



Sobre él Arte de Proyectar y Construir Estructuras



Paulo Helene

Presidente ALCONPAT

Diretor PhD Engenharia

Diretor Conselheiro IBRACON

Prof. Titular Universidade de São Paulo USP

fib (CEB-FIP) member of Model Code for Service Life







Oscar Niemeyer



1970

José Carlos de Figueiredo Ferraz



Lina Bo Bardi

MASP Museu de Arte São Paulo 1968

**Importância de la
“arquitectura & de la
ingeniería civil” para él
desarrollo
de una Nación**

Investigación en Concreto

No Canadá, CA → Pierre-Claude Aitcin – Diretor Científico

1989 National Research Council, NRC

NCE 1989 → Network of Centres of Excellence

NCE investe 40 milhões de dólares/ano

Concrete/Béton Canada (1989 → 1999)

Université de Sherbrooke

1,4 milhões de dólares/ano (10 anos)

Entidades integrantes:

11 universidades

15 Instituições Governamentais

5 Entidades

65 Empresas

Béton Canada

The mission of Concrete Canada is to position the Canadian construction industry at the leading edge of concrete technology in order to enhance its competitiveness.

Its goal is to develop more durable, high-performance concrete and provides a longer life expectancy for structures, to develop innovative tools for designing new structures and repairing existing structures.

Beton Canada are demonstrating that HPC structures are safe, efficient and cost-effective, and providing direct transfer of technology from the laboratory to industry.

Béton Canada Network assure Canada as world leader in the industry field.

CANADA → Networks of Centres of Excellence (14 em 1989, hoje 19)

Advanced Technologies

1. Canadian Network for Space Research
2. Centres of Excellence in Molecular and Interfacial Dynamics
3. Institute for Robotics and Intelligent Systems
4. Micronet - Microelectronic Devices, Circuits and Systems
5. NeuroScience Network

Engineering and Manufacturing

1. Canadian Institute for Telecommunications Research
2. Concrete Canada
3. Mechanical Wood-Pulps Network

Health, Human Development and Biotechnology

1. Canadian Ageing Research Network
2. Canadian Bacterial Diseases Network
3. Insect Biotech Canada
4. Inspiraplex - Respiratory Health Network of Centres of Excellence
5. Protein Engineering Network

Natural Resources and Environment

1. Ocean Production Enhancement Network

NCE Canada Network of Centres of Excellence

Engineering and Manufacturing

1989 a 1999

Concrete / Béton Canada

1995- 2009

Intelligent Sensing for Innovative Structures

ISIS Canada

University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba

Pesquisas em Concreto

Nos Estados Unidos, USA → Surendra Shah → Diretor Científico

1989 → National Science Foundation, NSF

ACBM Center for Advanced Cement-based Materials

NorthWestern University

University of Illinois

Purdue University

University of Michigan

National Institute of Standards and Technology

→ WMU, waste material utilization;

→ LCP, life cycle prediction;

→ DHPC, designing for high performance concrete

“Concrete & Science Engineering”

“Cementing the Future”

média: 8 artigos por ano

ACBM: Worldwide leaders in new technology

ACBM was established in 1989 as a National Science Foundation Science and Technology Center, dedicated to the cement and concrete industries. By focusing on research, education, and technology transfer, ACBM has contributed major advances in the knowledge of cement and concrete materials and their behavior.

Hundreds of students and visiting scholars have participated in research at ACBM and have gone on to careers in industry and academia to continue this important work.

Many companies have adopted and optimized new technologies based on expertise developed through collaborative efforts with ACBM. **Cement Research — Response to a real world need.**

Much of the way we live depends on concrete. Our houses, roads, cities and underground support systems are all structured from this.

Investigación en Concreto

Brasil

- 131 grupos de pesquisa cadastrados em concreto na CAPES
- 22% de excelência

Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento

Banco de Teses e Dissertações

“Concreto Brasil”

50 Congressos → > 3.000 artigos → práticas recomendadas →
livros

**CUANDO FUE
RECONOCIDA LA
PROFESIÓN DE
ARQUITECTO POR
PRIMERA VEZ EN LA
HISTÓRIA DE LA
HUMANIDADE ?**

Político, alquimista, primeiro Arquiteto → Imhotep



64m

2790 A C

Pirâmide escalonada de Djeser

Piramides de Giza

147 m

Faraó Khufu

Queóps

Egito

2.580 aC



I Grande Revolución !

La Arquitectura podía
construir obras durables,
majestuosas y de grandes
proporciones.

**Farol de
Alexandria**

**Arquitecto
Sóstrato de Cnido
Ilha de Faros**

**O primeiro farol
do mundo.**

**A sua luz era
visível a mais de
50 km de
distância.**

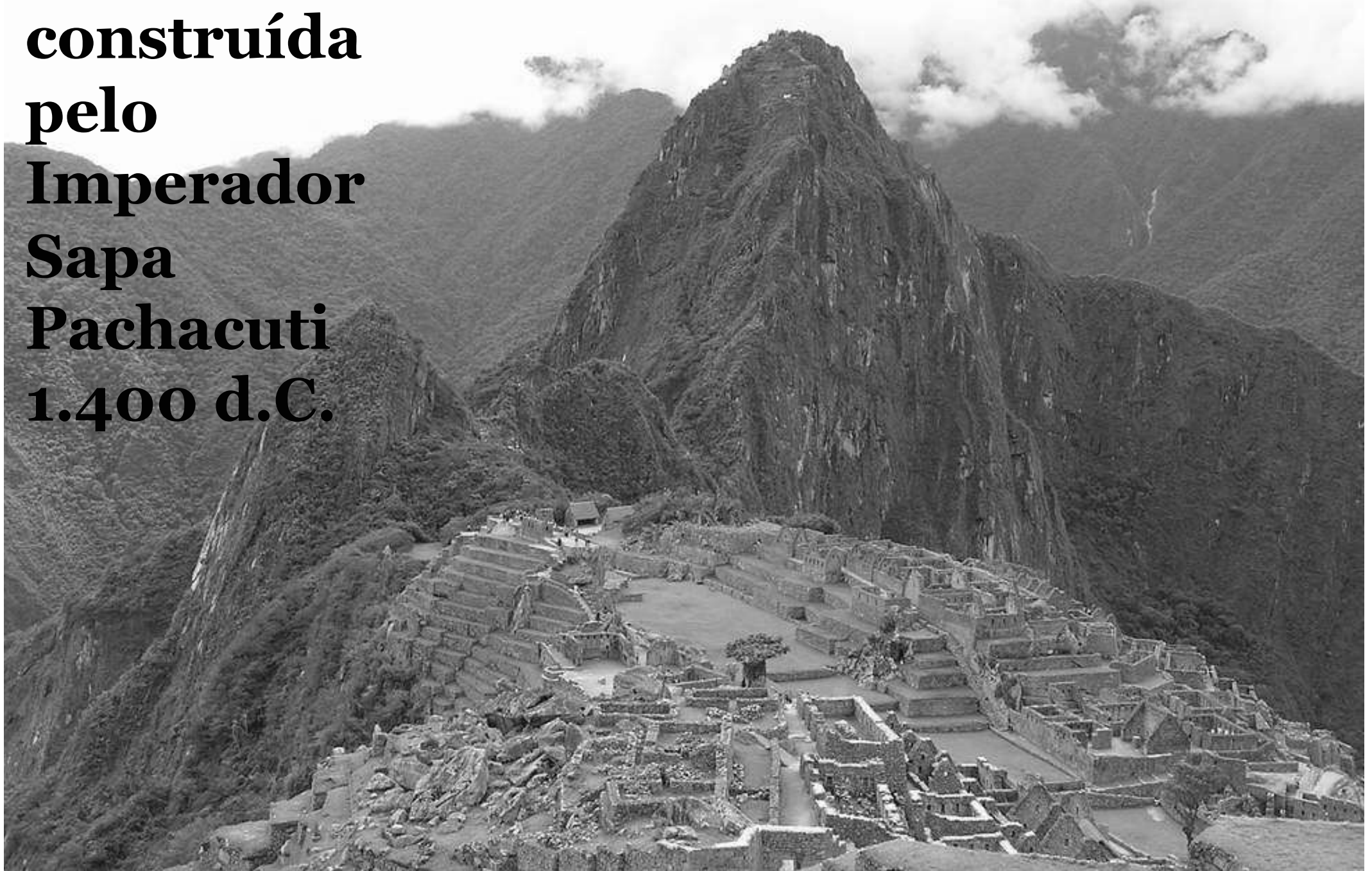
120 m

Egito

200 A.C.

**Machu
Picchu
construída
pelo
Imperador
Sapa
Pachacuti
1.400 d.C.**

**500.000 turistas
2007**





*Pirâmide de
Chichen Itza
Kukulcán
Imperador
Maya*

**850.000
visiting tourists
2006**

México 1.100 – 1.300 d.C.



