrutura em V.

Com considerações construtivas incorporadas na análise estrutural, foi necessário um nível de coordenação particularmente intensivo entre os projectistas e os construtores. Por exemplo, uma limitação fulcral era que o betão não podia ser vertido sobre o Nível 9 enquanto o aço não estivesse concluído no Nível 14, a fim de limitar as cargas sobre a treliça inferior até que o contraventamento da super-estrutura estivesse concluído. O projecto incorporou também vários elementos para apoiar a construção. Para erigir a estrutura suspensa a norte, por exemplo, foram identificados pontos de escoramento nos desenhos do projecto e foram incorporados pequenos apoios para os suportar no projecto de fundações. Estes estão indicados nas Figuras 06 e 07.



05
06
07

.....
Figura 02, 03, 04 - Modelos estruturais.
Figura 05 - Análise por fases.
Figura 06 - Fundações temporárias.
Figura 07 - Apoios temporários.



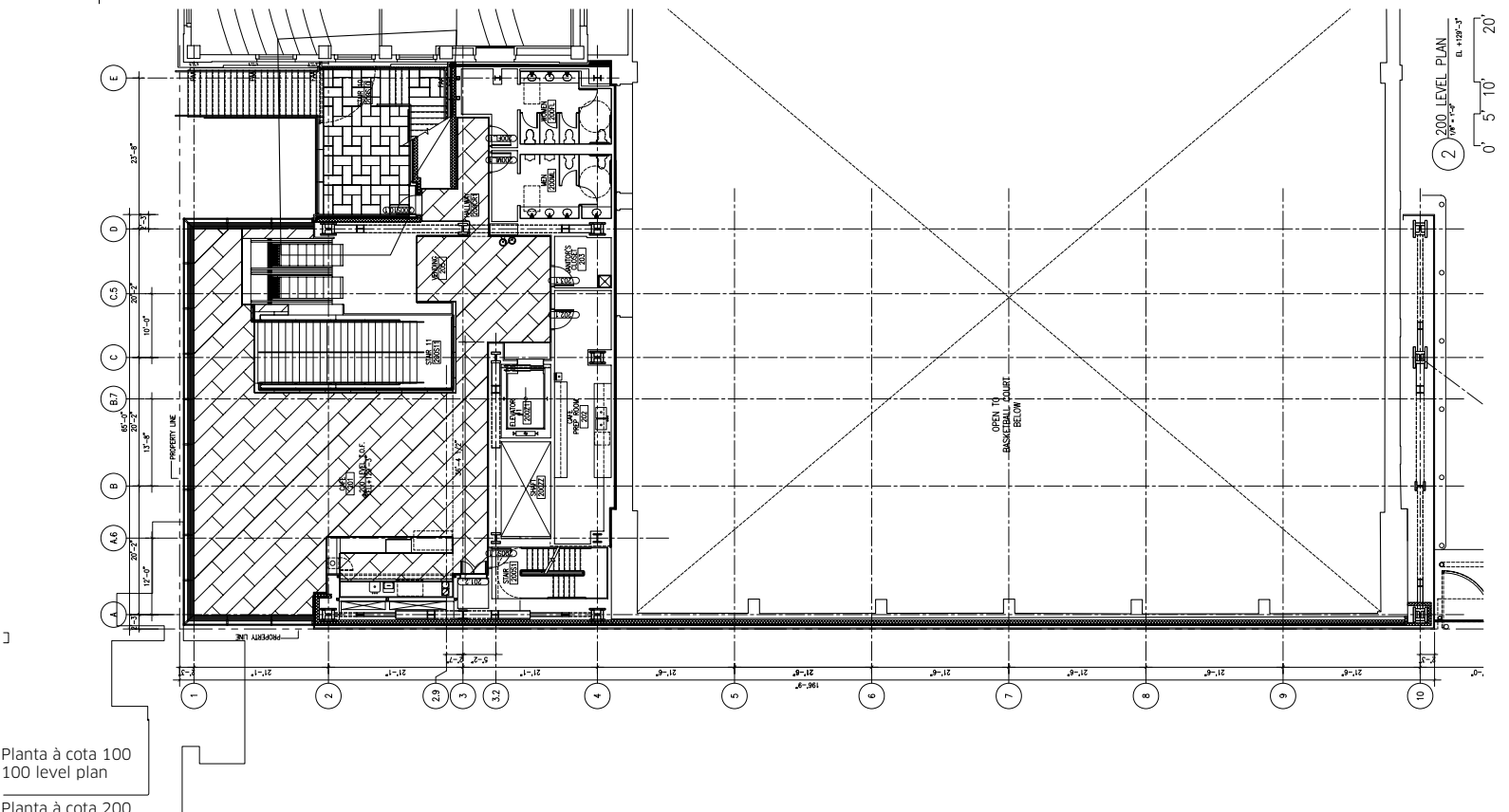
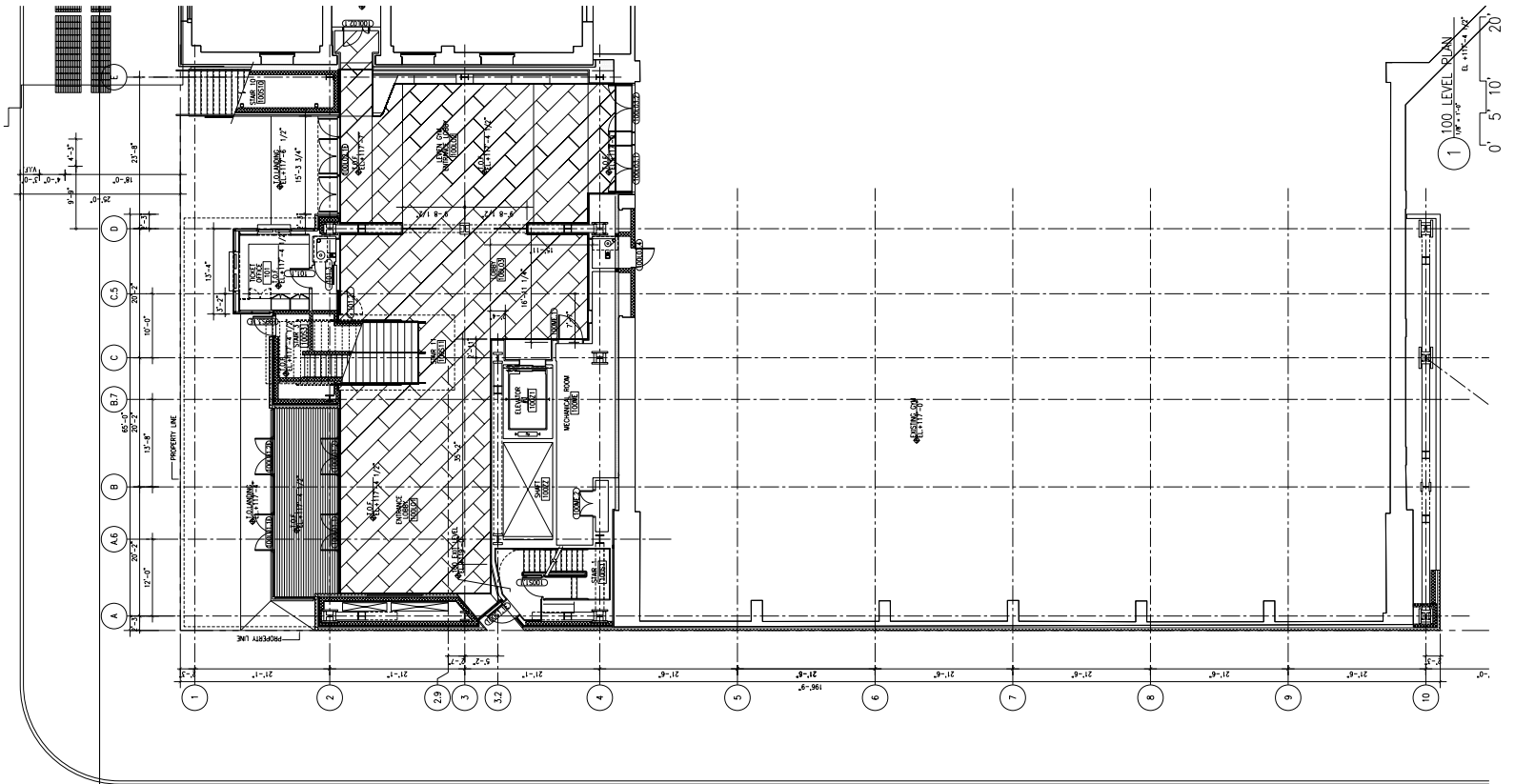
Broadway +120 street, 2010



Brodway, 2010

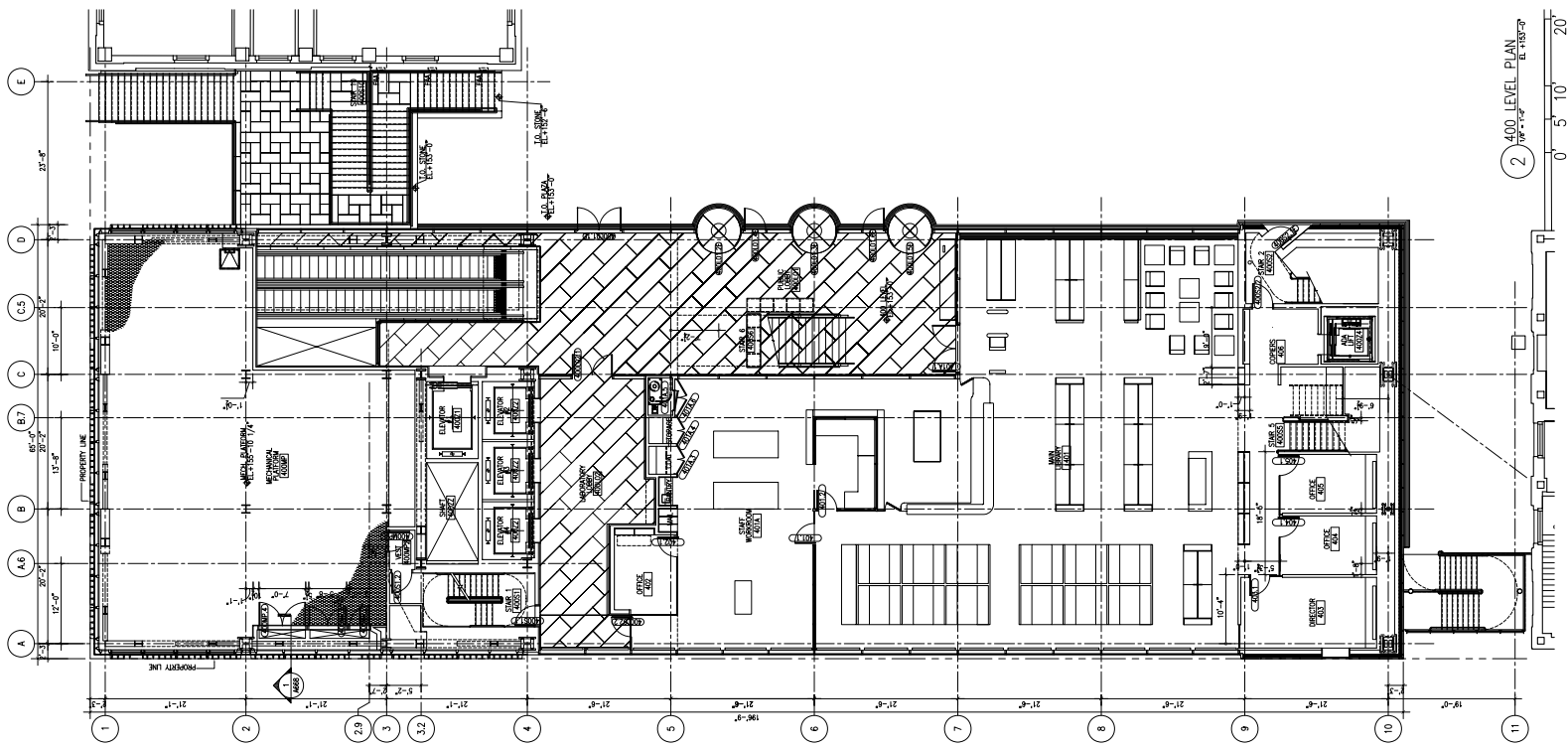
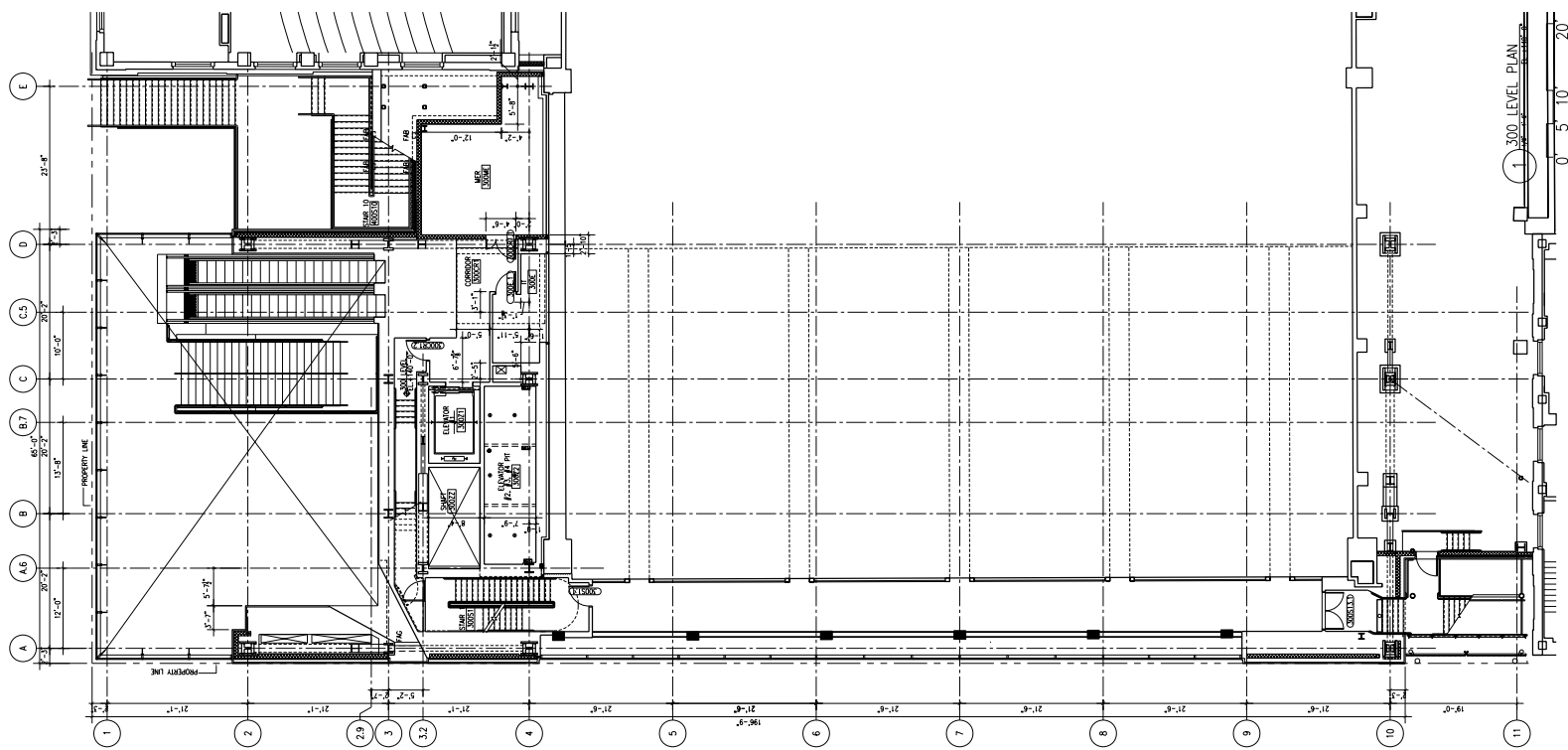
Desenhos gerais

General arrangement drawings



Planta à cota 100
100 level plan

Planta à cota 200
200 level plan

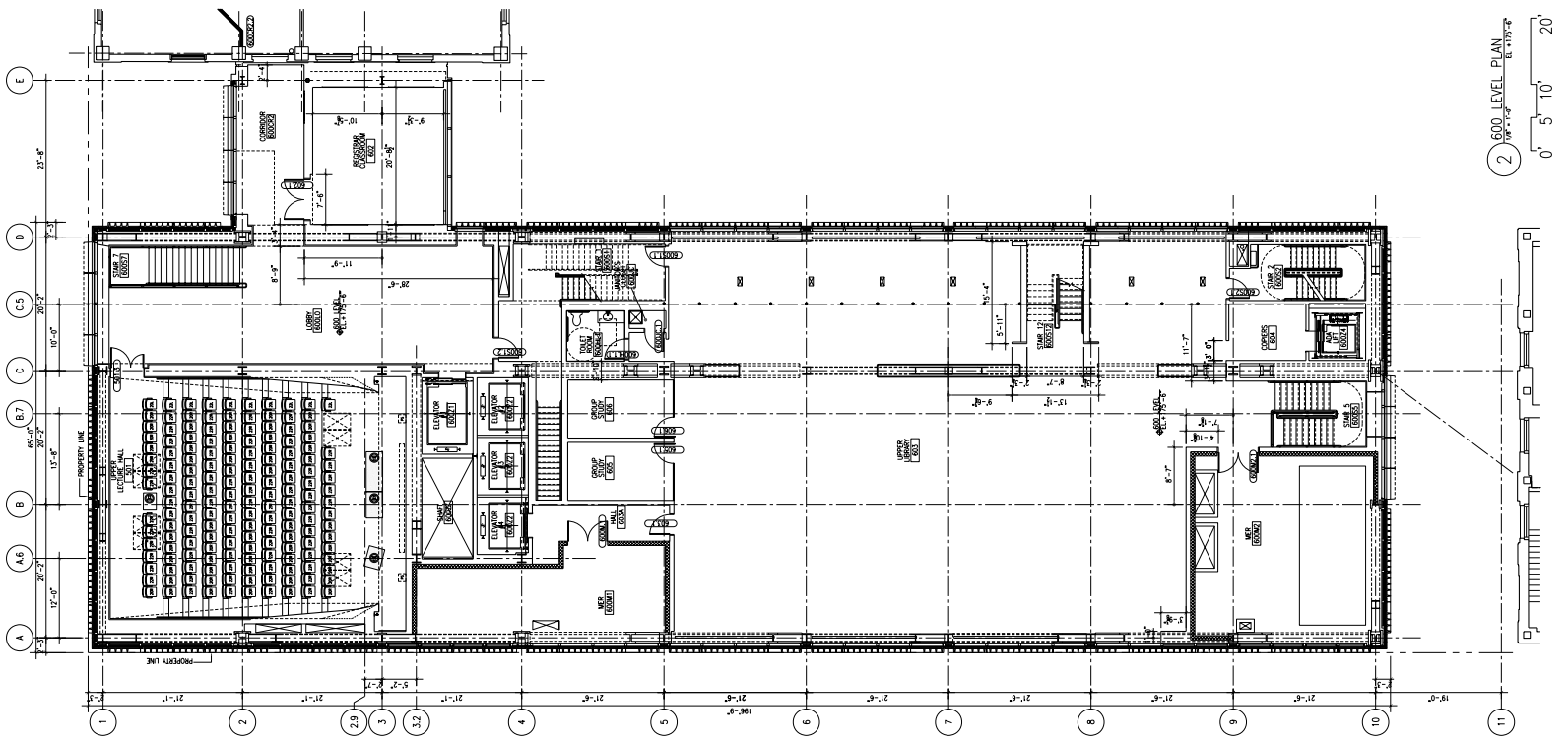
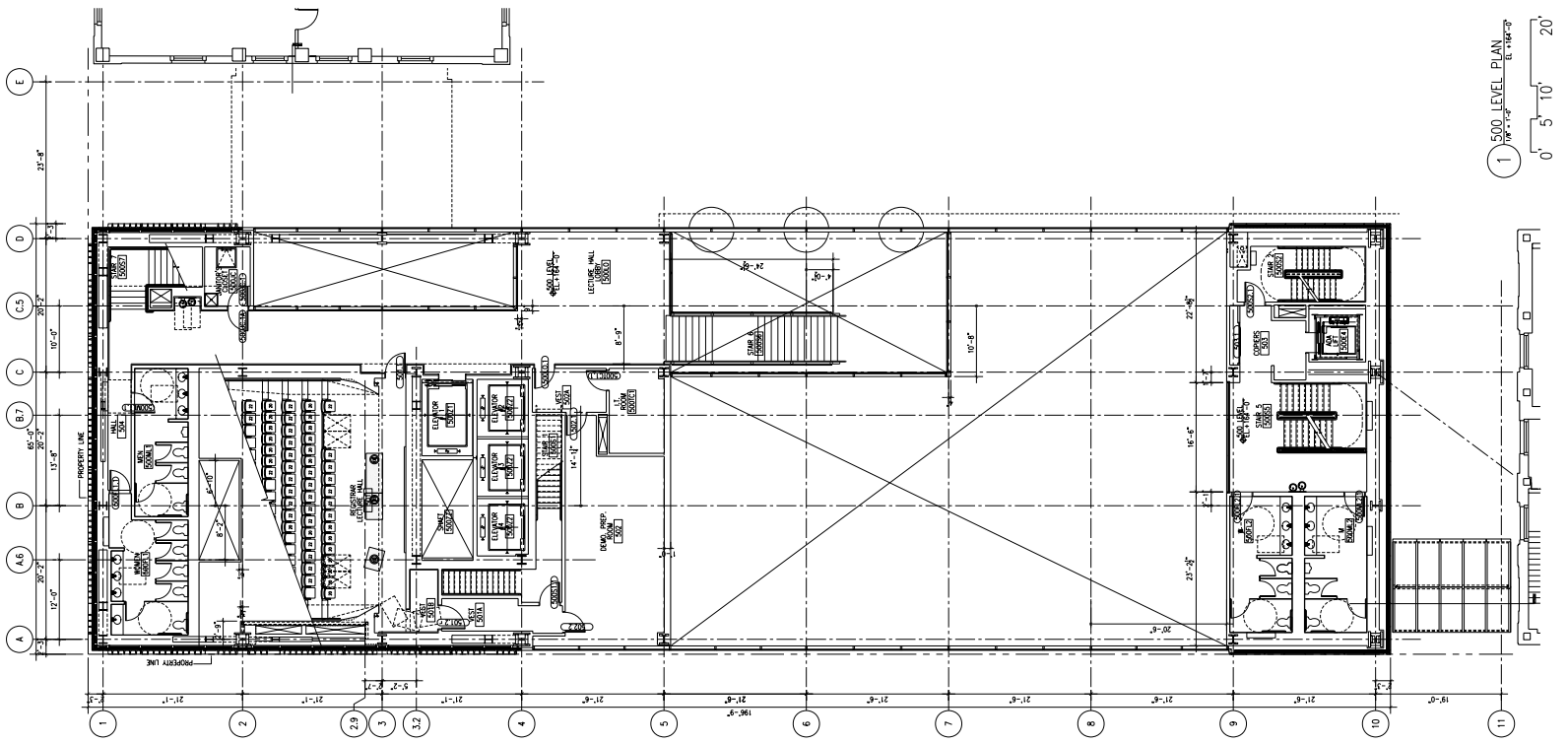


Planta à cota 300

300 level plan

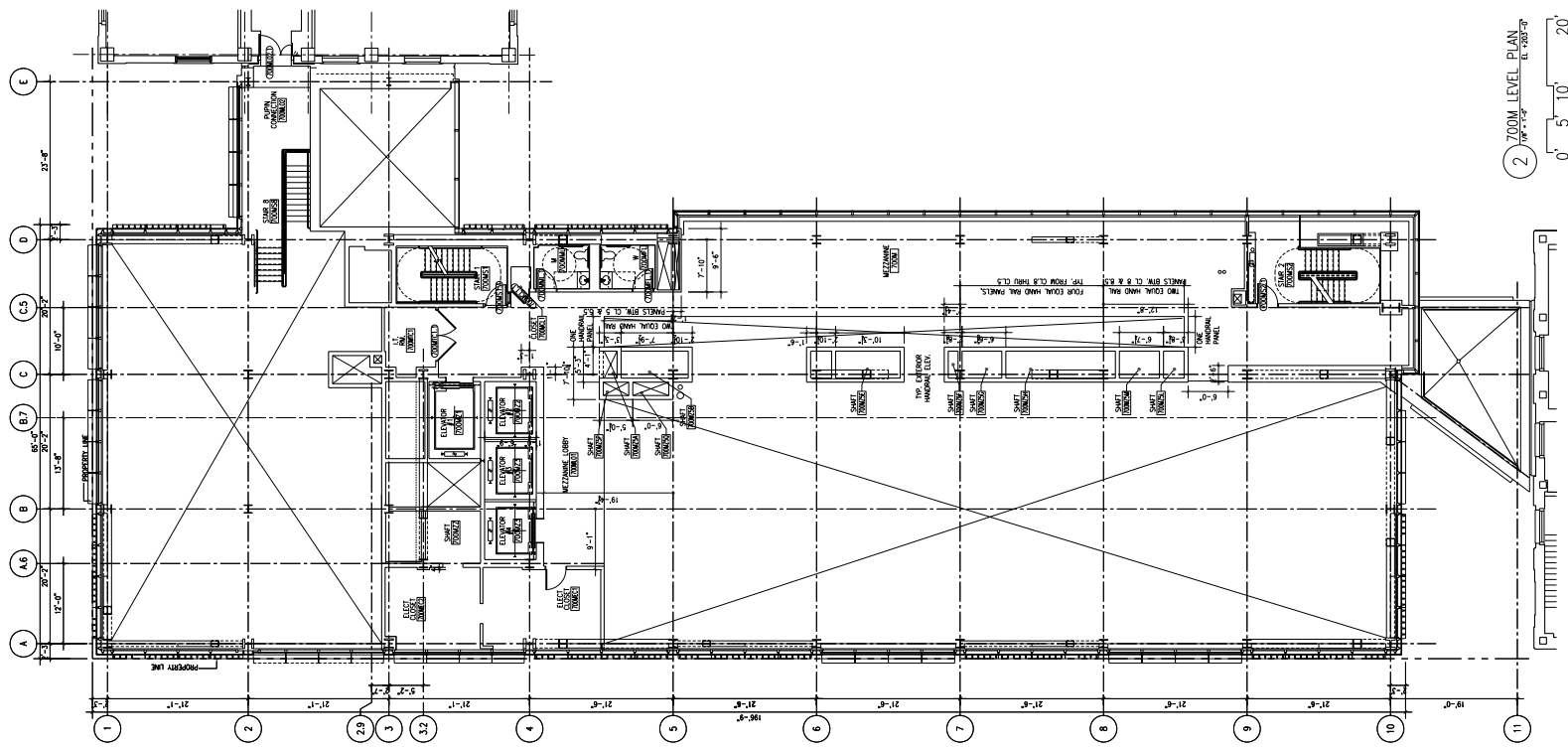
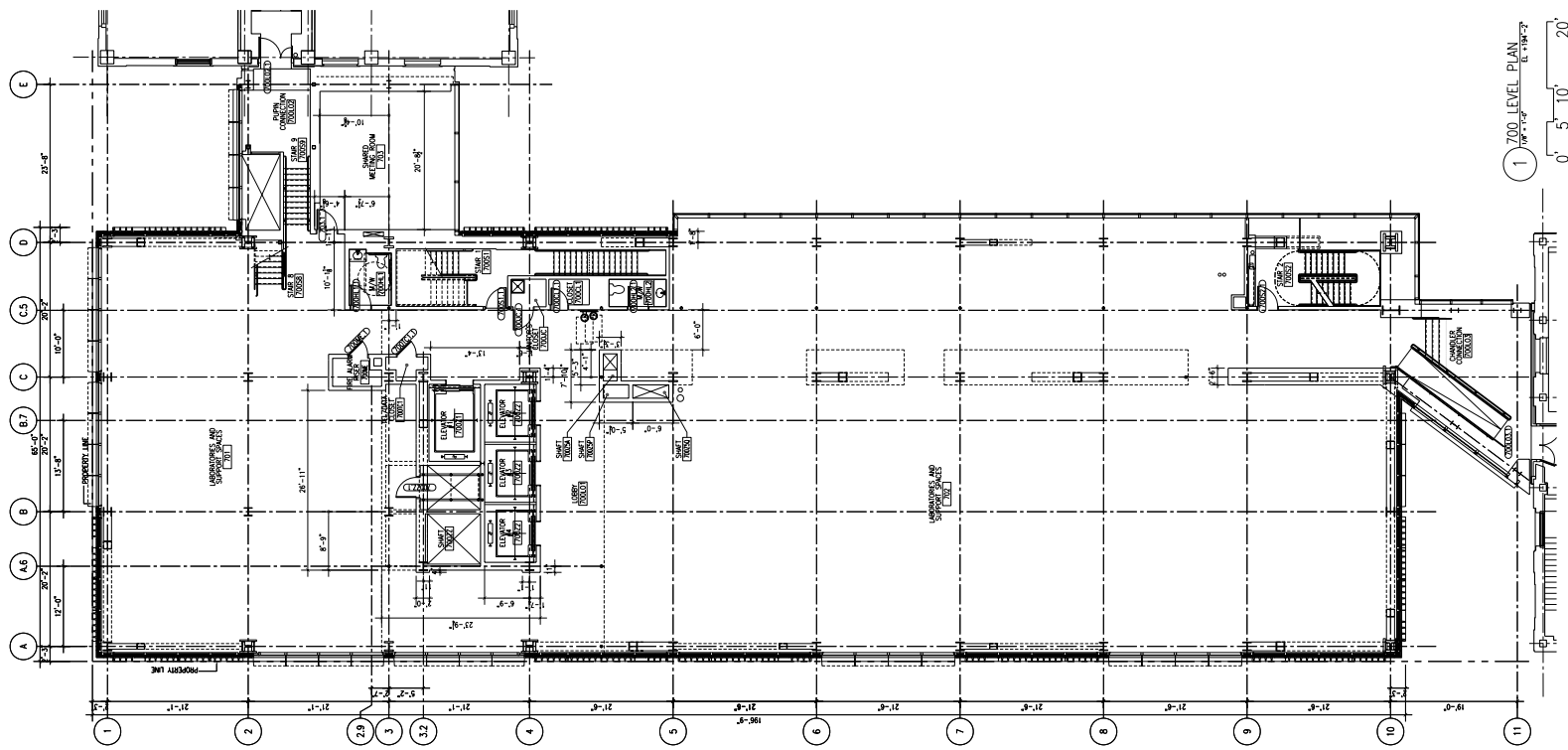
Planta à cota 400

400 level plan



Planta à cota 500
500 level plan

Planta à cota 600
600 level plan



Planta à cota 700

700 level plan

Planta à cota 700, mezzanine

700 level plan, mezzanine

Imagens de obra
Construction images





technology architecture technology architecture

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Here, in both Columbia and Murcia, you play with the ambiguity between structure and ornament. Was the structure of the façade in this building composed at once by the architect and the engineer...?

Because in Murcia it stems from the altarpiece, right?

RM: In Murcia it only came from the architect. In Murcia the architect provided the engineer with what to do and here it was the engineer who established the first patterns for the geometry of the building. What happens is that, really, it's in the manipulation of those guidelines by the architect that his work is focused.

At this time I'd also say that without architectural

intervention the engineer's guidelines have no value. What this means is the response to a more general problem of the History of Architecture, which refers to the manner in which a structure is filled in. From our western culture, since gothic architecture, the difference between what architecture and infilling is has been a generic and substantial question. In this case it's a hybrid solution and, in a way, is not ambiguous. It's more hybrid than ambiguous. Because it's not like in some buildings by Mies, in which the infilling works directly with the structure. The structure here is behind, and is occupying exactly all the guidelines for the finish of the aluminum façade. But it's in this adjustment, that which goes from the infilling to the structure, that the work of the architect lies, which in this case also entails - for programmatic reasons too - that for the labs it somehow makes

no difference where the windows are and where they're not. Hence the randomness, or rather the need for the structure to become random almost with an aesthetic brand. This is the question that arises in a project like this.

CdO: While I was here working in your office, I saw how some of your projects employ a rule of composition for the façade. For example, in Houston we were working with the composition of Fibonacci. In this case does the rule of composition come from the structure, from what dictates the structure?

RM: Well, here there's not so much a numeric component, though it exists... The question you ask is pertinent because in this project the condition of overlapping horizontal planes is what provides the key visual structure which then... let's see how to explain it... In fact the building

gria na estrutura. oggy in ctore

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Tanto em Columbia como em Murcia, joga com a ambiguidade entre estrutura e ornamento. Neste edifício, a estrutura da fachada foi composta pelo arquitecto ou pelo engenheiro?

Porque em Murcia nasce do altar, certo?

Rafael Moneo: Em Murcia nasce só do arquitecto, o arquitecto indicou ao engenheiro o que fazer. Aqui foi o engenheiro que estabeleceu os primeiros padrões da geometria do edifício. O que acontece é que foi na manipulação dessas directrizes que se centrou o trabalho do arquitecto. Mas sem a intervenção arquitectónica essas directrizes do engenheiro não tinham valor. Isto pressupõe a resposta a um problema mais

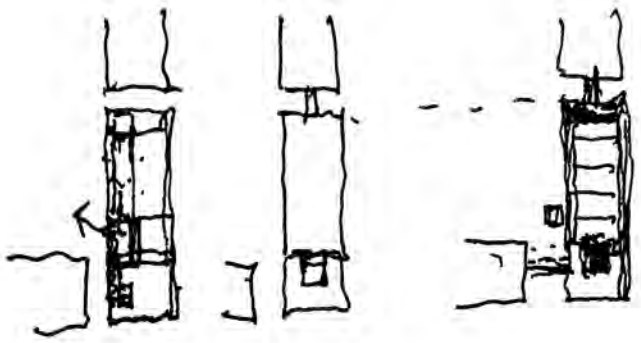
geral da História da Arquitectura, aquele que faz referência ao modo como se fecha uma estrutura. Na nossa cultura ocidental, desde a arquitectura gótica, a diferença entre o que é a arquitectura e a envolvente exterior do edifício tem sido uma questão genérica e substancial.

Neste caso, trata-se de uma solução híbrida e, de certo modo, não é ambígua. É mais híbrida do que ambígua. Porque não acontece como em alguns edifícios de Mies, nos quais a envolvente exterior (aquilo a que os americanos chamam "infilling") trabalha directamente com a estrutura. A estrutura aqui está por trás, e está exactamente a ocupar tudo aquilo que são as directrizes que desenham o acabamento da fachada em alumínio. Mas é nesse ajustamento, o que vai do encerramento da envolvente exterior à estrutura, que está o trabalho do arquitecto. Neste caso também leva - e

além disso por razões de programa - a que, para os laboratórios, seja de certo modo indiferente onde se encontram as janelas e onde não as há. Então a aleatoriedade, melhor dizendo, a necessidade da estrutura converte-se em aleatoriedade quase com marca estética. Essa é a questão que se coloca num projecto como este.

CdO: Enquanto trabalhava aqui no seu escritório, observei como em alguns dos seus projectos se empregava uma regra de composição para a fachada. Por exemplo, em Houston trabalhamos com a composição de Fibonacci. Neste caso, a regra de composição vem da estrutura, daquilo que dita a estrutura?

RM: Bem, aqui não há tanto uma componente numérica, embora também a haja... É pertinente a pergunta que fazes porque neste projecto a condição de sobreposição de planos horizontais



01

is these horizontal planes, but then what you are working is the façade, is the vertical plane. The numeric appears more from the geometry than simply from the numbers. In this sense, this façade is more geometric than that of Murcia, which would be more numerical. But that's also linked to the constraint of having to accept here that the laboratory is the overlap of these horizontal planes. From these you take the problem to the vertical plane and the façade and, therefore, the geometry, and not only the numerical order.

CdO: The organisation that you made of the brief, almost typifying the laboratories and offices, has left you free to compose the front almost like an abstract drawing, as an abstract composition, in direct response to the program.

RM: We shouldn't talk of "composing" the façade, because this façade is not "composed". In this sense, in fact, the work of the architect is more in the manipulation of this surface geometry, in trying to transform the structure dictated by necessity into a consistent visual substance. It may also be a game on our part. The engineer wouldn't have cared if we introduced other diagonals for composition, but we haven't.

CdO: You could say that the rules were made by the engineer.

RM: Yes, well, and accepted, rather, used by us. Not that there is no work by the architect, it's just that there's none of the architect's work in the composition. You could probably use this term in the sense of music. This project is more reminiscent of the studies a composer makes for a fugue than that of someone aiming to shape a melody. And it could also be said that Murcia, in that sense, is more concerned that the façade

has something melodic, while here is more a reference to the fugue, to music that responds to itself, where what you find are the echoes of the same problem on another higher level, but always the same problem, the same issue.

CdO: So in this project, the composition of Murcia does not have this great weight that I had heard it had...

RM: It makes sense to speak of Murcia, but I understand that what you have to address is the differences between Murcia and Columbia. It's these differences that matter, not the similarities.

CdO: Speaking of engineering, and simplifying things a little, for me this building is derived from a structure, a façade that is separable, which is restricted by the structure. But there's one issue that I haven't understood very well, that is the decision to suspend the floors. Was it a structural decision? On the other hand, one notices a great freedom in defining the interior spaces. Was this something that came from that decision?

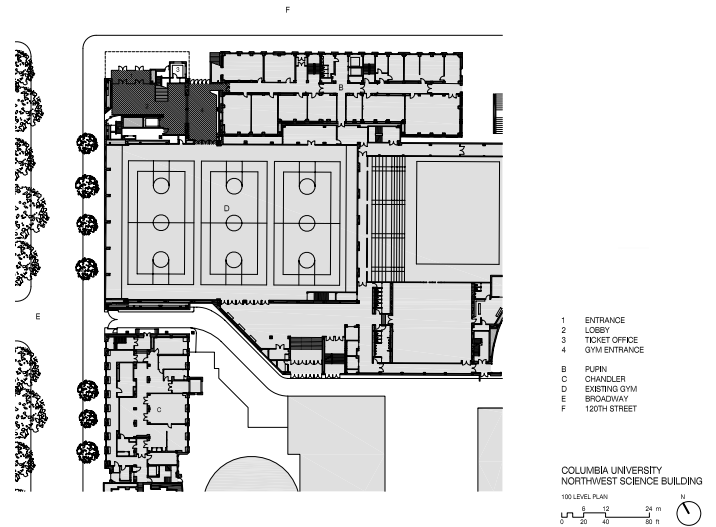
RM: Yes, you could say that.

CdO: But are the floors suspended from the structure?

RM: They are hung, we needed to hang "this" from here [pointing at the plans]. What we wanted was that the building should move a little, like a... here's the gym and here's the street. This is built putting these beams [he draws] and then coming to build here... but this is hanging from there. And this suspension is what enables us to avoid the whole thing being strictly symmetrical.

CdO: There are three partial problems: the structure, the façade and the interior spaces, and there's a condition that is this base structure.

RM: Well, let's say it's the two points following



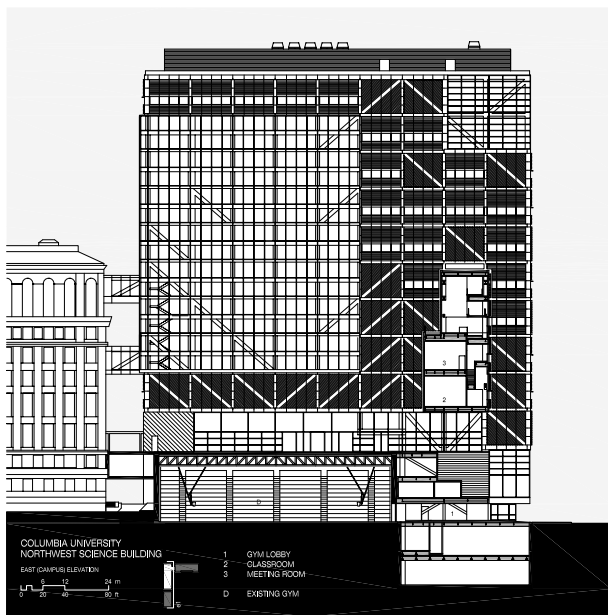
02

those that you mentioned, let's say they are two different moments. That is, the moment of resolving the façade, the infilling of the façade, is not the same moment as resolving the complexity of the spaces. This would lead to something that I've also spoken about on other occasions and which is important. I mean the idea of trying to move freely in confined spaces, the concept of compact architecture. In this case, we return to what I said at the start, how it's misleading to think that this is a simple building, because it's quite the opposite, it's an extremely complex building. But in Columbia this complexity is also energised and activated by the contact the building has to have with the two neighbouring buildings, Pupin and Chandler. And with the street. And with the campus. And all this dictates the kind of multiple attack from possible directions of movement, which the building is nevertheless capable of assuming. And it does so in those spaces that are most lived in. As I was saying earlier, [drawing] this is the space for the labs, these are the teachers' offices, the corridor, and all this creates a unit. And everything is repeated again, with absolute autonomy and freedom. And all this in turn is connected to the stairs, services, etc.

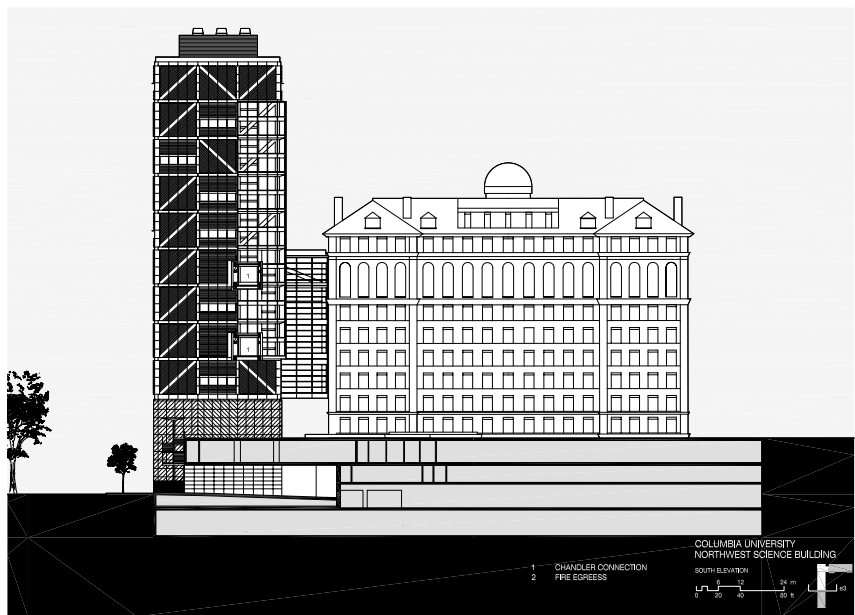
CdO: It's a very difficult programme. And it may have been this simple response to the brief that allowed you to take this step.

RM: In reality it's also another example of an architecture that shows that it's possible to solve briefs not only by disassembling them, not necessarily by

Figure 01 - Croquis of the Northwest Science Building, 2005.
Figure 02 - 100 level plan.
Figure 03 - East (Campus) elevation.
Figure 04 - South elevation.



03



04

é a que proporciona a estrutura visual-chave que logo..., vamos a ver como explico...

Na realidade do edifício são estes planos horizontais, mas quando se está a trabalhar é a fachada, é o plano vertical. O numérico aparece mais da geometria do que simplesmente do numérico. Neste sentido, esta fachada é mais geométrica do que a de Murcia, que seria mais numérica. Mas isso liga-se também à imposição de ter de aceitar que um laboratório é a sobreposição desses planos horizontais. Daqui levamos o problema ao plano vertical e à fachada e, portanto, à geometria, e não só à ordem numérica.

CdO: A organização que fez do programa, tipificando os laboratórios e os gabinetes, deu-lhe a liberdade de compor a fachada quase como um desenho abstracto, como uma composição abstracta, como resposta directa ao programa.

RM: Deveríamos prescindir de dizer “compor” a fachada, porque esta fachada não está “composta”. Na realidade, o trabalho do arquitecto está mais na manipulação dessa geometria superficial, em tratar de transformar em substância visual consistente a estrutura ditada pela necessidade. Também pode ser que, pela nossa parte, seja um jogo. Ao engenheiro não teria importado que nós tivéssemos introduzido outras diagonais por um problema de composição, mas não o fizemos.

CdO: Poderia dizer-se que as regras foram dadas pelo engenheiro.

RM: Sim, e aceites, melhor dizendo, utilizadas por nós. Não é que não haja trabalho de arquitecto, na realidade não há trabalho do arquitecto a ditar a composição.

Poderia talvez utilizar-se este termo no sentido da música. Este projecto recorda mais o exercício

de um músico quando compõe uma fuga do que o de alguém que procura dar forma a uma melodia. E poderia dizer-se que Murcia, nesse sentido, se preocupa mais que a fachada tenha algo melódico, enquanto que Columbia se refere mais a uma fuga, a uma música que responde a si mesma, em que o que vais encontrando são os ecos de um mesmo problema noutra nível mais alto. Sempre o mesmo problema, a mesma questão.

CdO: Então a referência de composição de Murcia não tem esse peso tão grande...

RM: Tem sentido falar de Murcia, mas entendo que aquilo a que há que atender é a quais são as diferenças que existem entre Murcia e Columbia. São estas diferenças que interessam, não as semelhanças.

CdO: Falando de engenharia, e simplificando um pouco as coisas, para mim este edifício obtém-se de uma estrutura, de uma fachada que é separável, que está condicionada pela estrutura. Mas há uma questão que não entendi, que é a decisão de suspender os pisos. É uma decisão estrutural? Percebe-se também uma grande liberdade na definição dos espaços interiores. Isto é algo que deriva dessa decisão?

RM: Sim, poderia dizer-se assim.

CdO: Mas os pisos estão suspensos da estrutura?

RM: Estão pendurados, nós necessitámos de pendurar “isto” de aqui [assinalando sobre as plantas]. O que nós queríamos era que o edifício se movesse um pouco como um... aqui está o ginásio e aqui está a rua. Isto constrói-se passando estas vigas e construindo do outro lado... fica assim tudo “pendurado”. É essa suspensão que permite evitar que tudo isto seja estritamente simétrico.

CdO: Há três problemas parciais: a estrutura, a

fachada e os espaços interiores, e há uma condição que é esta estrutura-base.

RM: Bem, digamos que são os dois pontos seguintes a que te referiste, digamos que são dois momentos distintos.

Quer dizer, o momento de resolver a fachada. O encerramento da fachada não coincide com o momento de resolver a complexidade dos espaços, isto levaria a algo de que também falei nalguma outra ocasião e que é importante. Refiro-me à ideia de se mover com liberdade em espaços fechados, ao conceito de arquitectura compacta.

Neste caso – voltamos ao que dizia no princípio, quanto é enganoso pensar que este é um edifício simples, porque é bem ao contrário, é um edifício extraordinariamente complexo. Mas essa complexidade está em Columbia animada e activada também pelos contactos que o edifício tem que ter com as duas edificações vizinhas, quer seja com Pupin quer seja com Chandler. E mesmo com a rua e com o campus. Tudo isso dita essa espécie de ataque múltiplo de possíveis direcções de movimento que, sem dúvida, o edifício é capaz de assumir. E fá-lo nos espaços que são mais vividos.

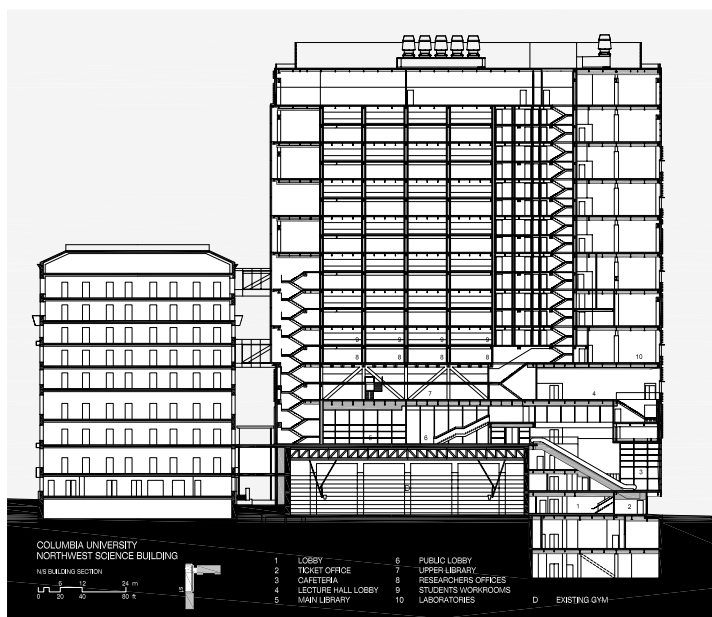
Como vos estava a dizer antes, [desenhando] o espaço dos laboratórios, os gabinetes para os professores e o corredor criam uma unidade, que se vai repetindo com autonomia e com absoluta liberdade. Tudo isso está por sua vez, ligado com o que são escadas, serviços, etc.

Figura 01 - Croquis do Edifício Northwest Science, 2005.

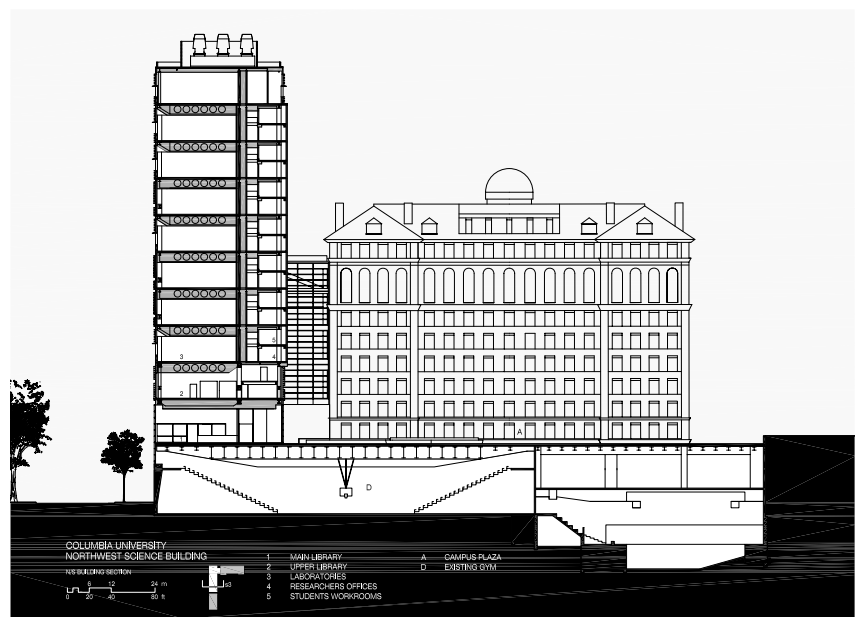
Figura 02 - Planta à cota 100.

Figura 03 - Alçado nascente (Campus).

Figura 04 - Alçado sul.



05



06

fragmenting its elements, but moving them freely. There is a freedom, perhaps more restricted, but a freedom embedded in a prism or a more simple volume. In that this building is really quite exemplary, easily the most complex I have built. An example of compact architecture is the Houston Museum. But that's only on these horizontal planes. Anyway, in terms of thinking about how architecture is done, the Houston project and this at Columbia are not unrelated, are not far away.

Do you think there's a methodological complicity amongst the design team, between the architect and the engineers, in this case the structural engineers? Is it necessary for a building to be able, as you say in your latest book, to raise emotions like a sonnet?

RM: I'll start by answering the last part of your question. Let's say that in its closed condition this building has the limitations a sonnet has. Of course, the limits of the sonnet are those imposed by the metre, while here it's us that are imposing the metre. Some of these parallels are never so precise or accurate, but this limitation effectively has something to do with it.

But back to the question of the relationship with the engineer. The engineer is extremely competent, valuable and intelligent, but the complicity, to use your word, arises more out of respect and the sense of ease we felt with him. Complicity doesn't mean coincidence in time, that is to say, we didn't all work together at the same time, but the complicity to which you refer lies rather in trust than temporal coincidence. We didn't think the project through together, we told the engineer what we wanted and he solved it pretty well.

Now I'd like to move on to a topic in relation

to the engineers, which I think is important but which we're omitting. I'm referring to the facilities. It's clear that in reality we are finishing the building in regard to construction and architecture. But when I walk through the building, I have the feeling that I've given other people something to do - just as the engineer has given me something to do. I've given other people a space and a structure, a base, rather than a space, that was then filled with so many other things I know nothing about. And there comes a moment when I realise that I have nothing to do with the veins, the nerves, the sensors that this building has. I don't know anything about all the thousands of systems... that is, it's as if our body is an inanimate body, lifeless. The life of the building has been provided by others. In the case of Columbia, this world of facilities goes beyond what we normally find, which are more primary facilities such as electrical, or air conditioning, and are the first breath the building takes, that is not the architect's. But in this case there are many, many things that I don't know, and that's why I like to see the building as a base that takes on its life later, a life that I haven't given it.

CdO: That was my question, how is the composition of spaces done, in technical terms. There are many machines on the upper floors, I imagine.

RM: Yes, there are.

CdO: And this was decided by the University?

RM: Yes, it was imposed. But what I'm saying is that when I go now, I see the building so full of cables that I can't believe it's so physically full, and I ask myself: how have they managed to leave spaces that can have so many things in? You have no idea. In this regard, it's like when

you open the hood of a car. I really don't know who the designer of a car is, if it's the man who makes the body, or who it is... But it's true that this case is different from what happens in a building, but I don't know..., I also realise how, when Louis Kahn or Rayner Banham emphasise so much the fact that on one hand there's the facilities and on the other the spaces, they are suggesting a very different option to that of Columbia, where the facilities are closely linked to the physical reality of the building itself. In that sense, what we are doing is certainly more contemporary than what Louis Kahn would have done when visualising these spaces for the facilities, because the facilities can't be seen when they're occupying the space in such a way.

