

Desarrollo global, riesgos y oportunidades para las construcciones a base de cemento

Vanderley M John

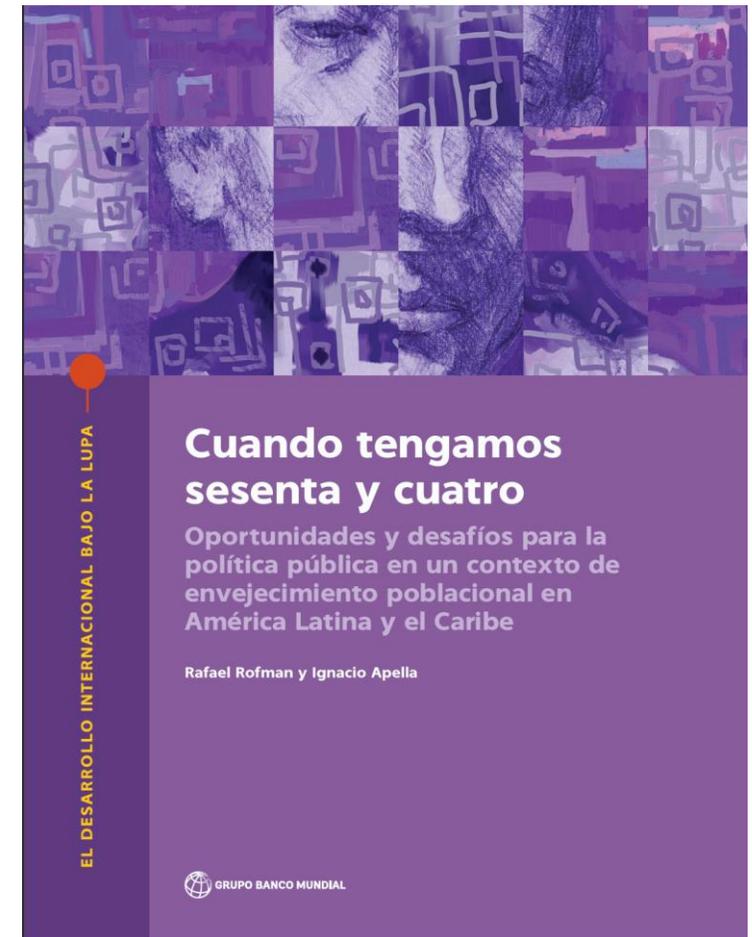
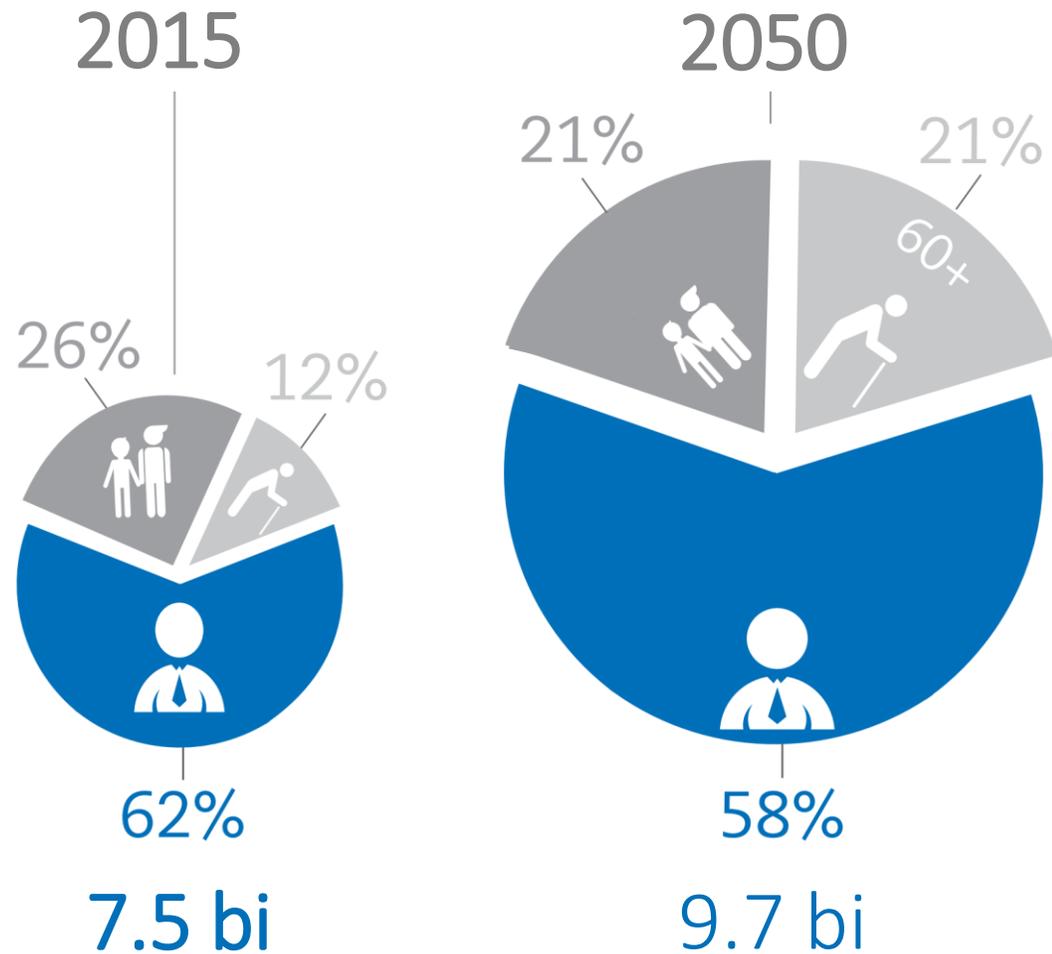
Ciudad de Guatemala, Maio 2024



Cambio demográfico: envejecimiento y reducción de la población

La demanda por productividad.

Envejecimiento de la población



¿Cómo será la construcción con una fuerza laboral envejecida?



Goggles (1)

These goggles make the trainee experience the changes in visual function, such as the loss of the peripheral vision and deteriorated sight due to cataracts.
Material: vinyl chloride.



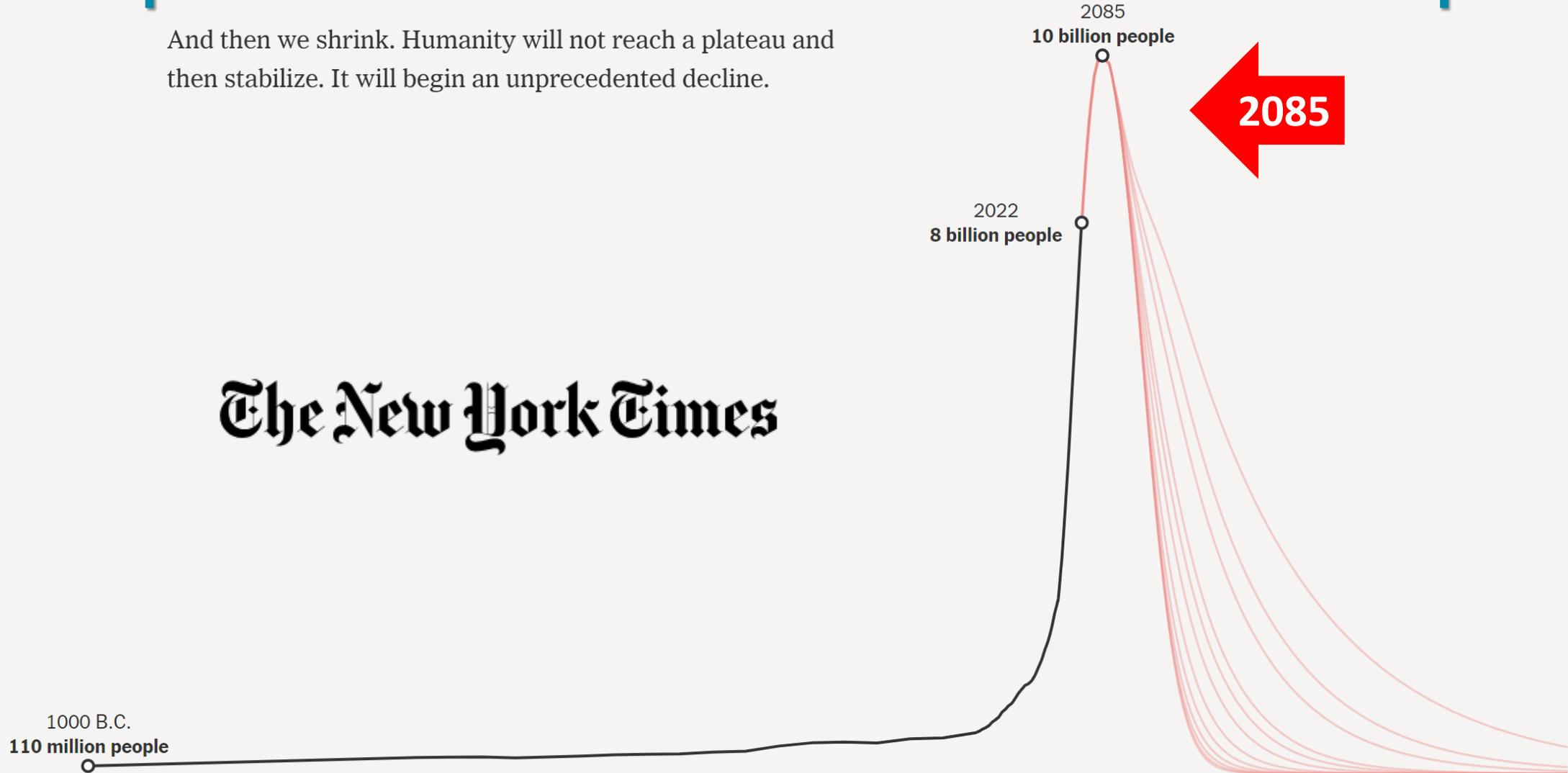
¿Cuál es el impacto del envejecimiento en la construcción autogestionada?



El mercado de bolsas tiende a disminuir.

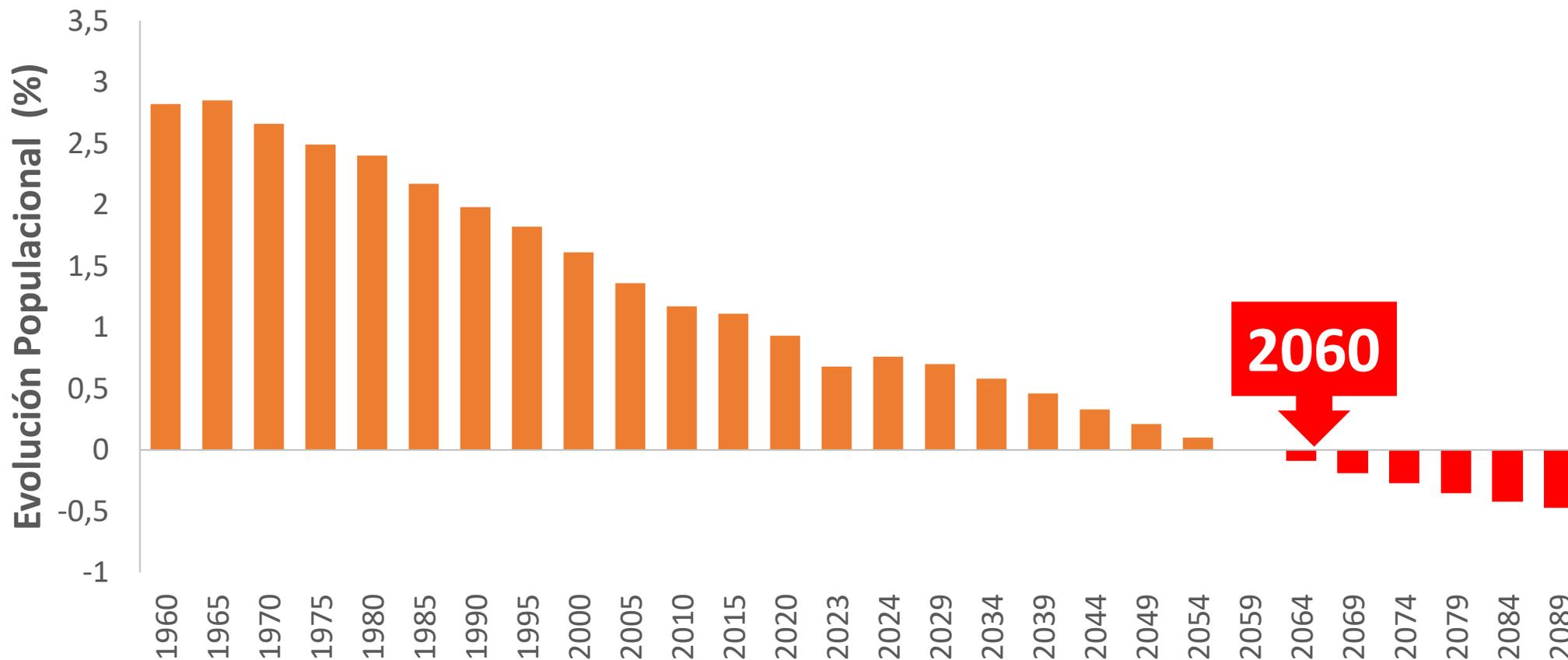
La población mundial disminuirá en medio plazo

And then we shrink. Humanity will not reach a plateau and then stabilize. It will begin an unprecedented decline.



The New York Times

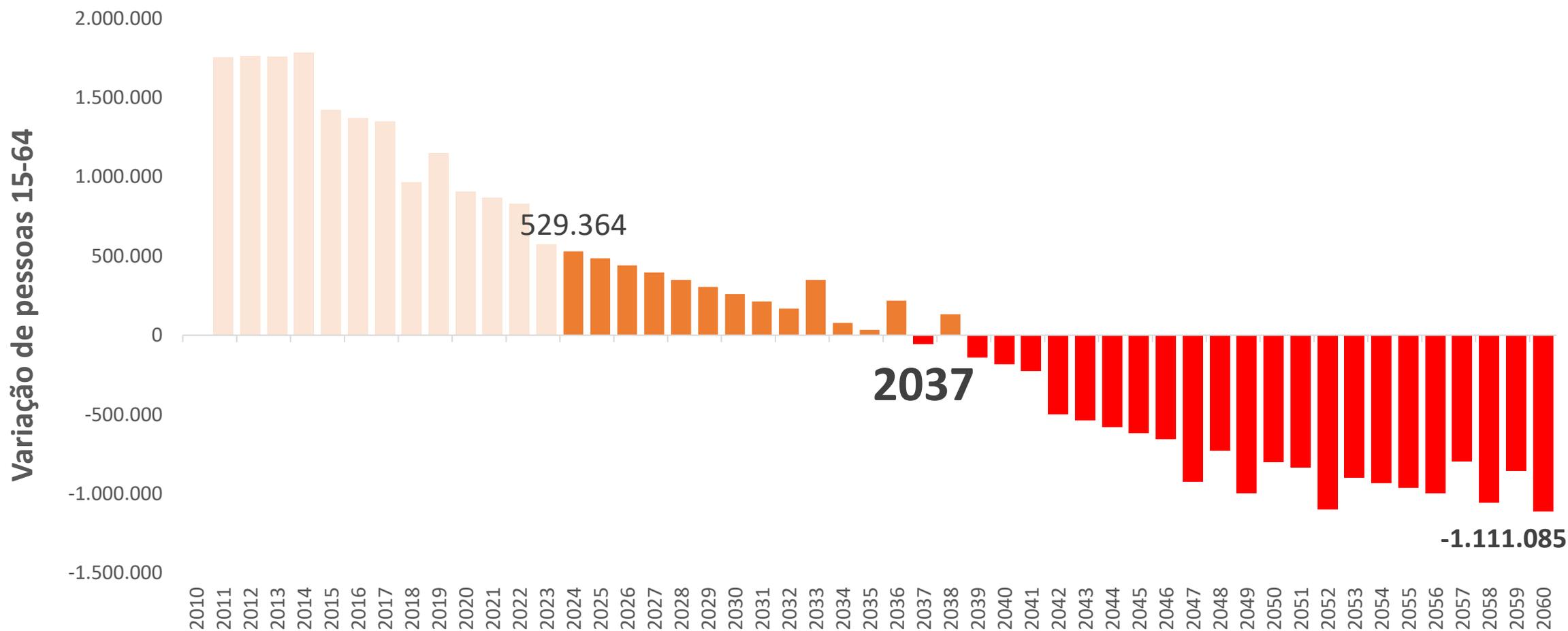
Desaceleración del crecimiento y reducción futura de la población



<https://worldpopulationreview.com/continents/latin-america-population>

Evolución de la oferta de mano de obra (Brazil)

Variación anual de la población entre 15 y 64 años a partir del IBGE 2023



Consecuencias del cambio demográfico

- Reducción progresiva de la **oferta de mano de obra**
- Crecimiento de los **costos de mano de obra**
- Demanda por **productividad** elevada
- Pérdida de competitividad de los sectores con baja productividad

