



Ingeniería Sostenible

Presentado por Ramzy Kahhat, PhD

Inspirado en Braden Allenby

1

¿Qué podemos hacer?

Ustedes son una empresa de ingeniería y han sido contratados por el gobierno de un país para incrementar la producción de **algodón y arroz** en una zona agrícola.

¿Cómo podríamos satisfacer la demanda de agua de esta zona agrícola?

Dato importante: Se sabe que esta zona se encuentra cerca de dos ríos caudalosos los cuales desembocan a un lago muy grande.



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



3

El Mar Aral, Kazakhstan



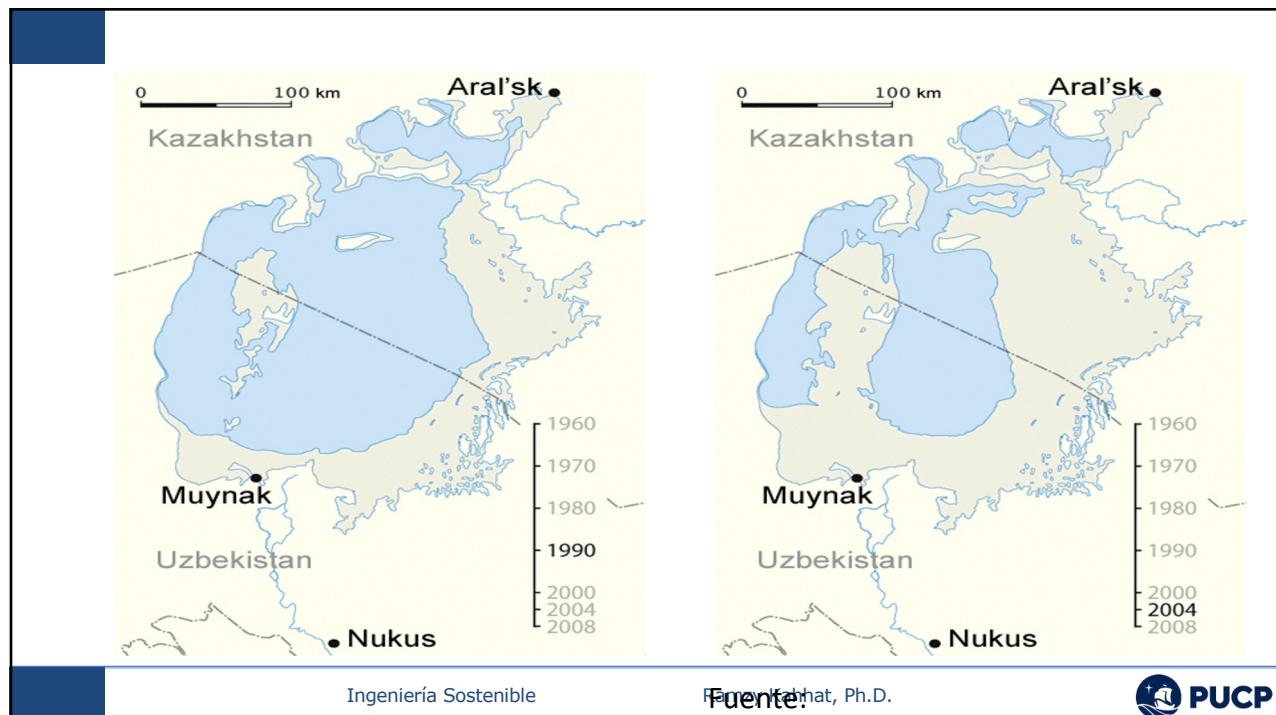
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.

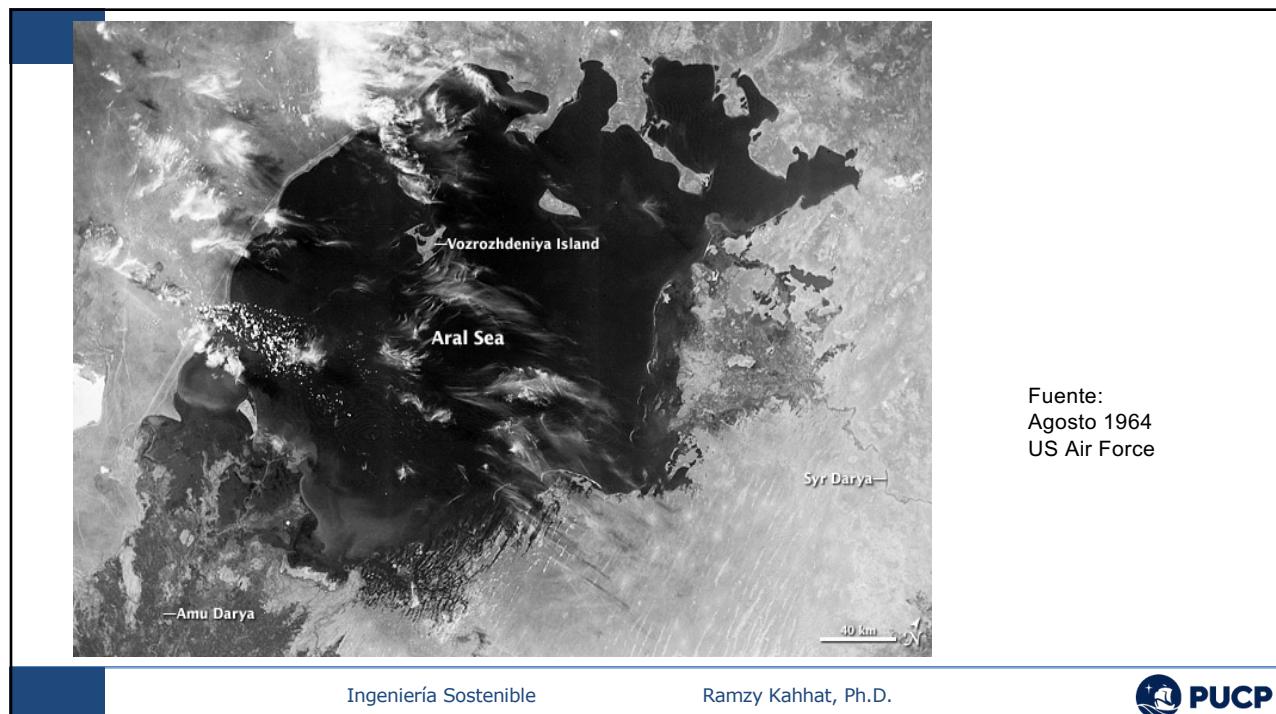


4

2



5



6

Shrinking Aral Sea

http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/aral_sea.php

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



7

El Mar Aral, Kazakhstan

- **Antes de 1960:** Inmenso lago de agua dulce
- En las ultimas décadas, 60% del lago ha desaparecido
- Ríos que lo alimentan: Amu Darya and Syr Darya
- **Alrededor de 1960:** agricultores y los estados de Uzbekistán y Kazakstán construyeron un gran canal que tomaba las aguas de los ríos que desembocaban al lago para irrigar campos de algodón y arroz.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



8

4

El Mar Aral, Kazakhstan

- 1965: recibía 50 km³ de agua fresca por año
- 1980: recibía cerca de cero

Consecuencias Ambientales

- Concentraciones de sal y minerales se incrementaron
 - Alteración de sistema natural del lago
 - Decremento de población de peces

Industria pesquera eliminada

- 1960s: 60,000 personas
- 1977: 75% reducción de pesca
- 1980s: eliminación de pesca industrial

Clima de la región alterado

- Temporada de crecimiento es mas corta
- Cambio de cultivo: algodón a arroz... demanda de mas agua

