

# Decisión ecológica

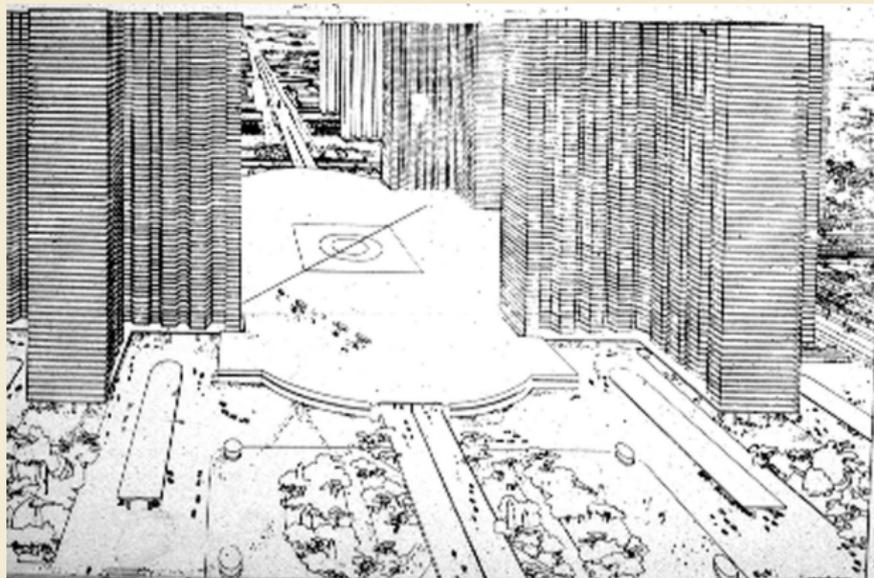
**Mariano Vázquez Espí**

**Ondara, 16 de septiembre de 2014.**

# El paradigma técnico de la modernidad

---

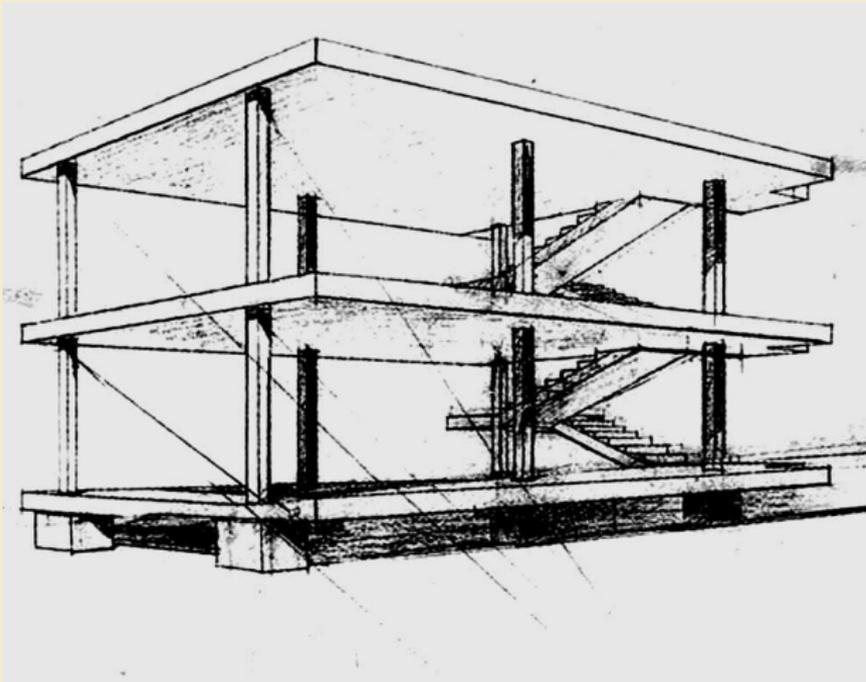
La urbanización difusa (*urban sprawl*), con áreas especializadas y homogéneas conectadas a través de sistemas intensivos de transporte. **Globalización.**



# El paradigma técnico de la modernidad

---

Una construcción industrial, con materiales intensivos en energía y una 'respiración exacta' a través de instalaciones y maquinaria de todo tipo (consumidoras de energía). **Estilo internacional.**



# El paradigma técnico de la modernidad

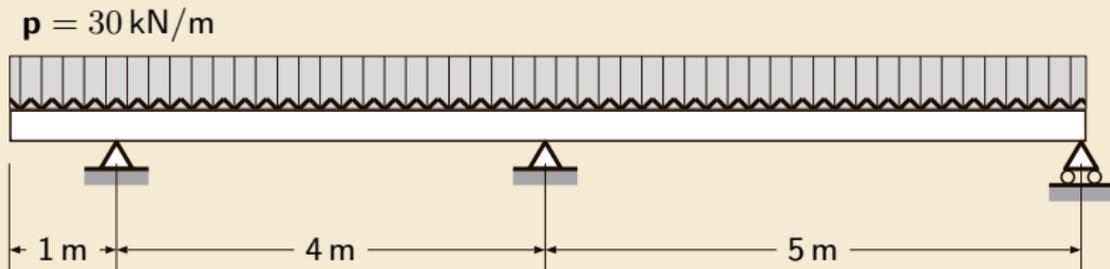
---

El análisis del coste/beneficio (monetarios) y su optimización *unidimensional*.

La ganancia como medida del valor, la oportunidad, etc.

Lo que no tiene precio no cuenta (literalmente, en las 'cuentas').

# Optimación estructural: un caso real



El problema de diseño consiste en determinar una sección para la viga tal que:

- sea segura (requisito de resistencia),
- no se deforme de forma apreciable (requisito de rigidez).

Cualquier solución que cumpla ambos requisitos es **aceptable**.

Si existen varias soluciones aceptables, hay un problema implícito adicional:  
**¿cómo elegir una entre ellas?** O, de otra forma, **¿cuál es nuestro propósito?**

# Optimación estructural: un caso real

---

MATERIAL	SOLUCIÓN	COSTE MONETARIO (pta)
Acero IPE270		24.000
Hormigón armado $310 \times 300 \text{ mm}^2$ $10\phi 20$		12.600
Madera $400 \times 400 \text{ mm}^2$		64.000

---

Precios y métodos de fabricación de 1985.