EL CONCEPTO DE CONSTRUIR CON DURABILIDAD EXISTE DESDE LA ANTIGUEDAD

*Razão áurea C/L = 1,618
número phi (Phidias)*

*Arquitetos Ictinos de Mileto
e Calícrates (escultor Fídias)*



Pártenon, 440 aC
“século de Péricles”

Colonia del Sacramento





Ouro Preto

Foto De Laila



Parati





**CUANDO EL CONCRETO
(estructural) HA
APARECIDO POR
PRIMERA VEZ EN LA
HISTÓRIA?**

Panteón
de
Roma





Cúpula do Panteão de Roma

Século II dC → Diâmetro de 44m





Séculos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul

IX → Estilo Romanico → Abadia Cluny, France

XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colonia

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclasico → Arco do Triunfo , Paris

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

Séculos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul

IX → Estilo Romanico → Abadia Cluny, France

XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colônia

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral San Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclasico → Arco del Triunfo , Paris

XIX → Estructuras metálicas

Primeira Ponte Metálica → 1.779 d.C.

Coalbrookdale Bridge in Telford, Inglaterra

still in use today carrying occasional light transport and pedestrians



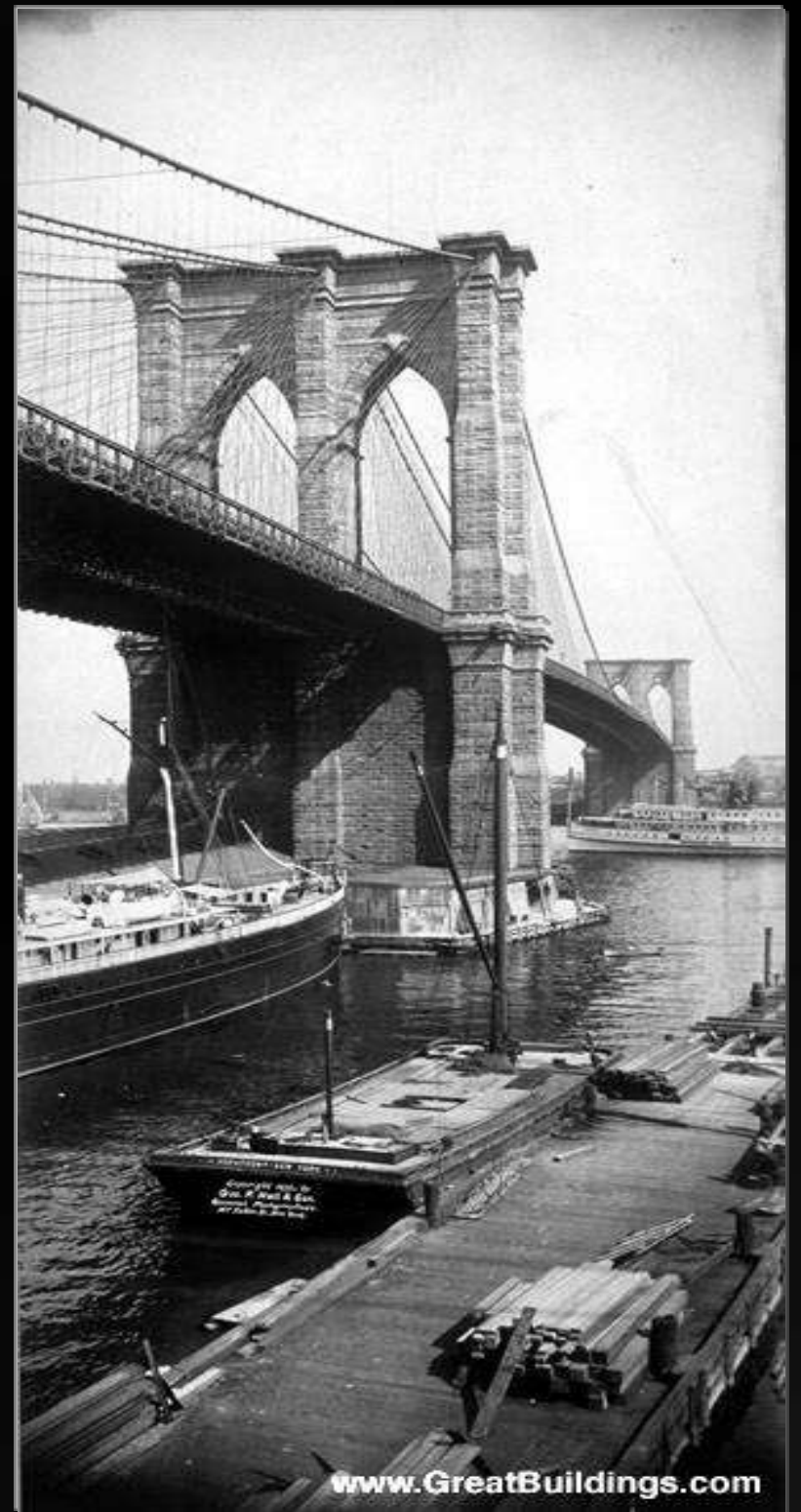


Ponte do Brooklin, New York, USA → 1.883

John Augustus Roebling

ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

Fundações em rocha e alvenaria



II Grande Revolución !

La Arquitectura de Estructuras
podia diseñar obras antes
inimaginables, con mucho más
velocidad, seguridad para vencer
grandes vanos y podia construir
en altura como nunca antes.



312m



2.008 → 6.930.000 visitantes

**Donde están los
edificios de
Oficinas y
Habitación?**

Que pasó?



Palácio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC **Big Ben**

- **1.888 → Leroy Buffington
USA, esqueleto reticular**
- **1.853 → Otis, elevador seguro,
1889 → 1º elevador elétrico em
NY**



**O início dos arranha-
céus foi em 1.890-1.891
com a construção do
edifício Wainwright
com 42m
St. Louis, USA.**

***Conhecido Escola de
Chicago***

**Projetista
Arquiteto Louis Henry
Sullivan**

SÉCULO “XX”


1892


APARECE UN
NUEVO MATERIAL

Concreto Armado

Primeiras Normas sobre Estruturas de Concreto

1903  Suíça

1904  Alemanha

1906  França

1907  Inglaterra





**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.901
30m

$f_{ck} = ?$

109 anos !

*edifício em concreto mais
antigo do mundo*



Palácio Salvo
Montevideú

27 andares

Uruguai 1925

103m

$f_{ck} = ?$

85 anos !

world record



*Edifício
Martinelli*

1929

106m

81 anos

world record

São Paulo, Brasil

1931





Empire State Building
381m , New York, 1.931









The New York Times



Século XX

1.928

“novo material estrutural”

Concreto

Protendido

Eugene Freyssinet







III Grande Revolución !

La Arquitectura de estructuras podía ousar mucho más pues ha descubierto como combinar dos materiales fantásticos. Él concreto tenía la durabilidad de la roca, era compatible con el acero e aún lo protegía “eternamente”