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



9

El Mar Aral, Kazakhstan

- Exposición rápida de la cama del lago a vientos fuertes
 - Reducción de calidad de aire en zonas aledañas
 - Impacto negativo en rendimiento de cultivos
 - Partículas cargadas de sal que caen en terreno cultivable

Situación actual no es sostenible... ¿Qué se ha hecho para seguir evitando el problema?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



10



11

Mar Aral: Video

<http://www.youtube.com/watch?v=NC5UIEx83fo>

¿Cómo se sienten como ingenieros frente a esta catástrofe?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



13

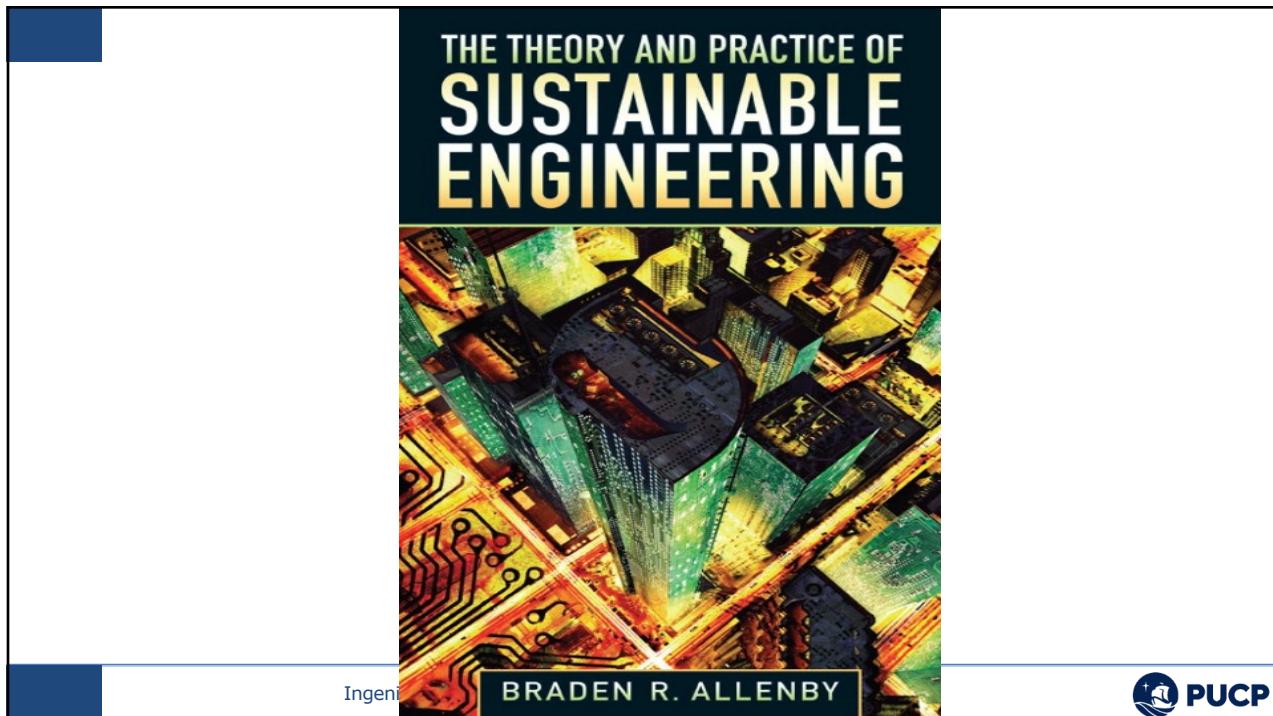
Acerca de la materia

Ingeniería Sostenible

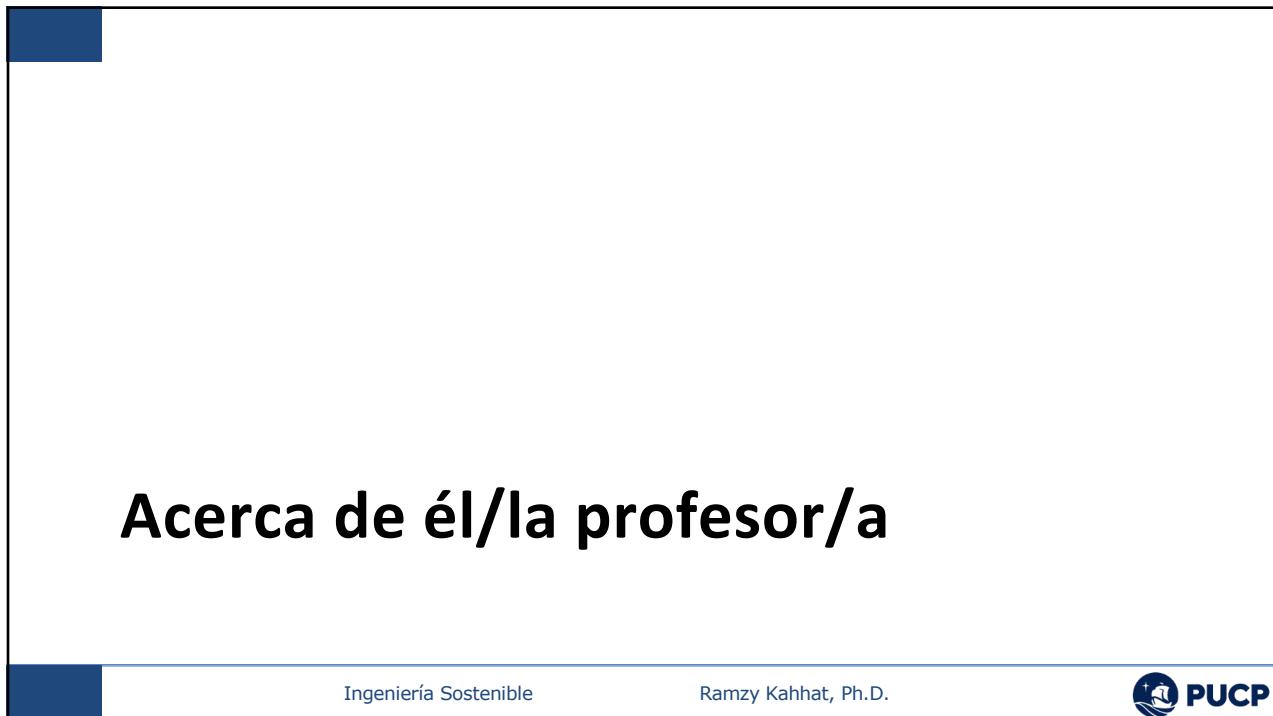
Ramzy Kahhat, Ph.D.



14



15



16

Ingeniería sostenible

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



17

Ingeniería y Tecnología

Ingeniería:

- “Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología.” (RAE)
- “Uso de métodos y herramientas científicas y de ingeniería para resolver problemas de manera estructurada.” (Allenby, 2011)

Tecnología:

- “Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.” (RAE)

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



18

¿Qué es Ingeniería Sostenible?

Ingeniería:

Debe desarrollar soluciones que funcionen... la tarea se vuelve mas complicada con el tiempo

Hoy en día la frontera de los problemas que se deben solucionar han crecido mas allá de las fronteras tradicionales.

Sostenibilidad:

Difícil definir, no hay una definición aceptada mundialmente.

Incluye dos temas importantes:

- 1) Preocupación apropiada de los **sistemas naturales** (Ambiente)
- 2) Preocupación apropiada por la **equidad social**

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



19

¿Por qué necesitamos Ingeniería Sostenible?