## Optimación estructural: un caso real

---

MATERIAL

SOLUCIÓN

CONSUMO DE ENERGÍA FÓSIL (kWh)

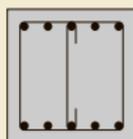
---

Acero  
IPE270



3.600

Hormigón armado  
 $310 \times 300 \text{ mm}^2$   
 $10\phi 20$



1.664

Madera  
 $400 \times 400 \text{ mm}^2$

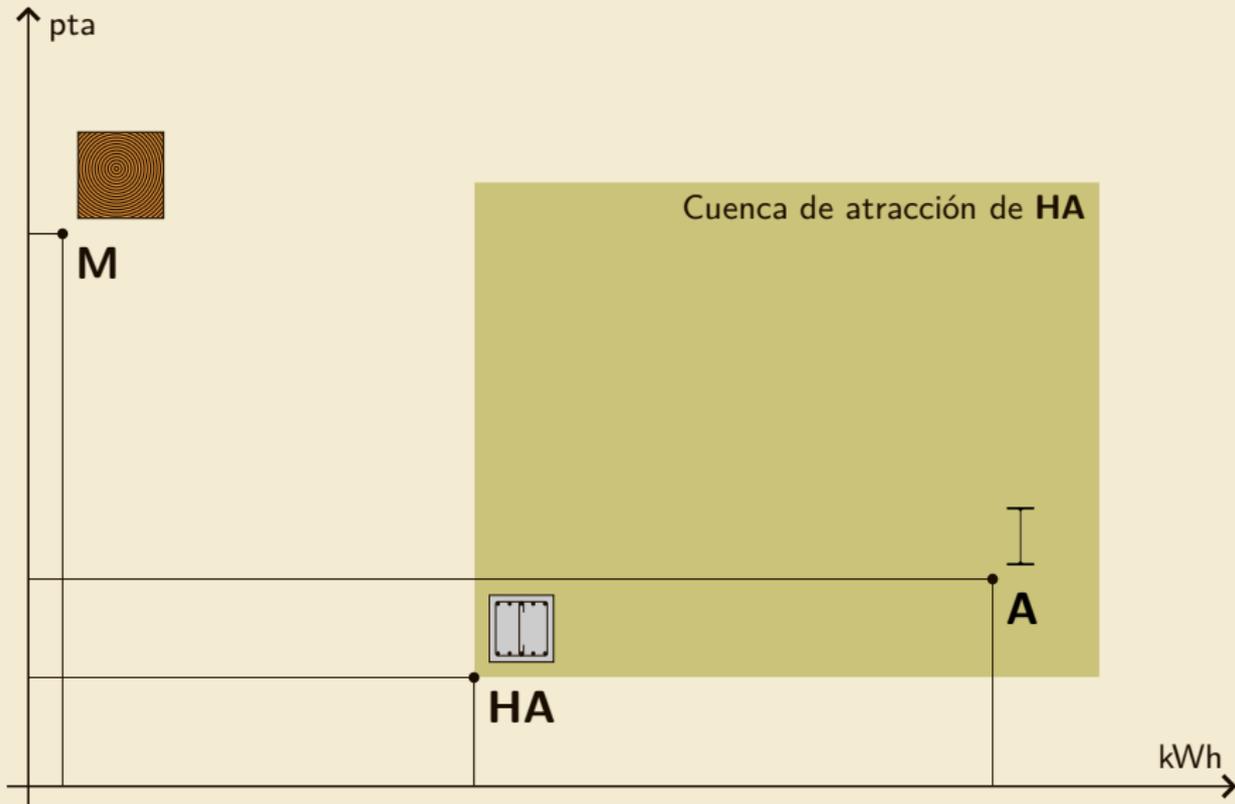


128

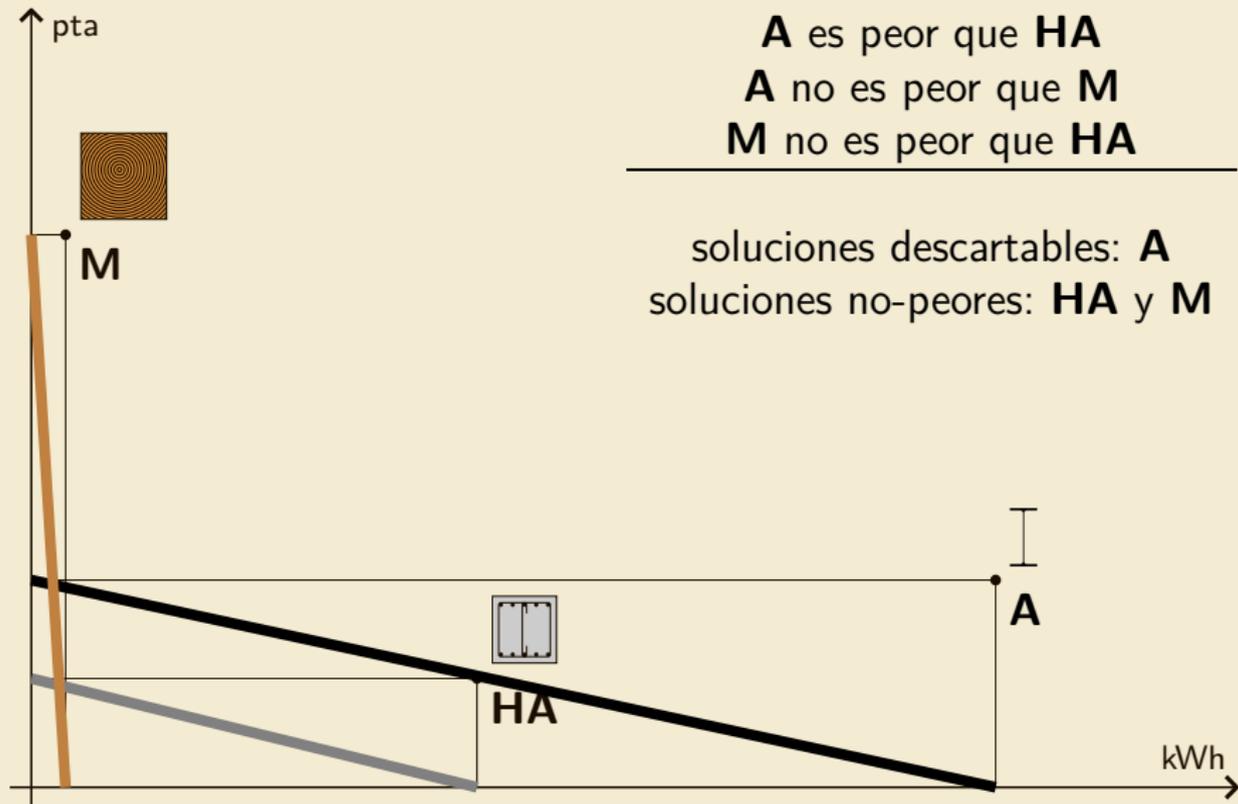
---

Métodos de fabricación de 1985. Madera de renuevo. Acero y hormigón sin reciclaje.

# Optimización estructural: un caso real



# Optimización estructural: un caso real



# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---



Desde la Revolución Industrial. . .



. . . hasta nuestro días.