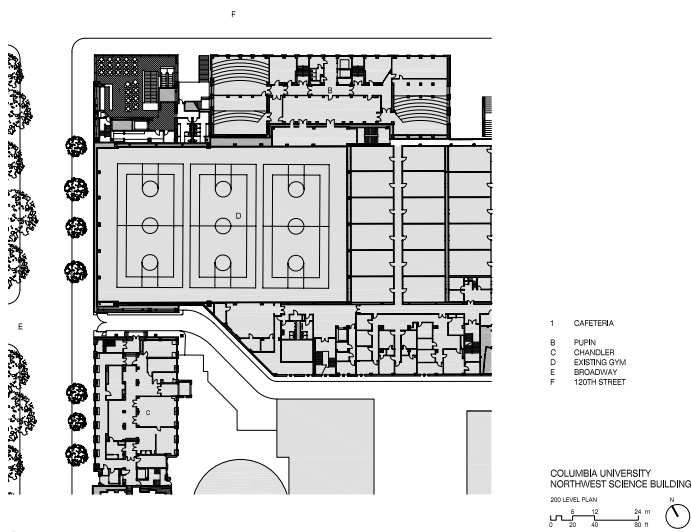
CdO: What about the technical complexity? Now's the time to tell us your opinion.

RM: I must say how much we've been on the outside. I can't help but feel we've provided the guidelines for someone to make a laboratory of the space.

CdO: The magazine tries to educate architects and engineers in what others do, to let them look inside their working methods.

RM: Yes, but this is exactly what I'm saying. That's why I wanted to show the section. It's that the building is physically full. But then, each of the labs is a different world.

Figure 05 - N/S longitudinal section.
Figure 06 - N/S cross section.
Figure 07 - 200 level plan.



07

CdO: É um programa muito difícil. E talvez tenha sido essa resposta simples ao programa que permitiu dar depois este grande passo.

RM: Na realidade, é também mais um exemplo de uma arquitectura que mostra que é possível resolver programas não apenas desconjuntando, não necessariamente fragmentando os seus elementos, mas sim movendo-os com liberdade. Há uma liberdade, se queres, mais restringida, mas uma liberdade encerrada num prisma ou num volume mais simples. Nisso este edifício é na verdade muito paradigmático, seguramente o mais complexo dos que eu construí.

Um exemplo de arquitectura compacta é o Museu de Houston, mas apenas sobre os planos horizontais. Mas, se pensar como a arquitectura se faz, o projecto de Houston e este de Columbia não estão afastados, não estão muito distanciados.

CdO: Acha que há uma cumplicidade metodológica entre os projectistas, entre o arquitecto e os engenheiros, neste caso, os de estruturas? É necessário que um edifício tenha a capacidade de, como disse no seu último livro, emocionar como um soneto?

RM: Começo por responder à última parte da tua pergunta. Digamos que, na sua condição fechada, este edifício tem os limites que tem um soneto. Claro que os limites do soneto são os limites que a métrica impõe, enquanto que aqui estamos nós a impor a métrica. Nunca esses paralelismos são tão precisos e tão exactos, mas, sim, efectivamente nessa limitação tem algo a ver com isso. Mas voltando à questão da relação com o engenheiro. O engenheiro é extraordinariamente competente, valiosíssimo e inteligente. Mas a cumplicidade, para usar a palavra que tu usaste, surge

mais do respeito e da tranquilidade que nós tínhamos com respeito a ele.

A cumplicidade não implica coincidência no tempo, quer dizer, não trabalhámos a um tempo todos, antes essa cumplicidade reside mais na confiança do que na coincidência temporal. Não pensamos o projecto juntos, nós dissemos ao engenheiro o que queríamos e ele resolveu-o muito bem.

Agora gostaria de abrir a porta a um campo, relativamente aos engenheiros, que me parece que tem importância e que, sem dúvida, estamos a omitir. Refiro-me às instalações.

Na realidade, nós estamos a terminar o edifício no que se refere a construção e arquitectura, mas quando passeio agora pelo edifício, tenho a sensação de que o dei a outra gente – do mesmo modo que o engenheiro me deu a mim – algo para fazer. Eu dei a outra gente um espaço e uma estrutura, uma base, que logo se distanciou de tantas outras coisas que desconheço. E houve um momento em que me dou conta de que não tenho nada a ver com essas veias e nervos, com todos os sensores que este edifício tem. Eu não sei nada de todos os milhares de sistemas..., quer dizer, é como se o nosso corpo fosse um corpo inanimado, sem vida. A vida ao edifício foi dada por outros.

Neste caso de Columbia este mundo das instalações vai mais além do que normalmente costumamos encontrar, as instalações mais primárias, como, por exemplo, as eléctricas, ou as de ar condicionado, e que são um primeiro alento do edifício que não é o do arquitecto. Neste caso há tantas, tantas coisas que eu desconheço, que por isso gosto de ver o edifício como uma base que cobra vida mais tarde, uma vida que não lhe foi dada por mim.

CdO: Essa era a minha pergunta, como é a composição dos espaços, em termos técnicos, há muitas máquinas nos pisos superiores, imagino.

RM: Sim, há máquinas nos pisos superiores.

CdO: E isso foi decidido pela Universidade?

RM: Imposto, sim, foi imposto.

Mas o que digo é que, quando vou agora, vejo o edifício tão cheio de cabos que não posso crer que esteja tão materialmente cheio, e pergunto-me: como foram capazes de deixar espaços para que possa haver tantas coisas? É algo que acontece também quando uma pessoa abre o capô de um carro. Realmente não sei quem é o desginer de um carro, se é o senhor que faz a carroçaria, ou quem...

É verdade que esse caso é diferente do que acontece num edifício, mas não sei..., dás-te conta também de como, quando Louis Kahn ou Rayner Banham dão tanto ênfase ao facto de que, por um lado, estão as instalações e, por outro lado, estão os espaços. É uma opção muito diversa desta de Columbia, na qual as instalações estão intimamente ligadas à própria realidade física do edifício.

Nesse sentido, seguramente é mais contemporâneo o que estamos nós a fazer, do que o que fizera Louis Kahn ao visualizar esses espaços para as instalações, porque não se podem visualizar quando estas estão a ocupar de tal modo o espaço.

CdO: E como vê a complexidade técnica? Agora é o momento de saber a sua opinião.

RM: Devo dizer quanto fomos alheios a isso. Não posso senão sentir que proporcionamos as pautas para que alguém faça daquilo um laboratório.

CdO: O interesse da revista é mostrar aos arquitectos e engenheiros o que outros fazem, deixá-los espreitar para o interior do seu método de trabalho.

RM: Sim, mas é isso mesmo o que estou a dizer. Por isso fui buscar o corte. É que este edifício está materialmente cheio. Mas depois, cada um dos laboratórios é um mundo distinto.

Figura 05 - Corte longitudinal N/S.
Figura 06 - Corte transversal N/S.
Figura 07 - Planta à cota 200.



Acesso à cafeteria durante a construção, 2009
Cafeteria stairs under construction, 2009



Interior da biblioteca durante a construção, 2009
Library under construction, 2009

Interior da cafeteria durante a construção, 2009
Cafeteria corner under construction, 2009

Rafael Moneo in Madrid's Atocha station

Miguel Aguiló

In its continuing transformation, public works aimed at transport are often the more permanent elements of a city. Once they have paved a way, as corridors or terminals, they are established as essential elements of its operation, to be adapted to successive innovations in transport systems, in vehicles and in ways of using them.

Some stations or airports become obsolete for functional reasons or location, and are re-used for new commercial or leisure purposes. But in the elements that remain and which are often the most important, this adaptation is to be done keeping them in operation, given their key role in urban mobility.

Atocha station was the first station in Madrid and remains the cornerstone of the city's entire transport system. It began as the point of embarkation for the Madrid-Aranjuez railway in 1851 and in 1857 underwent its first expansion with a metal truss structure to cover the tracks. The design of what can be regarded as the final station was made by the architect Alberto Palacios, with a solution involving a grand metal cover for the tracks, surrounded by a brick building, which came into service in 1892.

Atocha as Madrid's central station

As is the case in all cities, Atocha was not the only station in Madrid, but it was the most important and, from the start, was destined to be a Central Station, or the station of stations, as Cerdá called it. With several railway companies operating in the same city, each developed their own station and this would lead to the problem of branch lines to connect the stations, or exceptionally and later, loop lines for goods in major cities within a corridor. Valencia is such a case with the help of the port, or Barcelona with the dispatch of dangerous goods via Vallés or intersection cities such as Zaragoza [1:42].

In the case of Madrid, the central role played by Atocha was established from the start. In 1855, when there was only a small platform or landing stage for the sole railway line in Madrid, Atocha was asked to act as the meeting point for all the railways that were to be constructed in Spain. The aim was to facilitate mutual, rapid communication between lines so that the traffic could, *without wasting time or perhaps having to change carriage, continue on its way as if the lines were continuous, as if from Irún to Cádiz, for example, it was all under the same management, a single railway.*

Although Atocha was the best place to build a central station, in the 1850s the place was ugly and repugnant: *A ramshackle hospital crowded with 1500 patients, an ad hoc cemetery and for services an uncovered drain, and some poor, run-down houses built on a pile of rubble was what*

greeted those who dared to step outside Atocha. What a contrast in such a small space between this dirty place and the elegant Prado! [3:94].

A century and a half later, Atocha is still 'the station' in Madrid. The cesspit has been covered, the rubbish heap has disappeared, the hospital has been transformed into a museum and it's now a lively neighbourhood. Atocha station has undergone many changes but it is still fully operational and accounts for most of the rail connections in Madrid. Atocha received all the traffic from the other railheads of Spanish railway companies, of which only Chamartín station, built in 1975, remains. This will also be the case in the future, because of the 48 million passengers per annum anticipated with the completion of the high speed railway in Madrid, 36 million of them will pass through Atocha, and the remaining 12 million through Chamartín.

The connection between the two stations in the south and the north of Madrid required Atocha to be converted into a through station and a first tunnel, popularly known as the "tunnel of laughs", which has been operational since the mid-20th century, to be built. In 2008, a new tunnel was completed for commuter trains going through Puerta del Sol, in the heart of the city, and currently a third tunnel is being constructed for High Speed trains below the Calle Serrano, which is due for completion in 2012.



Rafael Moneo en la estación de Atocha de Madrid

Miguel Aguiló

En su continua transformación, las obras públicas destinadas al transporte suelen ser los elementos más permanentes de la ciudad. Una vez que se han abierto paso como corredores o terminales, se establecen como elementos imprescindibles de su funcionamiento, que deben ser adaptados a las sucesivas innovaciones en los sistemas de transporte, en los vehículos y en la manera de usarlos.

Algunas estaciones o aeropuertos se quedan obsoletos por razones funcionales o de ubicación, y son utilizadas para nuevos usos comerciales o de ocio. Pero en los elementos que permanecen y que suelen ser los más importantes esa adaptación se ha de hacer manteniéndolos en funcionamiento, dado su papel clave para la movilidad urbana.

La estación de Atocha fue la primera estación de Madrid y sigue siendo la pieza clave de todo el sistema de transportes de la ciudad. Se inició como embarcadero del ferrocarril de Madrid-Aranjuez en 1851 y ya en 1857 sufrió una primera ampliación con una estructura de cerchas metálicas para cubrir las vías. El proyecto de lo que se podía entender como estación definitiva fue realizado por el arquitecto Alberto Palacios, con una solución de gran cubierta metálica para las vías rodeada por un edificio de ladrillo, que entró en servicio en 1892.

Atocha como estación central de Madrid

Como ocurre en casi todas las ciudades, Atocha no fue la única estación de Madrid, pero sí la más importante y, ya desde el principio, nació con vocación de Estación Central o estación de estaciones, como la denominó Cerdá. Cuando operaban varias compañías en una ciudad, cada una desarrollaba su estación y, como consecuencia, enseguida aparecía la problemática de los ramales de conexión entre estaciones, o excepcionalmente y más tarde, las vías de contorno para mercancías en ciudades grandes dentro de un corredor. Es el caso de Valencia con la ayuda del puerto, o de Barcelona con el envío de mercancías peligrosas por el Vallés o de ciudades encrucijada como Zaragoza [1:42].

En el caso de Madrid, el papel central de Atocha fue establecido desde su nacimiento. En 1855, cuando no era más que un pequeño andén o embarcadero de la única línea existente en Madrid, ya se pidió que Atocha asumiera el papel de reunir todos los ferrocarriles que se iban a construir en España. Se trataba de facilitar la mutua y rápida comunicación de unas líneas con otras para que el tráfico de paso pudiera, *sin perder tiempo y acaso sin mudar de vagón, seguir su marcha como si tal discontinuidad de línea no existiese, como si desde Irún a Cádiz, por ejemplo, fuese todo una sola administración, un solo camino.*

Aunque Atocha era el sitio óptimo para albergar una estación central,

en los 1850 el lugar *tenía un aspecto feo y repugnante: Un hospital informe en el que yacen hacinados 1500 enfermos, un camposanto ad hoc y para su servicio, una alcantarilla al descubierto, y algunas casas pobres y despreciables edificadas sobre un terraplén de escombros es lo que se le ofrece a quien se atreve a pisar las afueras de Atocha. ¡Que contraste en tan escaso terreno entre este sucio paraje y el elegante Prado!* [3:94].

Siglo y medio después, Atocha sigue siendo 'la estación' de Madrid. La cloaca se cubrió, el terraplén desapareció, el hospital se transmutó en museo y el barrio adquirió animación. La estación de Atocha ha sido objeto de numerosas transformaciones pero mantiene sus funciones con plena vigencia y acapara la mayor parte de las conexiones ferroviarias de Madrid. Atocha fue recibiendo el tráfico del resto de cabeceras de las demás líneas españolas, de las que solo se mantuvo la estación de Chamartín creada en 1975. Y será así en el futuro, pues de los 48 millones de pasajeros año, previstos para la red de alta velocidad completa en Madrid, por Atocha pasarán 36 millones, mientras los 12 restantes lo harán por Chamartín.

La conexión entre ambas estaciones situadas al sur y al norte de Madrid exigió convertir Atocha en estación pasante y construir un primer túnel, llamado popularmente Túnel de la Risa, que funciona desde mediados del siglo XX. En 2008 se terminó un nuevo túnel para los trenes de cercanías que pasa por la Puerta del Sol, en pleno centro de la ciudad, y en la actualidad se está construyendo un tercer túnel para los trenes de Alta Velocidad bajo la calle Serrano, cuya terminación está prevista para 2012.

En las primeras estaciones, o estaciones *término*, las líneas de ferrocarril terminaban sus servicios y el pasajero debía salir al exterior para proseguir su viaje por medio de otros medios de transporte hasta su destino definitivo. Carruajes, tranvías, autobuses o taxis esperaban fuera de la estación, constituyendo un sistema ajeno a la compañía que prestaba los servicios de largo recorrido. El crecimiento del flujo de viajeros hizo necesario disponer conexiones eficaces con los demás modos de transporte, a ser posible dentro de la estación o en su defecto en su entorno inmediato.

Por todo ello, a la enorme complejidad de convertir una estación en pasante se debe añadir la evidente dificultad de construir las conexiones de la estación con la red de cercanías, con los sistemas de Metropolitano y la disposición de un fácil acceso a autobuses y taxis. Las estaciones de ferrocarril se convierten así en verdaderos *intercambiadores de transporte* y las más privilegiadas entre ellas son las colocadas en los aeropuertos, que añaden el avión a todos los modos de transporte anteriores.

Esta condición de intercambiador hace que las obras de ampliación de



In the first stations, or *termini*, the railway lines terminated and passengers had to disembark and leave the station to continue their journeys to their final destinations by other means of transport. Carriages, trams, buses and taxis waited outside the station, forming a system unconnected to the company that provided long distance services. The growth in passenger numbers made it necessary to provide efficient connections to other modes of transport, if possible within the station or failing that in its immediate vicinity.

To the enormous complexity of converting a terminal to a through station, therefore, must be added the obvious difficulty of building the connections with the suburban network and the Metro, and providing easy access to buses and taxis. Railway stations are thus converted into real transport hubs and the most privileged of them are at the airports, enabling them to add the plane to other modes of transport.

This interchange situation means that expansion works for a station are extremely difficult to design and construct, because every time there is less space for new elements and the interrelationships between systems and services are dense and complex. Added to this, as a rule, the station has to remain in operation for the duration of the works, so the solutions are heavily restricted.

Extension works in Atocha

At the start of the 1980s, when the city's first democratically governed institutions took office, the station building had lost its former glory, and the area around it was quite run down, making access difficult. The building and its monumental canopy were locked down in a hole surrounded by flyovers. The need to expand suburban services and better connect the station to the Metro, coupled with the desire of the new democratic municipality to renovate the station square and its surroundings, led to an initial competition that was awarded to the proposal by Rafael Moneo.

The design for enlarging Atocha included the remodelling of the old canopy and the station square, including the suburban railway station and the underground link to the Metro, as well as the provision of a car park. During the process of remodelling the station and with an eye on the World Expo in Seville in 1992, the decision was taken to change the refurbishment works on the Madrid-Seville line, making it a High Speed railway, and as a result the station acquired a new and important role in the long-standing view of the railway.

The successive enlargements of Atocha have been conceived as a superimposition of horizontal planes, dictated by the demands of train circulation, by the cross flow of passengers and by the firm commitment to have roofing systems linked to these flows. In each enlargement, in order to allow cross flows and easier connection with the city, new, ever higher, access ramps have been added, situated in raised positions around the station. But it has been done with total continuity of purpose to maintain the prevailing horizontal nature of the station that guarantees the visual continuity of the city.

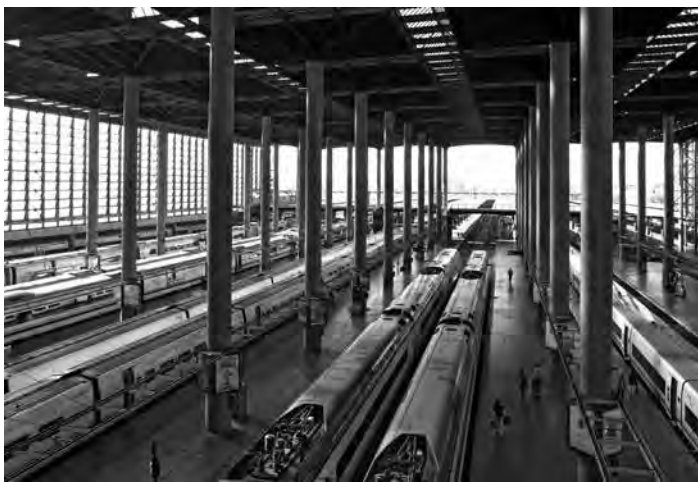
In the enlargement of 1992, the existing access routes were kept, but a new access ramp was introduced that enabled traffic to circulate at a higher level above the axis of the station, and gave a new façade to the old canopy. The latter was kept, but it was abandoned by the trains in favour of housing a tropical garden and some restaurants, while the new access became the principal one, inverting the original direction and providing entry to the new platforms, that tripled in number.

Both the long-distance and the suburban platforms located outside and at a lower level marked a new alignment, which formed a slight angle with the old canopy, and which Moneo used to generate a clean geometry that manages to relate one with the other *without any formal violence* [7:175].

Dynamic geometry for the roof

The new flat roof follows these guidelines, whose angle manages to enliven the structural system closely linked with the railway layout but, at the same time, establish a new space of the classical type of hypostyle, or pillared, hall. The structure, designed in collaboration with the engineer Javier Manterola, is based on the idea of umbrellas with a single shaft and ribs ending in a closed frame, now trapezoid instead of the classical square. From this shaft eight ribs multiply into a second family of secondary ribs. Four primary ribs are oriented towards the main directions and are not split, while the other four follow the diagonals and split three times.

The four primary and central ribs of each secondary family extend through the light-filled passages, forming a complete mesh over the station, whereas the diagonals and the other secondary ribs stop at the strips of light. The geometry and the hierarchy of the 90 modules play an essential role in maintaining the classical style in view of the huge dimensions that it was not intended to enhance with a single roof.



una estación muestren una extraordinaria dificultad de diseño y construcción, pues cada vez hay menos sitio para los nuevos elementos y las interrelaciones de sistemas y servicios son tupidas y complejas. A ello se une el que, como norma, la estación debe mantenerse en funcionamiento mientras duran las reformas, con lo que las soluciones vienen fuertemente condicionadas.

Las ampliaciones de Atocha

A principios de los 1980, cuando la ciudad estrenaba sus primeras instituciones de gobierno democrático, el edificio de la estación había perdido su antiguo esplendor y sus alrededores estaban bastante degradados, haciendo difícil su accesibilidad. El edificio y su monumental marquesina quedaron encerrados dentro de un hoyo rodeado de pasos elevados. La necesidad de ampliar los servicios de cercanías y de conectar mejor la estación con el Metropolitano, unida al deseo del nuevo consistorio democrático de renovar la plaza y los alrededores de la estación, motivaron un primer concurso en el que fue premiada la propuesta de Rafael Moneo.

El proyecto de ampliación de Atocha incluía la remodelación de la antigua marquesina y de la plaza de la estación, incluyendo la estación de cercanías y la conexión subterránea con el Metro, así como la disposición de aparcamientos de superficie. Durante el proceso de remodelación de la estación y con la vista puesta en la Exposición Universal de Sevilla de 1992, se adoptó la decisión de transformar las obras de remodelación de la línea Madrid-Sevilla en un ferrocarril de Alta Velocidad, con lo que la estación adquirió un nuevo y relevante protagonismo en el enquistado panorama del ferrocarril.

Las sucesivas ampliaciones de Atocha están concebidas como una superposición de planos horizontales, dictados por las exigencias de circulación de los trenes, por las de cruce de pasajeros sobre ellas y por la decidida voluntad de disponer sistemas de cubiertas ligados a esos flujos. En cada ampliación se han ido añadiendo nuevas plataformas de acceso cada vez más altas para permitir flujos transversales y conectar más fácilmente con la ciudad, situada en una posición superior que rodea la estación. Pero se ha actuado con una total continuidad de propósito para mantener la preponderante horizontalidad de la estación que garantiza la continuidad visual de la ciudad.

En la ampliación de 1992 se mantuvieron los accesos existentes pero se añadió un nuevo acceso que facilita el tráfico rodado a un nivel más

alto sobre el eje de la estación y otorga una nueva fachada a la antigua marquesina. Ésta se mantuvo, pero fue abandonada por los trenes para albergar un jardín tropical y algunos restaurantes, mientras que el nuevo acceso se convirtió en principal, invirtiendo la orientación original y proporcionando la entrada a los nuevos andenes que triplican en número a los anteriores.

Tanto los andenes de largo recorrido como los de las vías de cercanías situados fuera y a un nivel inferior marcan una nueva alineación, que forma un ligero ángulo con la antigua marquesina y que Moneo aprovechó para generar una limpia geometría que consigue relacionar una y otra *sin violencia formal alguna* [5:175].

Geometría dinámica para la cubierta

La nueva cubierta plana se apoya en esas directrices, cuyo ángulo consigue dinamizar el sistema estructural íntimamente ligado al trazado ferroviario pero, a la vez, configurador de un nuevo espacio del tipo clásico de *sala hipóstila*. La estructura -realizada en colaboración con el ingeniero Javier Manterola- se basa en la idea de paraguas de fuste único y nervios terminando en un marco cerrado, ahora trapezoidal en vez del clásico cuadrado. Del fuste arrancan ocho nervios que se multiplican en una segunda familia de nervios secundarios. Cuatro nervios primarios están orientados según las direcciones principales y no se bifurcan, mientras que los otros cuatro orientados según las diagonales se bifurcan tres veces.

Los cuatro nervios primarios y los centrales de cada familia secundaria se prolongan a través de los pasillos rasgados de luz, constituyendo una malla completa sobre la estación, mientras que las diagonales y el resto de nervios secundarios se detienen en las franjas de luz. La geometría y jerarquización de los 90 módulos juega aquí un papel fundamental en el mantenimiento del clasicismo frente a unas enormes dimensiones que no se querían potenciar con una cubierta única.

Esa geometría subrayada por las franjas continuas de iluminación transforman el ámbito de la estación en un *espacio indiferente*, donde se establece una relación directa entre cada tren y cada viajero. Y se convierte en el filtro desde donde se vislumbra el 'sur', la dirección de los trenes que parten de esta estación. La oblicuidad de la malla de columnas impide toda visión perspectiva con lo que se pone de manifiesto el carácter abstracto del espacio, un espacio tan sólo activado por el movimiento de los trenes. Se trata, en efecto, de un espacio neutro



This geometry underlined by the continuous strips of light transforms the whole station into an *indifferent space*, in which a direct relationship is established between each train and each traveller. And it becomes the filter through which one glimpses the “south”, the direction of the trains leaving the station. The obliquity of the mesh of columns prevents a view of the whole perspective which makes the abstract nature of the space evident, a space only activated by the movement of the trains. It is, in fact, a neutral space where the geometry enables the platforms to remain the only living guidelines. For Moneo, *discovering in the meeting of these different guidelines the potential of a space that has lost the figurative claim of the old stations is, perhaps, the most valuable contribution of this architecture* [5:177].

Meeting point in the interchange

The new access ramp, which links the two decks and facilitates access to buses at street level, covers the suburban rail station at the lower level and the accesses to the new Metro station. The articulation of the various overlapping planes is achieved by a cylindrical feature, the interchange, *whose external image, not unlike a flashlight, emerges as a testimony to the complex architecture that is produced at the lower levels, while from afar it is a clear landmark to guide travellers, and stands out as an authentic and, if required, necessary meeting point for the various structures of Atocha.*

This synthetic nature of the interchange is based on a rigorous geometry, a requirement of being placed over the cluster of suburban line tracks that offer few opportunities to cement its supports. Thus, the lower level of the drum is resolved with a few vertical elements that support a circular perimeter girder on which the second level, formed by a greater number of supports, rests. Further growth defines the colonnade of pillars that can be seen from outside: *the interchange as flashlight and as a vacuum that gives rise to a set of stairs that take us to the lower levels.*

Moneo understands this architecture as an *exercise in precision* both for the tightness of the elevations and for the geometric demands of the railway, which require the structural elements to be inserted in the interstitial spaces or the use of the trains' ventilation shafts as supports for the domes of the nearby car park.

2010 Extension: separation of arrivals and departures

The accumulation of new services for the High Speed trains in Atocha introduces a level of occupancy of the station that requires the separation of arrivals and departures. The trains will stop at the far end of the platforms, where passengers will disembark on to the platforms, then use mechanical means to go up to a higher transversal platform, which will enable them to exit the station quicker. Meanwhile, they must walk 200m in parallel to the platforms in order to reach the provisional arrivals hall, next to the exits but separated from them. Once passengers have disembarked, the trains are moved forward to the front of the station, near the departure hall, to receive new passengers.

In this enlargement, which was completed in December 2010, the station was lengthened again over the tracks and a new level was built above the arrivals that crosses transversally to reach the new access. In it, the transversal flow of the passengers must be combined with the longitudinal path of the trains, which is reflected and suggested by a cover with ruled surfaces of complex geometry that also manage to accommodate the functionalities of the light and the structure.

This cover over the arrivals area is the result of an ambitious set of goals. It lets light in from the north and suitably expresses the double perpendicular flow of the circulation of the trains with the arriving passengers. Additionally, the roof module sits well in the lattice-work large-edged beams that cross the station transversally, from side to side.

These edges are motivated by future lateral openings that will be very light because of the difficulty in introducing new supports amongst the dense set of suburban tracks at the lower level. The light, the circulation and the structure flow comfortably in this roof design, with its simple concept and rather more complex design.

The transition zone between the 1992 canopy and the new 2010 arrivals canopy is necessarily long. Its very measured intermediate height is resolved with a simple structure that clearly differentiates the two adjacent powerful roofs. The supports are cylindrical metal columns of smaller diameter than the large pieces of the other two roofs. Despite its simplicity, its sleek design and careful aspect sets it apart from the typical image of a temporary canopy.

The presence of this new transition zone provides suitable closure to the west face of the grand pillared concourse created by the canopy of

donde la geometría da pie a que se mantengan las de los andenes como únicas directrices vivas. Para Moneo, *descubrir en el encuentro de estas distintas directrices el potencial de un espacio que ha perdido la pretensión figurativa de las viejas estaciones es, quizás, la más valiosa contribución de esta arquitectura* [5:177].

Punto de encuentro en el intercambiador

La nueva plataforma de acceso –que vincula ambas cubiertas y permite la aproximación de los autobuses en superficie– cobija la estación de cercanías situada a un nivel inferior y los accesos a la nueva estación del metropolitano. La articulación de los diferentes planos superpuestos se consigue mediante una pieza cilíndrica, el intercambiador, *cuya imagen exterior, no ajena a una linterna, emerge como testimonio de la compleja arquitectura que se produce en las cotas inferiores, al tiempo que, desde lejos, contribuye decisivamente a orientar a los viajeros, al presentarse como un auténtico y, si se quiere, necesario punto de encuentro de las diversas fábricas de Atocha.*

Ésta condición sintética del intercambiador se apoya en una rigurosa geometría, exigida por estar colocado sobre el haz de vías de cercanías que ofrece pocas oportunidades para cimentar sus soportes. Por ello, el nivel inferior del tambor se resuelve con unos pocos elementos verticales que soportan una jácena perimetral circular sobre la que apoya el siguiente nivel, formado por un mayor número de soportes. Y crecen nuevamente hasta definir la columnata de pilastras que se ven desde el exterior: *intercambiador como linterna y como vacío que da pie al sistema de escaleras que nos lleva a las plantas más bajas.*

Moneo entiende esta arquitectura como un *ejercicio de precisión* tanto por lo ajustado de las cotas como por las exigencias geométricas del ferrocarril, que obligan a insertar los elementos estructurales en los espacios intersticiales o a utilizar las chimeneas de ventilación de los trenes como soportes de las cúpulas del aparcamiento de cercanías.

La ampliación de 2010: separación de salidas y llegadas

La acumulación de los nuevos servicios de trenes de Alta Velocidad en Atocha introduce un nivel de ocupación de la estación que exige la separación de los flujos de salidas y llegadas. Los trenes pararán en la zona extrema de los andenes, donde los viajeros descienden a los andenes para subir por medios mecánicos hasta una plataforma transversal superior, que les permitirá alcanzar en un futuro próximo el exterior de la estación. Mientras tanto, han de recorrer 200 m en paralelo a los andenes para llegar al vestíbulo provisional de llegadas, situado junto a las salidas pero separado de ellas. Una vez hayan descendido los viajeros, los trenes se desplazan a la cabecera de la estación, cerca del vestíbulo de salidas, para recibir los nuevos viajeros.

En ésta ampliación terminada en diciembre de 2010, la estación se alarga nuevamente sobre las vías y se dispone una nueva plataforma superior de llegadas que la cruza transversalmente para alcanzar el nuevo acceso. En ella, el flujo transversal de los pasajeros se debe combinar con el longitudinal de los trenes, lo que se refleja y sugiere en una cubierta con superficies regladas de compleja geometría que consiguen albergar también las funcionalidades de la luz y la estructura.

Esa cubierta de la zona de llegadas es resultado de un ambicioso conjunto de finalidades. Deja pasar la luz del norte y expresa adecuadamente el doble flujo perpendicular de circulaciones de los trenes con los viajeros que llegan. Además, el módulo de cubierta se encaja bien

en las vigas celosía de enorme canto que recorren transversalmente la estación de lado a lado.

Un canto que viene motivado por los futuros vanos laterales que serán de gran luz por la dificultad de introducir nuevos soportes en la espesa playa de las vías de cercanías situada en un nivel inferior. La luz, las circulaciones y la estructura fluyen cómodamente en ese diseño de cubierta, de concepto simple y diseño algo más complejo.

La zona de transición entre la marquesina de 1992 y la nueva marquesina de llegadas del 2010 es larga y necesaria. Su altura intermedia muy medida se resuelve con una estructura sencilla, que la diferencia claramente de las dos potentes cubiertas adyacentes. Los soportes son columnas cilíndricas metálicas de menor diámetro que las grandes piezas de las otras dos cubiertas. A pesar de su sencillez, su pulcro diseño y cuidadoso aspecto la apartan de la imagen típica de una marquesina provisional.

La presencia de esa nueva zona de transición proporciona un adecuado cierre a la cara oeste de la gran sala hipóstila creada por la marquesina del 1992, caracterizada por el equilibrio conseguido entre la centralidad del soporte y el dinamismo sugerido por el ligero esvía de la cubierta. En aquel proyecto de reforma la sala estaba abierta hacia el sur, pero el ruido de los trenes motivó la petición de cerrarla por uno de sus lados, cierre que ahora se completa con mejor fortuna en la dirección de los trenes.

La estructura pintada de blanco se suma al acero inoxidable y a la esbeltez de rampas, escaleras y pasarelas para producir un espacio limpio, con una estética casi de hospital, poco frecuente en el mundo del ferrocarril. En cuanto el tren abandona la estación, vuelven a aparecer las tupidas vigas en celosía transversales para soporte de las catenarias, cuajadas de aisladores, cables y artilugios tecnológicos, de abrumadora presencia. Es como salir de la limpieza del quirófano y volver a los atestados pasillos del hospital.

La construcción de la plataforma superior con la nueva cubierta, así como la zona de transición y la reposición de pavimentos que ha sido necesario elevar 10 cm, ha sido un verdadero prodigio de organización del trabajo. Con excepción de la línea de Valencia, que entraba en servicio con la inauguración de la estación, todas las demás líneas de AVE y el resto de servicios estaban en funcionamiento, por lo que el paso de trenes era constante, dejando unas ventanas de trabajo de 4 o 5 horas durante la madrugada. Lo corto de los turnos obligaba a disponer gran cantidad de plataformas elevadoras y medios auxiliares que prácticamente no cabían sobre los andenes.

Para poder trabajar en condiciones de seguridad, con corriente en las catenarias y los trenes pasantes, fue necesario construir unos cajones protectores que albergaban totalmente vías y tomas, y se iban desplazando al siguiente andén a medida que progresaba la obra. La reposición de canaletas, cables e instalaciones de todo tipo, sin detener ni alterar los sistemas de seguridad del funcionamiento de la estación y del centro de control de toda la red allí albergado, se reveló como uno de los elementos más delicados de la obra.

Nuevos recorridos para las llegadas

Con todo, el vestíbulo superior de llegadas solo alcanzará su pleno sentido cuando entre en servicio la salida de la estación por encima de las vías de cercanías, en estricta prolongación del recorrido transversal actual hacia el nordeste. Mientras tanto, el viajero que llega a Atocha debe girar a la izquierda, hacia el noroeste, recorrer unos 200 m en esa

1992, characterised by the balance achieved between the centrality of the support and the dynamism suggested by the slight obliqueness of the roof. In the project to alter the room it opened to the south, but the noise of the trains created grounds to request that one of the sides be closed, a closure that is now complete, with better success in the direction of the trains.

The white painted structure is added to the stainless steel and to the slenderness of the ramps, stairs and walkways to produce a clean space, with a hospital-like aesthetic, rare in the world of railways. As the trains leave the station, the thick transverse trusses return to support the overwhelming presence of overhead lines, clusters of insulators, cables and technological gadgets. It is like leaving the cleanliness of the surgery and returning to the crowded corridors of the hospital.

The construction of the upper deck with the new roof, as well as the transition zone and the repositioning of the pavement that had to be raised by 10cm, has been a real miracle of work organisation. With the exception of the Valencia line, which entered into service with the opening of the station, all the other high speed train lines and other services remained operational, so the passage of trains was constant, leaving a working window of 4 or 5 hours in the early morning. The shortness of the shifts meant that there had to be a great deal of scaffolding and other measures that barely fitted on the platforms.

In order to have safe working conditions, with the current in the catenaries and the passing trains, protective crates had to be built that totally encased the tracks and connections, and were moved to the next platform as the works progressed. The repositioning of ducts, cables and all kinds of other paraphernalia, without interrupting or altering the safety systems for the functioning of the station and the control centre for the whole network housed there, proved to be one of the most delicate elements of the works.

New routes for arrivals

However, the upper arrivals hall will only come into its own when the exit from the station above the suburban tracks comes into service, in strict extension of the current transverse route to the northeast. Meanwhile, travellers arriving at Atocha must turn to the left, to the northwest, go about 200 metres parallel to the tracks, then turn right, to the northeast again, to cross the departures hall, where they go up a moving ramp then turn again to the northwest to go outside.

This routing, required by the new functionality, has been carefully fitted into the existing structure of the station. Skilfully and neatly, the square disks that house the commuter car park are linked to form a long corridor, equipped with moving walkways, which leads into the new departure hall. Thanks to the roof being a succession of cupolas alternating with strips of light, it seems like a vaulted corridor and is quite tranquil.

Being exclusively to deal with arrivals, their use is intermittent but very fluid. They go from being empty to being filled with a large concentration of passengers, placed in an orderly and calm fashion on the moving walkway. There is no noise from the station or from outside, and the calm or moving atmosphere is only disturbed by the dreary refrain of the loudspeakers repeating a thousand times a succession of destinations that no-one wants to hear.

The corridor ends in a grand transverse hall whose quite low ceiling disappears in a bright, diaphanous space unobstructed by intermediate pillars as it goes towards the exit. A large lattice-work beam is the key to this disappearance, supporting this low ceiling at its lowest point, al-

lowing the free flow of passengers beneath it. Three escalators and a lift occupy the central space, to facilitate rising up to street level.

The double-height space is covered by beams in the form of dihedrals with one opaque face and the other glazed, which allows light through from the northeast. On the northwest side, these beams are extended over the glass façade, finding support on a free portico and soar to form a canopy that shelters the taxi rank. On the other side, the dihedrals rest on the lattice-work.

The lattice-work is the absolute star of the arrivals hall. Its great thickness confers on it a role as spatial as resistant, that manages to fit into the character of the whole concourse. The lack of an upper cordon reinforces that role and supports its integration with the ceiling, receiving directly the dihedrals of the ceiling on the diagonals.

The space is permeable to pass underneath, strong enough to support the ceiling, thick enough to support the passageways, and wide enough to support the last rush to the exit. It is denoted by means of red, blue and black rectangles scattered across the front and the thickness of the diagonals, painted on a predominant white background in the whole station by the Argentine artist and theorist César Paternosto.

They clearly mark the point of arrival and their visual strength accompanies the exit of those leaving for the street and takes leave of those who set off from the hall to the Metro and the suburban trains. It works as an *active threshold*, first as a point of decision between going ahead and up to the street, accompanying the ascent with the inclination of its wide diagonals, and then, to reach the upper level, closing the way to the east to signal the way to the exit.

The escalators end in front of a window dominated by the disturbing presence of the two heads of Antonio López, one with its back to us while the other looks at us with closed eyes from beyond, reaching for the exit to the taxis, where the only bottleneck occurs in the tranquil flow that runs throughout the station.

Acknowledgements 2010: Rafael Moneo and Pedro Elcuz, architects. Ineco-Tifsa, Engineering. Property, Adif, Ministry of Public Works. Architecture contributors: Andrea García, Pablo López, Sumac Cáceres, Brezo Alcoceba, Tamar Loeb, Juanjo Farrés. Structural engineers: Leonardo Fernández Troyano, Guillermo Ayuso, civil engineers. Contractor, Dragados-Tecsa: Manuel Orea Palomino, Manager; Francisco González Fernández, Luis Martínez.

[1] Aguiló, Miguel (et al.); 2008. *Salidas, llegadas y trasbordos. Una reflexión sobre los terminales de transporte*. Ineco-Tifsa, Madrid.

[2] Aguiló, Miguel; 2010. *La flamante red de alta velocidad española*. ACS, Madrid.

[3] Almazán, José; 1857. Memoria sobre el establecimiento de una estación central, donde se unan los principales ferrocarriles que han de ejecutarse en España. Supplements to the *Revista de Obras Públicas*. Printer José de la Peña, Madrid.

[4] Fernández Troyano, Leonardo; Manterola, Javier; Gutiérrez del Arroyo, Fernando; 1996. *Transformación en pasante de la vía 1C de la estación de Atocha - cercanías en Madrid*. Memoria, Madrid.

[5] Moneo, Rafael; 2010. Estación de Atocha: la continuidad como norma para entender el crecimiento de los edificios y la ciudad. In: *Apuntes sobre 21 obras*. Gustavo Gili, Barcelona: 167-198.



dirección paralela a las vías, y girar a la derecha, hacia el nordeste de nuevo, para cruzar el vestíbulo de salida, donde se sube una planta por medio de unas rampas mecánicas y se gira nuevamente hacia el noroeste para salir al exterior.

Esa direccionalidad del recorrido, exigida por la nueva funcionalidad, ha sido cuidadosamente encajada en las preexistencias estructurales de la estación. Con habilidad y pulcritud, los casquetes esféricos de planta cuadrada que abrigaban el aparcamiento de cercanías se enlazan para formar un largo corredor, dotado de pasillos rodantes, que desemboca en el nuevo vestíbulo de salidas. Gracias a que la cubierta es una sucesión de cúpulas alternadas con franjas de luz, no parece un corredor abovedado y presenta un carácter más tranquilo.

Al dar servicio únicamente a las llegadas, su uso es discontinuo pero muy fluido. Pasa de estar vacío a ser ocupado por una importante concentración de viajeros, ubicados ordenadamente en el pasillo rodante que se desplaza con una cierta placidez. No se aprecia ningún ruido de la estación ni del exterior y la pausada o semoviente atmósfera solo es perturbada por la insulsa cantinela de unos altavoces que repiten mil veces una sucesión de destinos que nadie tiene interés en oír.

El pasillo termina en una gran sala transversal, cuyo techo bastante bajo se desvanece en un espacio diáfano y luminoso sin pilares intermedios según se progresa hacia la salida. Una gran viga en celosía es la clave de esa desaparición, al dar apoyo a ese bajo techo en su cordón inferior, permitiendo el libre flujo de viajeros bajo ella. Tres rampas mecánicas y un ascensor ocupan el volumen central para facilitar la subida al nivel superior de la calle.

El espacio de doble altura está cubierto por vigas en forma de diedros con una cara opaca y otra de cristal que deja pasar la luz del nordeste. Por el lado noroeste, estas vigas se prolongan sobre la fachada de cristal, buscan apoyo sobre un pórtico exento y vuelan para formar la marquesina que abriga el embarque en los taxis. Por el otro lado, los diedros apoyan en la viga en celosía.

La celosía es protagonista absoluto del vestíbulo de llegadas. Su gran espesor le confiere un papel tan espacial como resistente, que consigue hacerse con el carácter de todo el vestíbulo. La inexistencia de un cordón superior refuerza ese papel y favorece su integración con la cubierta, al recibir directamente a los diedros de la cubierta sobre las diagonales.

La pieza es permeable para pasar por debajo, sólida para soportar la cubierta, espesa para apoyar el recorrido y ancha para respaldar el último quiebro hacia la salida. Se hace notar por medio de rectángulos rojos, azules y negros, diseminados por el frente y el espesor de

las diagonales, pintados sobre el fondo blanco predominante en toda la estación por el artista y teórico argentino César Paternosto.

Su presencia marca claramente el punto de llegada y su fuerza visual acompaña la salida a quienes suben hacia la calle y despide a quienes se internan en el vestíbulo de salidas hacia el Metro y los trenes de cercanías. Opera como un *umbral activo*, primero como punto de decisión entre seguir hacia delante o subir a la calle, acompañando luego la subida con la inclinación de sus anchas diagonales y finalmente, al llegar al rellano superior, cerrando el paso hacia el este para señalar el camino hacia la salida.

Las rampas de subida desembarcan frente un ventanal dominado por la inquietante presencia de las dos cabezas de Antonio López, una que nos da la espalda mientras la otra nos mira con los ojos cerrados desde más allá, hasta alcanzar la salida de los taxis, donde se produce el único atasco de la tranquila fluidez que caracteriza los recorridos por toda la estación.

Créditos ampliación 2010: Rafael Moneo y Pedro Elcuaz, arquitectos. Ineco-Tifsa, Ingeniería. Propiedad, Adif, Ministerio de Fomento. Colaboradores arquitectura: Andrea García, Pablo López, Sumac Cáceres, Brezo Alcoceba, Tamar Loeb, Juanjo Farrés. Estructura: Leonardo Fernández Troyano, Guillermo Ayuso, ingenieros de caminos. Contratista, Dragados-Tecsa: Manuel Orea Palomino, Gerente; Francisco González Fernández, Luis Martínez.

[1] Aguiló, Miguel (et al.); 2008. *Salidas, llegadas y trasbordos. Una reflexión sobre los terminales de transporte*. Ineco-Tifsa, Madrid.

[2] Aguiló, Miguel; 2010. *La flamante red de alta velocidad española*. ACS, Madrid.

[3] Almazán, José; 1857. Memoria sobre el establecimiento de una estación central, donde se unan los principales ferrocarriles que han de ejecutarse en España. Suplementos a la *Revista de Obras Públicas*. Imprenta José de la Peña, Madrid.

[4] Fernández Troyano, Leonardo; Manterola, Javier; Gutiérrez del Arroyo, Fernando; 1996. *Transformación en pasante de la vía 1C de la estación de Atocha - cercanías en Madrid*. Memoria, Madrid.

[5] Moneo, Rafael; 2010. Estación de Atocha. la continuidad como norma para entender el crecimiento de los edificios y la ciudad. En: *Apuntes sobre 21 obras*. Gustavo Gili, Barcelona: 167-198.

Acoustics and noise control within school buildings

Diogo Mateus, Andreia Pereira and Vítor Abrantes

1. Introduction

In the last decades, with the technology development and the increasing demand for comfort, the acoustics and noise control issues assume nowadays an important role in buildings. In Portuguese school buildings, the use of heating, ventilating and air conditioning systems (HVAC) has been intensified, due to requirements stated by the Portuguese regulation that concerns the energy systems and air-conditioning in large buildings (RSECE). As a consequence, the increased generation of noise produced by HVAC equipments has been affecting not only the learning process during classes but also the neighbouring population, causing acoustic annoyance. In many cases, the network of HVAC ducts provides also breaks among interior spaces of the buildings, causing a decrease in insulation of partitions.

Within this context, the present paper discusses, on the one hand, some issues related with the construction and rehabilitation of school buildings in what concerns to acoustic and noise control problems and, on the other hand, some of the difficulties in the fulfilment of the acoustic requirements established in the Portuguese acoustic code (RRAE) including typical problems found during the construction works which strongly influence the final results.

2. Building acoustics – Main topics

In general, to provide acoustic protection of buildings and particularly for the case of school buildings, as a way of giving an adequate guarantee of acoustic comfort on its interior, it is necessary to act in four ways: provide airborne sound insulation of partitions, either between interior spaces or between the exterior and interior of buildings; provide impact sound insulation of noise produced inside buildings; analyse the behaviour of sound inside lecture rooms also called room acoustics; noise control provided by mechanical equipment.

Airborne sound insulation between rooms depends not only on the separation element which provides direct sound transmission but also on the contiguous partitions which produce flanking sound transmission. The increase in airborne insulation may be attained by increasing the density of the partition and/or by using partitions built of several layers without rigid connections between each other.

Transmission of impact sound depends on direct sound transmission (when adjacent rooms of different floors are assumed and the noise is generated in the room above), but also on flanking sound transmission by contiguous partitions.

To reduce the impact sound transmission it may be possible to use resilient coverings or floating systems applied over resilient underlayers.

The analysis of sound inside a room depends on the geometry of the room, lining materials, furniture and occupancy. This analysis aims to provide a proper acoustic environment having into account the volume of the space and the use of the room.

As for noise control of the mechanical equipments of a building, the actions depend on the three mentioned ways of reducing/controlling sound. In particular, for the case of HVAC systems, it is usually necessary to reduce structural vibration transmission and airborne sound transmission through ducts or through the exterior medium. To reduce vibration it may be necessary to use resilient elements or floating systems similar to those solutions used in the reduction of impact sound transmission. Here, however low frequencies play an important role and therefore thicker resilient elements need to be used (or even anti-vibration mounts) of about 10 times greater thickness of those used to provide impact sound insulation. To control airborne transmitted noise through the ducts, attenuators may be used or acoustic barriers enclosing the equipment, made of phono-absorbent material.

3. Portuguese acoustic requirements

The acoustic demands that buildings in Portugal should accomplish are defined in General Regulation on Noise (RGR approved by Decree Law n.º 9/2007 of 17 January) and by the Regulation on Acoustic Requirements for Buildings (RRAE), approved by the Decree Law n.º 129/2002 of 11 May, with new wording given in Decree Law n.º 96/2008 of 9 June). The RGR defines, in a general way, the politics for prevention and noise reduction in order to guarantee a healthy and welfare environment of populations. The RRAE defines the acoustic demands for buildings in order to have better acoustic conditions inside these spaces.

The RRAE is applied to several types of buildings, defining in art. 7 a set of acoustic demands for school and research buildings or buildings with similar function (see Table 01) to be built or rehabilitated. For these buildings, this regulation does not make a difference among new buildings and existing buildings that are subjected to rehabilitation works.

In the case of auditoriums, conference rooms and polyvalent rooms, with activities where speech is important, one should consider the demands defined in art. 10-A, which is applied for auditoriums and halls. This article states limits for the average reverberation time T , which are significantly lower (more restrictive) than those indicated in art. 7 for lecture rooms in school buildings (in general the average rever-

Acústica e controlo de ruído em edifícios escolares

Diogo Mateus, Andreia Pereira e Vítor Abrantes

1. Introdução

Com a evolução tecnológica ocorrida nos últimos anos, associada à crescente necessidade de conforto, a acústica e o controlo de ruído em edifícios assumem uma importância cada vez maior nos dias de hoje. No caso dos edifícios escolares, onde se tem assistido à intensificação de equipamentos mecânicos de AVAC, como forma de resposta ao actual Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), verifica-se um conseqüente aumento generalizado da produção de ruído, afectando não só o interior dos próprios edifícios, colocando em causa o processo de aprendizagem dos alunos, como as populações vizinhas mais próximas, causando incomodidade. Em muitos casos, a rede de condutas do sistema conduz ainda a quebras significativas entre espaços interiores dos edifícios. Neste contexto, são apresentados e discutidos no presente artigo alguns aspectos considerados relevantes na construção e reabilitação de edifícios escolares, no domínio da acústica e do controlo de ruído, e apresentadas e comentadas algumas das dificuldades encontradas na verificação de requisitos regulamentares, incluindo problemas típicos de execução na obra que condicionam fortemente os resultados finais.

2. Condicionamento acústico – Aspectos gerais

De um modo geral, a protecção acústica dos edifícios, e em particular dos edifícios escolares, como forma de garantir um adequado conforto acústico no seu interior, pode ser concretizada através da actuação articulada segundo quatro vertentes da acústica: o isolamento a sons aéreos, quer entre espaços interiores, quer entre o exterior e o interior dos edifícios; o isolamento de ruídos de percussão, transmitidos por via sólida, provenientes essencialmente do interior dos edifícios; o condicionamento acústico interior; e a minimização do ruído produzido por equipamentos mecânicos do edifício.

O isolamento sonoro entre dois compartimentos depende não só do elemento de separação directo, em compartimentos contíguos, como da restante envolvente de cada compartimento. O aumento de isolamento pode ser conseguido, entre outras formas, através do aumento da massa e/ou da criação de elementos com duas ou mais camadas, sem ligação rígida entre si.

A transmissão de sons de percussão depende das transmissões directas (no caso de transmissão descendente, entre compartimentos adjacentes), bem como das transmissões marginais, através dos elementos adjacentes. De uma forma geral, a minimização do ruído transmitido por

esta via pode ser conseguida, de forma bastante eficaz, através da utilização de revestimentos de piso flexíveis ou de pavimentos flutuantes aplicados sobre camada resiliente.

O estudo do condicionamento acústico interior, de um espaço fechado, depende sobretudo da geometria do espaço, do tipo de revestimentos interiores e do recheio (mobiliário e ocupação), e visa a obtenção de um ambiente acústico adequado ao seu volume e às suas funções e/ou o controlo de ruído no seu interior.

A minimização do ruído produzido por equipamentos mecânicos, do próprio edifício onde se encontram locais receptores a proteger, acaba por estar muito dependente das vertentes anteriormente indicadas, no entanto, e em particular no caso de equipamentos AVAC, é muitas vezes necessária a minimização da transmissão de vibrações por via estrutural e o controlo da transmissão ruído por via aérea, através de condutas ou através do meio exterior. A minimização das vibrações, à semelhança do isolamento de ruídos de percussão, pode ser conseguida através da aplicação de elementos resilientes e/ou de plataformas flutuantes sob os equipamentos. No entanto, face às fortes componentes em baixa frequência, que normalmente lhes estão associadas, a espessura dos elementos resilientes (ou de apoios antivibratórios) terá de ser muito superior ao utilizado para controlar a transmissão de ruídos de percussão (da ordem de 10 vezes superior). O controlo do ruído transmitido por via aérea directamente através de condutas ou pelo exterior, pode ser concretizado através da aplicação, respectivamente, de atenuadores sonoros, em condutas, e de barreiras acústicas fonoabsorventes, na envolvente das fontes de ruído (equipamentos).

3. Exigências regulamentares

O nível e o tipo de exigências acústicas em edifícios e suas actividades é regido pelo Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, e pelo Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio, com a nova redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho. O RGR define, de uma forma global, a política de prevenção e combate ao ruído, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem estar das populações. O RRAE é específico e estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista à melhoria das condições de qualidade acústica no seu interior.