- Históricamente la ingeniería ha sufrido cambios importantes:
 - Ingeniería Militar a Ingeniería Civil (siglo 17-18)
 - Ingeniería Electrónica (tarde en el siglo 19)
 - Ingeniería Aeronáutica
- Razones:
 - Profesionalización de actividades de ciencia y tecnología que acompañaron la Revolución Industrial
 - Mas grande diferenciación entre actividades militares (tradicionalmente el enfoque de la ingeniería) y no-militares o civiles.
 - Nacimiento de tecnologías (e.j., telégrafo) que antes no existían.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



20

¿Por qué necesitamos Ingeniería Sostenible?

¿Qué diferencias tiene el mundo de hoy que requiere de una ingeniería diferente?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



21

¿Ingeniería diferente?

Desafíos críticos:

- 1) **f(Población)**: Mas personas, mas impacto a sistemas naturales, **uso de mas recursos**, creación de **tecnologías mas complicadas** con impactos cada vez mas grandes en la escala física y temporal...

Problemas mas complicados de solucionar para los ingenieros

Ingenieros deben ahora contemplar mas consideraciones de sistemas naturales, sociales e institucionales...

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



22

¿Qué es Ingeniería Sostenible?

Desafíos críticos:

2) **Acelerada complejidad y énfasis en sostenibilidad** trae una carga adicional al ingeniero que debe buscar **soluciones que funcionen en el mundo real** y que balanceen las implicaciones ambientales, sociales, económicas y tecnológicas.

¿Qué es Ingeniería Sostenible?

Desafíos críticos:

3) Siempre pensar en **términos de SISTEMAS**

... pero va de la mano con el problema que debemos resolver, e.j., Tostadora vs. Conga

¿Por qué necesitamos Ingeniería Sostenible?

Por que el mundo ha cambiado, porque sigue cambiando rápidamente, y porque un ingeniero en este mundo requiere habilidades y conocimientos diferentes al que tenían en el pasado.

Un buen ingeniero es aquel que soluciona el problema presentado con la cultura, restricciones, materiales y tecnologías de ese tiempo y lugar.

Ingeniero sostenible es simplemente un buen ingeniero en este mundo tan cambiante y complejo.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



25

¿Por qué necesitamos Ingeniería Sostenible?

Ingeniería Sostenible es una responsabilidad profesional y un importante componente del capital intelectual

Es una capacidad critica para la sociedad y para nuestro futuro

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



26

Antropoceno

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



27

Antropoceno

- Mundo diferente
- Cada vez mas dominado por actividades, tecnologías y culturas de la **especie humana**.
- Muchos llaman a esta era como la **Era de los Humanos o el Antropoceno**.

Ejercicio

Imaginemos que somos extraterrestres y vemos la tierra desde el espacio...
¿Qué vemos?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



28



29



30



31

¿Qué vemos?

Un mundo transformado
por la especie humana

32

"Otro nombre para el Holoceno es el antropoceno, la "Era del Hombre". Esto es algo engañoso: los seres humanos de nuestra propia subespecie, el Homo sapiens, han evolucionado y dispersado por todo el mundo mucho antes del inicio del Holoceno.

Sin embargo, el Holoceno ha sido testigo de toda la historia de la humanidad y el surgimiento y la caída de todas las civilizaciones. La humanidad ha influido mucho en el ambiente del Holoceno. Mientras que todos los organismos influyen en su entorno hasta cierto punto, pocos han cambiado el mundo tanto o más rápido que nuestra especie.

El Holoceno también ha visto el gran desarrollo del conocimiento humano y la tecnología, que puede ser utilizado - y se está utilizando - para entender los cambios que vemos, para predecir sus efectos, y para detener o aminorar el daño que puede hacer a la Tierra y a nosotros."

Fuente: University of California Museum of Paleontology

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



33

Evolución del Antropoceno: Revolución Industrial

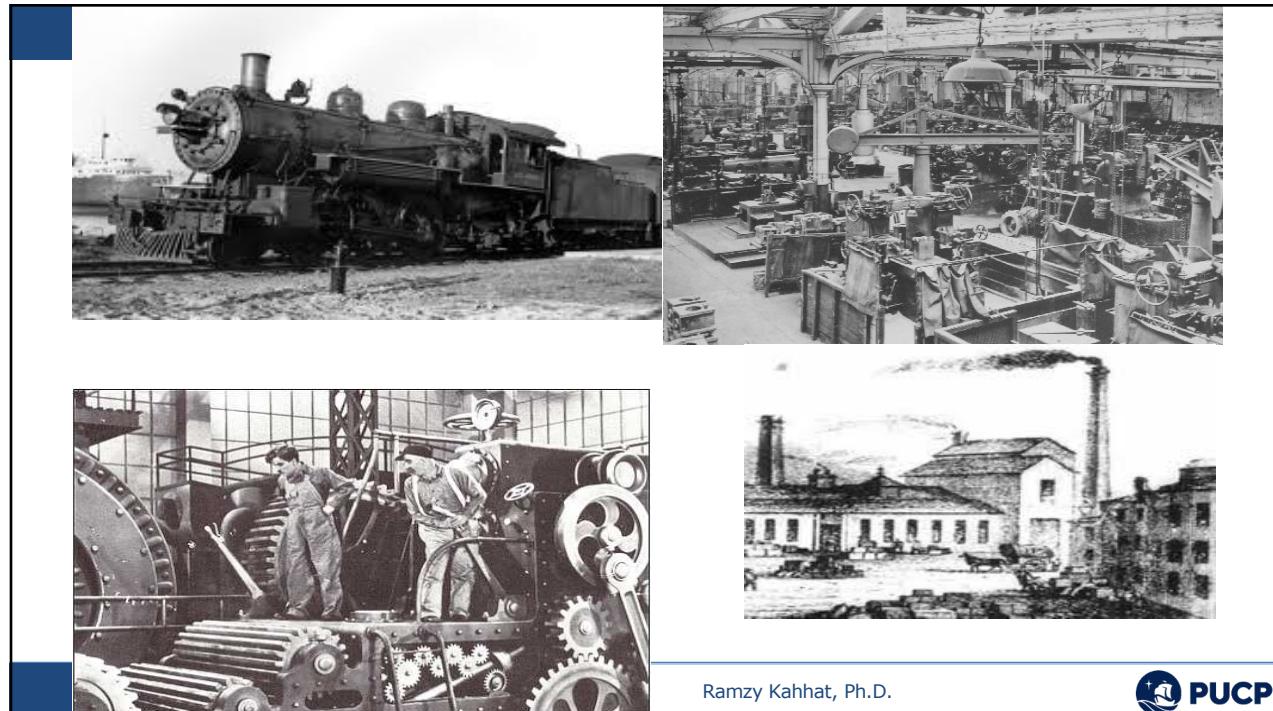
- La RI en los 1700s y los cambios asociados en la demografía humana, prácticas de agricultura, sistemas tecnológicos, culturales, y económicos... llevaron a un mundo diferente.
- Ejercicio: Pensemos de las implicaciones de estos cambios:
 - Sistemas naturales locales y regionales
 - Sistemas humanos: conexión entre humanos, actividades, interconexión humana.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



34

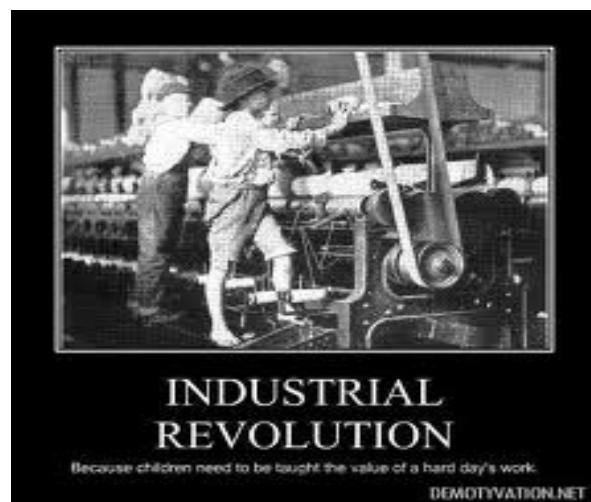


Ramzy Kahhat, Ph.D.