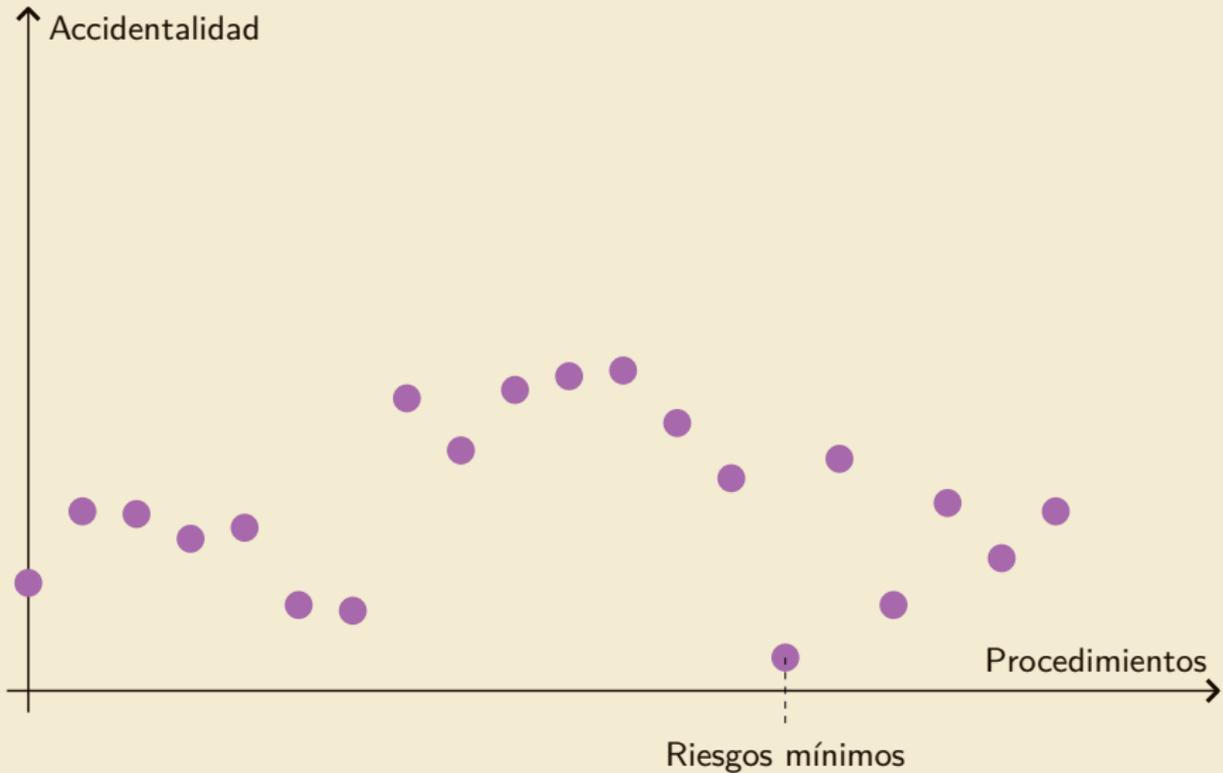
Fuente: *La suerte dormida*. ÁNGELES GONZÁLEZ-SINDE (2003).