Crecimiento económico: solo con aumento de productividad

Productividad laboral en la construcción (US \$/h trabajada)

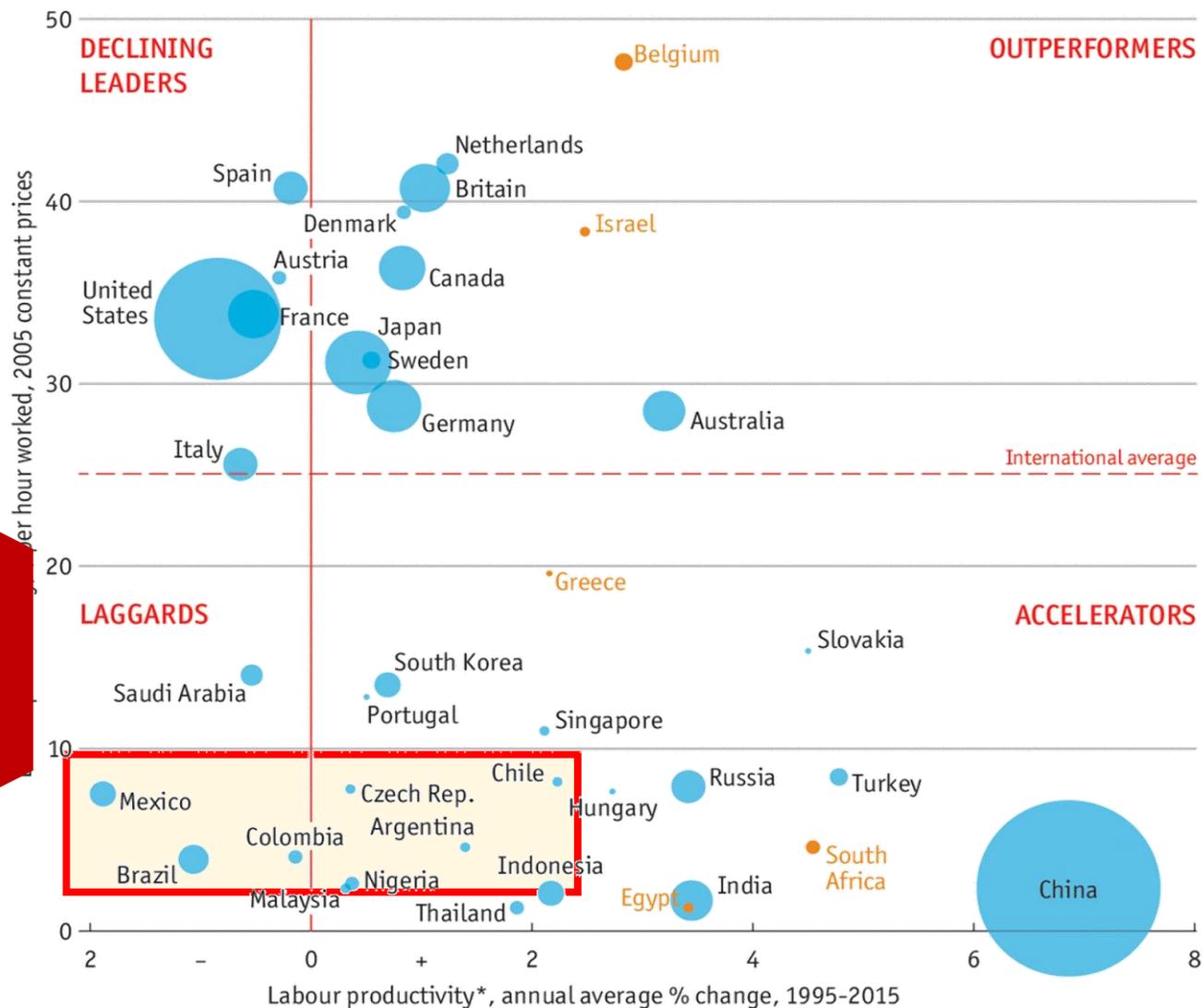
1/5

Means of production

Construction, productivity levels against growth rate

● Construction productivity growth exceeds total economy growth

1,000
500
Size indicates construction investment 2015, \$bn



Source: McKinsey Global Institute

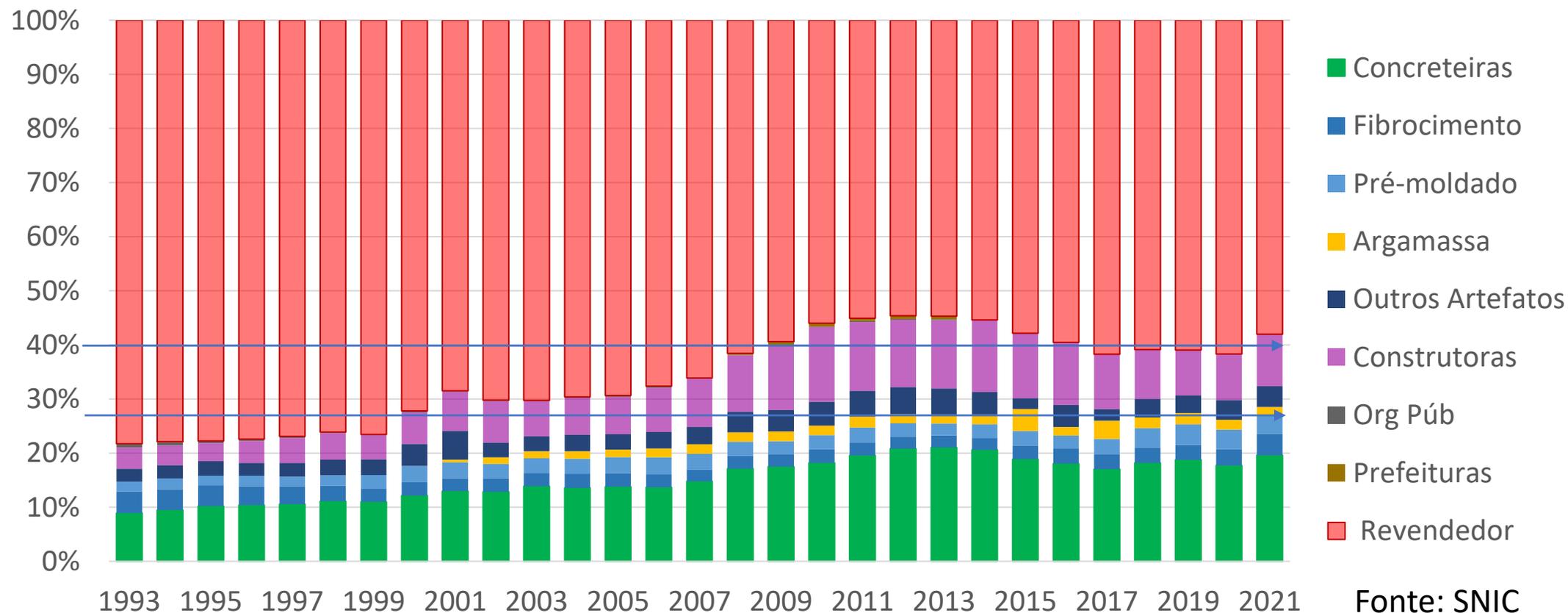
*Value-added per hour worked by persons employed

Productivity isn't everything,
but in the long run,
it's almost everything.

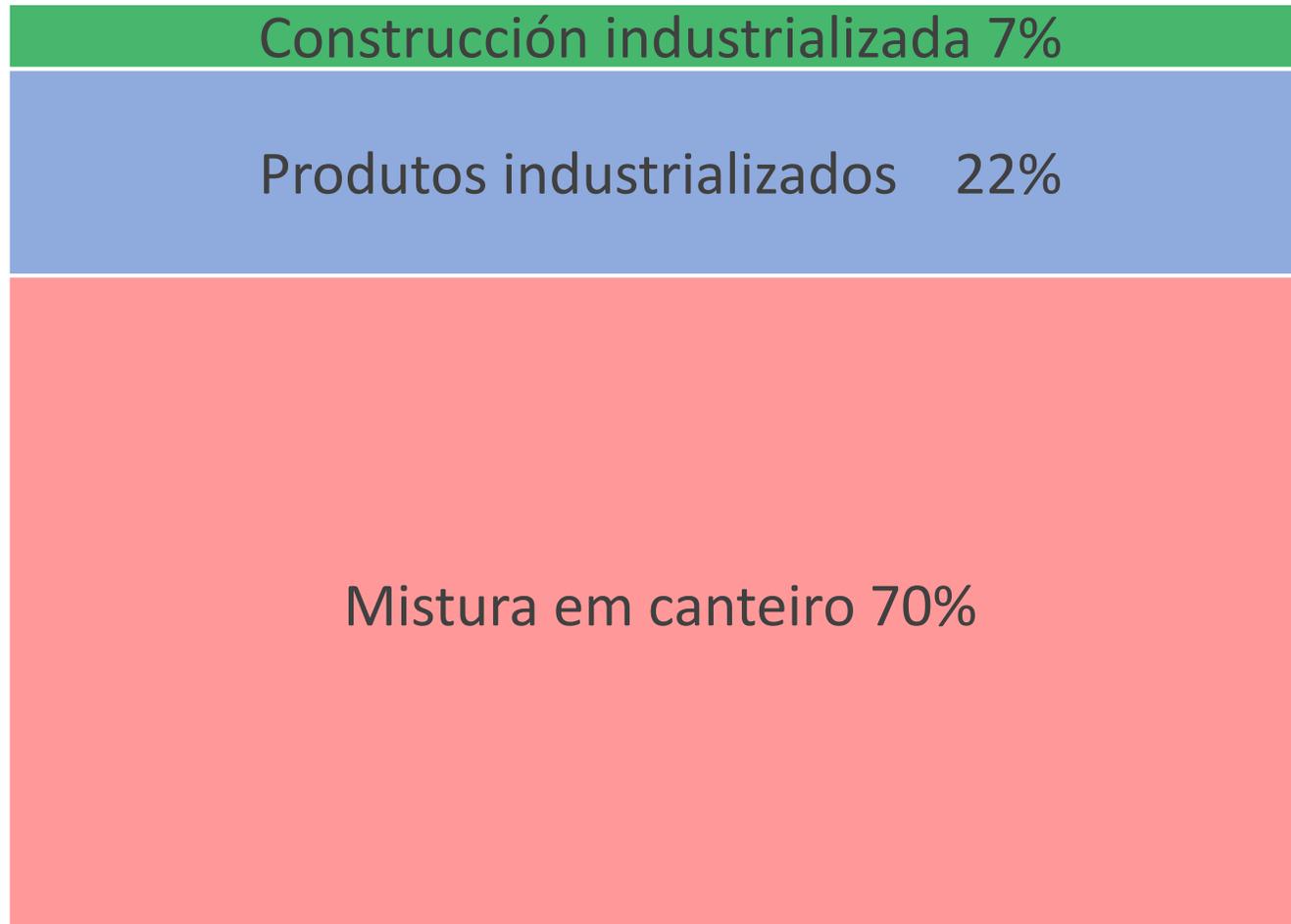
Paul Krugman,
Emeritus Professor at Princeton University

[Productivity for prosperity: 'In the long run, it is almost everything' \(worldbank.org\)](http://worldbank.org)

Cimento en bolsa: construcción de baja productividad



Brazil: Construcción industrializada: <10% del mercado del cemento



¿Cuál es la productividad laboral en el uso del cemento?



Cascudo & Carasek 2007

El mercado del futuro requerirá una alta productividad.

¿Cómo aumentar la productividad de la mano de obra que utiliza cemento?

¿Qué es el cemento de construcción de alta productividad?

- Construcción formal será industrializada
 - **Cementos de alta resistencia inicial**
 - Productos optimizados para cada aplicación
 - Producción digital
 - Autocompactante
 -?
- Construcción informal o casi informal
 - Productos industriales de cemento: morteros, concretos, componentes
 - Facilidad y rapidez de construcción
 - **Bajo esfuerzo físico**
 - Montaje de piezas ligeras

Cambio climático afectará la composición, el mercado y el costo del cemento

Porto Alegre, Brasil, 05 de Maio de 2024







Com 70% da cidade sem água, prefeito pede que moradores com casa no litoral deixem Porto Alegre

Capital gaúcha enfrenta desabastecimento após o rio Guaíba transbordar e atingir o maior nível da sua história

O TEMPO brasil

Publicado em 05 de maio de 2024 | 18:20





Franca. Brasil (26 set 2021)



CHUVAS

Bombeiros encontram 65º corpo e encerram as buscas no Sahy

Estrutura no local seguirá caso novas informações de desaparecidos surjam



i

Guerra da Ucrânia faz 1 ano com leva de exilados

Um ano após a Rússia invadir a Ucrânia, a guerra entre os dois países, cujo desfecho é incerto, não deixou apenas mortos e feridos. O conflito separou famílias que discutiam sobre o assunto e levou milhares ao exílio, de ambos os lados. Na Rússia, sob forte propaganda estatal, 20% da população creu em vitória militar de Moscou, e 17% vê o passo sem sentido. *Maria do AM*

Governo defende regulação de redes em fórum da ONU

Em carta à Onu, Luiz Inácio Lula da Silva (PT) defendeu regulação das redes sociais para evitar o que chamou de ameaça à democracia por plataformas online. O documento foi lido em conferência global da Onu. O Planalto vê resistência do Congresso sobre o tema. *Isabela AI*

Venda de carne à China é suspensa após vaca louca

Isabela AI

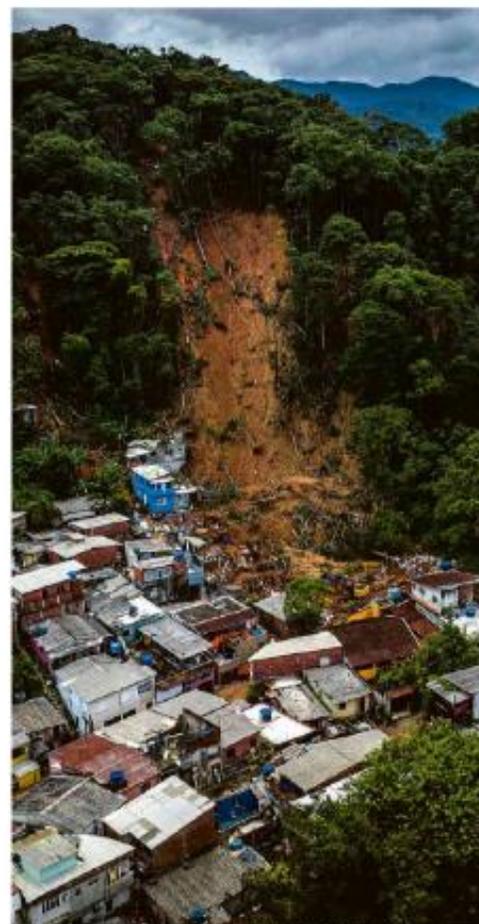
atualizado 05

Imperatriz vence no Rio

Escola da zona norte quebrou o jejum de 22 anos sem título estadual ao vencer o campeonato carioca. Vencedora no Rio de Janeiro, a Imperatriz venceu, que foi o primeiro título da escola. *Isabela AI*

esporte 07

Futebol brasileiro duela por direitos de transmissão e



Um dos locais onde a terra deslizou na Barra do Sahy, em São Sebastião (SP). *Isabela AI/Agência*

Justiça de SP autoriza tirar moradores de encostas

Ministério estima haver 4 milhões sob alto risco de deslizamento; estado reforça policiamento contra saques

Sob a chuva que continua até amanhã no litoral norte de São Paulo e ante relatos de vítimas atingidas por deslizamentos de lama em morros de São Sebastião (SP), a Justiça de Caraguatatuba decidiu liminar (decisão provisória) para a suspensão compulsória de pessoas que vivem em áreas com risco de deslizamento. Até então, ao menos 40 pessoas haviam morrido, e mais de 30 estavam deslocadas na região, onde as buscas prosseguem. A medida, pedida pela Procuradoria Geral do Estado de São Paulo e pelo município de São Sebastião, tem caráter preventivo e provisório e deve cessar tão logo a situação climática melhore, diz o governo.

Adicionalmente, o governo parará de emitir licenças para a construção de obras em áreas com alto risco de deslizamento. O ministro da Justiça, Alexandre de Gusmão, afirmou que há 14 mil pontos com alto risco de deslizamento pelo país, habitados por 4 milhões de pessoas, e prometeu a construção de moradias populares. Em meio aos esforços de resgate em São Sebastião, o governo paulista reforça o policiamento para evitar saques após relatos de deslocações de desastres. *Isabela AI*

PAINEL: Lei de proteção ambiental continua incompleta depois de dez anos

Bruno Bagnolin: Reação a desastre pode ser vantagem

Desastres e crises humanitárias são eventos políticos porque dão ao governo elementos para construir sua imagem. A dimensão do efeito depende de mais fatores, como a proximidade das eleições, a ocupação do noticiário e a sensação de bem-estar da população depois. *Isabela AI*

Centrão busca base paralela de apoio a Lula no Congresso

Articuladores do governo e de Lula no Congresso estão fora da base formal do presidente Lula Inácio Lula da Silva (PT) no Congresso vislumbram uma base paralela de apoio com até 70 deputados e 25 senadores, dados as negociações com PL, PP, Republicanos e Podemos. *Isabela AI*

Zambelli critica Bolsonaro e quer trégua com STF

Para a deputada federal

Mitigación + adaptación

Nuestro futuro depende de la
Mitigación de las emisiones de GEI y
Adaptación del ambiente construido
a sus efectos inevitables

VM John USP © 2022

The
Economist

Delta's beta: how much worse to come?