35

Video Revolución Industrial



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



36

Industrialización

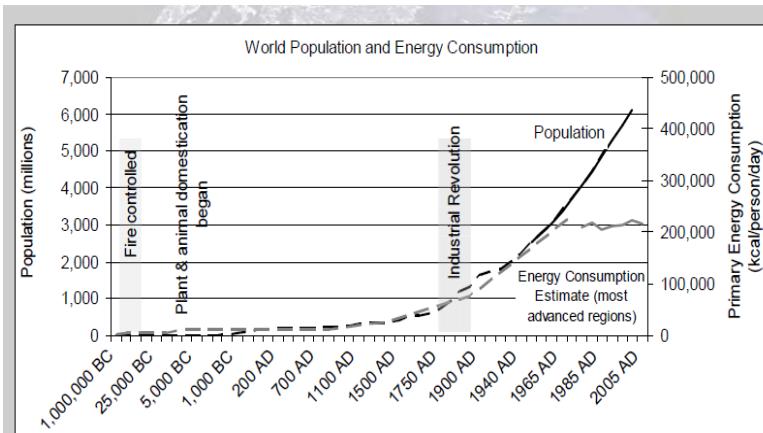
- Comienza alrededor de 1770 en Inglaterra
- Caracterizada por
 - Maquinas reemplazan la potencia humana y animal
 - Crecimiento rápido de productividad
 - Crecimiento rápido de ingresos per cápita

Crecimiento poblacional y estado tecnológico

| Age | Population Level (in Millions) | Global Technology State (Core) |
|---------------------------|-----------------------------------|---|
| 1,000,000 BP ² | 0.125 | None |
| 10,000 BP | 4 | Beginning of agricultural revolution |
| 2,000 BP | 100 | Agricultural |
| 1,000 BP | 300 | Agricultural |
| 500 BP | 450 | Enlightenment; Beginning of modern science and technology |
| 100 BP | 1,600 | Heavy engineering (e.g., railroad) |
| 50 BP | 2,500 | Mass production and consumption (e.g., automobile) |
| Today | 6,500+ | Information/biotechnology society |

BP: Before Present, antes del presente

Crecimiento poblacional y estado tecnológico



Graph adapted from Cook (1976, p. 167). Data sources: Population Estimate from Kremer (1993, p. 683); Population from United Nations Statistics Division [UNSD], 2009); Energy Consumption Estimate (includes food) from (Cook (1971, p. 135; Cook, 1976, pp. 166-167); US Energy Consumption (excludes food) from IEA (2008c).

Agradecimiento: Mattick, C



39

Crecimiento poblacional y estado tecnológico

Crecimiento en población humana ha sido extraordinario y es una función de, entre muchas cosas, **las tecnologías existentes** para apoyar su existencia. Estas tecnologías son la esencia de la ingeniería.

Producto Bruto Interno

Según MEF

- El PBI es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado.
- Producto se refiere a valor agregado; interno se refiere a que es la producción dentro de las fronteras de una economía; y bruto se refiere a que no se contabilizan la variación de inventarios ni las depreciaciones o apreciaciones de capital.

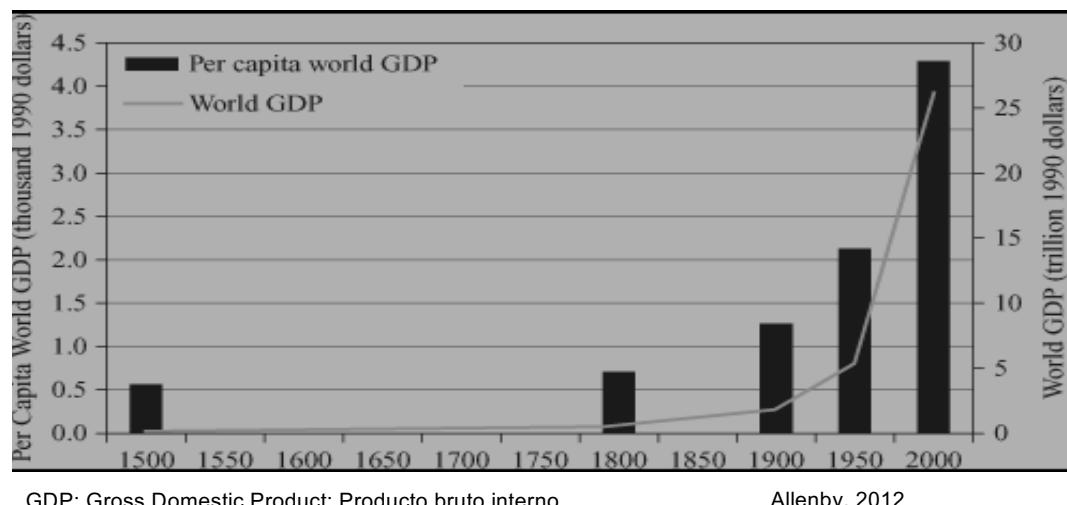
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



41

Historia de la economía global



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



42

Historia de la economía global

Crecimiento dramático del PBI y PBI/capita.
Mas pronunciado si lo comparamos con el crecimiento poblacional.

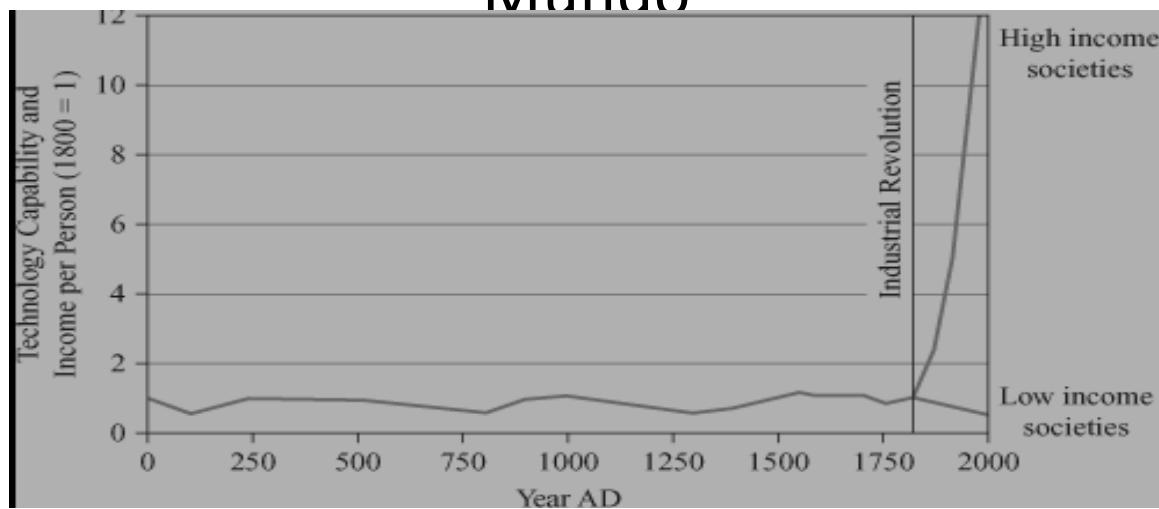
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