# Minas: un ejemplo clásico de optimación

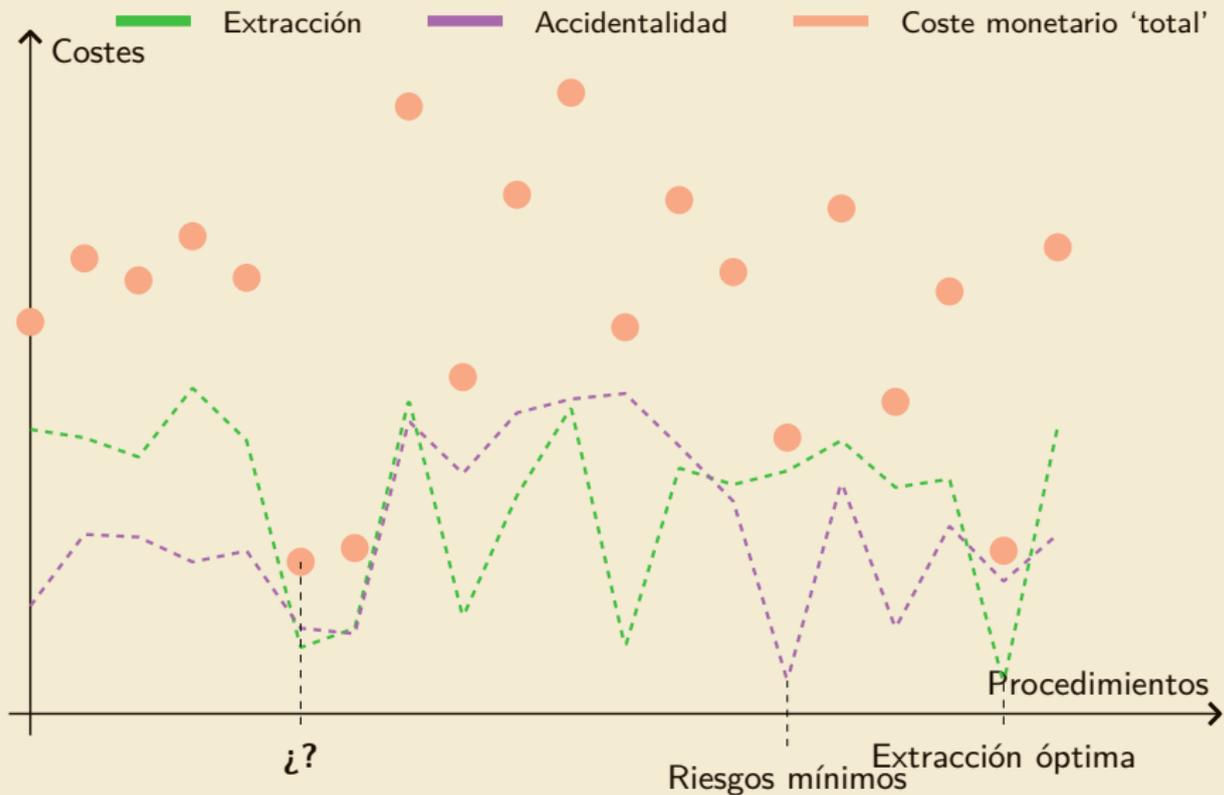


# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---



# Minas: un ejemplo clásico de optimización

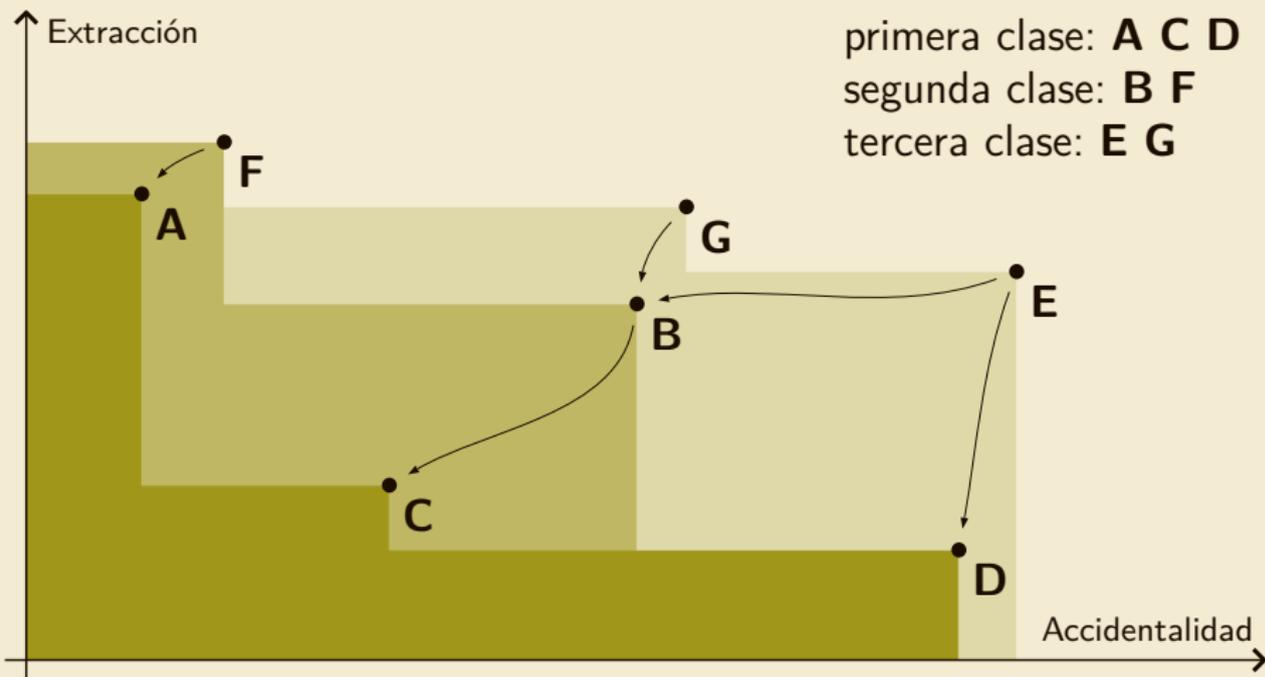


## Minas: un ejemplo clásico de optimización

---

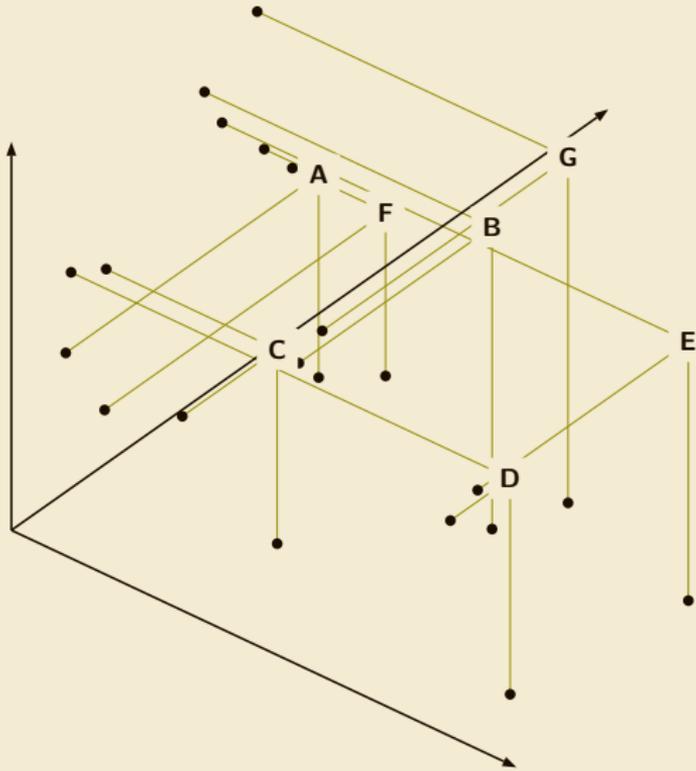
Procedimiento	Costes		
	extracción	accidentes	ambiental
<b>A</b>	14	72	47
<b>B</b>	74	55	70
<b>C</b>	44	27	45
<b>D</b>	113	17	50
<b>E</b>	120	60	60
<b>F</b>	24	80	38
<b>G</b>	80	70	80

# Minas: un ejemplo clásico de optimización



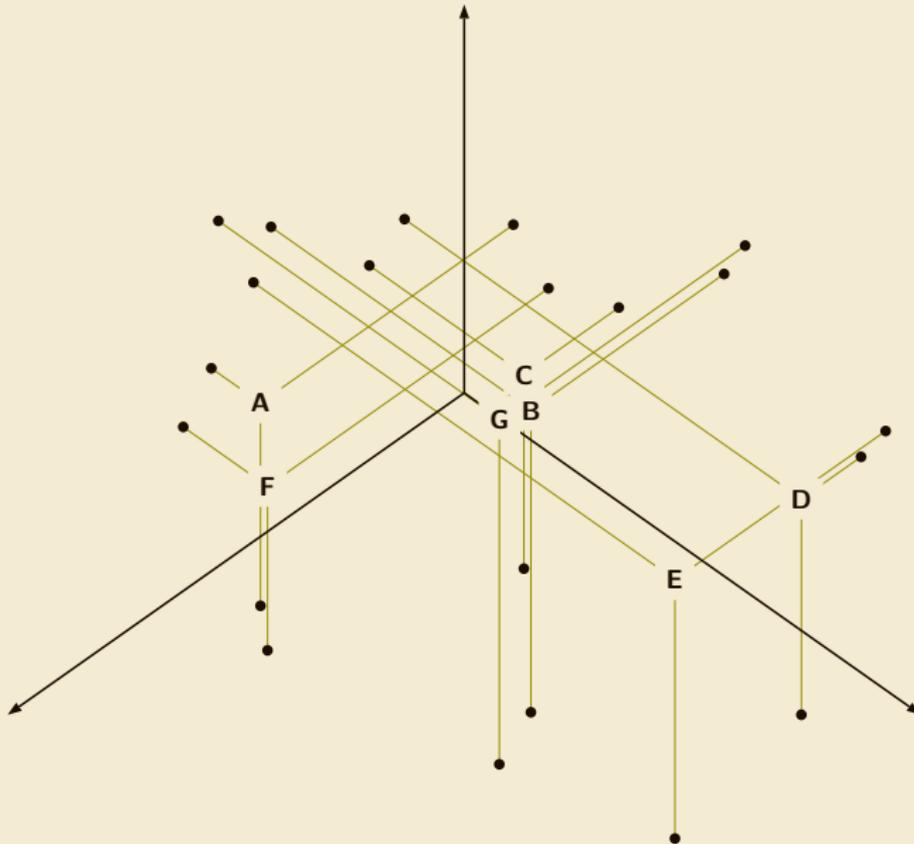
# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---



# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---



# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---

A: **A** no es peor que **B**  
**A** no es peor que **C**  
**A** no es peor que **D**  
**A** no es peor que **E**  
**A** no es peor que **F**  
**A** no es peor que **G**  
B: **B** es peor que **C**  
**B** no es peor que **D**  
**B** no es peor que **E**  
**B** no es peor que **F**  
**G** es peor que **B**

