



El arte de diseñar y construir estructuras



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Paulo Helene

Conselheiro IBRACON

Diretor PhD Engenharia

Miembro Red PREVENIR CYTED

Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP

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

Presidente de honor Asociación Latino Americana de Control de Calidad,

Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.

Colegio de Ingenieros Civiles de Yucatán A. C.

17 de febrero de 2014

Mérida, Yucatán

1

¿Qué estamos haciendo aquí, en 2014, como un profesional de la ingeniería civil?



2

**Ser ingeniero es
bueno... pero
ten cuidado con
los riesgos!**

3

Edificio Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

Accidente: 25/01/2012,
miércoles a las 20:30h.

Construcción: 1938 → 1940

Edad: 72 años

18 pisos + tienda + entreplanta

4



5



6

Cambio en el diseño original: la sobrecarga de los pilares delanteros



7

Reforma en 3º y 9º piso : sobrecarga en las losas



8

ULTIMAS NOTÍCIAS [08:51 - Dólar espera com queda e vale R\\$ 1,83 na venda](#)

MAIS EM RIO [Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#) [CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#) [Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#) [Trem e Metrô apresentam problemas](#)

Operários revelaram à polícia que serraram colunas do Edifício Liberdade

Recomendar 272 recomendações. Cadastre-se para ver o que seus amigos recomendam.

Prédio foi um dos três que desabaram no dia 25 de janeiro na Cinelândia, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas

GUSTAVO SOUZA
ROGÉRIO DA SILVA
DIEGO MACHADO

Publicado: 200412 - 23h42
Atualizado: 200412 - 0h04
Like: 272
Tweet: 38
3
19
22



Avenida Treze de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (DOMINGOS PERGOTO / AGENCIA O GLOBO)

RIO - Depoimentos dados à polícia por operários que trabalharam na reforma do nono andar do Edifício Liberdade, na Cinelândia, mostram que foram derrubados pelo menos um pilar e paredes de concreto armado. O Liberdade foi um dos três prédios que desabaram no dia 25 de janeiro, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas.

Segundo o depoimento do operário Wanderley Muniz da Silva — a que O GLOBO teve acesso —, “todas as paredes foram derrubadas, à exceção das da sala dos arquivos da T.O. e de parte da parede que divide as salas do lado esquerdo do banheiro”. Wanderley diz que o andar “virou

PUBLICIDADE

para diferentes perfis, um tipo de assinatura.

ULTIMAS NOTÍCIAS DE RIO

[Trem e Metrô apresentam problemas nesta manhã](#)

[Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#)

[CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#)

[Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#)

[Polícia apura vazamento de relatório sobre Rocinha](#)

Siga @OGlobo_Rio

O Globo on Facebook
Like | 293,415

9

otro caso desastroso!

PhD Engenharia

10

LEVANTAMENTO DE CAMPO DAS ARMADURAS PILARES				
PILAR	DIMENSÃO PILAR NO SUBSOLO (cm)	FERRO LONGITUDINAL EXECUTADO (QUANT./mm)	FERRO LONGITUDINAL PROJETADO (QUANT./mm)	diferença
01	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	- 16 %
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	- 4 %
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	- 33 %
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	- 19 %
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+ 56 %
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	- 10 %

11

Registrado em 06 de abril de 2011. Livro: 010/ENG.				
				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	- 39 %
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+5 %
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	+8 %
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
15	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
16	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
17	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
18	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	+2 %
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+56 %
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	- 37 %
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	- 10 %
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	- 30 %
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	- 21 %
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	- 22 %

Obs: Foi constatado que todos os estribos possuíam bitolas de 4.2mm com espaçamento entre eles de 15cm exceto o pilar P15 que possui estribos de 6.3mm e espaçamento igual aos demais.

12



13

Edifício Real Class



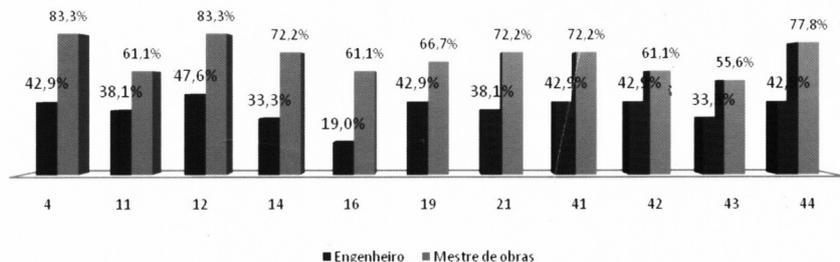
Belém do Pará

34 pisos

105m 20.01.2011 35MPa

14

Figura 3 – Desvios de função



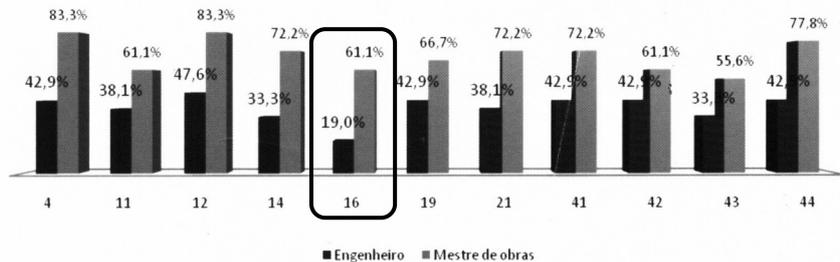
DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

15

Figura 3 – Desvios de função



DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

16

Arena Corinthians (Itaquerao)
Localización : Itaquera, São Paulo
Arquitecto: Coutinho e Cordeiro / DDG
Constructora: Odebrecht Infraestrutura
Tiempo de obra: mayo 2011 - diciembre 2013
Inversión total: US\$ 350 millones



17

G1 | SÃO PAULO

G1 Na TV Esporte Trânsito Aeroportos Agenda de shows VC no G1

27/11/2013 13h05 - Atualizado em 27/11/2013 18h04

Acidente nas obras do estádio do Corinthians deixa mortos

Estrutura caiu sobre caminhão e arquibancadas na tarde desta quarta (27). Estádio vai sediar jogo de abertura e mais cinco partidas da Copa de 2014.

Do G1 São Paulo

Tweetar 1.681 | Recomendar 13 mil | 2994 comentários



<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/acidente-nas-obras-do-estadio-do-corinthians-mobiliza-bombeiros.html>

18



MÓDULO QUE DESABOU

GUINDASTE

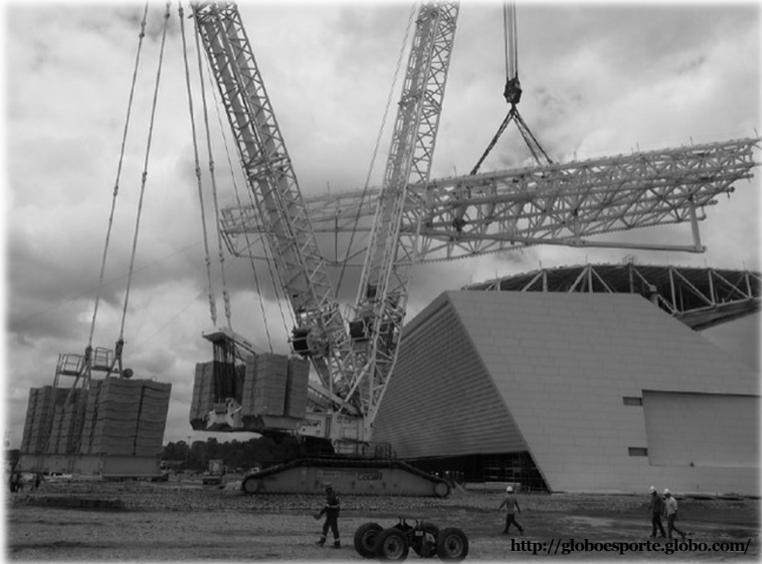
Cronologia: 27/11

12h40	Acidente acontece quando operários colocavam estruturas na fachada do estádio
12h54	Bombeiros são acionados para atender ocorrência na Av. Miguel Ignácio Curi, 900
13h45	Trabalhadores são dispensados e deixam o estádio
14h	A Defesa Civil interdita 30% da obra

g1.com.br Infográfico elaborado em 27/11/2013

19

Antes del accidente...



<http://globoesporte.globo.com/>

20



21

El constructor dijo en una declaración poco antes de las 13h, la grúa izó el último módulo de la estructura de la cubierta metálica del estadio se derrumbó causando la caída de la pieza sobre una parte del área de circulación del edificio este– golpeando parcialmente la fachada. Según la compañía, la estructura de las graderías no se ha visto comprometida. Un camión que estaba fuera de esta zona fue afectado y el conductor que estaba en la cabina del piloto murió.

<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/acidente-nas-obras-do-estadio-do-corinthians-mobiliza-bombeiros.html>

ACIDENTE NO ITAQUERÃO

Fifa prevê atraso de 45 a 60 dias nas obras da Arena Corinthians

Estádio deve ser entregue até março de 2014
27 de novembro de 2013 | 21h 13

Notícia **A+ A-**

Enviar Recomendar 42 Compartilhar G+1 Tweet 109

Paulo Favero - O Estado de S. Paulo

SÃO PAULO - A Fifa já tem consciência de que vai haver um atraso no cronograma de obras do Itaquerão, depois que a última treliça de aço da cobertura caiu em cima de parte da fachada, num acidente que provocou a morte de dois operários nesta quarta-feira. Segundo estimativa preliminar, o adiamento de entrega do estádio do Corinthians será de 45 e 60 dias, o que não deve ser grande problema, pois já estava previsto para 2014 os trabalhos de colocação das arquibancadas móveis atrás dos gols e de construção da área de hospitalidade no entorno do local.

Oficialmente, a Fifa e o Comitê Organizador Local (COL) da Copa explicam que vão aguardar a perícia ser realizada nos próximos dias para bater o martelo sobre a situação do Itaquerão, mas nos bastidores já sabem que o atraso fará com que o estádio seja entregue somente em fevereiro ou março. Por ter sido uma fatalidade, a aceitação da prorrogação de finalização da arena é mais tranquila e não deve haver a reclamação recorrente nos atrasos de obras no Brasil.