43

Historia Económica y Tecnológica del Mundo

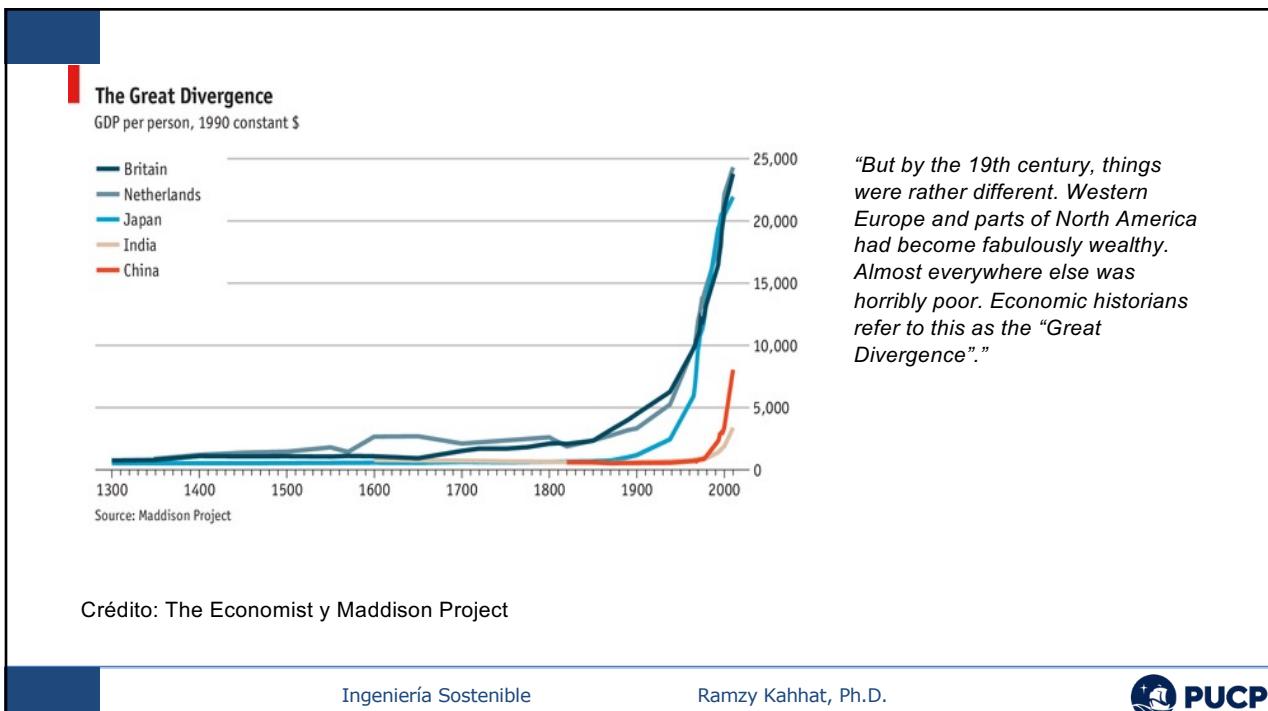


Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



44



45

Historia Económica y Tecnológica del Mundo

Por muchos cientos de años cambios tecnológicos han estado en equilibrio y el status económico promedio de las persona se mantuvo casi igual, generación tras generación (existieron personas poderosas y ricas pero muy pocas comparadas con la multitud).

Revolución Industrial creó una divergencia total; tecnología y producción económica produjo temporalmente recursos

Ninguna sociedad altamente tecnológica está en la categoría de ingresos bajos.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



46

Historia Económica y Tecnológica del Mundo

Importante recordar que el crecimiento económico es diferente a la distribución de riquezas y activos.

Entonces, los dos, la distribución de tecnología y beneficios económicos relacionados no han sido uniformes dentro de los países o entre los países.

La Revolución Industrial creó una brecha gigante entre los países que desarrollaron producto de esta revolución y los que no: La Gran Divergencia.

Ingeniería Sostenible

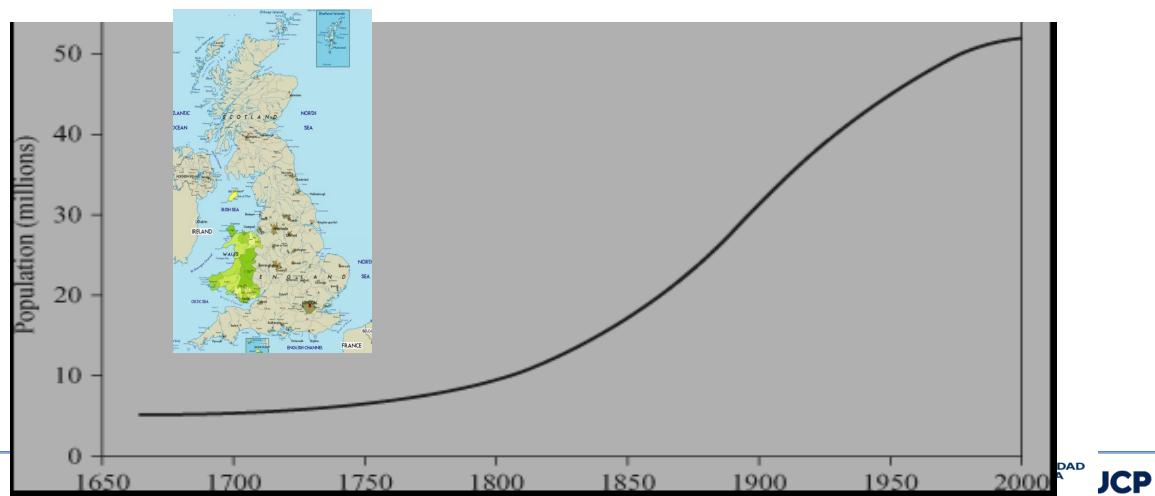
Ramzy Kahhat, Ph.D.



47

¿Por qué la tecnología es importante?

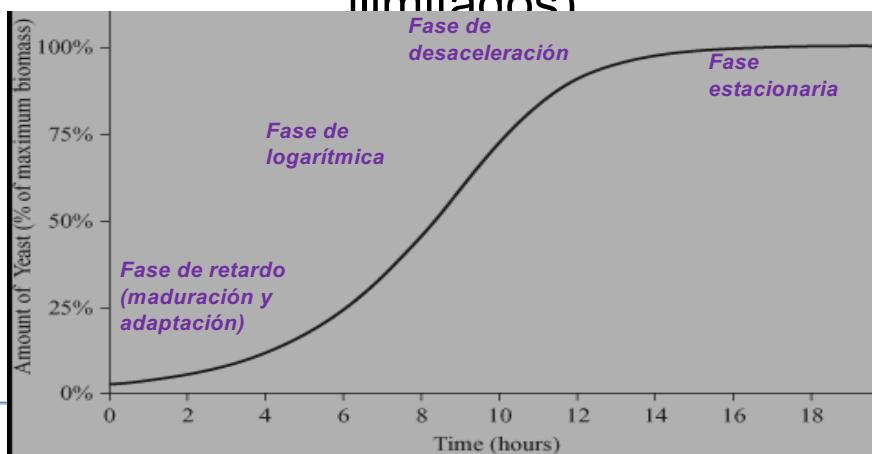
Población en Inglaterra y Gales entre 1650 a 2000



48

¿Por que la tecnología es

importante?
Crecimiento típico de levadura/"hongos" en
un nuevo cultivo (nutrientes se asumen
ilimitados)



49

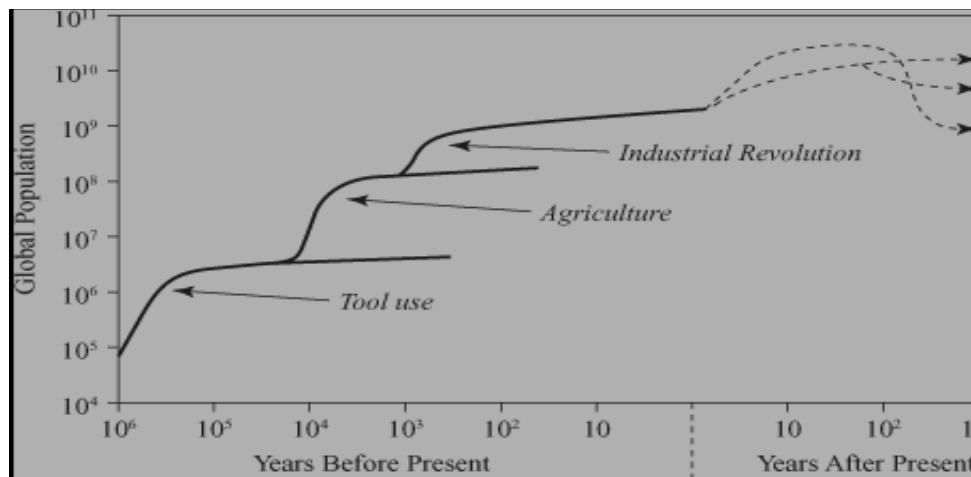
¿Por qué la tecnología es importante?