O RRAE aplica-se a sete tipos de edifícios distintos, estabelecendo o artigo 7.º um conjunto de requisitos acústicos específicos para edifícios escolares e similares, e de investigação (ver Quadro 01). Este regulamento

beration time is situated between 50 to 80% in relation to the limits for a classroom, assuming typical dimensions of polyvalent rooms and auditoriums in school buildings). To accomplish this limit a significant amount of sound absorption must be added to rooms, by covering walls and ceilings with sound absorbent solutions, which in many cases may increase the cost of construction works and may also require the installation of electro-acoustic systems to ensure sound amplification which is not practical to use during lecturing activities and could be therefore avoided.

In accordance with art. 21 of the General Regulation on Noise and for the case of schools, noise sources present in these buildings that may cause annoyance are subjected to exterior exposure limits indicated in art. 11, as well as in alinea 1b) of art. 13 (to avoid exterior acoustic annoyance).

4. Examples of constructive solutions used in school buildings

The acoustic protection of school buildings is attained by acting within the four ways defined in section 2, by an adequate choice of the materials used and its correct application.

In what concerns airborne sound insulation one should distinguish: airborne sound insulation between the exterior and interior rooms, where façade sound insulation is usually analysed and sound insulation between rooms of the building. For the majority of schools, either in new lecture classrooms or in the rehabilitated ones, façade sound insulation depends essentially on the window solution, mainly on the type of frame and glass (insulation may also be dependent on the blind box used). Airborne sound insulation between rooms depends on the separation element, on the flanking elements and also on other constructive elements such as ducts crossing the walls or electrical boxes embedded on the separation partition.

The fulfilment of the acoustic requirement for façades $D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 33$ dB, for classrooms, teachers rooms, administrative rooms, polyvalent rooms, medical offices and libraries is easily attained with common solutions of windows (for example double glass with thicknesses 8+6mm and with a frame with an air permeability class A3). However, in some situations such as when the percentage of windows area is great and the rooms are of small or medium size, it may be required the use of better performance solutions to fulfil the acoustic requirement.

As for airborne sound insulation between spaces, in the majority of school buildings, where heavy elements (heavy or lightweight concrete slabs and brick or concrete masonry walls) are used, it is not difficult to fulfil the acoustic requirements defined in Table 1. Brick masonry walls, 20 cm thick, allow to accomplish the acoustic demand $D_{nT,w} \geq 45$ dB, while double walls with 11 + 11 cm, with an air gap filled with a sound absorbent material, allow to accomplish the requirement $D_{nT,w} \geq 50$ dB. Note that for masonry walls, more important than the thickness or type of bricks, it is important to assure that bed and head joints are conveniently filled with mortar with particular attention for the last joint which connects with the top slab and to ensure that the mortar lining of the wall has a proper thickness (not less than 1.5 cm).

In the separation between floors, it is also easy to accomplish the acoustic demand $D_{nT,w} \geq 45$ dB, but, in the case of lightweight slabs, it is hard to fulfil the requirement $D_{nT,w}$ of 50 dB, without an acoustic reinforcement, either in the floor or in the ceiling. For situations with the acoustic demand consisting of $D_{nT,w}$ greater than 50 dB, where the

Table 01 - Acoustic demands for school and research buildings (Art. 7 of RRAE).

Ref.	Element / space	Acoustic demand		
1a)	Between the exterior and receiving rooms	$D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 28$ dB, in quiet zones defined in the alinea b) of the n. 1 do art. 11 of RGR $D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 33$ dB, in mixed zones or quiet zones defined in alineas c), d) and e) of the n. 1 of art. 11 of RGR (or to non-classified zones). C or Ctr, added to $D_{2m,nT,w}$, when the translucent area represents more than 60% of the façade (depending on the dominant noise in the emitting space).		
1c)	In receiving rooms *, noise source from other places of the building	$L_{nT,w} \leq 60$ dB if the emitting room is a corridor with a lot of movement, gymnasium, canteen or technical classroom $L_{nT,w} \leq 65$ dB if the emitting room is a classing room, nursery or polyvalent room		
1d)	Average reverberation time (500, 1000 and 2000 Hz), T, with furniture and no movement	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] in lecture rooms, polyvalent rooms, libraries, canteens and gymnasiums		
1e)	Average equivalent absorption (500, 1000 and 2000 Hz), A, provided by linings of atriums, corridors with great circulation	$A \geq 0.25 \times S_{plan}$		
1f)	In receiving rooms, the value of $L_{Ar,nT}$ provided by the noise generated by equipments of the buildings should be:	Libraries . $L_{Ar,nT} \leq 35$ dB(A) if the operation is not continuous . $L_{Ar,nT} \leq 30$ dB(A) if the operation is continuous Other receiving rooms* . $L_{Ar,nT} \leq 40$ dB(A) if the operation is not continuous . $L_{Ar,nT} \leq 35$ dB(A) if the operation is continuous		
1b)	Receiving room Emitting room	Lecture room (including musical), teachers, administrative	Libraries and medical offices	Polyvalent rooms and nurseries
1b)	Lecture rooms, teachers and administrative	$D_{nT,w} \geq 45$ dB	$D_{nT,w} \geq 45$ dB	$D_{nT,w} \geq 45$ dB
1b)	Rooms for music classes, polyvalent rooms, canteen, gymnasiums and technical classroom	$D_{nT,w} \geq 55$ dB	$D_{nT,w} \geq 58$ dB	$D_{nT,w} \geq 50$ dB
1b)	Nurseries	$D_{nT,w} \geq 53$ dB	$D_{nT,w} \geq 55$ dB	$D_{nT,w} \geq 48$ dB
1b)	Corridors with great circulation	$D_{nT,w} \geq 30$ dB +15dB if a door doesn't exist	$D_{nT,w} \geq 35$ dB +15dB if a door doesn't exist	$D_{nT,w} \geq 30$ dB +15dB if a door doesn't exist
4 e 5	<i>In situ</i> measurements whose aim is to verify the acoustic demand one should consider:	+ 3 dB for $D_{2m, nT, w}$ and for $D_{nT, w}$ - 3 dB/dB(A) for $L_{nT, w}$ and $L_{Ar, nT}$ - 25% for T		

(* Receiving rooms – Lecture rooms, teachers rooms, administrative rooms, polyvalent rooms, nurseries, medicaloffice, libraries.

Quadro 01 – Requisitos acústicos exigidos em edifícios escolares e similares, e de Investigação (Art. 7.º do RRAE).

Ref.	Elemento / local	Requisito regulamentar		
1a)	Entre o exterior e os compartimentos receptores *	$D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 28$ dB, em zonas sensíveis reguladas pela alínea b) do n.º 1 do art. 11 do RGR $D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 33$ dB, em zonas mistas ou zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do art. 11 do RGR (ou para zonas ainda não classificadas). C ou Ctr, somados a $D_{2m,nT,w}$, quando área translúcida superior a 60% do elemento de fachada (função do tipo de ruído dominante na emissão).		
1c)	Em compartimentos receptores *, proveniente de outros locais do edifício	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB se o local emissor for corredor de grande circulação, ginásio, refeitório ou oficina $L'_{nT,w} \leq 65$ dB se o local emissor for salas de aula, berçário ou salas polivalentes		
1d)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em salas de aula, salas polivalentes, bibliotecas, refeitórios e ginásios		
1e)	Área de absorção sonora equivalente média (entre 500, 1000 e 2000Hz), A, em paramentos interiores da envolvente de átrios e corredores de grande circulação	$A \geq 0.25 \times S_{planta}$		
1f)	Em compartimentos receptores*, o valor de $L_{Ar,nT}$ do ruído particular de equipamentos do edifício deve ser:	Bibliotecas . $L_{Ar,nT} \leq 35$ dB(A) se o funcionamento for intermitente . $L_{Ar,nT} \leq 30$ dB(A) se o funcionamento for contínuo Restantes compartimentos receptores* . $L_{Ar,nT} \leq 40$ dB(A) se o funcionamento for intermitente . $L_{Ar,nT} \leq 35$ dB(A) se o funcionamento for contínuo		
1b)	Locais de recepção Locais de emissão	Salas de aula (incluindo musical), de professores, administrativas	Bibliotecas e gabinetes médicos	Salas polivalentes e berçários
1b)	Salas de aula, de professores, administrativas	$D_{nT,w} \geq 45$ dB	$D_{nT,w} \geq 45$ dB	$D_{nT,w} \geq 45$ dB
1b)	Salas de aula musical, salas polivalentes, refeitórios, ginásios e oficinas	$D_{nT,w} \geq 55$ dB	$D_{nT,w} \geq 58$ dB	$D_{nT,w} \geq 50$ dB
1b)	Berçários	$D_{nT,w} \geq 53$ dB	$D_{nT,w} \geq 55$ dB	$D_{nT,w} \geq 48$ dB
1b)	Corredores de grande circulação	$D_{nT,w} \geq 30$ dB +15dB se não existir porta	$D_{nT,w} \geq 35$ dB +15dB se não existir porta	$D_{nT,w} \geq 30$ dB +15dB se não existir porta
4 e 5	Nas avaliações <i>in situ</i> destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos deve considerar-se:	+ 3 dB para D_{2m} , nT, w e para D_{nT} , w - 3 dB/dB(A) para L'_{nT} , w e L_{Ar} , nT - 25% para T		

(*) Compartimentos receptores – Salas de aula, de professores, administrativas, polivalentes e berçários, gabinetes médicos e bibliotecas.

não faz distinção entre novos edifícios a construir e edifícios a reabilitar.

No caso de auditórios e salas de conferência e salas polivalentes, com actividades assentes sobretudo na oratória, poderão considerar-se os requisitos apresentados no artigo 10.º-A, relativo a auditórios e salas. Este artigo impõe limites para o tempo de reverberação médio, T, significativamente inferiores aos indicados no artigo 7.º (da ordem de 50 a 80%, para as dimensões correntes de salas polivalentes e auditórios, em edifícios escolares). A satisfação destes limites implica um aumento substancial da absorção sonora interior, nomeadamente através do aumento de áreas de paredes e tectos com soluções fonoabsorventes, que em alguns casos, para além de onerarem o valor da obra e da sua exploração, implicam a utilização de sistemas electroacústicos, para amplificação do som, que para o caso da actividade lectiva não são práticos.

De acordo com o RGR, mais especificamente o seu artigo 21.º, e mesmo para o caso de escolas, as fontes de ruído susceptíveis de causar incomodidade estão sujeitas ao cumprimento dos limites de exposição no exterior indicados no artigo 11.º, bem como ao disposto na alínea 1b) do artigo 13.º (não causar incomodidade).

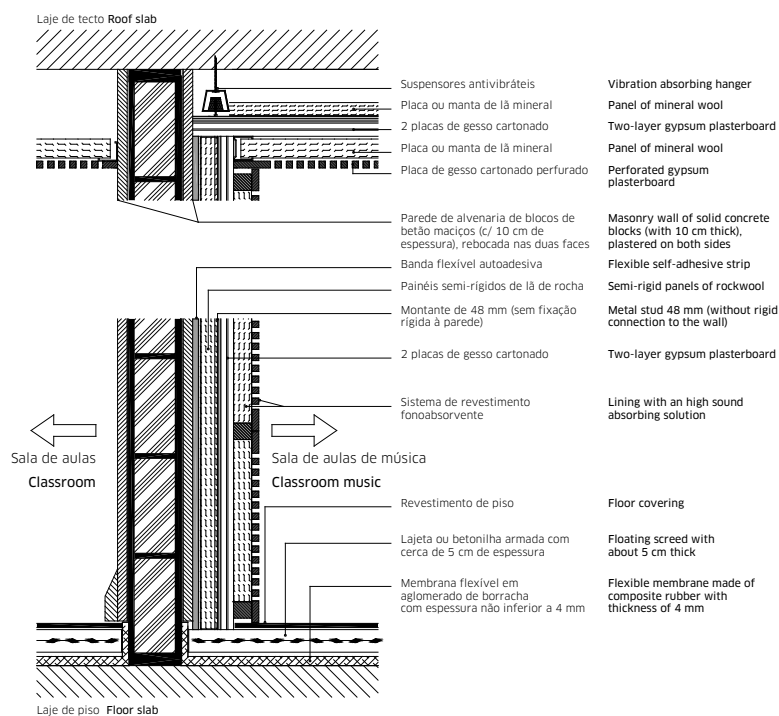
4. Exemplos de soluções construtivas adoptadas

A protecção acústica dos edifícios, nas quatro vertentes referidas no ponto 2, é assegurada pelo tipo de materiais utilizados e pela sua correcta aplicação.

Em relação ao isolamento a sons aéreos há que distinguir: o isolamento entre o exterior e o interior, normalmente associado ao isolamento de fachada; e o isolamento entre compartimentos fechados. No primeiro caso, e para a generalidade das escolas, quer em salas reabilitadas, quer em salas novas, o isolamento sonoro depende essencialmente do vão envidraçado, em especial do caixilho e do vidro (ou eventualmente de caixas de estores, se existirem). No segundo caso, o isolamento sonoro depende do elemento de separação directo e dos elementos marginais e de eventuais “pontos fracos de isolamento” (por exemplo, caixas embutidas na parede de separação e atravessamento de condutas).

O cumprimento do requisito de isolamento para fachadas, $D_{2m,nT,w} + (C$ ou $Ctr) \geq 33$ dB, exigido para salas de aula, de professores, administrativas, polivalentes, gabinetes médicos e bibliotecas, na generalidade dos casos é facilmente conseguido, com soluções correntes de vãos envidraçados (por exemplo, com vidro duplo de 8 + 6 mm em caixilho de classe de permeabilidade ao ar A3). Existem, no entanto, algumas situações pontuais, com grandes áreas envidraçadas, em salas de média ou pequena volumetria, onde o cumprimento do requisito regulamentar implica a utilização de soluções de melhor desempenho.

Quanto ao isolamento a sons aéreos entre espaços fechados, e para a generalidade dos edifícios escolares, que recorrem a elementos de construção pesados (lajes em betão, maciças ou aligeiradas, e a paredes de alvenaria ou eventualmente de betão), não é geralmente difícil o cumprimento dos requisitos regulamentares indicados no Quadro 01, para a generalidade dos espaços. Paredes de alvenaria de tijolo furado de 20 cm permitem normalmente cumprir o requisito de isolamento $D_{nT,w} \geq 45$ dB, enquanto que paredes duplas de tijolo de 11 + 11 cm, com caixa de ar preenchida com material fonoabsorvente, permitem normalmente cumprir o requisito de isolamento $D_{nT,w} \geq 50$ dB. Refira-se que, em paredes de alvenaria, muitas vezes mais importante que a espessura e o tipo de tijolo ou de bloco, é fundamental garantir um adequado preenchimento das juntas de assentamento, com particular destaque para a última, entre a última fiada de tijolo ou de blocos e a face inferior da laje,



01

flanking sound transmission strongly influences the behaviour, it may be difficult to implement adequate constructive solutions, specially in cases of non-intrusive rehabilitation.

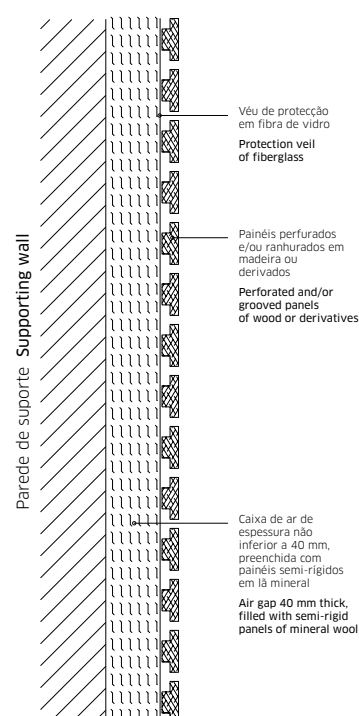
Figure 01 displays, as an example, a layout of the principle of the proposed acoustic constructive solution for the separation between a common classroom and an adjoining music classroom. This solution, apart from the concerns regarding sound insulation, comprises also an absorbent system for the ceilings and for the walls of the music classroom.

To isolate the impact noise generated in the floors of school buildings, the solution is usually either a floating screed (see floor system in Figure 01), over which the floor covering is applied or by using a flexible coat, namely a vinyl or linoleum with a flexible basis. The first type of solution, although compatible with most floor finishings is not always feasible when remodelling buildings, since it implies a rise in the thickness of floors, with a consequent reduction in the height of the ceiling, which is already in some schools significantly lower than the desirable.

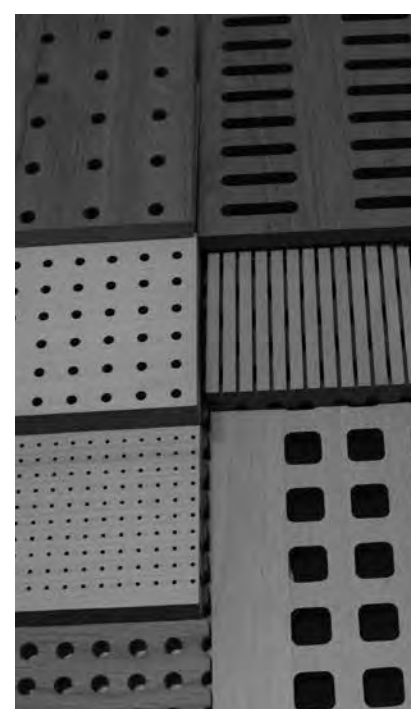
The second type of solution, which can be applied to existing floors, occupying only a thickness of about 3 to 4 mm, is a bit limiting and usually not viable outside the classrooms and libraries, for instance in atriums and corridors of wide movement.

Both solutions, when properly applied, can lead to results that satisfy regulation requirements. However, when using the solution of floating screed it is common to occur small execution mistakes, including the creation of rigid connections between the floating slab and the wall, in the plinth area, which strongly compromises the effectiveness of the solution (see Section 5). The option of not applying these solutions in the corridors of great movement, usually leads to non-compliance with acoustic requirements, but they may be acceptable for the cases of non-intrusive rehabilitation, since the beginning and end of classes is generally coincident in several classrooms, of the same part of a school.

The control of reverberation in a school is achieved by imposing an upper limit for the average RT for the majority of spaces or a lower limit for the sound absorption equivalent area provided by the materi-



02



als which cover the constructive elements of interior walls, floors and ceiling of corridors with wide movement. Moreover, this solution provides not only a better sound quality inside these spaces but also allows minimize the noise produced and transmitted. For most spaces of a school, although not always corresponding to the optimal solution, the control of reverberation can be done using only the application of false ceilings or ceiling absorbent coverings, e.g., using perforated gypsum plasterboard panels, with air gap partially filled with mineral wool (as the false ceiling of the classroom, in Figure 01),

The application of these solutions is usually feasible, even in non-intrusive rehabilitations. However, in rooms with greater volume, particularly in auditoriums, multipurpose rooms and gymnasiums, it is necessary to extend the phono-absorbent linings to the walls. If walls are available, it is necessary to use solutions with higher mechanical strength, which may be, for example, perforated panels and /or grooved panels of wood or derivatives, as illustrated in Figure 02. Often there is some resistance to implementing phono-absorbent solutions in corridors, however, its application in ceilings is very important, even when classes begin and end at the same time, since it is a practice in some schools the teaching with the doors open or partially open. In these cases this solution, minimizes indirect sound transmission among rooms.

The limitation of noise levels in a school, either produced by the occupants themselves, or generated by mechanical equipment, is one of the greatest difficulties in school buildings, particularly in buildings with limited constructive interventions. In relation to noise generated by occupants, actions hinged on the three aspects mentioned above usually allows solving these problems. As for the noise generated by equipment, in addition to acting in the three mentioned ways, it is still necessary to minimize transmission of vibration through the structure and the transmission of noise through ducts or directly to outside. For this

Figure 01 – Example of the constructive solution proposed for the elements that separate a classroom from an adjoining music classroom.
Figure 02 – Examples of constructive solutions used as absorbent linings in walls.

e uma adequada espessura de revestimento em cada face (nunca inferior a 1,5 cm). Na separação entre pisos, é relativamente fácil cumprir o requisito $D_{nT,w} \geq 45$ dB, mas, no caso de lajes aligeiradas, muitas vezes já é difícil garantir um valor de $D_{nT,w}$ de 50 dB, sem o reforço acústico, no piso e/ou no tecto. Para situações de espaços adjacentes com requisito de $D_{nT,w}$ superior a 50 dB, onde a contribuição das transmissões marginais pode ser condicionante, por vezes torna-se difícil a implementação de soluções construtivas adequadas, em especial em casos de reabilitação não intrusiva. Na Figura 01, é apresentado, a título de exemplo, um esquema de princípio da solução construtiva proposta para a separação entre uma sala de aulas e uma sala de aulas de música adjacente. Esta solução, para além das preocupações de isolamento sonoro, contempla um sistema fonoabsorvente para tectos e para a parede da sala de aulas de música.

Para isolamento a ruídos de percussão, sobre os pavimentos, em edifícios escolares, a solução passa geralmente ou por uma betonilha flutuante (ver sistema de pavimento na Figura 01), sobre a qual é aplicado o revestimento de piso pretendido, ou pela aplicação de um revestimento de base flexível, nomeadamente vinílicos ou linóleos de base flexível. O primeiro tipo de solução, apesar de compatível com a generalidade dos acabamentos de piso, nem sempre é viável em edifícios a remodelar, pois implica uma subida da cota dos pisos, com a consequente redução do pé-direito, que em algumas escolas já é significativamente inferior ao desejável. O segundo tipo de solução, que pode aplicar-se sobre bases já existentes, ocupando uma espessura apenas da ordem de 3 a 4 mm, é um pouco limitativo e normalmente não é viável fora das salas de aula e bibliotecas, nomeadamente em átrios e corredores de grande circulação. Ambas as soluções, quando bem aplicadas, podem conduzir a resultados que satisfazem os requisitos regulamentares. Contudo, na solução de betonilha flutuante, é frequente a ocorrência de pequenos erros de execução, nomeadamente a criação de ligações rígidas entre a betonilha e a parede, na zona do rodapé, que comprometem quase por completo a eficácia da solução. A opção de não aplicar uma destas soluções em corredores de circulação, conduz geralmente ao não cumprimento do requisito regulamentar, mas eventualmente poderá considerar-se aceitável, em especial quando a intervenção pretendida é limitada, uma vez que o início e o final das aulas é geralmente coincidente nas várias salas de aula, de cada sector de uma escola.

O controlo da reverberação, através da imposição de um limite máximo para o tempo de reverberação médio, para a generalidade dos espaços numa escola, ou de um limite mínimo para absorção sonora equivalente em paramentos interiores da envolvente de átrios e corredores de grande circulação, é fundamental no interior de uma escola. Para além de permitir uma melhor qualidade sonora no interior desses espaços, permite minimizar o ruído produzido e/ou transmitido. Para a generalidade dos espaços duma escola, apesar de não corresponder muitas vezes à solução óptima, o controlo da reverberação pode ser concretizado recorrendo apenas a aplicação de tectos falsos ou de revestimentos de tecto fonoabsorventes, por exemplo, através de painéis de gesso cartonado perfurados, com caixa de ar parcialmente preenchida com lã mineral. A aplicação destas soluções de tecto é normalmente viável, mesmo quando a intervenção é limitada, mas, por vezes, em espaços de maior volumetria, nomeadamente em auditórios, salas polivalentes e ginásios, é necessário estender o revestimento fonoabsorvente a zonas de paredes. No caso de paredes acessíveis, é necessário utilizar soluções de maior resistência mecânica, podendo, por exemplo, recorrer-se a painéis perfurados e/ou ranhurados em madeira ou derivados, como ilustra a Figura 02.

Frequentemente existe alguma resistência à aplicação de soluções fonoabsorventes em corredores, no entanto, a aplicação destas soluções em tectos é muito importante, mesmo quando as aulas têm início e final coincidente, uma vez que é prática corrente em algumas escolas a leccionação com as portas abertas ou parcialmente abertas, minimizando, esta solução, as transmissões sonoras indirectas entre salas.

A limitação dos níveis de ruído numa escola, quer produzidos pelos próprios ocupantes, quer produzidos por equipamentos mecânicos, constitui uma das maiores dificuldades em edifícios escolares, em particular nos edifícios com intervenções construtivas limitadas. Em relação ao ruído produzido pelos ocupantes, a actuação articulada sobre as três vertentes anteriormente indicadas permite geralmente resolver estes problemas. Quanto ao ruído emitido por equipamentos, para além da actuação nas três vertentes referidas, é necessário ainda minimizar a propagação de vibrações através da estrutura e a transmissão de ruído através de condutas ou directamente para o exterior. Para o efeito, poderão ser criadas lajes de inércia flutuantes (ver Figura 03), para o piso das áreas técnicas, quer exteriores, quer interiores, sobre as quais serão apoiados os equipamentos, acessórios e condutas (devendo ser aplicadas mangas flexíveis nas condutas, na transição para fora da área técnica). Em equipamentos com maior emissão de vibrações, poderá ainda justificar-se a aplicação de apoios antivibratórios nos próprios equipamentos.

A transmissão de ruído através do interior de condutas de ventilação pode ser controlada através da aplicação de atenuadores sonoros (ver Figura 04), entre o equipamento AVAC e as condutas (na extracção e/ou na insuflação). Contudo, e sobretudo quando o equipamento fica situado no interior de espaços já existentes e de dimensões limitadas, nem sempre é viável a interposição deste tipo de dispositivos em condutas, para além do aparecimento de eventuais problemas de qualidade do ar interior. Refira-se que as fortes necessidades de renovação de ar, impostas pelo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), conduzem geralmente à aplicação de equipamentos de elevada potência sonora e condutas de grande secção, que, quando aplicados próximo das salas de aula e de outros recintos sensíveis ao ruído, podem originar valores de $L_{Ar,nT}$ substancialmente superiores aos valores regulamentares (até cerca de 5 dB(A) acima do limite não são frequentes reclamações, mas acima desta diferença o problema pode ser grave). O próprio traçado das condutas pode originar quebras substanciais de isolamento nos elementos de separação que atravessa, que devem ser minimizadas, nomeadamente através da escolha de traçados mais favoráveis e/ou através do reforço acústico das condutas.

Em relação à transmissão de ruído para o exterior, para além dos eventuais problemas de excesso de ruído no interior da escola, poderão ainda existir problemas de incomodidade nos vizinhos mais próximos. A minimização deste problema pode passar pela aplicação de barreiras acústicas fonoabsorventes na envolvente dos equipamentos, quando aplicados no exterior, ou da aplicação de grelhas com atenuação sonora, nas aberturas para o exterior (ver Figura 04).

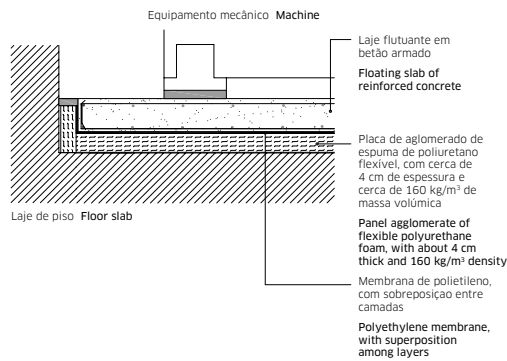
5. Problemas típicos de execução

Para além da adopção de soluções construtivas apropriadas, incluindo a sua correcta pormenorização, a execução em obra é decisiva no

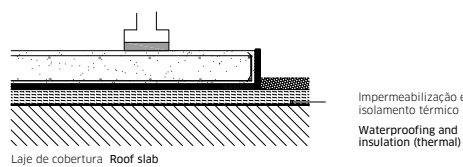
.....
Figura 01 - Exemplo de solução construtiva proposta para a separação entre uma sala de aulas e uma sala de aulas de música adjacente.

Figura 02 - Exemplo de solução construtiva proposta como revestimento fonoabsorvente em paredes.

No interior Inside



No exterior Outside



NOTA: Como alternativa à camada flexível contínua, poderá optar-se por apoios antivibratórios discretos (sinoblocos de material resiliente ou de molas), utilizando painéis de cofragem perdidos. Para aplicações no exterior, esta solução pode permitir a drenagem através da caixa de ar entre apoios.

NOTE: As an alternative to continuous flexible layer, another solution may be the use of discrete anti-vibration mounts (sinoblocks made of resilient material or springs), using lost formwork panels. For outdoor applications, this solution may allow drainage through the air gap between supports.

03



04

purpose, inertia floating slabs (see Figure 03) in the floor of the technical areas, can be created, either outside or inside, which will support the equipment, fittings and pipes (which must be applied using flexible sleeves in the pipes, in the transition to out of the technical area). In equipments which emit larger vibrations it may also be justified the application of anti-vibration supports in the equipment.

The transmission of noise through the interior of ducts can be controlled through the application of sound attenuators (see Figure 04) between the HVAC equipment and ducts (in the extraction and/or in inflation). However, especially when the equipment is located within existing spaces limited in size, it is not always feasible the use of these devices in ducts, and they also may promote the appearance of indoor problems related with air quality. It should be noted that the strong need to renew the air, imposed by RSECE, usually leads to the application of high power sound equipment and of conducts with large section, which, when applied near the classrooms and other rooms sensitive to noise, can lead to values of LAr,nT substantially higher than those imposed by regulations (values up to 5 dB(A) above the limit do not usually generate frequent complaints, but above this value the problem can be severe). The layout of the ducts can also cause breaks in the insulating of partitions that are runed through them, which should be minimized, by choosing the most favourable routes and/or through the application of sound attenuators. With regards to the transmission of noise to the outside, apart from possible problems of excessive noise inside the school, there may still be problems of noise annoyance in the closest neighbours. The minimization of this problem may involve the application of phono-absorbent barriers surrounding the equipment when applied in the exterior or by applying grids with sound attenuation, in the openings to the outside (see Figure 04).

5. Typical execution problems

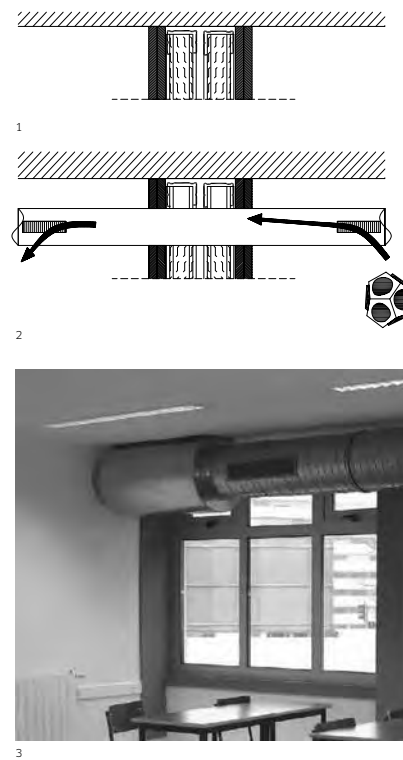
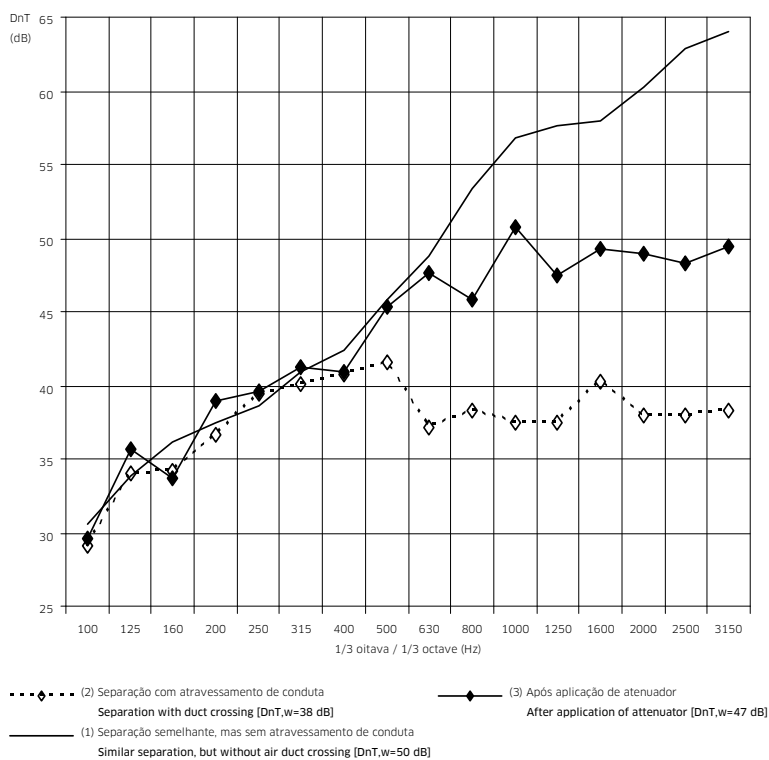
Besides the appropriate design of solutions and corresponding details, the correct execution is crucial to guarantee a proper acoustic performance of buildings. It is common to find the same kind of constructive solutions applied in apparently in similar situations, but with a completely different acoustic performance. The differences may be due to flanking sound transmissions, depending on how the separation elements are interconnected and their specific characteristics, but quite often large differences are found due to the construction process and to the decisions made during the constructions works. As in other areas but with particular relevance in sound insulation, achieving success in the construction requires a thorough knowledge of the materials used and of the construction technologies. A constructive solution with a predictable high acoustic performance can result in complete failure, if some mistakes in its execution are committed, even of very small size, which are usually unnoticed during the construction. It should also be noted that, in addition to the construction process, it is fundamental the link between the acoustic and the other specialties involved in the project, including architecture, stability and technical installations.

In airborne sound insulation, either in case of insulation between the exterior and interior (façade insulation), or in the case of insulation between rooms, the typical problems that can greatly compromise the final results, are usually due to the existence of leaks (commonly in the glazing frames and possibly in blind boxes) and/or due to the existence of "weak points of insulation", such as: the masonry joints which are

Figure 03 - Example of a constructive solution proposed for an inertia floating slab with a resilient continuous layer or with sonoblocks.

Figure 04 - Images of constructive solutions used to interpose in the ducts (attenuators), in the exterior (acoustic barrier) and aperture into the exterior (acoustic grids).

Figure 05 - Airborne sound insulation between adjacent rooms separated by a double gypsum plasterboard partition with and without duct crossing.



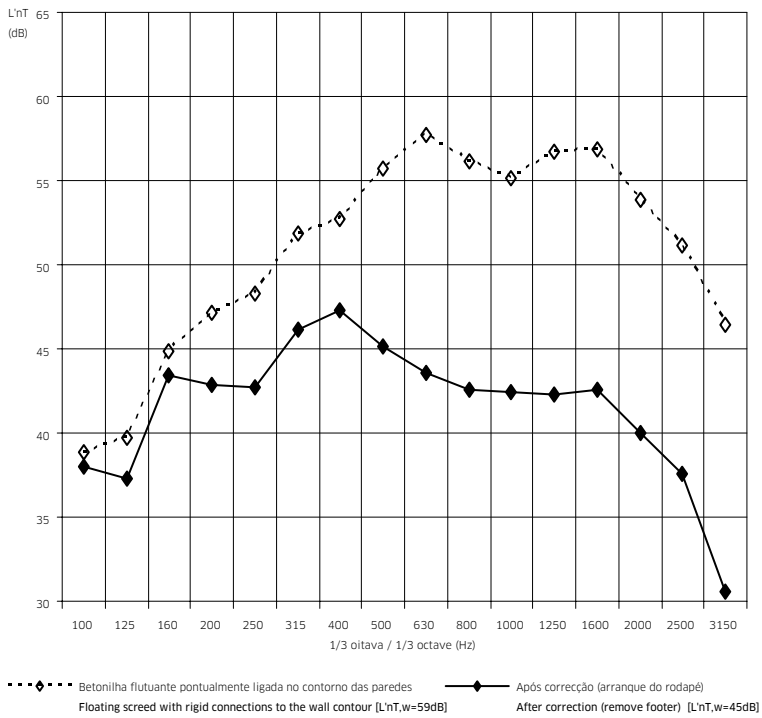
desempenho acústico dos edifícios. É muito frequente encontrar o mesmo tipo de solução construtiva aplicada em situações aparentemente semelhantes, mas com um desempenho acústico completamente diferente. As diferenças podem depender das transmissões marginais, que podem variar bastante, em função da forma como os elementos de construção se encontram interligados e das suas características específicas, mas, na generalidade dos casos correntes em edifícios, as grandes diferenças resultam do processo construtivo e das decisões tomadas em obra. Tal como acontece noutras áreas, mas com particular relevância na área do isolamento acústico, a obtenção de sucesso na construção exige um profundo conhecimento dos materiais empregues e das tecnologias de construção. Uma solução construtiva com um previsível elevado desempenho acústico pode resultar num fracasso completo, se forem cometidos alguns erros de execução, mesmo que de pequenissima dimensão, que passam geralmente despercebidos em obra. Convém ainda realçar que, para além do processo construtivo, é fundamental uma interligação entre a acústica e as restantes especialidades envolvidas em projecto, nomeadamente a arquitectura, a estabilidade e as instalações técnicas.

No isolamento a sons aéreos, existem duas situações que interessa distinguir: o isolamento entre o exterior e o interior, normalmente associado ao isolamento de fachada; e o isolamento entre compartimentos fechados. No primeiro caso, e para a generalidade dos edifícios, incluindo edifícios escolares, o isolamento sonoro depende essencialmente do vão envidraçado, em especial do caixilho e do vidro (e caixas de estores, se existirem). No segundo caso, o isolamento sonoro depende do(s) elemento(s) de separação directo(s) e dos elementos marginais. Em ambos os casos, a existência de eventuais "pontos fracos de isolamento", como, por exemplo, pequenas frinchas (ainda que ocultas, como acontece com as juntas de assentamento da alvenaria mal preenchidas e com a junta de remate entre a última fiada de tijolo e a face inferior da laje), caixas embutidas em paredes de separação (com especial destaque para

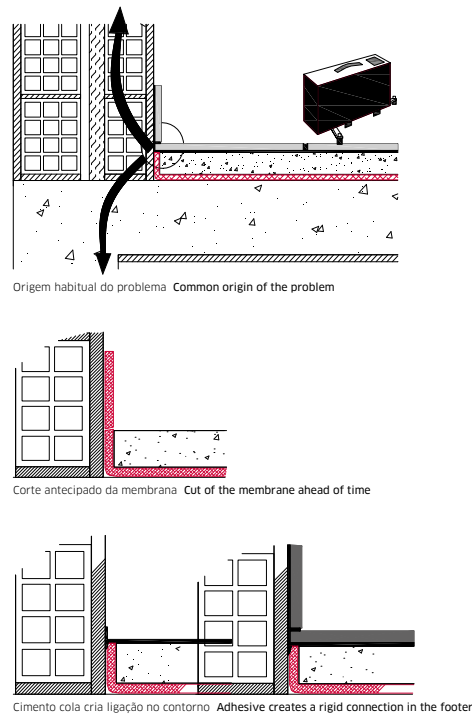
as situações de divisórias aligeiradas, onde a tomada/caixa rompe toda a espessura dos painéis de parede) e o atravessamento de condutas e/ou de *courettes*, podem comprometer fortemente o resultado final. Na Figura 05 são apresentados, a título de exemplo, resultados de isolamento sonoro entre salas de aula adjacentes, em duas escolas diferentes, com o atravessamento directo de condutas entre salas, bem como os resultados obtidos sem este atravessamento e como a introdução de atenuador sonoro imediatamente antes do atravessamento.

No isolamento acústico a sons de percussão, com vista à satisfação de requisitos regulamentares, são habitualmente propostos dois tipos alternativos de soluções: revestimentos de piso rígidos aplicados (cerâmicos, pedras, madeiras, etc.) sobre camada inferior resiliente, designadamente a betonilha flutuante em betão ou em argamassa, e pontualmente os pavimentos flutuantes em madeira; e os revestimentos de piso flexíveis, nomeadamente o vinílico ou linóleo de base flexível. Entre estas, a execução de betonilha flutuante, sob o revestimento de piso, é aquela que à partida, para a maioria das construções de raiz, oferece mais vantagens e não condiciona o tipo de acabamento. Contudo, na maioria das situações o desempenho destas betonilhas é muito fraco, devido essencialmente à existência de defeitos de construção, muitas vezes de pequenissima dimensão, como é o caso das ligações rígidas através do cimento-cola de assentamento do revestimento de piso, especialmente importante em revestimentos cerâmicos ou em pedra (ver Figura 06). Em edifícios escolares, quando se opta por divisórias leves (gesso cartonado), por vezes a opção em obra passa por executar uma betonilha flutuante contínua entre salas adjacentes, o que agrava fortemente a transmissão por

.....
Figura 03 - Exemplo de solução construtiva proposta para uma laje de inércia flutuante, com camada resiliente contínua ou com sinoblocos.
Figura 04 - Imagens de soluções construtivas utilizadas para interposição em condutas de ventilação (atenuadores sonoros), para exterior (barreiras acústicas) e em aberturas para o exterior (grelhas acústicas).
Figura 05 - Isolamento acústico entre compartimentos separados por divisórias de estrutura dupla, em gesso cartonado, com e sem atravessamento de condutas.



06



frequently poorly filled with mortar; the joint between the last row of bricks and the lower face of the slab is barely topped, often exacerbated by the small thickness of the lining of the walls; the boxes embedded in separation walls (mainly in the situations of lightweight partitions, where the plug/box breaks throughout all the thickness of the wall panels) and the crossing of ducts and/or courettes. Figure 05 shows, for example, results of sound insulation between adjacent classrooms for three cases: with ducts directly crossing two adjacent rooms, without this crossing and with the ducts crossing the wall but with a sound attenuator placed just before the crossing.

In the impact sound insulation, where often floating screeds are used, under the floor covering, or also vinyl or linoleum flexible base are used, problems arise mainly in the first case. Indeed, in most situations, the performance of the floating screed is very weak, owing to mistakes in construction, often of very small size, as is the case of rigid connections created by the adhesive used to settle the floor covering, especially when the covering is of ceramic tile or stone (see Figure 06). Moreover, when opting for lightweight partitions (gypsum plasterboard), sometimes the construction begins by executing a continuous floating screed between adjacent rooms, which increases strongly the impact sound transmission, often resulting in a worse output than that without the floating screed (see Figure 07).

Another problem that often arises from school buildings is excessive noise, originated in mechanical equipments, transmitted into the interior of the school and/or to the surroundings, sometimes exacerbated due to wrong decisions taken during construction and because of the lack of compatibility between the different design specialities. Examples of these situations are the non-application of sound attenuators, usually justified by the lack of available space, the excessive speeds of airflow in ducts (sometimes with flow reductions of 25% it is possible to achieve reductions in noise level above 5 dB(A)), the option for higher power sound equipment than those defined in the design, and changes

in the position of the equipment that often occurs during execution, sometimes to try solving design omissions.

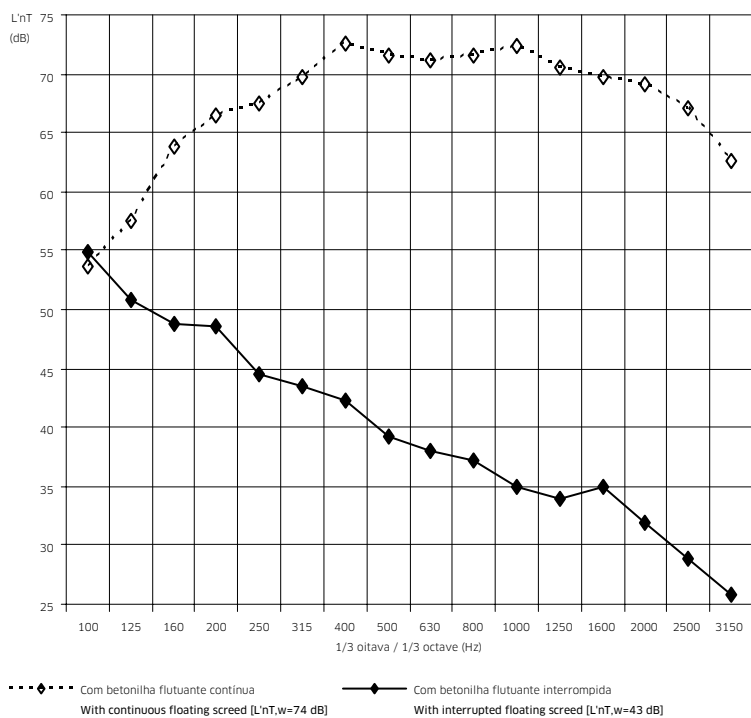
Although the displayed results correspond only to case studies, they allow to demonstrate that a successful construction in the acoustic point of view is very dependent on the construction process. The existence of construction defects, even in very small dimension, as some wrong decisions taken either during the design stage or during construction, can lead to very weak results.

References

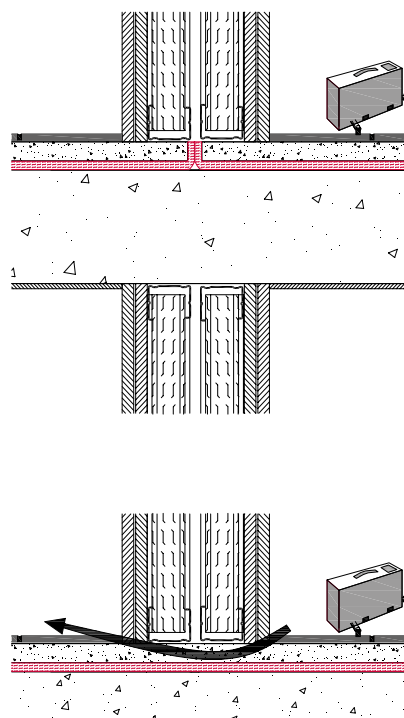
- [1] RRAE - Portuguese Regulation on Acoustic Requirements for Buildings, approved by Decree Law n.º 129/2002 of 11/05 with new wording given in Decree Law n.º 96/2008 of 09/06.
- [2] ANSI S12.60-2002, "Acoustical performance criteria, design requirements and guidelines for schools", American National Standards Institute (2002).
- [3] RGR - General Portuguese Regulation on Noise, approved by Decree Law n.º 9/2007 de 17/01.

Figure 06 - Measured padronized impact sound pressure level, with sound transmission from the lower (sound generated has a strong impact sound component) to the upper level (receiving space to protect from sound), with rigid connection in the footer and after pulling off the footer around the entire floor.

Figure 07 - Padronized sound pressure level between rooms of the same floor with and without continuity in the floating screed.



07



percussão, resultando muitas vezes um resultado pior do que se obteria sem a betoneira flutuante (ver Figura 07). Com revestimentos de piso flexíveis, os eventuais erros de execução são normalmente muito menos relevantes, mas são habitualmente soluções de menor durabilidade.

Um outro problema que surge com alguma frequência em edifícios escolares é o excesso de ruído, com origem em equipamentos mecânicos, transmitido para o interior da escola e/ou para a sua envolvente, por vezes agravado por erradas decisões tomadas em obra e por falta de compatibilidade entre especialidades de projecto. São exemplos, a não aplicação de atenuadores sonoros, justificada geralmente pela falta de espaço disponível, as excessivas velocidades de circulação de ar em condutas (por vezes, com reduções de caudal de 25% é possível obter reduções no nível de ruído superiores a 5 dB(A)), a opção por equipamentos de maior potência sonora, relativamente ao considerado como base em projecto, e as alterações do posicionamento dos equipamentos que frequentemente ocorre no decurso da obra, por vezes para tentar colmatar omissões de projecto.

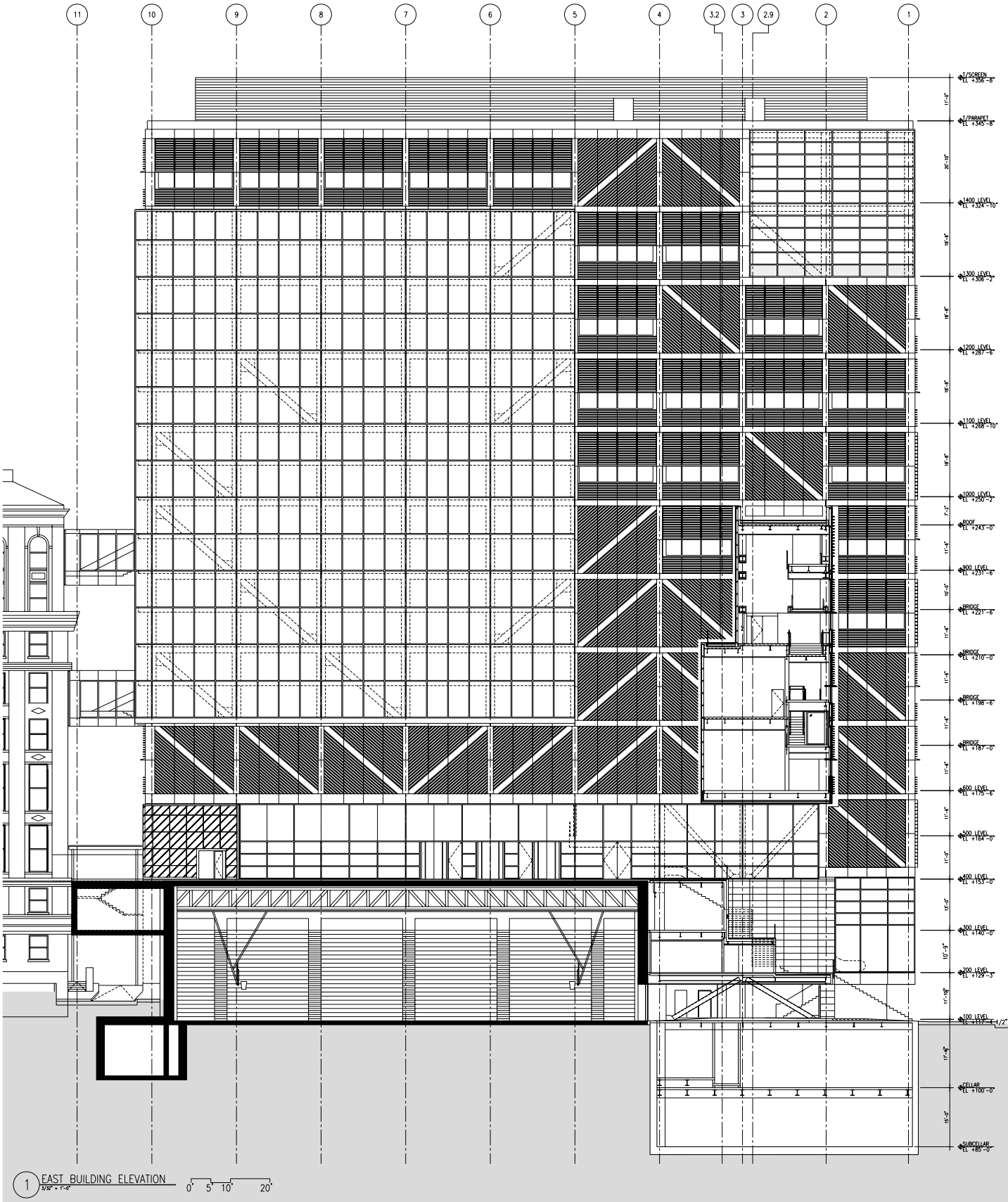
Apesar dos resultados apresentados corresponderem apenas a casos de estudo, estes permitem verificar que efectivamente o sucesso da construção, do ponto de vista acústico, está muito dependente do processo construtivo. A existência de defeitos de construção, mesmo que de pequeníssima dimensão, tal como algumas decisões erradas, quer em fase de projecto, quer no decurso da obra, pode conduzir a resultados finais muito fracos.

Referências

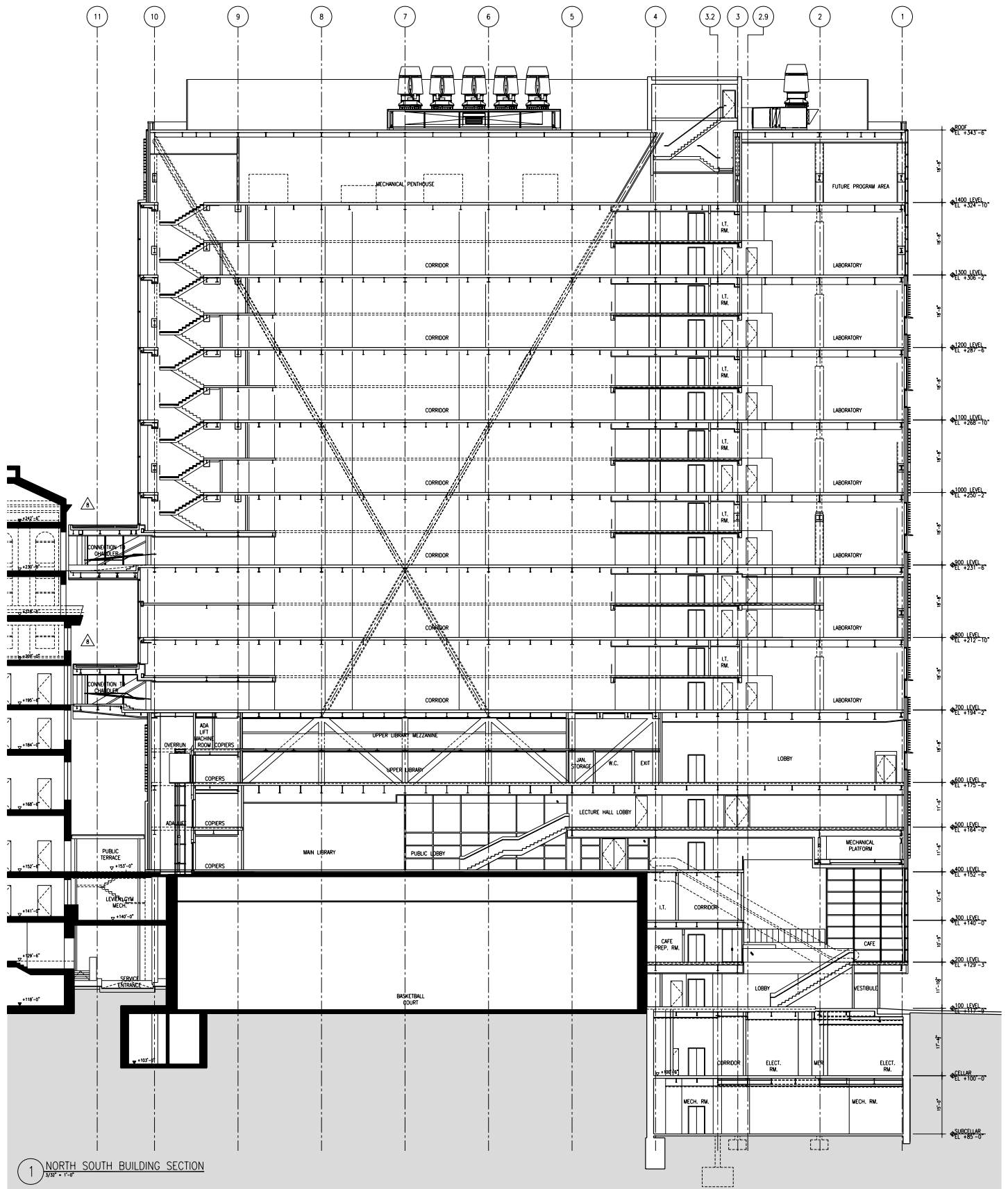
- [1] RRAE - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11/05 com a nova redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 09/06.
- [2] ANSI S12.60-2002, "Acoustical performance criteria, design requirements and guidelines for schools", American National Standards Institute (2002).
- [3] RGR - Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17/01.