Where South Africa goes next

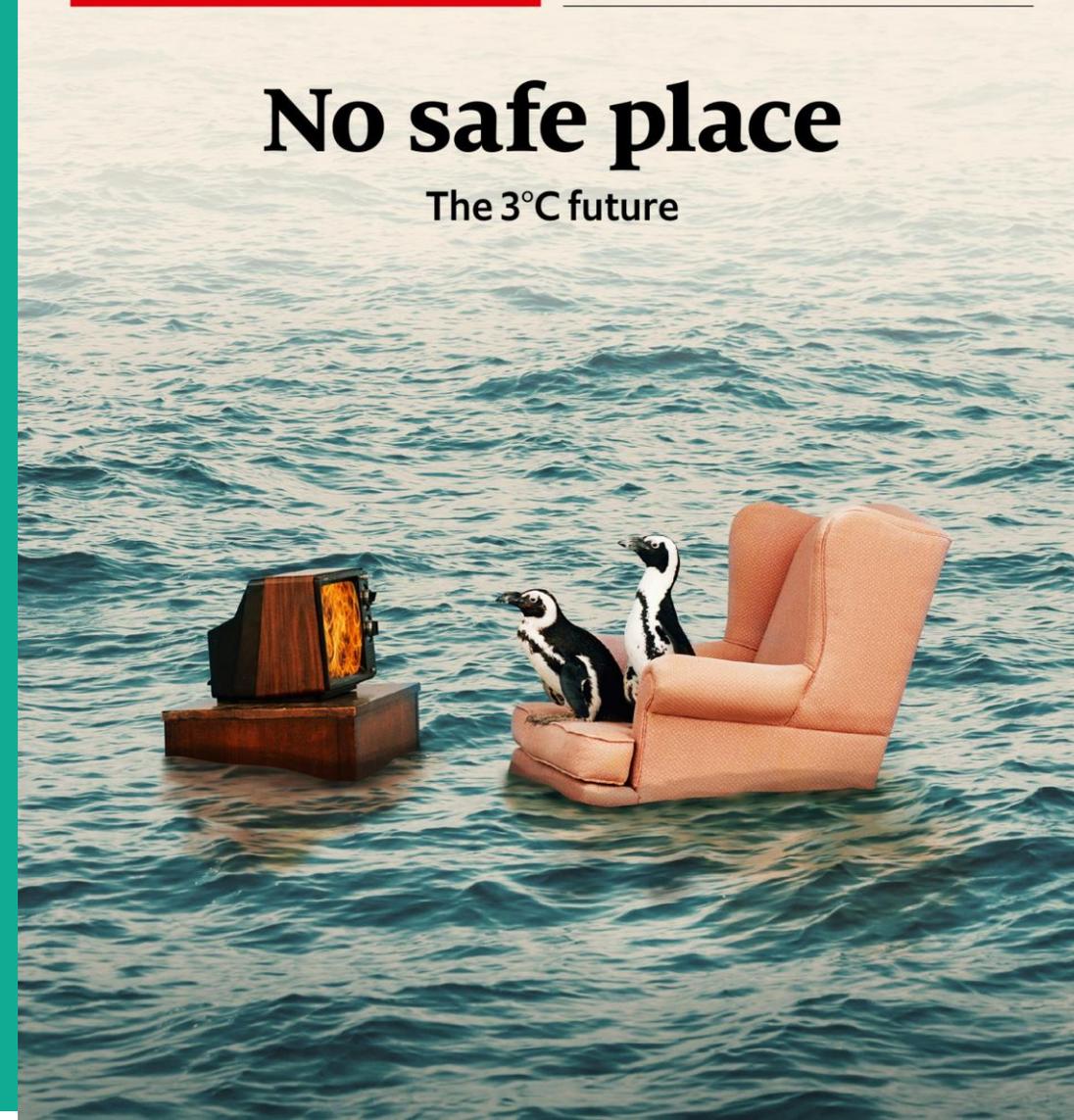
Chinese v American antitrust

The ethics of primate research

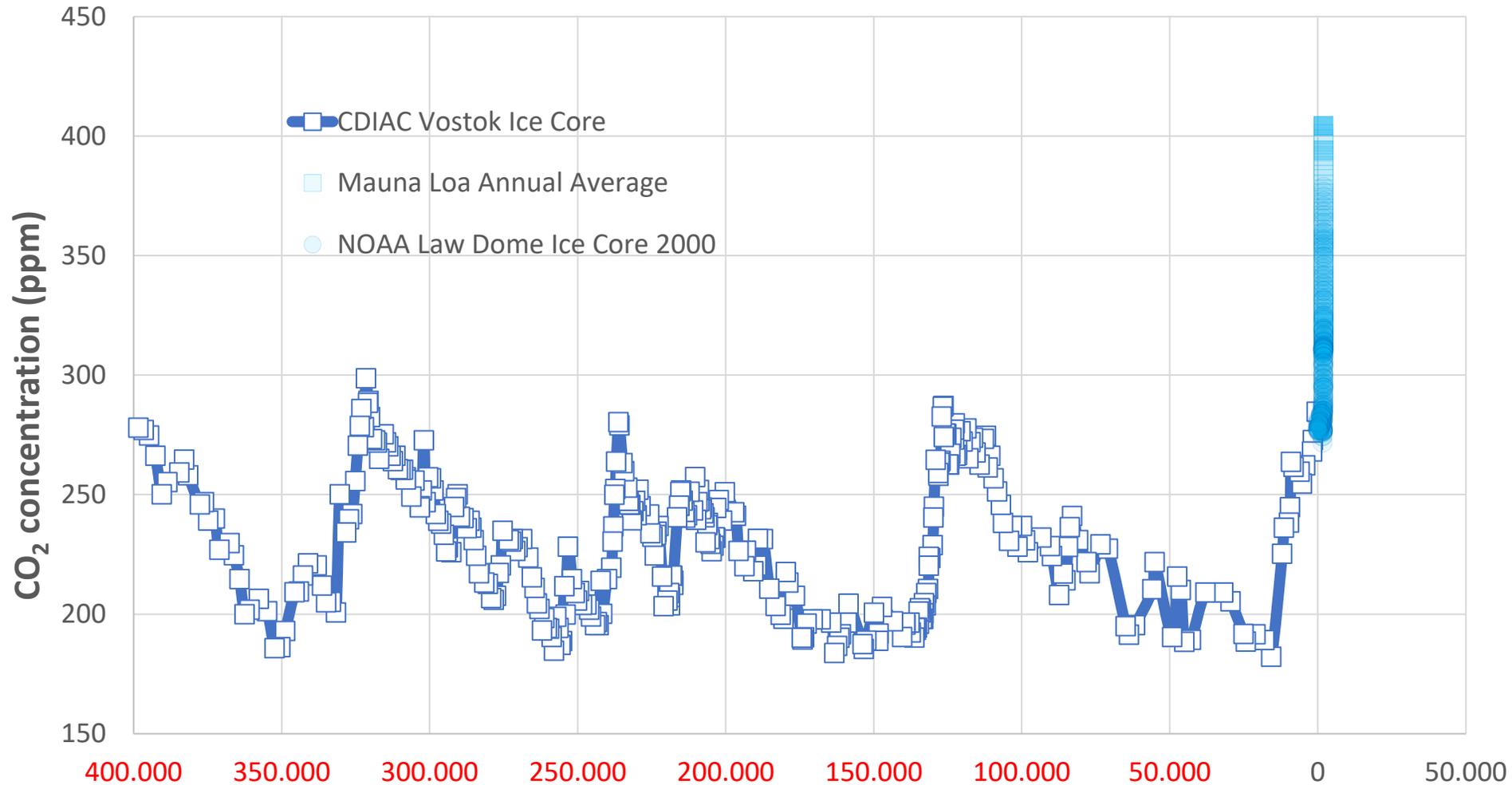
JULY 24TH-30TH 2021

No safe place

The 3°C future



Causa raíz: Aumento del CO2 en la atmósfera



SCIENCE APR 13, 2024 7:00 AM

Toronto Wants to Manage Storms and Floods—With a Rain Tax

Outcry reached such a crescendo last week that the city canceled public hearings on the tax, which is intended to help offset the hundreds of millions spent managing stormwater and basement flooding.



Los impactos de los eventos extremos movilizarán cada vez más a la población

Rechazo progresivo de productos e industrias asociados a altas emisiones de carbono

La precificación del carbono será ambiental y políticamente necesaria.

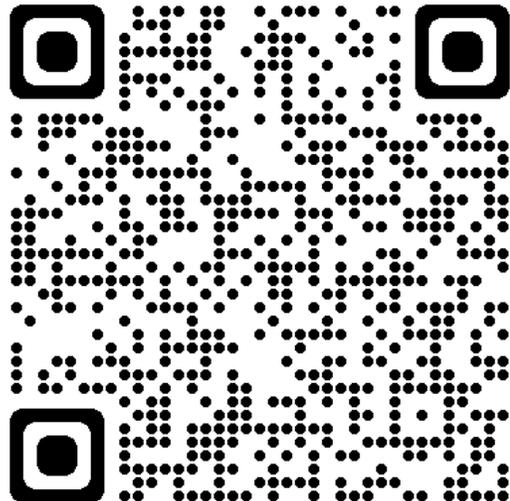
Es fundamental para os negocios, porque torna viable las soluciones de bajo carbono innovadoras

GCCA apoya la fijación del precio del carbono



GCCA position

GCCA supports the use of market-based carbon pricing to incentivise decarbonisation at lowest cost



GCCA supports the use of market-based carbon pricing to incentivise decarbonisation at lowest cost

An appropriate carbon price, as well as long-term predictability, allows companies to make the investments needed to reduce their CO₂ emissions in line with the GCCA ambition for net zero by 2050.

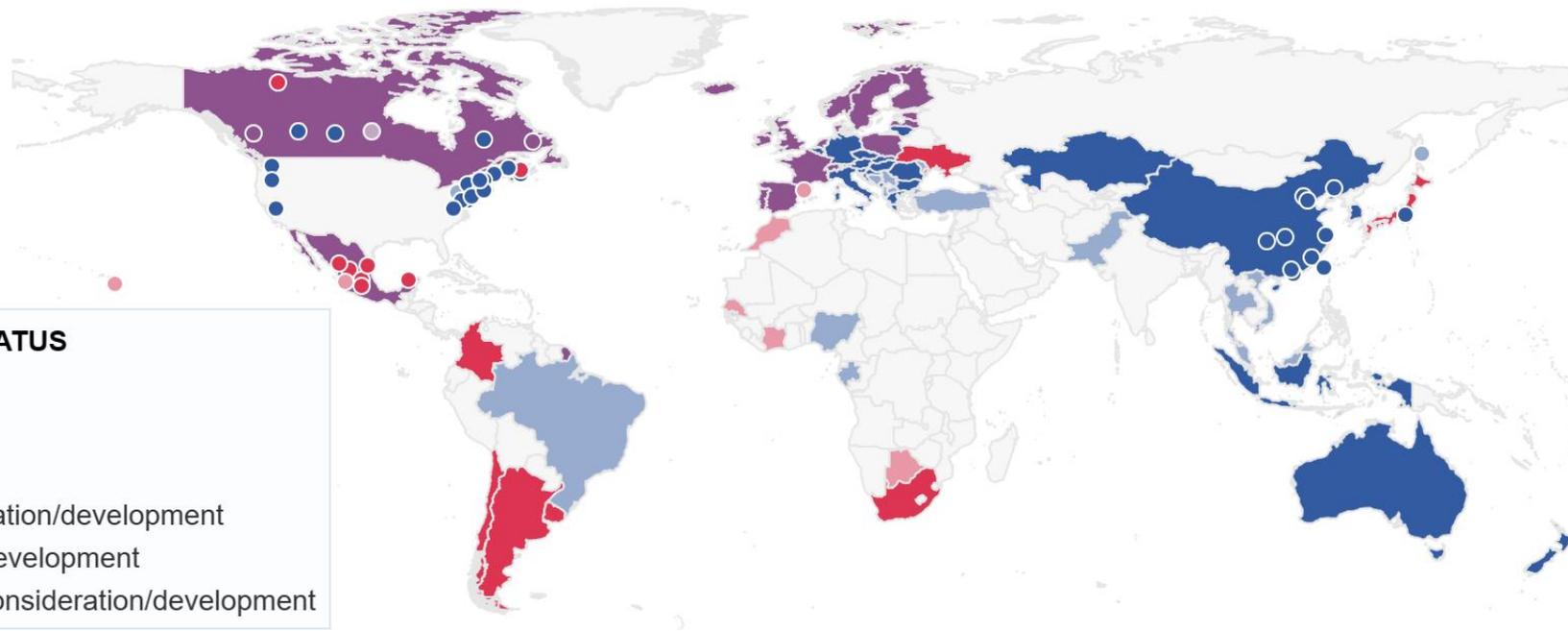
The advantage of market-based instruments such as cap-and-trade schemes is that they direct financial resources towards wherever it is most economical to reduce emissions, lowering the financial burden on society.

State and Trends of Carbon Pricing Dashboard

The State and Trends of Carbon Pricing Dashboard is an interactive online tool aimed at policymakers, businesses, and researchers. It provides the latest information on existing and emerging direct carbon pricing initiatives around the world.

Compliance carbon pricing instruments around the world, 2023

Map shows jurisdictions with carbon taxes or emissions trading systems implemented, under development or under consideration, subject to any filters applied in the table below the map. The year can be adjusted using the slider below the map.



INSTRUMENT TYPE AND STATUS

- Carbon tax implemented
- ETS implemented
- Both implemented
- Carbon tax under consideration/development
- ETS under consideration/development
- Both or undecided under consideration/development