Las dos curvas surgen de dinámicas similares vistas
de un nivel macro →

cambio tecnológico y crecimiento económico
como resultado de que la Revolución Industrial
crearon suficientes “**nuevos**” **recursos** para permitir
crecimiento dramático de la población en Inglaterra
y Gales.

50

Grafico de Población Global y Tecnologías



Fuente: Graedel and Allenby, 2003

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



51

Grafico de Población Global

Este grafico ilustra la relación entre capacidad tecnológica global y sistemas tecnológicos mayores:
Neolítico, revolución agraria, revolución industrial.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



52

Energía y agua

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



53

Antropoceno: Energía y Agua

- La RI tuvo impactos significativos a los sistemas naturales: **el flujo de energía y el agua** son tal vez **las implicaciones mas aparentes**.
- Ambas (energía y agua) son categorías criticas para la innovación tecnológica y económica.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



54

Antropoceno: Energía y Agua

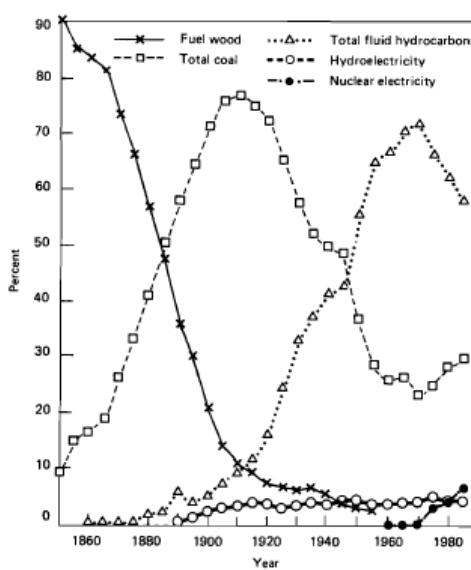
- Energía:
 - Critica en la transformación de materiales y por lo tanto crecimiento económico.
 - Dependencia en combustibles fósiles e implicaciones ambientales.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



55



Ayres 1989

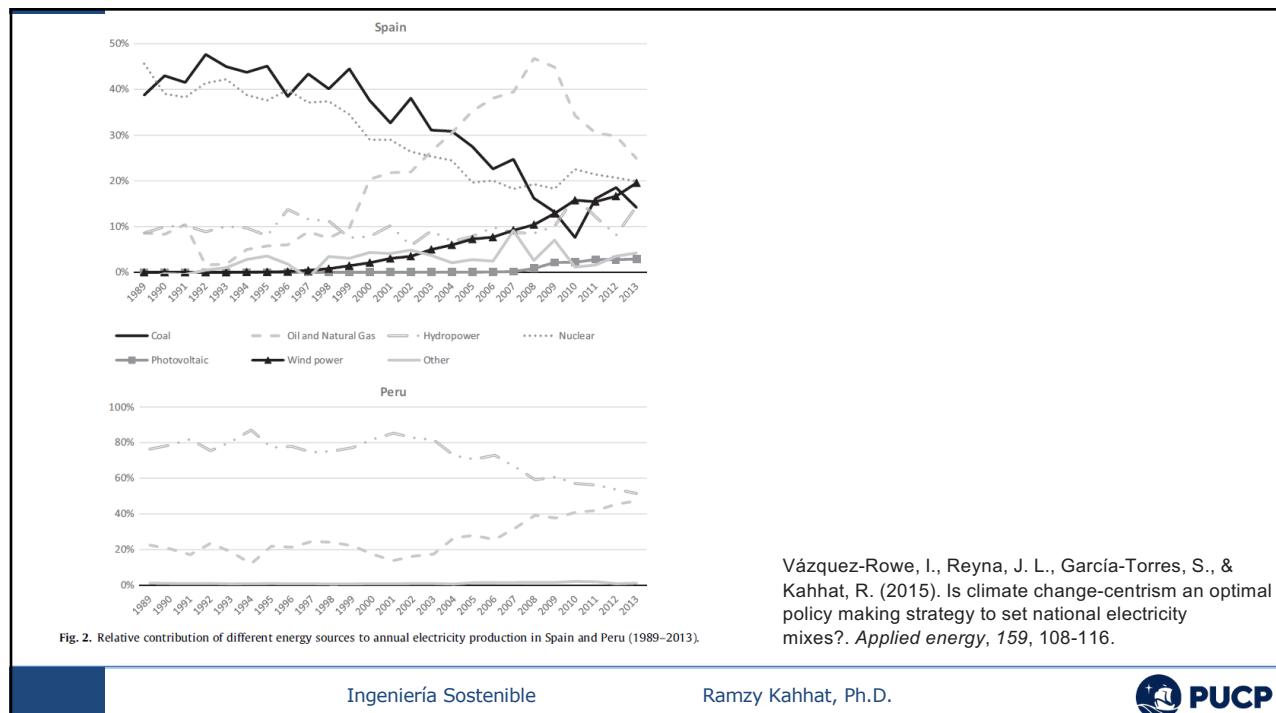
Figure 19. Sources of energy in the US. (Data taken from Schurr, Netschert et al.; US-BOC.)

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



56



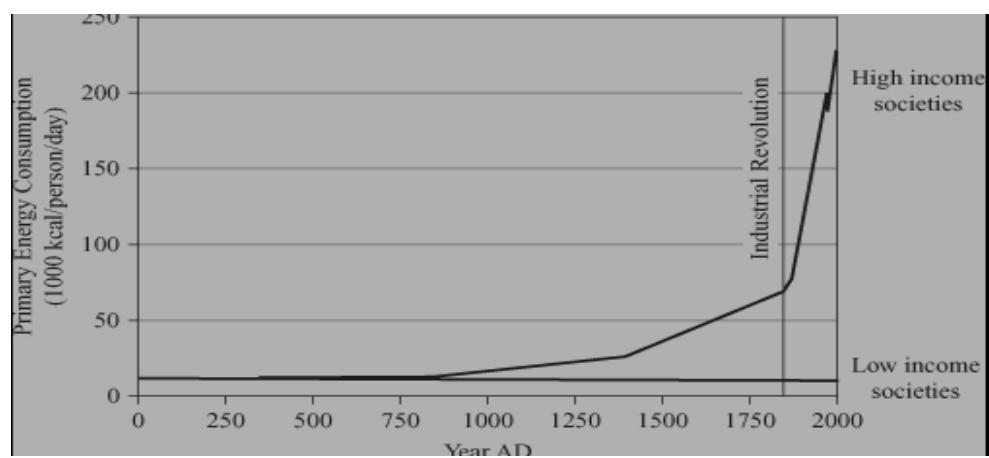
57

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



Historia del consumo global de energía



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



58

29

Antropoceno: Energía y Agua

- No solo hay diferencias entre países sino no dentro del mismo país en los diversos años:
 - Por ejemplo, EU: cambio del sector industrial a sector servicios