A queda do guindaste e da peça de 420 toneladas em cima de parte do teto e da fachada do estádio fez com que oito das 44 colunas do painel de LED da área ficassem danificadas. Além disso, a treliça que estava mais perto da peça que caiu também parece ter ficado entortada. Por isso, precisará ser removida, colocada no chão, desmontada e revisada para ver se existe alguma avaria. Só assim poderá ser recolocada na cobertura do Itaquerão. Ao que tudo indica, o restante do estádio está intacto, como as arquibancadas e o gramado. E tanto a construtora Odebrecht quanto a Defesa Civil já atestaram que a estrutura da arena não foi afetada.

<http://www.estado.com.br/noticias/esportes/fifa-preve-atraso-de-45-a-60-dias-nas-obras-da-arena-corinthians,1101439.o.htm>

22

Caso Fábrica Bangladesh

Fábricas de Bangladesh ignoraram alerta de risco um dia antes de desabamento

Manufaturas desrespeitaram ordem da polícia para esvaziar prédio que apresentava rachaduras visíveis; mais de 220 foram mortos em desabamento

IG São Paulo 25/04/2013 09:34:17 - Atualizada às 25/04/2013 12:42:33



Um dia antes do **desmoronamento de um prédio em Bangladesh**, que deixou ao menos 228 mortos, a polícia havia ordenado que o edifício fosse esvaziado por causa de rachaduras profundas visíveis nas paredes. Entretanto, as fábricas de roupa que funcionavam dentro do local ignoraram a ordem e mantiveram mais de 2 mil funcionários trabalhando, informaram autoridades nesta quinta-feira (25), quando **40 sobreviventes** foram encontrados em cômodo no quarto andar.

4º andar: Equipes de resgate encontram 40 sobreviventes em prédio de Bangladesh

A tragédia no subúrbio de Savar, em Daca, aconteceu menos de cinco meses após um **incêndio** que deixou 112 mortos em uma fábrica de roupas e revelou as condições de segurança precárias nas quais trabalham os funcionários nessas oficinas de costura que produzem peças de roupa para o mundo inteiro. Algumas das empresas do edifício que caiu afirmam que entre seus clientes estão gigantes do varejo como o Wal-Mart.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

23

Caso Fábrica Bangladesh

The building

The Rana Plaza site was prepared by draining water from a pond and filling it with concrete foundations, according to local residents. It was originally planned to have six storeys, but other floors were added, even though no plans were filed with authorities. Bangladesh's Home Ministry said Thursday it suspects vibration from electrical generators on the top floor "is one of the reasons for the building collapse."

NINTH FLOOR

Under construction

EIGHTH FLOOR

Unknown

SEVENTH FLOOR

New Wave Bottoms Ltd.

SIXTH FLOOR

New Wave Style Ltd.

FIFTH FLOOR

Ether Textile Ltd.

FOURTH FLOOR

Phantom Tack Ltd.

THIRD FLOOR

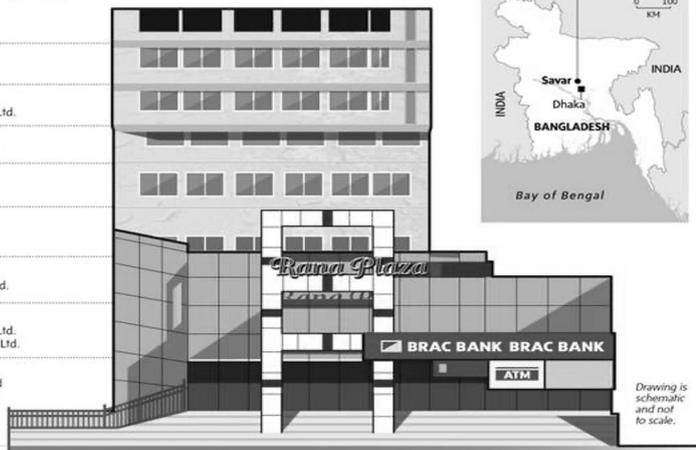
Phantom Apparels Ltd.

SECOND FLOOR

New Wave Bottoms Ltd. and New Wave Style Ltd.

FIRST FLOOR

Brac Bank branch and several shops selling electronic goods, perfumes and garments



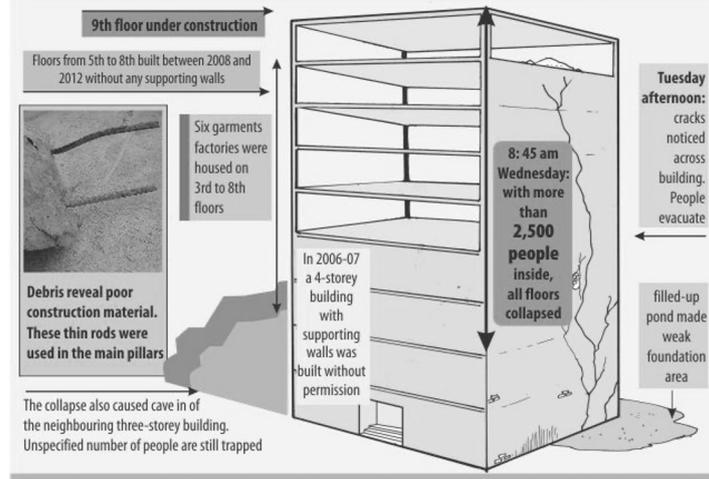
JOHN SOPINSKI, MICHAEL BRD AND STEPHANIE CHAMBERS/THE GLOBE AND MAIL. ■ SOURCES: THE WALL STREET JOURNAL; DAILY TELEGRAPH; CAPITAL DEVELOPMENT AUTHORITY IN DHAKA; BANGLADESH UNIVERSITY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY; REUTERS; BDNWS24.COM

<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

24

Caso Fábrica Bangladesh

The House of Cards



<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

25

Caso Fábrica Bangladesh

- El edificio tenía nueve pisos, que albergaba cinco talleres textiles;
- El mayor desastre industrial de la historia de Bangladesh:
 - 1.127 muertos;
 - 2.437 heridos;
 - 100 desaparecidos.

<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/efe/2013/05/10/numero-de-mortos-em-acidente-em-bangladesh-superam-o-milhar.htm>

26

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

27

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

28

Caso Fábrica Bangladesh

El ingeniero Adbur Razzak fue llamado por el propietario del edificio cuando aparecieron grietas en los pilares de concreto un día antes del accidente. A pesar de sus advertencias de que el edificio no era seguro - citado en medios de comunicación locales horas antes del colapso - miles de trabajadores, la mayoría mujeres, fueron enviados de vuelta a la fábrica a la mañana siguiente.

<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98c9b76e310VgnCLD200000dc6eboaRCRD.html>

29

Tragedia



<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

30

Tragedia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98cflb76e310VgnCLD200000odc6eboaRCRD.html>

31

Tragedia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98cflb76e310VgnCLD200000odc6eboaRCRD.html>

32

Familias destruidas



<http://noticias.uol.com.br/album/2013/04/24/edificio-de-oito-andares-desmorona-em-bangladesh.htm#fotoNav=106>

33

Explosión en un edificio en México 32 muertos (PEMEX)



34

Explosión en un edificio en México 32 muertos



35

Explosión en un edificio en México 32 muertos



36

Ser Ingeniero es bueno... pero ten cuidado con la imagen!

37

OE
O EMPREITEIRO
Ano 11 - Junho 2013 - Nº 521 - R\$ 20,00
www.revistaempreiteiro.com.br

500
RANKING DA ENGENHARIA BRASILEIRA
GRANDES DA CONSTRUÇÃO

BRASIL INTERIOR
A força das fronteiras regionais
Estados investem em obras mais do que o dobro de recursos da União
Hidrelétricas, estradas, metrô
Obras para o País não parar

38

Mesa-redonda | Engenharia do Milênio

O duro aprendizado e o juramento dos engenheiros

Paulo Helene*

Resposta à 1ª questão. – Sem dúvida a engenharia brasileira está aprendendo a duras penas, pois a demanda tem sido intensa e a penetração de empresas estrangeiras fornecedoras de equipamentos, materiais e sistemas, e até mesmo construção de projetos mais sofisticados tem ocorrido com frequência. É comum o estabelecimento de parcerias entre projetistas brasileiros e estrangeiros, entre construtores, enfim. Está havendo uma transferência de tecnologia, mas o gap de conhecimento tem gerado uma certa incerteza quanto ao futuro de algumas empresas nacionais por causa da agressividade e competência das empresas estrangeiras.

Resposta à 2ª questão. – Considerando que a engenharia civil compreende as etapas de projeto, materiais, construção e uso, sem dúvida a engenharia brasileira se destaca nas etapas de materiais e de construção de grandes obras. A indústria de cimentos e de siderurgia brasileiras (líder-se grupo Votorantim e grupo Gerdau), têm padrão internacional e são capazes de competir em igualdade de competência, produtividade, atualidade e qualidade com os melhores grupos internacionais. As construtoras brasileiras de estradas, barragens, pontes, túneis e metrô também são respeitadas e consagradas no País e no exterior como de primeira linha, orgulhando qualquer engenheiro por mais rigoroso que seja. Mesas áreas o Brasil é garço para qualquer outro país industrializado. Infelizmente, não se pode dizer o mesmo quando o tema é edificações residenciais e comerciais. Nesse campo o atraso é evidente, da arquitetura à construção e operação passando significativamente pelo projeto estrutural e de instalações. Para a construção de estádios, grande parte de nossa engenharia de projeto, de materiais, de execução e até de arquitetura teve de buscar tecnologia externa. Se amanhã um investidor decidir construir um edifício de 300 m de altura (como a Torre Costanera de Santiago do Chile), a engenharia brasileira vai possivelmente agir da mesma forma, buscando desde elevadores e projeto de arquitetura, até materiais e execução. Os dois museus importantes em construção no País, o MISA e o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, são projetos de escritórios estrangeiros. A engenharia de construção brasileira tem dificuldade para vencer os "desafios" especificados nesses projetos, a exemplo do que ocorreu com a Casa da Música, o Museu Iberê Camargo e outras obras consideradas emblemáticas. É por isso que estão penetrando facilmente no País os escritórios de projeto de arquitetura e estrutural, os softwares de projeto e de gerenciamento e os fornecedores de materiais e sistemas de obras sofisticadas. Infelizmente, ainda há grande atraso no domínio de estruturas mistas, de estruturas compostas, de estruturas de pré-moldado. O resultado tem sido, lamentavelmente, uma série de acidentes, colapsos, interdições inesperadas e reformas precoces.