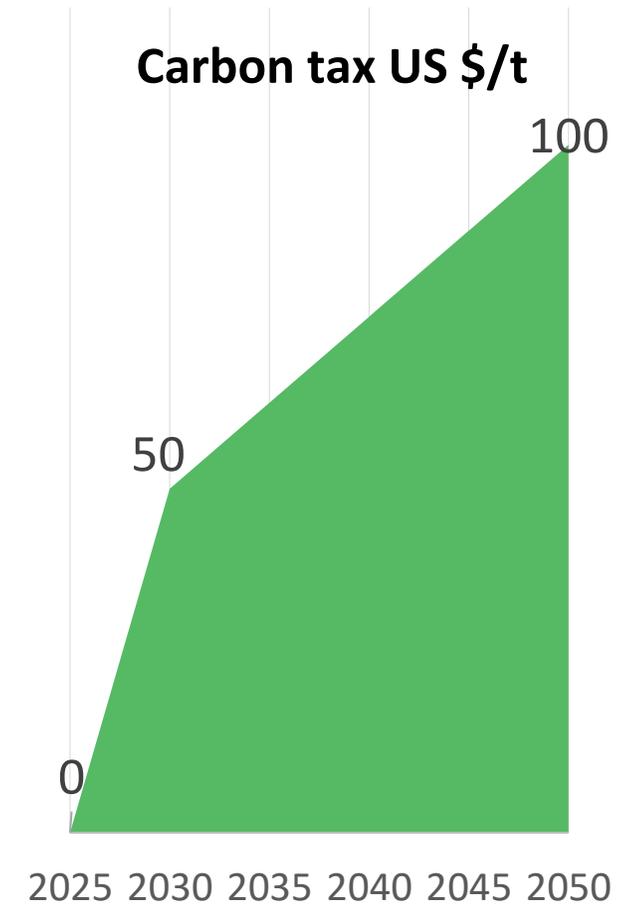
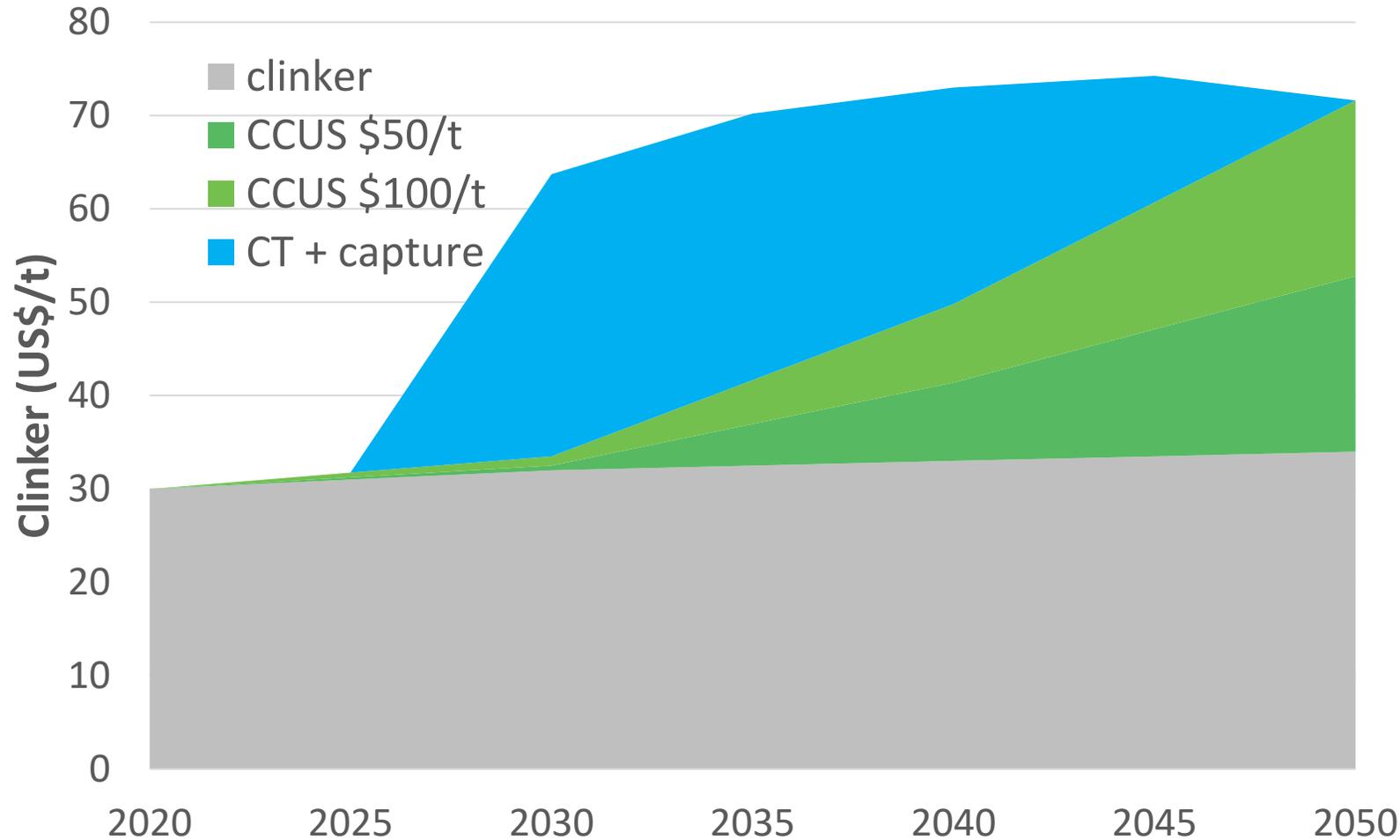
¿Clinker Portland con cero CO₂?

Imposible.

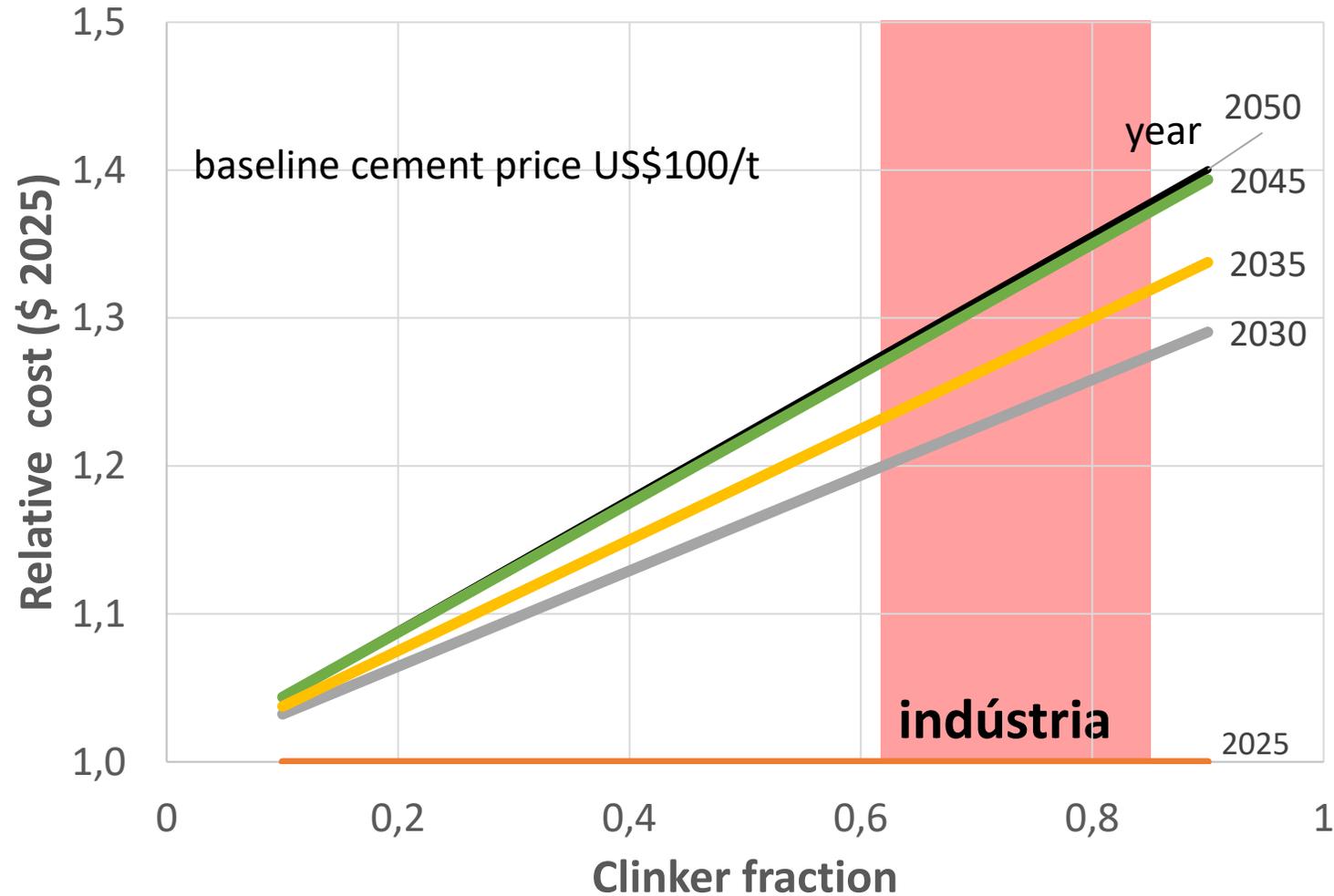
1 t de piedra caliza libera 440 kgCO₂

El costo del clínquer aumentará
con la captura o impuesto de carbono.

Precificación del carbono y costo del clínquer: un escenario

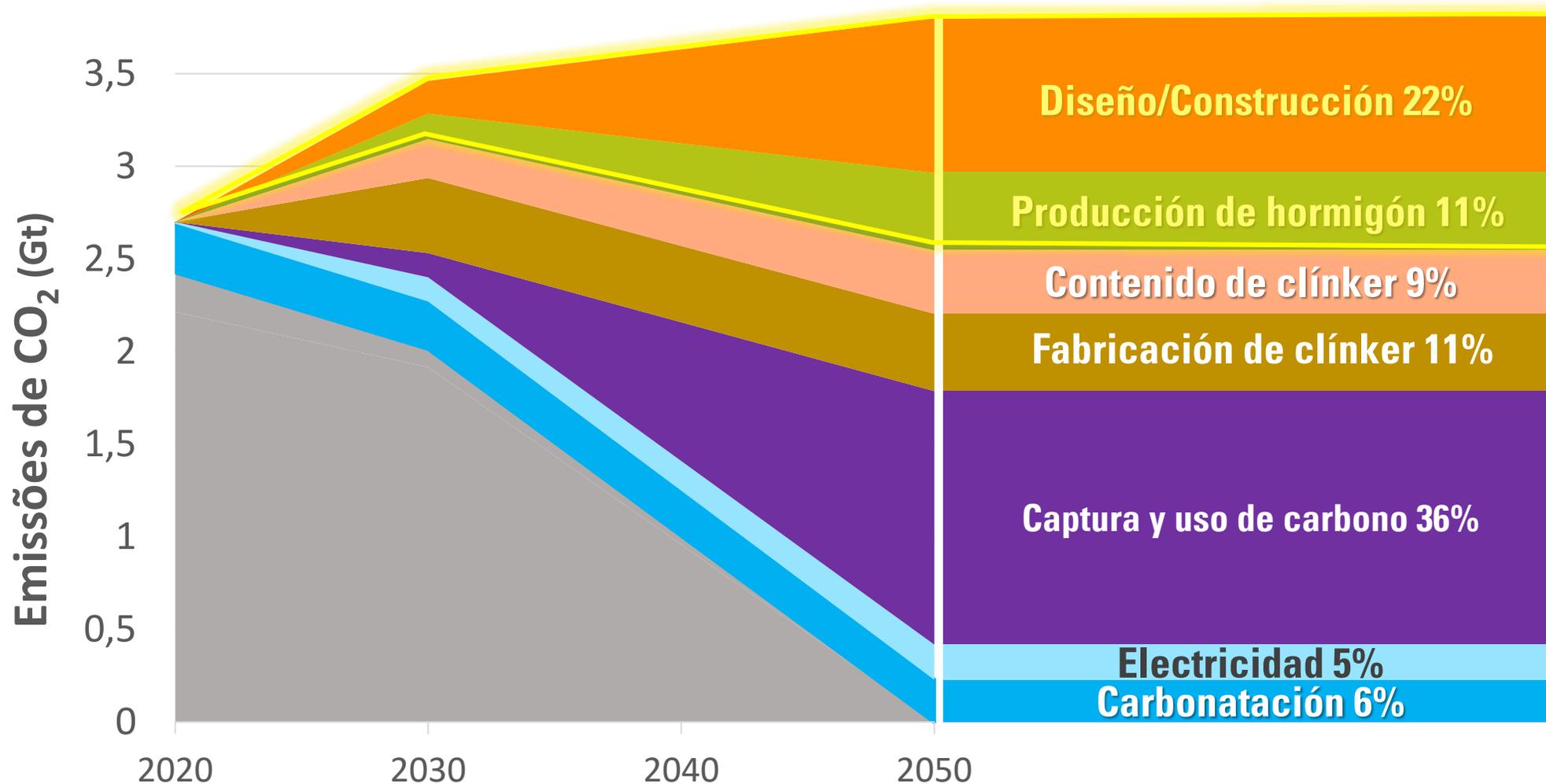


Precio del cemento f (factor clínquer)



La precificación del carbono reducirá el mercado

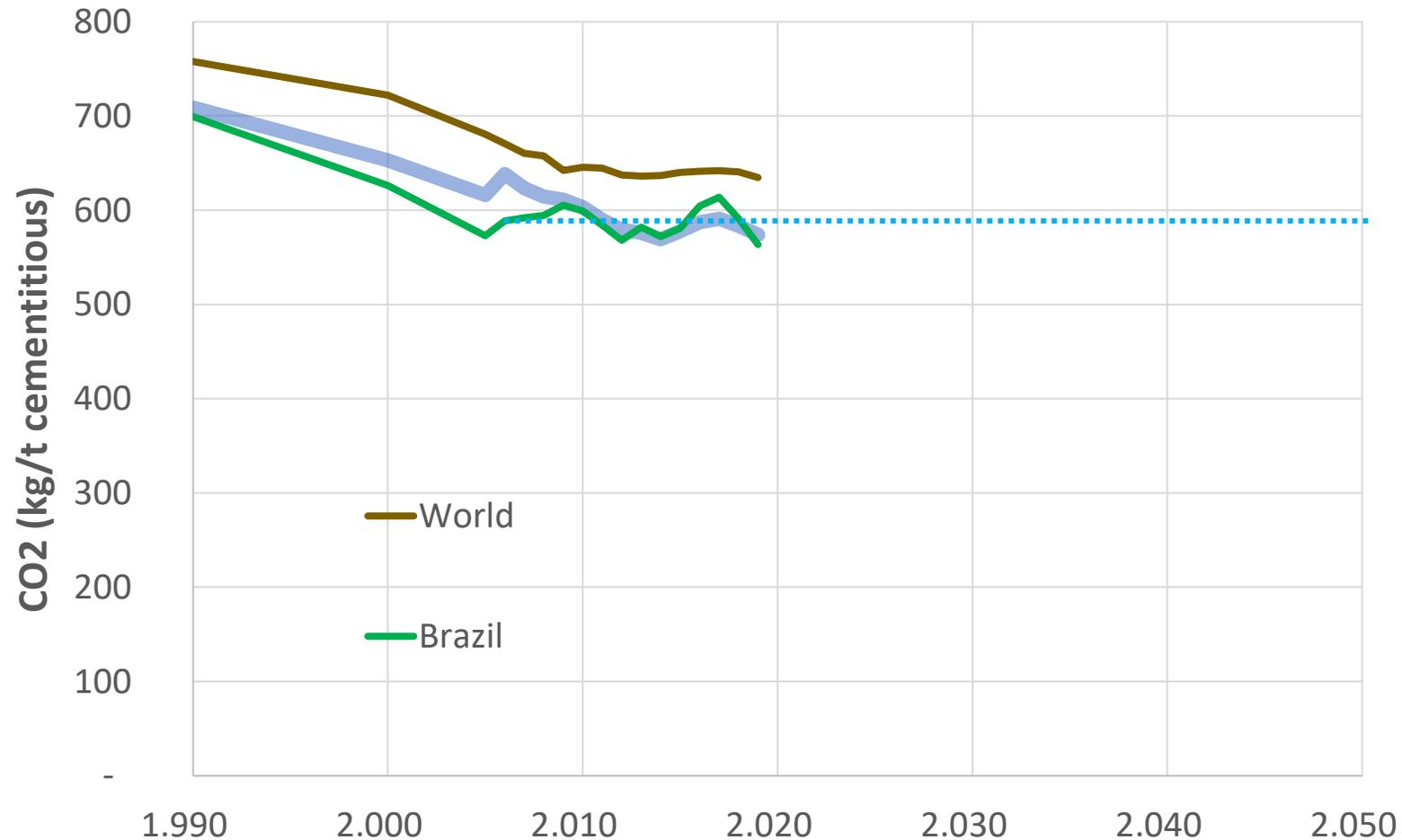
Roadmap GCCA 2021



La ruta de mitigación tradicional de CO₂

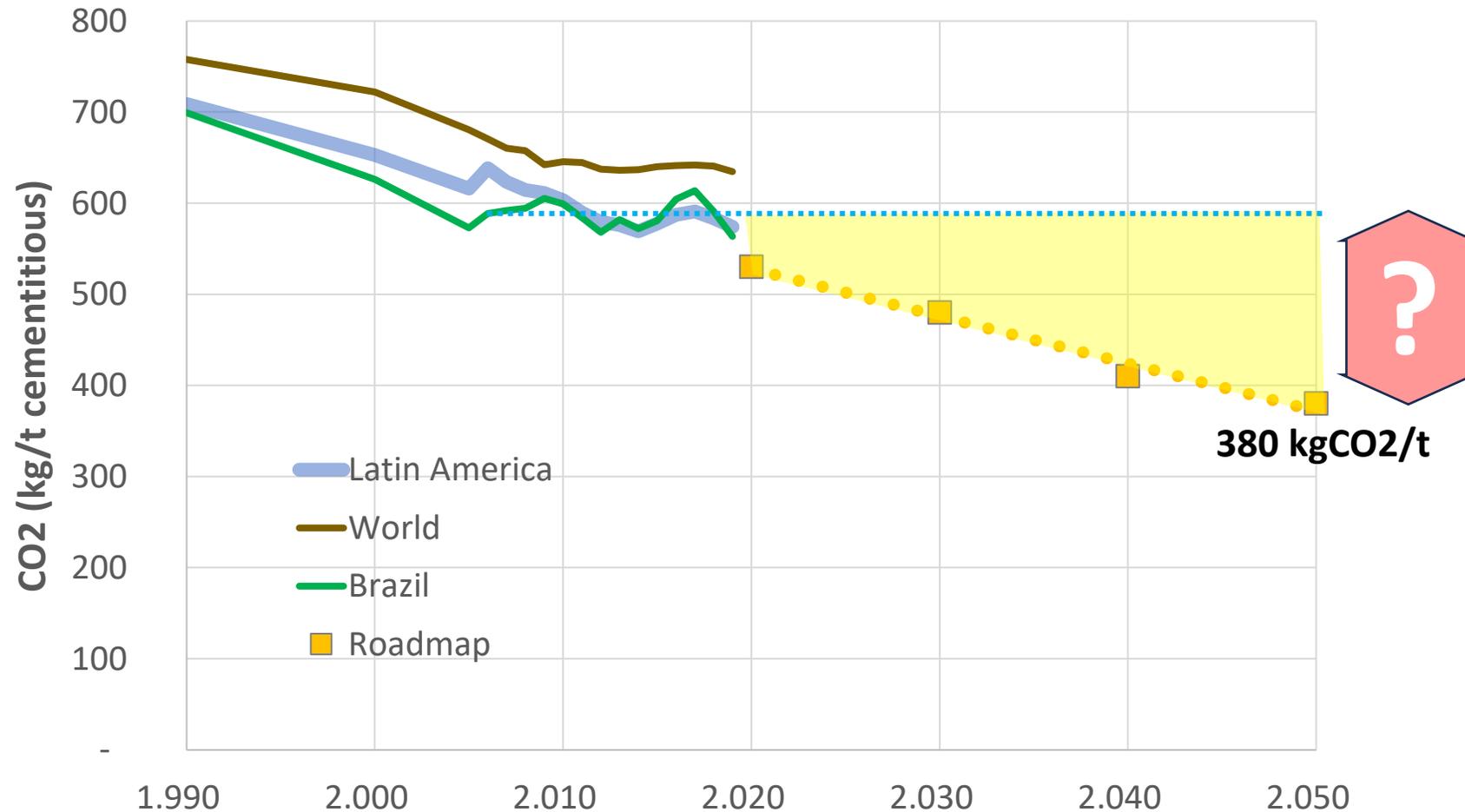
- Sustitución de clínquer
- **Molienda conjunta**
- Combustibles alternativos
- Eficiencia energética
- **Costo negativo o bajo**

Pero la huella de CO₂ del cemento se ha estabilizado



- Disponibilidad de adiciones reactivas
- Límite de dilución por filler de caliza
- Demanda de **cementos rápidos** y altas prestaciones

¿Será posible cumplir con el objetivo de la Hoja de Ruta sin cambiar la ruta tecnológica?