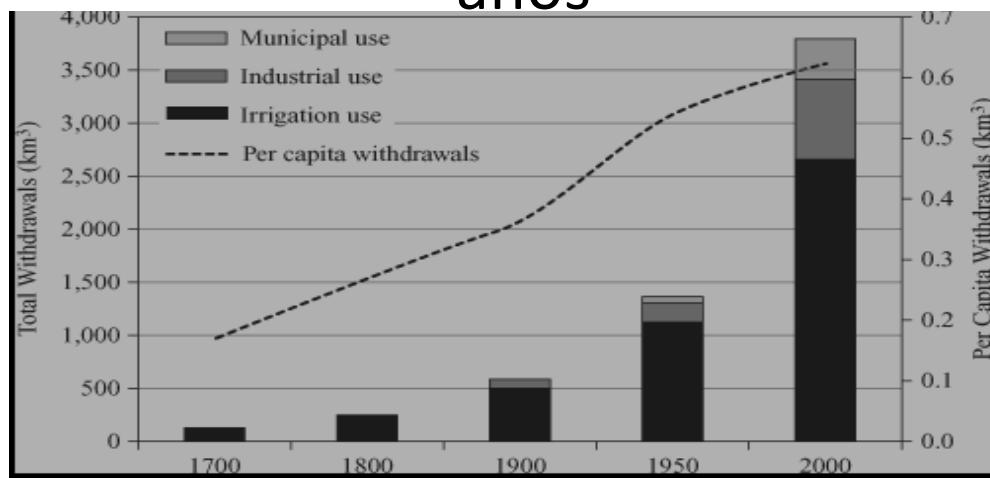
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



59

Uso global del agua en los últimos 300 años



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



60

Uso global del agua en los últimos 300 años

Incremento dramático del uso del agua en los últimos 300 años... Uso en agricultura sigue siendo el mas importante

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



61

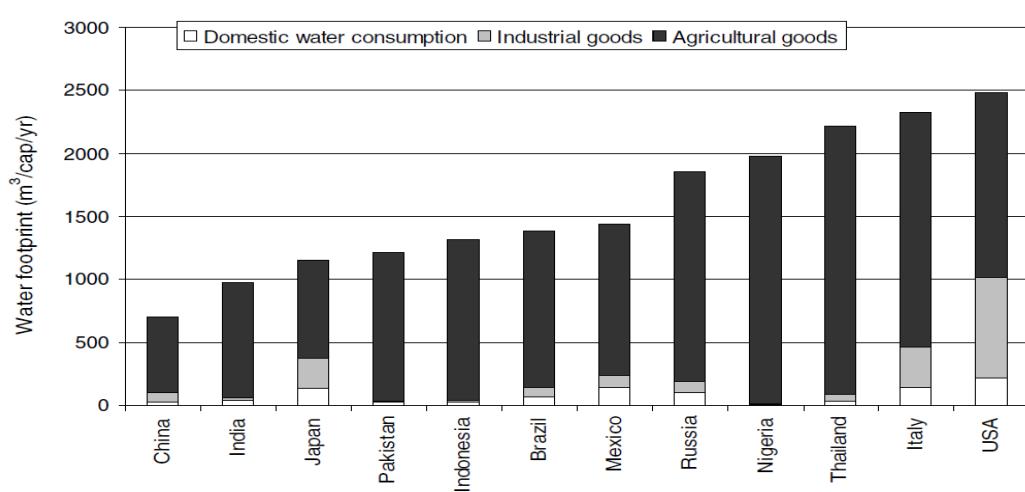


Fig. 5 The national water footprint per capita and the contribution of different consumption categories for some selected countries

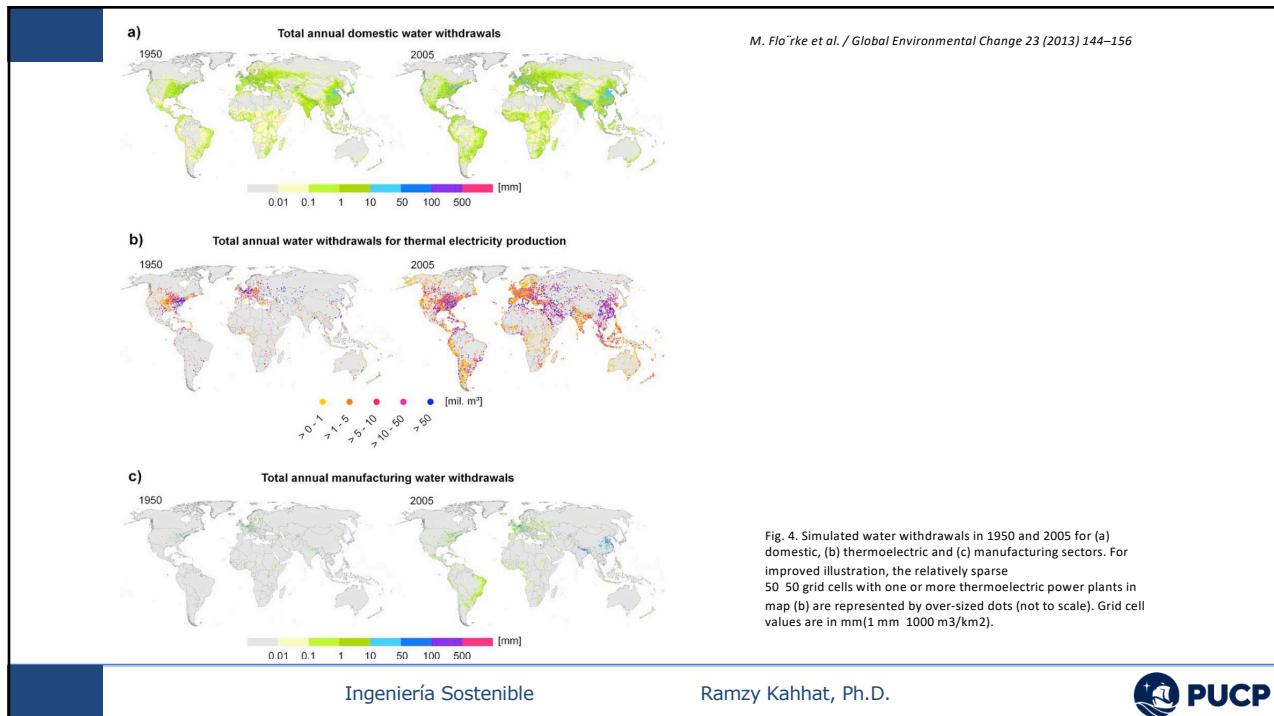
A. Y. Hoekstra · A. K. Chapagain, 2007

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.