Figura 06 - Nível de pressão sonora padronizado, avaliado com transmissão de baixo (emissor com forte componente de percussão) para cima (espaço receptor a proteger), com ligação rígida ao nível do rodapé e após o arranque do rodapé, em todo o contorno do pavimento.
Figura 07 - Nível de pressão sonora padronizado entre compartimentos adjacentes do mesmo piso, com e sem continuidade na betoneira flutuante.

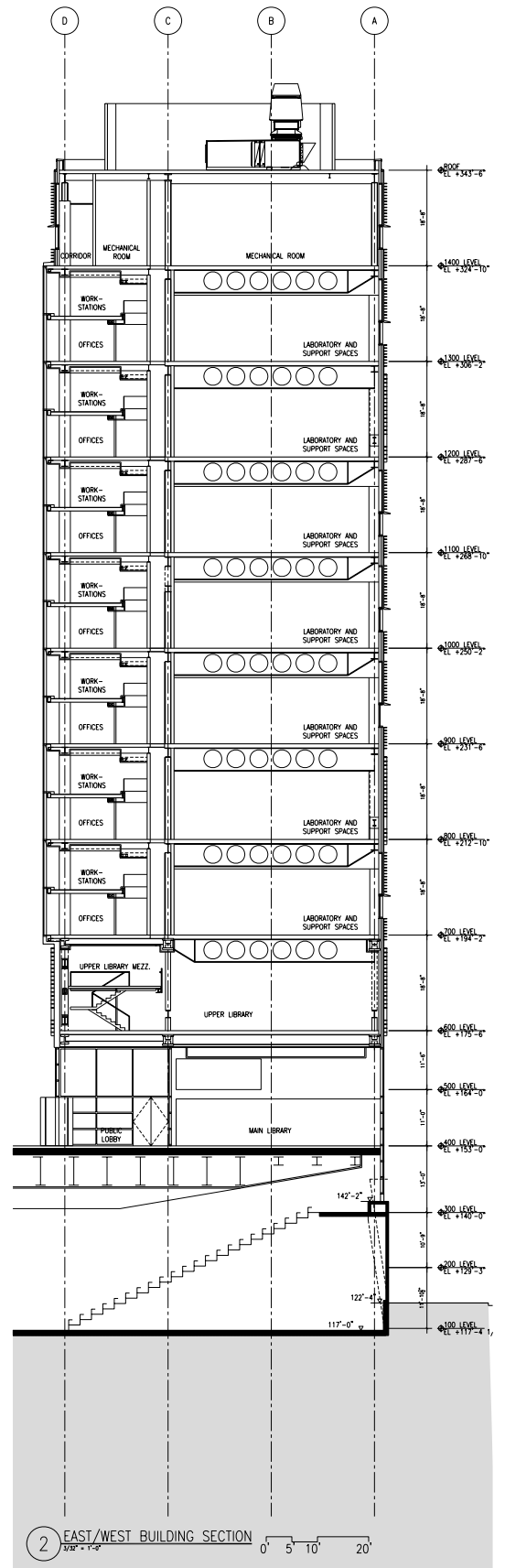
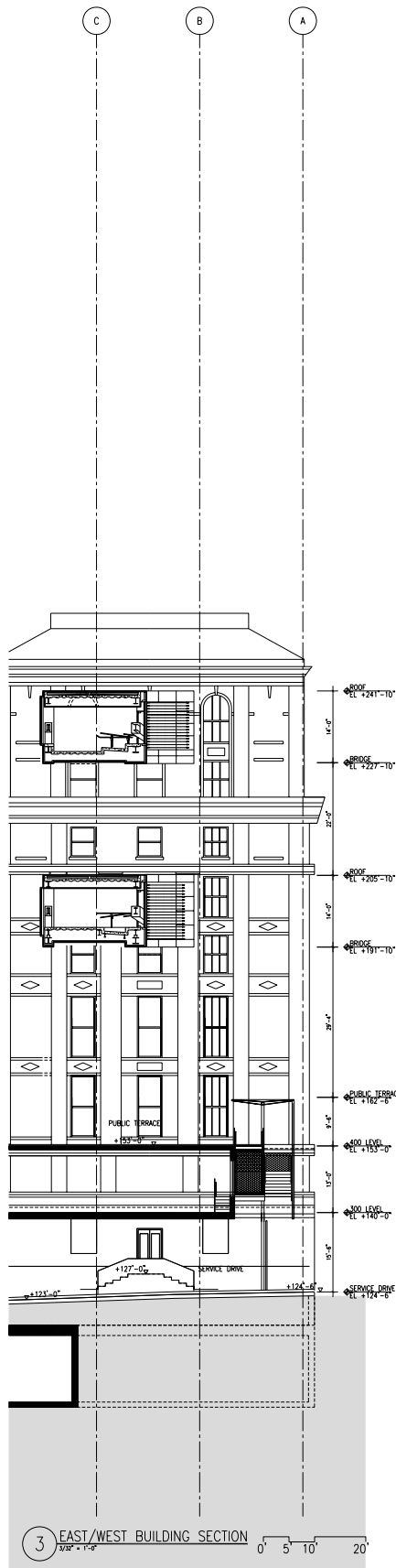
Desenhos gerais
General arrangement drawings



Alçado este / Corte pelo ginásio e pela a ponte para o Pupin
 East elevation / Section through gym and bridge to Pupin

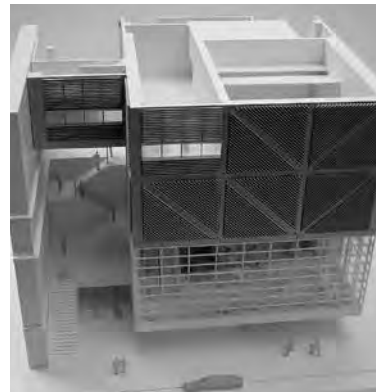
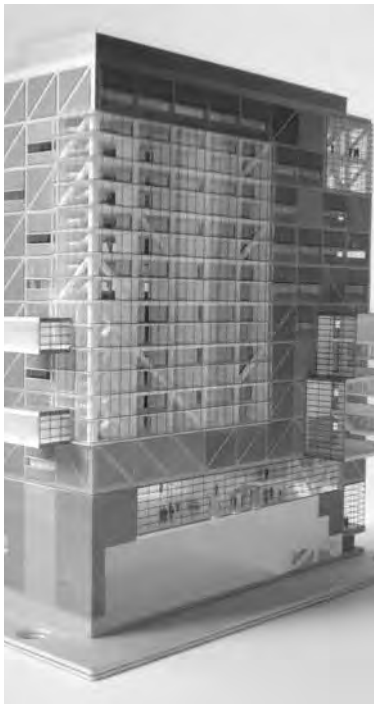


Corte longitudinal
Longitudinal section



Cortes transversais
Cross sections

Maquetas de trabalho
Sketch models



disciplin constru disciplin constru

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Barbara has shown me the three-dimensional studies that have been done here and all that work can be seen in very great detail.

Rafael Moneo: The structural engineer has been very important. Of course, one thing also happened here, the specific conditions of the building were dictated by the importance given by the University not to lose the gym's tracks. It's an aspect that, if you like, comes into the policy of "correctness". If instead of three basketball courts they had wanted two, the structure would have been much simpler, and the façade would have to have been different. The decision was affected by ideology, if you will. The plot

is worth so much, it's so useful, that it doesn't matter about spending a lot of money or make such a complex structure due to its location. It's just that not being able to build vertical columns completely changed the story. The stairwell would have appeared elsewhere, it would have been entirely different. Actually, that was an ideological decision.

CdO: Do you think, then, that this building is a perfect example to illustrate the assertion that "the building is an adjustment to the circumstances"?

RM: Yes, I think that's very true. That's a quote I found by chance. It seems that Louis Kahn is not the architect who is best represented by that statement. He said that "design is a continuous adjustment to the circumstances". And in some ways, I think that's true. I believe that design

is the process of understanding the constraints that are occurring at different levels throughout the design process, that arise in areas that, if you like, are unrelated, but that always leave circumstantial aspects extremely present that are defining of the design. And in this case, the Columbia project is an extreme example of this.

CdO: What's it like working in New York in terms of coordination of projects that are so far away? How do you relate to the construction phase, how do you see the architecture, the coordination of the project in a place so far away from the construction site? How does the team work?

RM: I don't know if my answer exactly refers to what you're asking, but in general, working with American universities or American institutions has the advantage that you are dealing with clients who know what they want and have the

na na cao me in ction

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: A Bárbara mostrou-me estudos tridimensionais que fizeram aqui e nos quais se vê todo esse trabalho de um grande detalhe e rigor.

Rafael Moneo: O engenheiro de estruturas foi muito importante.

Claro que as condições tão singulares que tem o edifício foram ditadas pelo valor que a Universidade dá a que não se perca o acesso ao ginásio. É um aspecto que vem da política do "correctness". Se em vez de três campos de basquetebol tivessem querido dois, a estrutura teria sido muito mais simples, a fachada teria tido que ser outra. A decisão foi afectada pela ideologia, se quiseres dizê-lo assim. O lote e a sua localização valem tanto, que não importa gastar tanto

dinheiro ou fazer uma estrutura tão complexa.

O facto de não poder colocar uns pilares muda por completo a história. O núcleo de escadas teria aparecido de outro modo, tudo teria sido diferente. Realmente, essa é uma decisão ideológica.

CdO: Julga, então, que este edifício é um exemplo perfeito para ilustrar a frase: "o edifício é um ajuste às circunstâncias"?

RM: Creio que é mesmo assim.

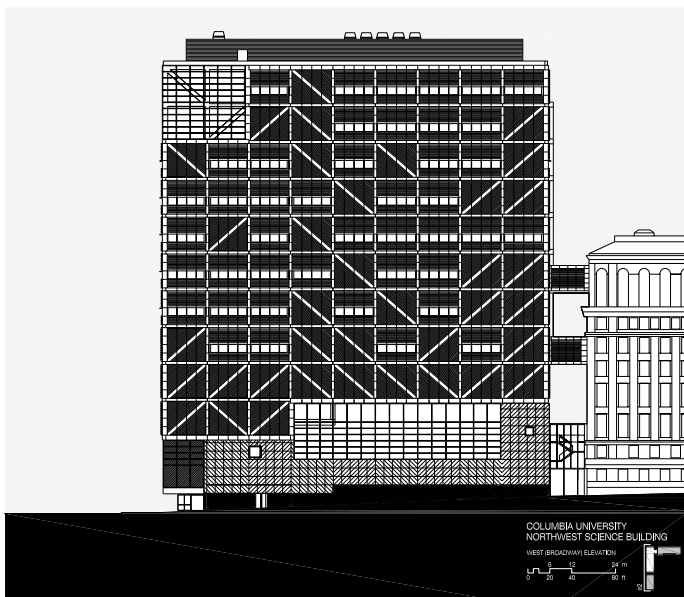
Essa é uma citação que encontrei por casualidade. Parece que Louis Kahn não será o arquitecto que melhor esteja representado por tal afirmação. Dizia que "desenhar é um contínuo ajustamento às circunstâncias".

De certo modo, creio que é verdade, que o desenho é esse processo de entendimento das limitações. À distância, o processo de desenho vai sendo produzido em níveis distintos, em áreas que,

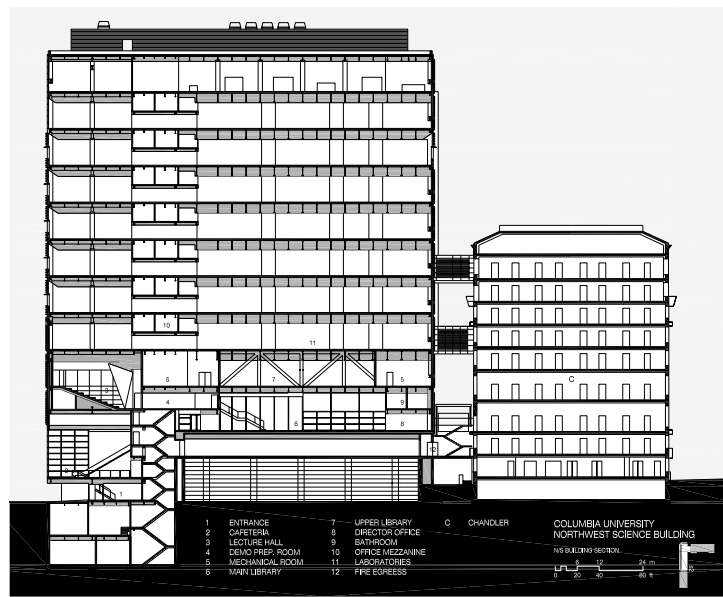
se quiseres, não têm a ver umas com as outras, mas que deixam sempre aspectos circunstanciais extraordinariamente presentes e que serão definidores para o desenho. O projecto de Columbia é um exemplo extremo disso.

CdO: Como é trabalhar em Nova Iorque em termos de coordenação de projectos quando se está tão longe? Como se relaciona com a fase de obra? Como vê a arquitectura, a coordenação do projecto num lugar tão longe do da construção? Como funciona a equipa?

RM: Não sei se a minha resposta faz referência exacta ao que me estás a perguntar, mas, em geral, trabalhar com as universidades americanas ou com instituições americanas tem a vantagem de se lidar com clientes que sabem bem o que querem fazer e que dispõem dos meios que vão gastar, o que é uma ajuda para o projecto.



01



02

means to spend. And that's a big help for a project. So, building in America may be more trivial, precisely because American society doesn't like to spend money now on construction, plus construction costs are so high that they are really very suspicious of any solution that involves risk and is uncertain. So, American construction today is very predictable. For all architects. The architecture of Gehry, for example, is an architecture rich in its formal aspects, but utterly conventional where building systems are concerned. Anyway, now I'm beating around the bush about what I meant to say about the question you asked. So to return to your question, this knowledge that in general American institutions have about what they want makes it easier to do the design. Because this is the result of a continuous dialogue. In general, an American institution wants to participate in the project and wants to know and verify that the brief is actually met and that it will satisfy their needs.

CdO: Would you say that the institutional client is almost part of the design team?

RM: I wouldn't go that far, but it really helps the architect, the designers, when it comes to the final detail, i.e. in that they are more stringent, they are not so condescending. If they think they may need a space of 600 square feet, they're not convinced when you tell them it can have 200. In this respect, this joint responsibility, because they are adamant that the brief is met, helps a lot. This will also apply to the prices and the cost of the project. Then there's that moment they call "value engineering", which generally allows us to know what the project will be worth. If they see you have a certain amount to spend on the project and recognise that the project will

cost more, they look at where they can reduce costs. Thus, projects are born with more construction and less meaning. Here, however, it appears that a client really gives a commission to the architect and the architect has the freedom to... there it's not like that. Contractual relationships are stricter than they are in Spain. In Spain everything is more fluid, I guess in Portugal too, right? But there it's almost impossible to make a change during construction. We have to make an effort to get a very precise definition.

Then, the work schedule is as follows: we do the architectural design and then an architecture office makes the working drawings, the details, and there are the many endless "consultings". Maybe 10 or 12, or 15 "consultings" alone for the construction process. There is someone who takes care of the curtain-wall, there is someone who deals only with the tightness of the roofs... that is, it involves many specialists. To get everything going is more the concern of the architectural office that makes the "working drawings". So I see no such difficulty, given today's communications and given the separation of the work. But that also means making an effort to listen and to attend all the "consultings". On the other hand, everyone has something to say, and we have to be careful not to let any ideas that you consider key to the project get distorted, with the successive arrival of people.

CdO: And in the construction phase, how do you work?

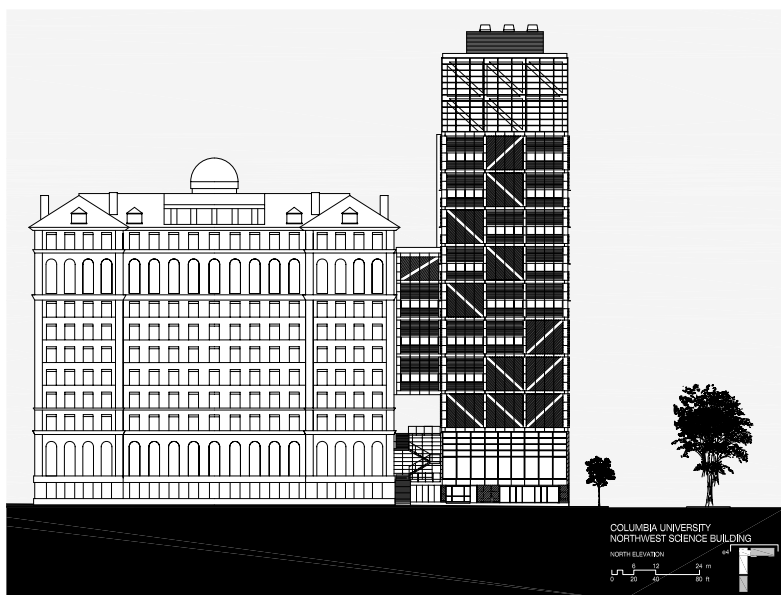
RM: The construction phase is almost... the architect has almost no presence, because practically everything is already defined. It's the opposite of what happens here. On the other hand, American construction is incredibly well coordinated.

As I said earlier, in general the constructive substance with which you work is very elementary, American culture these days doesn't value, doesn't have the taste for the utmost quality. This is something that has been lost over the past 40 years. But in 1939 - I've quoted these examples thousands of times - the Rockefeller Center marked a taste for quality of construction, or an academic building like the National Gallery in Washington couldn't be built better or with finer materials. That doesn't happen in America today. Today, even if one wanted to build well, one couldn't because American culture has lost that taste. Surely it's some of the last buildings by Mies or, once again, a building like the National Gallery by I. M. Pei that should be mentioned, but the recent skyscrapers don't have the quality that buildings have had the past, neither do the buildings of Gehry respond to the technological culture or technological power that is America today.

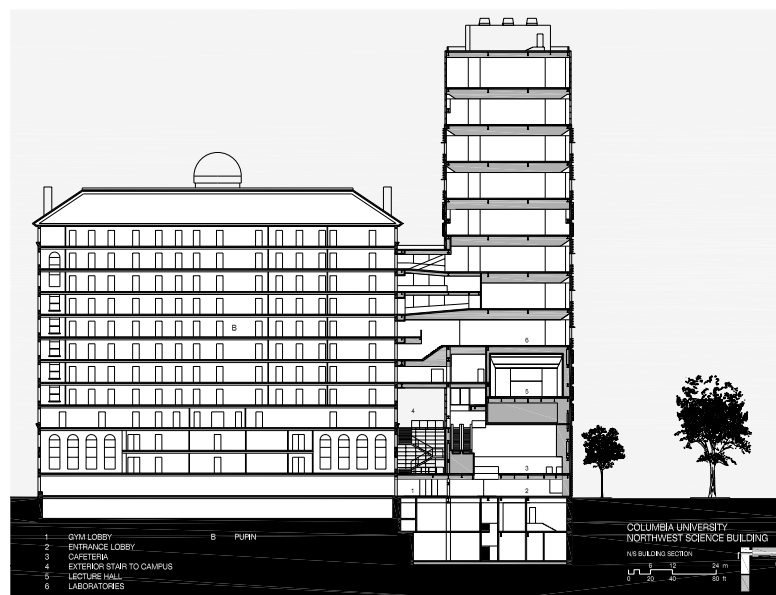
But that said, the construction companies are extremely well-organised. It's miraculous how they're able to meet deadlines and get things done on time. Something you're not used to here. We're accustomed to things not being completed when they should, and this upsets the whole construction process. But there, really, organisational aspects, which are closely linked to the cost of the work and the funding are extremely valued. And so the work almost progresses on its own.

CdO: Does that mean there's no room for experi-

Figure 01 - West (Broadway) elevation.
 Figure 02 - N/S longitudinal section.
 Figure 03 - North elevation.
 Figure 04 - N/S cross section.



03



04

A construção na América pode ser mais trivial, precisamente porque, hoje em dia, a sociedade americana gosta muito pouco de gastar dinheiro em construção, pois os custos da construção são tão altos que realmente desconfiam muito de qualquer solução que implique risco e que seja incerta. Daí que a construção americana hoje seja muito previsível, para todos os arquitectos. A arquitectura de Gehry, por exemplo, é uma arquitectura rica nos seus aspectos formais, mas completamente convencional no que se refere a sistemas de construção.

Mas voltando à vossa pergunta, este conhecimento que em geral as instituições americanas têm do que querem fazer facilita muito o desenvolvimento do projecto, porque o programa é resultado de um diálogo contínuo. Em geral, uma instituição americana quer estar presente no projecto e quer conhecer e comprovar que realmente o programa se cumpre e que vai satisfazer as suas pretensões.

CdO: Poderia dizer-se que a instituição cliente quase faz parte da equipa de trabalho?

RM: Eu não diria tanto, mas, sim, realmente ajuda muito o arquitecto, os desenhadores, na hora de tomar as medidas correctas.

Mas nisso são muito restritos, não há tanta condescendência. Se pensam que um espaço pode necessitar de 600 pés quadrados, não os convence que digas que pode ter 200. Esta co-responsabilidade ajuda muito, porque têm presente que se cumpra o programa. Aplica-se também aos preços e ao custo do projecto.

Nesse momento entra aquilo que eles chamam "value engineering", que permite conhecer o que o projecto vai custar. Se vêem que têm uma certa quantia para gastar e percebem que com o projec-

to vai valer mais, procuram onde podem reduzir. Assim, os projectos nascem com mais definição. Aqui na Europa, parece que um cliente faz uma encomenda ao arquitecto e o arquitecto dispõe de toda a liberdade, mas nos EUA não é assim. As relações contratuais são mais restritas do que são em Espanha. Em Espanha tudo é mais fluido, suponho que em Portugal também, não? Nos EUA é quase impossível fazer uma alteração durante a obra. Há que fazer um esforço durante o projecto para conseguir uma definição muito precisa.

O esquema de trabalho é o seguinte: nós fazemos o desenho arquitectónico e um escritório de arquitectura local faz os "working drawings", os detalhes.

Além disso, há os múltiplos e inumeráveis "consultings". No mínimo 10, ou 12, ou 15 "consultings" só para o processo de construção. Há alguém que se ocupa da parede-cortina, alguém que se ocupa somente da estanquicidade das coberturas... quer dizer, intervêm muitíssimos especialistas. Para que tudo prossiga, essa ocupação é do escritório de arquitectura local.

Não vejo tanta dificuldade, dados os meios de ligação hoje disponíveis e a separação disciplinar do trabalho. Mas isso implica também fazer um esforço por escutar e por integrar todos os "consultings". Por outro lado, toda a gente tem algo para dizer, e há que ter cuidado para que não se desvirtuem, com essa sucessiva entrada de gente, algumas ideias que se consideram chave para o projecto.

CdO: E na fase de obra, como trabalha?

RM: Na fase de obra o arquitecto quase não tem presença, porque praticamente está tudo definido. É ao contrário do que acontece aqui.

A construção americana está extraordinariamen-

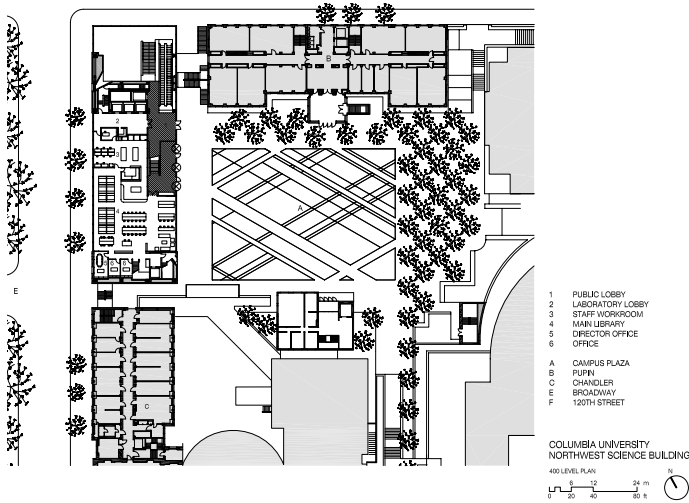
te bem coordenada, mas em geral a substância construtiva com que se trabalha é muito primária. A cultura americana hoje em dia não dá valor, não tem o gosto da qualidade extrema. Isto é algo que se perdeu nos últimos 40 anos.

Em 1939 – citei mil vezes estes exemplos – o Rockefeller Center marcava um gosto pela qualidade da construção. Um edifício académico como a National Gallery em Washington não se podia construir melhor nem com materiais mais nobres. Isso hoje não acontece na América. Mesmo que se quisesse construir bem, não se poderia, porque a cultura americana perdeu esse gosto. Seguramente são alguns dos últimos edifícios de Mies ou outra vez um edifício como a National Gallery de Iang Pei aqueles que poderia nomear. Nem mesmo os últimos arranha-céus têm a qualidade que tiveram os edifícios do passado. Nem os de Gehry são edifícios que respondam à cultura tecnológica, nem à potência tecnológica que é hoje a América.

No entanto, as empresas construtoras estão extraordinariamente bem organizadas. É milagroso como são capazes de cumprir os prazos e de ter as coisas a tempo. Algo a que aqui não estamos habituados. Estamos habituados a que, quando alguma coisa tem que estar terminada, não o esteja, e a que se altere todo o processo de construção.

Na América, os aspectos organizativos estão extraordinariamente valorizados pois estão muito ligados ao custo da obra e ao dinheiro. A obra prossegue quase sozinha.

Figura 01 - Alçado oeste (Broadway).
Figura 02 - Corte longitudinal N/S.
Figura 03 - Alçado norte.
Figura 04 - Corte transversal N/S.



05

mentation with materials such as coloured concrete, etc.?

RM: It's very difficult, very difficult. Well, it's also true that all American projects go through something we do here, which is building a mock-up, a full-scale model. And all this has been tried. The curtain-wall has been tested in wind tunnels and everything has been done as a full-scale model before building start, and has been tested in the harshest conditions. So there's little scope for experimentation later.

CdO: **Less risk and no room for... no space or time, because time is very expensive.**

RM: Very little, and that makes an enormous difference in construction requirements in America and here.

CdO: **Do you think such a difference in the relationship to the work between Europe and the US brings something to the project? What I mean is that in the US, almost like in Europe now, the architect almost has to ask permission to go on site, as Souto Moura told us in his interview. Here, however, there's a close relationship, like in Portugal, with the site supervisor of the work, with the experimentation we mentioned.**

RM: These experiments have to be made, as I said, before starting the project. The site isn't the place for experimentation. You can do some experimenting before you start building, but in today's American culture you can't do much experimentation with the construction.

CdO: **Could that be the difference between European and American construction? Or more specifically, Iberian construction?**

RM: I think we should also talk about the development of the countries. In Switzerland, things are not built in the same way as in America, it's very different. But in Switzerland the experience

I've had is that of a country where the taste for good construction is highly valued. Switzerland is a country where you can build better, better than in America, I think. Better than in Germany, and better than in Sweden.

CdO: **There's a cult of quality.**

RM: I think so. Quality is still something that's valued and is thought to have a price and people are not stingy about paying it. The Swiss say it's because everything is so subject to the laws of insurance, that homes and mortgages have to last a hundred years and they can't afford to build badly. That is, the more modest the country the more you can afford things poorly in terms of durability and also in terms of having the architect take a dictatorial role. In fact you see today, I don't know, the significance of architecture has changed in different countries. Architecture doesn't have the same meaning in a highly developed country as in a developing or half-developed country, as we have been in the last twenty years - I mean in Portugal and Spain - or in an emerging country like China. There are significant differences. So architecture is also suffering.

CdO: **Is that why you were able to use concrete in the Prado?**

RM: Since the contract (I mean being contracted by the State, which could have been much more convenient and lower cost without the restrictions that come with working with the Government), the Prado is a project with all the flaws of the way we Spanish build. In that respect, and outside the conversation we're having, we are, for example, doing Atocha Station now. The enlargement. They asked a "Consultant" to make a proposal to extend Atocha 4 or 5 years ago. And then they came with a completed project for us

to tidy up a bit. It seemed to us so bad, so bad, we said we had to do it again in another way. So, what we did was a proposal that was more reasonable. They agreed and said, well, you do the project. Our role is something called "technical assistance", and well, they're doing what we said needed to be done for the expansion in its overall strategy. But the work has had to be done so quickly that neither the contractor nor the Ministry of Development have had time to discuss it and they've converged on us. So they said, well, do what the architect says. That was good, because it will help to do a quick job. It's a job that's gone well but it's because the conditions changed. I have no dictatorial power, but rather the power granted by time constraints. Well, the work is a very cumbersome job, built with decency in a year and a half and it will be surprising. The strategy is a bit like that of the old Atocha station, but built with tremendous energy, and this is because there's been no discussion. The Prado, however, has gone on for 4 or 5 years, and money has always been an issue during the work. Sometimes that's also the way it goes in America. In reality, the contractor is often chosen before making the project and he works with the architect, valuing what's going to be built.

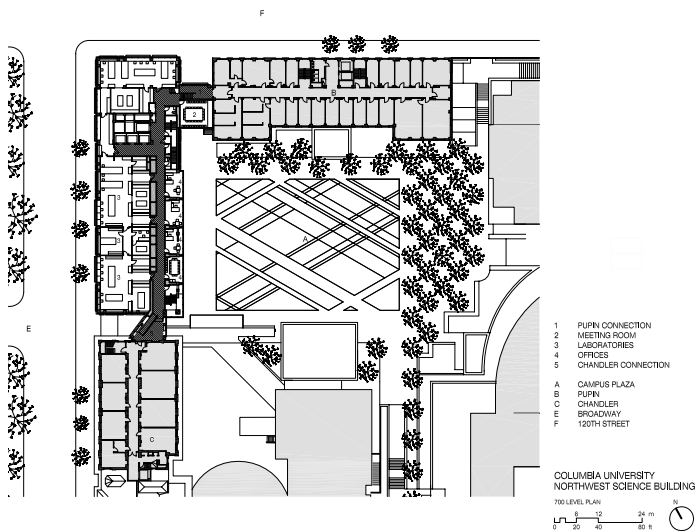
CdO: **I have an idea that I said to Barbara, for me the most important cultural buildings, for example speaking of Spanish culture, the Prado, Atocha, and other emblematic buildings in Madrid, should have chosen an architect who can value the importance of the building. It is he who has to decide. If not, the image, the concept is lost. And the evidence of the past is very clear in that picture of the Prado [pointing]. What do you think of this?**

RM: I don't know about that... When you have to argue a lot with the contractor, it's a disaster.

CdO: **Better that he's part of the team.**

RM: I think so. It happened in the case of Atocha too, that is, there was a moment in which the builder was not uncomfortable with us, the Ministry had to pay the Contractor to make it on time. Then it went quite well, it's not a very complicated job in the detail, but it's a very complex and very powerful project. Scary to see what's been done in a year and a half.

.....
Figure 05 - 400 level plan.
Figure 06 - 700 level plan.



06

CdO: Pode concluir-se que não há espaço para a experimentação de materiais, como betão de cor, etc.?

RM: É muito difícil, muito difícil.

No entanto, as obras americanas passam por algo que não fazemos aqui, a construção de um “mock-up”, de uma maquete em tamanho natural. Tudo se testa.

A parede-cortina testou-se em túneis de ar. De tudo se fez uma maquete em tamanho natural antes de começar a construir, testando nas condições mais adversas. Por isso há pouco lugar para experimentações.

CdO: Menor risco, pois não há espaço nem tempo, porque o tempo é muito caro.

RM: Muito pouco, e isso muda muito as condições de construção da América para as de aqui.

CdO: Pensa que esta relação com a obra tão diferente na Europa e nos EUA traz alguma coisa diferente ao projecto? Nos EUA (como já quase na Europa) o arquitecto quase tem que pedir autorização para entrar (como nos dizia na entrevista Souto Moura)?

E aqui, há muita relação, como em Portugal, com o encarregado da obra, com a experimentação que referíamos.

RM: Essa experimentação teve de ser feita, antes de começar o projecto. A obra não é o lugar para a experimentação. Antes de começar a construir pode fazer-se alguma experiência, mas não está na cultura americana de hoje fazer muita experimentação com a construção.

CdO: Essa poderia ser a grande diferença entre a construção europeia e a construção americana? Ou, mais concretamente, a construção ibérica?

RM: Eu creio que também haveria que falar do distinto desenvolvimento dos países. Na Suíça não se constrói da mesma maneira que na Amé-

rica, a construção é muito diferente. Mas na Suíça a experiência que eu tive é a de um país em que o gosto pela boa construção é muito valorizado. A Suíça é o país onde se pode construir melhor, melhor do que na América, parece-me. Melhor do que na Alemanha, e melhor do que na Suécia.

CdO: Há um culto da qualidade.

RM: Creio que sim. A qualidade continua a ser algo que se estima e se pensa que tem um preço e as pessoas não são mesquinhas em pagá-lo. Os suíços dizem que é porque tudo está submetido às leis dos seguros. As casas e as hipotecas têm que durar cem anos e, por isso, não podem permitir-se construir mal.

Ou seja, quanto mais modesto é o país, mais pode permitir-se fazer as coisas mal em termos de durabilidade, permitindo também que o arquitecto tome um papel ditatorial. De facto, o papel da arquitectura tem mudado em diversos países. Hoje a arquitectura não tem o mesmo sentido num país muito desenvolvido como num país subdesenvolvido ou em desenvolvimento, como nós fomos nos últimos vinte anos – e digo nós referindo-me a Portugal e a Espanha – ou num país emergente, como a China. São significados diferentes, e isso reflecte-se também na arquitectura.

CdO: Por isso no Prado pôde utilizar o betão?

RM: Desde o contrato (refiro-me à contratação do Estado, que se poderia ter feito muito mais comodamente e com um custo menor, sem as restrições que o trabalho com a Administração aporta), o Prado é uma obra com todos os defeitos do modo como os espanhóis constroem.

À margem do que é a conversa que estamos a ter, dou-vos um exemplo desse aspecto, com um trabalho que estamos agora a fazer, a ampliação da Estação de Atocha.

Pediram a um “Consulting” que fizesse uma proposta de ampliação de Atocha há 4 ou 5 anos, e pediram-nos que o “limpássemos” um pouco. Pareceu-nos tão mau, que dissemos que teríamos de fazê-lo de outra maneira. O que fizemos foi uma proposta do que seria mais razoável, aceitaram e entregaram-nos o projecto. Nós ficámos com o papel de algo que se chama “assistência técnica” e estão a fazer o que nós dissemos, na estratégia mais geral.

Teve de se fazer a obra com tanta urgência que não foi dado tempo, nem ao construtor nem ao Ministério de Fomento, para discutir, e confiaram em nós. Assim, disseram: bom, o que disser o arquitecto. O que foi óptimo, porque vai ajudar-nos a poder fazer uma obra rapidamente, sem burocracias.

É uma obra que correu bem mas porque mudaram as condições. Eu não tenho o poder ditatorial, mas antes o poder dado pelas circunstâncias entendidas como tempo. E no final é uma obra muito aparatosa, construída com decência num ano e meio, e vai surpreender. É um pouco a mesma estratégia da estação de Atocha antiga, mas construída com uma energia tremenda, e isso porque não houve discussão.

O Prado durou 4 ou 5 anos e durante a obra sempre se discutiu dinheiro. Por vezes na América as coisas também são como agora em Atocha, com muita frequência escolhe-se o construtor antes de fazer o projecto e ele trabalha com o mesmo arquitecto, valorizando o que se vai fazer.

CdO: Eu tenho uma ideia que comentei com a Bárbara, para mim os edifícios mais importantes das várias culturas, por exemplo, falando da cultura espanhola, o Prado, Atocha, ou outros edifícios emblemáticos de Madrid, deveriam ter um arquitecto escolhido que soubesse valorizar a importância do edifício. Só ele poderia decidir, senão a imagem, o conceito, perdem-se. E vê-se muito bem nesse desenho do Prado o testemunho do passado. O que pensa disto?

RM: ... quando tens que discutir muito com o construtor é um desastre.

CdO: É melhor que seja da equipa.

RM: Eu creio que sim. No caso de Atocha isso também aconteceu. O construtor não é incómodo connosco, pois o Fomento tem de lhe pagar para que o construtor faça a obra no tempo previsto. Correu tudo bastante bem, não é uma obra muito complicada de detalhe, mas é uma obra muito complexa e muito potente. Assusta ver o que se fez num ano e meio.

Figura 05 - Planta à cota 400.
Figura 06 - Planta à cota 700.





The gift of sobriety

Luis Fernández-Galiano

Few architects make a self-portrait, but Rafael Moneo has done so in his *Notes on 21 works*. Intellectual biography and architectural canon, these long-awaited 'selected works' are presented in a unique, serene format that says as much about their author as the images and texts in the volume. Each of the buildings is interpreted in the light of a principle or an issue, and the architect's transparent prose, rewarding us with the courtesy of a clarity that is rare today, is accompanied by a brief graphic documentation of the project and a recent photographic report on the work, which Michael Moran has made with impassive objectivity. The presentation is so sober, demure and pedagogical that it inspires a reverent respect – perhaps that its propriety deserves, expressed even in large titles of remote elegance and archaic taste – and better describes Rafael Moneo than the faceted narrative made up by the works: the unique interest of each is subordinate to the temperate, cautious will to record the movement of ideas that has stirred the architectural landscape during the past four decades. Rafael Moneo, who has written much about other architects, now writes about his own work. In doing so, he portrays himself as a teacher, his creative career is used as the theme for his intellectual exploration, and the 21 works become 21 lectures.

Although some of the projects are grouped into families, and although some formal features extend from one to another, Moneo's work as a whole exhibits such diversity that it is legitimate to ask about their common core, that territory that they share and from which emanates the coherence of a professional oeuvre. This territory, I think, is none other than attention to the place and the will to express continuity with what exists. If we add the commitment to use the notion of type and demonstrate the character that suits each case, the variety of Moneo's work could be explained by the diversity of sites and briefs, and by the deferential subordination of personal language to the requirements of historical and urban continuity. In a recent debate, Peter Eisenman, also an architect and teacher, differentiated the respective works, associating his to the spirit of the time and Moneo's to the spirit of the place, and it is possible that this telegraphic wisdom may not be far from the mark: however much Moneo seeks to express the *Zeitgeist*, challenging the established types, from the houses of San Sebastian to the Los Angeles Cathedral; permitting the emotion of the artistic and literary metaphors, such as in the Miró Museum and that of Wellesley; or using sculptural intuition and musical abstraction evident in the Kursaal and in Murcia, in the end the obstinate logic of *genius loci* imposes its law, and none of the above projects is conceivable outside its location. As Moneo himself says in a passage from the book, "confronting the place is so inevitable

that even those architects like Peter Eisenman who claim to ignore and reject it have often been forced to imagine non-existent landscapes to provide a framework for their work".

To understand the architecture from the city is something that is present in all his work, from projects that, like the City of Logroño, best express his debt to the urban lessons of Tendenza, and even those that, like the Museum of Stockholm use the landscape of the city to inspire a picturesque profile of Scandinavian flavour; the same is true in those like the Atocha station in Madrid and the Illa in Barcelona, where the urban vocation manages to tame the grand scale without allowing the infrastructure or the colossal buildings to impose their own law on the city. This urbanity, respectful of that which already exists, the lines and the character, pervades much of his early work, from the material and traditionalist gravitas of Bankinter to the environmental, almost quaint evocation of the Previsión in Seville, through to what will no doubt remain in history as his most successful accomplishment, the Museum of Roman Art in Merida, a syncretic work that brings together the historicism of Rossi and the populism of Venturi with more architectural intensity than either of these two architects-theoreticians reached in their built works: a capacity for synthesis that Moneo has displayed throughout his career, reconciling the generic of types and norms with the specific of places and programmes, and articulating the rational with the empirical, like in his projects he has managed to weave the warp and weft of his training, the Mediterranean classicism of his stay at the Academy of Rome and the Nordic romanticism of his time with Utzon in Copenhagen.

To interpret Moneo's work from an eclectic realism focused on the *genius loci* and urban continuity does not preclude the intervention of time, although it is a very different conception to that of the *Zeitgeist*, with its urgent demand to express the changing spirit of the present through architectural forms. Moneo's time is the slow time of continuity, the lazy time of habits, and the resistant time that allows architecture to grow old with dignity: his works, while still attentive to the theoretical debates of the moment, aspire to be integrated into the life of the city with the distracted poise of that which takes time in the place, and persist in their presence without the inevitable signs of age becoming more acute with the symbolic obsolescence that so disrupts buildings erected with the spirit of witnessing a fleeting moment. His pedagogical, severe emphasis on disciplinary knowledge and on construction as the support for professional practice, which is eloquently expressed in Bankinter, but extends also to works as diverse as the Kursaal ("the place was at the origin, but it was the knowledge of the discipline of architecture that

El don de la sobriedad

Luis Fernández-Galiano



Pocos arquitectos componen un autorretrato: Rafael Moneo lo ha hecho con sus *Apuntes sobre 21 obras*. Biografía intelectual y canon arquitectónico, estas largamente esperadas 'obras escogidas' se presentan en un formato singular y sereno que dice tanto sobre su autor como las imágenes y los textos recogidos en el volumen. Cada uno de los edificios se interpreta a la luz de un principio o un problema, y la prosa transparente del arquitecto –que nos premia con la cortesía hoy rara de la claridad– se acompaña de una somera documentación gráfica del proyecto y de un reportaje fotográfico reciente de la obra, que ha realizado Michael Moran con objetividad impasible. La presentación es tan sobria, recatada y pedagógica que inspira un respeto reverente –acaso el que merece su decoro, expresado incluso en unos extensos títulos de distante elegancia y sabor arcaizante–, y describe mejor a Rafael Moneo que el relato facetado compuesto por las obras: el interés singular de cada una se subordina a la voluntad templada y cautelosa de registrar el movimiento de las ideas que han agitado el paisaje de la arquitectura durante las últimas cuatro décadas. Rafael Moneo, que tanto ha escrito sobre otros arquitectos, escribe ahora sobre su propia obra. Al hacerlo, se autorretrata como profesor, y su trayectoria creativa se utiliza como hilo conductor de su exploración intelectual: las 21 obras son 21 lecciones.

Aunque algunos de los proyectos se agrupan en familias, y aunque algunos rasgos formales se extienden de uno a otro, el conjunto de la obra de Moneo exhibe tal diversidad que resulta legítimo preguntarse

por su tronco común, aquel territorio que comparten y del cual emana la coherencia de un corpus profesional. Ese territorio, pienso, no es otro que la atención al lugar y la voluntad de expresar continuidad con lo existente. Si a ello unimos el empeño por utilizar la noción de tipo y por manifestar el carácter que conviene a cada caso, la variedad de la obra de Moneo se explicaría por la diversidad de emplazamientos y programas, y por la deferente subordinación del lenguaje personal al demandado por la continuidad histórica y urbana. En un debate reciente, el también arquitecto y profesor Peter Eisenman diferenciaba las obras respectivas asociando la suya al espíritu del tiempo y la de Moneo al espíritu del lugar, y es posible que este juicio telegráfico no ande descaminado: por más que Moneo procure expresar el *Zeitgeist* desafiando los tipos establecidos, de las viviendas de San Sebastián a la catedral de Los Ángeles; permitiendo la emoción de las metáforas artísticas o literarias, como en el Museo Miró y en el de Wellesley; o empleando la intuición escultórica y la abstracción musical, evidentes en el Kursaal y en Murcia, al final la lógica testaruda del *genius loci* impone su ley, y ninguno de los proyectos mencionados es imaginable al margen de su emplazamiento. Como el propio Moneo señala en un pasaje del libro, “enfrentarse al lugar es tan inevitable que incluso aquellos arquitectos como Peter Eisenman que han proclamado ignorarlo y rechazarlo, se han visto muchas veces obligados a imaginar paisajes inexistentes para poder dotar de un marco a su trabajo”.

Entender la arquitectura desde la ciudad es algo que está presente en toda su obra, desde los proyectos que, como el Ayuntamiento de Logroño, mejor expresan su deuda con las lecciones urbanas de la Tendenza, y hasta los que, como el Museo de Estocolmo, usan el paisaje de la ciudad para inspirar un perfil pintoresco de sabor escandinavo; y lo mismo ocurre en aquellos como la Estación de Atocha madrileña o la Illa barcelonesa donde la vocación urbana consigue domesticar la gran escala, sin permitir que las infraestructuras o los edificios colosales impongan su propia ley a la ciudad. Esta urbanidad respetuosa con lo existente, las trazas y el carácter impregna muchas de sus obras primeras, desde la *gravitas* material y tradicionalista de Bankinter hasta la evocación ambiental casi pintoresca de la Previsión sevillana, pasando por la que sin duda permanecerá en la historia como su logro más feliz, el Museo de Arte Romano de Mérida, una obra sincrética que reúne el historicismo de Rossi y el populismo de Venturi con más intensidad arquitectónica de la que ninguno de estos dos arquitectos-teóricos ha alcanzado en sus obras construidas: una capacidad de síntesis que Moneo ha mostrado en el conjunto de su carrera, reconciliando lo genérico de los tipos o las normas con lo específico de los lugares o los programas, y articulando

made the construction possible”), is the main instrument for realising the survival of the works over time, but Moneo also wistfully expresses his doubts about the contemporary relevance of these disciplinary attitudes, inherent in “the utopia of reason”, at a time when architecture “seems to seek, before anything else, the author’s personal expression”.

If this is currently the spirit of the times, then there is no doubt that Moneo is alien to it, because he stubbornly continues to subject his personal expression to the demands of the discipline, the place and the programme. Perhaps because of this his choice of works is more mindful of their social and urban importance than their relevance in the development of his creative career, albeit punctuated occasionally by minor works that nevertheless mark his learning process, formal discoveries and significant inflection points. Thus, the early Diestre Factory and the Plaza de Toros in Pamplona, so fresh in their structural boldness, are missing; the Bank of Spain in Jaén, where we find a compactness in the plans that flourished in Stockholm or Houston, and whose inclusion would perhaps make references to Trenton’s baths or Van Eyck’s Orphanage in the first case, and of course the references to Scamozzi and Terragni in the second, pointless; or the Bank of Spain in Madrid, so exemplary in its relinquishing of a language of its own, and so programmatic in its subordination to urban and architectural continuity. In his text on the city of Logroño, under a title that could serve as a theme for the entire volume (“The city as architecture, or buildings organised as fragments of the city”), Moneo stresses that “in such projects, the ascetic attitude that implies acceptance of the general condition of the elements is rewarded by the gift of sobriety”. Elegiacally evoking the poet Claudio Rodríguez, the architect who also defended the compatibility of respect and freedom assumes the asceticism of the relinquishment of individual expression, and that is the trait that best summarises this collection of texts. The last one, on the Prado Museum, begins: “Juan de Villanueva was already a mature and experienced architect when he received the commission”. We should regard the Rafael Moneo who offers us today his intellectual self-portrait in no different a way.

lo racional con lo empírico como en sus proyectos ha sabido tejer la urdimbre y la trama de su formación, el clasicismo mediterráneo de su estancia en la Academia de Roma y el romanticismo nórdico de su etapa con Utzon en Copenhague.

Interpretar la obra de Moneo desde un realismo ecléctico atento al *genius loci* y a la continuidad urbana no excluye la intervención del tiempo, aunque se trata de una concepción muy diferente a la del *Zeitgeist*, con su demanda urgente de expresar el espíritu cambiante del presente a través de las formas arquitectónicas. El tiempo de Moneo es el tiempo lento de la continuidad, el tiempo perezoso de los hábitos, y el tiempo resistente que permite a la arquitectura envejecer con dignidad: sus obras, aún estando atentas a los debates teóricos del momento, aspiran a insertarse en la vida ciudadana con el aplomo distraído del que lleva tiempo en el lugar, y persistir en su presencia sin que las inevitables huellas de la edad se agudicen con la obsolescencia simbólica que tanto perturba los edificios levantados con ánimo de dar testimonio de un tiempo fugaz. Su énfasis pedagógico y severo en el conocimiento disciplinar y en la construcción como soporte del ejercicio profesional, que se manifiesta elocuentemente en Bankinter, pero que se extiende también a obras de signo tan diverso como el Kursaal (“el lugar estuvo en el origen, pero fue el conocimiento de la disciplina de la arquitectura lo que hizo posible la construcción”), es el principal instrumento para materializar la pervivencia de las obras en el tiempo, pero Moneo expresa también melancólicamente sus dudas sobre la pertinencia contemporánea de estas actitudes disciplinares, propias de “la utopía de la razón”, en una época en que las arquitecturas “parecen buscar –antes que cualquier otra cosa– la expresión personal del autor”.

Si este es actualmente el espíritu de los tiempos, entonces no cabe duda de que Moneo es ajeno a él, porque continúa testarudamente sometiendo su expresión personal a las demandas de la disciplina, del lugar y del programa. Acaso por ello su elección de obras atiende más a la importancia social y urbana de las mismas que a su relevancia en el desarrollo de su itinerario creativo, jalonado en ocasiones por obras menores que sin embargo marcan su proceso de aprendizaje, descubrimientos formales o puntos de inflexión significativos. Así, se echan de menos las tempranas Fábrica Diestre o Plaza de Toros de Pamplona, tan frescas en su atrevimiento estructural; el Banco de España en Jaén, donde se gestan hallazgos de compacidad en planta que florecerían en Estocolmo o Houston, y cuya inclusión hubiera hecho quizás ociosas las referencias a los baños de Trenton o el Orfanato de Van Eyck en el primero de los casos, y desde luego las menciones de Scamozzi y Terragni en el segundo; o el Banco de España madrileño, tan ejemplar en su renuncia al lenguaje propio, y tan programático en su subordinación a la continuidad urbana y arquitectónica. En su texto sobre el Ayuntamiento de Logroño, con un título que podría servir como lema para todo el volumen (“La ciudad como arquitectura, o los edificios configurados como fragmentos de ciudad”), Moneo subraya que “en este tipo de proyectos, la actitud ascética que implica aceptar la condición genérica de los elementos se ve recompensada por el don de la sobriedad”. Evocando elegiacamente al poeta Claudio Rodríguez, el arquitecto que también ha defendido la compatibilidad de respeto y libertad asume el ascetismo de la renuncia a la expresión individual, y ese es el rasgo que mejor resume este conjunto de textos. El último de ellos, sobre el Museo del Prado, comienza así: “Juan de Villanueva era ya un arquitecto maduro y con experiencia cuando recibió el encargo”. No de otra forma debe sentirse el Rafael Moneo que hoy nos ofrece su autorretrato intelectual.



Moneo, Moneo and Brock, and construction

Manolo Blasco

When Moneo shows his architecture, he usually starts with an aerial view, to show us his theory of building on the built.

When he is showing architecture, he always brings in the constructive details, his technique being that of the tectonic value of the idea, the indissolubility between idea and material.

The first paragraph speaks of the space, the location, the second places us in time, in the technique, in the systems, in the dependency on them and architecture.

The construction of Moneo's architecture is the guiding principle that explains the true scale of its transcendence. To exchange views rather than compete, to do it with the architects, gives an idea of the tectonic value of a conversation. To make the Merida museum be "Roman", the extension of the Prado extend "Juan de Villanueva's propriety" or the stranded rocks by the Urumea convey a reality and not be entrapped in metaphor is the real continuing value of the architect and architecture.

One has to be skilful in building to be free in creating.

Rafael Moneo's works have been explained and analysed from many perspectives. He himself talks about them in his latest book, putting an emphasis on what he considers most significant in each of them. From the contingency of geometric value in an urban mesh to a new strategy in designing, making the final aspects of social or economic proposals the starting point for the projects.

However, one could wonder: what could be the common ground for all the projects, what could be the characteristic that gave unity to the reading of the architect's work?

The architect always works in a crossover of coordinates, of space and of time. The spaces vary, under the seeming similarity of building over the city, over what is already built, making us confront different sceneries. Time is different, the sound of the place evokes a rhythm, that of time mediates it, and the architect's attitude in the face of both makes him check out constant values.