Respostas às duas questões expostas na 3ª pergunta. – A norma-



lização de um país e o retrato de seu grau de desenvolvimento. Novamente é necessário separar as especialidades. Na área, por exemplo, de cimentos, agregados e concreto, o Brasil tem um lugar de destaque e tem sido reconhecido como líder e um dos referenciais para a normalização mundial. Foi um dos primeiros a bem introduzir adições, critérios de desempenho, conhecimentos, substituição de combustíveis, enfrentar o problema de reação alcali-agregado com medidas profiláticas inteligentes e sustentáveis, aceitar maiores teores de MgO, limitar o teor de sustentabilidade na fabricação de cimentos, o material de construção mais consumido pela humanidade. Infelizmente não se pode dizer o mesmo dos materiais tipo aditivos, adesivos, elastômeros, impermeabilizantes, hidrofugantes, revestimentos, nos quais a cartilha de normas e o abuso esentido duramente pelo setor. Há poucos anos, a ABNT chegou a ter mais de 15 mil normas no seu acervo. Hoje talvez não chegue a 10 mil, porque muitas delas caducaram, os produtos inovaram e novas não foram geradas. Por outro lado hoje há maior interação do meio técnico nacional com o estrangeiro e da ABNT com os organismos similares de caráter internacional tipo ISO, e eu gosto de pensar que em poucos anos seremos capazes de reverter essa tendência e ajustar melhor e mais rapidamente nosso acervo aderindo e aproximando-o à normalização internacional.

Resposta à 4ª questão. – Esse é um tema complexo e controverso. Particularmente sou favorável ao exercício profissional com responsabilidade e com penalidade aos corruptos, incompetentes e irresponsáveis. A ninguém é dado o direito de desconhecer as leis e da mesma maneira a nenhum engenheiro é dado o direito de desconhecer as normas técnicas e a arte de bem projetar e bem construir. A profissão do engenheiro é igual a de um médico. É uma profissão de "confiança pública" e confiança não se impõe; ao contrário, deve ser conquistada dia a dia ao longo dos tempos com atos, obras e posturas. Assim como para os advogados as leis são os grandes referenciais balizadores da execução profissional, para nós, engenheiros, o referencial são as normas de projeto, de execução e controle, de produto e mais recentemente de desempenho. Não há como acilar passivamente que coisas contariam essas regras. No juramento de engenheiro praticado por todos ao formar-se, fazemos algo assim: "Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorrer para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação". Em definitivo vê-se claramente que nosso compromisso profissional é com a sociedade e não com a engenharia mal praticada.

*Paulo Helene, professor e diretor da PhD Engenharia

44 | O Empreiteiro | Julho 2013

La profesión de Ingeniero Civil es una profesión de

“confianza pública”

... y la confianza no se imponen, se debe ganar...

39

Juramento del Ingeniero

“Prometo bajo juramento de observar los principios de la ética profesional, contribuir al desarrollo de la tecnología, la ciencia y el arte, y así servir a los intereses de la sociedad y la nación”.

“este es el juramento de los ingenieros utilizado en la graduación de POLI.USP”

40

El origen de la palabra INGENIERÍA se debió al ingeniero civil. Viene de Roma la antigua expresión “*Ingenium Civitas*”, en otras palabras, ingeniería de las ciudades o ingeniería de la civilización.



41

**Cuando la profesión
fue reconocida por
primera vez en la
historia de la
humanidad?**

PhD Ingeniería

42

**Político, alquimista, primero
Arquitecto → Imhotep**



64m

2790 A C

La Pirámide escalonada de Djeser

43



**Pirámide de
Giza**

Faraó Khufu

Queóps

147 m

Egito

2.580 aC

44

Materiales Estructurales

1. Madera / bambu;
2. Barro / arcilla (+ fibra);
3. Cerámica;
4. Roca

PhD Engenharia

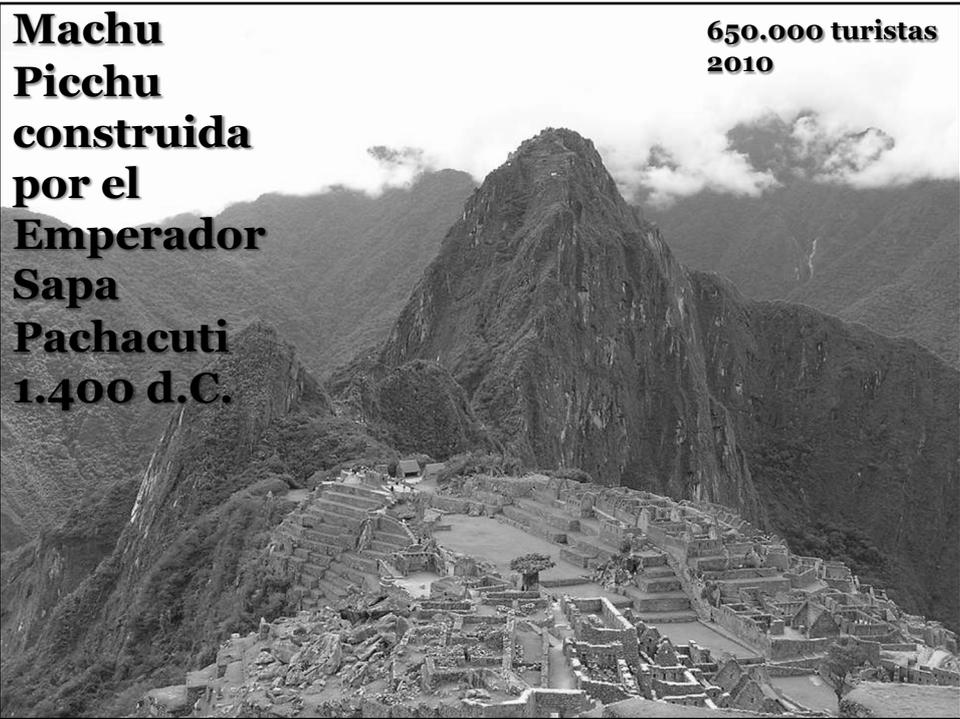
45

La Gran Revolución

La arquitectura podría
construir obras durables,
majestuosas y grandes.

PhD Engenharia

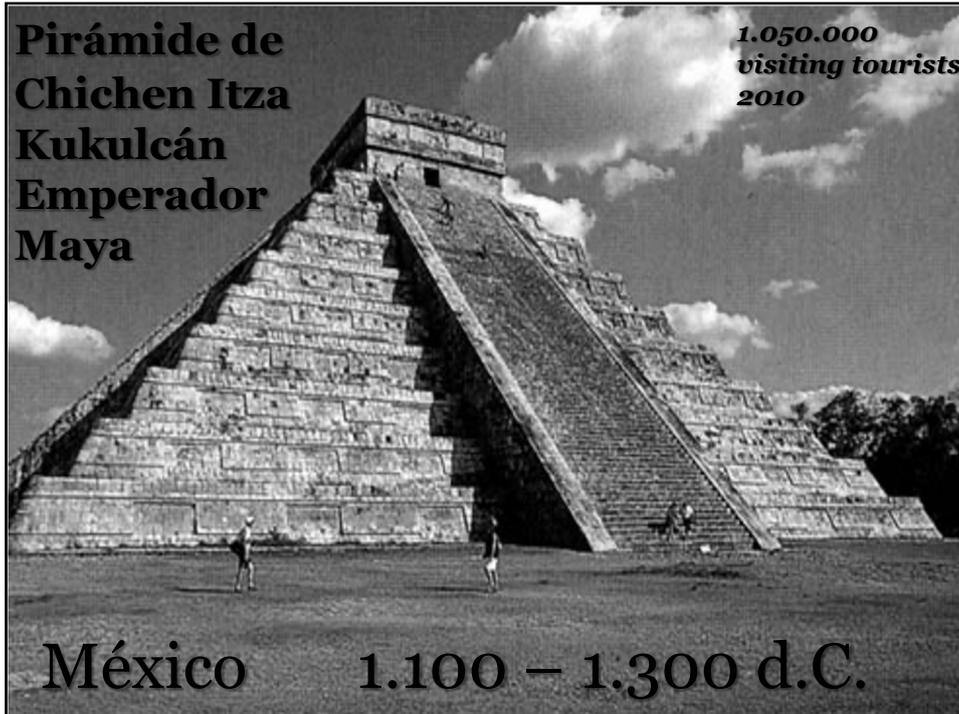
46



47



48



49

El concepto de construcción con durabilidad existe desde la antigüedad

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

Arquitectos Ictinos de Mileto e Calícrates (escultor Phidias)