Mejora arquitetônica

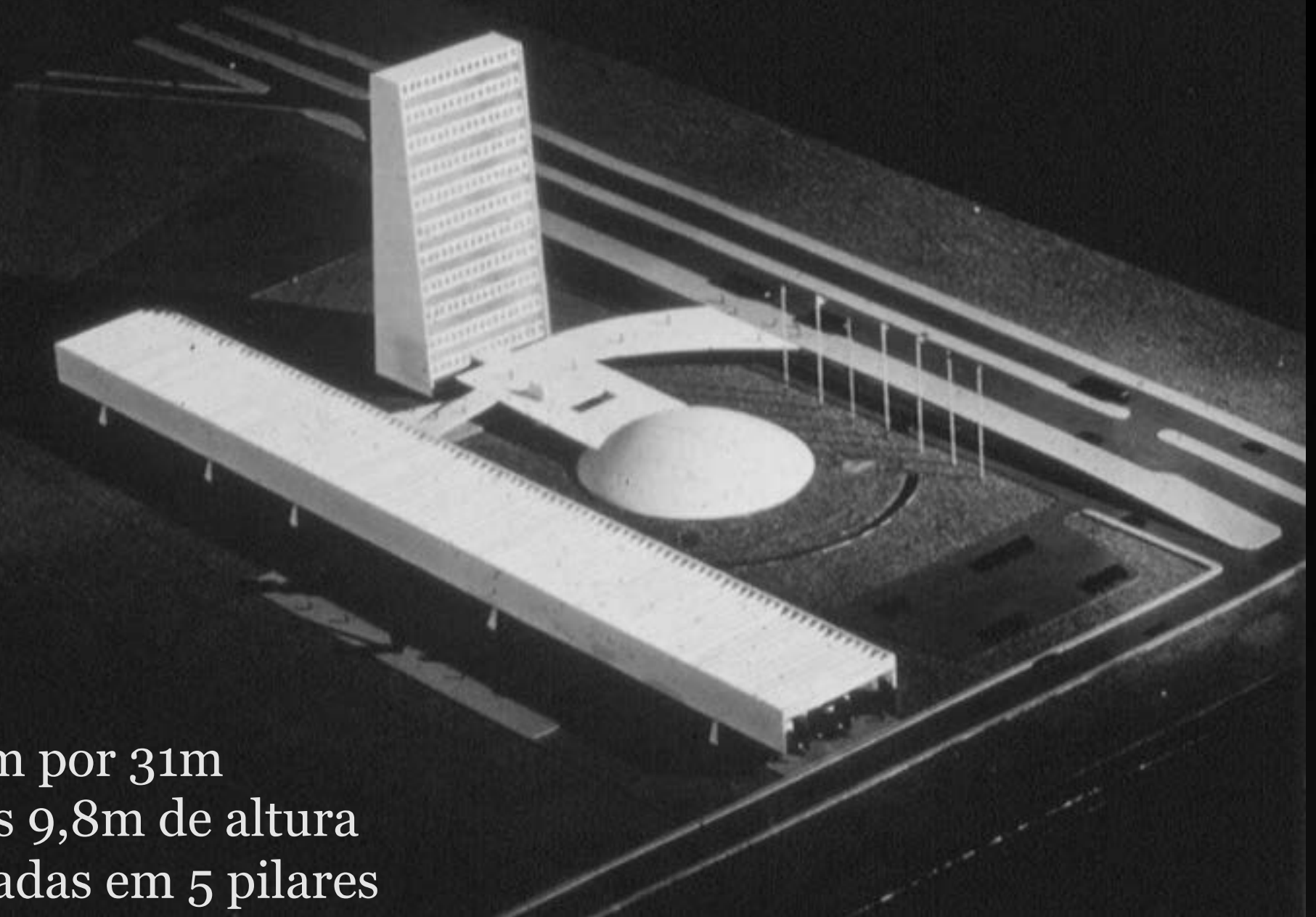
Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



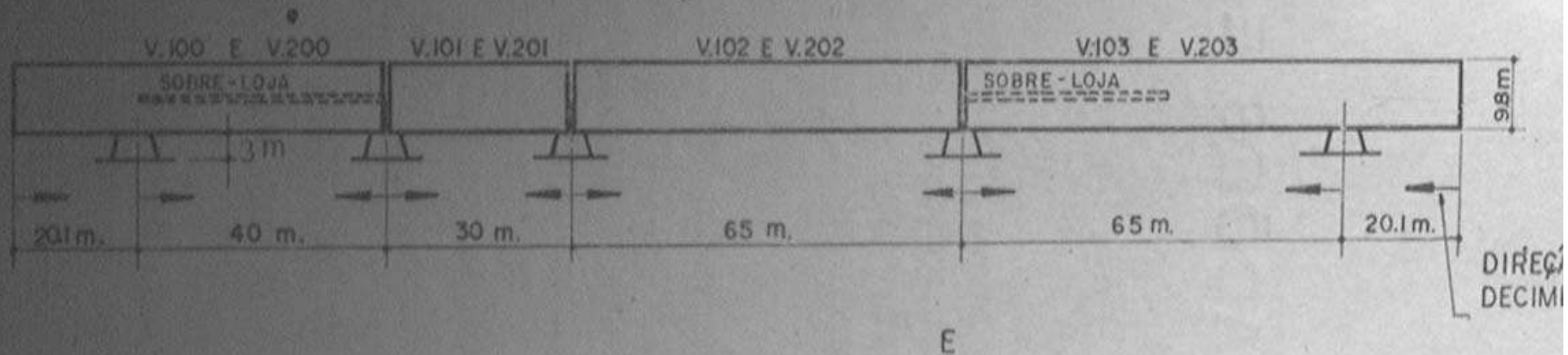
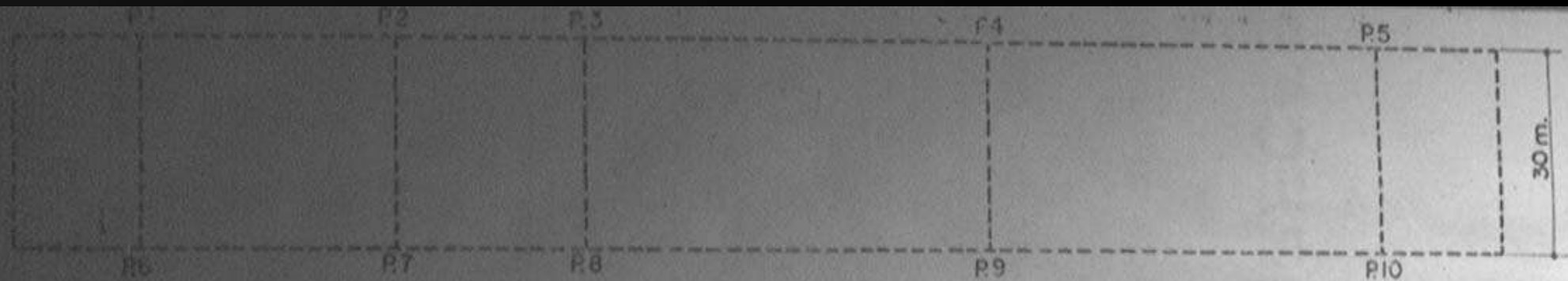
Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça



240m por 31m
Vigas 9,8m de altura
apoiadas em 5 pilares
Desabou na hora do almoço