The scale of the project is also given by the place, what in everyday language could be said "to give the size". The tools would be those that are given by the link with time, they belong to the technique of the moment. But the way in which they are chosen, the extent to which they must be effective in the possibility and, nonetheless, underlying their ultimate presence, is the key to the success of architecture in Rafael Moneo. As for technique, systems are making possible what before would only be desirable.

In the Columbia project, faith in the possibility of bridging a gravitational obstacle gives confidence in a proposal of constructive and structural ingenuity.

If we can define architecture as the built idea, in this case it is clearer that the route of technique has been the discourse that led to the composition and subsequent construction of the project.

The technical side provided the working method for shaping the section, or rather, the set of different sections that are strung together under the structural solution.

The supporting manner brought about by the mandatory bridging of the gymnasium provides a working method on the section that makes it overcome the standard storey scheme of the other buildings in the *campus*.

Once the way was introduced, from the longitudinal section into the cross section, the tool for the execution of the façades is shown, in which two distinct techniques are again adapted to deal with the solution for the interior space with the exterior space and, in turn, as an intended significant response.

The same project is faced in a similar way in terms of the attitude that it is technique that provides the guidelines for its formalisation.

The adjustment for orientation, the city, noise, etc. leads to the acceptance of diversity as a method and entrusts the decision on the processes for its formalisation to methodology.

It is the unity of the concept that provides the idea for its construction, diversity as method and the design of technique as a unifying theme.

In both cases, the façade stands out from the structure in a clear assertion of closing up over supporting.

The façade, justified by a composition resulting from the structure in an underlying way, is similarly found in two recently published projects.

In the one by Rem Koolhaas for Beijing Television, the lines of the state of tension of the structure are converted in the expression of the woodwork. In the other by Toyo Ito, Tod's building, we find the path explained above, taken to an even more superlative level. The structure is not only manifest in the façade, but is converted in its *leit motiv*, into a forest of solids and voids.

In this building, Columbia, this form exists that is based on the lines of the structure, although it could well have been another which, keeping its effectiveness, has resulted in different façades. The compositional manipulation is therefore evident, and is none other than taking *support* to a form of expression, something, as we said earlier, that is intertwined with the historicity of the *campus* buildings, in which the various constructive elements, cornices, domes, quoins, etc. are especially for the formal support of the *style*.

The functional superposition, called for from the first bridging of an obstacle, places it as a functional building; this is only possible in a city

Moneo, Moneo y Brock, y la construcción

Manolo Blasco

Moneo, cuando enseña su arquitectura, suele empezar con una vista aérea, nos quiere manifestar su teoría de construir sobre lo construido.

Cuando enseña su arquitectura, acompaña siempre el detalle constructivo, la técnica aquí es la del valor tectónico de la idea, la insolubilidad entre idea y materia.

El primer párrafo habla del espacio, del lugar, el segundo nos sitúa en el tiempo, en la técnica, en los sistemas, en la dependencia de ellos y la arquitectura.

La construcción en la arquitectura de Moneo es el hilo conductor que explica la verdadera escala de su transcendencia. Dialogar más que competir, hacerlo con los arquitectos da una idea del valor tectónico de una conversación. Lograr que el museo de Mérida sea "romano", que la ampliación del Prado amplíe el "decoro de Juan de Villanueva", o que las rocas varadas junto al Urumea dieran una realidad y no quedasen en la metáfora es el auténtico valor continuo del arquitecto y la arquitectura.

Hay que ser diestro en construcción para ser libre en la creación.

Las obras de Rafael Moneo han sido explicadas, analizadas desde muy diversos enfoques. Él mismo en su último libro los cuenta, haciendo énfasis en cada una de ellas de aquello que le parece más significativo. Desde la contingencia del valor geométrico en una trama urbana hasta una nueva estrategia en la concepción de los proyectos, atribuyendo a aspectos de propuestas sociales o económicas en la salida, como punto de arranque de los proyectos.

Sin embargo alguien puede preguntarse: cual pudiera ser la consideración común a todos los proyectos, cual pudiera ser la característica que diera unidad a la lectura de la obra del arquitecto.

El arquitecto trabaja siempre en un cruce de coordenadas, la del espacio y la del tiempo. Los espacios varían entre ellos, bajo la aparente igualdad de ser casi siempre la ejecución sobre la ciudad, sobre como construir sobre lo construido, nos encontramos con las diferencias en los escenarios. El tiempo es diferente, el sonido del lugar evoca un ritmo, el del tiempo lo mediatiza, y la actitud del arquitecto frente ambos le llevan a comprobar valores constantes.

La escala del proyecto viene dada igualmente por el lugar, diríamos lo que en lenguaje coloquial sería "dar la talla". Las herramientas serían las que le dan el engarce con el tiempo, pertenecen a la técnica del momento. Pero la manera de como se eligen, hasta que pronto deben ser eficaces en la posibilidad y sin embargo subyacentes en su presencia última, es la clave del éxito de la arquitectura en Rafael Moneo.

La técnica, los sistemas están haciendo posible lo que en tiempos pasados la harían deseable.

En el proyecto de Columbia, la fe en la posibilidad de salvar un obstáculo gravitatorio da la confianza en una propuesta de ingenio constructivo y estructural.

Si la arquitectura la podemos definir como idea construida, en este caso deja más evidente que el camino de la técnica ha sido el discurso que ha llevado a la composición y posterior construcción del proyecto.

La parte técnica ha ido dando el método de trabajo, para ir conformando la sección, mejor el conjunto de secciones diversas que se van enhebrando bajo la solución estructural.

La manera de sostener provocada por el obligado salto sobre el gimnasio, da un método de trabajo sobre la sección que le hace superar el esquema de planta-tipo, del resto de los edificios del *Campus*.

Introducido el camino, de la sección longitudinal en la sección transversal se muestra la herramienta para la ejecución de las fachadas, en las que de nuevo adapta dos técnicas distintas de afrontar la solución del espacio interior, con el espacio exterior y a su vez como intención de respuesta significativa.

El mismo proyecto se enfrenta de manera similar en cuanto a actitud de que sea la técnica la que dé las pautas para su formalización.

La adecuación a las orientaciones, a la ciudad, al ruido etc. hace que acepte la diversidad como método y confía a que la metodología sobre la decisión de las clases para su formalización.

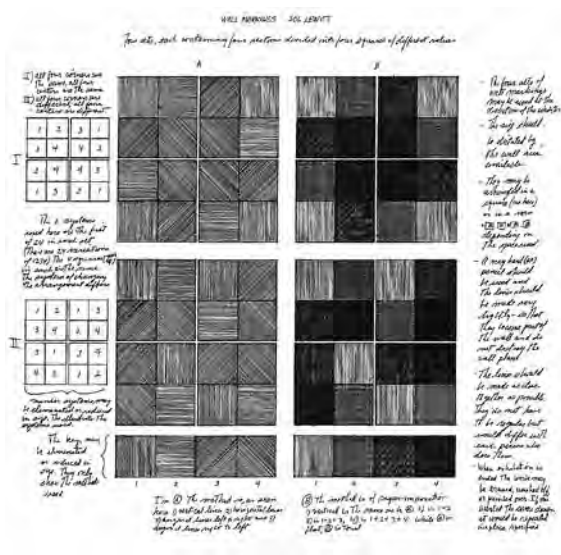
Es la unidad de concepto la que aporta la idea de su construcción, la diversidad como método y el diseño de la técnica como aglutinante.

En ambos casos la fachada se despega de la estructura en una clara afirmación del cerrar frente al sostener.

La fachada que se justifica en una composición derivada de la estructura de un modo subyacente está, de un modo similar en dos proyectos recientemente publicados.

En el de Rem Koolhaas de la TV de Pekín en donde las líneas del estado de tensión de la estructura se convierten en la expresión de la carpintería. En el de Toyo Ito, el edificio de Tod's, encontramos el camino anteriormente explicado llevado a un nivel aun más superlativo. La estructura no solo se manifiesta en la fachada sino que se convierte en el *leit motiv* del mismo, en una masa arbórea de llenos y vacíos.

En este edificio, el de Columbia, existe esta forma que se basa en las líneas de la estructura, pero que bien pudiera haber sido otra que, siguiendo con su eficacia, hubieran dado fachadas diferentes. Es evidente por tanto la manipulación compositiva, que no es otra cosa que llevar al *sostener* a una manera de expresión, algo que, como decíamos antes, hila con el historicismo de los edificios del *Campus*, en los que los diversos elementos constructivos, cornisas, guardapolvos, mochetas,



01

that superimposes rather than extends. Technique allows for and makes it possible to grow without occupying, to make reality possible in the rarest commodity: space.

Up to now it is the reading of a structural solution, but the lesson of academic "historicism" of New York origin leads it to a refined way of showing the constructive language in its urban presence.

The plinth and the roof are silently hidden. The façade expresses its marriage to forms explainable in a structural system. These include a compositional programme where, through a technologically perfect panel (once more) interpretable as a great Lewitt or Jones canvas in which diagonals are present in a language that conceals and signals at once the structural values.

The now opaque module was formerly a latticework in diagonals. It is solved as a work of technological synthesis in a light material, which in its mass becomes Broadway, becomes as urban as the early buildings. We would even say that the redundant design of the panel, in all its possibilities, ends up by pandering to "less is more", to the synthesis in the effort to be a significant mechanism in the idea and supported by an industry that is capable of resolving it (this is only possible in America).

To look at the construction photographs is to go for a joyful walk with the architects who managed to overcome the gravitational problems inventively. To discover that architecture is still capable of astonishing, without dazzling, without showing off, but with deftness, is the great lesson of the Moneo/Brock team.

Moments, therefore, for reflection, for reconnecting to real values, tangible and responsible, of architectural authorship, the teachings of the master, in this case Moneo, tell us that the most important thing is to *do well what is evident*.

Figure 01 - Sol Lewitt-Jasper Jones-Photo of the façade.

etc., están especialmente en el apoyo formar del *estilo*.

La superposición funcional, jaleada desde el primer salto de obstáculo la encuadra en un edificio funcional; esto sólo posible en una ciudad que superpone en vez de extenderse. La técnica lo permite y lo posibilita igualmente, crecer sin ocupar, hacer posible la realidad sobre el bien más escaso: el espacio.

Hasta aquí es la lectura de una solución estructural, pero la lección del "historicismo" académico de origen neoyorquino, le lleva a la educada manera de manifestar el lenguaje constructivo en su presencia urbana.

El zócalo y la cubierta están silenciosamente ocultos. La fachada expresa su maridaje con unas formas explicables en un sistema estructural. Estas cuentan un programa compositivo, en donde a través de un panel tecnológicamente perfecto (de nuevo) interpretable como un gran lienzo de Lewitt, o Jones en el que las lamas y las diagonales están presentes en un lenguaje ocultando y señalado a la vez los valores estructurales.

El módulo es ora opaco otrora celosía en incluso es diagonal. Está resuelto como una ejecución de síntesis tecnológica sobre un material ligero que en su masa se hace Broadway, se hace tan urbano como los edificios primitivos. Incluso diríamos que el diseño redundante del panel, en todas sus posibilidades, acaba dando pleitesía al "menos es más", a la síntesis en el esfuerzo de ser mecanismo significativo en la idea apoyado por una industria capaz de resolverlo (solo es posible en América).

Ver las fotos de la construcción es hacer un paseo jubiloso acompañando a los arquitectos que han logrado superar los problemas gravitatorios con ingenio. Descubrir que la arquitectura sigue siendo capaz de asombrar sin deslumbrar, sin alardes, sino con destreza, es la gran lección del equipo Moneo/Brock.

Momentos por tanto de reflexión, de volver a conectarnos en los valores reales, tangibles y responsables de la autoría arquitectónica, la enseñanza del maestro, en este caso Moneo, nos dice que lo más importante es *hacer bien lo que es evidente*.

Figura 01 - Sol Lewitt-Jasper Jones-Foto de obra de la fachada.



Drawings in the air

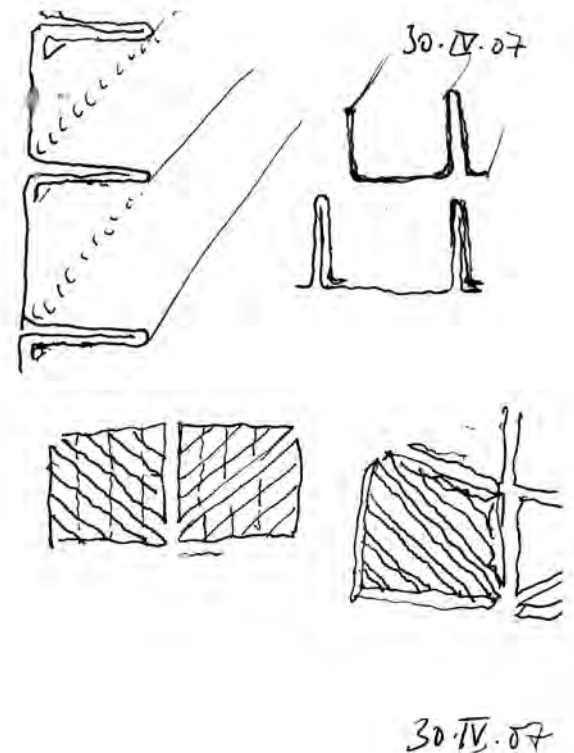
Jeffrey M. Brock

We are very grateful to have been entrusted by Rafael Moneo with the task of drawing up and developing with him ideas for the NWSB. Over the course of six years we were at the heart of design development process, making this one of the most fulfilling professional experiences of our careers. Working through issues critical to one's personal philosophy with clients, consultants, engineers, users, city officials and representatives from affected communities, one comes away with the satisfaction of having participated in a truly great architectural production. As dramatic and intense as discussions related to the building design may have at times become, working in such an extensive team, with so many very talented people, was truly invigorating, driving us all to offer our best work. The pivotal role of the architectural teams' leaders, Rafael Moneo on the eastern shore of the Atlantic, Will Paxson on the western, cannot be overlooked.

Having attended the Graduate School of Architecture, Planning and Preservation at Columbia University, Belén and I were more than pleased to become involved in the project.

Of the design process, we would like to convey something of the depth of our investigations into two critical aspects of the building's architecture: the relationship between its overall form and the distribution of program elements; and the development of the building façade. The Columbia building is not the first of Rafael's projects on which we have worked extensively, but the fourth. From the cumulative experience of working on these four jobs, it has become eminently clear that his effectiveness as an architect lies in his knowing perfectly well when a design concept requires vigorous defense, and when one might be better served by demonstrating flexibility and openness, never so much as allowing one's concepts to be overridden, but transformed or evolved. The two questions we will discuss in this article, those of our approach to the building massing and of our treatment of the façade design will demonstrate how this variability of attitude with respect to the negotiation of differences was so effective to the final result.

The first of the major design issues we contended with was, quite naturally, the building massing. For reasons that have been described at length in writings elsewhere, Rafael recognized early that the footprint defined for the building in the northwest corner of the *campus* in the master plan of McKim, Mead and White (MMW) should be respected, despite municipal zoning regulations allowing a building with a much greater footprint. The spatial structure of the Columbia *campus*, the building site's critical position at the perimeter of the *campus*, and the relation between these conditions and the surrounding city all pointed toward the planimetric conformance with the MMW master plan, and



01
02

encouraged us *not* to design the building to the limits of the permissible volume envelope as defined by the City of New York. These architectural and urban values were all clear to us once articulated by Rafael, but the pressure we came under to fatten the footprint was intense.

Clearly, real estate in NYC is highly valued, but beyond that, there was some doubt that 65 feet (19.8 meters) was an adequate width of floor plate for a laboratory building. The labs themselves required approximately 40 feet (12.2 m) in their minimum dimension, leaving little room for core and support spaces (offices, workstations, mechanical shafts, circulation, conference rooms, etc.). Our first task was therefore to make a plan that worked in order to "sell" the massing concept. Since the labs required 12 foot clear between floors (3.7 m), Rafael suggested the introduction of a mezzanine in the support areas, effectively doubling the area available for offices and open work areas. The extra height required

Figure 01, 02 - Croquis of the Northwest Science Building, 30 Apr. 2007.

Desenhos diáfanos

Jeffrey M. Brock

Sentimo-nos extremamente gratos por Rafael Moneo nos ter confiado a tarefa de conceber e desenvolver, em conjunto com ele, ideias para o Edifício de Northwest Science. Ao longo de seis anos, estivemos no centro do processo de desenvolvimento do projecto, que foi uma das experiências profissionais mais gratificantes das nossas carreiras. Ao trabalhar em problemas cruciais para a nossa filosofia pessoal com clientes, consultores, engenheiros, utilizadores, responsáveis municipais e representantes das comunidades afectadas, fica-se sempre com a satisfação de ter participado numa produção arquitectónica verdadeiramente importante. Por mais dramáticas e intensas que as discussões sobre o projecto do edifício possam ter-se, por vezes, tornado, trabalhar numa equipa tão alargada, com tantas pessoas talentosas, foi francamente revigorante, motivando-nos a todos para apresentarmos o nosso melhor trabalho. O papel crucial dos dirigentes das equipas de arquitectura, Rafael Moneo, no litoral leste do Atlântico, Will Paxson, no oeste, não pode ser ignorado.

Tendo frequentado a Faculdade de Arquitectura, Planeamento e Preservação na Universidade de Columbia, eu e Belén sentimos um enorme prazer em nos envolvermos no projecto.

Sobre o processo de design, gostaríamos de transmitir um pouco da profundidade das nossas investigações de dois aspectos críticos da arquitectura do edifício: a relação entre a sua forma global e a distribuição dos elementos do programa; e o desenvolvimento da fachada do edifício. O edifício de Columbia não é o primeiro projecto de Rafael em que trabalhamos extensivamente, mas o quarto. Da experiência acumulada de trabalhar nestes quatro projectos, tornou-se perfeitamente claro que a sua eficácia como arquitecto reside no facto de ele saber muito bem quando um conceito de design exige vigorosa defesa e quando a demonstração de flexibilidade e abertura trarão melhores resultados, sem nunca deixar que as concepções pessoais sejam anuladas mas antes transformadas ou desenvolvidas. As duas questões que discutiremos neste artigo, as da nossa abordagem à volumetria do edifício e do nosso tratamento do desenho da fachada, demonstrarão como esta variabilidade de atitude relativamente à negociação das diferenças foi tão eficaz para o resultado final.

A primeira grande questão projectual com que nos deparámos foi, muito naturalmente, a volumetria do edifício. Por razões que foram exaustivamente descritas noutros artigos, Rafael reconheceu desde cedo que a área de implantação definida para o edifício, na esquina noroeste do *campus* no plano director de McKim, Mead and White (MMW), devia ser respeitada, apesar de os regulamentos municipais de ordenamento permitirem um edifício com uma área de implantação muito maior. A estrutura espacial do *campus* de Columbia, a posição crítica do sítio de construção no perímetro do *campus* e a relação entre estas condições e

a cidade envolvente, apontavam para a conformação planimétrica com o plano director do MMW e encorajavam-nos a *não* desenhar o edifício nos limites do entorno volumétrico permitido pelo Município de Nova Iorque. Estes valores arquitectónicos e urbanos tornaram-se claros para todos nós, quando enunciados por Rafael, mas a pressão sob que estávamos para aumentar a área de implantação era intensa.

Claramente, o sector imobiliário em NYC é extremamente valorizado mas, tirando isso, subsistiam algumas dúvidas de que 19,8 metros fossem uma largura de placa de apoio adequada para um laboratório. Os laboratórios propriamente ditos exigiam aproximadamente 12,2 metros de dimensão mínima, deixando pouco espaço para espaços nucleares e de apoio (escritórios, postos de trabalho, poços mecânicos, circulação, salas de conferências, etc.). A nossa primeira tarefa foi, por conseguinte, traçar um plano que funcionasse de forma a “vender” o conceito de volumetria. Como os laboratórios exigiam um espaço livre de 3,7 m entre os pavimentos, Rafael sugeriu a introdução de um mezanino nas áreas de apoio, duplicando na prática a área disponível para escritórios e zonas de trabalho diáfanos. A altura extra necessária para instalar um mezanino em cada piso de laboratório foi sem dúvida bem-vinda nas áreas de uma só altura de laboratórios diáfanos mas o efeito sobre a altura global do edifício era, por contraste, um problema, pois tinha sido determinado manter a altura total do edifício relativamente próxima da dos seus vizinhos mais próximos, no extremo norte do *campus*. Assim, para dar seguimento ao conceito de mezaninos, a altura livre em cada mezanino tinha de ser reduzida aos mínimos absolutos, colocando grande pressão sobre os engenheiros responsáveis pelas estruturas e sistemas mecânicos.

Quando se provou que a planta dos laboratórios funcionava bem dentro dos limites da área de implantação, concentrámos os nossos esforços nos espaços públicos ocupando os primeiros seis pisos do edifício. Aqui, os problemas arquitecturais asseveraram-se de grande significado. Nos seus níveis inferiores, o edifício devia servir como uma entrada para o *campus* e uma referência para a comunidade, demonstrando simultaneamente a abertura da Universidade e oferecendo um espaço público e equipamento público exemplares. O problema de encaixar todos os elementos do programa e sistemas construtivos no espaço disponível atingia a sua expressão máxima na “cabeça” do edifício, onde a entrada do *campus* devia ser criada na esquina da Broadway e da 120th Street, mas onde a placa de apoio do edifício está reduzida a um quadrado de 20 metros de lado em que o volume do edifício acompanha o ginásio. Neste pequeno quadrado, precisávamos de instalar bancos maciços de

.....
Figura 01, 02 – Croquis do Edifício Northwest Science, 30 Abr. 2007.

to fit a mezzanine on each lab floor was certainly welcome in the single-height areas of open laboratories, but the effect on the overall height of the building was by contrast an issue, as determined to keep the total height of the building reasonably close to that of its nearby neighbors at the north end of the *campus*. In order for the Mezzanine concept to be carried, therefore, the clear height in each mezzanine had to be reduced to bare minimums, putting great pressure on the engineers responsible for structure and mechanical systems.

Once the lab plan was shown to work well within the limits of the footprint, we concentrated our efforts on the public spaces occupying the first six floors of the building. Here the architectural problems were laden with import. On its lower levels the building was to serve as a gateway to the *campus* and a beacon to the community, at once demonstrating the University's openness while at the same time providing an exemplary public space and public amenity. The problem of making all the program elements and building systems fit within the space available was at its greatest at the "head" of the building, where the *campus* entry was to be fashioned at the corner of Broadway and 120th Street, but where the building floor plate reduces to a square 65' (20 meters) on a side as the building volumes slips down alongside the gymnasium. In this small square we needed to pack massive banks of mechanical and electrical systems risers coming from the basements below and serving all upper floors, vertical circulation, as well as the major elements of the building structure (carrying more than half of the entire building dead load, all of the north-south lateral loads, and half the east-west lateral loads), while at the same time creating entry and café spaces that could be characterized as open, airy, and inviting.

We added a demand of our own, springing from the University's expressed wish to make the northwest corner site an inviting gate: that the street at the corner and the *campus* above be, to the greatest extent possible, visually connected across all these spaces. We decided that the sense of openness that the University sought needed to be realized in what was to be built by our carving a view corridor diagonally up, penetrating the building volume, opening the slabs and walls in just such a way that the continuity of space could be perceived from either end of this passage, so that the route up and through this part of the building would be self-evident and inviting.

In the interstitial space between the new building and its eastern neighbor, Pupin Hall, we were able to introduce an outdoor stair, echoing the indoor path and thereby reinforcing it with a parallel movement out of doors. In the end it is this a cascading flow of open spaces across four levels, covering 20 meters vertically and 40 meters horizontally, that makes the public part of the building come alive. Indeed, it was in the development of the design of the public areas that the wisdom of Rafael's first impulse, to maintain the MMW footprint, was demonstrated. Although the packing-in of the building program into the reduced floor area presented many an architectural challenge, the fluidity of movement between levels and the openness of these spaces to the *campus* and the street all along the path between the ground floor and the sixth would not have been possible without the wide margin of open space left between the new building and Pupin. Rafael's decision to maintain the narrow footprint and interstitial space between building as drawn by MMW has been shown worthy of all of the vigorous defense that it required.

Of the building's structural system and its expression on the façade, much has been said, but perhaps we could here emphasize the architectural qualities we perceive, and give some accounting of the development of the façade system. In many ways the building's expression is

indebted to the structural system, as the latter embodies what could be considered high ideals: it is both discreet and efficient. Interestingly, while it communicates a sense of flow and strength, its legibility as a refined, optimized structure is mixed with a curiously abstract quality that stands quite apart from its functionality. While the structural engineer's algorithms created the basis of the "drawing" of the façade, distributing the frame's diagonal braces according to predefined values, it needs be said that there was a certain amount of tweaking of the drawing for architectural effects, in some cases for an improved distribution of windows, since it had been decided that these would be located only in bays lacking diagonals, and in other cases for none other than the aesthetic impact the location and orientation of the diagonals relative to one another effect.

In this sense the structural design, optimized first in its use of steel to conserve material and cost of assembly, and later in its architectural aspect, was from the outset recognized as what Rafael has called the "defining gesture" of the project. The scale of the building's span over the gym, together with the exacting requirements for structural stiffness engendered by the laboratory function, required a special solution. Having started with a concept of a massive truss being erected over the gym roof to support a standard building frame above, the evolution of the structural design to the fully-braced frame represented the fruit of a highly concentrated collaboration between architects and engineers, bearing evidence to the centrality of the structural solution to the building's architecture. That the final arrangement incorporated a subtle, even subdued efficiency convinced us all that the elegance we sought had been found. That the structural design process was as collaborative as it was demonstrates Rafael's flexibility and openness when a design problem clearly admits contributions from talented architects and engineers.

Clearly, while the urge to reveal the braced-frame solution on the façade was a natural outgrowth of our enthusiasm for it, it was also clear that the steel frame itself would in general not be visible on the façade, but rather cloaked behind fireproofing protection. Thus no sooner than the frame had been defined, the question of the building's cladding became critical. Rafael's impulse was to translate the frame's dimensions into the very units of construction, thinking of the voids between the frame elements, a series of identically sized squares and triangles, as the essential space of construction, so making manifest the primacy of the frame. For this reason he has spoken of his wish to apply a technique of infill, calling up images of half-Tudor construction methods, where masonry panels are erected in the spaces between elements of a prominent heavy-timber wood frame, recognizing this centuries-old method as apropos in our own situation.

After studying the alternative means by which the façade might be completed, including stick-framing between floors (infilling), masonry infilling, and precast concrete panelization, the practical realities surrounding the cladding of a tall building in the XXI century left us little option but to panelize the façade and design it as a curtain-wall. The expression of the structural frame design on the façade would therefore have to be a representation of a kind, given the typically rectilinear nature of the panel modules, spanning floor-to-floor and being just four to six feet wide (1,2-1,8 m), where our structural bay was 21,5 feet (6,6 m). Our first clue as to how the re-drawing of the structural frame geometry on the façade panels might be made came precisely from Rafael's earlier concept of infill: the material quality of the panels could be given emphasis in the spaces between the frame members as they appear redrawn on the skin, through the application of color, texture, or

condutas de sistemas mecânicos e eléctricos, provenientes das caves em baixo e servindo todos os pisos superiores, circulação vertical, assim como os principais elementos da estrutura do edifício (suportando mais de metade da carga permanente de todo o edifício, todas as cargas laterais norte-sul e metade das cargas laterais este-oeste), criando ao mesmo tempo espaços de entrada e cafetaria que pudessem ser caracterizados como abertos, arejados e convidativos.

Acrescentámos uma exigência nossa, suscitada pelo desejo expresso da Universidade de transformar o sítio da esquina noroeste numa porta convidativa: que a rua na esquina e o *campus* em cima estivessem, tanto quanto possível, visualmente ligados através de todos estes espaços. Decidimos que a impressão de abertura que a Universidade buscava precisava de ser concretizada no edificado através da nossa criação de um corredor visual diagonalmente ascendente, penetrando o volume da construção, abrindo as lajes e as paredes de tal forma que a continuidade do espaço pudesse ser percebida de ambos os lados do referido corredor, para que o percurso ascendente e transversal nesta parte do edifício fosse claro e convidativo.

No espaço intersticial entre o novo edifício e o seu vizinho a este, Pupin Hall, pudemos introduzir uma escada exterior, replicando o caminho interior e reforçando-o, assim, com um movimento paralelo para o exterior. No final, é este fluxo em cascata de espaços abertos em quatro níveis, cobrindo 20 metros na vertical e 40 metros na horizontal, que dá vida à parte pública do edifício. Na verdade, foi no desenvolvimento do projecto das áreas públicas que a sabedoria do primeiro impulso de Rafael de manter a área de implantação do MMW ficou demonstrada. Embora a compactação do programa da construção na área útil reduzida apresentasse muitos desafios arquitecturais, a fluidez de movimento entre os níveis e a abertura destes espaços ao *campus* e à rua, ao longo do percurso entre o piso térreo e o sexto piso, não teria sido possível sem a larga margem de espaço aberto deixada entre o novo edifício e Pupin. A decisão de Rafael de manter a estreita área de implantação e o espaço intersticial entre edifícios, conforme o programa do MMW, revelou-se merecedora da vigorosa defesa que exigiu.

Muito se disse sobre o sistema estrutural do edifício e a sua expressão na fachada, mas talvez possamos realçar aqui as qualidades arquitectónicas que percebemos e apresentar alguma explicação do desenvolvimento do sistema da fachada. Sob muitos aspectos, a expressão do edifício está em dívida para com o sistema estrutural, pois este último corporiza o que se podem considerar ideais nobres: é simultaneamente discreto e eficiente. De modo interessante, embora comunique uma impressão de fluidez e força, a sua legibilidade enquanto estrutura refinada e otimizada combina-se com uma qualidade curiosamente abstracta que se destaca claramente da sua funcionalidade. Se bem que os algoritmos do engenheiro de estruturas tivessem criado a base do “desenho” da fachada, distribuindo os tirantes diagonais do esqueleto segundo valores predefinidos, cabe dizer que houve algumas mexidas no desenho com vista a criar determinados efeitos arquitectónicos, em alguns casos para uma distribuição melhorada das janelas, já que tinha sido decidido que estas se localizariam apenas em vãos sem diagonais e, noutros casos, unicamente por razão do impacto estético resultante da localização e orientação das diagonais em relação umas às outras.

Neste sentido, o design estrutural, otimizado, antes de mais, na sua utilização do aço para preservar o material e o custo de montagem e, mais tarde, no seu aspecto arquitectural, foi reconhecido desde o princípio como aquilo a que Rafael chamou o “gesto definidor” do projecto. A escala do tramo do edifício sobre o ginásio, juntamente com

os exigentes requisitos de rigidez estrutural engendrados pela função laboratorial, requeria uma solução especial. Tendo começado com um conceito de uma treliça massiva erigida sobre a cobertura do ginásio para suportar um corpo de construção normal em cima, a evolução do design estrutural para o esqueleto completamente escorado representou o fruto de uma colaboração extremamente concentrada entre arquitectos e engenheiros, dando provas da centralidade da solução estrutural para a arquitectura do edifício. O facto de o arranjo final incorporar uma eficiência subtil e até esbatida convenceu-nos a todos de que havíamos encontrado a elegância que procurávamos. O facto de o processo de design estrutural ter sido tão colaborativo como foi demonstra a flexibilidade e abertura de Rafael quando um problema de design admite claramente contributos de arquitectos e engenheiros talentosos.

Claramente, embora o impulso para revelar a solução do esqueleto escorado na fachada fosse uma consequência natural do nosso entusiasmo por ela, era igualmente claro que o próprio esqueleto de aço não seria, no geral, visível na fachada mas sim encapotado por detrás de protecção ignífuga. Assim, mal o esqueleto foi definido, a questão do revestimento do edifício tornou-se crítica. O impulso de Rafael era traduzir as dimensões do esqueleto nas próprias unidades de construção, pensando nos vazios entre os elementos do esqueleto, uma série de quadrados e triângulos de dimensões idênticas, como o espaço essencial de construção, tornando assim manifesta a primazia do esqueleto. Por esta razão, ele expressou o seu desejo de aplicar uma técnica de enchimento, invocando imagens de métodos de construção ao estilo enxaimel em que são edificados painéis de alvenaria nos espaços entre elementos de um proeminente esqueleto de madeira pesada, reconhecendo este método secular como indicado para a nossa situação.

Depois de estudar o meio alternativo pelo qual a fachada poderia ser concluída, incluindo *stick framing*¹ entre pisos (enchimento), enchimento a alvenaria e painelização a betão prefabricado, as realidades práticas em torno do revestimento de um edifício alto do século XXI deixavam-nos poucas opções senão painelizar a fachada e desenhá-la como uma parede-cortina. A expressão do design do esqueleto estrutural na fachada teria, por conseguinte, de ser uma espécie de representação, dada a natureza tipicamente rectilínea dos módulos dos painéis, estendendo-se de piso a piso e tendo apenas 1,2 a 1,8 metros de largura, quando o nosso vão estrutural era de 6,6 metros. A nossa primeira pista de como a geometria do esqueleto estrutural dos painéis da fachada poderia ser redesenhada proveio precisamente do primeiro conceito de Rafael de enchimento: poderia dar-se ênfase à qualidade do material dos painéis nos espaços entre os elementos do esqueleto, tal como surgem redesenhados na pele, através da aplicação de cor, textura ou alguma qualidade notória de presença física. Rendendo-nos aos frutos tecnológicos da investigação científica, optámos por um material que considerámos “compatível” com o programa do edifício (investigação científica de alta tecnologia): uma pele de alumínio anodizado com uma textura em larga escala feita de alhetas aplicadas de alumínio extrudido para criar um efeito canelado ou profundamente ondulado.

Ao acrescentar alhetas de alumínio, num padrão denso na maioria da área da fachada, vimo-nos envolvidos numa batalha para assegurar que o pormenor possuía profundidade suficiente para criar o efeito que pretendíamos. O “desenho” da fachada devia ser criado, para todos os efeitos, exclusivamente com textura e a profundidade dessa textura

1. Sistema de construção em seco, com montantes colocados do solo ao tecto, recobertos com painéis de vários tipos.

some notable quality of physical presence. In a nod to the technological fruits of scientific research, we opted for a material we thought “sympathetic” to the building program (high-tech science research): an anodized aluminum skin, with a large-scale texture made of applied extruded aluminum fins to give a ribbed or deeply corrugated effect.

In adding aluminum fins in a dense pattern across the vast majority of the façade area we found ourselves engaged in battle to assure the detail had sufficient depth to create the effect we sought. The façade “drawing” was to be made for all intents and purposes exclusively with texture, and the depth of that texture and the shadows thereby created therefore needed to suit the enormous scale of the operation. Curtain-walls are, in general, rather flat affairs, with little depth to speak of, and we knew that in developing our system, we were asking the manufacturers and installers of the wall to consider doing things somewhat out of the ordinary. But with a many specialists involved from façade systems designers, quality architectural metalworkers and curtain-wall fabricators all coordinating their efforts and offering their best ideas, the end result came together quite flawlessly.

The drawn structural frame on the façade is idealized. Where each member within the true structural frame is sized to carry only the loads it must, in redrawing the frame on the façade we set every member's projected thickness at a uniform 18” (46 cm), except at the edges of façade-wide panels (the building corners and the top, bottom and side edges of the aluminum areas of façade) where we widened the virtual columns and beams to 23” (69 cm). Interestingly, the re-drawing of the frame on the façade panels is a “negative” drawing, in the sense that it is made by leaving *off* the texture of fins in the areas covering columns, beams and diagonal braces. The fin texture is applied to the (virtual) infill panels, acknowledging the importance of the structure by stopping at its edge, leaving a void as a mark, indicating where the frame lies behind. The presence of the frame, which is itself not visible but hidden behind the cladding and the fireproofing further beneath, is made evident by the absence of fins, a presence made evident through absence, a kind of drawing through erasure.

On the panels covering structural modules containing braces, the fins are turned to run in parallel to those diagonal braces, while over the brace-less modules the fins run horizontally. This tripling of the fin orientation creates a patchwork of different light effects on the façade, effectively reducing its apparent expanse. The three-dimensional form of the fins and the layout and dimensioning of the jointing between the panels was studied in depth with the metalworkers and curtain-wall manufacturers to give the desired architectural effect, while staying within reasonable working methods. The fin solution proved highly adaptable, allowing for the location of mechanical systems grills, diffusing light sources and vision windows for the interior spaces.

In the end, working out the form of the building and the details of its material composition, given the conditions we faced in New York (with tight constraints of space and cost, besides the hefty structural challenges) made working on the Northwest Science Building an exhilarating experience. By clearly seeing and identifying which design imperatives were most important to defend, he inspired great work from architects and engineers from all sides. By developing a forceful design concept of space, movement, and relationships at the scale of massing and space planning, and an equally forceful concept of the expression of the building's own architecture as carrier of meaning in the façade design, he led a terrific team to produce a building that is elegant, brave, technical, modern, clean, and rational, among many other things.

e as sombras assim criadas tinham, por conseguinte, de se adequar à enorme escala da operação. As paredes-cortina são, no geral, elementos bastante desinteressantes, sem profundidade, e nós sabíamos que, ao desenvolvermos o nosso sistema, estávamos a pedir aos fabricantes e aos instaladores da parede que pensassem em fazer as coisas de um modo um tanto fora do normal. Mas com tantos especialistas envolvidos, desde projectistas de sistemas de fachadas, metalúrgicos de qualidade e fabricantes de paredes-cortina, a coordenarem os seus esforços e a oferecerem as suas melhores ideias, o resultado final surgiu sem imperfeições.

O esqueleto estrutural desenhado na fachada é idealizado. Enquanto cada elemento do esqueleto estrutural, de acordo com os desenhos, é dimensionado para suportar apenas as cargas que deve, ao redesenhar o esqueleto na fachada, definimos a espessura projectada de cada elemento uniformemente em 46 cm, excepto nos limites dos painéis à largura da fachada (as esquinas do edifício e os limites de topo, base e lados das áreas de fachada em alumínio), em que alargámos as colunas virtuais e as vigas para 69 cm. É interessante que o novo desenho do esqueleto dos painéis da fachada seja um desenho “negativo”, no sentido em que é feito omitindo a textura de alhetas nas áreas que cobrem colunas, vigas e tirantes diagonais. A textura de alhetas é aplicada aos painéis de enchimento (virtuais), reconhecendo a importância da estrutura através da paragem no seu limite, deixando um vazio como marca, indicando onde o esqueleto se encontra atrás. A presença do esqueleto, que em si mesmo não está visível, mas escondido atrás do revestimento e da ignifugação ainda mais atrás, torna-se evidente pela ausência de alhetas, uma presença tornada evidente por ausência, uma espécie de desenho através de apagamento.

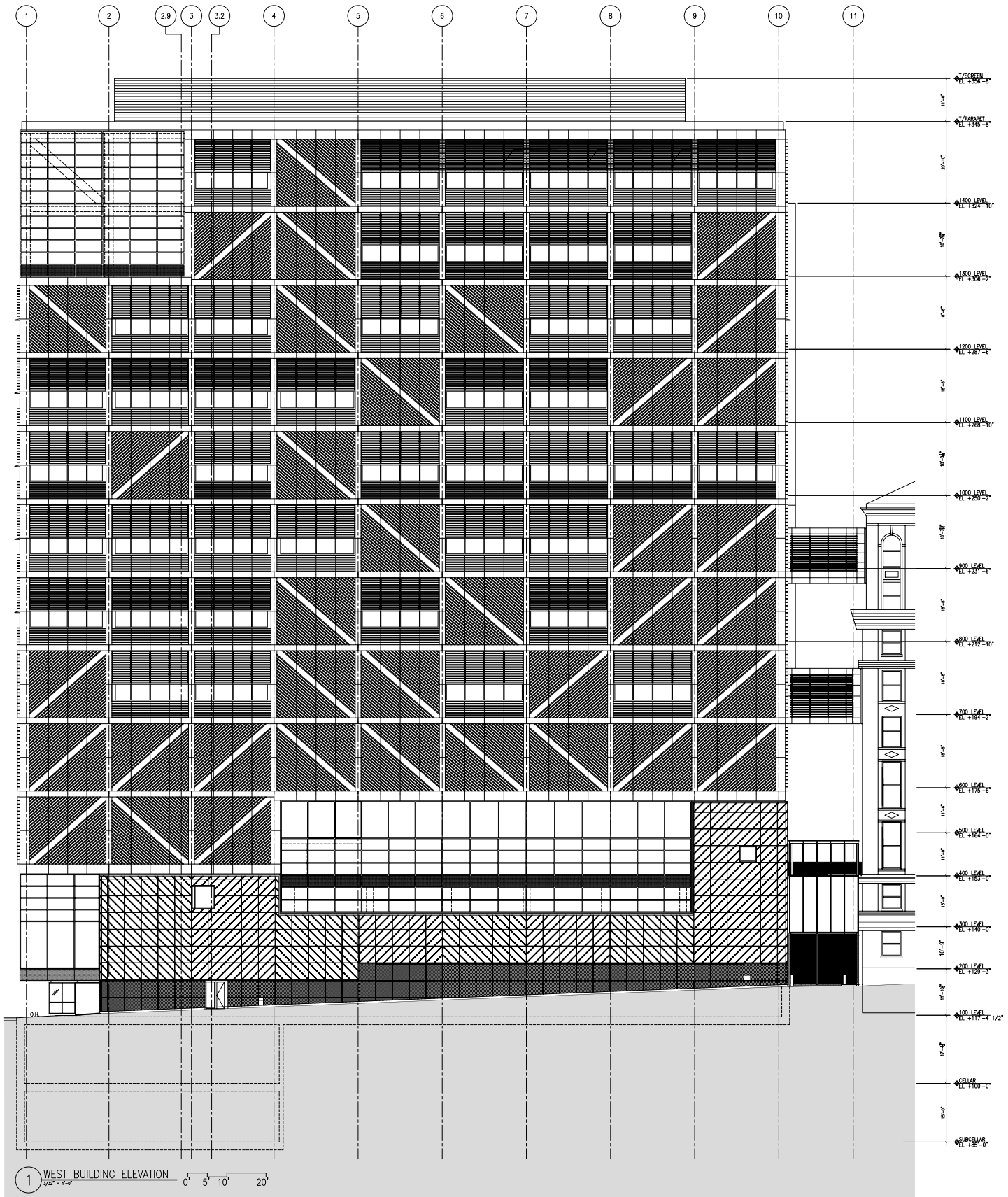
Nos painéis que cobrem módulos estruturais contendo tirantes, as alhetas são viradas para correrem em paralelo com esses tirantes diagonais, enquanto que sobre os módulos sem tirantes, as alhetas correm na horizontal. Esta triplicação da orientação das alhetas cria um mosaico de diferentes efeitos de luz na fachada, reduzindo efectivamente a sua extensão aparente. A forma tridimensional das alhetas e o traçado e dimensionamento das juntas entre os painéis foram estudados em profundidade com os metalúrgicos e fabricantes da parede-cortina para criar o efeito arquitectónico pretendido, sempre dentro dos limites de métodos de trabalho razoáveis. A solução das alhetas revelou-se extremamente adaptável, permitindo a instalação de grelhas de sistemas mecânicos, fontes de luz difusora e janelas de vidro nos espaços interiores.

No fim, definir a forma do edifício e os pormenores da sua composição material, dadas as condições que enfrentávamos em Nova Iorque (com restrições apertadas de espaço e custo, além dos enormes desafios estruturais), fez com que trabalhar no Edifício Northwest Science tivesse sido uma experiência exaltante. Ao ver e identificar claramente quais os imperativos de projecto que era mais importante defender, Rafael inspirou a generalidade dos arquitectos e dos engenheiros a darem o seu melhor. Desenvolvendo um conceito de design poderoso de espaço, movimento e relações à escala do volume e do planeamento do espaço e um conceito igualmente poderoso da expressão da própria arquitectura do edifício como portadora de sentido no desenho da fachada, ele liderou uma equipa fabulosa para que produzisse um edifício que é, entre muitas outras coisas, elegante, arrojado, técnico, moderno, depurado e racional.

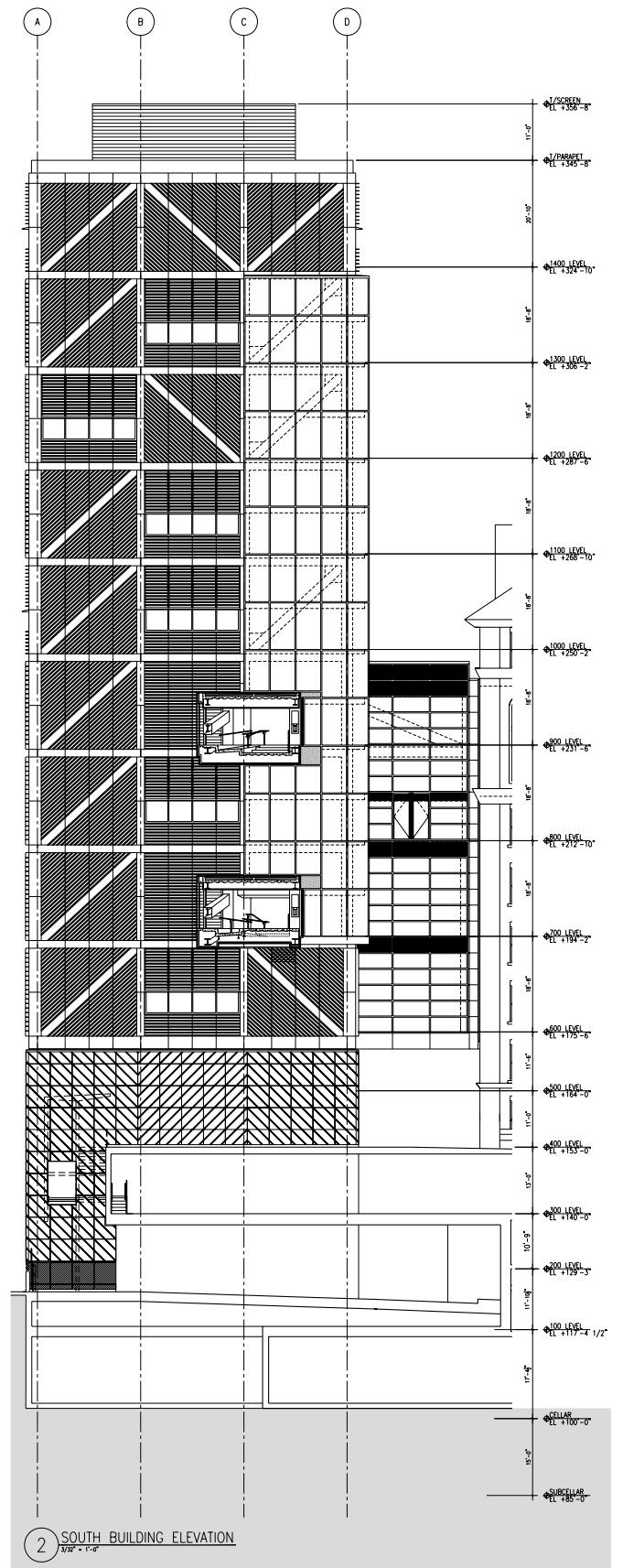
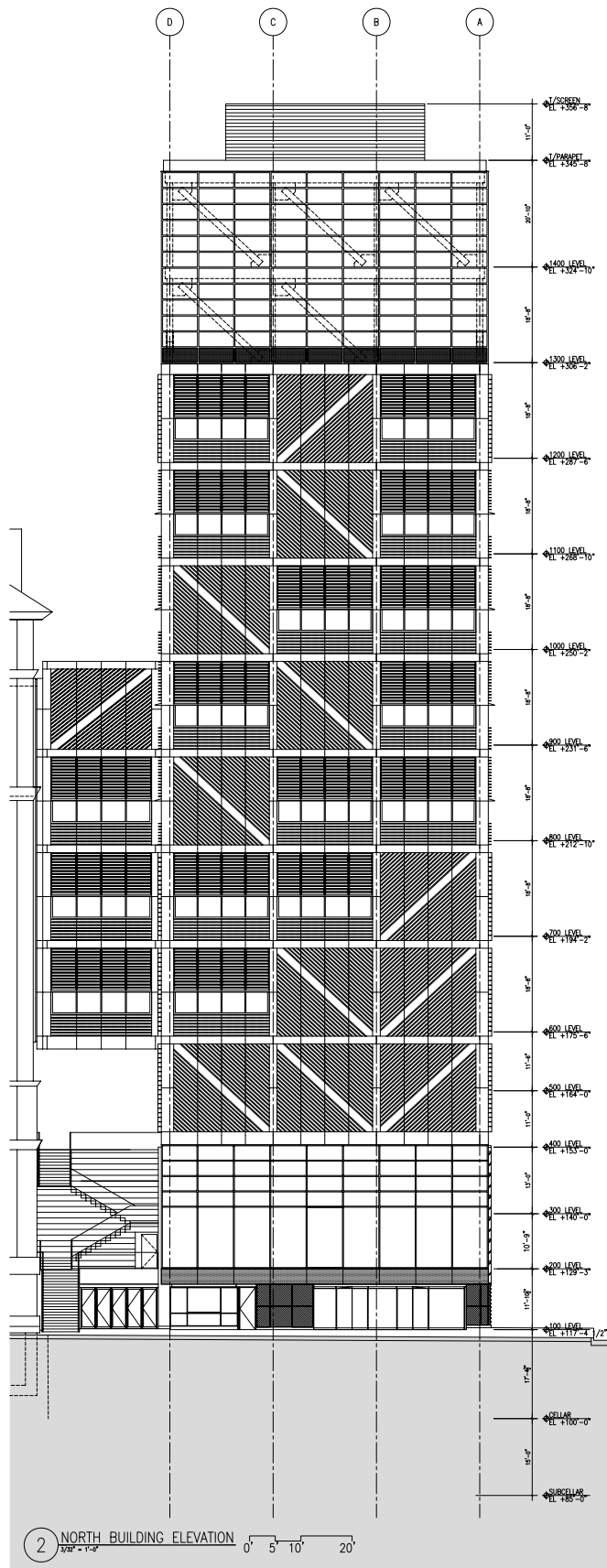


Desenhos gerais

General arrangement drawings



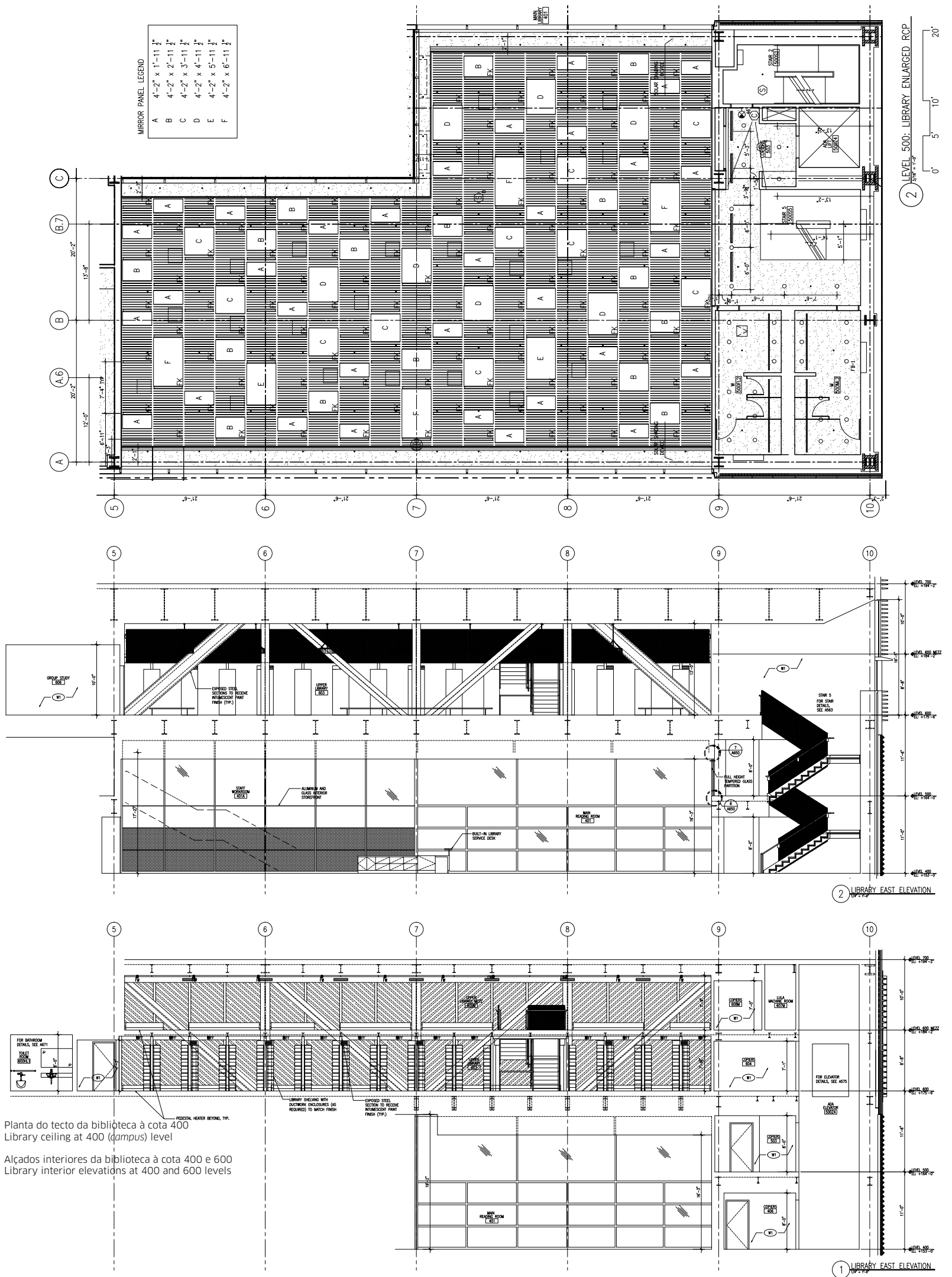
Alçado poente
West elevation



Alçados norte e sul
North and south elevations

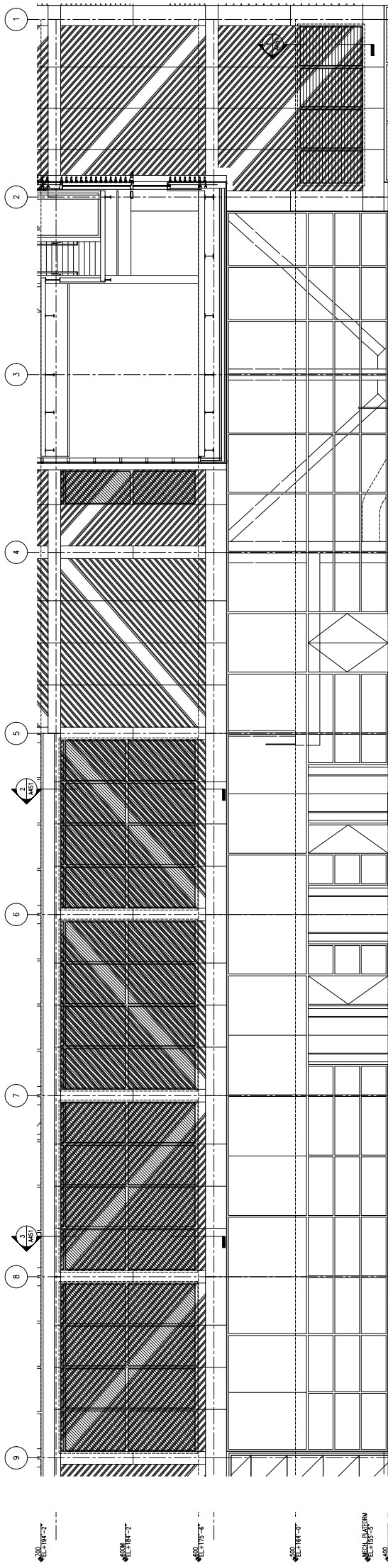
MIRROR PANEL LEGEND

A	4'-2" x 1'-11 1/2"
B	4'-2" x 2'-11 1/2"
C	4'-2" x 3'-11 1/2"
D	4'-2" x 4'-11 1/2"
E	4'-2" x 5'-11 1/2"
F	4'-2" x 6'-11 1/2"

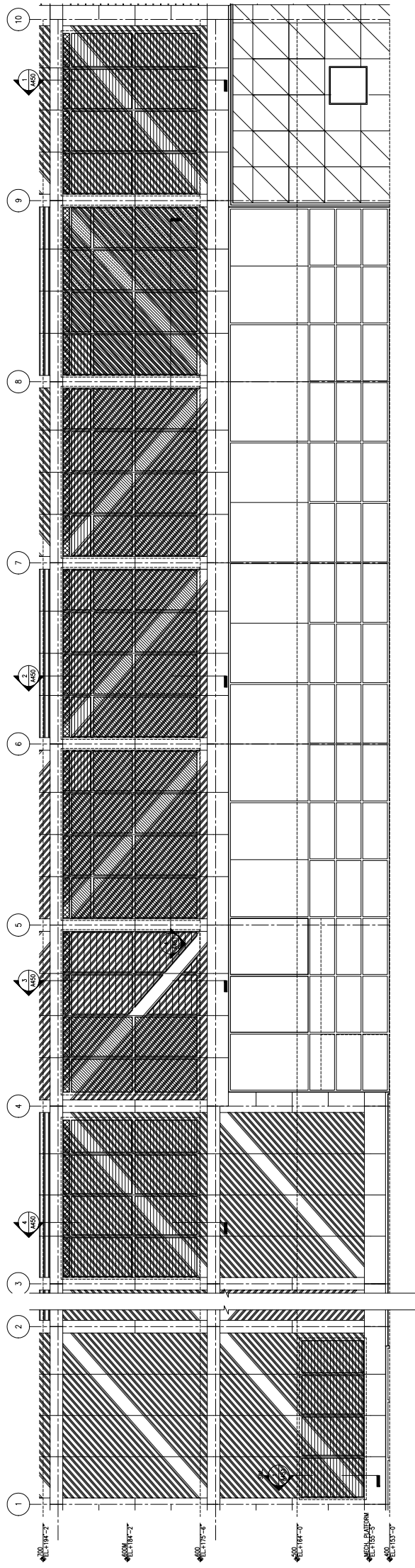


Planta do tecto da biblioteca à cota 400
Library ceiling at 400 (dampus) level

Alçados interiores da biblioteca à cota 400 e 600
Library interior elevations at 400 and 600 levels



2 PARTIAL EAST ELEVATION



1 PARTIAL WEST ELEVATION

Alçado parcial da biblioteca ao nível do *campus*
Library partial elevations at *campus* level





architecture commonplace architecture discipline

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Let's turn to the issue of teaching and architecture.