C: **C** no es peor que **D**  
**E** es peor que **C**  
**C** no es peor que **F**  
**G** es peor que **C**  
D: **E** es peor que **D**  
**D** no es peor que **F**  
**D** no es peor que **G**  
E: **E** no es peor que **F**  
**E** no es peor que **G**  
F: **F** no es peor que **G**

⇒

primera clase: **A C D F**  
segunda clase: **B E**  
tercera clase: **G**

---

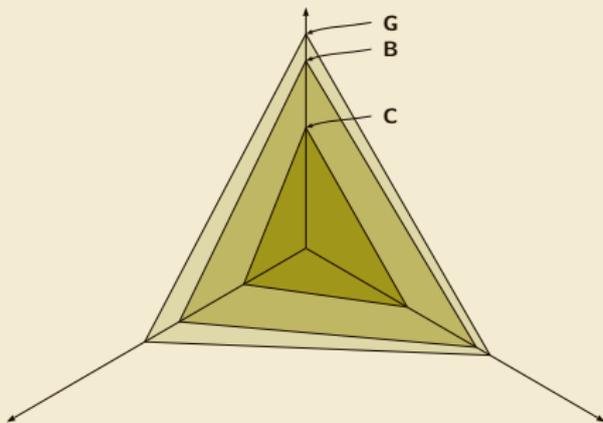
Resultado 2D

primera clase: **A C D**  
segunda clase: **B F**  
tercera clase: **E G**

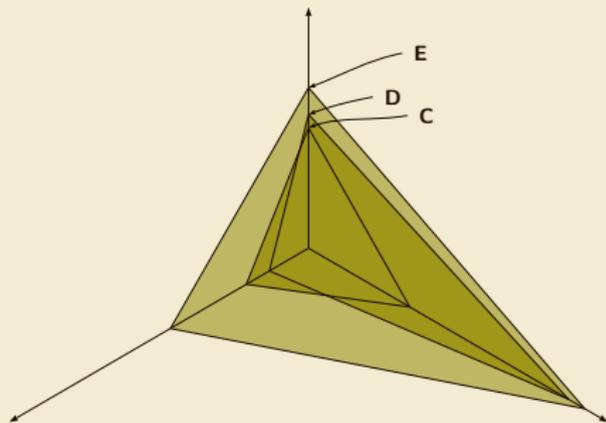
# Minas: un ejemplo clásico de optimización

## Representación de 'contornos' de costes

**G** peor que **B**; **B** peor que **C**.



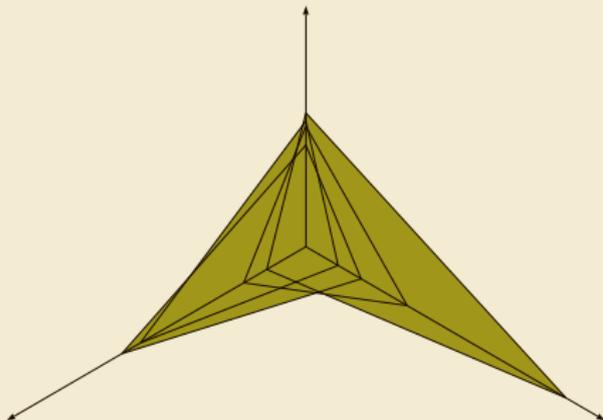
**E** peor que **C** y **D**.



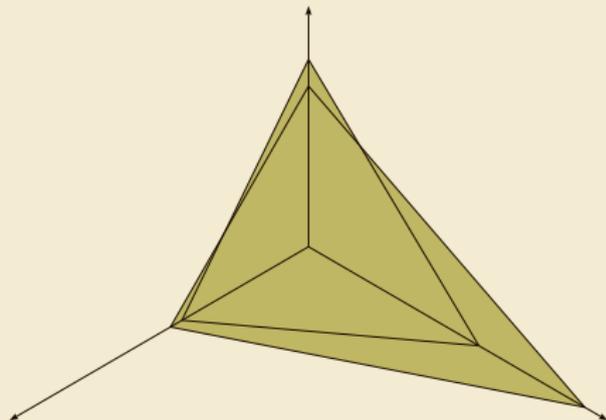
# Minas: un ejemplo clásico de optimización

---

Primera clase: **A C D F.**



Segunda clase: **B E.**



## Optimación vectorial: conclusiones

---

1. Las soluciones 'no-peores' constituyen un conjunto autorreferenciado: todas ellas son 'no-peores' entre sí, lo que sólo puede comprobarse **cuando se conocen todas**.
2. Una solución 'peor' pero **aceptable** sólo se reconoce **cuando se encuentra una mejor que ella** (o varias).
3. Al añadir un nuevo coste o dimensión, **las soluciones anteriormente peores pueden dejar de serlo...**

## Optimación vectorial: conclusiones

---

4. La incertidumbre está presente por distintas causas:
  - **La incertidumbre asociada a los modelos empleados para cuantificar los distintos costes y dimensiones (también opera en la optimación escalar o unidimensional).**

## Optimación vectorial: conclusiones

---

4. La incertidumbre está presente por distintas causas:
  - **La incertidumbre asociada a los costes y dimensiones considerados (sistema de valores): ¿son los apropiados para nuestro acoplamiento estructural con el entorno? ¿representan todo lo *importante*? ¿se han descartado incorrectamente alternativas? (La optimización *unidimensionalmente* monetaria descarta *todas las alternativas* valiosas en *otras dimensiones*.)**

4. La incertidumbre está presente por distintas causas:
- **La incertidumbre asociada a la búsqueda de soluciones es irreducible: nunca hay seguridad completa de haber explorado todas las alternativas.**  
Puesto que el conjunto de soluciones no-peores es autorreferenciado (se define así mismo —se autoorganiza) nunca puede tenerse la certeza de haberlo encontrado.  
De ahí el valor de la imaginación (arte), o de la mutación biológica (exploración al ‘azar’).

5. Incluso sin incertidumbre (un situación teórica), la elección entre las soluciones 'no-peores' no puede hacerse **objetivamente**. Se trata, en general, de una decisión que sólo puede ser tomada por **sujetos**. Esto es así, en general, incluso si no existieran las incertidumbres anteriores. . .