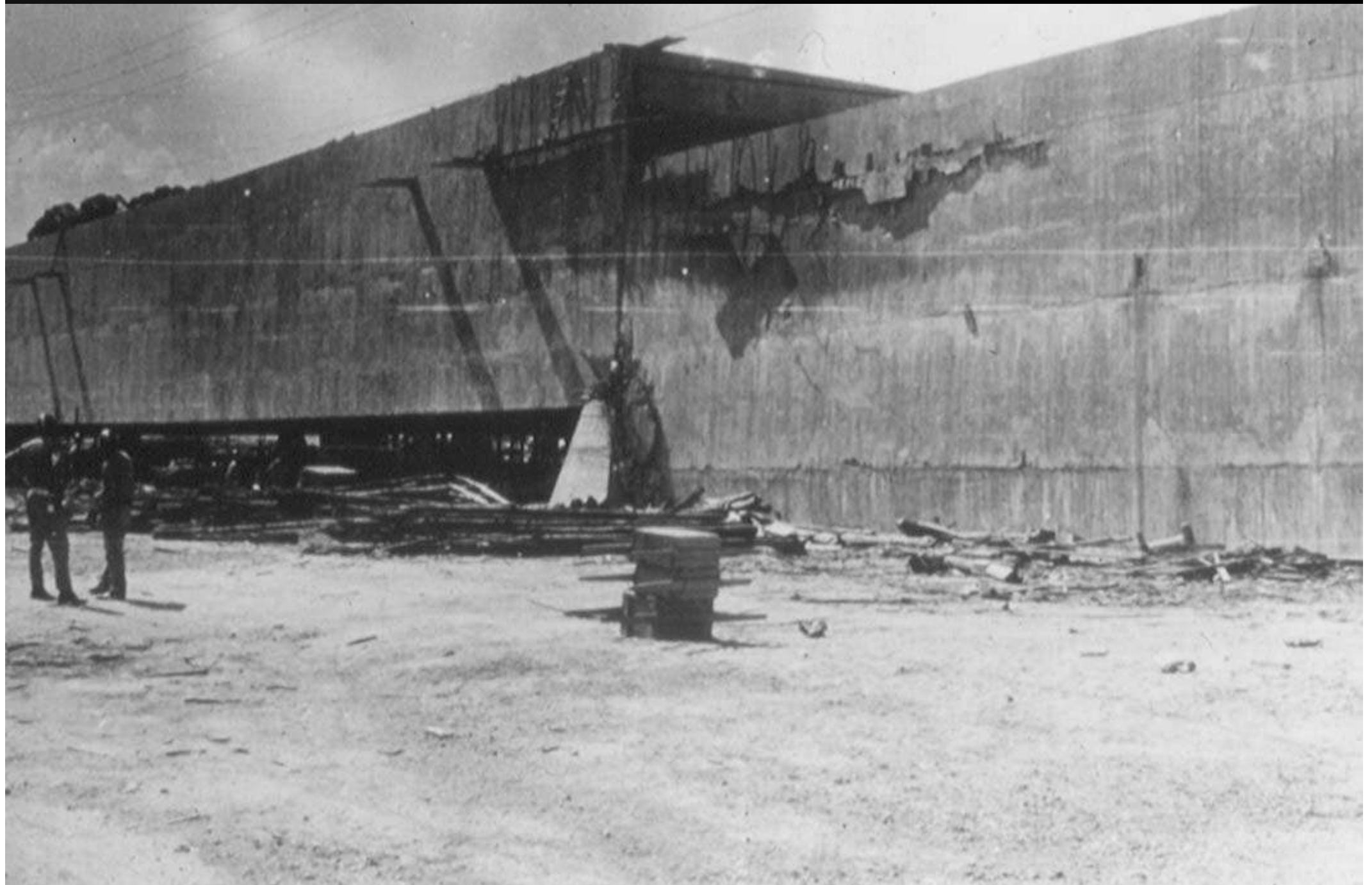


CARGAS FORNECIDAS PELO CALCULISTA
(CENTRADAS NOS TUBULÕES)

- P1 • P6 = 2.200 t.
- P2 • P7 = 1.650 t.
- P3 • P8 = 1.700 t.
- P4 • P9 = 2.850 t.
- P5 • P10 = 2.500 t.

PROFUNDIDADE TOTAL DOS TUBULÕES (EM m.)
(INCLUSIVE COMPRIMENTO DA BASE)

- | | |
|-----------|------------|
| P1 • 12.9 | P6 • 15.0 |
| P2 • 19.2 | P7 • 14.8 |
| P3 • 15.8 | P8 • 15.6 |
| P4 • 15.6 | P9 • 16.6 |
| P5 • 12.5 | P10 • 13.0 |



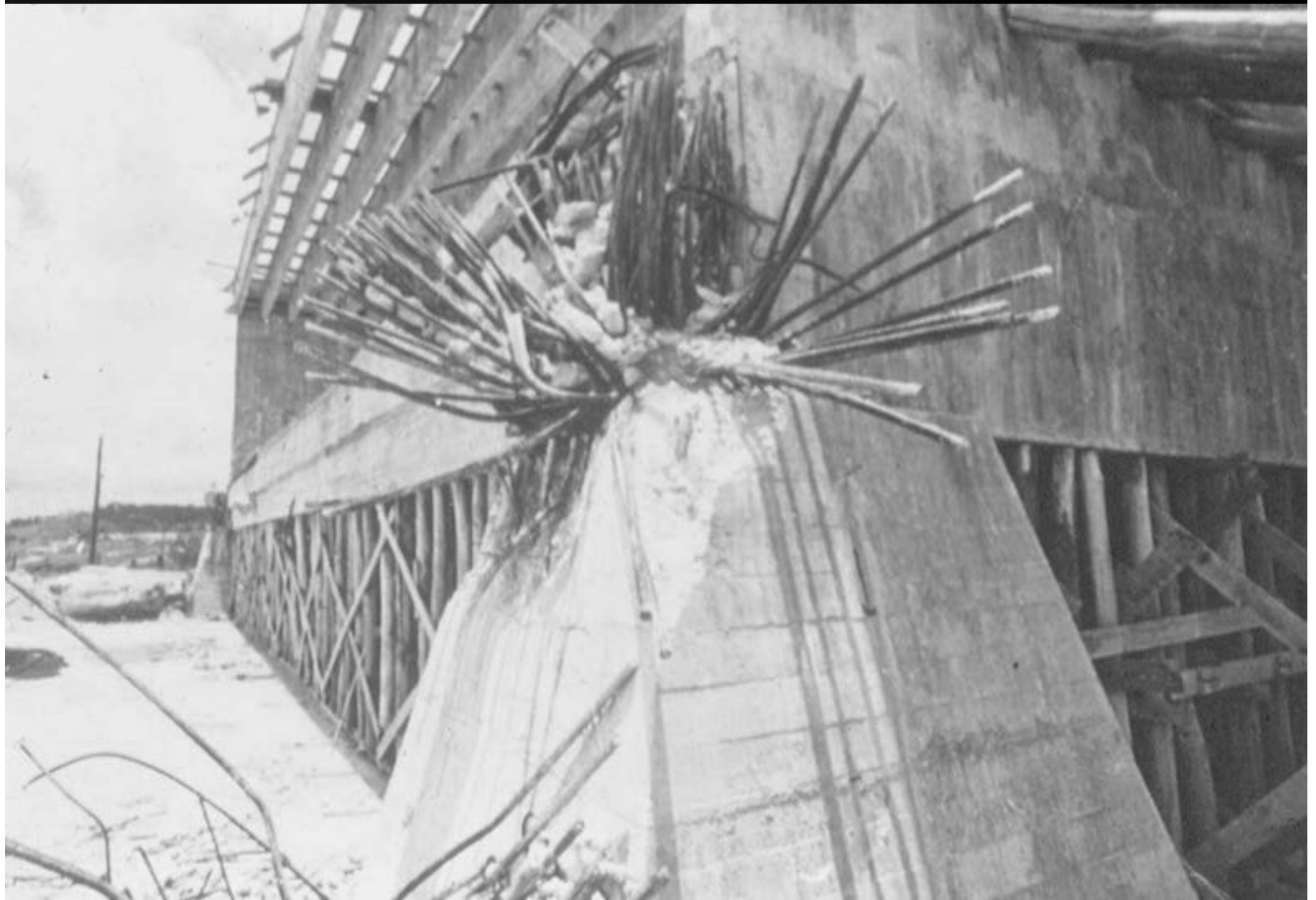
VIGA 202
VÃO: 65m

VIGA 203
VÃO: 65m

ZONA
ESMAGADA



PILAR 9



Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

**Torre
Parque Central
Caracas
Venezuela**

**1979
61 plantas
31 años**



**Ibero America
Record
35MPa**

Ings

M. Paparoni & S. Oloma

Arqs

Enrique Siso & Daniel Shaw

Complejo Urbanístico Parque Central

Ubicación Caracas, Venezuela

Fecha de comienzo 1970

Construido 1979 Torre Oeste
1983 Torre Este

Uso Oficinas

Altura

Altura 225 m

Detalles técnicos

Número de plantas 61

Área total 1400 m²
cada una

Arquitecto Daniel Fernández-Shaw

Ingeniero de estructuras Carlos Delfino

Constructora Siso & Fernández-Shaw

Promotora Centro Simón Bolívar

Torre Este

Parque Central

Construcción: 1980

Altura: 237m

Incêndio: 22 pisos

Duración: 20h

Zona sísmica: IV

Caracas

2004

17/10/2004
01:32 am



El día domingo 17 de octubre de 2004 a las 00:05 am., se inicio un incendio en el piso 34 de la Torre "Este" de Parque Central, Caracas, Venezuela, el incendio se extinguió por si solo al final del día domingo sobre las 20h de la noche.

Los bomberos de Caracas trabajaron arduamente para sofocar dicho incendio, múltiples irregularidades en los sistemas de prevención e extinción (rociadores automáticos de incendio, falta de agua y presión en las tuberías para subir agua a mas de 34 pisos entre otras cosas), motivaron que se perdió el control de la situación mas que todo por la falta de agua.