You are notable in your career and work for the very strong relationship between professional practice and teaching. Is the crossover of research into project design very prevalent?

Rafael Moneo: There are two ways of answering that. The first would lead me to think only of myself and to say that in fact what I learned from Oíza or what I saw in Oíza was an architecture that was always concerned about the discussion implicit in teaching. I never saw the architecture only from the professional side. That is, the understanding of architecture as something that is subject to this discussion imposed by the devel-

opment of ideas and culture is the way I learned how I wanted to be as an architect, and I've followed this teaching all my life.

The second would be to say that, actually, I think this is also the most exciting way to be as an architect. Naturally, architecture is an activity that has evolved in history as fast as many other things that surround us and this evolution is affected by cultural changes that occur in history. But being present at the discussion and what it means to understand the underlying meaning of the changes that have occurred in the profession seems to me better or seems more attractive than receiving them, subconsciously, only in professional life. It seems to me that when one only has professional life one only reflects, almost as if it were a conditioned reflex, on what one is obliged to by the cultural and ideologi-

cal environment. But to be where the urgency of these architectural changes is forged and understood is, I think, the most attractive way to be an architect and hence, in the end, my career, and it's already a very long one, has been more closely linked - and I fear that in the years to come it will be more so - to theoretical reflection on architecture than to the profession. Actually my research could, at some point, have developed a lot. It hasn't done so because my time has always been limited by this other activity that takes so much of my time, which I don't regret. This is how I see it.

CdO: When I was here working in '95, along with Pepe [José Luis Gahona Fraga], I read all the articles you had written until then. I understood that each project had a profound theoretical reflection, before and during the early stages of

disciplinas reais

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Passemos ao tema de docência de arquitectura.

É notável na sua carreira e no seu trabalho a relação tão forte entre a prática profissional e o ensino. Está muito presente esta contaminação da investigação no projecto?

Rafael Moneo: Haveria duas maneiras de responder a esta pergunta.

A primeira levar-me-ia a pensar só em mim mesmo e a dizer que na realidade o que eu aprendi de Oíza ou o que eu vi em Oíza era uma arquitectura que estava sempre preocupada com a discussão implícita no ensino. Nunca vi a arquitectura apenas da faceta profissional. O entendimento da arquitectura como algo que está submetido a essa

discussão imposta pela evolução das ideias e da cultura é o modo como eu aprendi, como queria ser arquitecto, e segui este ensinamento durante toda a minha vida.

A segunda seria dizer que, na realidade, penso que esta é também a maneira mais viva de ser arquitecto. Naturalmente que a arquitectura é uma actividade que evoluiu na história com a mesma rapidez que tantas outras coisas que nos rodeiam, e essa evolução está afectada pelas mudanças culturais que se produzem na história. Mas estar presente naquilo que significa a discussão e naquilo que significa entender o sentido que têm as mudanças que ocorreram na profissão parece-me melhor, ou parece-me mais atractivo do que recebê-las, de maneira inconsciente, apenas na vida profissional. Parece-me que quando se tem só a vida profissional se reflecte,

quase como se se tratasse de reflexos condicionados, sobre aquilo a que o ambiente cultural e ideológico nos obriga.

Estar ali onde se cria e se entende a urgência dessas mudanças arquitectónicas parece-me que é a maneira mais atractiva de ser arquitecto e daí que, sempre, e já estando muito avançada a minha carreira profissional, tenha estado mais ligada (e receio que nestes anos que vêm vá estar ainda mais) à reflexão teórica sobre a arquitectura do que a dar preferência à montagem profissional.

Num determinado momento, a minha pesquisa teria podido crescer muito. Não cresceu porque o meu tempo sempre esteve limitado por esta outra actividade que me ocupa muitíssimo, o que não lamento. É assim que o vejo.

CdO: Quando estive a trabalhar aqui em 1995, juntei, com Pepe [José Luis Gahona Fraga], todos



7-II-06

Entrance Lobby

01

conception. How is this theoretical foundation reflected in the work process? Is it parallel, earlier, constant?

RM: What you say about the writing... it's undoubtedly true. We are currently working to gather together, to catalogue, what I wrote, which is more than I thought. It really scares me everything I've written, too much. Of course I give a lot of importance to the description of the work. But in reality the reflection comes after the project is done.

CdO: Yes?

RM: I believe so, what happens is that writing down the description of a project represents a test for yourself, that allows you to see if a project can be narrated. But it's not something prior to that. Undoubtedly what's proposed in a project is subconsciously established or subconsciously present in the whole development of the project. But it's in the end, when you force yourself to write a description, when you assess or see if what you've done makes sense or not. I understand that writing a description can sometimes be heavy or you may think the drawings are what matters, and that it doesn't make much sense to explain what's behind them. But I see that being able to describe and provide the rationale behind a project, in the end... - you used the word before - gives you validity, or not, for what you've done. I think it has interest and value. But now I don't know if I'm answering your question, because you started with writing and then I realised that these writings you were referring to were just project reports.

CdO: No, no, I was referring to the reports but the writings as well... the point is that in every project, I saw when I worked here, there is a deep theoretical reflection, a very conceptual historical reflection.

RM: I would like that to be true. To some extent...

CdO: Could it be almost intuitive?



7-II-06

Entrance Lobby
from the Campus

02

RM: Yes, but well, what I think about this, the book I gave you the other day ["Remarks on 21 works"] shows very clearly how the projects that were included were selected, thinking I could use each of them to clarify or to develop a reflection on a very specific aspect of what the problems of architecture are today. The projects are arranged chronologically. Naturally, there are projects that would serve to cover one or two areas and there are others that perhaps it's an exaggeration to see them only from one point of view. It isn't that I've tried to see them in only one light either. I think in general all projects perform a similar role in understanding things, which, in fact, makes them have for others a particular educational value in showing only a certain aspect.

CdO: Do you think that this attitude towards the problem of starting a project, this more theoretically aware position comes from an architect who is a teacher and researcher?

RM: Not only that. You've actually used an expression that I like and that is "starting a project". The projects in the book are of a different nature, but there are times when dealing with a project that you have to accept that, in the end and apart from the knowledge you have, there is a time when respect for intuition counts. You can say: I feel that I have to solve this project in this way. I don't know if I'm now bringing the latest project, the latest architectural idea I'm working on - I can do, to show a little exactly... right now... [pointing at the plans]. This is a tiny thing, but OK. The entrance to Vitoria. This is a very beautiful promenade, a late 19th century house, rich people, a garden. There's a large hotel here. It's a pavilion for the collection of a photographer, Alberto Schommer, and this will be used as the entrance and from here one goes to this pavilion. There are some huge trees here... We always saw that we wouldn't have to do much here and from

the outset it was clear that what I didn't want to do was something that would be stuck, attached to the pavilion. These two pieces here are now exactly the size of the house. Here there's a corridor, here are these two parts... and the movement is produced there... you enter from here... here will be a small store with this access, here there's a small space for seminars, here's the toilets... and here there'll be a small cafeteria. This pavilion was the first idea, then came the break, then the idea of linking the two things. So the first intuition was this one. Then there was all this more concrete discussion: it's a place where it rains a lot, I don't know if this is going to have to be covered... I wish it were entirely of wood, I do not want it to be concrete so it won't do too much damage to a place I consider fragile. All these are issues that evolve throughout the design, but the starting point is very intuitive. The decision about the use of material is also intuitive. I could just do it myself now with concrete, but I think that given what this building is, and given that it would mean concrete trucks going in there, I almost prefer to do it with mules carrying lengths of timber... I don't know... doing the project is much slower. There's a linear structure, one piece a little out of line, that can be understood almost as a fragment of this other one. There's a problem of scale that clearly leads me to retain the dimensions of the house... These are all things that come from knowledge, but this is not what consciously leads to the first decisions. In the beginning of a project it's so important to give rein to intuition. I think there's a moment in which intuition counts for a lot.

CdO: And as you said, intuition in architecture

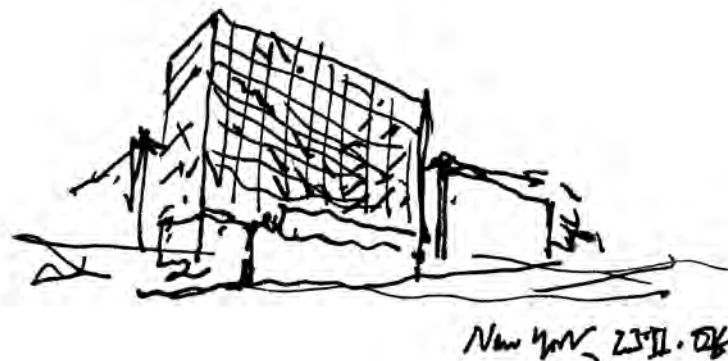
Figure 01, 02 - Croquis of the Northwest Science Building, 7 Feb. 2006.

Figure 03 - Croquis of the Northwest Science Building, 8 Feb. 2006.

Figure 04 - Croquis of the Northwest Science Building, 23 Feb. 2006.



03



04

os artigos que o Moneo tinha escrito até então e fui-os lendo ao longo da minha estadia em Madrid. Entendi que em cada projecto fazia uma profunda reflexão teórica, antes e durante os primeiros momentos da concepção. Como se reflecte esse fundamento teórico no processo de trabalho? É paralelo, é anterior, é constante?

RM: Isso que dizes dos escritos... é indubitavelmente verdade. Agora mesmo estamos a trabalhar em recolher, em fazer o catálogo do que escrevi, que é mais do que pensava.

Realmente assusta-me tudo o que escrevi, demasiado. Dou muita importância ao que é a memória sobre o trabalho. Mas na realidade a reflexão vem depois de o projecto estar feito.

CdO: Sim?

RM: Eu creio que sim, o que acontece é que escrever a memória de um projecto representa uma prova para nós mesmos, que nos permite ver se um projecto pode ser contado. Mas não é algo prévio.

Indubitavelmente o que um projecto se propõe dizer está inconscientemente estabelecido ou inconscientemente presente no que é todo o desenvolvimento do projecto. Mas é afinal quando te forças a escrever uma memória, que dás valor ou vês até que ponto o que fizeste tem ou não sentido.

Entendo que escrever uma memória pode às vezes ser aborrecido, ou pode pensar-se que são os desenhos que valem e que não tem muito sentido explicar o que há por trás. Mas, ser capaz de descrever e de dar razão a um projecto, afinal... - tu empregaste antes a palavra - acaba por te dar valor a ti mesmo, ou não, do que fizeste. Isso é que tem interesse e valor.

Não sei se te estou a responder bem, porque começaste com escritos e logo me pareceu que esses escritos a que estavas a referir-te eram apenas as memórias dos projectos.

CdO: Não. Referia-me às memórias dos projec-

tos e aos textos também... a questão é que, em cada projecto, vi que havia uma reflexão teórica muito profunda, uma reflexão histórica muito conceptual.

RM: Gostaria que fosse verdade o que dizes. Até certo ponto...

CdO: Pode ser quase intuitiva?

RM: Sim. Creio que nesse aspecto, o livro que te dei no outro dia ["Apuntes sobre 21 obras"] o mostra muito claramente com os projectos que foram seleccionados, pensando como se poderia utilizar cada um deles para esclarecer ou para desenvolver uma reflexão sobre um aspecto muito concreto do que são os problemas da arquitectura hoje. Os projectos estão ordenados cronologicamente, há naturalmente projectos que poderiam cobrir um ou dois aspectos e outros que apontariam apenas um ponto de vista. Também não me empenhei em vê-los só sob uma perspectiva. Creio que em geral todos os projectos participam de um mesmo modo de entender as coisas, o que, efectivamente, faz com que, para os outros, esse projecto tenha um determinado valor didáctico mostrando apenas um determinado aspecto.

CdO: Acha que esta postura teórica, perante o problema que é começar um projecto, vem do arquitecto professor ou do arquitecto investigador?

RM: Não só. Empregaste agora uma expressão de que gosto e que é "como se começa um projecto". Os projectos que aparecem no livro são de carácter diferente.

Há momentos em que, perante um projecto, tens de aceitar que a intuição conta, em último termo e à margem do conhecimento que tenhas. Pode dizer-se: sinto que tenho que resolver este projecto deste modo.

Não sei, se eu agora traçasse o último projecto, a última ideia arquitectónica em que estou a trabalhar - posso fazê-lo, para mostrar um pouco exactamente... - [assinalando nas plantas] Este é uma coisa pequeníssima, mas um bom exemplo.

É à entrada de Vitoria. Este é um passeio muito bonito num jardim com umas árvores enormes, numa casa de finais do século XIX, de gente rica, onde há um hotel muito grande. O projecto é um pavilhão para a colecção de um fotógrafo, Alberto Schommer.

Sempre vimos que não haveria muita coisa a fazer, e desde o primeiro momento soube que o que eu não queria fazer era algo que estivesse adossado ao pavilhão. As duas peças que compõem o projecto têm agora exactamente o tamanho da casa. Aqui há um corredor e aí estão as duas peças...

A primeira ideia é a do pavilhão, logo vem a ruptura, depois a ideia de ligar essas duas coisas. Mas a primeira intuição era essa, na continuação do trabalho produz-se toda essa reflexão mais concreta: trata-se de um sítio onde chove muito, não sei se isto vai ter que ter coberturas... gostaria que fosse inteiramente de madeira, não quero que seja de betão para que não cause muito dano a um lugar que considero frágil.

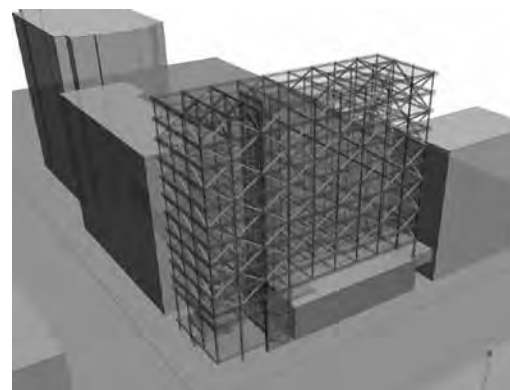
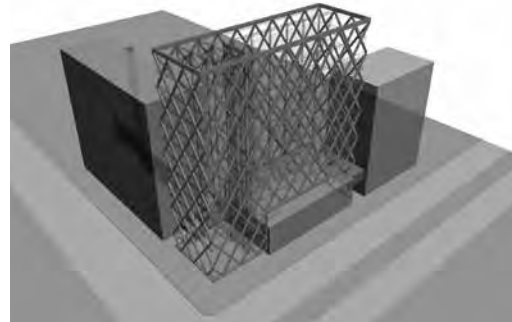
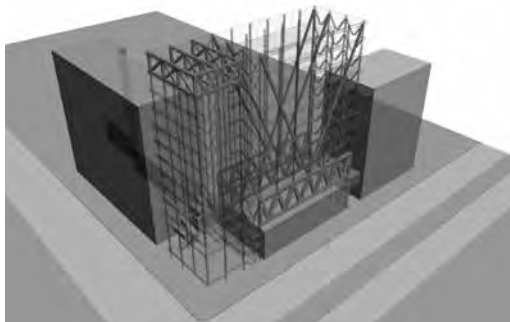
Todos estes são aspectos que vão avançando no desenho, mas o ponto de partida é muito intuitivo. É intuitiva também a decisão sobre o uso do material. Poderia do mesmo modo fazer isto agora com betão, mas parece-me que, dado o que é esta casa e dado o que significaria entrar aí com camiões de betão, quase prefiro fazê-lo transportando com mulas as peças de madeira... Não sei... a elaboração do projecto é muito mais lenta. Há uma estrutura linear, uma peça um pouco mais fora da linha, que pode entender-se quase como fragmento desta outra.

Há um problema de escala que me leva claramente a manter a medida da casa... Todas estas são coisas que vêm do conhecimento, embora este não seja o que conscientemente me leve a

.....
Figura 01, 02 - Croquis do Edifício Northwest Science, 7 Fev. 2006.

Figura 03 - Croquis do Edifício Northwest Science, 8 Fev. 2006.

Figura 04 - Croquis do Edifício Northwest Science, 23 Fev. 2006.



05

comes from education in architecture.

RM: I also think that the more fertilised the soil of knowledge, the better the response one produces.

CdO: At the beginning of his career Fernando Távora suffered when facing the blank sheet of paper at the beginning of each project, because he had a great historical and cultural baggage that he had acquired during his studies. For him, the initial research was of great importance in the design process. What part does the training you had during your career now play in your work? To simplify the question, the theoretical disquiet that you show in each project, does it come from the time you spent at College, from your training?

RM: I believe so. We can assume that everyone has certain tendencies, and certainly that in all our careers aspects of our characters have some weight. Maybe in this regard I've been tempted by the humanities and literature since my youth and my adolescence, and surely that is also reflected in my architecture, which is not geared only to the expression of technique. It's an aspect I've never tried to disguise. Neither has Siza, for example. Siza's architecture has never claimed, in an era where it seems that technology is foremost, to make his architecture just that. He has other interests which are there, for everyone to see, in his projects, and also in mine. I think that from his first contact with architecture, an architect can recognise that this desire to make architecture ingrained in the cultural debate of the moment is what he pursues. In this case we have on the table it's hard for me not to "historicise".

CdO: And this theoretical foundation, this theoretical rigour, does it later change through constructive discussion during the design process, so that the building responds rigorously to the theoretical problems that you imposed yourself? For example, in this project that you showed us, in which the building was the same size as the existing one and in which the constructive response, when choosing wood, seeks to answer and accept

the constraints arising from the first intuition...

RM: I think so, yes, but I don't know if it's always the case. In that respect, surely the techniques and the means available are often ahead of our work. There are times I regret not contributing as much as I would have liked to the development of techniques with which the project will unfold. But I also think that omnipotence would be dangerous, to think that one can design buildings with a method of forced labour, which would be completely unacceptable, given the social environment and the conditions under which one works. For example, returning to this particular case - and we'll shortly put it aside because it's a project that I started thinking about a fortnight ago - I'm not an expert in timber, and it's something I'll have to learn about when we start to build, to do so efficiently. If I think about this wall here [pointing to the plans], what interests me here is that it is thin in relation to this one. I don't know what the exact measurement for the timber wall is, but what I'm saying here is just that, that if these walls are 50 and 60 cm because they are walls of masonry and stone, I would like to do these at 20 or 25 cm, i.e. not solid. In a way this would be like a Gothic framework. I would like here to make an allusion to Gothic studwork, and proportions. What we see here in the pictures is still not exactly what I want, but let's say the intention is there.

CdO: Turning to the issue of teaching architecture and the profession, what is your idea about the weight of history, construction and design in the work of an architect? How does it relate to the Schools?

RM: Well, I don't know, I can talk about my generation and people my age and how I like to look at the city. I like to see the city in terms of evolution and continuity. I don't think the entry of new media, be it representation or construction, means the destruction or neglect of that continuity. Going a little further into the question

that you are asking with regard to schools, I also think that today we're at a time when the meaning of knowledge has changed. And we're yet to see where that change will lead. In a way, all the knowledge acquired by mankind over so many centuries in the end is accessible to all...

CdO: It's more democratic now.

RM: Absolutely, but that also seems to suggest that memory isn't necessary, that memory of which the Catechism speaks when it says that God, as such, has no memory, that he has everything present... Now everything is present, right? In that sense it still seems to me that there's a certain taste, if not pleasure, in knowledge, and I don't know if the new generations have it, since it seems that for them everything is available.

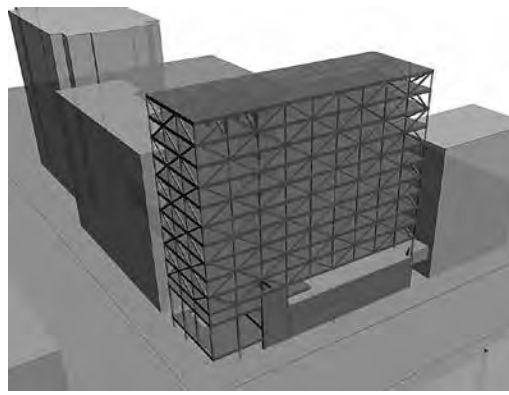
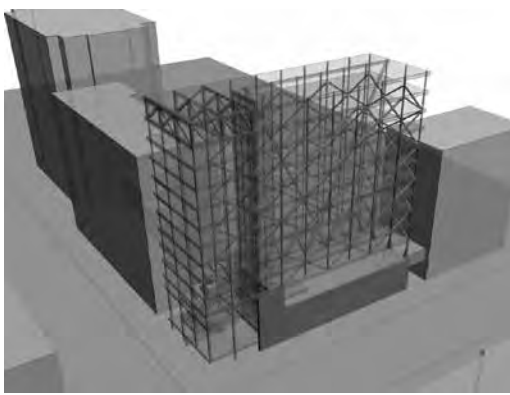
CdO: Do you think it's important for young people to do the same now? To work with design, geometry, knowledge of the past...

RM: I think that the understanding of what it is to be an architect is changing a lot.

CdO: As a teacher, how do you see today the importance of design, of the quality of the drawing?

RM: I don't know, I like to draw, I constantly use drawing as a first expression of what I'm thinking. I need it, it entertains me. But I doubt that people more used to handling new methods feel that drawing is so useful. There are many things we've seen disappear in this century that seemed essential tools. I don't know, calligraphy, for example. In the future it may be that people will come to forget handwriting. In fact, today when you look at a book from the 13th or 14th century, when you see a manuscript, you say, well, actually, anyone who practises calligraphy today does it for fun. I think we've moved to a culture, or way of life, in which certain things are done not so much out of necessity as for the fun of it. It seems to me that this rekindling of interest will make sure that many of these things are not lost. But there are

Figure 05 - 3D studies of alternate structural systems.



tomar as primeiras decisões. Por isso no princípio de um projecto é tão importante dar entrada à intuição. Creio que há um momento em que a intuição conta muito.

CdO: E, como diz, também a intuição na arquitectura vem da educação em arquitectura.

RM: Eu creio também que quanto mais rico é o terreno do conhecimento melhor será a resposta que se produz.

CdO: No início da sua carreira, Fernando Távora sofria ao defrontar-se com a folha em branco no princípio de cada projecto, porque tinha uma bagagem histórica e cultural muito grande que tinha adquirido durante os seus estudos. Para ele, a investigação inicial tinha um peso muito forte no processo do projecto. Como vê o papel que a formação que teve durante a sua carreira tem agora no seu trabalho? Simplificando a questão: a inquietude teórica que demonstra ter em cada projecto vem já do tempo da Escola, da sua formação?

RM: Eu creio que sim, pode pensar-se que cada pessoa tem umas tendências, e certamente que nas carreiras de todos nós os componentes do carácter de cada um pesam.

Talvez neste aspecto, desde a minha primeira juventude e da minha adolescência, fui influenciado pelas humanidades e pelas letras, e isso certamente se reflectiu na minha arquitectura, que não está orientada apenas pela expressão técnica. É um aspecto que nunca tentei disfarçar. Nem o faz Siza, por exemplo. A arquitectura de Siza nunca pretendeu, nos tempos em que parece primar a tecnologia, fazer que a sua arquitectura fosse só isso. São outros os seus interesses e estão à vista nos seus projectos, como também estão nos meus. Eu creio que desde os primeiros contactos com a arquitectura, um arquitecto pode reconhecer que o que persegue é esta vontade de fazer uma arquitectura agarrada à discussão cultural de cada momento. Neste mesmo caso que temos sobre a mesa é difícil para mim não “historiar”.

CdO: E esta fundamentação teórica, este rigor teórico, muda-se depois no processo do projecto para uma reflexão construtiva, de modo que a construção responda com rigor aos problemas teóricos que se impuseram? Como acontece, por exemplo, neste projecto que nos explicou, em que o edifício tinha o mesmo tamanho que o existente e em que a resposta construtiva, ao escolher a madeira, procura dar resposta e aceitar as imposições que derivam da primeira intuição...

RM: Eu creio que sim, o que não sei é se se consegue sempre. Nesse aspecto, seguramente as técnicas e os meios à disposição vão frequentemente por diante no nosso trabalho. Há momentos em que lamento não contribuir tanto como quisesa para o desenvolvimento das técnicas com as quais se desenvolve o projecto. Mas também me parece que seria perigosa a onipotência, pensar que se pode projectar os edifícios com um método de trabalho forçado, ou inclusive completamente inadmissível, dado o meio social ou as condições em que se trabalha.

Voltando a este caso concreto – e já vamos deixá-lo, porque é um projecto em que comeci a pensar há quinze dias –, eu não sou um perito em madeira, e algo terei que aprender quando começarmos a construir, para o fazer de forma eficiente. Se penso nesta parede [assinando sobre as plantas], o que me interessa é que seja delgada em relação a esta outra. Não sei qual é a medida correcta da parede de madeira. O que pretendo é assinalar precisamente isso, que se estas paredes são de 50 e 60 cm, porque são paredes de alvenaria de pedra, as novas gostaria de as fazer de 20 ou de 25 cm, quer dizer, que não sejam maciças. De certo modo isto teria que ser como uma composição gótica. Queria aqui fazer uma alusão à composição gótica e à sua proporção. Isto que vemos nos desenhos ainda não é exactamente o que quero, mas algo diz da intenção.

CdO: Voltando à questão do ensino da arquitectura e da profissão. Qual é a sua ideia acerca do

peso da história, da construção, do desenho na actividade de um arquitecto? Como se relaciona com as Escolas?

RM: Bem, não sei, falo da minha geração e das pessoas da minha idade e de como gosto, inclusive, de ver a cidade. Gosto de ver a cidade em termos de evolução e de continuidade. Não creio que a entrada de novos meios, seja de representação ou de construção, implique a destruição ou o esquecimento dessa continuidade.

Indo um pouco mais adiante na pergunta que estava a fazer-me sobre as Escolas. Creio que hoje estamos num momento em que o significado do conhecimento mudou, ainda está por ver aonde leva essa mudança. De certo modo, todo o conhecimento adquirido pela humanidade ao longo de tantos e tantos séculos afinal estará acessível a todos...

CdO: É mais democrático agora.

RM: Absolutamente, mas isso também parece sugerir que a memória já não é necessária, essa memória de que todavia o Catecismo falava, quando dizia que Deus enquanto tal não tem memória, que tem tudo presente... Agora tudo está presente, não?

Nesse sentido, porém, a mim parece-me que há um certo gosto, para não dizer prazer, no conhecimento, e não sei se as novas gerações o têm, porque parece que para elas tudo está disponível.

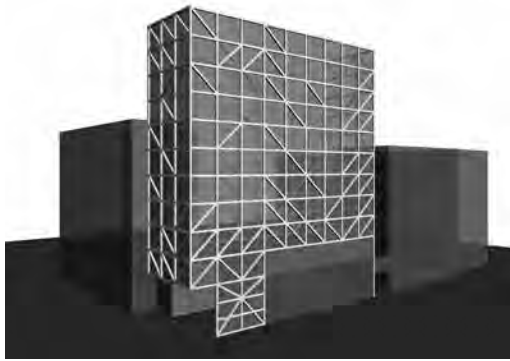
CdO: Pensa que para os jovens é importante fazer o mesmo agora? Trabalhar com o desenho, a geometria, o conhecimento do passado...

RM: Eu creio que está a mudar muito o modo como se entende a profissão de arquitecto.

CdO: Como vê hoje, como professor, a importância do desenho, da qualidade do desenho?

RM: Não sei, eu gosto de desenhar, uso continuamente o desenho como expressão primeira do que estou a pensar. Preciso dele, entretém-me. Mas duvido que as pessoas mais acostumadas

.....
Figura 05 – Estudos 3D para o sistema estrutural.



06

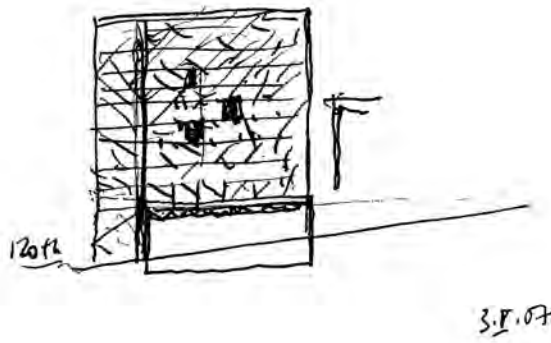
also many times when the profession of architect may have little to do with what it was in the past, when architecture was still subjected – and being an architect as well – to the making of things. An architect in the Middle Ages still did what he could with his hands. That's forgotten, probably for centuries. But what I have to say is that surely the architect of our time is very likely not to need so much to define the things that he has to build as to choose appropriately with what to build. It seems as if it really was the architect who would inspire a certain air in his work, not unlike that employed by someone who designs fashion. But at the same time, I think there will be a place, at times, for architecture that doesn't even need architects. Today when you see some houses, so many that are built in America, you can't help but think: what on earth does this have to do with an architect?

CdO: Very standard.

RM: Yes, very standard, but in the worst sense of the word. Not even standard in the sense of the simple “balloon frame” and car bodies, but really vulgar ways of building that need no architect. I think, however, there are times when some things and some jobs still need architecture as it has been up to now. That seems to be the niche that still remains for the profession. And in that sense, I don't know... because it's not right to think of utopian worlds, just as there's probably not the perfect doctor in a hospital, neither is there any longer the ideal that being an architect meant formerly. But there are some moments, and some jobs, that need architects as they were before. I think it's at these architects that the work we've done, we who've preceded them, is surely directed, isn't it?

CdO: But there's a difference between the architecture of yesterday and today, also in terms of methods and tools, and ideas, isn't there? Because you've talked mainly about techniques when referring to these differences.

RM: Well, It seems to me that tomorrow's buildings are required to recover for architecture, for



07

example, the role that the residence has had in the past. If so, one might ask how we will add new housing units in our cities. The answer would surely mean not underestimating this continuity I was talking about and not saying that methods and tools prevail, as could follow from what we were saying earlier. We've said that methods and tools and the knowledge available to all open the way for a new era, anticipating a new way of doing things. Anyway, it sometimes seems that all new mechanisms lead – and in the latest architectural thinking it's very clear – to this trend called parametric, i.e. thinking that the appropriate use of the parameters determines the form. There's an inclination to think – I think it's a fantasy that I hope will not become a reality – that architecture has disappeared, since the parameters and inputs that, in a deterministic way, establish the form are known. We will always have to admit human responsibility with respect to the form. I think that in that respect we have to think that we are responsible for what we do. In general this deterministic temptation exists today and I believe we must oppose it and admit that we are responsible for what things are, and in this responsibility... [rising] I'll show you a quotation, just a moment, Távora now enters the conversation... Yesterday I received this letter from Francesco Dal Co. I'll read it in Italian: [starts to read] Here's a mention of Távora: “...la importanza che le cose hanno nella vita degli uomini ha come conseguenza che ogni uomo nella definizione dello spazio che lo circonda. E la responsabilità deriva del fatto che l'uomo deve essere cosciente di come l'organizzazione dello spazio, pur sottomessa alle circostanze, non è fatalmente determinata e offre la possibilità di un intervento attivo dell'organizzatore. E deve anche sapere che lo spazio, una volta realizzato, diviene esso stesso circostanza. I due aspetti, libertà di scelta delle forme pur l'accettazione di una circostanza, e coscienza della importanza assoluta di uno spazio organizzato devono essere

il fondamento dell'attività di un organizzatore dello spazio.”

This is the Távora quote. Very beautiful. I wrote to him yesterday:

“Dear Francesco, I'm late responding to your letter which I found after a trip to Iran. No doubt it must have been fine. We shall try to remember your trip to Libya. But before moving on to something else, I must tell you that I have carefully read the quote in your letter about Távora. It's true that forms have a crucial importance in our lives and that the awareness of this importance makes us more responsible for our work. More so if we think that the forms with which we live are not ‘fatally determined’. Opposing a diffuse and pervasive determinism is today, more than ever, an obligation”.

CdO: Returning to the example that you posed of music, in order to create a composition a composer has to know how a violin or piano sounds, so as to know how to use and mix them.

RM: Yes, I think so, but if you think back on the teaching of the Bauhaus, you recognise at once that there is a strong emphasis on manual skill – in general it marks the two trends in architecture today, education placed a lot of emphasis on production. For whatever reason, this has been quite neglected compared to a training in which the architect may be completely alien to the medieval status of manual skill when making things. I believe that everything that supposes knowledge implies fertilising the soil on which intuition must thrive. And I don't think that for a young person who wants to work as an architect to devote time to learning manual skill and the knowledge of what has been built throughout the history of mankind is something contemptible, or worthless. On the contrary, I think it has great value.

CdO: Do you think it's fundamental?

RM: Yes. I put a lot of store by people valuing

Figure 06 – Structural frame; final arrangement, 3D view.
Figure 07 – Croquis of the Northwest Science Building, 3 May 2007.

aos novos procedimentos sintam que o desenho seja tão útil.

Há muitas coisas que temos visto desaparecer neste século que pareciam instrumentos imprescindíveis, a caligrafia, por exemplo. No futuro poderemos chegar a esquecer a escrita à mão. De facto, quando hoje em dia vê um livro do século XIII ou do século XIV, quando vê um manuscrito, dizes: bom, realmente quem recupera a caligrafia hoje fá-lo por gosto. Creio que passámos a uma cultura, ou a um modo de vida, em que certas coisas se fazem não tanto por obrigação, mas pelo prazer de as fazer.

Parece-me que esta recuperação fará com que muitas destas coisas não se percam. Mas há também bastantes momentos em que pode acontecer que o exercício da profissão de arquitecto tenha pouco a ver com o que foi no passado, quando a arquitectura estava obrigada (e o ser arquitecto obrigava-o) ao próprio fazer das coisas.

Um arquitecto na Idade Média dava conta com as suas mãos do que podia fazer. Isso está esquecido desde há seguramente séculos. Mas o que estou a dizer é que, certamente, o arquitecto mais próximo de nós não necessita tanto de definir as coisas que tem que construir como eleger apropriadamente os detalhes com os quais constrói. Parece como se realmente fosse o arquitecto que vai inspirar um certo ar à sua obra, não muito diferente do que emprega alguém que desenha moda. Mas ao mesmo tempo, creio que haverá lugar, em alguns momentos, para arquitecturas que nem sequer necessitarão de arquitectos.

Hoje em dia quando vê algumas casas, tantas, que se constroem na América não podes senão pensar: que tem isto a ver com um arquitecto?

CdO: Muito standard.

RM: Sim, muito standard mas no pior sentido da palavra. Nem sequer standard no sentido do "balloon frame" simples e das cabinas dos carros, mas realmente vulgaríssimos modos de construir que não necessitam de arquitecto.

Haverá momentos em que algumas coisas e algumas profissões necessitem da arquitectura tal como tem sido até agora. Esse é o nicho que me parece que todavia remanescerá para a profissão. E, nesse sentido, dado que não cabe pensar em mundos utópicos, tal como seguramente também não existe o ideal de doutor num hospital, não existe tampouco o ideal que significou um dia ser arquitecto. Mas haverá alguns momentos, e algumas profissões, que necessitem de arquitectos tal como era antes.

Eu creio que é a esses arquitectos que se dirige seguramente o trabalho que temos feito nós, que os antecedemos, não?

CdO: Mas existe uma diferença entre a arquitec-

tura de ontem e a de hoje, também quanto aos métodos, e às ferramentas, ou às ideias? Falou sobretudo de técnicas, quando se referia a estas diferenças.

RM: A mim parece-me que as construções de amanhã têm a obrigação de recuperar para a arquitectura, por exemplo, o papel que a residência tem tido no passado. Deveria perguntar-se de que modo vamos juntar novas unidades de habitação às nossas cidades.

Essa resposta levaria seguramente a não menosprezar esta continuidade de que estava a falar e a não dizer que prevalecem os métodos e as ferramentas, como poderia deprender-se do que temos estado a dizer antes. Dissemos que os métodos e as ferramentas e o conhecimento disponível para todos abrem o caminho a uma nova era, antecipam um novo modo de fazer as coisas. De qualquer modo, às vezes, parece que todos os novos mecanismos levam – e nas últimas propostas de pensamento arquitectónico são muito claras – a esta tendência chamada parametricismo, quer dizer, a pensar que o uso adequado dos parâmetros determina a forma. Há uma inclinação para pensar (eu creio que é uma fantasia e confio que não se converta em realidade) que a arquitectura desapareceu, uma vez que se conhecem os parâmetros e os *inputs* que deterministicamente estabelecem a forma. Haverá que admitir sempre esta responsabilidade dos humanos no que diz respeito à forma. A esse respeito teremos que pensar que somos responsáveis pelo que fazemos. Em geral, existe hoje esta tentação determinista e creio que há que nos opormos a ela e admitir que somos responsáveis pelo que são as coisas, e que nessa responsabilidade... [levantando-se] Vou mostrar-vos uma citação, entra Távora agora na conversa...

Ontem recebi esta carta de Francesco Dal Co. Leio-a em italiano:

[começa a ler] Aqui vem uma menção de Távora: "...la importanza che le cose hanno nella vita degli uomini ha come conseguenza che ogni uomo nella definizione dello spazio che lo circonda. E la responsabilità deriva del fatto che l'uomo deve essere cosciente di come l'organizzazione dello spazio, pur sottomessa alle circostanze, non è fatalmente determinata e offre la possibilità di un intervento attivo dell'organizzatore. E deve anche sapere che lo spazio, una volta realizzato, diviene esso stesso circostanza. I due aspetti, libertà di scelta delle forme pur l'accettazione di una circostanza, e coscienza della importanza assoluta di uno spazio organizzato devono essere il fondamento dell'attività di un organizzatore dello spazio."

Esta é a citação de Távora. Muito bonita. Eu escrevi ontem:

"Querido Francesco, respondendo a correio atrasado, encontro uma carta tua após a viagem ao Irão. Sem dúvida deve ter sido estupenda. Trataremos de ter presente a vossa viagem à Líbia. Mas antes de passar a outra coisa, devo dizer-te que li com atenção a citação que na tua carta fazes de Távora. É verdade que as formas têm crucial importância nas nossas vidas e que a consciência dessa importância faz-nos ser mais responsáveis pelo nosso trabalho. Porém, mais se pensamos que as formas com que vivemos não estão 'fatalmente determinadas'. Enfrentar um determinismo difuso e omnipresente é hoje, mais que nunca, uma obrigação."

CdO: Voltando ao exemplo que colocou da música, para poder fazer uma composição, um compositor tem que conhecer como é o som de um violino, ou o do piano, para saber como empregá-los e misturá-los.

RM: Sim, creio que é assim. Mas se pensas retrospectivamente no ensino da Bauhaus, reconheces de seguida que punham muito ênfase na capacidade manual, em geral assinala sempre as duas tendências em que se move a arquitectura hoje. A educação coloca muito ênfase na produção. Isso ficou muito à margem perante uma formação em que o arquitecto pode estar alheio por completo à condição medieval de capacidade manual perante as coisas.

Tudo o que envolve conhecimento implica adubar o solo no qual tem que fecundar a intuição. Não creio que para uma pessoa jovem que queira trabalhar como arquitecto o tempo que dedique à aprendizagem manual e ao conhecimento do que foi construir ao longo de toda a história da humanidade seja algo menosprezável, ou seja, algo sem valor. Pelo contrário, creio que tem muitíssimo valor.

CdO: Acha que é fundamental?

RM: Creio que sim. Eu daria muito para que realmente as pessoas valorizassem o conhecimento. Mas parece-me que só este componente de prazer pode fazer com que se recupere o interesse por ele. Esta sensação de dispor imediatamente daquilo que se quer conhecer é o mínimo necessário. Parece-me que anula a satisfação no conhecimento que chega através da experiência. Não sei, há um momento em que... tu não podes estar à espera de Proust, tens que passar a lê-lo! O facto de estarem muitas arquitecturas esperando não tem demasiado sentido, se aquilo que procuras é estar satisfeito como arquitecto.

CdO: Como vê as crescentes exigências dos clientes, cada vez mais rígidas quanto a serviços,

.....
Figura 06 - Estudos 3D para a versão final do sistema estrutural.
Figura 07 - Croquis do Edifício Northwest Science, 3 Maio 2007.

knowledge. But it seems to me that only this element of pleasure in it can lead to regaining the interest in it. This sense of immediate availability of what we want to know is the minimum necessary. I think that cancels the satisfaction in the knowledge that comes through experience. I don't know, there's a time when... you can't be waiting for Proust, you have to go read him! The fact that many architectures are waiting doesn't make sense, if what you're looking for is to be satisfied with the architect.

CdO: How do you regard the growing demands of customers, increasingly rigid in terms of services, quality, cost? And on the other hand, the demands of users who increasingly want things foolproof, to see it all done. How does an architect live with this pressure? Does it liberate you or hamper you?

RM: In Spain it's increasingly difficult to practice, and I guess that will happen in Portugal, precisely because of this truly absorbing, imperious and pervasive bureaucracy. I always say how often Álvaro [Siza]'s stairs amaze us, with no guard rails, or ceilings without lamps. And I say to myself, well, if I'm always told there must be 80 lux and no more than... [he laughs]. I think there will always be pockets of society who would still have an appetite for what architecture can offer.

CdO: What can architecture offer more than a building?

RM: I think people now realise quality architecture and when something is added to what is strict compliance with the requirements of a brief. I think there will always be people and institutions that recognise that there are some problems that only architecture can solve. But I also see that professional practice is less pleasant. No doubt.

CdO: Do you think, then, that architecture means mastering construction, like you said in a paper?

RM: Not just that. Well, I must have meant to say in some writing how architecture in the past has been a bridge between the arbitrary and the necessary, which means that architecture is responsible for how form appears in the construction. Then, to get back to your question, this mastering of construction occurs only at the moment in which architecture has taken control of it and has been able to give shape to what we build and to match the construction and the form. But it's more the case, I think, of the architecture of the past than contemporary architecture.

CdO: Does this mean a discipline in architecture or architecture as a discipline?

RM: These questions are very long and very tricky to answer, but I think that today we're talking about all of this interdisciplinarity and practising architecture with the input of elements that do not belong. When I speak of architecture

with discipline, I mean that architecture is a body which has developed a range of instruments and mechanisms and knowledge which are unique to construction and architecture itself. In this sense, disciplinary knowledge is knowledge that is inherent in architecture and that knowledge seems more important than trying to seek support from the arbitrary help that can be offered by any transformation that converts the interpretation of a physical phenomenon into a building. I think that in the great moments of architecture it has defended itself very well with the expression of what is the body of disciplinary knowledge.

CdO: In Iberian construction, there is a lot of experimentation with components, textures, materials... like in the Prado, where the structure behind the cloister has an incredible quality, which I had the opportunity to see a few days ago. How do you view this aspect, is it a need of the architecture, is it a legacy, is this experimentation important, the erosion that has taken place, the colour?

RM: I think some people have said that architecture is the synthesis of all other arts and art shows the need humans have to make visible what we aspire to, what we want to be. In that sense, and going back to what you're wondering, I think that architecture, as the projection of the desires of a particular culture, is very valuable. And in a cultural moment in which construction techniques seem to emphasise only the industrial side, introducing other aspects which offer distinct alternatives and which lead to thinking about colour, for example, interests me. What people like Herzog & De Meuron are basically saying, to mention architects who have both much explored all these aspects of textures and colours in recent years, is that in a world where senses are important, there's no reason to lose them. And this seems to explain much of what has happened in recent architecture, in contrast to all these more aerodynamic architectures, an architecture of form generated purely mechanically, such as some recent projects by Zaha Hadid, or the designs of those trying to extract unknown aspects from other sensory experiences. The Iberian architecture you speak of, Portuguese architecture, places great emphasis on minimalism, on taste in materials and the expression of materials. I mean that here humans also seem to retrieve some contact with this other nature. We really live in a time where, from an ecological point of view, nature seems so enticing, or we would like it to pose so many demands on us, and yet, we see it far away and see what we produce as second nature. Something we want to achieve is that artificiality be lost. Something

that demands simplicity of construction.

CdO: I just want to ask one last small question. Your last book, which in fact I loved, I thought perfect to showcase your work. Do you think the notes represent more the theoretical strategic concerns of the architect Rafael Moneo or are they the scientific autobiography of Rafael Moneo?

RM: It's a very personal book, really a kind of autobiography, but it's also the explanation I give myself of how things are. And the book's methodological claim becomes autobiographical in the appearance of the chronological order that structures it. But if you think about the last person to use the term autobiography to talk about architecture, which was Rossi, you'll see that Rossi's autobiography is more sentimental, more a statement of how he feels, of his experience and of what arouses feelings in him, both. I have been more modest. My biography is not so much how I feel things, but how, from the responsibility society gives you as an architect, I see how I have developed as an architect in the exercise of my profession. I try to be less personal, but inevitably I end up being so.

CdO: It's curious because it feels in the development of the book that you are trying to distance yourself from the project to get an outside view, a birds' eye view, but that's impossible, it's like having a vision of yourself from the outside.

RM: Well, I must say also that this is something I've done now to present the book. I think there is something final in it and the conclusion is a little in the last projects, i.e. the Prado, the Harvard and some other project as well. And, finally, what seems to me that I have learned in practice is that buildings are not autonomous, we can't see them as objects alone, separated from everything around them. And a building affects a lot, greatly influences everything around it. We have to get used to seeing a building as not being isolated, but as something which inevitably acts on those that are beside it, widening its scope and acting symbiotically with them. I refer to the "not aloneness" of buildings - although at some point I have spoken of "the loneliness of the buildings", giving them the status of animate beings, but also as an architect I would have to speak about the opposite, because buildings actually are not alone.

CdO: It would be more difficult to make the architecture alone.

RM: Indeed. Fortunately it's not often that architecture is produced alone.

CdO: And the answer is more difficult when there are no references.

RM: Yes, exactly.

CdO: Many thanks, Rafael.

qualidade, custo? E, por outro lado, as exigências dos utentes, que pretendem cada vez mais, que querem coisas infalíveis, que lhes chegue tudo feito. O que faz um arquitecto para viver com esta pressão? Liberta-o ou condiciona-o?

RM: Em Espanha, é cada vez mais difícil o exercício profissional, suponho que aconteça o mesmo em Portugal, precisamente por esta entrada de uma burocratização realmente absorvente, imperiosa e omnipresente. Digo tantas vezes como nos assombram as escadas de Álvaro [Siza], sem protecção, ou os tectos sem iluminação. E a mim sempre me dizem que tem que haver 80 lux e não mais... [risos]. Creio que sempre haverá tranches da sociedade a quem apeteça algo que a arquitectura pode oferecer.

CdO: O que é que a arquitectura pode oferecer mais do que a construção?

RM: Creio que as pessoas já se dão conta quando a arquitectura é de qualidade e quando algo é acrescentado ao que é o estrito cumprimento das exigências de um programa. Haverá sempre pessoas ou instituições que reconhecerão que há alguns problemas que só a arquitectura poderá resolver. Mas também vejo que o exercício profissional é mais antipático. Não resta dúvida.

CdO: Crê então que fazer arquitectura significa dominar a construção, como dizia num texto?

RM: Não só. Bom, o que devo ter querido dizer foi como a arquitectura do passado fez de ponte entre arbitrariedade e necessidade, o que se traduz em que a arquitectura é responsável por como aparece a forma na construção.

Esse domínio da construção, para voltar à tua pergunta, acontece só no momento em que a arquitectura tomou posse da forma, foi capaz de a dotar daquilo que construímos fazendo coincidir construção e forma. Mas isto aplica-se mais, parece-me, para a arquitectura do passado do que na arquitectura contemporânea.

CdO: E isso implica uma disciplina na arquitectura ou a arquitectura como uma disciplina?

RM: Estas são perguntas muito longas e muito capciosas de responder, mas, bom, creio que hoje se fala sobretudo desta interdisciplinaridade e de fazer arquitectura com a entrada de elementos que não lhe pertencem.

Quando falo de fazer arquitectura com disciplina, refiro-me à arquitectura como um corpo que elaborou toda uma série de instrumentos e mecanismos e conhecimentos que estão e que são privativos da construção e da própria arquitectura. Nesse sentido, o conhecimento disciplinar é um conhecimento que é próprio da arquitectura. Parece-me que esse conhecimento é mais importante do que tentar procurar apoio na ajuda arbitrária que pode oferecer a entrada de qualquer

transformação que converta a interpretação de um fenómeno físico num edifício. Nos grandes momentos da arquitectura, esta defendeu-se muito bem com a expressão do que é o corpo de conhecimento disciplinar.

CdO: Na construção ibérica, há muita experimentação com componentes, texturas, materiais..., como no Prado, que tive ocasião de ver há alguns dias, onde a estrutura por trás do claustro tem uma qualidade incrível. Como vê este aspecto, é uma necessidade da arquitectura, é um legado, é importante esta experimentação, a erosão que se ocorreu, a cor?