**Pártenon, 440 aC
“siglo de Péricles”**



50

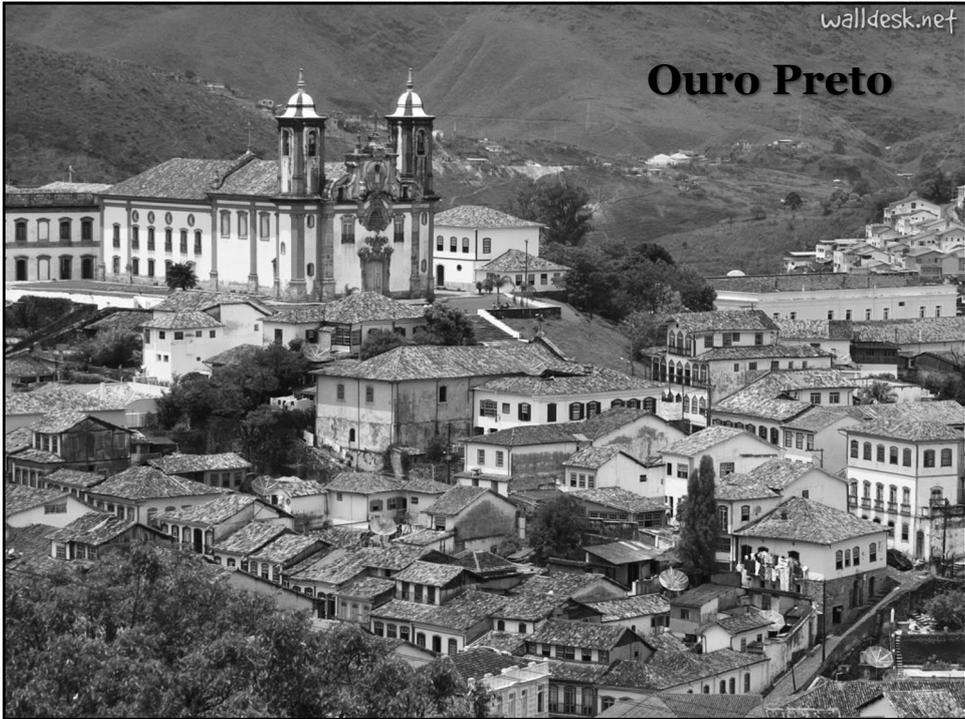
Cartagena de Índias



51



52



53



54



55

**Quando el concreto
(estructural) APARECIÓ
POR PRIMERA VEZ
en la HISTORIA?**

PhD Engenharia

56

**Panteón
de
Roma**



57

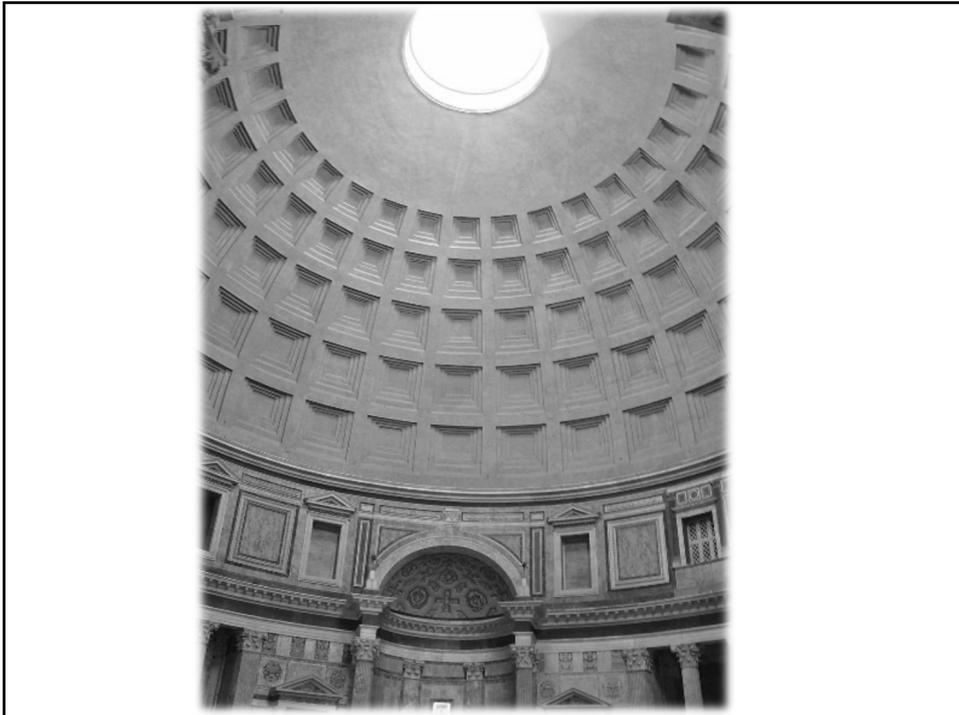


58

Cúpula del Panteón de Roma
Siglo II dC → Diámetro de 44m



59



60



61



62

Siglos históricos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul

IX → Estilo Románico → Abadia Cluny, França

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

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclásico → Arco do Triunfo , Paris

PhD Engenharia

63

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Bóveda de la nave central → 35 m de altura

64

Siglos históricos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istanbul

IX → Estilo Románico → Abadía Cluny, France

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

XV → Estilo Renacentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral San Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclásico → Arco do Triunfo, Paris

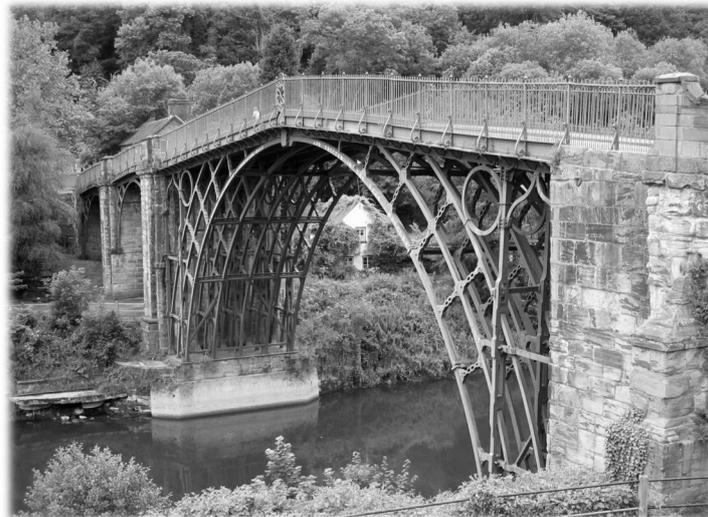
XIX → Estructuras metálicas

PhD Engenharia

65

**Primera Puente Metálica → 1.779 d.C.
Coalbrookdale Bridge en Telford, Inglaterra**

Aún en la actualidad, el apoyo a tráfico ligero y pedestres



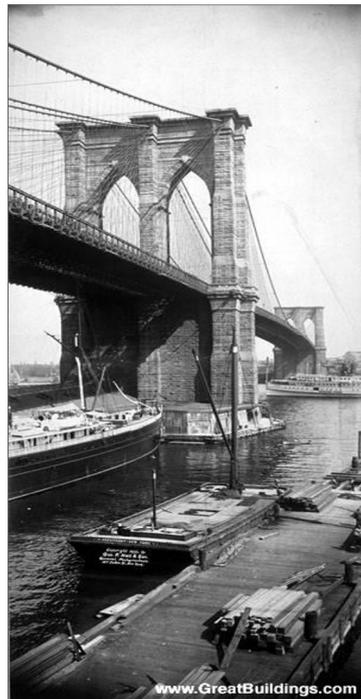
66



Puente do Brooklin, New York, USA → 1.883
John Augustus Roebling
puente colgante con cables de acero galvanizado

67

**Fundación
en piedra y
mampostería
en bloques
de piedra**



68

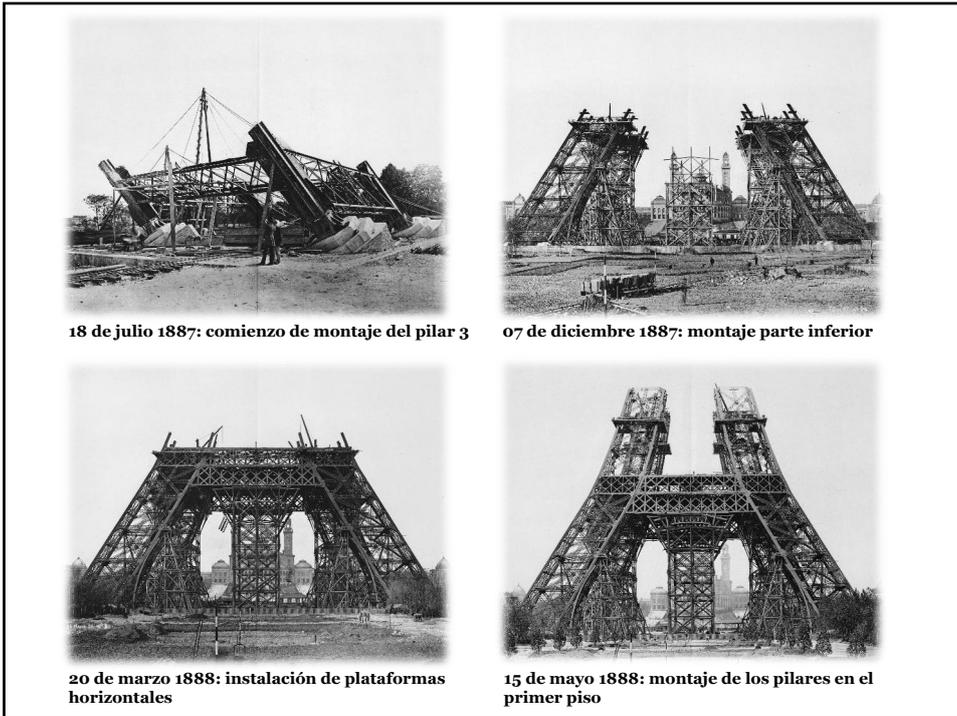
II Gran Revolución

Las Arquitectura de Estructuras
podrían diseñar previamente
inimaginables trabajos con más
rapidez y seguridad para superar
grandes vanos, y podrían
construir alturas nunca antes
vistas.