El incendio traspasó una macro losa de refugio contra incendios construida en concreto pretensado del piso 39 y siguió sin control hasta el piso 56, es de



8:30h



11h



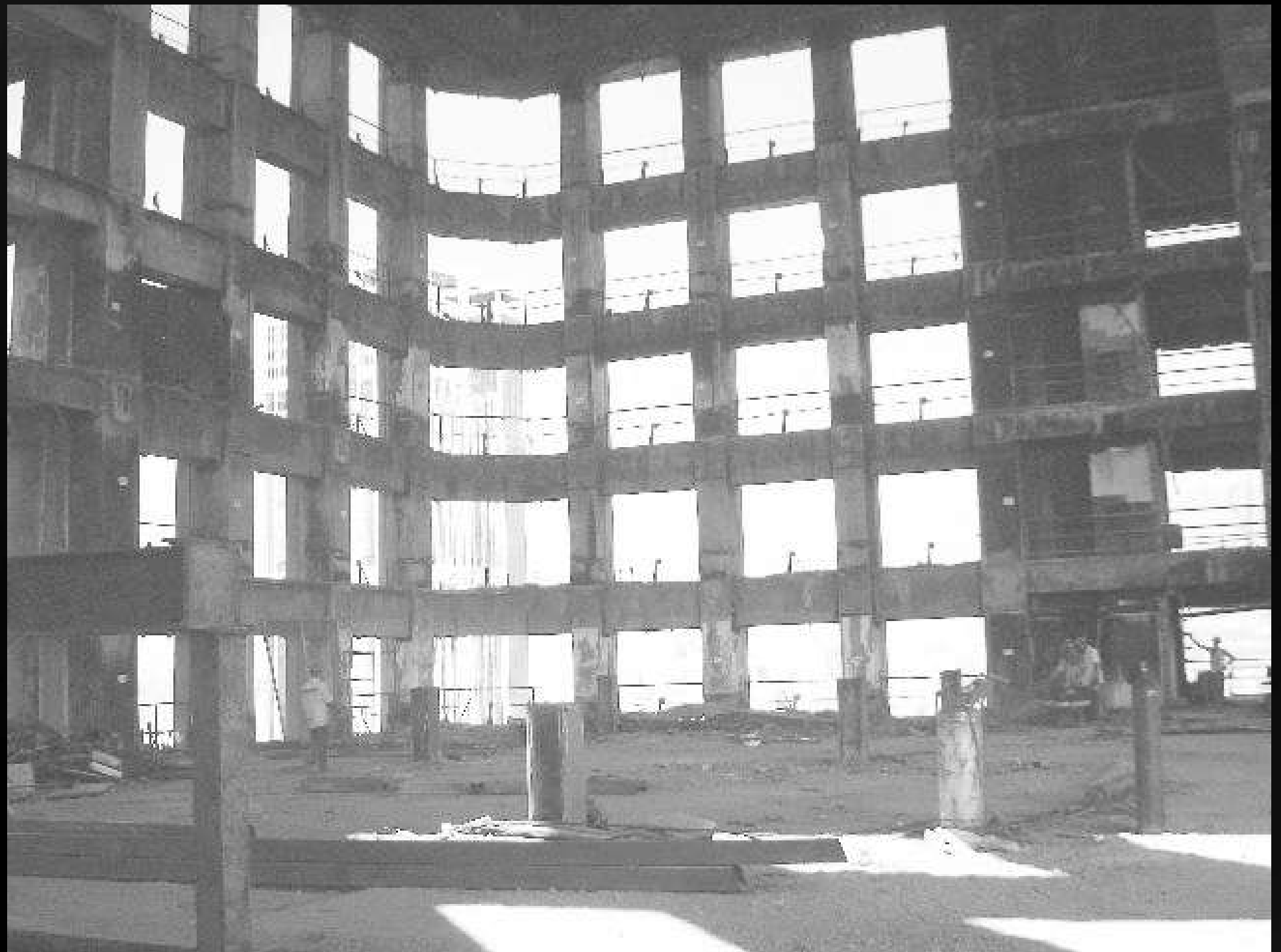
17h

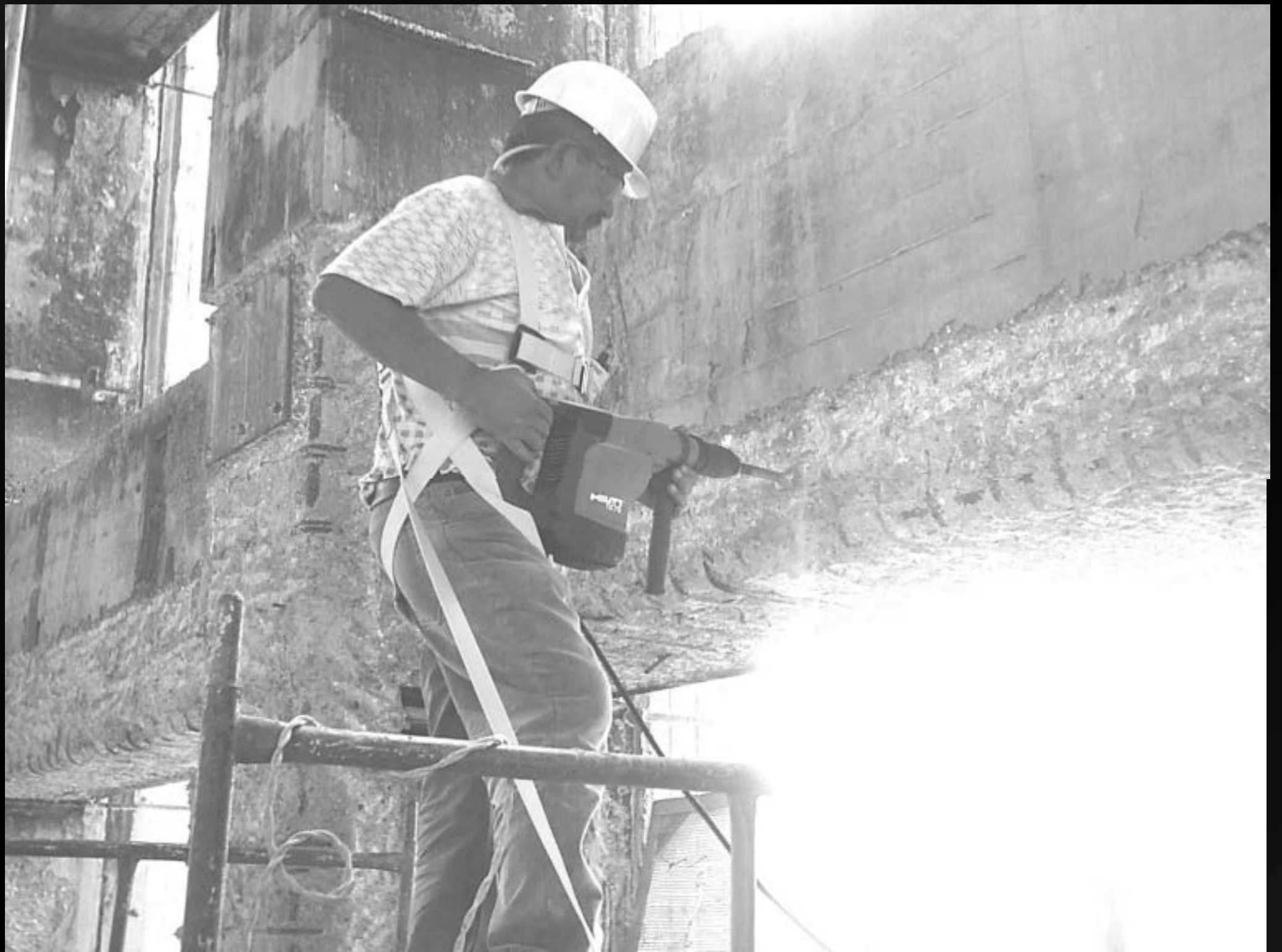




2005/08/31









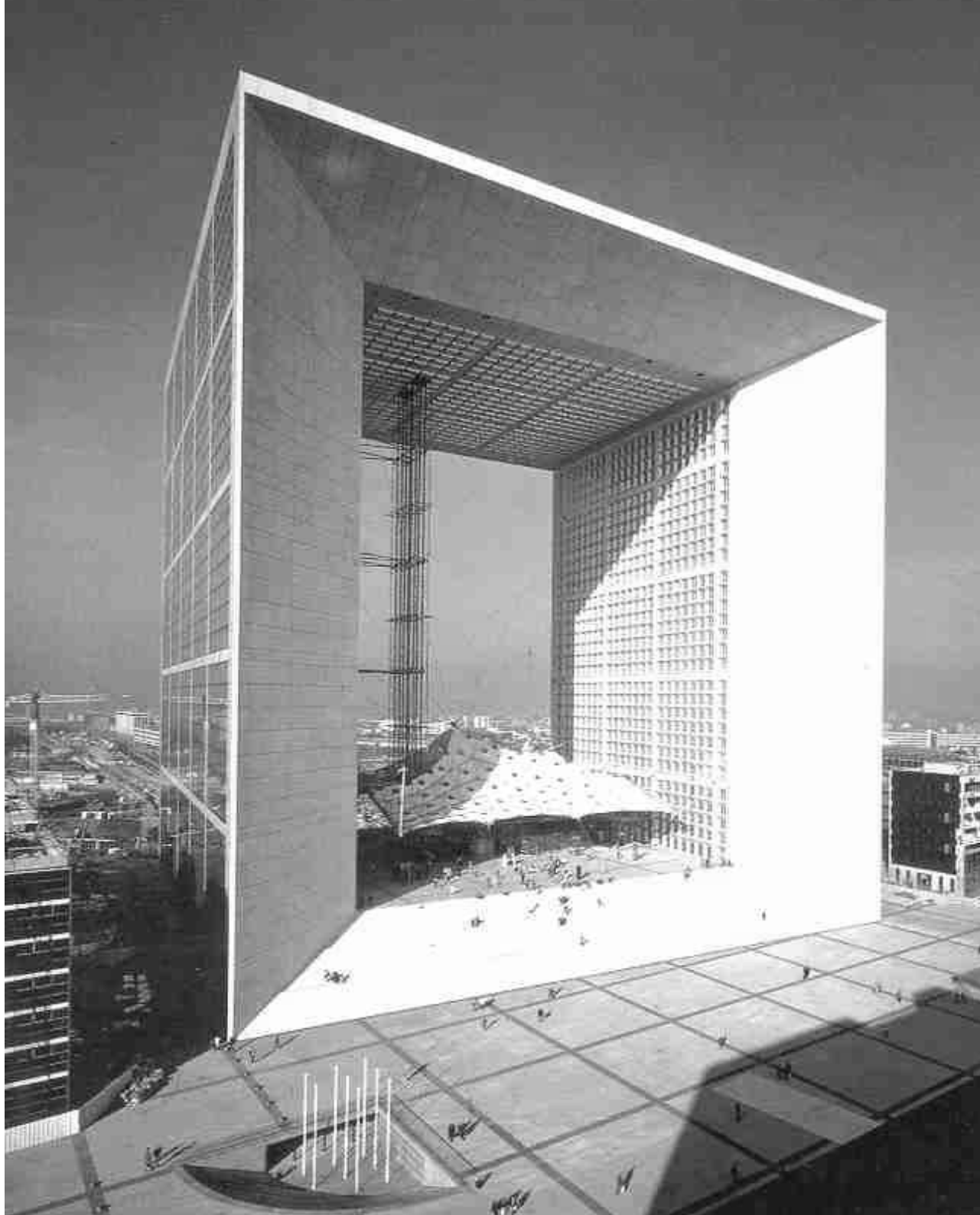
Torre Gran Costanera

70 pisos

Santiago de Chile

300m recorde Ibero Americano

Febrero 2012 → inauguración 2013



Grand Arch

La Defense

Paris

França 1990

$f_{ck} = 60 \text{ MPa}$

**“high-tech
style”**



Petronas Towers
Cesar Pelli