RM: Há pessoas que disseram que a arquitectura é a síntese de todas as outras artes e a arte mostra a necessidade que os humanos têm de tornar visível aquilo a que aspiramos, aquilo que queremos ser. Nesse sentido, creio que, e volto ao que estás a perguntar-me, que a arquitectura, naquilo que tem de projecção dos desejos de uma determinada cultura, tem muito valor. E num momento cultural em que as técnicas de construção parecem dar ênfase apenas aos aspectos industriais, introduzir outros aspectos que ofereçam alternativas diferentes, e que levariam a pensar na cor, por exemplo, interessa-me.

O que no fundo estão a dizer pessoas como Herzog & De Meuron – para nomear arquitectos que tanto exploraram nos últimos anos todos estes aspectos de texturas e cores – é que realmente um mundo em que o sensorial ainda conta não tem razão para estar perdido. Isto parece-me que explicaria muito de tudo o que aconteceu ultimamente na arquitectura, em contraste com todas estas arquitecturas mais aerodinâmicas, como uma arquitectura da forma gerada apenas mecanicamente, como podem ser alguns dos últimos projectos de Zaha Hadid, ou os projectos de quem trata de extrair de outras experiências sensoriais de aspectos desconhecidos.

A arquitectura ibérica que dizes, a arquitectura portuguesa, põe muito a ênfase no minimalismo, passando pelo gosto nos materiais e na expressão dos materiais. Parece que recuperam algum do contacto com essa outra natureza.

No fundo vivemos momentos em que, desde a ecologia, a natureza parece que tenta tanto, ou gostaríamos que nos criasse tantas obrigações, e, sem dúvida, vemo-la distante e vemos o que nós produzimos como uma segunda natureza. Algo que pretende conseguir que se perca a artificialidade. Algo que consiga a simplicidade da construção.

CdO: Queria só fazer uma pequena pergunta final sobre o seu último livro, que achei fantástico e me parece perfeito para mostrar o seu trabalho. Acha que essas notas representam a inquietude

teórica da estratégia do arquitecto Rafael Moneo ou são a autobiografia científica do arquitecto Rafael Moneo?

RM: É um livro muito pessoal, tem definitivamente algo de autobiografia, mas é também a explicação que eu próprio me dou de como as coisas são. Essa pretensão metodológica do livro converte-se em autobiografia ao aparecer a ordem cronológica que o estrutura.

Mas se pensas na última pessoa que usou o termo autobiografia para falar de arquitectura, que é Rossi, verás que a autobiografia de Rossi é mais sentimental, é mais uma declaração de como ele sente, do seu sentir como experiência e do que é que o faz sentir, ambas as coisas. Eu fui mais modesto. A minha biografia não é tanto como eu sinto as coisas mas como eu, desde o encargo que a sociedade nos faz como arquitecto, vejo o que foi a minha evolução como arquitecto no exercício da profissão. Tento ser menos pessoal, embora inevitavelmente acabe por o ser.

CdO: É curioso, pois percebe-se no desenrolar do livro como está a tentar separar-se do projecto para ter uma visão externa, quase de pássaro. Mas isso é impossível, é como ter uma visão de si mesmo visto de fora.

RM: Bom, devo dizer-te também que isso é uma coisa que elaborei agora ao apresentar o livro. Há nele algo de conclusão e a conclusão está um pouco nos últimos projectos, está no Prado, está no projecto de Harvard e em algum outro projecto também.

Afinal, o que me parece ter aprendido no exercício profissional é que os edifícios não são autónomos, não se podem ver como objectos isolados, separados de tudo o que há em seu redor. Um edifício incide muito, influencia muito tudo o que o rodeia. Temos que nos habituar a ver um edifício não isolado, mas como algo que inevitavelmente actua sobre os que estão ao seu lado, ampliando o seu campo e actuando simbioticamente com eles.

Refiro-me à “não solidão” dos edifícios – embora nalgum momento eu tenha falado da “solidão dos edifícios”, dando-lhes a condição de seres animados, também como arquitecto teria que falar do contrário –, porque realmente os edifícios não estão sozinhos.

CdO: Seria mais difícil fazer arquitectura isolada.

RM: Efectivamente. Felizmente há poucas vezes em que a arquitectura se produz sozinha.

CdO: E a resposta é mais difícil quando não há referências.

RM: Sim, exactamente.

CdO: Muito obrigado, Rafael.





Maintenance and maintainability of university buildings

Rui Calejo

Building management

Definitions

Latus sensus, Management has the purpose of optimizing the activities of organizations by taking decisions on the options to be taken in a pondered and conscious way. Such decisions should always be well grounded, based on a substantial amount of data and should promote the fulfilment of the goals it undertook. In face of what has been said, we can thus consider that Maintenance fits into a wider area known as Building Management.

It is thus considered as relevant to define three different areas within the scope of activities of University Buildings Management: economic, functional and technical.

Economic management

In order to understand the complexity of economic management one needs to understand the concept of a building global cost. It largely overcomes the initial investment at the time of its acquisition. Being a real estate asset that has to be preserved, deferred costs, during the service stage of the building, take up a substantial share of such global cost.

Maintenance and usage costs represent about 80% of the building global cost. [1]

Let us analyse the following table:

Table 01 - Total cost of a building

LCC			
Initial Costs	Differed Costs		
Land	Exploration	Maintenance	Use
Design	Energy	Inspection	Staff
Construction	Management	Cleaning	Materials
Licences	Water	Pro-action	Taxes
	Sewage	Correction	
		Replacement	

As can be understood, this type of management is much affected by the typology of the building and by the level of quality required from it, as well as the Maintenance Strategy.

One of the methods used for calculating the building global cost is the Life Cycle Cost (LCC).

$$LCC = IC + \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Cam + Cae + Cau}{(1+a)^n} + \sum_{k=1}^{k=|N/M|} \frac{Ccm}{(1+a)^{kM}}$$

In which:

LCC represents the Life Cycle Cost for Construction in Euros;

IC represents the Initial Cost in Euros;

Cam represent the annual maintenance Costs in Euros;

Cae represent the annual operating Costs in Euros;

Cau represent the annual usage Costs in Euros;

Ccm represent the cyclic maintenance Costs in Euros;

M represents the Periodicity of cyclic costs per year;

N represents the Service Life in number of years;

a represents the equivalent average annual discount Rate.

Functional management

Considering that university buildings require different measures, functional management takes up specific characteristics in this class of buildings. This activity does not include technical aspects although it does frame them. At this level management is responsible for hiring third parties in order to intervene in the building, for establishing and applying rules of use which are fundamental for university buildings:

- . Permission and access to the different areas
- . Identifying users
- . Movement of vehicles
- . Loading and unloading

The concept of Maintainability has full application at this level as the building should facilitate this social aspect of its maintenance through its built-in solutions.

Technical management

It includes all interventions for the proper functioning of the building solutions, namely regarding maintenance actions. It is concerned with the building's performance during its service period, in other words, during the period of time in which the building at least preserves its minimal performance requirements.

Technical management can be divided into six fundamental areas such as maintenance, cleanliness and hygiene, emergencies, safety, functional adjustment and legal compliance. [2]

A technical manager must master the existing maintenance policies in order to be able to act effectively. As far as cleanliness and hygiene, a clear distinction must be made between general cleanliness for cleansing common areas of the building, which should be performed very of-

Manutenção e manutibilidade de edifícios universitários

Rui Calejo

Gestão de edifícios

Definições

Num sentido lato, a Gestão tem a função de otimizar a actividade das organizações decidindo ponderada e conscientemente as opções a tomar. Estas devem ser sempre fundamentadas, com um número substancial de dados e devem promover a satisfação dos objectivos a que se propôs. Em face do exposto pode pois considerar-se que a Manutenção se enquadra numa área mais alargada que é a Gestão de Edifícios.

Considera-se assim importante definir no âmbito da Gestão de Edifícios Universitários três áreas de actividade: económica, funcional e técnica.

Gestão económica

De modo a compreender a complexidade da gestão económica, é necessário entender a noção de custo global de um edifício. Este ultrapassa largamente o investimento inicial na altura da aquisição do mesmo. Sendo um bem imóvel que tem que ser preservado, os custos diferidos, durante a fase do edifício em serviço, assumem uma parcela substancial do custo global.

Os custos de manutenção e utilização representam 80% do custo global de um edifício. [1]

Analise-se o quadro seguinte:



Como é perceptível, este tipo de gestão é bastante afectado com a tipologia do edifício, com o nível de qualidade a ele exigido e com a metodologia de manutenção aplicada.

Um dos métodos utilizados para determinar o custo global de um edifício é o LCC (Lyfe Cycling Cost).

$$CG = CI + \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Cam + Cae + Cau}{(1+a)^n} + \sum_{k=1}^{k=|N/M|} \frac{Ccm}{(1+a)^{kM}}$$

Em que:

CG representa o Custo Global em euros;

CI representa o Custo Inicial em euros;

Cam representam os Custos anuais com manutenção em euros;

Cae representam os Custos anuais com exploração em euros;

Cau representam os Custos anuais com utilização em euros;

Ccm representam os Custos cíclicos de manutenção em euros;

M representa a Periodicidade dos custos cíclicos por ano;

N representa a Vida útil em anos;

a representa a Taxa anual média equivalente de actualização.

Gestão funcional

Considerando que edifícios universitários requerem medidas diferentes, a gestão funcional assume características específicas para esta classe de edifícios. Esta actividade não engloba aspectos técnicos mas enquadra-os. Neste âmbito o gestor é responsável por recorrer à contratação de terceiros para intervir no edifício, estabelecer e aplicar regras de utilização que num edifício universitário são determinantes:

- Autorização e acesso aos espaços
- Identificação de utentes
- Movimentação de veículos
- Cargas e descargas

O conceito de Manutibilidade tem aqui total aplicação na medida em que o edifício deve, através das suas soluções construídas, "facilitar" esta vertente social da manutenção.

Gestão técnica

Engloba as intervenções para o correcto funcionamento das soluções construtivas, nomeadamente no que diz respeito às acções de manutenção. Preocupa-se com a performance do edifício durante a sua vida útil, ou seja, no intervalo de tempo em que o edifício conserva as suas exigências mínimas de desempenho.

A gestão técnica pode ser dividida em seis áreas fundamentais tais como a manutenção, a limpeza e higiene, as emergências, a segurança, o ajuste funcional e o cumprimento legal. [2]

Um gestor técnico tem de dominar as políticas de manutenção existentes para poder ter uma intervenção eficaz. Na limpeza e higiene, deve ser feita uma diferenciação entre limpeza geral de higienização das partes comuns do imóvel, que deverão ser realizadas muito frequentemente

ten, and technical cleansing. As far as technical and accidental emergencies, the manager's role might include solving such issues or to the simple task of calling over someone to solve them. As far as safety, the role of domotics is becoming more and more present. Any functional disadjustments and the initiatives to solve them are the responsibility of technical managers, as well as complying with legal requirements.

Domotics and Maintainability in Technical Management

Maintainability is much benefited whenever we are dealing with "Smart Buildings", in other words, buildings endowed with automated processes. IT and technological developments enabled automatic management of certain aspects such as energy management, cleanliness and safety. Such IT systems work through a database which has been collected in an automatic way by such systems, then recorded and analysed in a comparative way against standard values.

Presently, smart buildings can bring about differences in terms of safety, gate control, central control, video surveillance, project management, waste reduction or even in terms of comfort. As a matter of fact, smart buildings can generate interesting discussions. Although, on one hand, its implementation is conditioned by economic factors related to the buildings, the gains introduced by this system as far as minimizing resource waste can minimize the costs related to its implementation in a given building. In fact, investment costs with automation correspond to about 10% of the total construction cost, and the return is about 30% of the water, electricity and gas expenses. [3]

A smart system should be able to integrate a system, to be executed in the most diverse conditions, to be reprogramable in an accessible way, should be understandable by the user, should have enough memory and self-correction capabilities.

In the future, smart buildings can take up a greater and greater role in terms of building Maintainability, as practically all these initiatives can be facilitated through IT systems. Namely, for instance, air exhaust systems may become automatic and integrated into a domotic system for such simple processes such as automatic opening and closure of air pathways ways, thus preventing improper use of these elements, ensuring that minor mistakes are not committed whenever the system is used. Another option would be, for instance, automation of fuel doses in a pellet boiler.

"At European level, university buildings are major energy consumers, representing a share of about 30% of energy consumption by all types of buildings." [4]

Taking advantage of the smart building concepts, in the 1980s, the concept of centralized technical management emerged. Its main areas of intervention are electrical facilities and mechanical systems, comfort, energy management, protection, maintenance and safety. "In a study carried out by Ecofys and Fraunhofer ISI, which was recently presented in Brussels, it is shown how just in university buildings the EU can save up to 23 billion Euros per year in 2020 if it adopts the tightest efficient energy management targets." [5]

Costs related to the lack of maintainability

What has been said so far highlights some of the points in which lack of Maintainability generates costs. According to Mirshawka & Olmedo [6], the costs generated by lack of Maintainability are just the tip of an iceberg. This visible tip corresponds to the costs with man-power, tools and instruments, materials applied during repairs, outsourcing costs

and other costs related to the facilities occupied by the maintenance team. Below this visible tip of the iceberg are the major invisible costs, following from unavailability of decisive equipment for University buildings.

Unavailability costs are mostly focused on those following from the production losses, poor product quality, production recomposition and commercial penalties, with possible consequences upon the company's image. These same aspects were also dealt with by Cattini [7], when he points out the costs connected to equipment unavailability and deterioration as a consequence of lack of maintenance. This relationship between maintenance costs, unavailability costs and productivity was analysed by Chiu & Huang [8], with a mathematic model which conclusion points towards a better cost-benefit relation whenever maintenance is treated preventively, instead of uncontrolled situations of the productive process due to lack of maintenance. Considering maintenance as a premise for bringing down production costs, the best policy for optimizing costs should be defined and adopted. This analysis can be observed in the classical diagram shown in Figure 01, illustrating the relationship between preventive maintenance costs and the cost associated to failures.

The main costs associated to failure are basically the parts and man-power required for the repair, plus, mostly the unavailability of the equipment. The diagram in Figure 01 shows that growing investment in preventive maintenance reduces costs associated to failures, and consequently decrease the total maintenance costs, in which the costs with preventive maintenance are added to failure costs. Meanwhile the diagram also shows that, beyond the optimal point as far as investment for preventive maintenance, more investment brings about little benefits for the reduction of failure costs and ends up increasing the total cost.

This issue was analysed by Murty & Naikan [9] who work on the limits of availability and present a mathematic model for calculating the optimal availability point, as shown in the diagram of Figure 02.

Maintainability handbook

There should be a service handbook for new buildings, in their project stage, or for existing buildings, in their service stage, whose rehabilitation has been, at least 50% of a similar new construction. On one hand, the purpose of this document is to supply information to users or to expert technicians on how to easily and properly carry out the maintenance of a given component, and, on the other hand, to teach the user how to use that same component. In other words, ultimately it is divided into two domains which shall generate two different documents: the "Maintenance Handbook" and the "Service Handbook".

The "Maintenance Handbook" explains in detail the maintenance management sector, by describing the procedures and interactions between processes. Inspection routines for each component are explained in this handbook, as well as intervention strategies for each state of performance. This document should also include a list of elements with maintenance requirements in each building, an inspection form describing which interventions have already been performed, the different materials and a description of the building, a form describing which anomalies have been found and an inspection report briefly summarizing the inspection that has been carried out.

e as limpezas técnicas. Quanto às emergências, técnicas e acidentais, o papel do gestor pode passar pela resolução das mesmas ou pela simples tarefa de chamar alguém para as resolver. Na segurança, o papel da domótica está cada vez mais presente. Os desajustes funcionais e as acções para os resolver são função de um gestor técnico, bem como o respeitar dos requisitos legais.

Domótica e Manutibilidade na Gestão Técnica

A Manutibilidade é muito beneficiada se pudermos estar em face de “Edifícios Inteligentes”, ou seja, edifícios dotados de processos automatizados. A evolução tecnológica e informática permitiu que certos aspectos como a gestão da energia, a limpeza ou a segurança sejam geridos automaticamente. Estes sistemas informáticos funcionam através de uma base de dados recolhida automaticamente, registada e analisada comparativamente com valores-padrão.

Actualmente, os edifícios inteligentes podem trazer diferenças na segurança, no controlo de portas, no controlo central, na videovigilância, na gestão de projectos, na redução de desperdícios ou mesmo até no conforto. De facto, os edifícios inteligentes podem motivar uma discussão interessante. Se, por um lado, a sua implementação é condicionada pelo factor económico relativo aos edifícios, os ganhos que este sistema introduz a nível da minimização de desperdício de recursos podem minimizar os custos relativos à sua introdução num edifício. Na verdade, os custos com um investimento em automação correspondem a cerca de 10% do custo total da obra, tendo um retorno por volta dos 30% nos gastos de água, electricidade e abastecimento de gás. [3]

Um sistema inteligente deve ser capaz de integrar um sistema, de ser executado nas mais diversas condições, ser reprogramável de uma maneira acessível, ser perceptível para o utilizador, ter memória suficiente e dispor de capacidade de autocorreção.

No futuro, os edifícios inteligentes podem desempenhar um papel cada vez mais importante na Manutibilidade dos edifícios, visto que praticamente todas estas acções são passíveis de serem facilitadas por meio de um sistema informático. Nomeadamente, por exemplo, os sistemas de exaustão de ar podem passar a ser automáticos e integrados num sistema de domótica para processos tão simples, como abertura e fecho automático das entradas de ar ou do registo, evitando assim a incorrecta utilização destes elementos, garantindo que pequenos erros não serão cometidos aquando da utilização do sistema. Outra opção será a automação das doses de combustível, por exemplo, numa caldeira a pellets.

“Ao nível da Europa, os edifícios universitários são grandes consumidores de energia, representando uma fatia de cerca de 30% da energia consumida por todos os edifícios.” [4]

Aproveitando as noções de edifício inteligente, surgiu na década de 1980 o conceito de gestão técnica centralizada. As suas principais áreas de intervenção são as instalações eléctricas e sistemas mecânicos, o conforto, a gestão energética, a protecção, a segurança e a manutenção. “Um estudo realizado pela Ecofys e Fraunhofer ISI e apresentado recentemente em Bruxelas mostra que só em edifícios universitários, a UE pode poupar até 23 biliões de euros por ano em 2020 se adoptar metas para a eficiência energética mais apertadas.” [5]

Custos da falta de manutibilidade

O que foi exposto até agora mostra alguns pontos em que a falta de Manutibilidade gera custos. Segundo Mirshawka & Olmedo [6], os custos gerados pela falta de Manutibilidade são apenas a ponta de um iceberg.

Essa ponta visível corresponde aos custos com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nas reparações, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipa de manutenção. Abaixo dessa parte visível do iceberg, estão os maiores custos, invisíveis, que são os decorrentes da indisponibilidade do equipamento que é decisivo em edifícios universitários.

O custo da indisponibilidade concentra-se naqueles decorrentes da perda de produção, da não-qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa. Esses aspectos também foram tratados por Cattini [7], quando aponta os custos ligados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos como consequência da falta de manutenção. Essa relação entre custo de manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade foi estudada em modelo matemático apresentado por Chiu & Huang [8], cuja conclusão aponta para uma melhor relação custo-benefício quando a manutenção é tratada de forma preventiva, em vez de situações de descontrolo do processo produtivo pela falta de manutenção. Tomando a manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, deve definir-se a melhor política a ser adoptada para a optimização dos custos. Essa análise pode ser observada no gráfico clássico, mostrado na Figura 01, que ilustra a relação entre o custo com manutenção preventiva e o custo da falha.

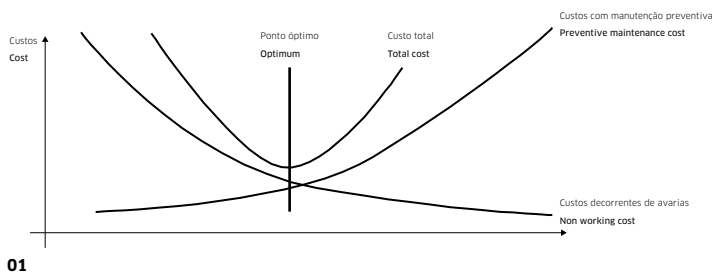
Entre os custos decorrentes da falha estão, basicamente, as peças e a mão-de-obra necessárias à reparação e, principalmente, o custo da indisponibilidade do equipamento. O gráfico da Figura 01 mostra que investimentos crescentes em manutenção preventiva reduzem os custos decorrentes das falhas e, em consequência, diminuem o custo total da manutenção, em que se somam os custos de manutenção preventiva com os custos de falha. Entretanto, o gráfico mostra também que, a partir do ponto óptimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam elevando o custo total.

Essa questão foi estudada por Murty & Naikan [9], que trabalham os limites da disponibilidade e apresentam um modelo matemático para o cálculo do ponto óptimo de disponibilidade, como mostrado no gráfico da Figura 02.

Manual para a manutibilidade

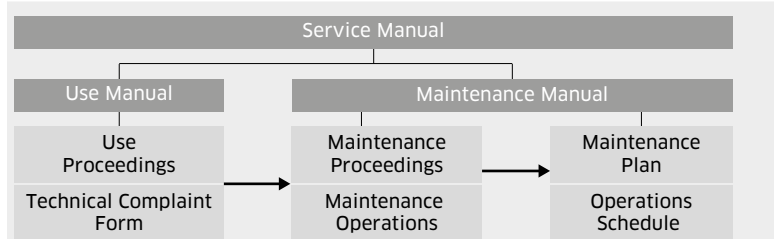
Um manual de serviço deve figurar nos edifícios novos, em fase de projecto, ou nos edifícios existentes, na fase de utilização, cuja reabilitação tem sido, no mínimo, 50% de uma construção nova equivalente. Este documento pretende, por um lado, fornecer informações ao utente ou técnico especializado para realizar correcta e facilmente a manutenção de um determinado componente e, por outro lado, ensinar o utente a utilizar esse mesmo componente. Ou seja, no fundo divide-se em dois domínios os quais darão origem a dois documentos distintos. São estes o “Manual de Manutenção” e o “Manual de Utilização”.

O “Manual de Manutenção” explica e pormenoriza o sector de gestão da manutenção, descrevendo os procedimentos e interacção entre processos. As rotinas de inspecção de cada componente estão patentes neste manual, assim como as estratégias de intervenção para cada estado de desempenho. Este documento deverá incluir uma lista de elementos fonte de manutenção de cada edifício, uma ficha de inspecção que descreve as intervenções já realizadas, os materiais e uma descrição do edifício, uma ficha que descreva as anomalias encontradas e um relatório de inspecção, resumindo sucintamente a inspecção realizada.



01

Table 02 - Organization of a service handbook



The “Service Handbook” is specific for the building’s type of activity and should include the following [10]:

- Characteristics of the different components and elements of the building;
- References of the materials that have been applied and the equipments that have been installed;
- Guarantees and information on the suppliers of the different components;
- Users’ rights and obligations;
- Notices for appropriate use;
- Indications of the material to have available at all times, for any eventual repairs;
- Legislation and regulations related to housing units;
- Actions to be carried out when entering into the building.

Conclusions and proposal of developments

The concept of maintainability in university buildings has certain specificities that set them apart from all other buildings. The costs generated by non-maintainability as well as those following from the absence of pre-established procedures – a handbook – have been detailed in this text.

In university buildings, the role of building managers shall have an increased weight. At present it is difficult to draw conclusions from the mistakes and the consequent costs in the past in the field of construction as very few buildings have information on the interventions carried out in them. It is necessary to systematize information in order to gather knowledge that may generate standard interventions to be made. To set up a standard database can be the answer to such issue. Following technologic developments, computer *software* is becoming more and more optimized for building management.

As far as future perspectives, bar codes and *Radio Frequency Identification* (RFID) are both methodologies to help control maintenance to the components of a building throughout its service life cycle and which shall perform an important role in the future of maintainability.

A good way to standardize and inspect the best way of performing maintenance to a given component may have to do with the existence of a reference of such component, with its basic data. The two main benefits from these two approaches are the building’s installation date, how regular interventions need to be carried out, and what is the proper way to perform such interventions and by whom.

It is well known that most building users/managers are not aware that all of its components undergo degradation with time and need regular maintenance. The existence of a building handbook makes information available to users, but has a major shortcoming: users must resort to it in order to recall or to even know that they must carry out maintenance actions. The existence of a bar code or of a RFID system may make up for such shortcoming.

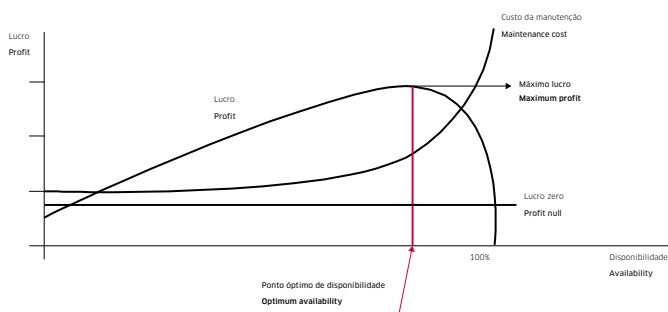
Acknowledgment

The author wishes to thank to Engineers Rúben Teixeira and Gabriel Pinto for their contributions to the basic text as well as the production of images.

References

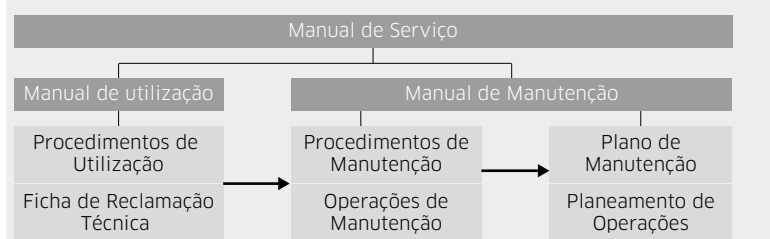
- [1] Perret, J., *Guide de La Maintenance des Bâtiments*. Paris, Moniteur Référence Technique, França, 1995.
- [2] Calejo, R., *Gestão de Edifícios - Modelo de Simulação Técnico-económica*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- [3] Bolzani, C., *Residências Inteligentes*. Brasil, Editora Livraria da Física, 2009.
- [4] Carpinteiro, J., *Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado*. Lisboa, Verlag Dashofer, 2009.
- [5] <http://www.climatizacao.pt/noticias/21-aabril-b.aspx> accessed on 4/2011.
- [6] Mirshawka, V. & Olmedo, N. C., *Manutenção - combate aos custos na não-eficácia - a vez do Brasil*. São Paulo, 1993.
- [7] Cattini, O., *Derrubando os Mitos da Manutenção*. São Paulo, 1992.
- [8] CHIU, H. - N. & HUANG, B. S., *The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy*. International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge, 1996.
- [9] MURTY, A. S. R. & NAIKAN, V. N. A., *Availability and maintenance cost optimization of a production plant*. International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge, 1995.
- [10] Calejo, R., *Manuais de Manutenção e Utilização*. Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção, 2006, LNEC, Lisboa, LNEC Edições, p. 465-476.

Figure 01 - Diagram with costs versus level of maintenance [7].
Figure 02 - Diagram of profit versus availability [9].



02

Quadro 02 - Organização de um manual de serviço



O “Manual de Utilização” é específico do tipo de actividade do edifício e deverá conter [10]:

- . Características dos diversos componentes e elementos do edifício;
- . Referências dos materiais aplicados e equipamentos instalados;
- . Garantias e informações de fornecedores dos diversos componentes;
- . Direitos e deveres dos utentes;
- . Avisos para uma apropriada utilização;
- . Indicação do material a ter sempre disponível, para eventuais reparações;
- . Legislação e regulamentos referentes a habitações;
- . Acções a realizar aquando da entrada no edifício.

Conclusões e proposta de desenvolvimentos

O conceito de manutibilidade em edifícios universitários tem especificidades que os diferenciam de todos os outros. Os custos gerados pela não manutibilidade, bem como os decorrentes da ausência de procedimentos preestabelecidos – um manual – foram detalhados no texto.

Nos edifícios universitários, o papel da figura de gestor dos mesmos terá cada vez mais peso. Actualmente, é difícil tirar ilações dos erros e consequentes custos no passado no domínio das construções, porque são muito poucos os edifícios que têm informação das intervenções neles realizadas. É necessário sistematizar informação, de modo a obter conhecimentos que permitam padronizar intervenções. A criação de uma base de dados padronizada poderá ser a resposta para tal problema. Acompanhando a evolução tecnológica, os *softwares* informáticos estão cada vez mais optimizados para a gestão de edifícios.

A nível de perspectivas futuras, os códigos de barra e a *Radio Frequency Identification* (RFID) são ambas metodologias que permitem o controlo da manutenção dos componentes de um edifício ao longo do seu ciclo de vida e que desempenharão um papel importante no futuro da manutibilidade.

Uma boa forma de padronizar e inspeccionar a melhor maneira de executar a manutenção de um determinado componente pode passar pela existência de uma referência no mesmo, com os seus dados-base.

A data de instalação no edifício, a periodicidade de intervenção que este necessita e o modo correcto como esta deve ser realizada e por quem, são os grandes benefícios destas duas abordagens.

É sabido que a maioria dos utentes/gestores de um edifício desconhece que todos os seus componentes sofrem degradação temporal e necessitam de manutenção periódica. A existência de um manual do edifício colmata de certa forma a existência de informação acessível ao utilizador, mas tem um grande senão: é necessário o utilizador recorrer a ele para se lembrar ou mesmo saber que tem de executar a manutenção. A existência de um código de barras ou de um sistema RFID colmata essa falha.

Agradecimentos

Agradece-se aos Engenheiros Rúben Teixeira e Gabriel Pinto os contributos para o texto de base subjacente a este artigo, bem como a cedência de imagens.

Referências

- [1] Perret, J., *Guide de La Maintenance des Bâtiments*. Paris, Moniteur Référence Technique, França, 1995.
- [2] Calejo, R., *Gestão de Edifícios - Modelo de Simulação Técnico-económica*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- [3] Bolzani, C., *Residências Inteligentes*. Brasil, Editora Livraria da Física, 2009.
- [4] Carpinteiro, J., *Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado*. Lisboa, Verlag Dashofer, 2009.
- [5] <http://www.climatizacao.pt/noticias/21-aabril-b.aspx> consultado em 4/2011.
- [6] Mirshawka, V. & Olmedo, N. C., *Manutenção - combate aos custos na não-eficácia - a vez do Brasil*. São Paulo, 1993.
- [7] Cattini, O. *Derrubando os Mitos da Manutenção*. São Paulo, 1992.
- [8] CHIU, H. - N. & HUANG, B. S., *The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy*. International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge, 1996.
- [9] MURTY, A. S. R. & NAIKAN, V. N. A., *Availability and maintenance cost optimization of a production plant*. International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge, 1995.
- [10] Calejo, R., *Manuais de Manutenção e Utilização*. Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção, 2006, LNEC, Lisboa, LNEC Edições, p. 465-476.

Figura 01 - Gráfico custos versus nível de manutenção [7].
Figura 02 - Gráfico lucro versus disponibilidade [9].

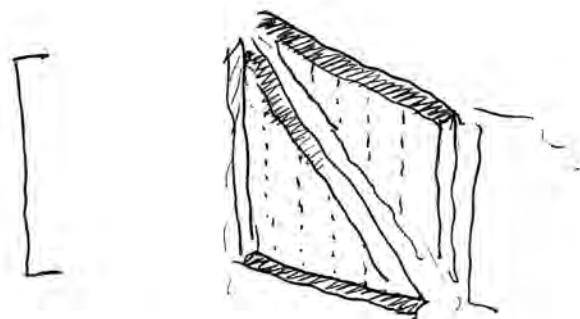
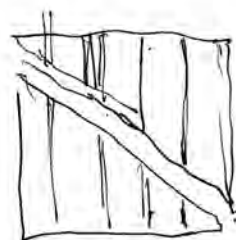
Interdisciplinary science and the modern research building

William Paxson

I do need to say at the start of this short essay that it has been a great honor and pleasure for us to have been invited to participate as associated architects with Rafael Moneo, and moreover to have had the opportunity to get to know and work closely not only with Rafael, but with Belén Moneo and Jeff Brock as well. To me personally it has been almost like having the opportunity to go back to architecture school, to be reminded of the excitement of seeing how a very, very good architect goes about the process of developing and refining a design from the beginning when the initial concepts are in their infancy, through to the day when the finished building is complete in its final details and being occupied.

Since others have written about the complexity of the site, and the particular challenge to design the building to span across the existing gymnasium, I will try to add a few words about the building's functional program. From our perspective it was fortunate that the program was complex as well, so that the NWSB was not limited to just the research laboratories, but also included a series of non-laboratory elements – the library, the lecture hall, the café, and some smaller classrooms and seminar rooms – that give the building a more public function and purpose. As such, the entire Columbia University population is invited to come into the building, to pass through it, and to use these public components. The transparency of building at the lobbies, café, and library is literally inviting, while the transparency of the offices and graduate student carrels on the upper floors of the east façade is psychologically inviting as well. In this regard the Northwest Corner Building stands in contrast with most of the older buildings on the *campus*. No doubt there is cutting edge scientific research taking place in the adjacent Chandler Chemistry and Pupin Physics buildings, but it must be admitted that to the casual passerby these buildings give no clue as to this fact. To us it is a great loss, for Columbia or any major university, to conceal rather than express the excitement of the activity of people working together on intellectual problems.

With regard to the laboratories, the idea of the modern research laboratory building has really been in existence for only about 100 years, and during this period of time has continued to change and evolve. For many years most laboratories tended to be comprised of many small rooms to prevent contamination, to control odors, or for other reasons of safety. Similarly older laboratory buildings were most often planned to house one particular area of scientific research. So at Columbia University, in its original plan by McKim, Mead & White, each of the various science departments was given its own building at the north end of the *campus*. This departmental approach – chemistry, physics, biology, and



01
02

engineering – established the basic pattern of buildings on *campus* that has remained intact up until today. However, what has become clear is that modern research projects often involve researchers coming together from several different scientific disciplines to work as a team in attacking a particular challenge. Any number of scientific problems now involve some mix of chemists, biologists, physicists, and computational experts as a matter of course. The NWSB was conceived as a platform for these types of research projects, and planned as the first interdisciplinary science building at Columbia, accommodating a diverse collection of research laboratories in chemistry, physics, biology, and engineering. Furthermore, it was recognized that research programs in the NWSB will continue to change and evolve over time, and at a faster

Figure 01 – Croquis of the Northwest Science Building, Feb. 2007.
Figure 02 – Croquis of the Northwest Science Building, Apr. 2007.
Figure 03 – Construction image, 2009.

Ciências interdisciplinares num edifício de investigação contemporâneo

William Paxson



03

Tenho de começar por dizer, antes de mais, que foi para nós uma honra e prazer enormes termos sido convidados para colaborarmos, na qualidade de arquitectos associados, com Rafael Moneo e, além disso, por termos tido a oportunidade de conhecer e trabalhar intimamente, não apenas com Rafael, mas também com Belén Moneo e Jeff Brock. Para mim, pessoalmente, foi quase como ter a oportunidade de voltar à faculdade de arquitectura, recordar a excitação de ver como um excelente arquitecto aborda o processo de desenvolver e refinar um projecto desde o princípio, quando os conceitos iniciais estão na sua génese, até ao dia em que o edifício acabado fica concluído nos seus pormenores finais e é ocupado.

Já que outros falaram da complexidade do sítio e do desafio particular de desenhar o edifício de modo a abarcar o ginásio existente, tentarei acrescentar algumas palavras sobre o programa funcional do edifício. Da nossa perspectiva, foi uma felicidade que o programa fosse igualmente

complexo, não estando o edifício NWS unicamente limitado a laboratórios de investigação, mas incluindo também uma série de elementos não-laboratoriais – a biblioteca, a sala de conferências, o café e algumas salas de aula e salas de seminários mais pequenas – que conferem ao edifício uma função e finalidade mais públicas. Como tal, toda a população da Universidade de Columbia é convidada a entrar no edifício, a percorrê-lo e a usar estas componentes públicas. A transparência do edifício nos átrios, café e biblioteca é literalmente convidativa, enquanto a transparência dos gabinetes e dos postos de trabalho individuais dos estudantes, nos andares superiores da fachada leste é igualmente convidativa, do ponto de vista psicológico. A este respeito, o Edifício da Esquina Noroeste surge em contraste com a maioria dos edifícios mais antigos do *campus*. Sem dúvida que decorre investigação científica de ponta nos edifícios adjacentes de Chandler Chemistry e Pupin Physics, mas deve admitir-se que, para o transeunte casual, estes edifícios não dão qualquer pista que aponte para o facto. Para nós, é uma grande perda que a Columbia ou qualquer grande universidade ocultem, mais do que expressem, a empolgante actividade das pessoas que trabalham em conjunto sobre problemas intelectuais.

Relativamente aos laboratórios, a ideia do moderno edifício de investigação laboratorial existe na realidade há apenas cerca de 100 anos e, durante este período de tempo, tem continuado a mudar e a evoluir. Durante muitos anos, a maior parte dos laboratórios foi normalmente composta por muitas pequenas salas para impedir a contaminação, para controlar odores ou por outras razões de segurança. Do mesmo modo, os edifícios laboratoriais mais antigos eram, o mais das vezes, planeados para albergar uma determinada área de investigação científica. Assim na Universidade de Columbia, no seu plano original de McKim, Mead & White, cada um dos vários departamentos de ciências teve o seu próprio edifício no extremo norte do *campus*. Esta abordagem departamental – Química, Física, Biologia e Engenharia – estabeleceu o padrão básico dos edifícios no *campus* que permaneceu intacto até hoje. Contudo, o que se tornou claro é que os projectos de investigação modernos envolvem muitas vezes investigadores de diferentes disciplinas científicas que se juntam para trabalhar em equipa na abordagem a um desafio em particular. Os problemas científicos hoje em dia envolvem necessariamente uma combinação de químicos, biólogos, físicos e especialistas informáticos. O Edifício NWS foi concebido como uma plataforma para estes tipos de projectos de investigação e planeado como o primeiro

Figura 01 – Croquis do Edifício Northwest Science, Fev. 2007.

Figura 02 – Croquis do Edifício Northwest Science, Abr. 2007.

Figura 03 – Foto de obra, 2009.

pace than ever before. As a result, one of the design challenges for the NWSB was to develop a robust infrastructure to accommodate change, and to make it easier to reconfigure laboratories and laboratory equipment on an as-needed basis. The connections provided between the NWSB and Chandler Chemistry Building to the south, and Pupin Physics Laboratory to the east, provide further opportunities for interdisciplinary research. In so doing, the NWSB is also literally a bridge connecting Chemistry to Physics, the last open link between the five major existing science buildings at the north edge of Columbia's Morningside Heights *campus*.

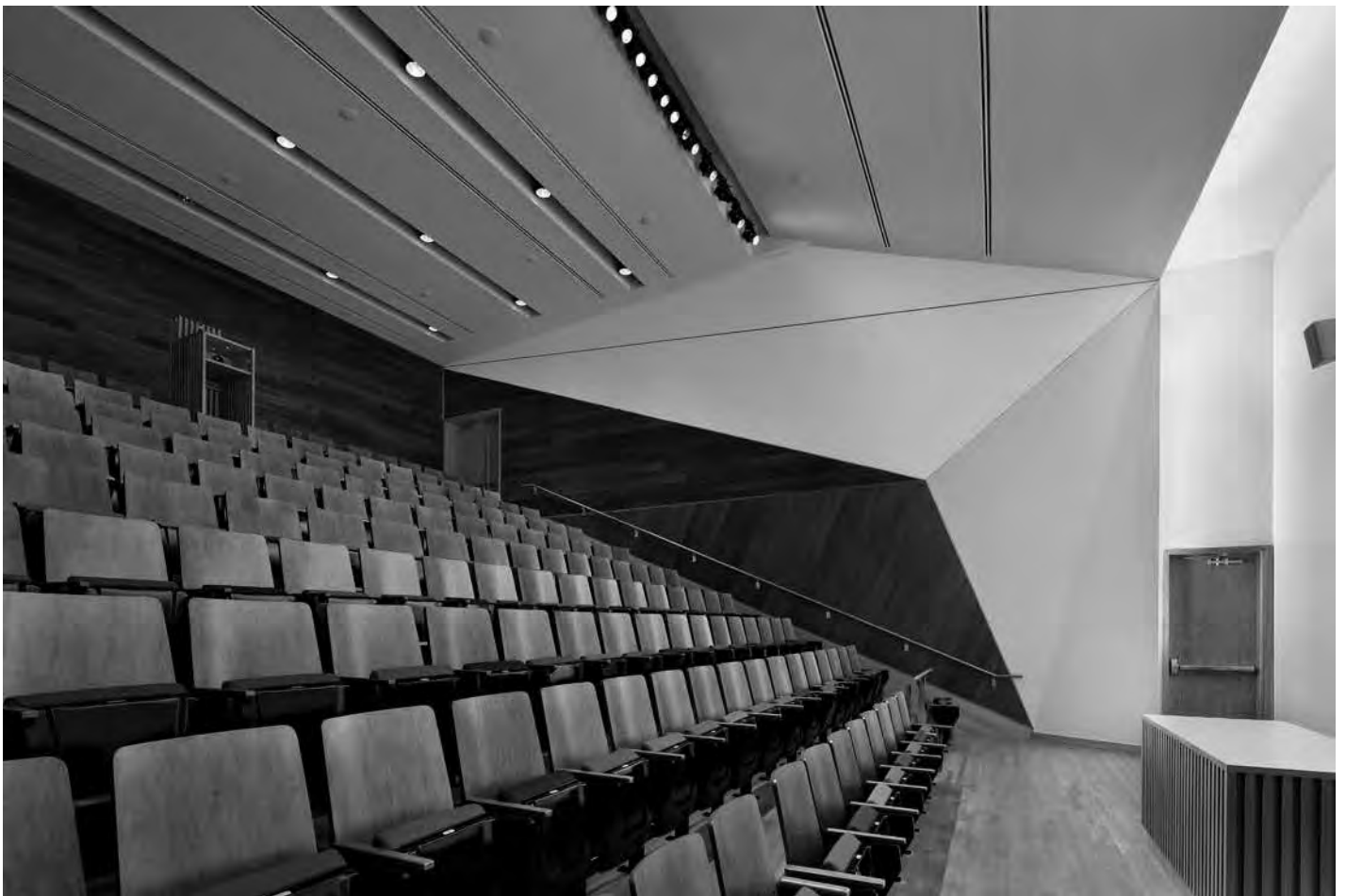
While the science has become more technologically sophisticated, so to have the tools available to the architects and engineers in the design of laboratory buildings. We are fortunate to have at our disposal modern variable air volume systems, heat recovery technology, fume hood sash monitors, and direct digital controls and building management systems to allow for more precise temperature, air flow, and pressurization control within the laboratories. Prior to the development of these systems, research laboratory building were often compromised architecturally by the limitations of MEP systems, to the extent that concerns about containment, security and heat control often resulted in windowless lab buildings on otherwise beautiful campuses.

For the NWSB we have tried to conceive of a sort of idealized framework for interdisciplinary laboratories so that the laboratories can be changed and altered as required over time. Most of the laboratory furniture is modular, "plug and play" with flexible electrical and piped service connections that can be unplugged and relocated as needed. The relatively minor increase in floor-to-floor height needed to accommodate the office mezzanines also allowed for the introduction of deeper steel beams spanning 40 feet (12.2 meters) across the typical laboratory zone. As a result, most laboratories are column free while still meeting stringent floor vibration criteria. These deeper beams are perforated with a series of large diameter openings through the web to reduce the weight of the beams, but also to allow for horizontal distribution of ductwork and piped services integrated within the depth of the structural frame. As a result, the laboratories are able to have a clear ceiling height of 13 feet (3.9 meters) that can accommodate taller pieces of laboratory equipment. Architecturally the higher ceiling height completely changes the feel and character of the labs, which are now more open and spacious – almost studio-like – especially given Rafael's beautifully conceived fenestration which uses large high frosted-glass clerestories to bring natural light into the labs. Horizontal windows at eye level below offer views to the Hudson River and Palisade Cliffs to the west.

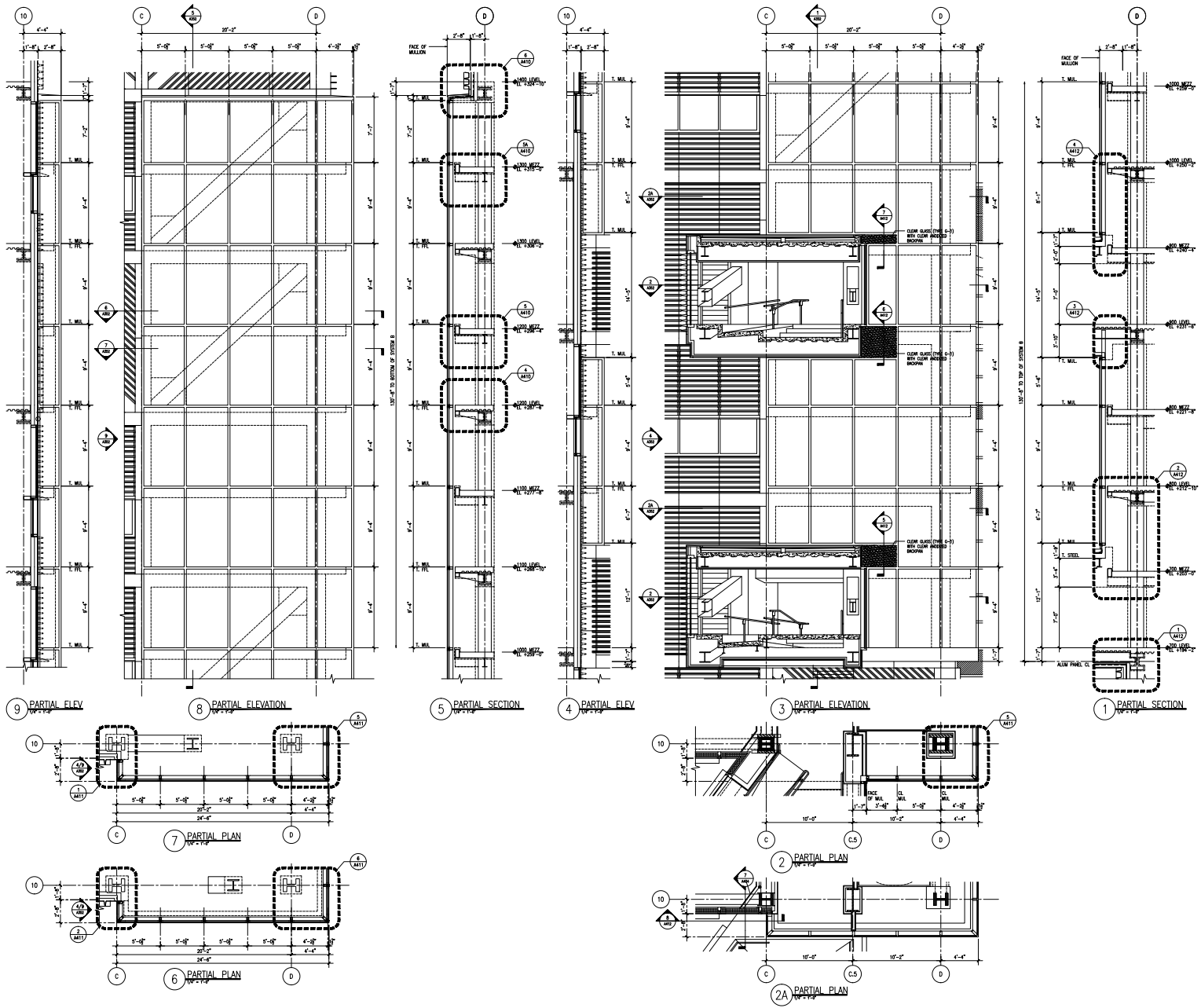
.edifício de ciências interdisciplinar em Columbia, albergando um conjunto diverso de laboratórios de investigação nos domínios da Química, Física, Biologia e Engenharia. Além disso, reconheceu-se que os programas de investigação no Edifício NWS continuarão a mudar e a evoluir ao longo do tempo e a um ritmo mais acelerado do que antes. Em resultado, um dos desafios conceptuais para o Edifício NWS foi desenvolver uma robusta infra-estrutura que abrangesse a mudança e tornasse mais fácil reconfigurar laboratórios e equipamento laboratorial conforme fosse sendo necessário. As ligações instaladas entre o Edifício NWS e o Edifício Chandler Chemistry, a sul, e o Laboratório da Pupin Physics, a leste, oferecem mais oportunidades de investigação interdisciplinar. Ao fazê-lo, o edifício NWS é também literalmente uma ponte que liga a Química à Física, o último elo aberto entre os cinco principais edifícios de ciências existentes no extremo norte do *campus* Morningside Heights de Columbia.

Do mesmo modo que a ciência se tornou mais sofisticada tecnologicamente, também as ferramentas disponíveis aos arquitectos e engenheiros para a concepção de edifícios laboratoriais se tornaram sofisticadas. Temos a felicidade de ter à nossa disposição sistemas modernos de volume de ar variável, tecnologia de recuperação de calor, monitores de hottes de aspiração e controlos digitais directos e sistemas de gestão de edifícios para permitir temperaturas, fluxo de ar e controlo de pressurização mais precisos dentro dos laboratórios. Antes do desenvolvimento destes sistemas, os edifícios laboratoriais científicos ficavam com frequência comprometidos arquitectonicamente pelas limitações dos sistemas eléctricos e mecânicos ao ponto de as preocupações a respeito de confinamento, segurança e controlo do calor resultarem muitas vezes em edifícios laboratoriais sem janelas em *campus*, de resto, atraentes.

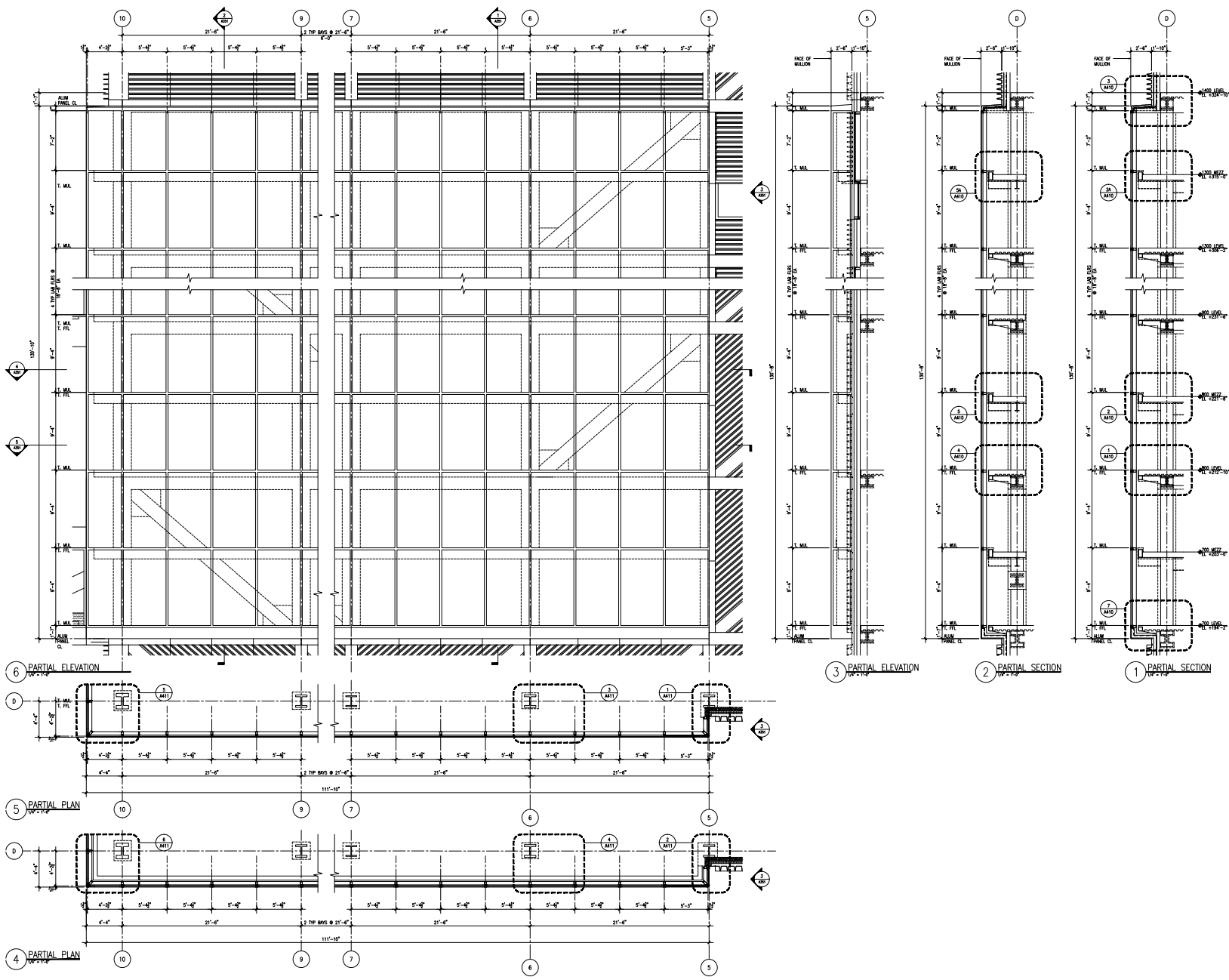
No Edifício NWS, tentámos conceber uma espécie de enquadramento idealizado para laboratórios interdisciplinares de modo que os laboratórios podem ser transformados e alterados, conforme necessário, ao longo do tempo. A maioria do mobiliário laboratorial é modular, "plug and play" com ligações de serviço eléctricas e tubagens que podem ser desligadas e realocadas consoante as necessidades. O aumento relativamente insignificante da altura entre pisos necessária para albergar os mezaninos dos escritórios permitiu igualmente a introdução de vigas de aço mais profundas com 12,2 metros através da zona típica de laboratório. Em resultado, a maioria dos laboratórios não apresenta colunas, continuando ainda assim a satisfazer os critérios rigorosos de vibração do pavimento. Estas vigas mais profundas estão perfuradas com uma série de aberturas de grande diâmetro, através da alma, para reduzir o peso das vigas, mas também para permitir a distribuição horizontal das condutas e serviços de tubagem integrados dentro da profundidade do esqueleto estrutural. Em resultado, os laboratórios podem dispor de um pé-direito livre de 3,9 metros que pode albergar peças mais altas de equipamento laboratorial. Arquitectonicamente, o pé-direito mais alto altera completamente a atmosfera e carácter dos laboratórios que são agora mais diáfanos e espaçosos – quase como estúdios – especialmente graças à fenestração maravilhosamente concebida por Rafael que recorre a clerestórios em vidro fosco, largos e altos, para proporcionar luz natural aos laboratórios. As janelas horizontais em baixo, ao nível dos olhos, oferecem vistas sobre o rio Hudson e Palisade Cliffs a oeste.