69



70



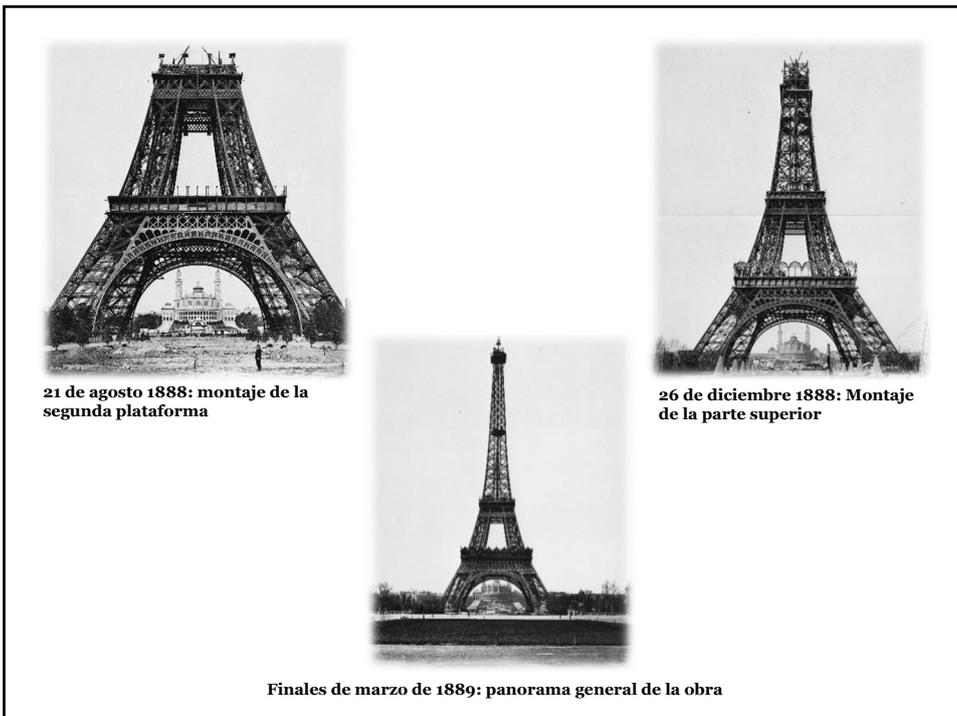
18 de julio 1887: comienzo de montaje del pilar 3

07 de diciembre 1887: montaje parte inferior

20 de marzo 1888: instalación de plataformas horizontales

15 de mayo 1888: montaje de los pilares en el primer piso

71

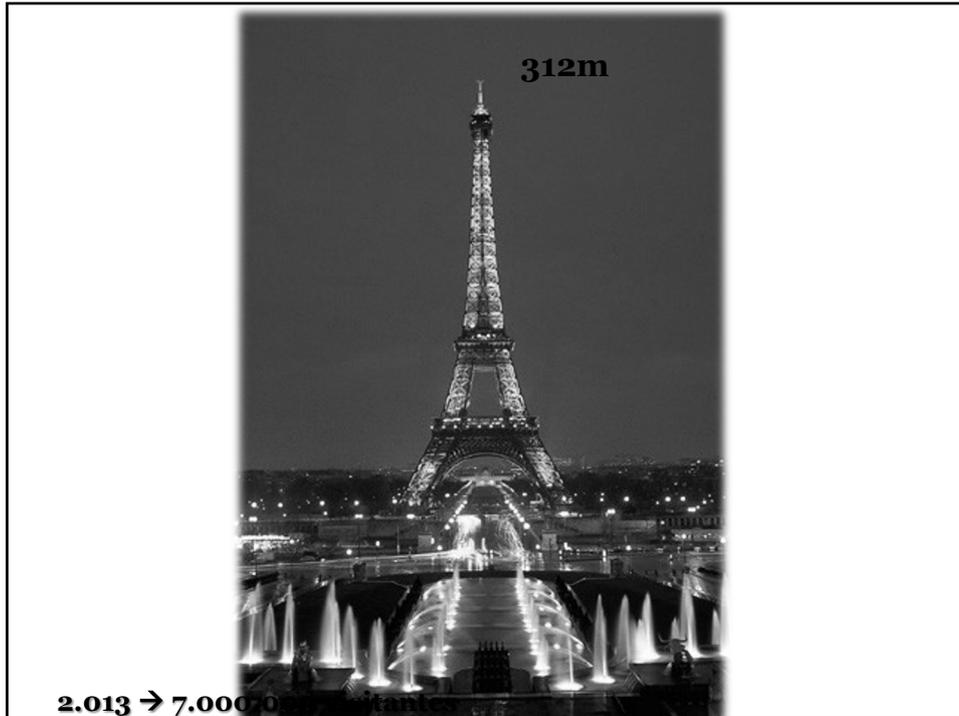


21 de agosto 1888: montaje de la segunda plataforma

26 de diciembre 1888: Montaje de la parte superior

Finales de marzo de 1889: panorama general de la obra

72



73

**¿Dónde están los
edificios
comerciales y
residenciales?**

¿Qué pasó?

PhD Ingeniería

74



Palacio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC Big Ben

75

- **1.888 → Leroy Buffington**
USA, esqueleto reticular
- **1.853 → Otis, ascensor**
seguro, 1889 → 1º ascensor
eléctrico en NY

PhD Ingeniería

76



Los primeros rascacielos fue en 1.890-1.891 con la construcción del edificio Wainwright con 42m St. Louis, USA.

Conocido Escuela de Chicago

Projetista
Arquitecto Louis Henry
Sullivan

77

**Siglo “XX”
1892**

**Aparece un nuevo
material**

Concreto Armado

78

Las primeras normas sobre Estructuras de concreto

1903	Suiça
1903	Alemanha
1906	França
1907	Inglaterra

79



80



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton 1

7 pisos
Francia 1.901
30m

$f_{ck} = ?$
112 años !

*edificio en concreto más
antiguo del mundo*

81



Palacio Salvo
Montevideú

27 pisos

Uruguay 1925

103m

$f_{ck} = ?$

85 años !