Kuala Lumpur

Malasia 1.997

452m

$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$

before / after



TAIPEI 101

Shangai World Financial Centre

Taiwan, China

2005

509m

$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$

steel / concrete

Como
puede ser él
futuro?

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

<i>Utilitas</i>	<i>(funcional)</i>
<i>Firmitas</i>	<i>(estável e durável)</i>
<i>Venustas</i>	<i>(bonita)</i>

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

Venustas

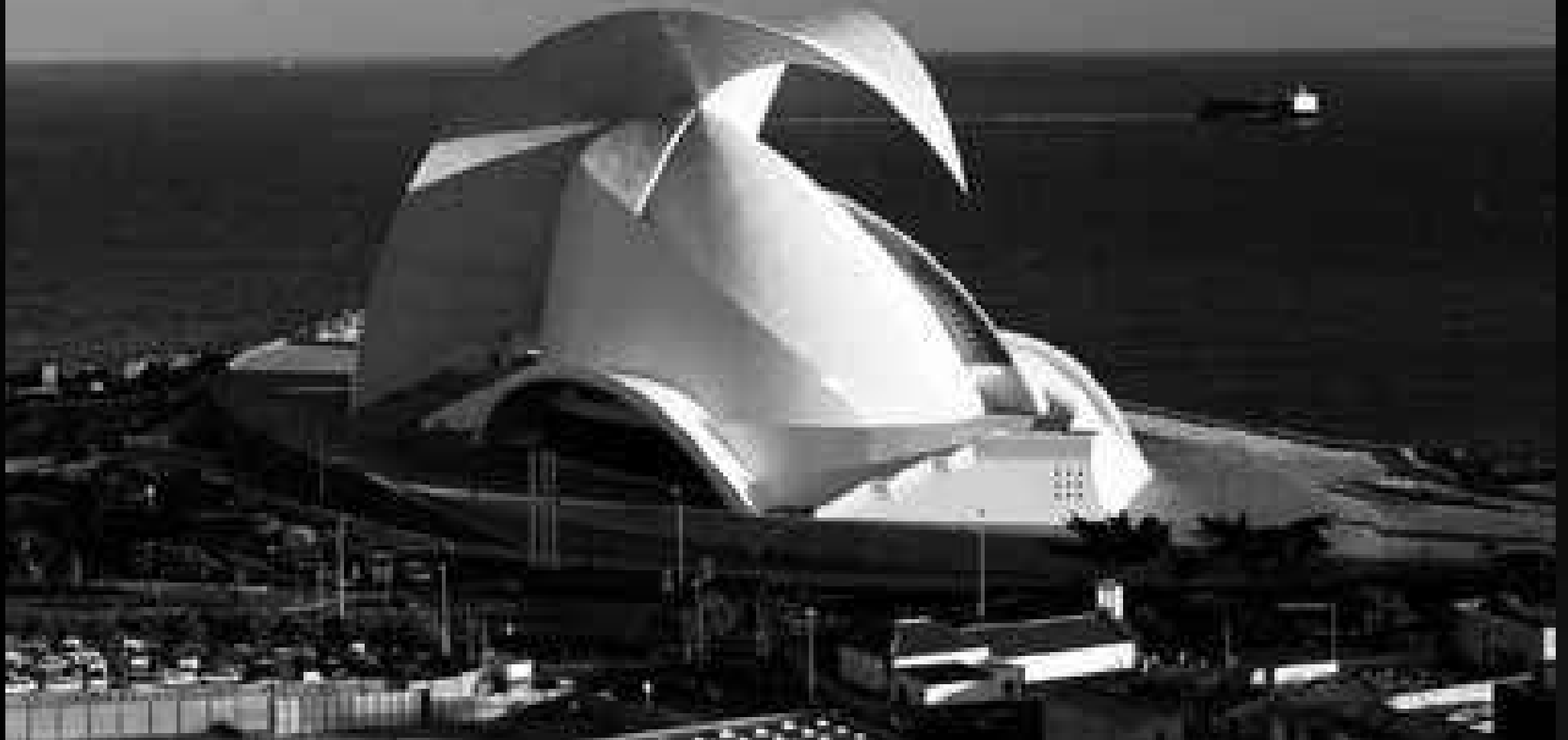
Bonita !