## La optimización vectorial es frecuente. . .

---

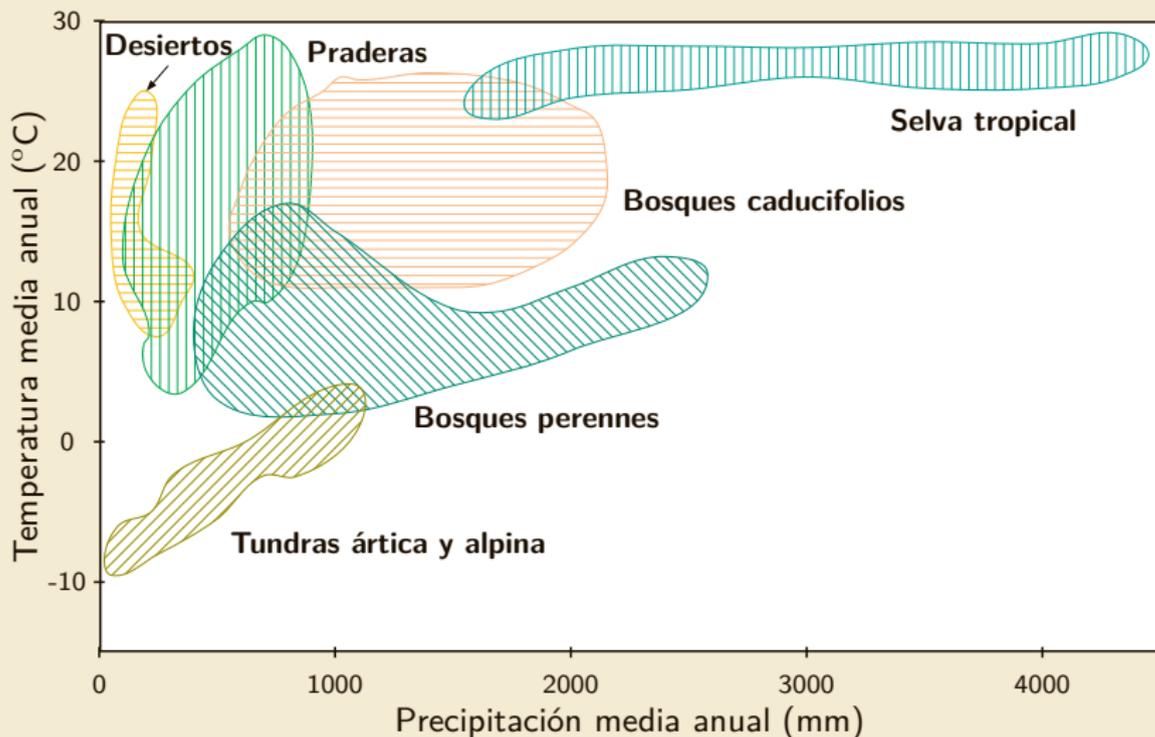
- En estructuras sometidas a cargas dinámicas es importante su resiliencia, lo que en general está en contradicción con su rigidez. Además, las estructuras de menor peso propio suelen ser las más rígidas, pero también las menos resilientes.
- La aptitud para ser 'animal doméstico' en el caso de los grandes mamíferos depende de al menos seis factores. Por ello, de las 148 especies candidatas sólo han sido domesticadas 14.

Dieta hervívora	Crecimiento rápido
	Elefante
Reproducción en cautividad	Buen comportamiento
Vicuña	Cebra, Búfalo africano
Protección gregaria	Jerarquía social
Gacela	Ciervo, Antílope

Fuente: DIAMOND (1997)

- ¿Es la vida un problema unidimensional?
- ¿Existe un forma urbana óptima?

# Competencia y cooperación: ecosistemas fotosintéticos



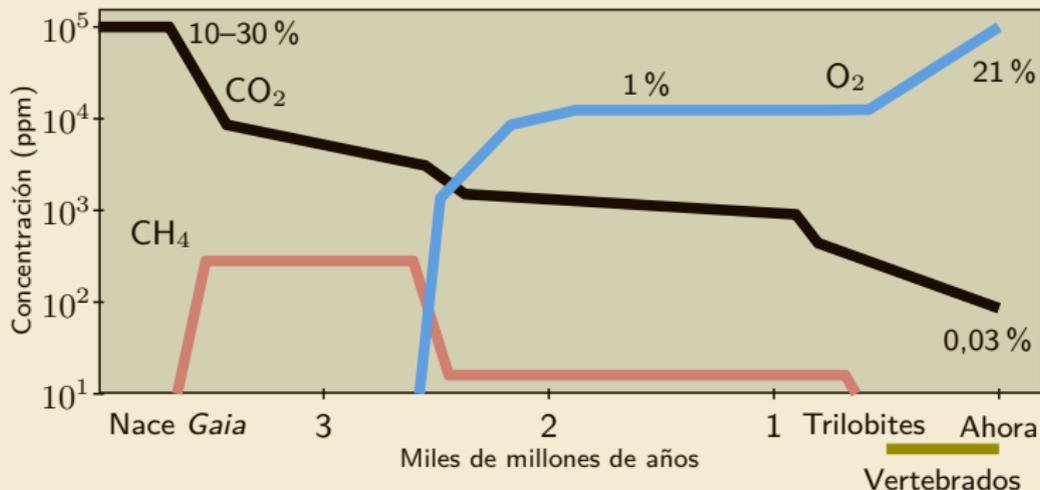
Fuente: *National Science Foundation*, ODUM (1983)

# Competencia y cooperación: ecosistemas fotosintéticos

## La vida como agente geológico

Gas	Venus	Tierra (muerta)	Marte	Tierra (viva)
CO <sub>2</sub>	98 %	98 %	95 %	0,03 %
N <sub>2</sub>	1,9 %	1,9 %	2,7 %	79 %
O <sub>2</sub>	trazas	trazas	0,13 %	21 %
Temperatura (°C)	477	≈290	-53	13

Fuente: LOVELOCK (1983)



## Competencia y cooperación: selección natural

---

- Si según la versión popular, la selección natural consiste en «la supervivencia del más apto», ¿por qué existe tal diversidad de hervíboros? ¿dónde está el mejor superdepredador?
  
- La consideración de la vida como un *juego multidimensional* sugiere que la selección natural consiste más bien en «la eliminación del inepto», lo que deja un amplio margen a la coexistencia de diversas formas de vida.