world record

82



**Edifício
Martinelli**

1929

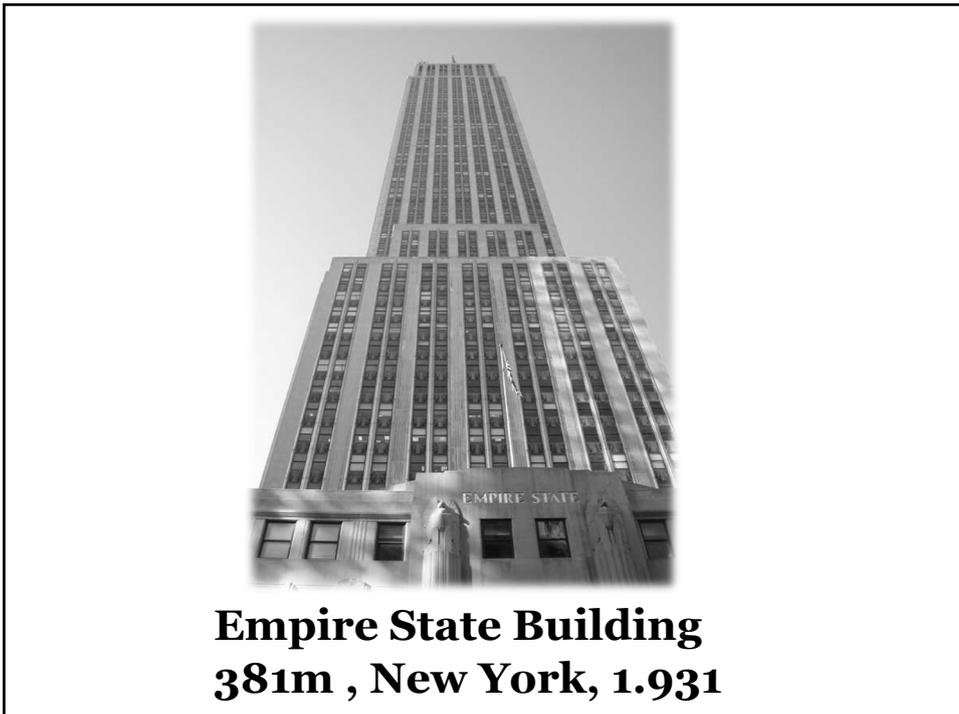
106m

81 años

world record

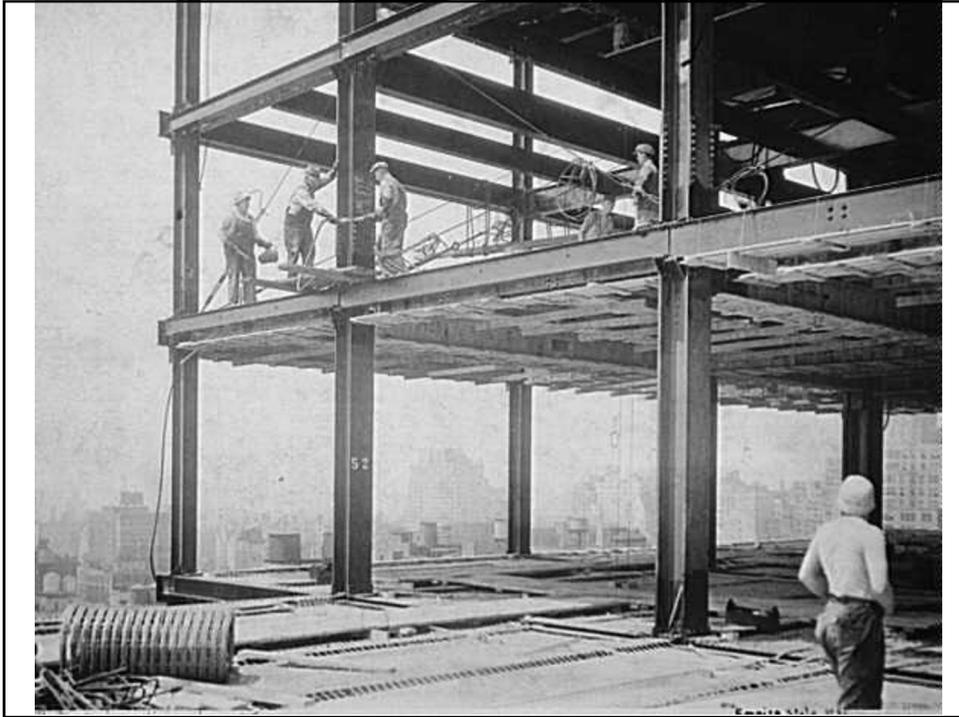
São Paulo, Brasil

83



**Empire State Building
381m , New York, 1.931**

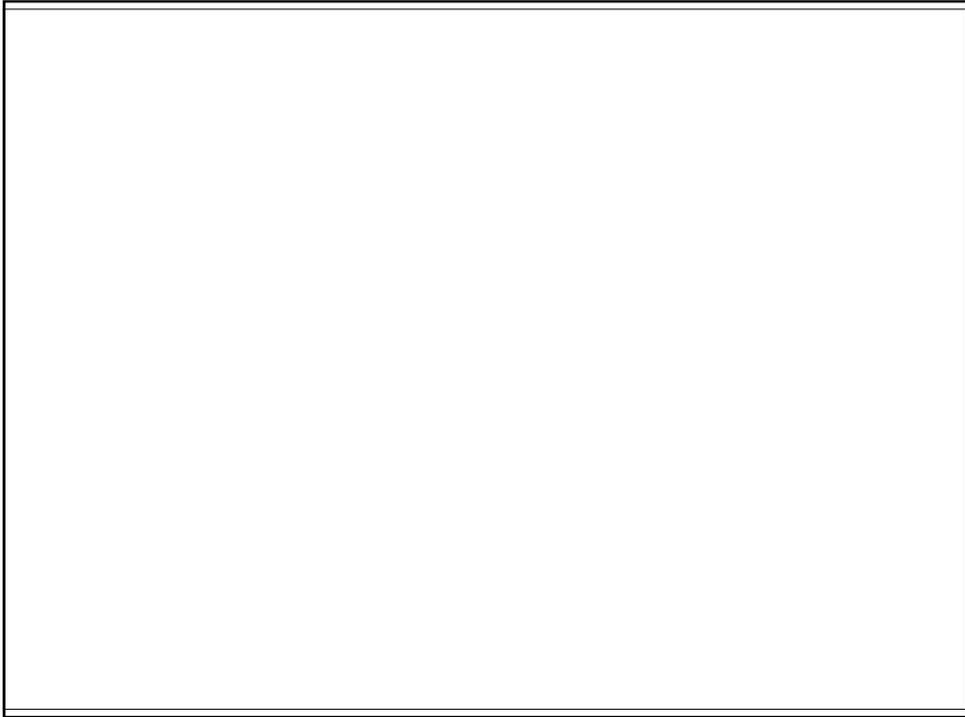
84



85



86



87



88

Siglo XX
1.928

“nuevo material estructural”

concreto Pretensado

Eugene Freyssinet

PhD Engenharia

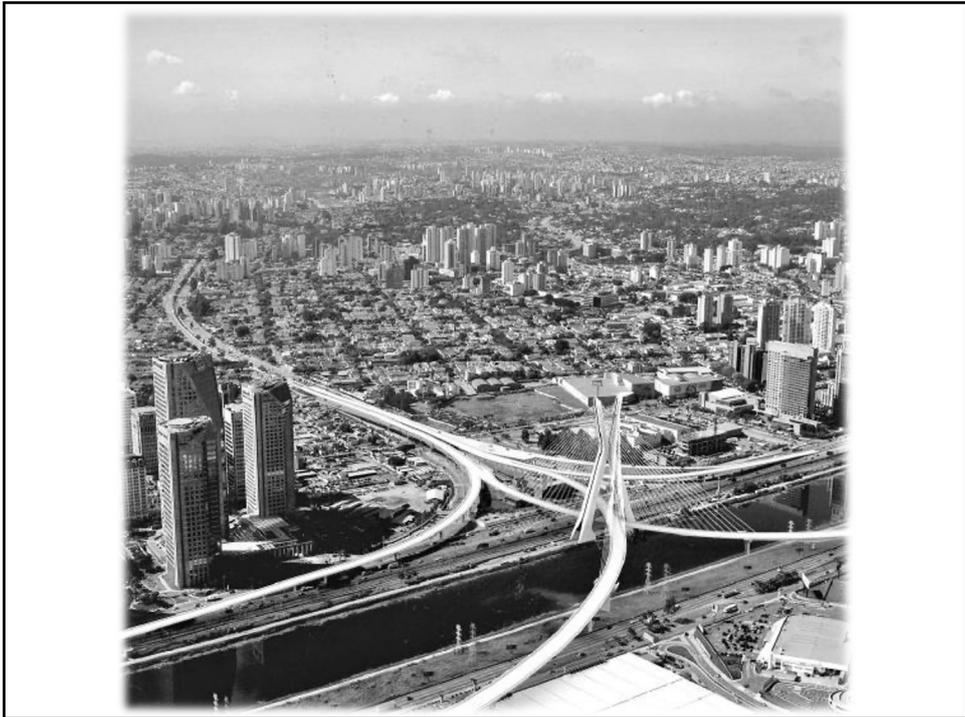
89



90

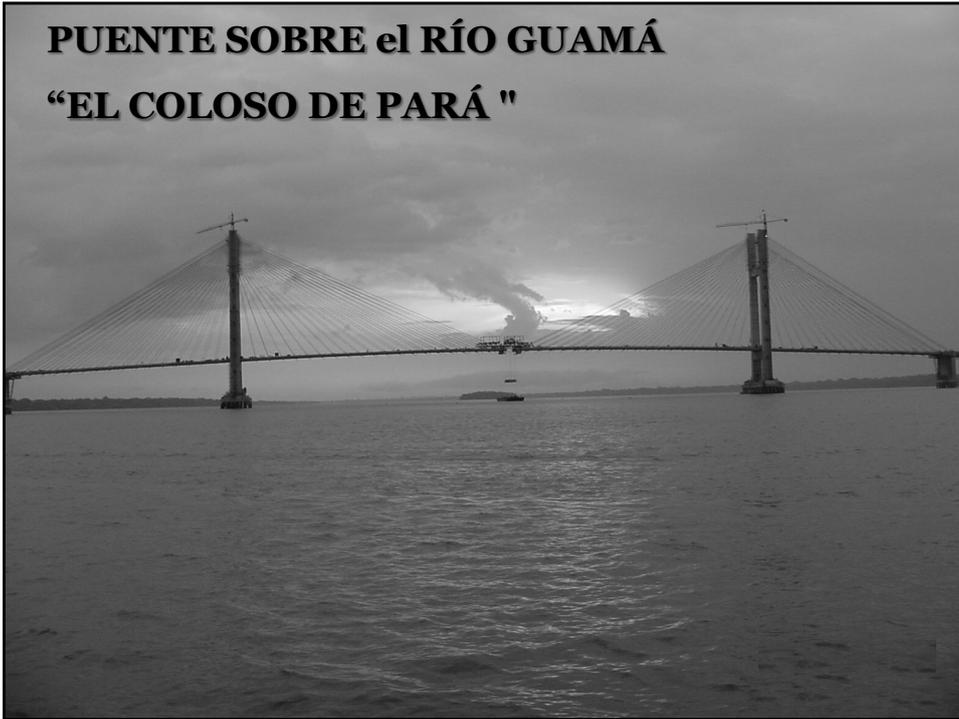


91



92

**PUENTE SOBRE el RÍO GUAMÁ
"EL COLOSO DE PARÁ "**



93



94



**Aduelas
prefabricadas f_{ck}
= 45 MPa**

**media de 54 MPa
en probetas
cilíndricas (62MPa)**

**Vida Util
100 años!**

95



José Carlos de Figueiredo Ferraz

Lina Bo Bardi

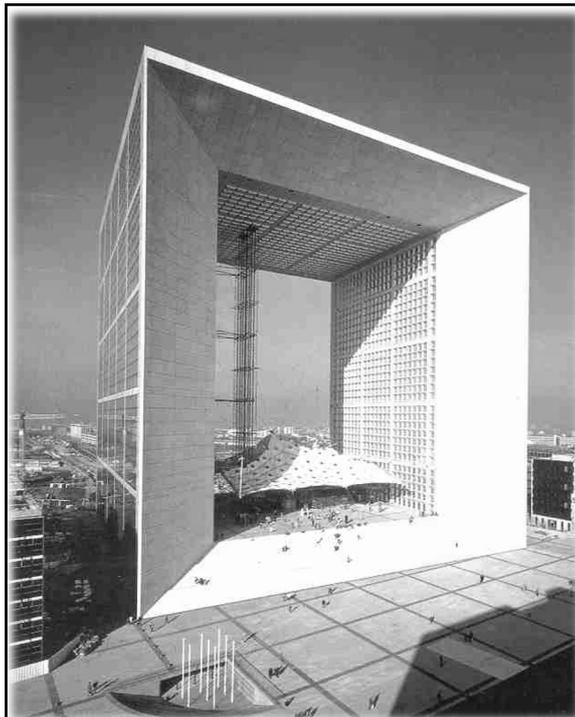
MASP Museo de Arte São Paulo 1968

96

III Gran Revolución

La arquitectura de las estructuras podría atreverse más porque se descubrió la forma de combinar dos materiales fantásticos. El concreto tendría la durabilidad de la roca, era compatible con el acero y todavía lo protegía "para siempre"

97



Grand Arch La Defense

Paris

França 1990

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

“high-tech style”

98



Petronas Towers
Cesar Pelli

Kuala Lumpur

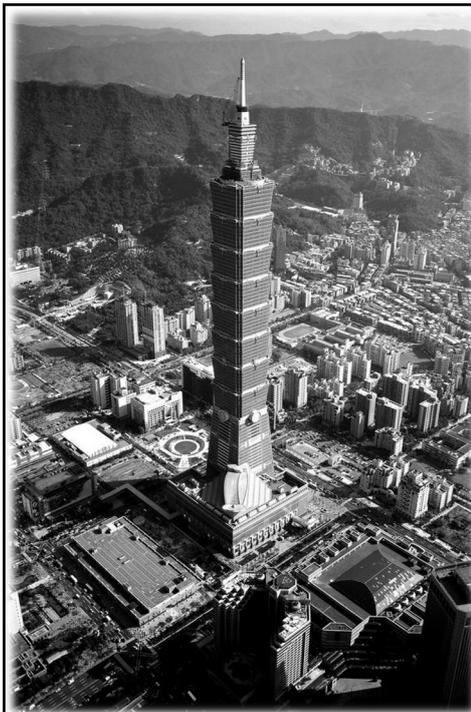
Malasia 1.997

452m

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

before/after

99



TAIPEI 101

Shangai World Financial Centre

Taiwan, China

2005

509m

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

steel / concrete

100

¿Cómo puede ser el futuro?