Precificación de carbono y costo de materiales

- Cemento >40% (promedio 0,380 kg/t * \$100/t)
- Acero < 20%
- Yeso, madera (plantada): poco afectados

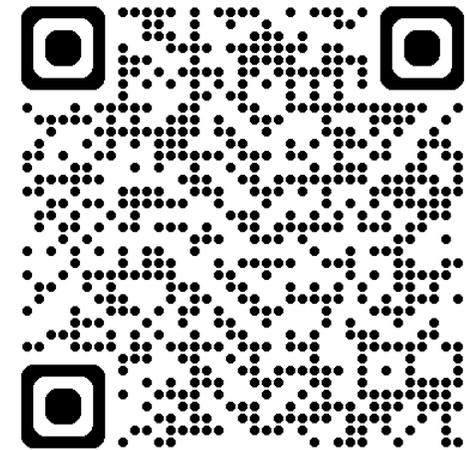
Reducción de la competitividad de los productos de cemento es un riesgo

- Costos de mano de obra
- Aumento del costo del cemento
- Mayor impacto de la fijación del precio del carbono
- Cambio social asociado a fenómenos meteorológicos extremos

¡Concreto ya no es el material preferido de los jóvenes arquitectos!

Carbono embutido en la construcción: una bandera de la industria de cemento

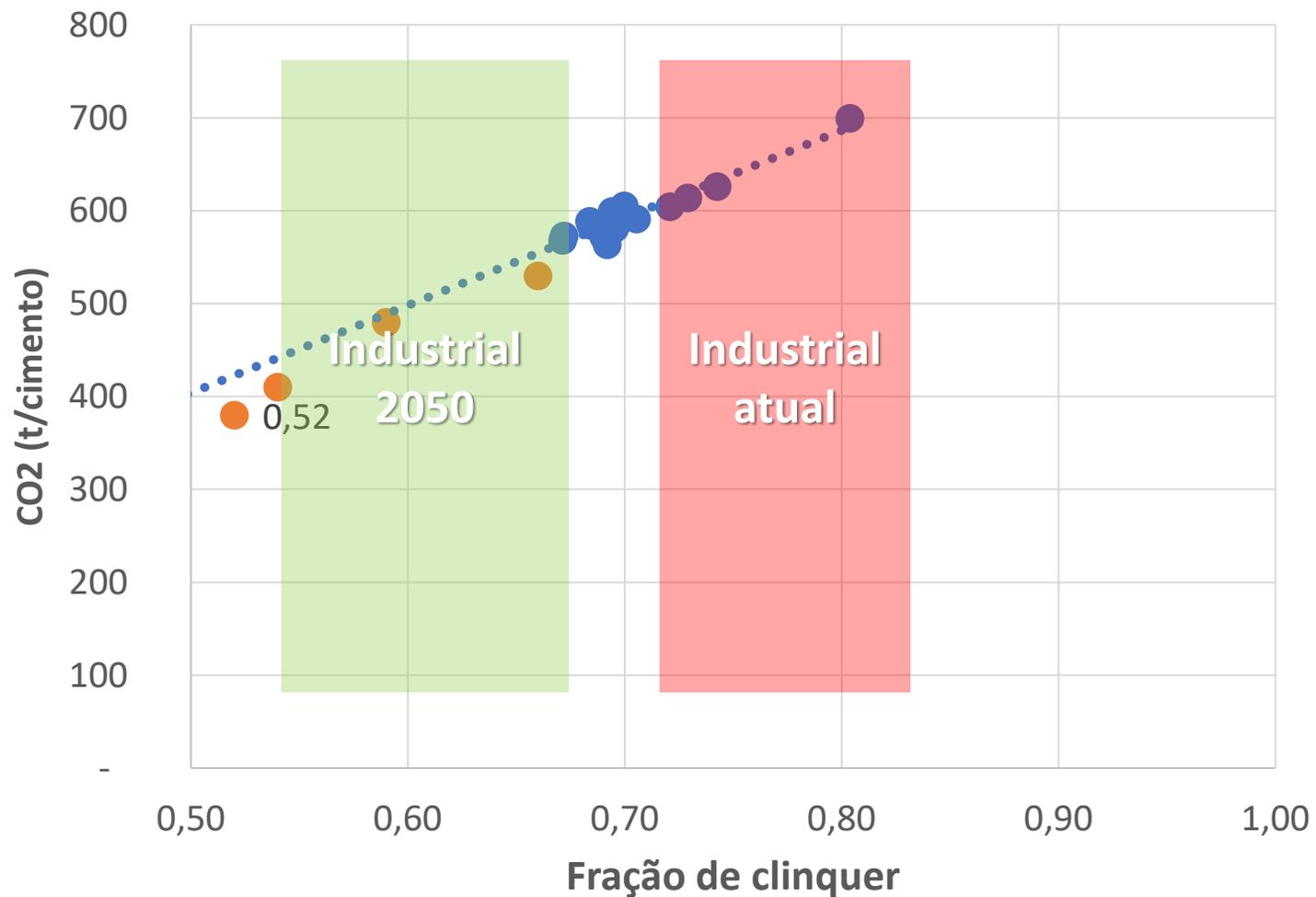
- La huella de carbono de cemento es conocida. La huella de los otros materiales no.
- En Brasil la industria de cemento lidera la introducción del sistema Brasileño de huella de carbono (SIDAC)



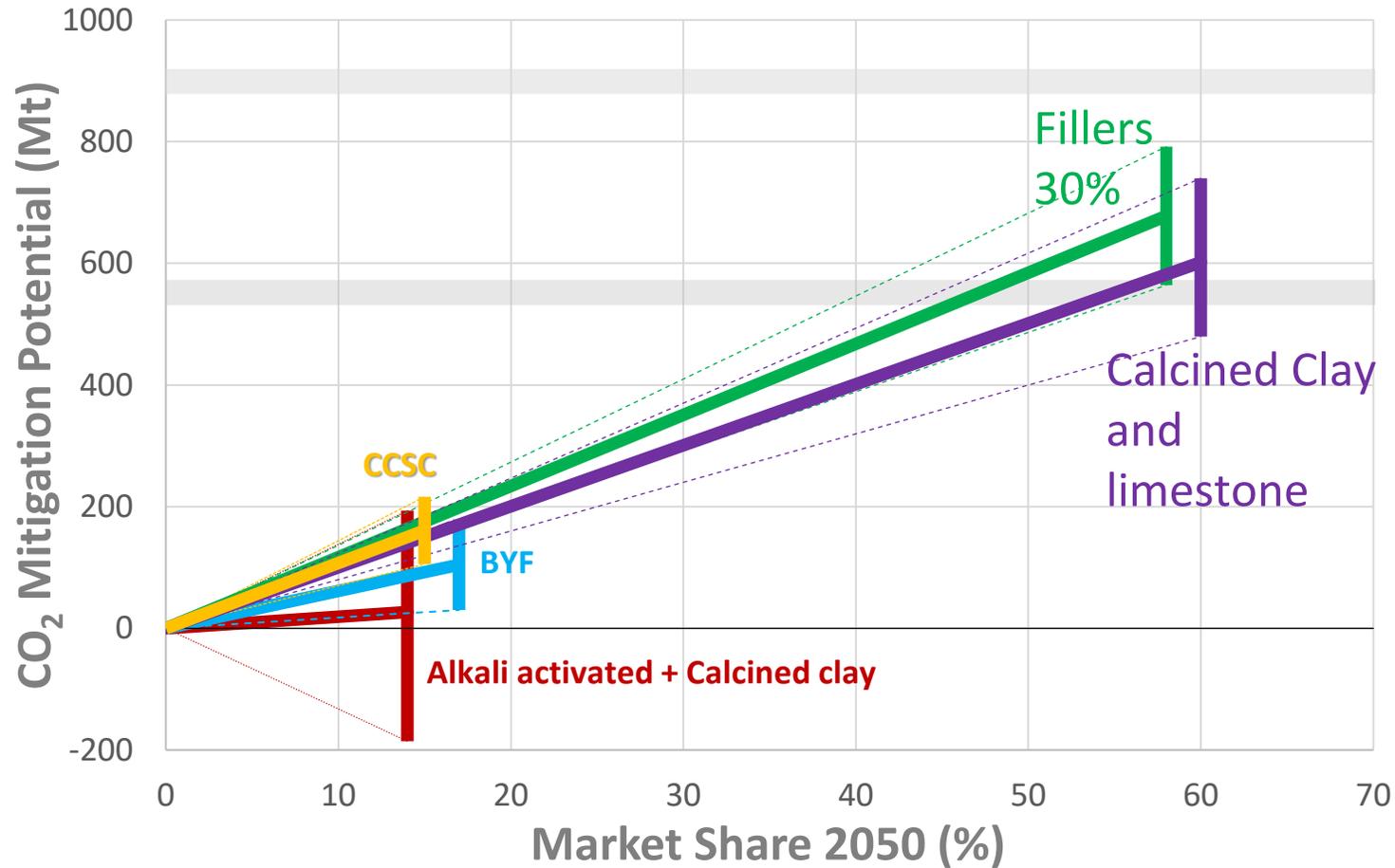
Necesitamos nuevas rutas tecnológicas de cementos de bajo carbono

costo bajo considerado el precio del carbono

¿Cementos con bajo clínquer para el mercado B2B?



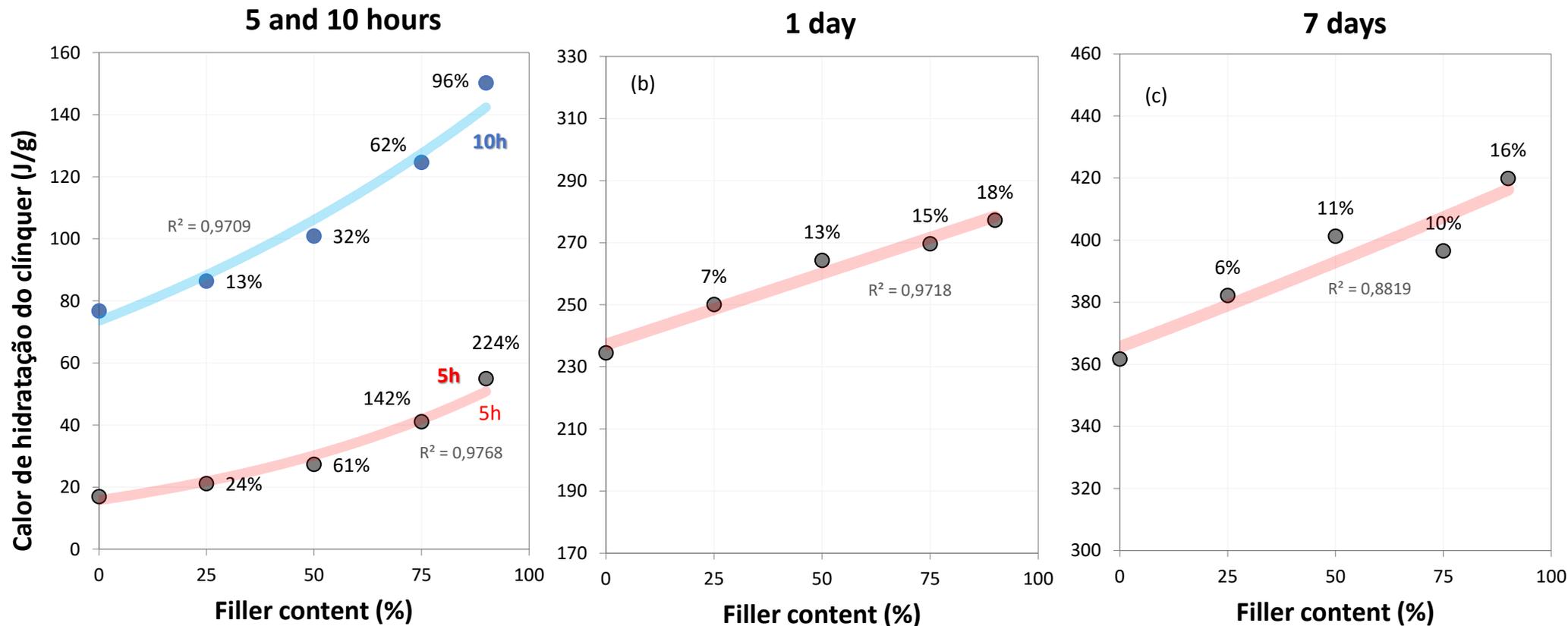
Las adiciones del futuro



Eco-efficient cements:
Potential economically viable
solutions for a low-CO₂
cement-based materials industry



Filer de pedra caliza: bajo clínquer y alta resistencia inicial



Na moagem conjunta o clínquer fica mais grosso e pode haver perda nas primeiras idades.

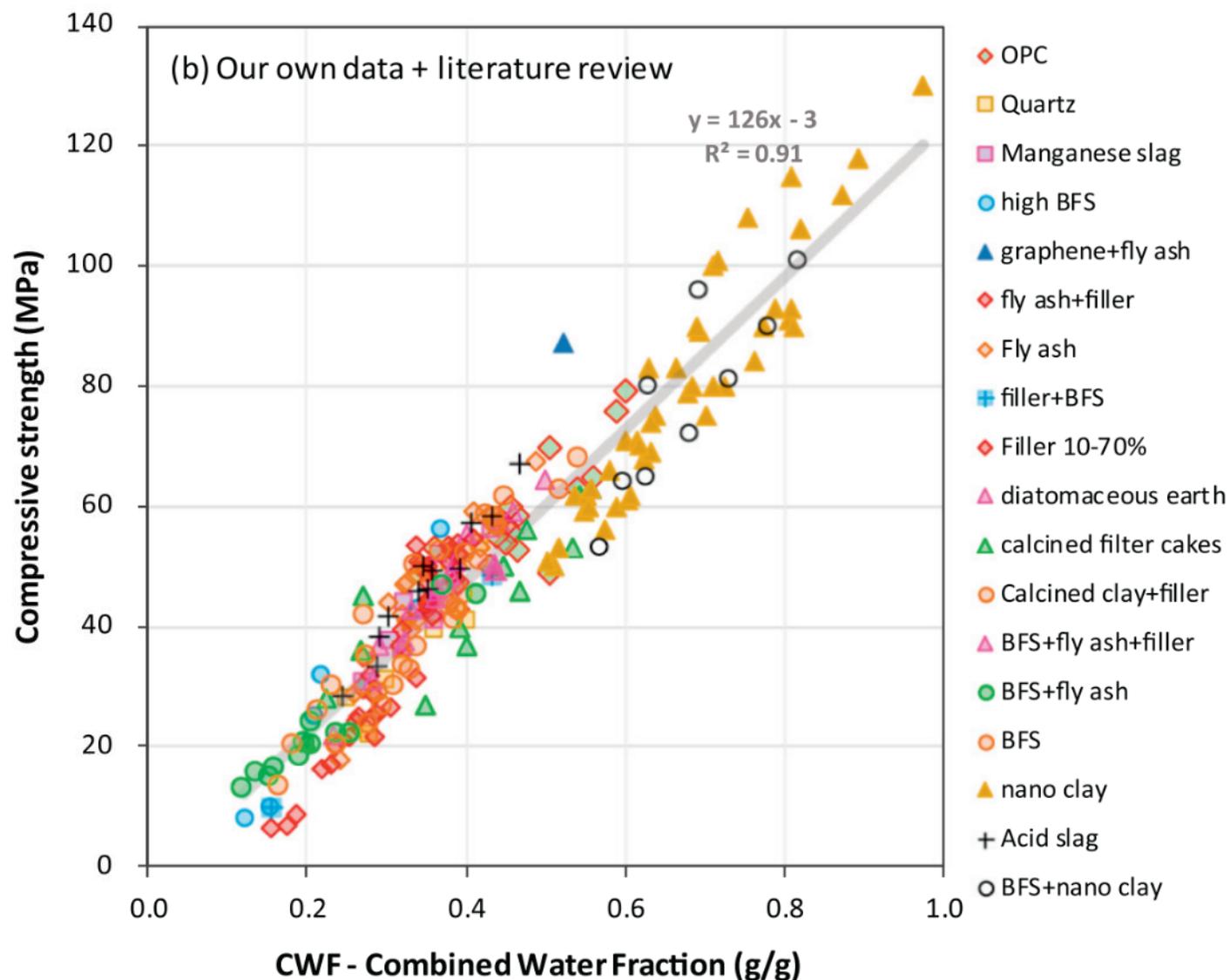
Tese Pedro Abrão – to be published

¿Cuánto “ligante” se necesita realmente?