# Competencia y cooperación: la tragedia de la diversidad

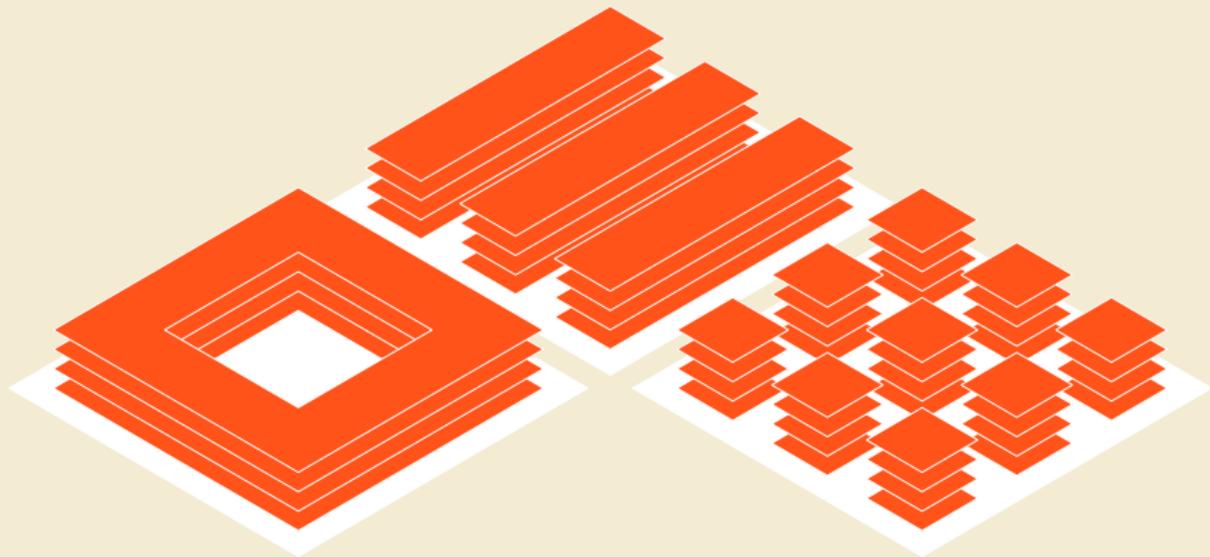
## La pérdida de la biodiversidad

- Si la esperanza de vida del ser humano fuera de 75 años, nada sorprendería que en un grupo de 75 personas muriera una cada año. O en una muestra de 7, una muerte cada decenio.
- Puesto que la esperanza de vida de una especie es de un millón de años, cabe esperar que cada año desaparezca una entre un millón. O de las 10.000 especies de aves conocidas, una cada siglo. **En realidad, desaparece una especie cada año: la actual tasa de desaparición de las aves centuplica la tasa histórica.**

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1.000.000 \text{ especies}}{1.000.000 \text{ años}} = \frac{1 \text{ especie}}{1 \text{ año}} \\ \frac{10.000 \text{ especies de aves}}{1.000.000 \text{ años}} = \frac{1 \text{ especie de ave}}{100 \text{ años}} \\ \hline \frac{10.000 \text{ especies de aves}}{10.000 \text{ años}} = \frac{1 \text{ especie de ave}}{1 \text{ año}} \end{array} \right\}$$

# Teoría cuantitativa del diseño urbano

---



Fuente: *Diseño Urbano y Planificación*. FERNANDO RAMÓN (1981)

**Requisito de diseño:** edificabilidad de  $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ .

**Variables de diseño:**

- Número de plantas
- 'Distanciación': separación de fachadas enfrentadas
- Crujía: fondo de la edificación
- Orientación de la retícula
- Tipo de edificio: Bloque lineal, Torre cuadrada, Manzana cuadrada
- Para el tipo Manzana se define también la dimensión del patio.

### 'Funciones potenciales' o 'valores deseables'

#### Suelo: espaciación

$$\text{Espaciación} = \frac{\text{suelo libre (m}^2\text{)}}{\text{superficie total del suelo (m}^2\text{)}}$$

#### Suelo: iluminación

**Iluminación del suelo:** Mínimo factor de iluminación natural (FIN) sobre el plano del suelo (%).

#### Suelo: soleamiento

**Soleamiento del suelo:** Media de horas de sol sobre el suelo el 22 de diciembre.

# Teoría cuantitativa del diseño urbano

---

## Fachada: acotación

$$\text{Acotación} = \frac{\text{perímetro de la fachada (m)}}{\text{superficie libre (m}^2\text{)}}$$

## Fachada: iluminación

**Iluminación de la fachada:** Factor de iluminación natural (FIN) del plano de fachada a 2 m por encima del suelo, recibida a través de un ángulo sólido definido por dos planos verticales a 45° con la fachada y dos planos inclinados que forman 10° y 30° con la horizontal.

## Fachada: soleamiento

**Soleamiento:** Horas de sol recibidas en la fachada en su punto medio a 2 m por encima de la rasante el 22 de diciembre.

## Fachada: recinto

$$\text{Recinto} = \frac{\text{superficie de la fachada (m}^2\text{)}}{\text{suelo libre (m}^2\text{)}}$$

## Soporte: Exteriorización

$$\text{Exteriorización} = \frac{\text{superficie de la fachada(m}^2\text{)}}{\text{superficie construida(m}^2\text{)}}$$

## Soporte: Accesibilidad

$$\text{Accesibilidad} = \frac{\text{suelo libre(m}^2\text{)}}{\text{superficie construida(m}^2\text{)}}$$

## Soporte: Habitabilidad

**Iluminación del soporte:** Factor de iluminación natural sobre un plano horizontal en el interior del edificio de la luz que incide entre dos planos verticales que forman  $45^\circ$  con la fachada.