PhD Ingeniería

101

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (*Ingeniero / Arquitecto Romano*)

40 años aC → “*De Architectura*”

10 volúmenes → 800 años como un best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estable y duradera)
(hermosa)

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

102

Utilitas Funcional !

PhD Engenharia

103



104



**Madre de Deus –
Bahia - BR**

**3 pisos
1m de ancho
16m de longitud
10m de altura**

105

**Sede de la CCTV
Beijing - China**



106

Venustas Hermosa !

PhD Engenharia

107

*Oscar Niemeyer
Bruno Contarini*



Museu de Arte, Niterói / RJ

108

El Auditorio de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava



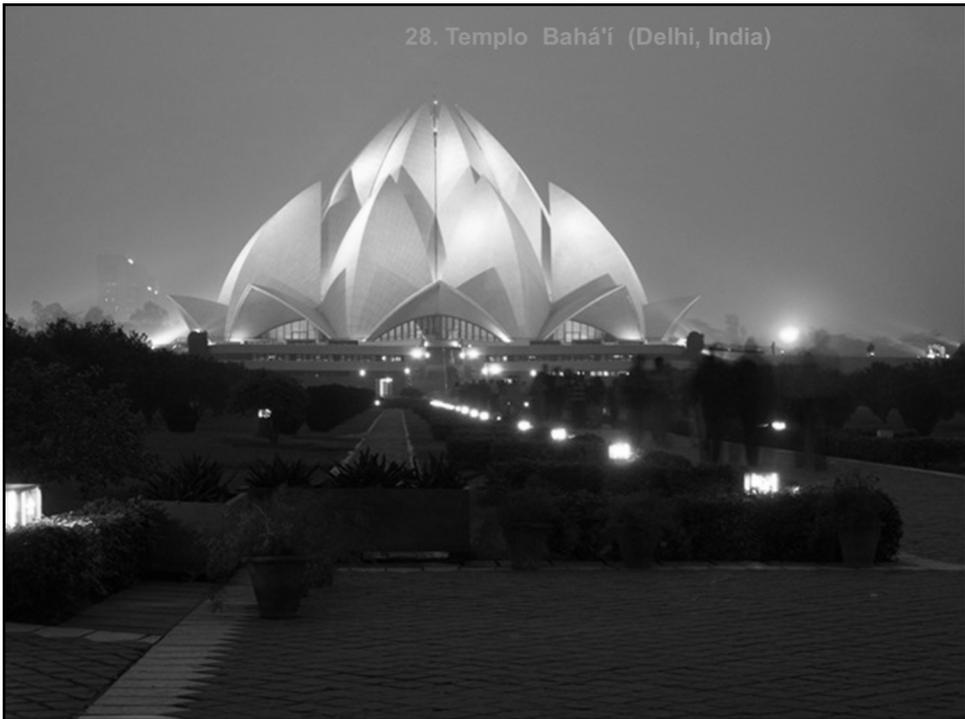
109



110



111



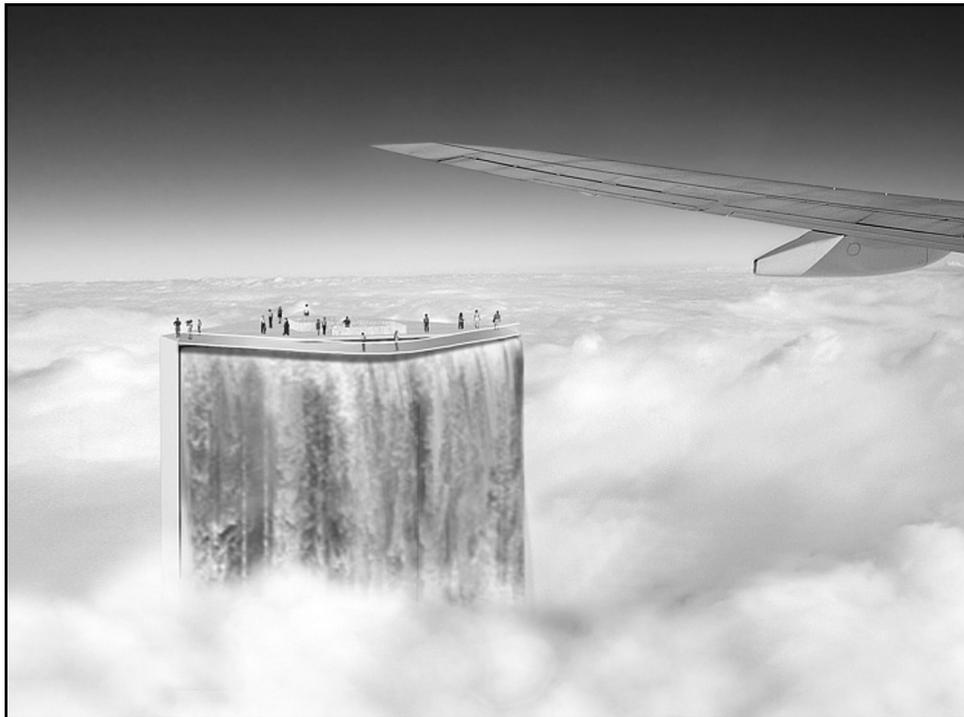
112

Torre Solar de los Juegos Olímpicos de 2016

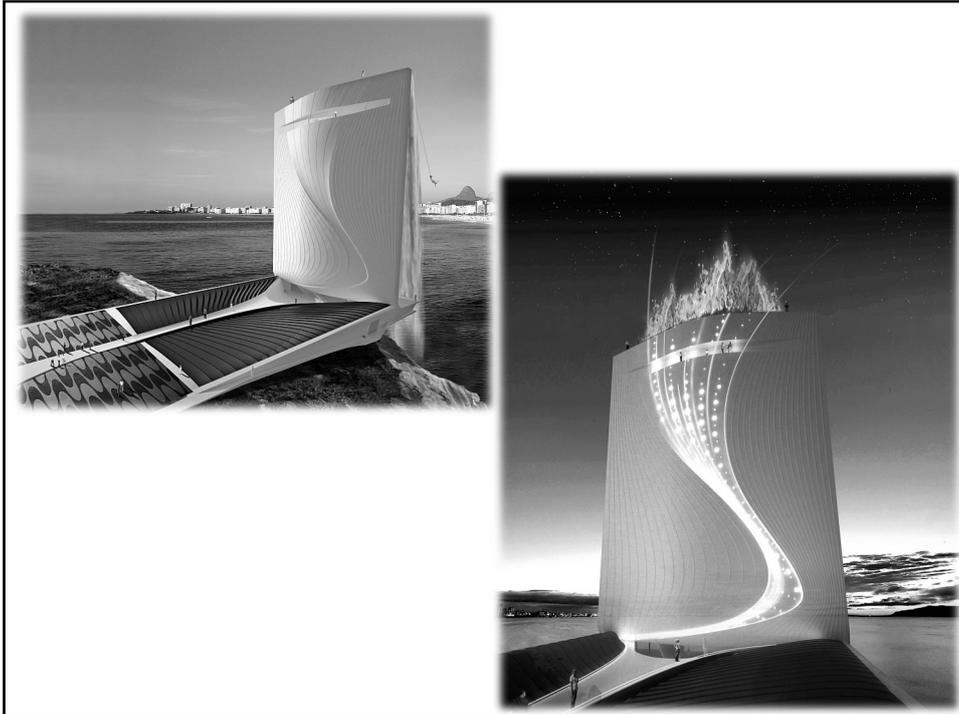
Rio de Janeiro - BR



113

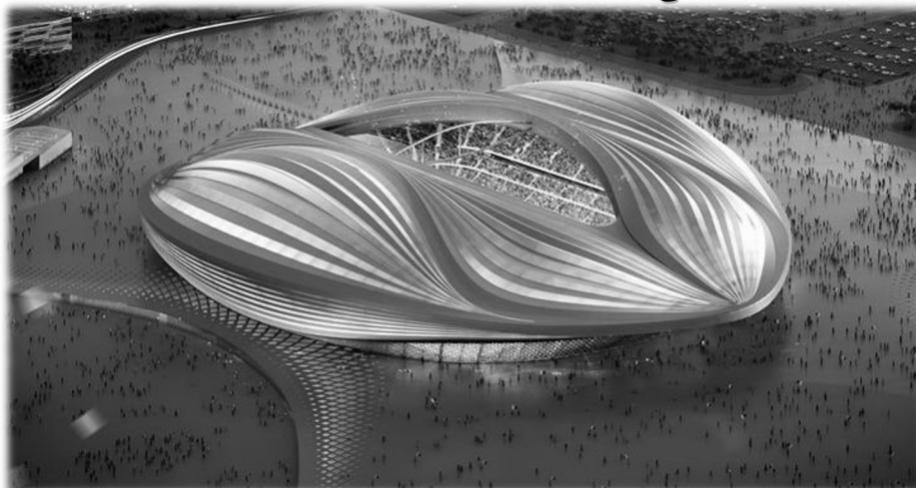


114



115

**Al Wakrah Stadium
será el estadio de la Copa del
Mundo de 2022 en Qatar**



116

Firmitas

estável e durável

PhD Engenharia

117



118

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (*Ingeniero / Arquitecto Romano*)

40 años aC → “*De Architectura*”

10 volúmenes → 800 años como un best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estable y duradera)
(hermosa)

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

121

Arte y Ciencia de la Construcción

Marcus Vitruvius Pollio (*Ingeniero / Arquitecto Romano*)

40 años aC → “*De Architectura*”

10 volúmenes → 800 años como un best - seller

Utilitas
Firmitas
Venustas

(funcional)
(estable y duradera)
(hermosa)

Incluso hoy en día se puede considerar como los principales hitos de la investigación, la innovación y el desarrollo en la construcción civil