Pregunta de Fernanda M Kemeid (~2008)

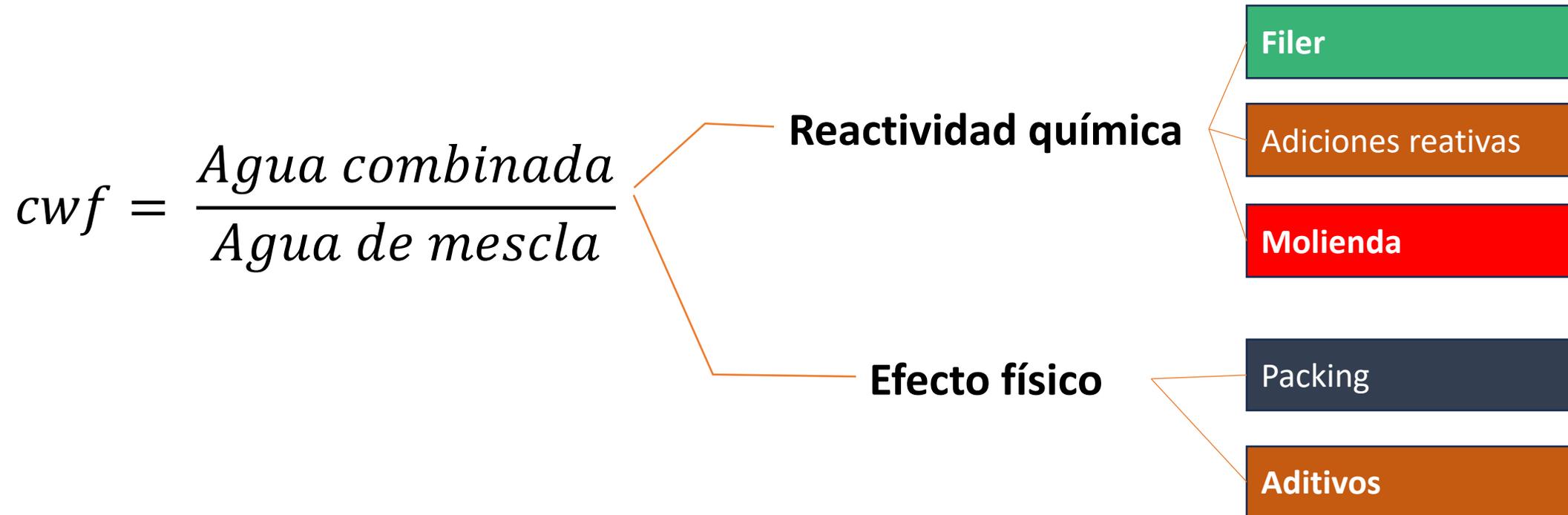


Resistencia depende del factor *cwf*

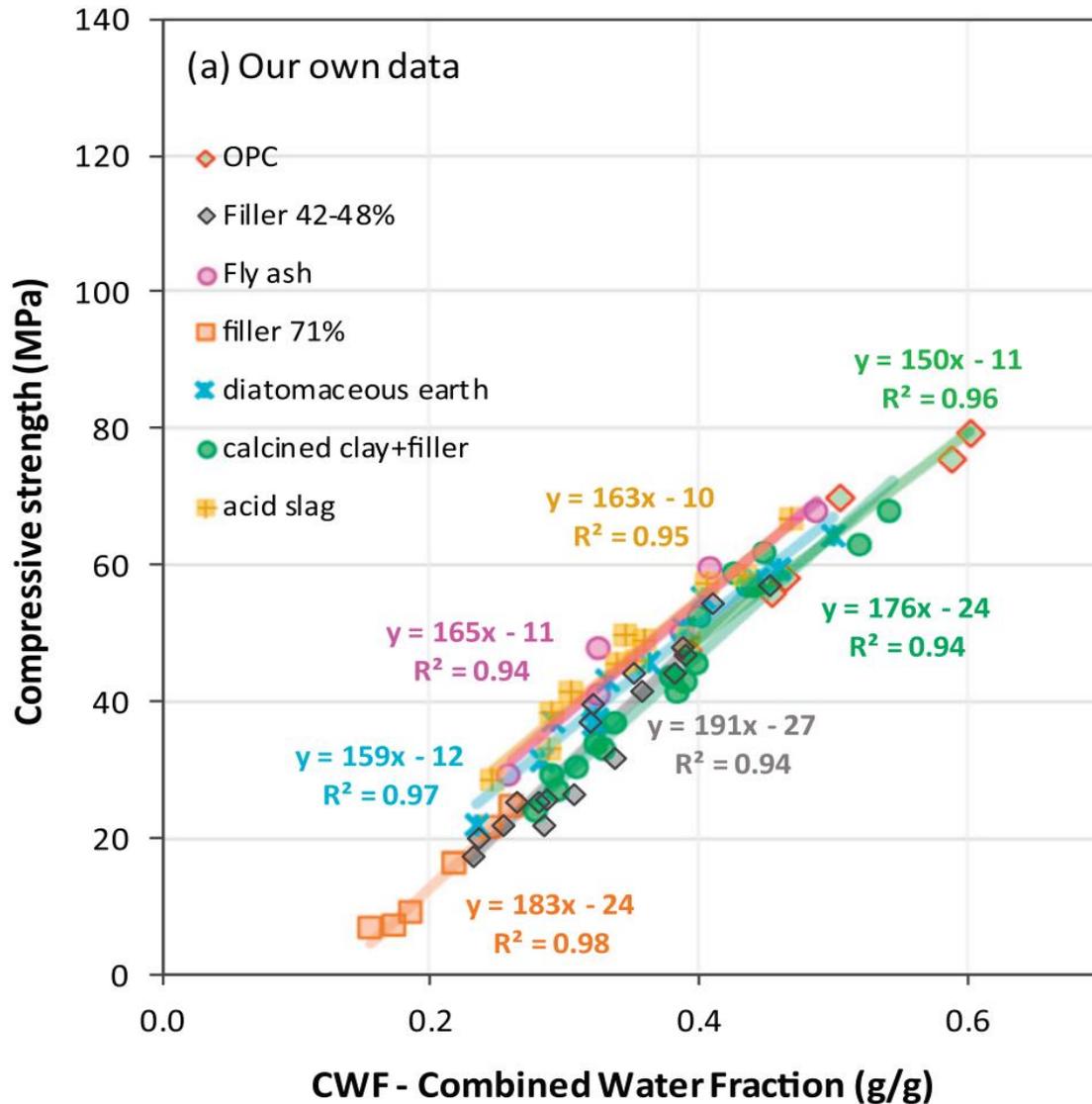


Concretes
Cement mortar
1 – 365 days
With or without admixtures
Few exotic compositions

Fracción de agua combinada (cwf) gobierna la performance del cemento

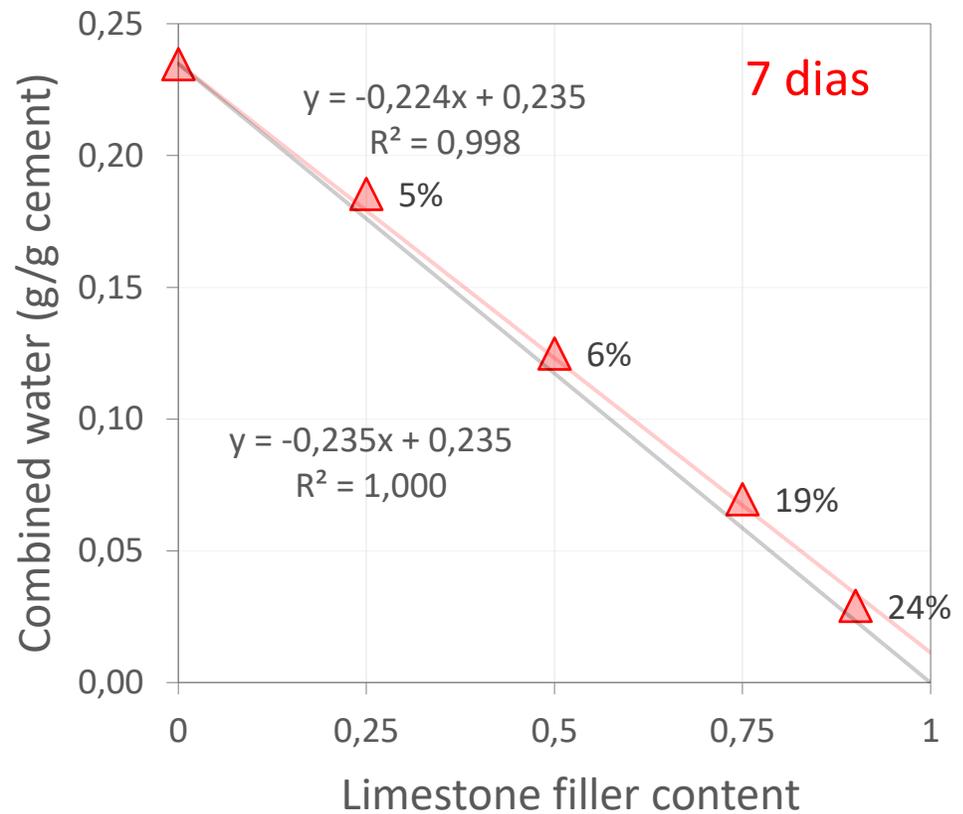
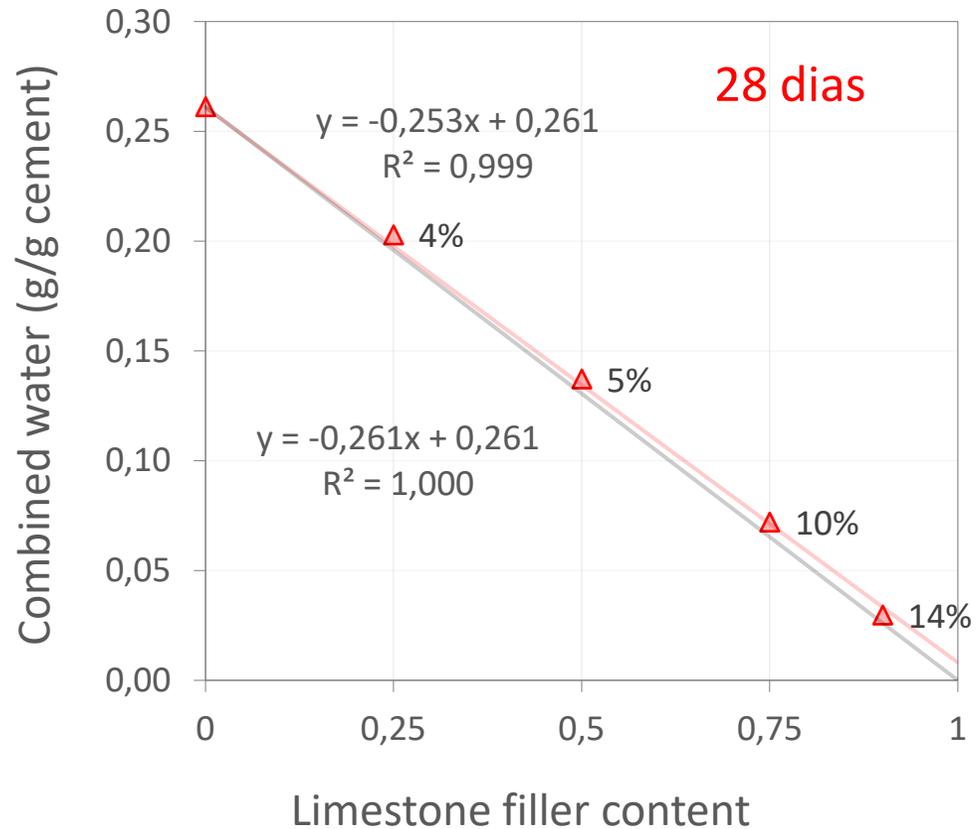


cwf x cement composition



1:3 Cement mortar
Variable water content
1 – 91 days

Água combinada: f(filer)



Doutorado de Pedro Abrão.

Mortero a/c=0,48

Comportamiento reológico notablemente diferente



OPC
180mm?



LC3 52%
124mm?



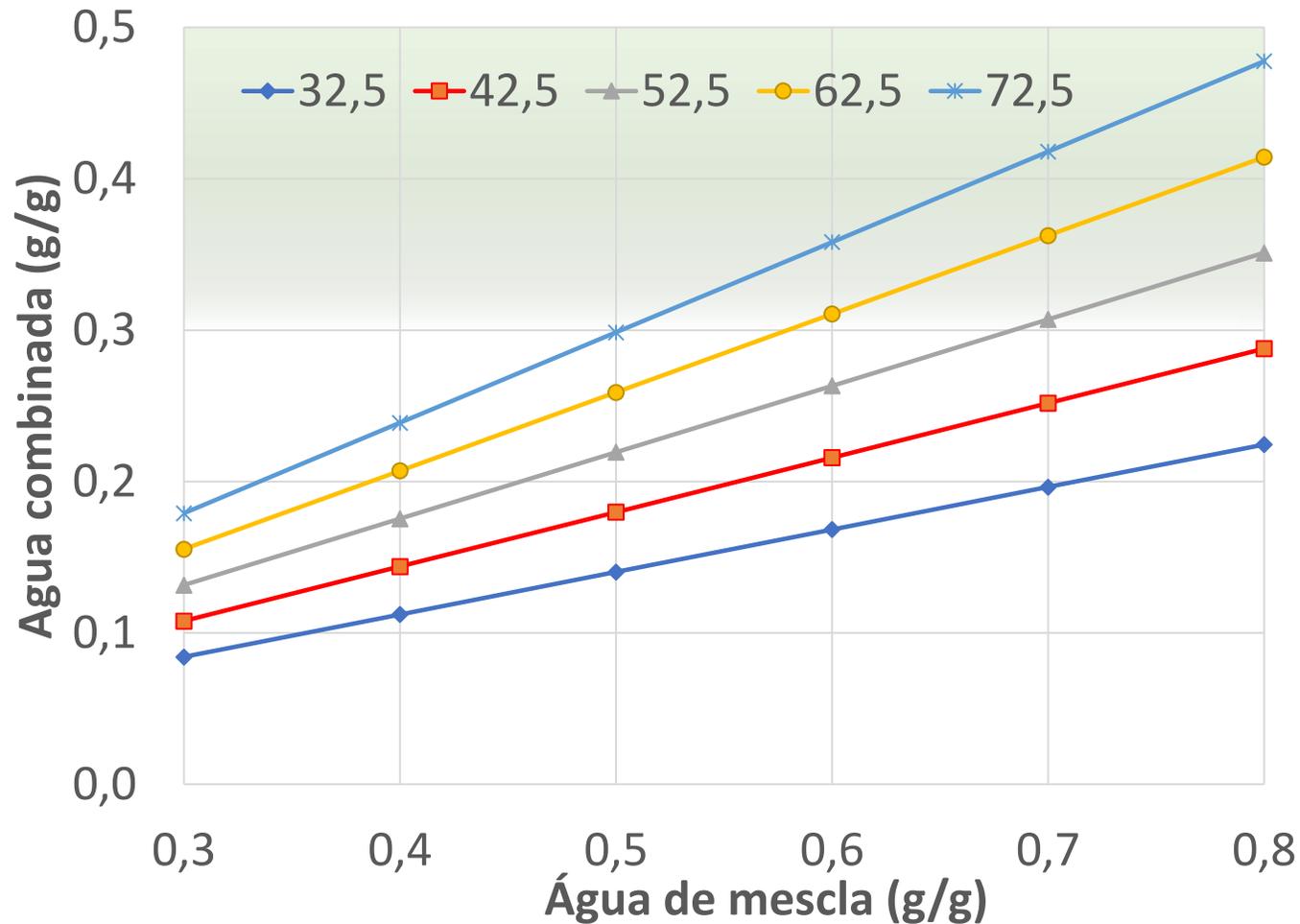
39% LS
171mm?