**Habitabilidad del edificio:** Fracción de la superficie construida que recibe al menos un 1 % FIN.

## Soporte: soleamiento

**Soleamiento:** Promedio de horas de sol en las fachadas soleadas un 22 de diciembre.

# Teoría cuantitativa del diseño urbano

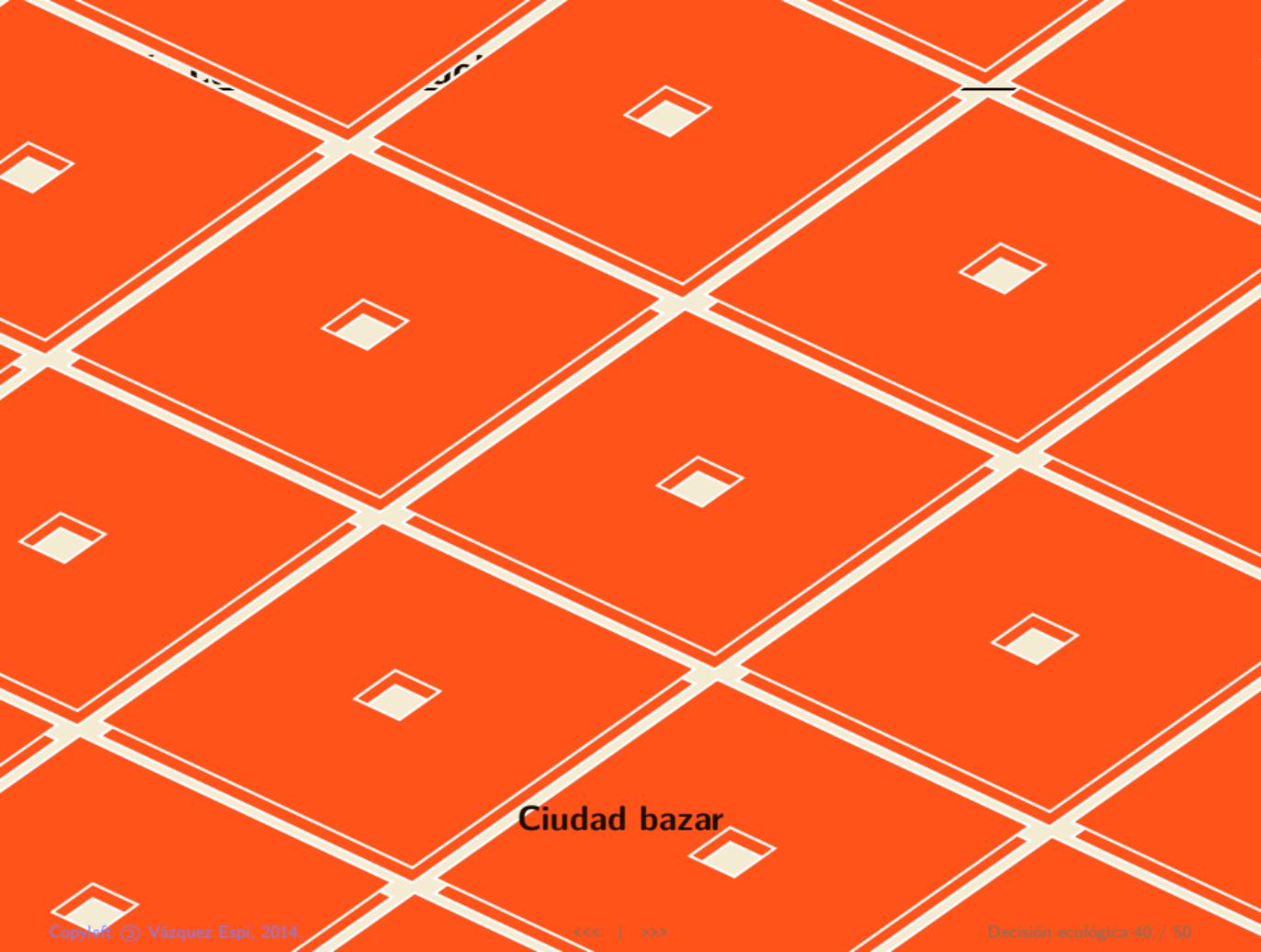
Ciudad. . .	Altura (plantas)	Distanciación (m)	Crujía (m)	Lado (m)	Espaciación (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Ilum. suelo (%FIN)	Sol. suelo (h)	Acotación (m/100m <sup>2</sup> )	Ilum. fachada (%FIN)	Sol. fachada (h)	Recinto (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Exteriorización (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Accesibilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Habitabilidad 1%FIN	Sol. soporte (h)	Tipo	Orientación
«moderna»	4	35	12		0,83	50	1,5	4	3,5	7	0,62	0,45	0,75	<b>1</b>	8	<b>B</b>	S
«luminosa»	3	17,5	24		0,67	<b>75</b>	2	7	3	7	0,68	0,45	0,65		8	<b>T</b>	S
«jardín»	2	14	30		0,55	<b>75</b>	3,5	12	3	6	0,60	0,36	0,60		6	<b>T</b>	SE/SO
«bazar»	1,5	5	30	10	0,15	25	0,5	$\frac{40}{39}$	2	6	$\frac{1,08}{1,04}$	0,17	0,09		3,5	<b>P</b>	SE/SO
«b. iluminada»	4	50	15		0,79	48	3	4	<b>4</b>	7,5	0,43	0,35	0,85	0	8,5	<b>B</b>	S
«b. soleada»	2	12	12		0,54	46	4	15	3	<b>8</b>	0,8	0,46	0,50	0,75	6	<b>B</b>	S
«clásica»	4	56	24	20	0,73	22	0	$\frac{20}{2,53}$	1	1	$\frac{2,16}{0,3}$	0,22	0,66		8,5	<b>P</b>	SE/SO
«festiva»	17	43	15		<b>0,93</b>	58	3,5	2	3,2	4	0,88	<b>0,72</b>	0,83		3,5	<b>T</b>	S
«radiante»	7	50	30		0,87	<b>75</b>	<b>5</b>	2,2	3	6,5	0,41	0,36	0,85		7,5	<b>T</b>	S
«democrática»	2	10	9		0,80	45	3	20	3	4	1	0,60	0,55	<b>1</b>	3,5	<b>B</b>	E/O
«ecológica»	1,5	15	12		0,61	50	0	13	<b>4</b>	<b>8</b>	0,50	0,46	<b>1</b>	0,75	<b>9</b>	<b>B</b>	S

En todos los casos la edificabilidad es aproximadamente  $1 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ .

**Ciudad moderna**

Ciudad luminosa

## Ciudad jardín



## Ciudad bazar

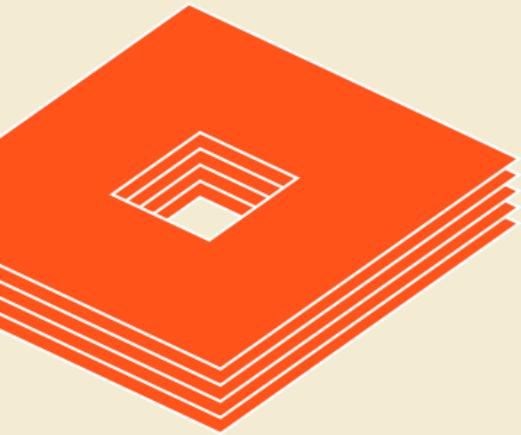
**Ciudad bien iluminada**

**Ciudad bien soleada**



# del diseño urbano

---



## Ciudad clásica

Tec antitat el diseño o

Ciudad festiva

Ciudad radiante

12

10

8

6

4

—

—

—

## Ciudad democrática

## Ciudad ecológica

## Teoría cuantitativa del diseño urbano

---

- La idea de que la densidad urbana está relacionada con algún tipo concreto (adosados, torres, etc) es una **estupidez**. Con cualquier tipo puede alcanzarse la densidad que se requiera.
- El diseño tiene una parte objetiva, técnica, de análisis de una solución. Pero más importante es el trabajo de destilación de soluciones hasta aproximarse al conjunto de soluciones no-peores que cumplen con los requisitos y minoran los costes **físicos** (o mayoran los rendimientos) definidos por el conjunto de funciones potenciales elegidas (sistema de valores).
- La elección de una alternativa no-peor es subjetiva. En el caso del diseño urbano es, etimológicamente, **política**: ¿cuál es el proyecto colectivo de los ciudadanos para su ciudad? ¿cómo representarlo técnicamente?
- (Por supuesto, RAMÓN (ni yo) pretendía que ninguna de sus once ciudades fueran 'modélicas' en ningún sentido.)

## La solución 'mejor'

---

En cualquier problema de optimación vectorial puede existir al menos una solución óptima, mejor que cualquier otra, **sin ninguna incertidumbre**.

Se trataría de aquella en que todos los costes considerados son nulos. Entonces, su **cuenca de atracción** abarca el conjunto completo de todas las soluciones imaginables, siendo superior a cualquiera de ellas.

La energía solar es gratuita y no requiere más esfuerzo que el recolectarla. Que ese esfuerzo sea un coste o un juego es opinable. . .

Sin embargo, la segunda ley de la termodinámica sugiere que todo requiere algún esfuerzo y, por tanto, que la existencia de una solución mejor y única para cada problema pertenece al mundo de las fantasías.

God, grant me the serenity to accept the things  
I cannot change,  
The courage to change the things I can,  
And the wisdom to know the difference.

## Decisión ecológica

Mariano Vázquez Espí

GIAU+S (UPM)

Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad

Universidad Politécnica de Madrid

<http://habitat.aq.upm.es/gi>

Edición del 16 de septiembre de 2014

compuesto con *free software*:

GNULinux/L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X/dvips/ps2pdf

Copyright © Vázquez Espí, 2014