PhD Ingeniería

122

Sostenible



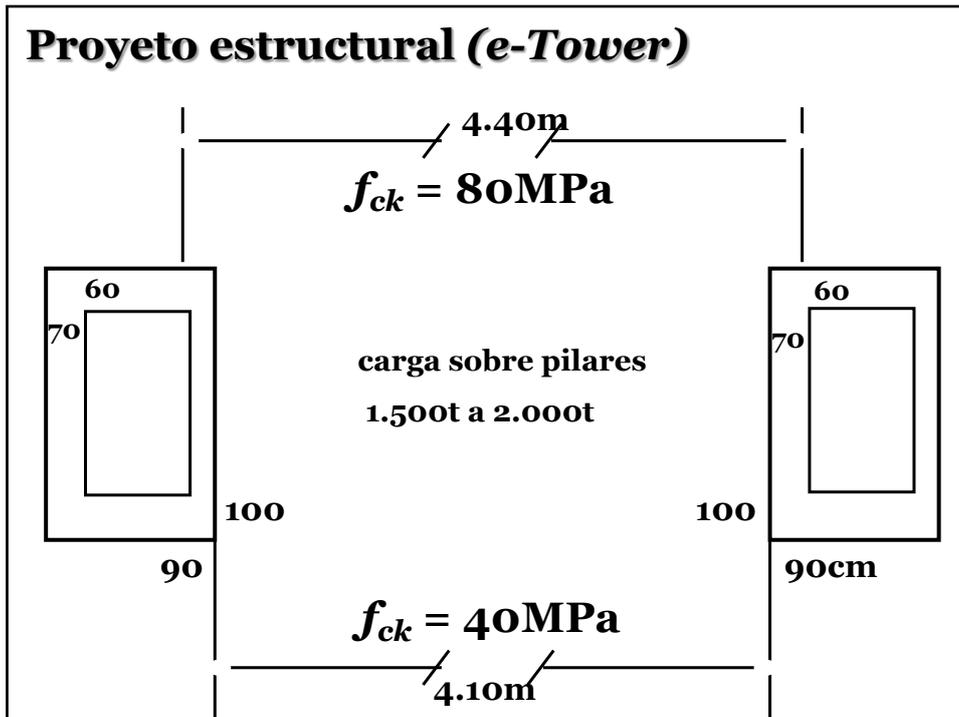
123

- Edificio e-Tower SP
- 42 pisos
- Helipuerto
- Piscina semi-olímpica
- Academia de gimnasia
- 2 restaurantes
- concreto coloreado
- f_{ck} pilares = 80MPa





124



125



126



127

Economía de los recursos naturales

Original:

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

sección transversal $\rightarrow 90\text{cm} \times 100\text{cm}$

$0,90\text{m}^2$

HPC / HSC:

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

sección transversal $\rightarrow 60\text{cm} \times 70\text{cm}$

$0,42\text{m}^2$

128

Economía de los recursos naturales

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

PhD Engenharia

129

Consideraciones finales

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

PhD Engenharia

130

Edificios Altos

De acuerdo con el Council on Tall Buildings and Urban Habitat - CTBUH, un edificio es considerado rascacielos cuando su altura excede 300m (>75 pisos)

PhD Engenharia

131



En 1997 las Torres Petronas, en Kuala Lumpur, construidas en concreto, superó en altura la torre en metal Sears en Chicago

132

Pasados unos años,
y para el año 2020,
habrá 96 nuevos
edificios con una
altura superior a
300 m

PhD Engenharia

133

De este total de 96
"Rascacielos":

- 40 son en concreto
- 49 son compuestos
- sólo 7 son de acero

134

El edificio más alto del mundo, el Burj Khalifa en Dubai, con 820m, fue construido con concreto

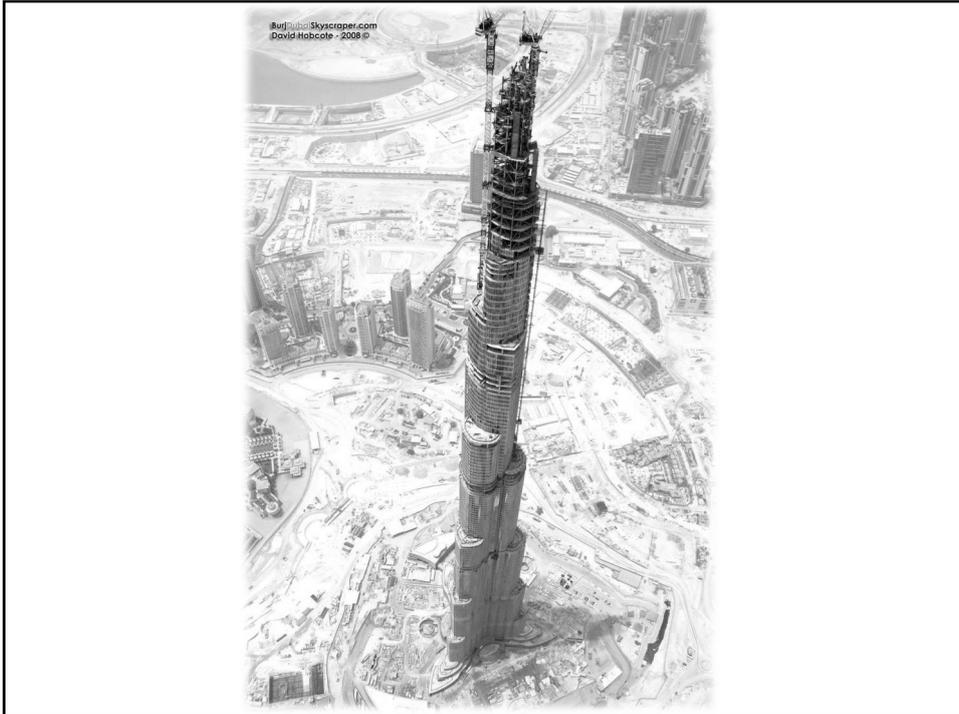
PhD Engenharia

135

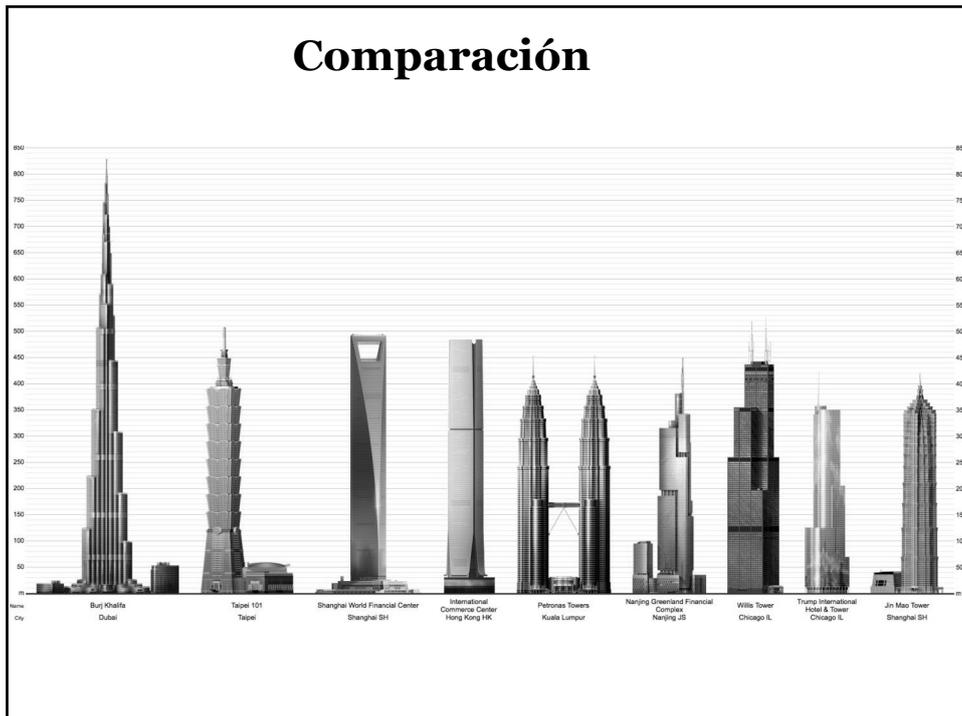
Burj Dubai - World tallest (2008)



136



137



138

El Futuro edificio más alto del mundo



KINGDOM TOWER

1km de Altura

Jeddah, Arábia Saudita

Los cálculos predicen que la Kingdom Tower va a consumir un mínimo de 500 mil m³ de concreto

139



140



141

**En 100 años, el concreto
superó todos los límites
y fronteras de
conocimiento de
Arquitectura y
Ingeniería de Proyecto y
Construcción!**

142

y continúa ... en
franca evolución sin
predicción de límites o
reemplazo!

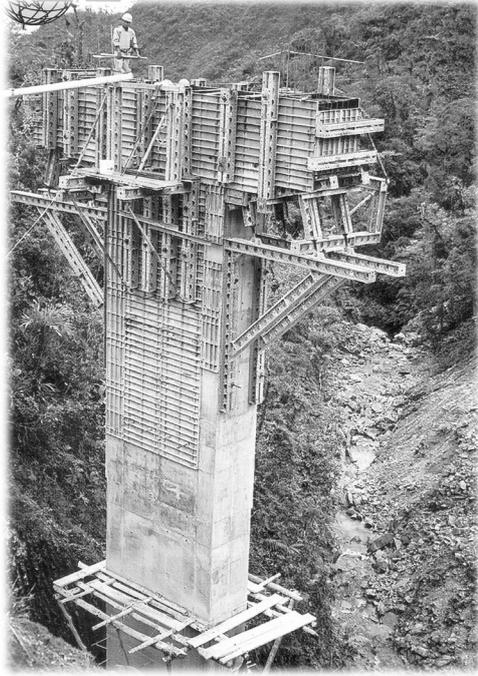
PhD Ingeniería

143

***Arquitectos e Ingenieros Civiles
construyen obras de referencia
de la fuerza, la grandeza, el
poder y el desarrollo de las
civilizaciones.***

***Reflejan su historia, sus sueños y
sus ideales en obras majestuosas
y duraderos que elevan la
autoestima de su pueblo.***

144



***Educación Continua,
la responsabilidad y el
compromiso en la
práctica, la
investigación y el bien
de diseño profesional,
gestionar y construir,
con la ética y la
calidad, es la clave
para mantener esta
importancia y la
vocación de la
arquitectura y la
ingeniería civil.***

145



146