68% LS
186mm ?

Doutorado de Pedro Abrão.

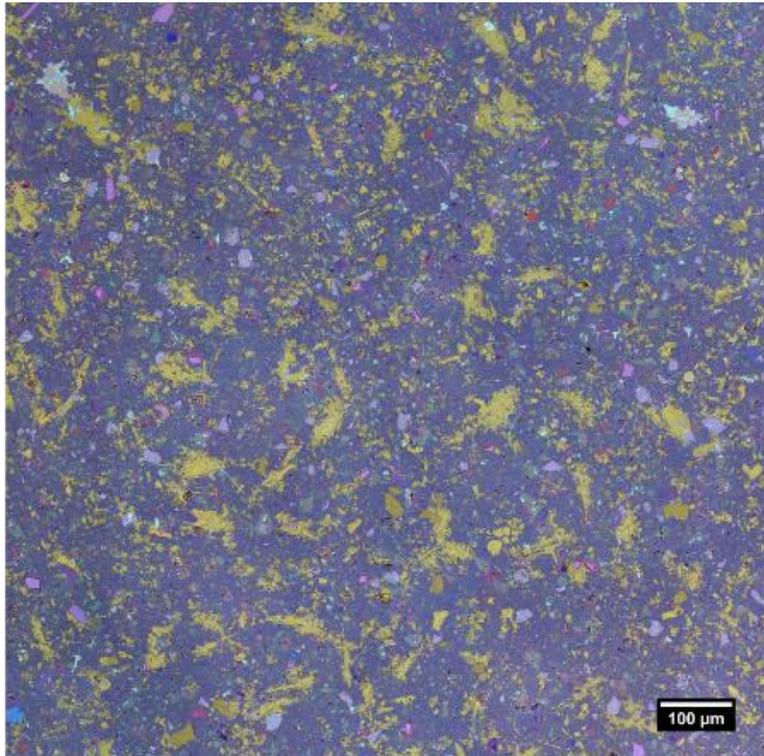
Cwf en la formulación de cementos



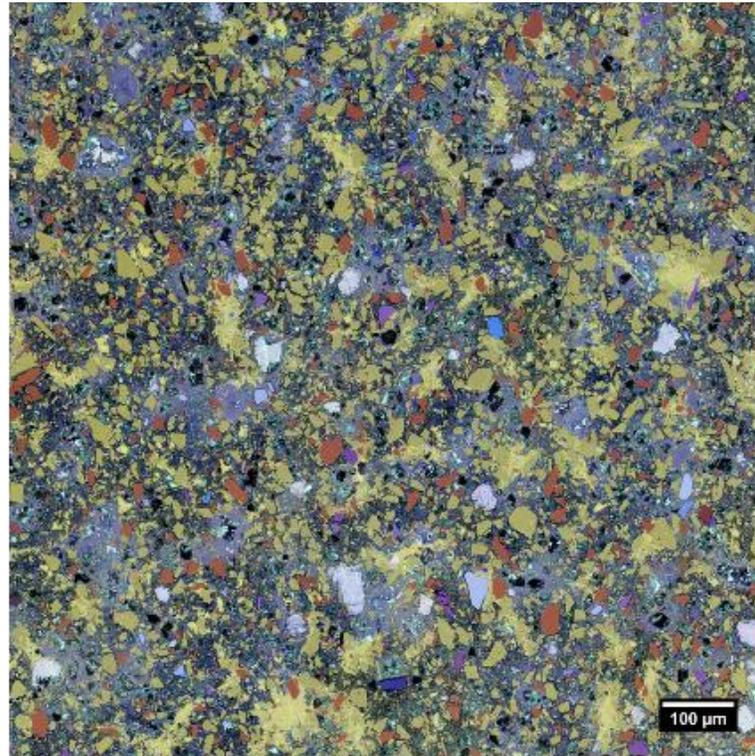
Água combinada = f(teor de filer)

ASTM C115723
Performance Specification for
Hydraulic Cement

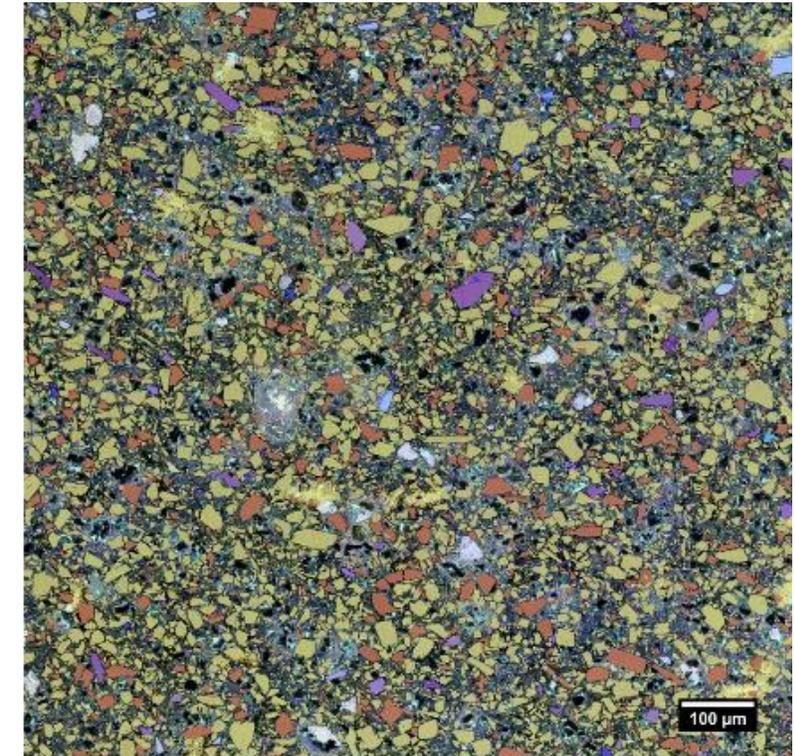
Cementos com alto Filler son productos diferentes (cementos con 40% de la porosidad total)



0%, ~ 50MPa



50%, ~30MPa



70% ~18MP

Mapa químico dos elementos Si (azul), Ca (amarelo), Mg (vermelho), Al (azul claro). Cada imagem mostra área com

CICS livingLAB

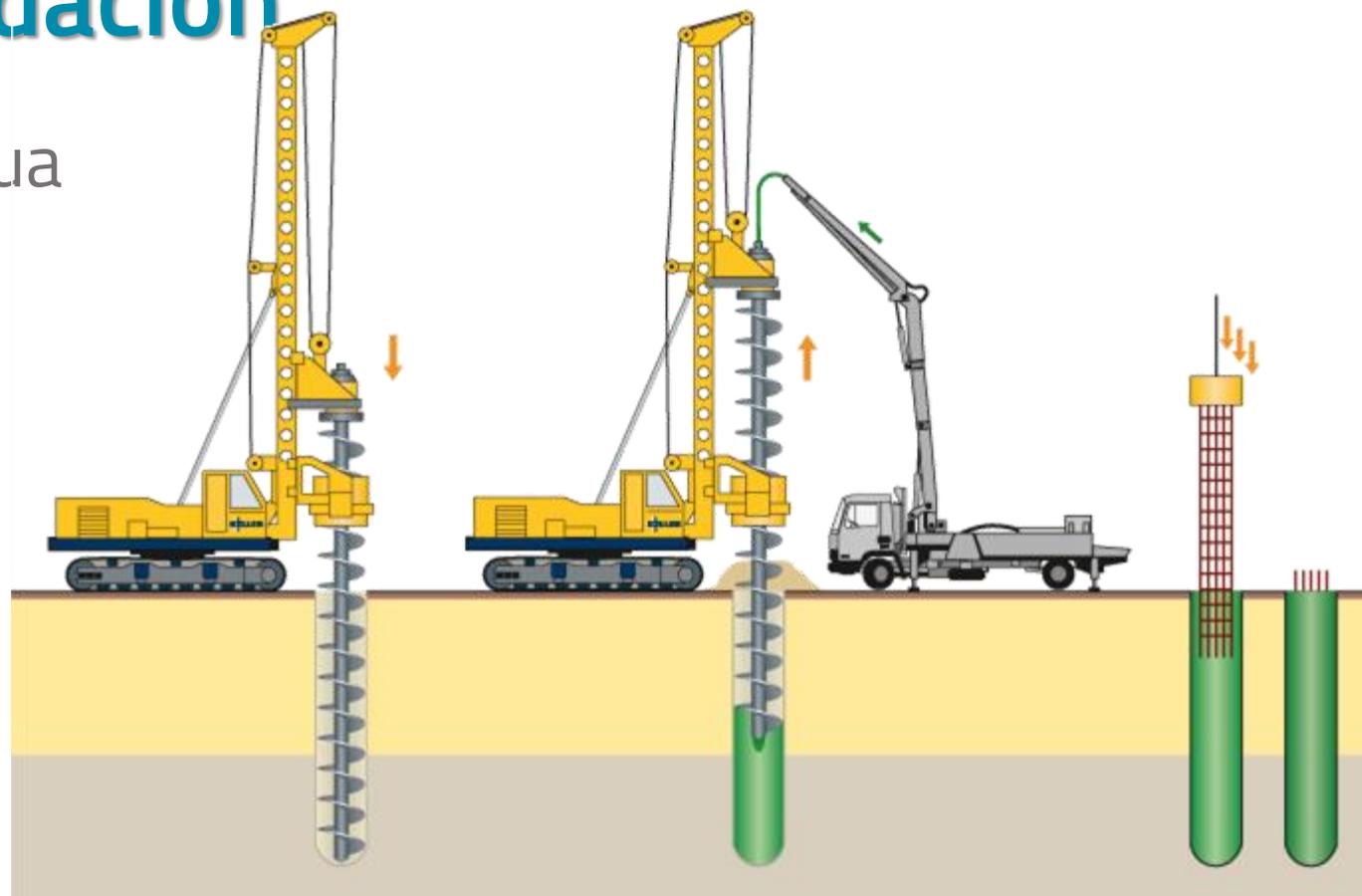


aflalo / gasperini arquitetos



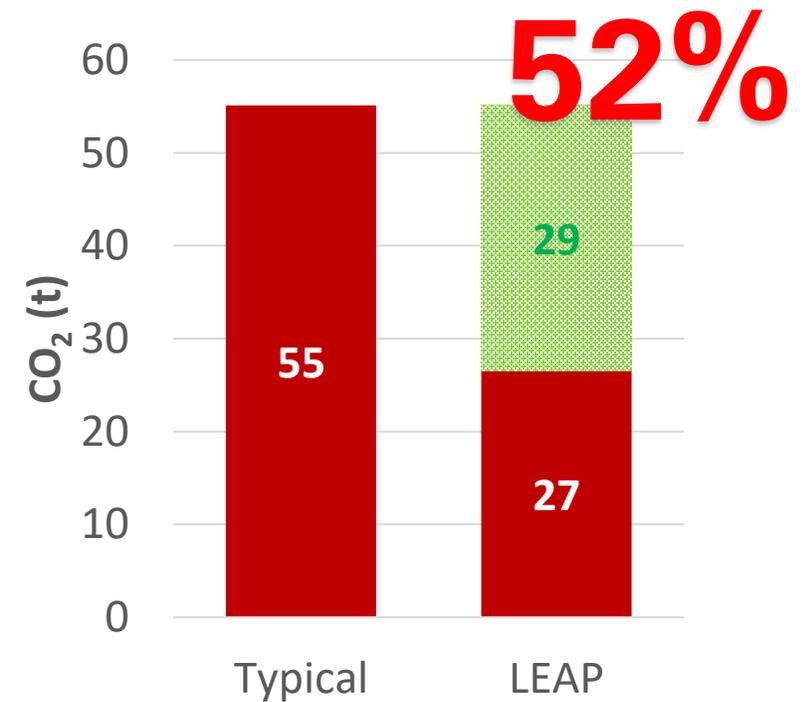
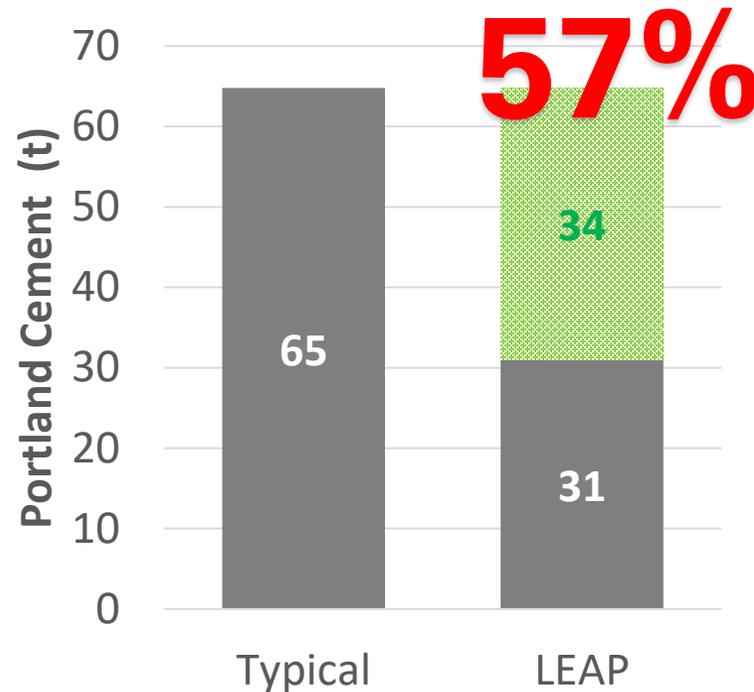
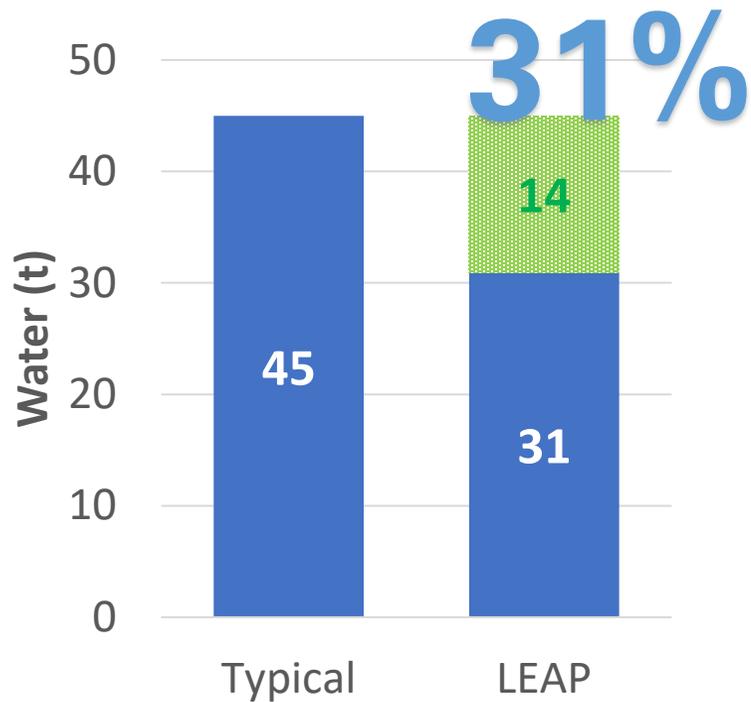
Prueba de concepto: Pilotes CFA de fundación

- Pilotes CFA hélice continua
- 180m³ concreto usinado
- Geotermia incorporada
- Armaduras de c/12m

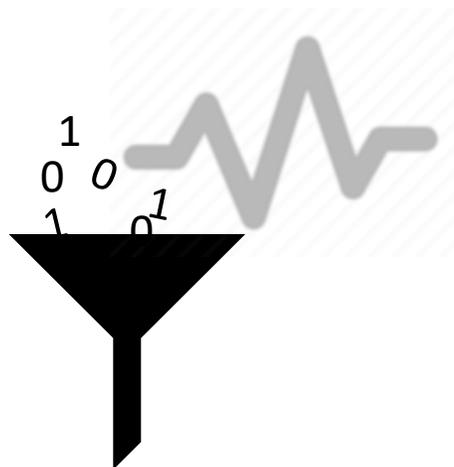




Reducción de agua, menos cemento, menos CO₂



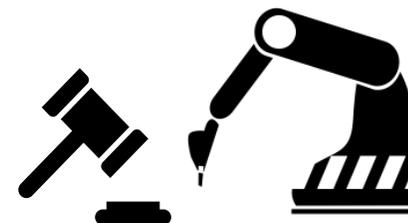
Industria 4.0 – procesos & productos innovadores