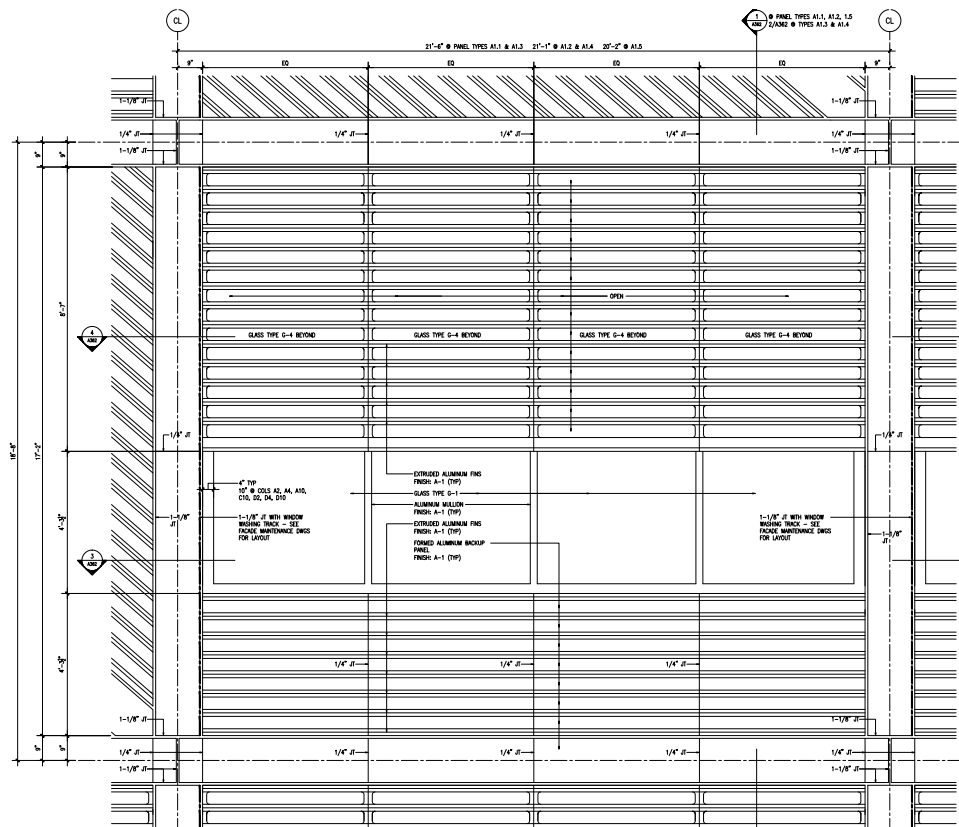
Projecto de execução de arquitectura Architectural production information set



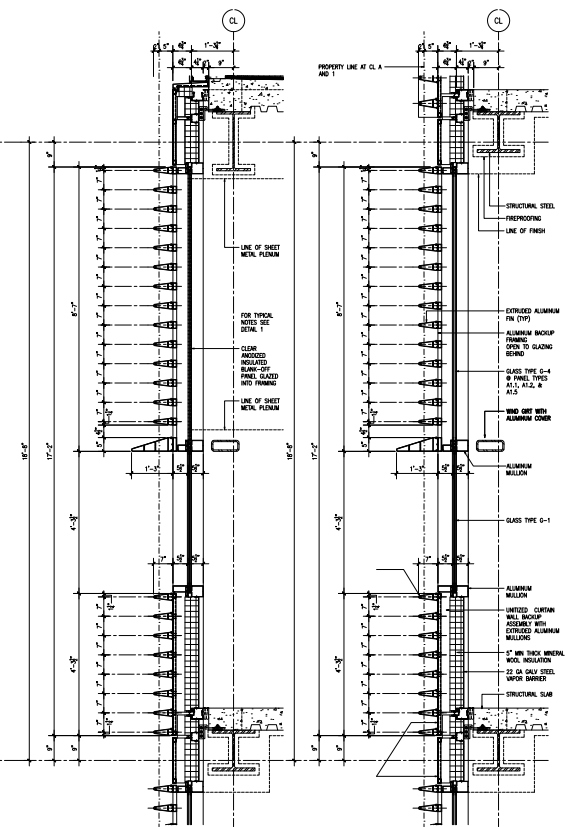
Sistema para a fachada dos gabinetes de laboratório
Façade system at laboratory offices



Sistema para a fachada dos gabinetes de laboratório
 Façade system at laboratory offices

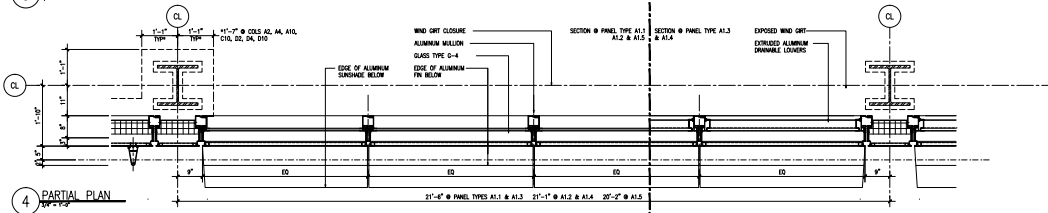


5 PARTIAL ELEVATION

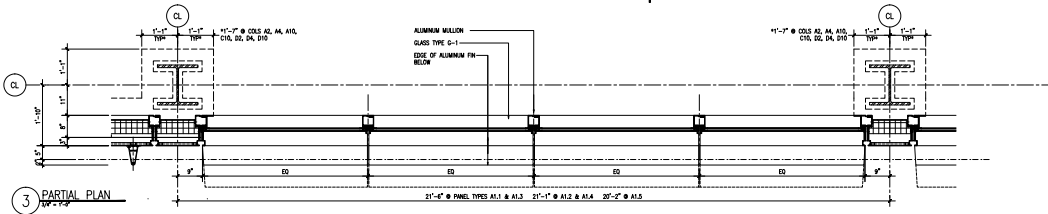


2 TYP. SECTION AT MECH. LOWER

1 TYP. SECTION

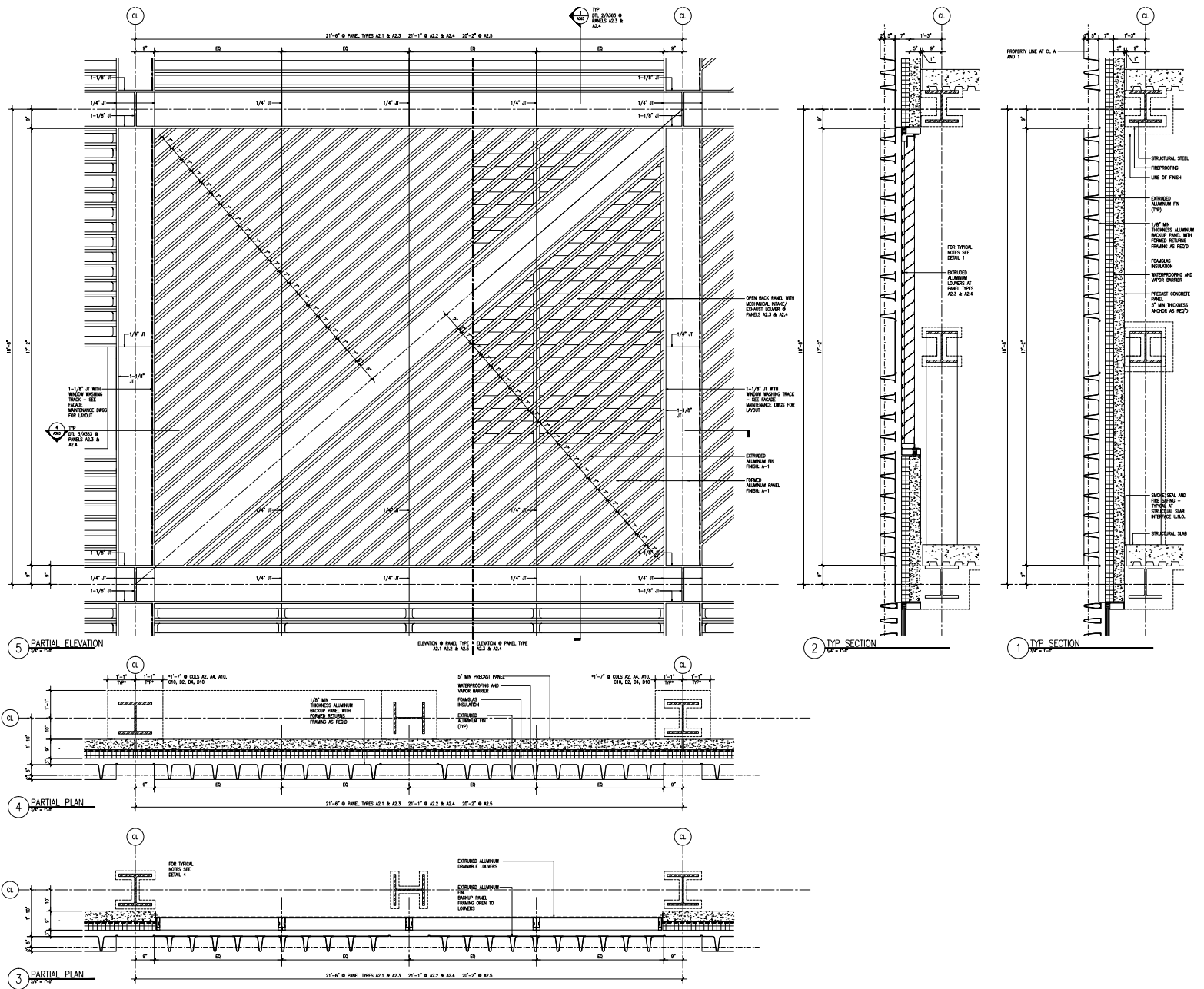


4 PARTIAL PLAN

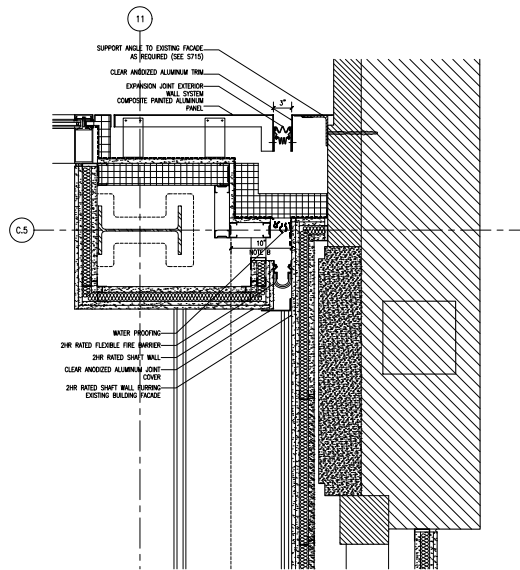


3 PARTIAL PLAN

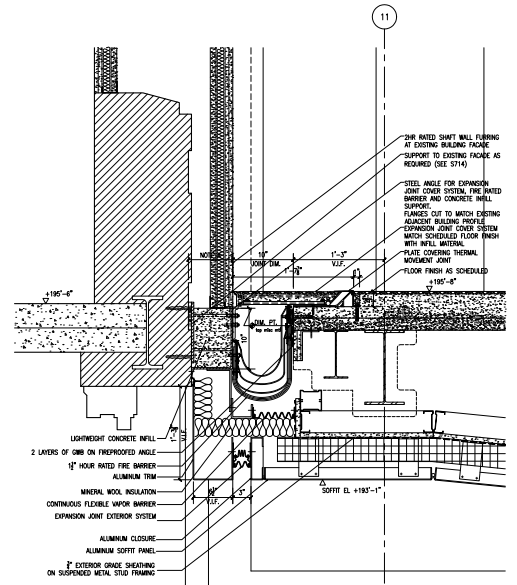
Sistema para a fachada dos laboratórios
 Façade system at laboratories



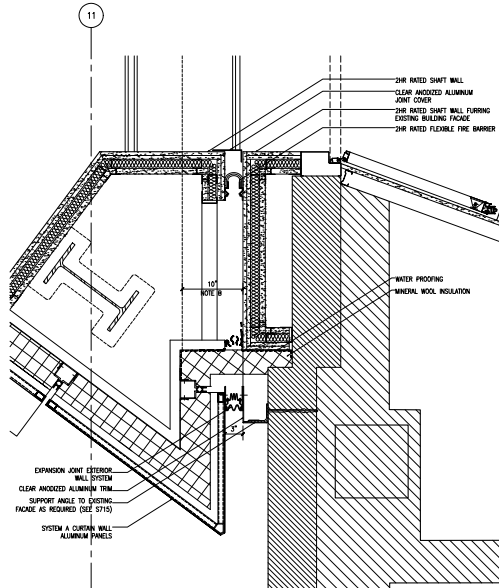
Sistema para a fachada dos laboratórios
 Façade system at laboratories



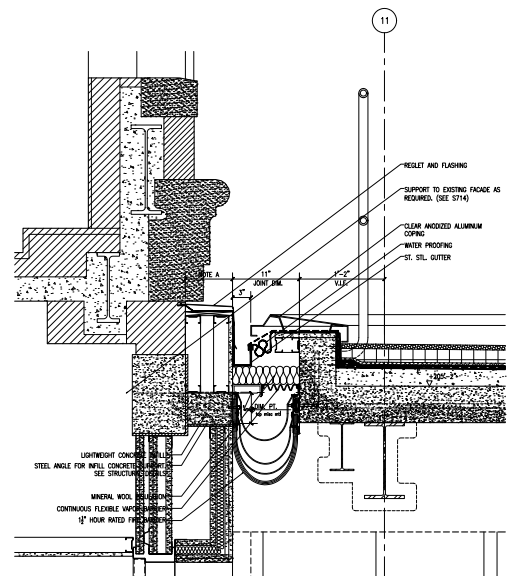
6 PLAN OF JOINT - EAST FACADE - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE



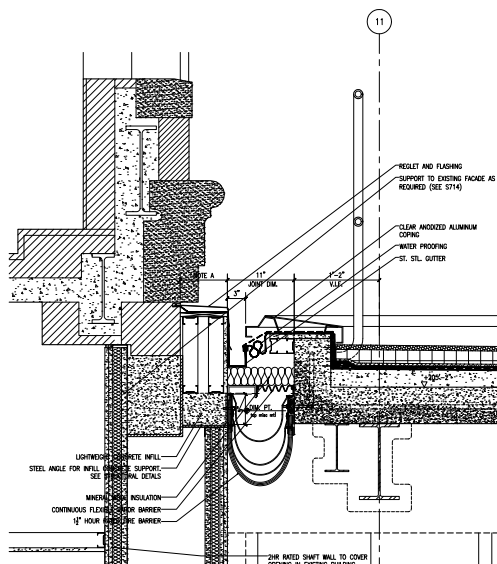
3 FLOOR SECTION AT WALL - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE



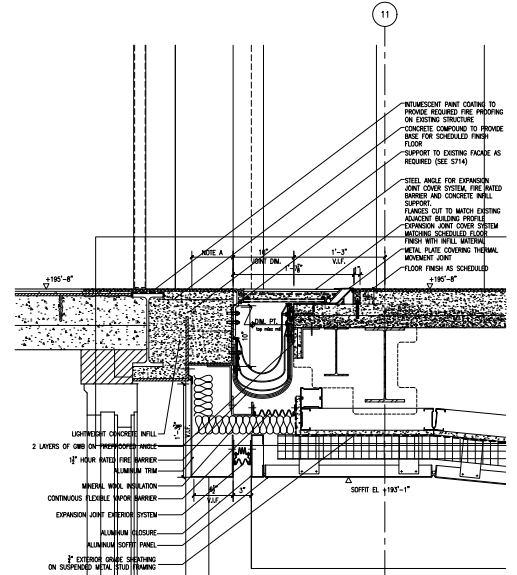
5 PLAN OF JOINT - WEST FACADE - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE



2 ROOF SECTION AT OPENING - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE

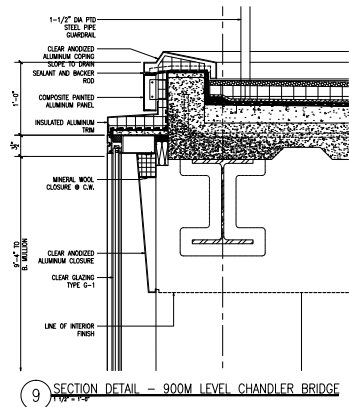


4 ROOF SECTION AT WALL - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE

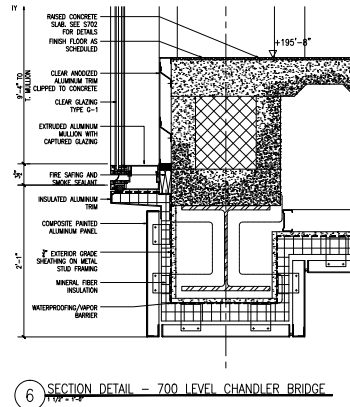


1 FLOOR SECTION AT OPENING - 700 LEVEL - CHANDLER BRIDGE

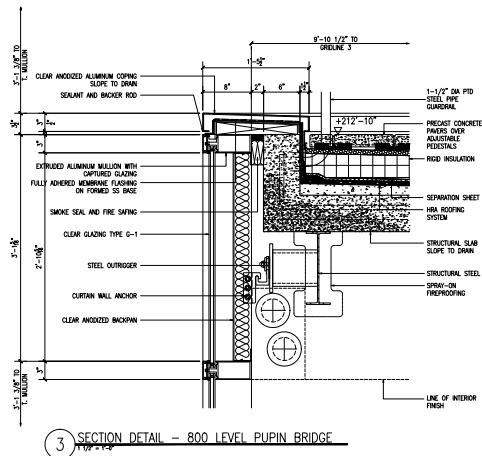
Detalhes construtivos de ligação aos edifícios existentes
Details at encounters with existing buildings



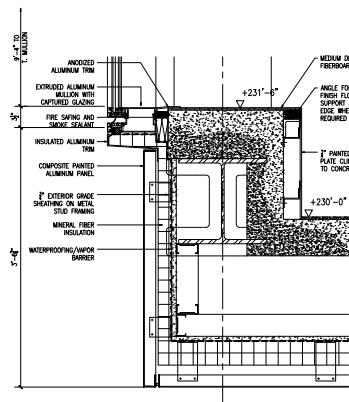
9 SECTION DETAIL - 900M LEVEL CHANDLER BRIDGE
1/12 - 1/2"



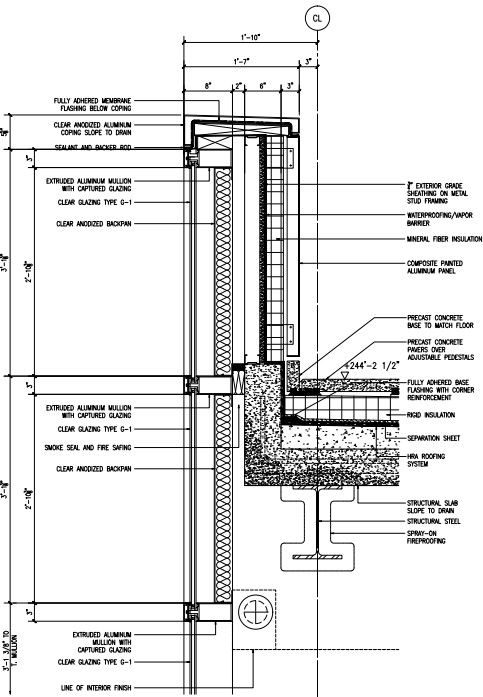
6 SECTION DETAIL - 700 LEVEL CHANDLER BRIDGE
1/12 - 1/2"



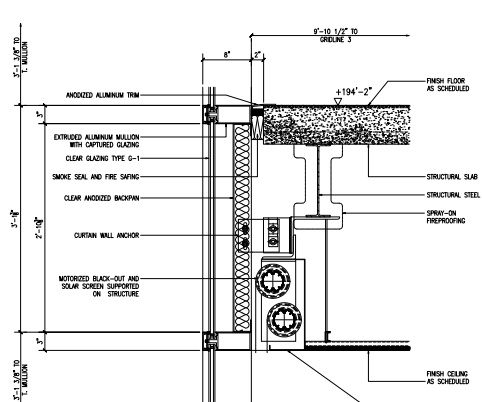
3 SECTION DETAIL - 800 LEVEL PUPIN BRIDGE
1/12 - 1/2"



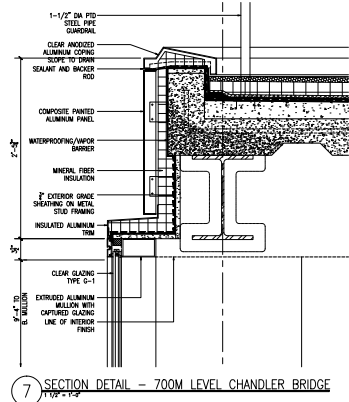
8 SECTION DETAIL - 900 LEVEL CHANDLER BRIDGE
1/12 - 1/2"



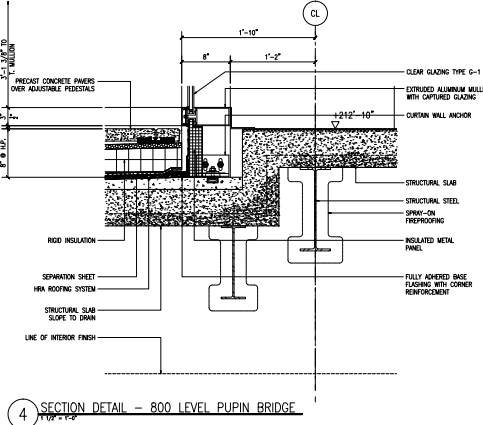
5 SECTION DETAIL - 900M LEVEL PUPIN BRIDGE
1/12 - 1/2"



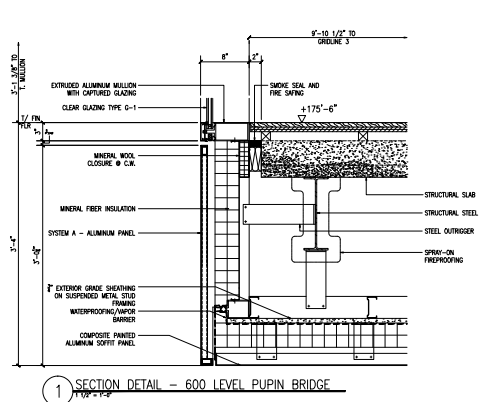
2 SECTION DETAIL - 700 LEVEL PUPIN BRIDGE
1/12 - 1/2"



7 SECTION DETAIL - 700M LEVEL CHANDLER BRIDGE
1/12 - 1/2"

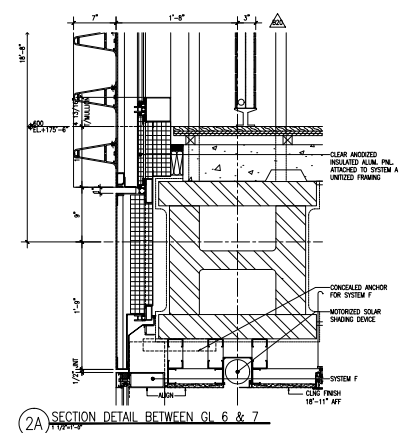
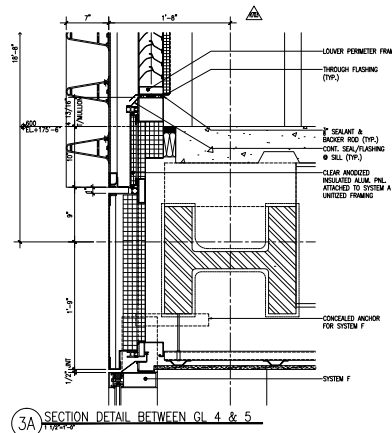
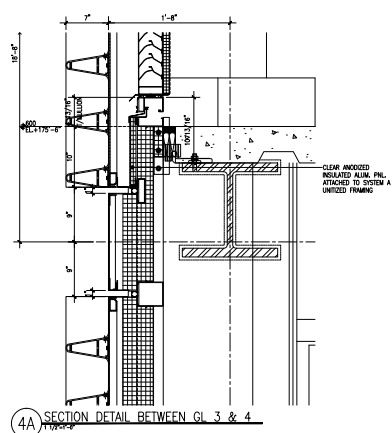
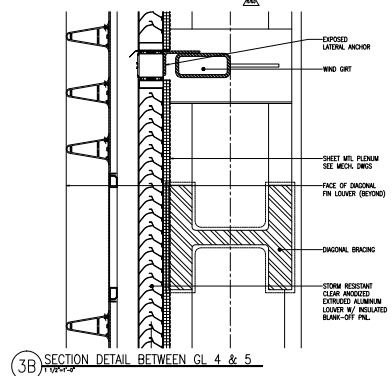
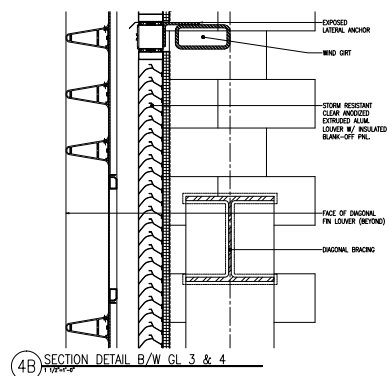
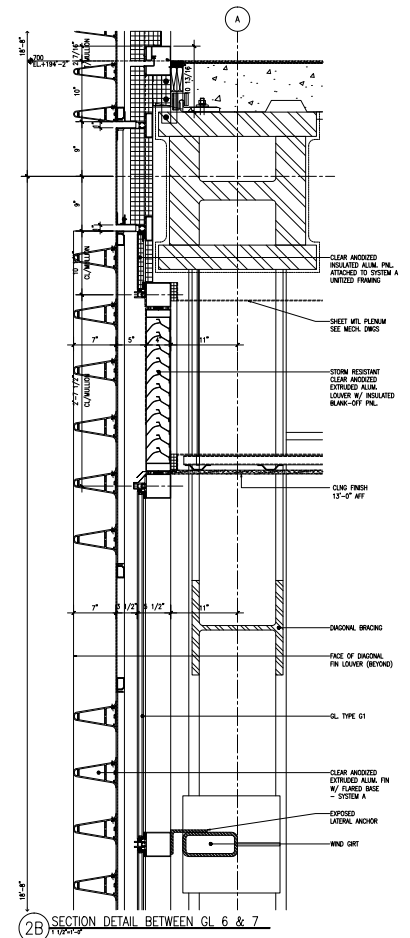
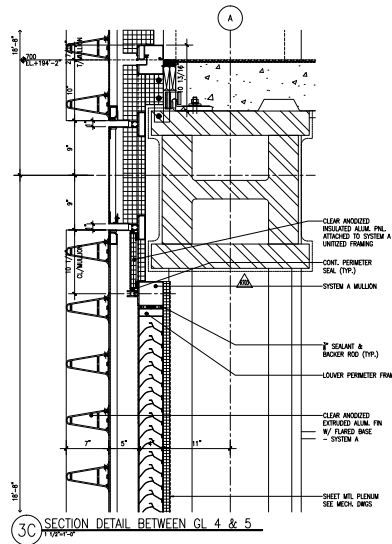
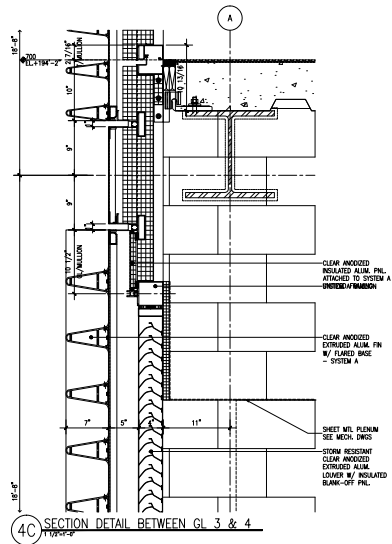


4 SECTION DETAIL - 800 LEVEL PUPIN BRIDGE
1/12 - 1/2"

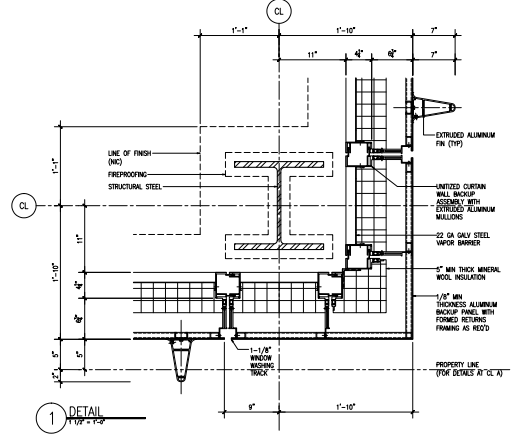
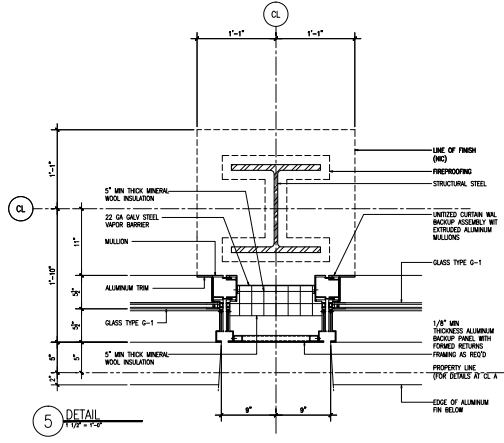
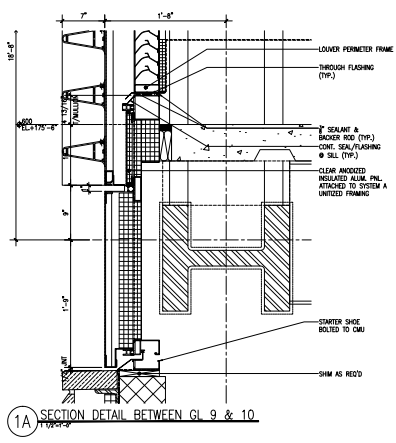
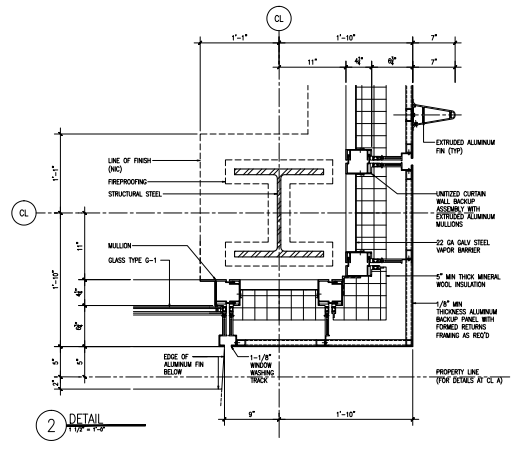
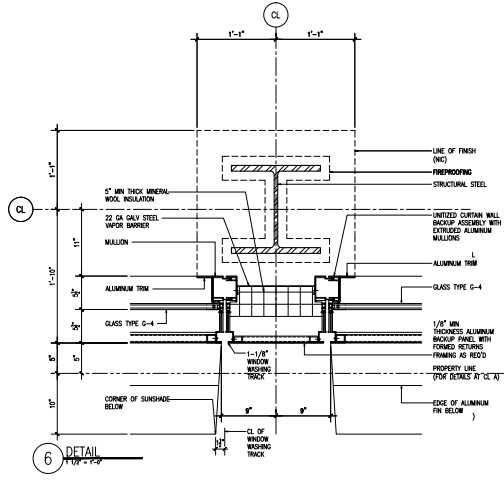
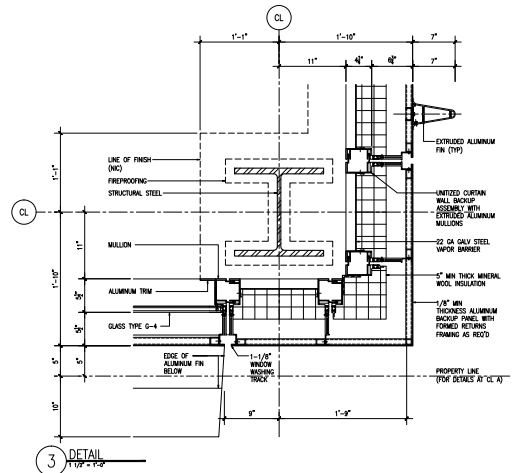
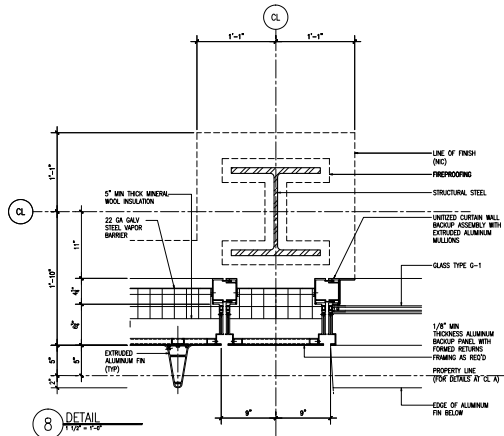
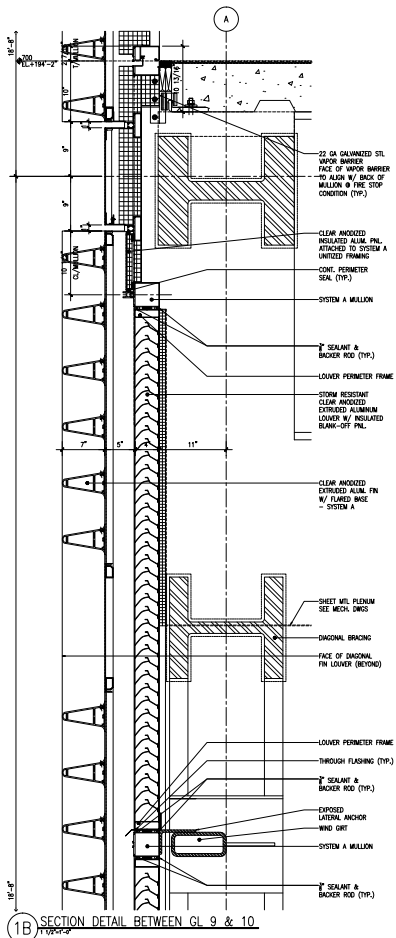
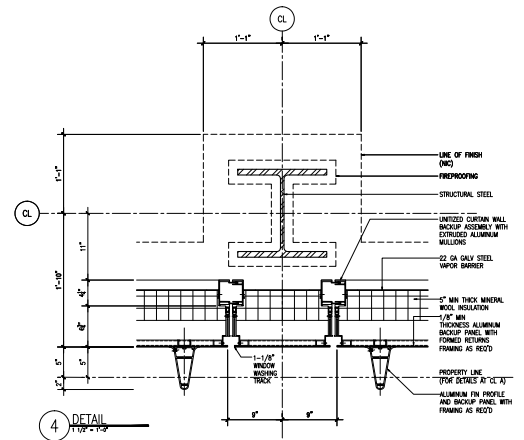
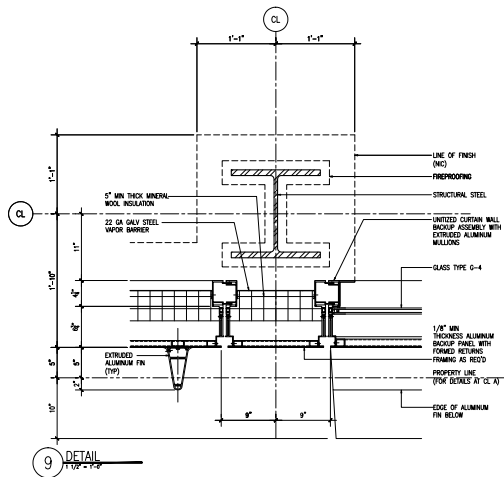


1 SECTION DETAIL - 600 LEVEL PUPIN BRIDGE
1/12 - 1/2"

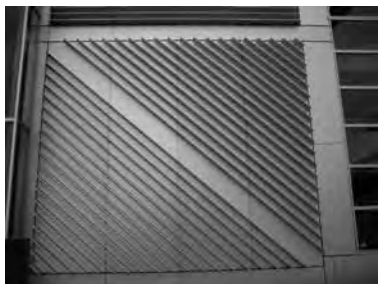
Detalhes construtivos para as pontes
System details at bridges



Detalhes construtivos da fachada de alumínio
Aluminum fin façade system details



Imagens de obra
Construction images









Autores

Jeff Brock e Belén Moneo Feduchi fundaram o gabinete MONEO BROCK STUDIO em 1993 em Nova Iorque. No final de 2001 tinham construído outros sete lofts, uma casa em Maine e uma casa de campo nos arredores de Estocolmo, Suécia. Em 2001, o gabinete iniciou o projecto de um edifício para banhos termais, nos Pirinéus Aragoneses, completado em Janeiro de 2008, um pavilhão envidraçado para a feira de Cuenca, uma estação de combustíveis em San Agustín de Guadalix, vários projectos habitacionais unifamiliares e multifamiliares em Espanha. Trabalham actualmente num projecto para uma casa vinícola ecológica em La Horra e num museu urbano em Madrid. Ao mesmo tempo, trabalharam para o gabinete de Rafael Moneo mais recentemente no NWSB em NY. Belén formou-se em Harvard em 1988 e Jeff em Princeton em 1985. Ambos completaram os seus mestrados em arquitectura na universidade de Columbia em 1991.

Dan Brodtkin trabalha na Arup desde 1988. Foi engenheiro de estruturas em Londres e actualmente lidera projectos no escritório de Nova Iorque, onde trabalha há mais de 20 anos. A sua experiência profissional inclui a gestão de projectos multidisciplinares, a concepção de estruturas e o acompanhamento técnico de grandes projectos. Possui experiência particular na aplicação de métodos analíticos avançados a projectos de arquitectura desafiantes. Dan foi também Assistente na Escola de Arquitectura, Planeamento e Preservação da Universidade de Columbia.

Diogo Manuel Rosa Mateus Licenciatura em Engenharia Civil, em 1993. Mestrado em Engenharia Civil, na especialidade de Ciências da Construção (acústica), em 1998. Doutoramento em Engenharia Civil, especialidade de Construções (acústica), em 2004. Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra. Director Técnico de laboratório de ensaios acreditado (CONTRARUIDO) e consultor técnico e projectista nas áreas de acústica e controlo de ruído e da eficiência energética de edifícios, em actividades de extensão universitária. Especialista em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros.

Joan Ockman é historiadora e crítica de arquitectura. Dirigiu o Centro Temple Hoyne Buell para o Estudo da Arquitectura Americana na Universidade de Columbia entre 1994 e 2008. O seu livro *Architecture Culture 1943-1968: A Documentary Anthology* (1993) vai já na sua quinta edição. Iniciou a sua carreira no Instituto para a Arquitectura e Estudos Urbanos em Nova Iorque, nos anos 70, onde editou a publicação *Oppositions*. Actualmente, está a terminar um livro sobre a arquitectura e a guerra fria e uma edição de um volume acerca da história do ensino da arquitectura na América do Norte.

Mansilla + Tuñón En 1992, Emilio Tuñón Alvarez (1959) y Luis M. Mansilla (1959) fundan la oficina MANSILLA + TUÑÓN ARQUITECTOS, oficina dedicada a la confrontación de la teoría y la docencia con la práctica proyectual y constructiva, cuyos trabajos han sido galardonados con el Premio Mies van der Rohe 2007, Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea 2007, Premio Nacional de Arquitectura Española 2003 y Premios FAD 2001 y 2007. En la actualidad Emilio Tuñón y Luis M. Mansilla son profesores titulares del departamento de proyectos arquitectónicos de la Escuela de Arquitectura de Madrid y profesores invitados en la Princeton University School of Architecture. Emilio Tuñón y Luis M. Mansilla han sido profesores en numerosas universidades, entre las que se pueden destacar Princeton University School of Architecture, la Graduate School of Design de Harvard, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, y la Städelschule de Frankfurt. En 1993, fundan la cooperativa de pensamientos CIRCO, editando una publicación del mismo nombre, que ha sido galardonada con el premio de la III Bienal Iberoamericana de Arquitectura e Ingeniería, el premio COAM y el premio especial de la crítica FAD.

Manolo Blasco Blanco nacido en Tudela en el año 1950, estudió bachiller en el Colegio de Padres Jesuitas. Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra en la que obtuvo posteriormente el título de doctor. Desarrolla su actividad docente en la Escuela de Arquitectura, a la vez que su actividad profesional con estudio compartido con su mujer Belén Esparza arquitecto desde su fundación. Ha sido autor de proyectos en Pamplona como la Estación de Autobuses, un centro de actividades para una entidad bancaria, y últimamente, ha finalizado la Escuela Municipal de Música y la Sede Administrativa para el Gobierno de Navarra. En urbanismo ha desarrollado Planes de Intervención en centros históricos como en Tudela y Corella. Está en estos momentos impartiendo docencia en la ETS Arquitectura de la Universidad de Navarra como profesor de la asignatura Diseño Constructivo I y II en 5.º curso.

Miguel Aguiló Doctor Ingeniero de Caminos y Licenciado en Ciencias Económicas, ha trabajado en diseño de puentes y estructuras en la empresa privada, luego en planificación del agua, como Director General y Viceconsejero de Obras Públicas en la Comunidad de Madrid, y después en la empresa pública como Presidente ejecutivo del Canal de Isabel II, de Astilleros Españoles y de Iberia. Desde 1994 trabaja en el grupo ACS, donde es director de política estratégica. Paralelamente ha desarrollado su carrera docente en la Universidad Politécnica de Madrid, donde es Catedrático. Ha publicado 70 artículos y 20 libros, sobre historia, estética y paisaje de la Ingeniería civil, incluyendo ocho libros sobre presas, puentes, caminos, energía, puentes, edificios singulares, pasarelas y alta velocidad que conforman una introducción crítica a la Ingeniería Española. Es Presidente-fundador de la Fundación Miguel Aguiló y de la Fundación Ingeniería y Sociedad, miembro del Colegio Libre de Eméritos y presidente de su Comisión Científica, vocal de la Junta directiva del Círculo de Bellas Artes, miembro de la American Society of Civil Engineers y miembro de The Newcomen Society de Londres. Ha recibido el Premio Internacional Eduardo Torroja, el Premio Nacional de Urbanismo y el Premio Nacional de Medioambiente.

Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues desenvolve a sua carreira académica na Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia Civil. É Investigador no GEQUALTEC - CEC. Licenciou-se nesta Faculdade em 1983, obteve o grau de Mestre em Construção de Edifícios em 1998 e doutorou-se em 2003. É Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, sendo regente das disciplinas de Manutenção de Edifícios e de Fiscalização de Obras. É responsável pelo Projecto NI&DEA no âmbito do qual têm vindo a ser desenvolvidos protocolos I&D no domínio da tecnologia acústica da construção.

Vitor Abrantes Licenciado em Engenharia Civil, 1972, Doutoramento, 1984, Agregado, 1992 - FEUP. Professor Catedrático da FEUP e Professor Catedrático convidado da FAUP, desde 1993. Coordenador do Mestrado Europeu de Engenharia da Construção, FEUP, desde 1995). Presidente do Conselho de Professores Catedráticos do Departamento de Engenharia Civil, desde 2010. Membro Conselheiro da Ordem dos Engenheiros, desde 2005. Membro Fellow da American Society of Civil Engineers, desde 2010. Vice-Presidente da International Association of Housing Sciences. Director da Revista Científica Internacional da Construção - "Cdo: Cadernos d'Obra", desde 2009, e da Revista "Sbo: Sebentas d'Obra", desde 2011. No âmbito da sua actividade científica, apresentou cerca de 200 trabalhos que têm sido publicados em revistas e reuniões nacionais e internacionais. No âmbito da sua actividade profissional, tem sido responsável por mais de 900 projectos nos domínios de Infra-estruturas, Instalações de Águas e Esgotos, Análises Térmica e Acústica, Análises de Patologias e Reabilitação em Edifícios, além de Coordenação das Especialidades de Engenharia em várias equipas pluridisciplinares de projecto.

William Paxson formou-se em Matemáticas na Universidade de Brown, em 1975 e mestrado em arquitectura na Universidade de Yale em 1978. Recebeu a AIA School Medal em Yale. É membro da American Institute of Architects, da Sigma Xi Scientific Research Society e preside ao conselho de planeamento de Oradell, Nova Jersey. O Dr. Paxson trabalhou no gabinete Davis, Brody & Associates desde 1979 e tornou-se sócio da Davis Brody Bond, LLP em 1996. Neste período, tem estado envolvido em diversos trabalhos de arquitectura e de planeamento, com particular relevo em infraestruturas de alta tecnologia, laboratórios para a investigação, centros de investigação médica e edifícios universitários. Colaborou em projectos com Rafael Moneo, Nicholas Grimshaw & Partners e o Renzo Piano Building Workshop.

Authors

Jeff Brock and Belén Moneo Feduchi formed MONEO BROCK STUDIO in 1993 in New York, when they collaborated on a project for a loft in Tribeca, NYC. By the end of 2001 they had built seven more lofts, a house in Maine and a house in the countryside outside of Stockholm, Sweden. At the end of 2001 the office moved to Madrid, Spain, to begin work on a project for a new building to house thermal baths in the Pyrenees of Aragon, completed in January 2008. In Spain they have also completed a Glass Pavilion at the Fairgrounds in Cuenca, two residential projects in San Lorenzo de El Escorial, a three-house project in Sevilla la Nueva, two residential projects in Madrid, and a gas station in San Agustín de Guadalix. At the same time they worked for the Studio of Rafael Moneo, most recently on the Northwest Science Building in NY. Belén graduated from Harvard University in 1988 and Jeff from Princeton University in 1985. Both received their Masters degrees in Architecture from Columbia University in 1991.

Dan Brodtkin, PE Dan Brodtkin joined Arup in 1988. He has practiced as a structural engineer in London and is currently a Principal with the New York office, where he has worked for over 20 years. His professional experience includes project management of multi-disciplinary design teams, structural design and site supervision for large-scale projects. He has particular experience applying advanced analytical techniques to support challenging architectural designs, including: long-span roofs, tensile structures, and glass structures. Dan provides innovative structural solutions to projects ranging from airport terminals to museums, from libraries to performing arts centers, and from convention centers to university campus buildings. Dan has also worked as an Adjunct Assistant Professor at Columbia University's Graduate School of Architecture, Planning, and Preservation.

Diogo Manuel Rosa Mateus Graduation in Civil Engineering, 1993. MSc in Civil Engineering, specializing in Science Building (Acoustic), 1998. Ph.D. in Civil Engineering specialty of Building (Acoustic), 2004. Assistant Professor at the Department of Civil Engineering, University of Coimbra. Technical Director of laboratory accredited (CONTRARUIDO) and technical consultant in the areas of acoustics and noise control and energy efficiency of buildings, university extension activities. Specialist in Acoustic Engineering by Professional Order Engineers.

Joan Ockman is an architectural historian and critic. She directed the Temple Hoyne Buell Center for the Study of American Architecture at Columbia University from 1994 to 2008. Her widely acclaimed book *Architecture Culture 1943-1968: A Documentary Anthology* (1993) is now in its fifth edition. She began her career at the Institute for Architecture and Urban Studies in New York in the 1970s, where she was an editor of *Oppositions* journal. Currently she is completing a book on architecture and the Cold War as well as an edited volume on the history of architecture education in North America.

Mansilla + Tuñón In 1992 Emilio Tuñón Alvarez (1959) and Luis M Mansilla (1959) found MANSILLA + TUÑÓN ARQUITECTOS, a studio dedicated to confronting theory and teaching with design and constructive practice, who's works have received the Mies van der Rohe Award in 2007, the EU Contemporary Architecture Award in 2007, the Spanish National Architecture Award in 2003 and FAD Awards in 2001 and 2007. Currently, E. Tuñón and Luis M. Mansilla are full professors at the Department of Architectural Projects of Madrid's School of Architecture and guest lecturers at Princeton University School of Architecture. Luis Mansilla and Emilio Tuñón are full professors in the architectural design department of the Architecture School of Madrid, and have been visiting professors in Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne and Frankfurt Städelschule. In 1993 they created the thinking cooperative CIRCO, publishing a bulletin with the same name.

Manolo Blasco Blanco wash born in Tudela in 1950, he graduated from High School in de Jesuit College. Architecture from the School of Architecture at the University of Navarra in which subsequently won the title of Doctor. He develops his teaching at the School of Architecture, while his business with his wife, Belén Esparza architect, sharing a study since its founding. He has authored projects in Pamplona such as the bus station, a Hub of activity for a bank, and recently completed the Municipal School of Music and the Administrative Office for the Government of Navarra. He has developed intervention plans in historical centers both in Tudela and Corella. He is currently lecturing at the School of Architecture at the University of Navarra as professor of the subject Building Design I and II in the 5th grade.

Miguel Aguiló, Civil Engineer (PhD) and Doctor Degree in Economics, has worked in design of bridges and structures in the private sector, then in Water resources planning, as Director General and Deputy Minister of Public Works in the Community of Madrid. In 1986 was appointed Chairman and CEO of Canal de Isabel II, and afterwards Chairman and CEO of Astilleros Españoles S.A. and of Iberia Airlines, S.A.E. Since 1994, is in the ACS group, where he is Director of Strategic Policy. In parallel has developed his teaching career at the Polytechnic University of Madrid, where he is Professor. He has published 70 articles and 20 books on history, aesthetics and landscape of civil engineering, including eight books on dams, ports, roads, power, bridges, landmark buildings, footbridges and high speed rail, that form a critical Introduction to Spanish Civil Engineering. He is President and founder of the Fundación Miguel Aguiló and Fundación Ingeniería y Sociedad, member of Colegio Libre de Eméritos and Chairman of its Scientific Committee, member of the Board of the Círculo de Bellas Artes of Madrid, member of the American Society of Civil Engineers and member of The Newcomen Society. He received the International Award Eduardo Torroja, the National Award for Planning and National Environmental Award.

Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues develops his academic career at the University of Porto Faculty of Civil Engineering. He is a researcher at GEQUALTEC - CEC. He graduated from this Faculty in 1983, obtained a Masters degree 1998 and completed his PhD in 2003. He is an Assistant Professor at the Department of Civil Engineering where he teaches Building Maintenance and Construction Control degree. He is responsible for NI&DEA - Nucleus of Investigation & Development in Acoustical Engineering with several R&D protocols in the field of building acoustics technology.

Vitor Abrantes Graduated in Civil Engineering, since 1972; PhD in Building Construction, since 1984; Aggregation in Quality in Construction, since 1992 all at FEUP, Faculty of Engineering of the University of Porto, Portugal. Full Professor in the Civil Engineering Department of FEUP, since 1993. Coordinator of the European Master in Engineering Construction of FEUP, since 1995. Chairman of the board of Full Professors at Department of Civil Engineering, since 2010. Elected Advisory Member of the Portuguese Association of Engineers (OE), since 2005. Elected Fellow Member of the American Society of Civil Engineers (ASCE), since 2010. Editor of the International Scientific Journal of Construction - "Cdo: Cadernos d'Obra", since 2009 and also of the Journal of Construction - "Sbo: Sebentas d'Obra", since 2011. Author of about 200 scientific publications/papers about building physics, rehabilitation of buildings and energy saving. (Some presented in national and international journals). Has developed about 900 engineering projects - Structures, Infrastructures, Water and Sewage Networks and Thermal and Acoustic Analysis for Housing, Public, Services and Commerce Buildings.

William H. Paxson received a Bachelor of Science degree in Mathematics from Brown University in 1975, and a Master of Architecture degree from Yale University in 1978. He won the AIA School Medal award at Yale. He is a member of the American Institute of Architects, the Sigma Xi Scientific Research Society, and serves as Chairman of the Planning Board for Oradell, New Jersey. Mr. Paxson joined the architectural practice of Davis, Brody & Associates in 1979, and became a partner at Davis Brody Bond, LLP in 1996. During his years with the firm he has been involved in a variety of architectural and planning projects with a particular focus on high technology facilities, research laboratories, academic medical research centers, and university buildings. He has collaborated on projects with Rafael Moneo, Nicholas Grimshaw & Partners, and the Renzo Piano Building Workshop.