Oscar Niemeyer♪
Bruno Contarini♪

Museu de Arte, Niterói / RJ♪



Auditório de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava







China
World Trade Center

Pequim, China

2009

330m

74 andares





**22.800m³ de concreto com
4,5m de altura
C45 $\rightarrow f_{ck} = 45\text{MPa}$
350m³/h
2,5 dias ininterruptos**



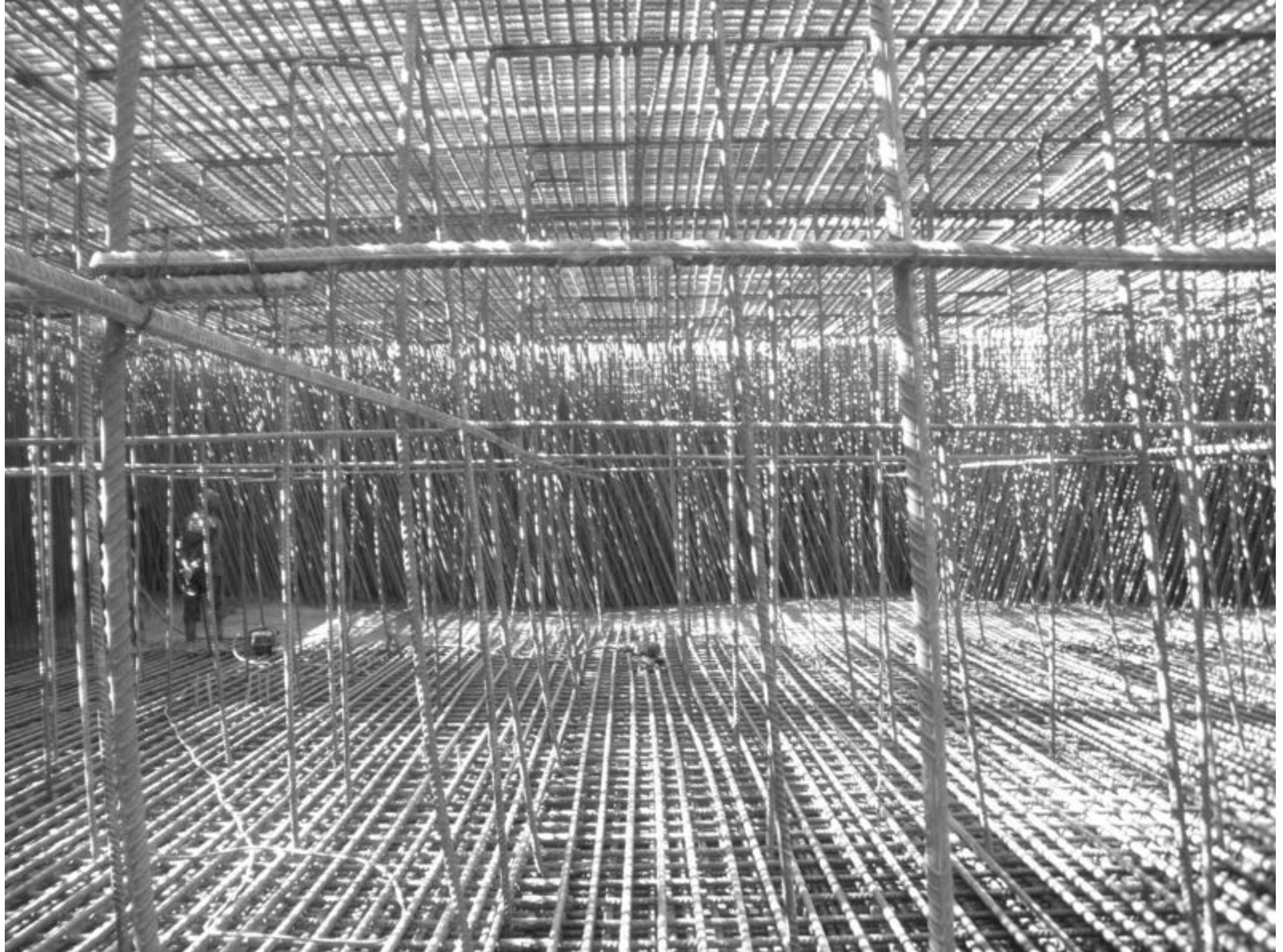


Direitos











Firmitas

estável e durável



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

**São Paulo
1997**

Altura 179 m

$f_{ck} = 50\text{MPa}$

250 anos de garantia.

Quem precisa de segurança, tecnologia e desempenho em projetos de Engenharia, Construção e Infraestrutura, precisa conhecer o concreto Engemix. O maior sucesso da Engenharia Nacional é o Concreto Engemix. Fabricado com 250 anos de experiência, é o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.

Com uma resistência à compressão de 40 a 80 MPa, o Concreto Engemix é o produto mais avançado do mundo. É o produto mais avançado do mundo.



CONCRETO
ENGEMIX

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

10 volumes → 800 anos como best - seller

<i>Utilitas</i>	<i>(funcional)</i>
<i>Firmitas</i>	<i>(estável e durável)</i>
<i>Venustas</i>	<i>(bonita)</i>

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → "De Architectura"

Sosteníveis

Até hoje pode-se considerar como os grandes marcos da pesquisa, da inovação e do desenvolvimento em construção civil

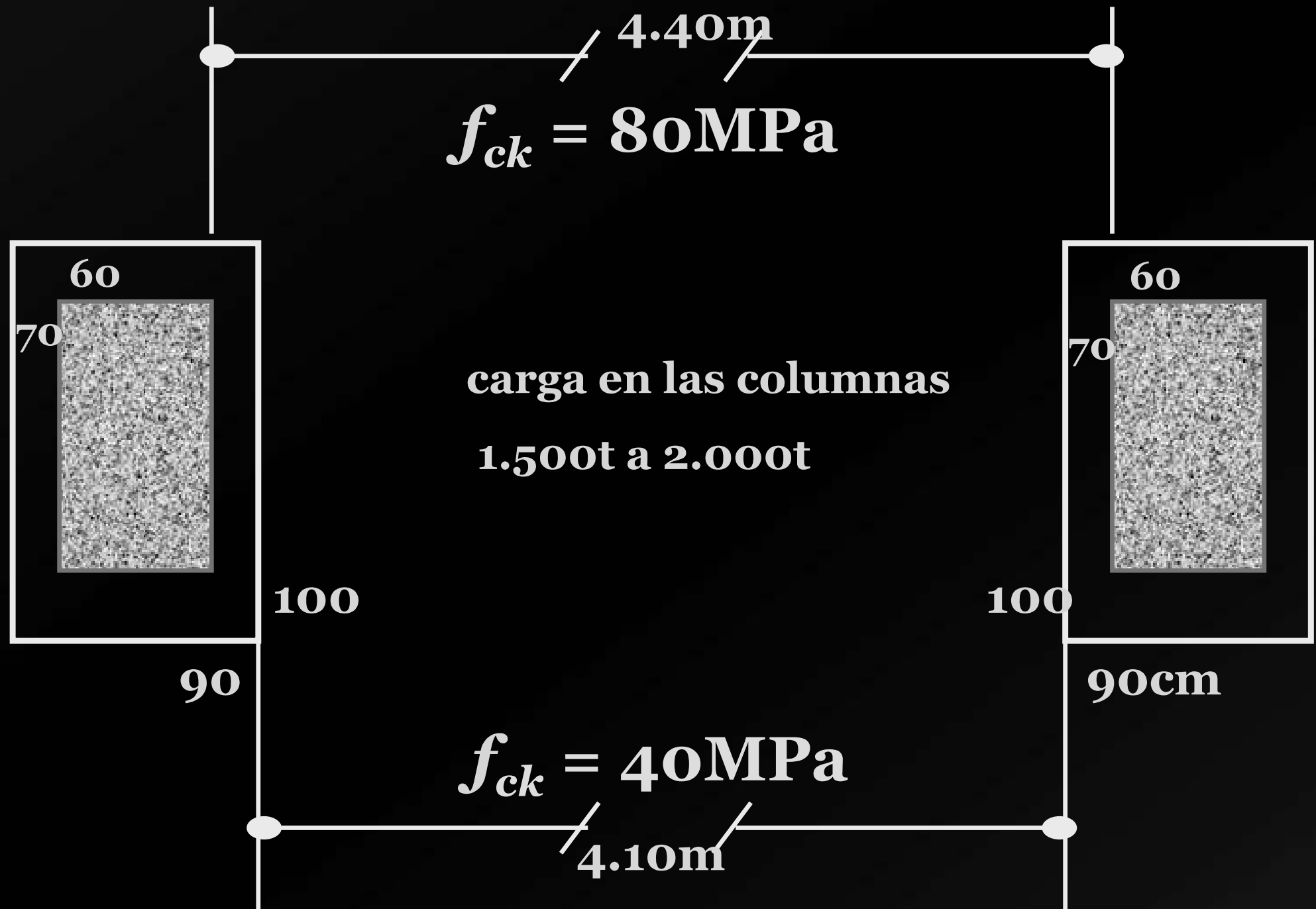
e-Tower



- ▼ **Edifício e-Tower SP**
- ▼ **42 pisos**
- ▼ **Heliponto**
- ▼ **Pileta semi-olímpica**
- ▼ **Academia de ginástica**
- ▼ **2 restaurantes**
- ▼ **Concreto colorido**
- ▼ **f_{ck} pilares = 80MPa**



Proyecto estructural (*e-Tower*)