Sensores en red
generan datos



“Data analytics”
& software



Herramientas digitales de toma
de decisiones y producción

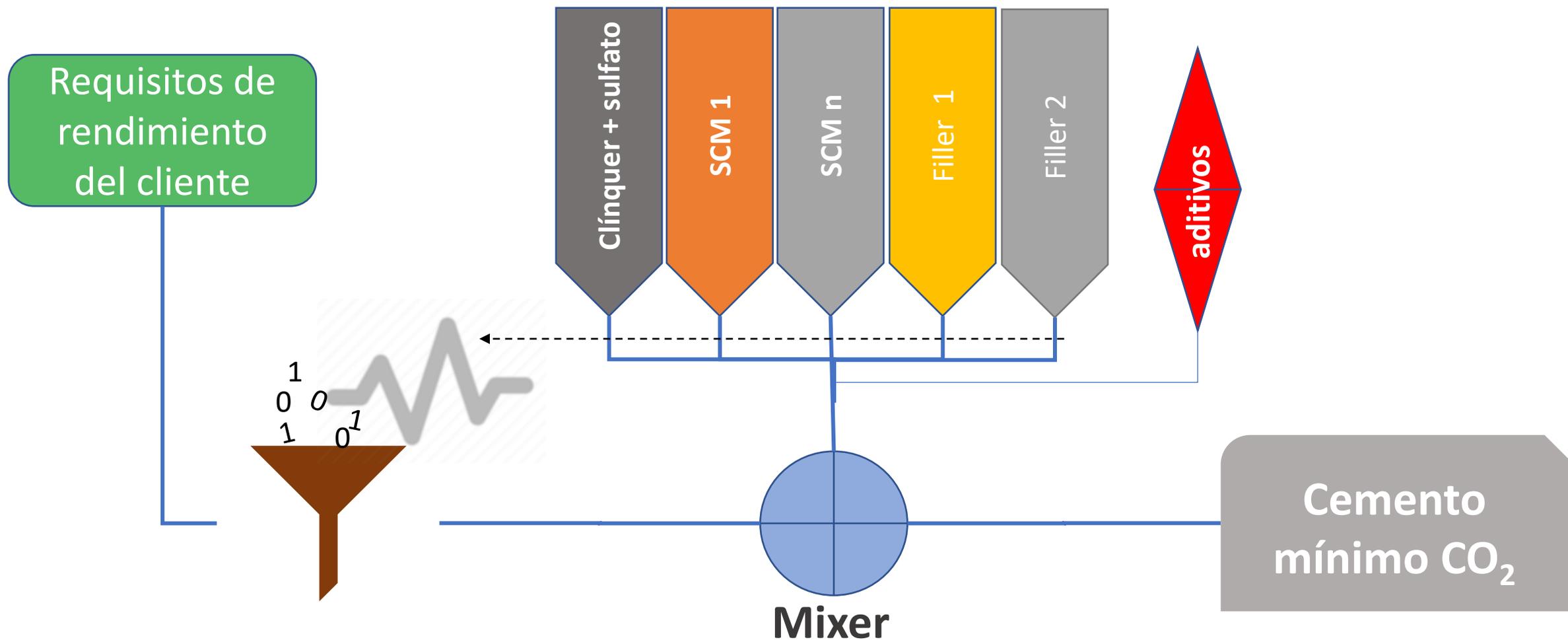
Crecimiento exponencial de datos
Digitalización Datos abiertos Internet rápida Internet de las cosas

Uso de la analítica de datos
Algoritmos Computación en la nube Técnicas de análisis

Nuevo paradigma: Decisión basada en datos
Machine learning Decisión automática Cultura de experimentación Fabricación aditiva

OECD Science. Technology and Innovation Outlook 2016

Molienda separada, cementos personalizados



Molienda separada, aditivos, IoT

Innovación: negocio de medio plazo

Tiempo de desarrollo y aprendizaje

hubic
Inovação e Construção Digital

INNOVANDI
Global Cement and Concrete Research Network

Ambientes
colaborativos

Academia

empresas, organismos estatales

TRL 0 - idea

TRL 2-4 - laboratorio

TRL 9

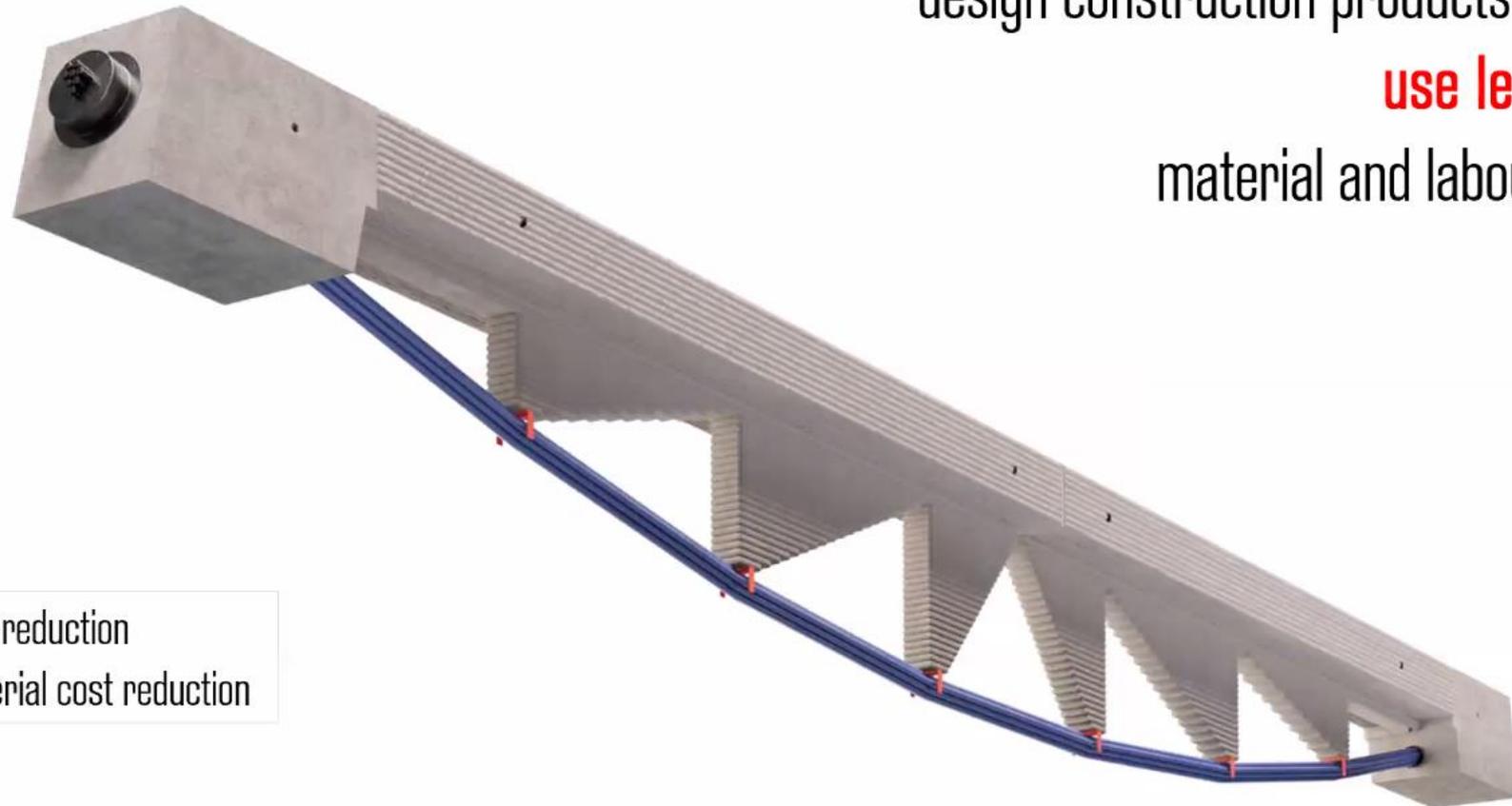
Innovación en el uso

Posicionar a la industria cementera como paradigma de innovación

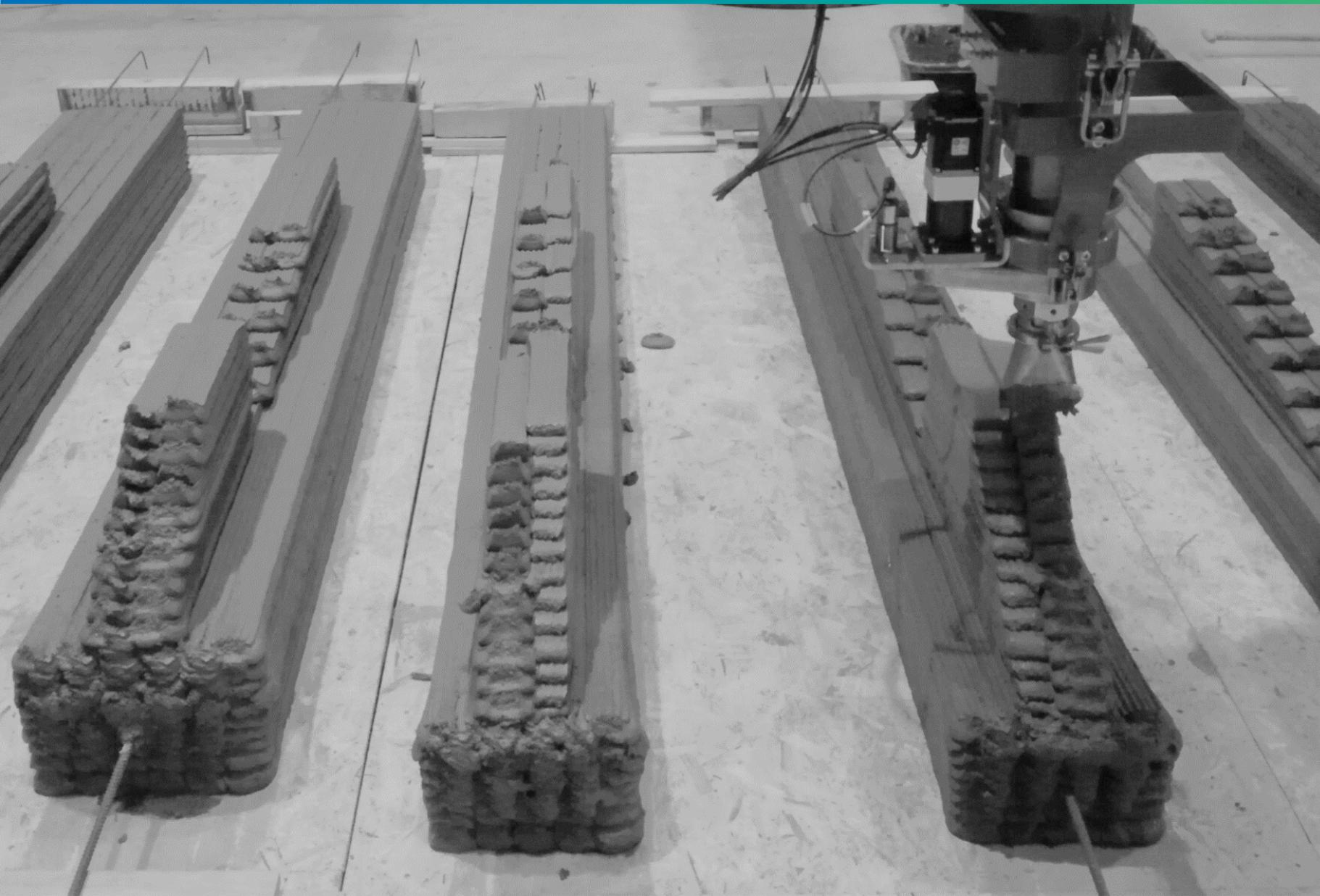
minimass

a solution

design construction products to
use less
material and labour.

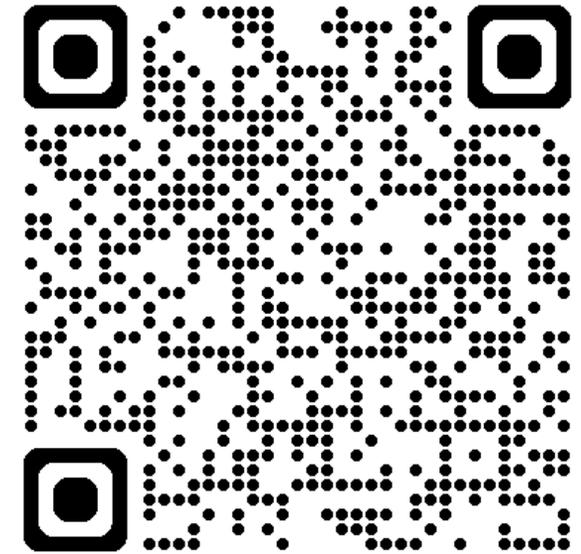
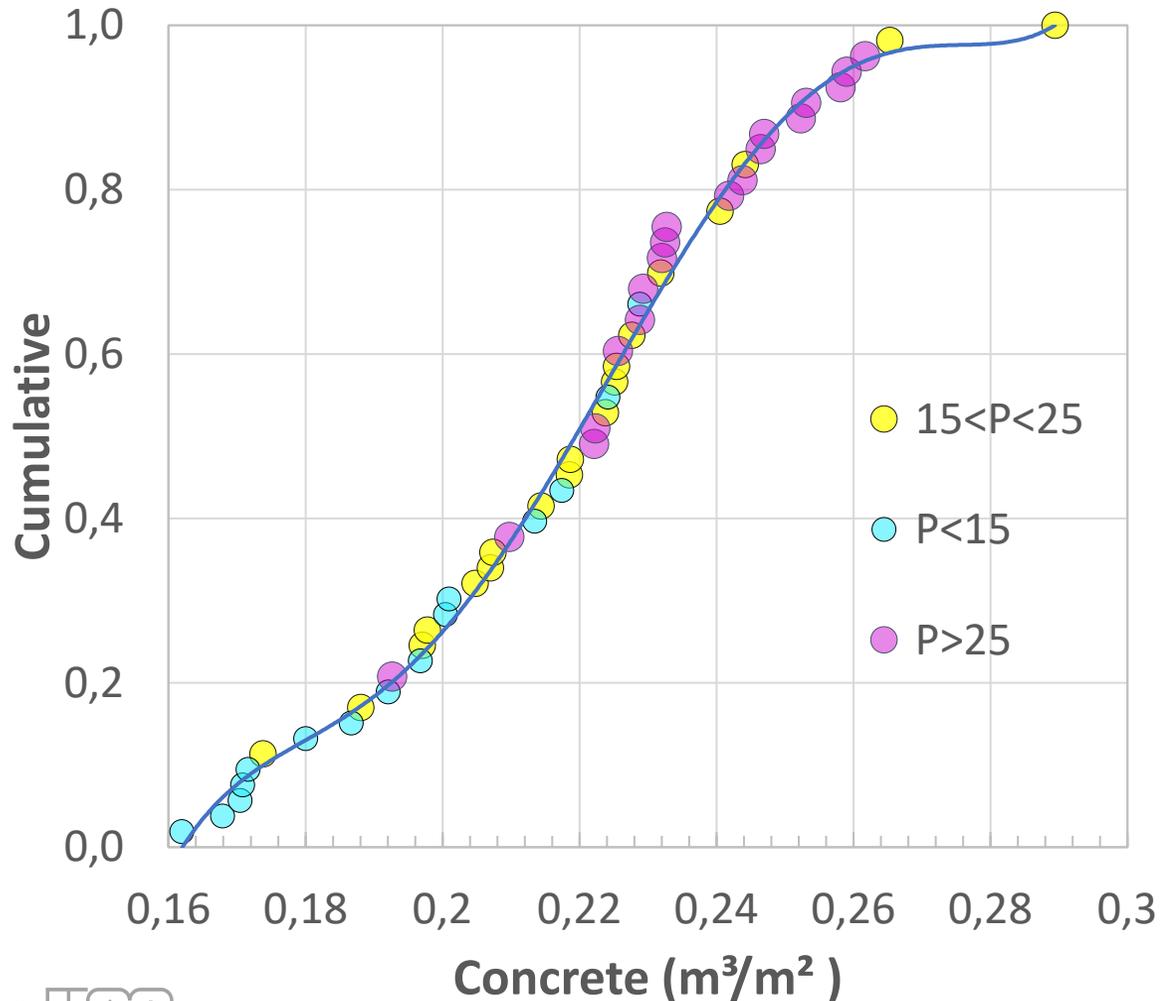


- up to 70% CO2 reduction
- up to 50% material cost reduction



Promover la desmaterialización y descarbonización en la cadena de valor

Benchmarking de estructuras de hormigón armado



**Same technology:
variability is design decisions**

54 Brazilian High-Rise Residential Buildings

P – number of floors

Prof. Ricardo França (Poli USP, França & Associados)

Investigación de la huella de carbono y calidad de vida en la vivienda informal



Decarbonization of informal construction
Innovación de bajo carbono para la construcción informal.

· innovar

es la única solución



obrigado!

vmjohn@usp.br



Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt_BR