Economía de recursos naturales

Original:

$$f_{ck} = 40\text{MPa}$$

**sección transversal \rightarrow 90cm x 100cm
0,90m²**

HPC / HSC:

$$f_{ck} = 80\text{MPa}$$

**sección transversal \rightarrow 60cm x 70cm
0,42m²**

Economía de recursos naturales

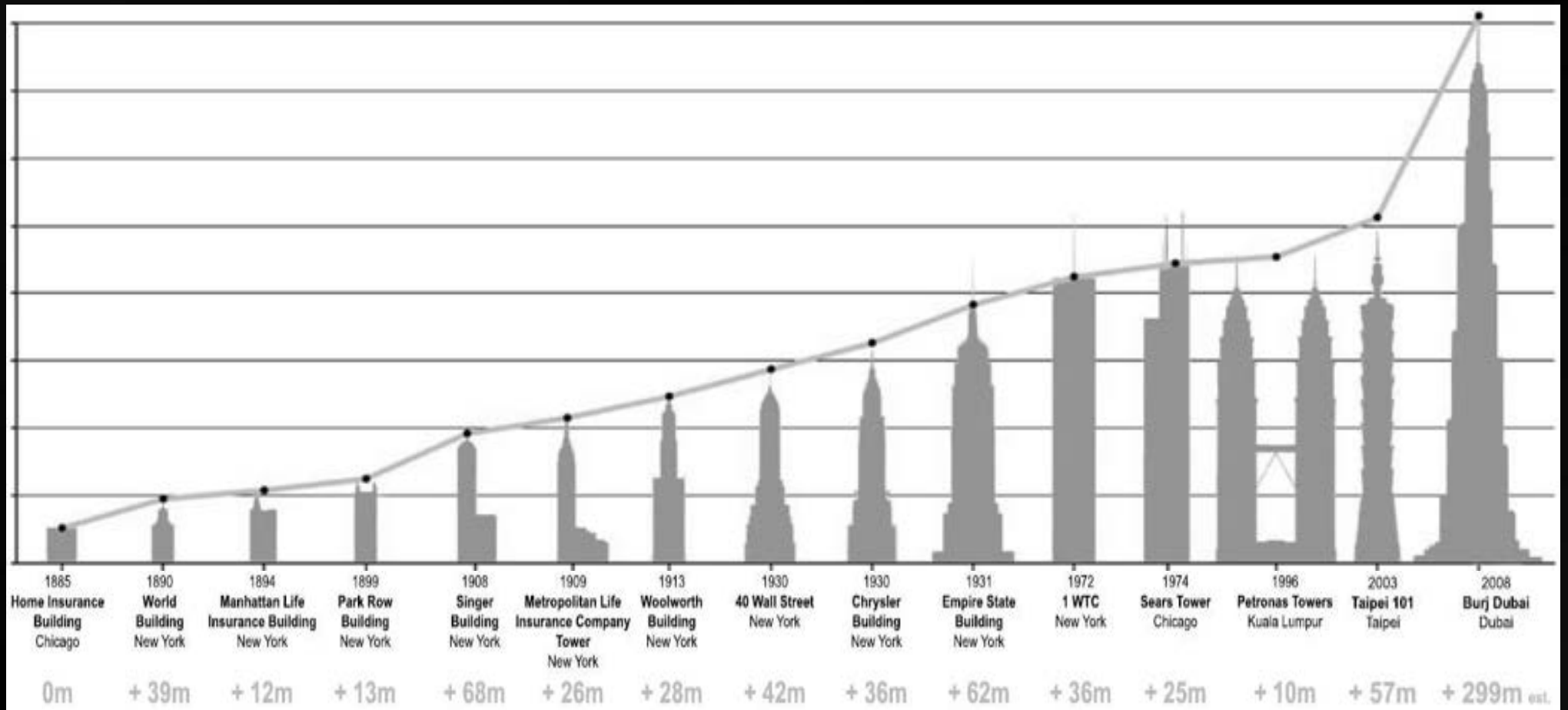
- **70% menos arena**
- **70% menos grava**
- **53% menos concreto**
- **53% menos agua**
- **20% menos cemento**

Consideraciones Finales

*basadas en CTBUH → Council on Tall Buildings
and Urban Habitat*

En 1.997 las torres
gemelas Petronas, en
Kuala Lumpur,
construídas en concreto,
han superado en altura la
torre metálica Sears en
Chicago

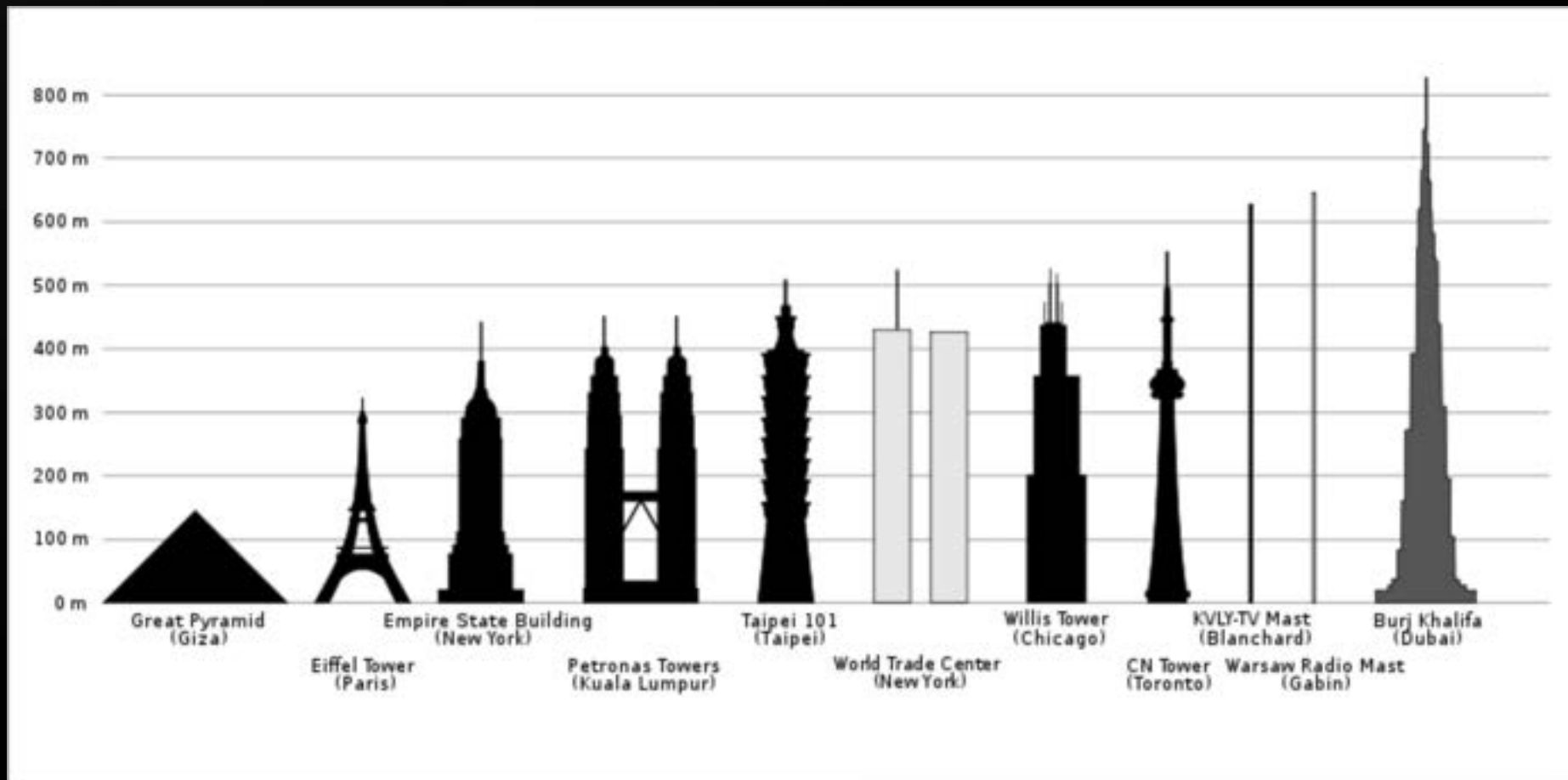
Edifícios Altos



Fonte: CTBU Journal

direitos reservados 2010

Comparação



O Futuro Maior Edifício do Mundo



KINGDOM TOWER (Projeto)

- O edifício terá mais de 1km de altura
- Localização : Jeddah, Arábia Saudita

Fonte: www.nbmcw.com

direitos reservados 2010

Pasados solamente
13 años, 7 nuevos
edificios más altos
que Petronas han
sido construídos

**Hoy há 57 edificios en
construcción con
altura superior a
300m, con
inauguración prevista
para 2013...**

De ese total de 57

“rasca cielos”:

- 37 son en concreto
- 19 son mistos concreto / aço
- apenas 1 es metálico

Incluso el más alto edificio del mundo, la Burj Khalifa, en Dubai, con 820m, ha sido construida con concreto

Burj Dubai - World tallest (2008)



En 100 años, el concreto
ha superado todos los
límites y fronteras del
conocimiento en
Arquitectura e
Ingeniería de proyecto y
de construcción !

y... todavía sigue en
franco progreso e
evolucción, tornando
imposible preveer sus
límites y su sustituto !

Por lo tanto, más
que un gran
ciudadano
Uruguayo y...



UNIVERSIDAD DE
MONTEVIDEO

Hay que ser
Ingeniero Civil!

Gracias!