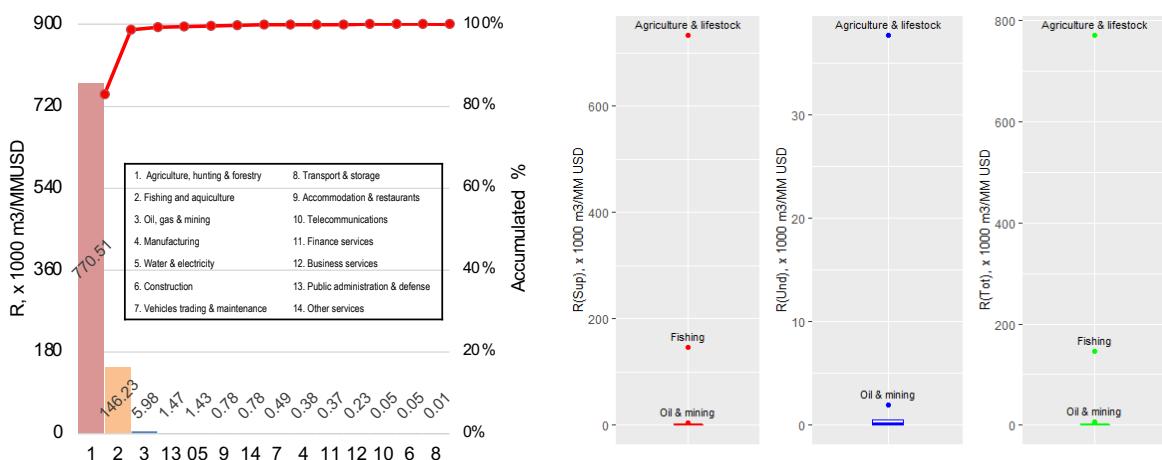


62

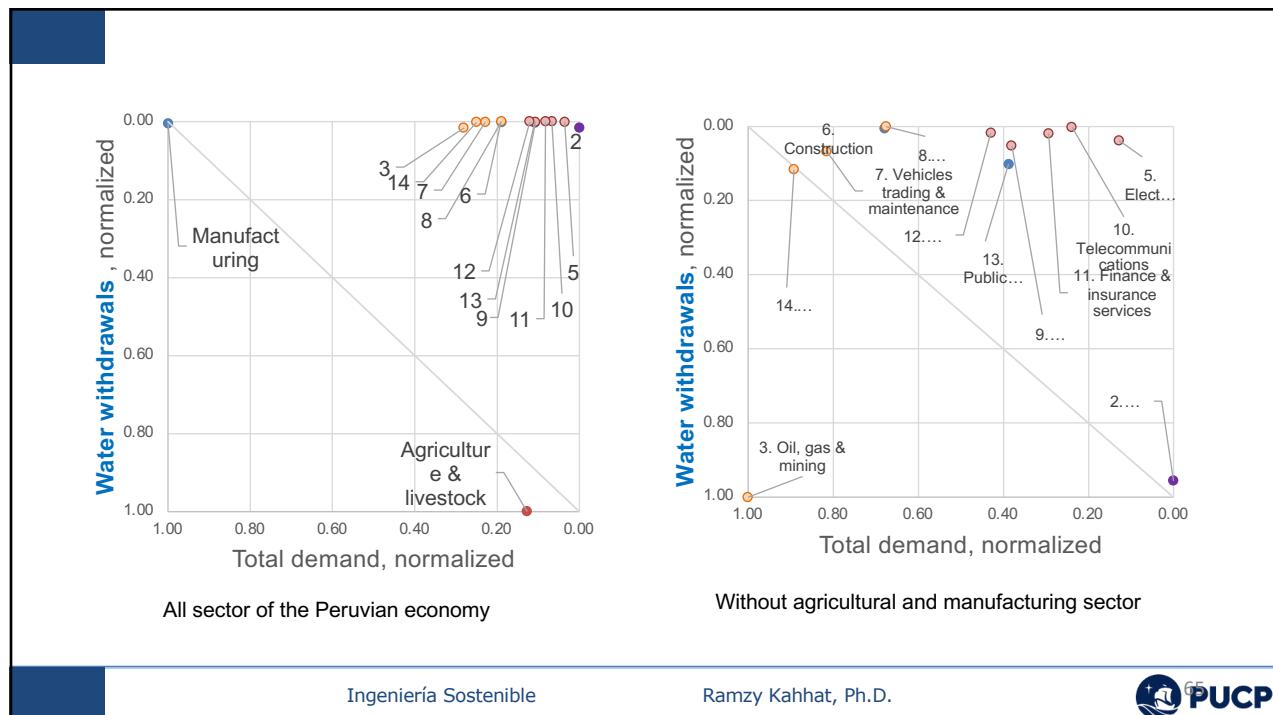


63

According to the environmental matrix for surface, underground water and total water the removal, the **largest consumer of water is agriculture and livestock sector**, where techniques for a better use of water must be implemented (e.g. irrigation)



64



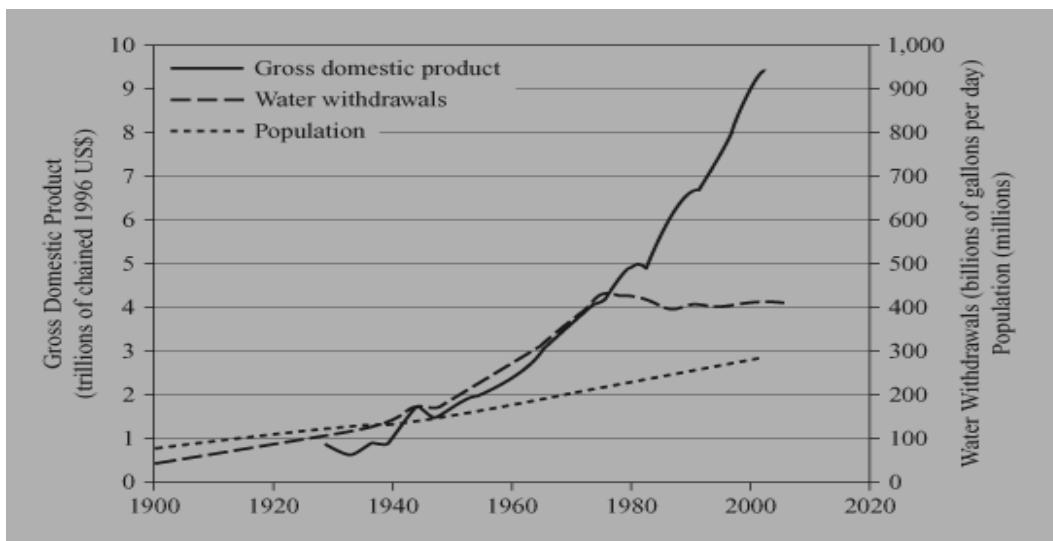
65

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



PBI, Población, Uso de Agua



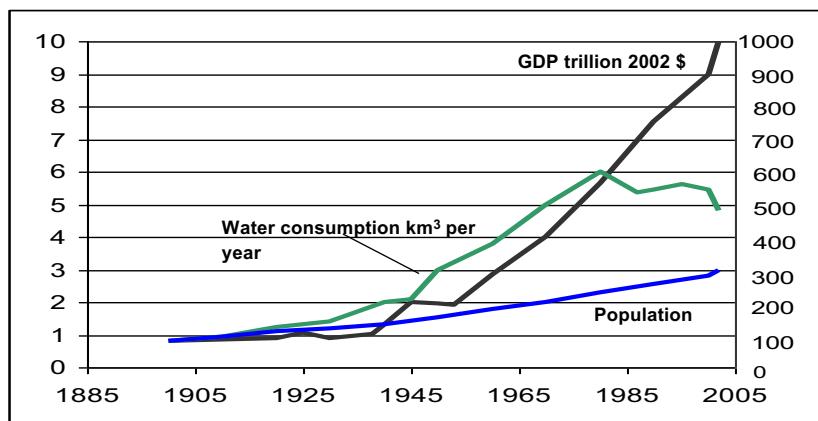
66

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



Decoupling U.S. Water Consumption from Economic Performance



Adapted from The Economist, "Priceless: a survey of Water", July 19 2003, center section, Pg 4.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



67

PBI, Población, Uso de Agua

En USA el uso de agua se disocia del crecimiento poblacional y económico.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



68

Actividad Cooperativa: Agua

- Ustedes son los líderes de un país muy rico en recursos minerales pero que tiene un gran problema: **carenza de agua**.
- Sus asesores les informan que en los próximos años su país tendrá un gran incremento poblacional. Por ende, una demanda de alimentos que difícilmente podrá ser suplida por la agricultura local debido principalmente a la carencia de agua.

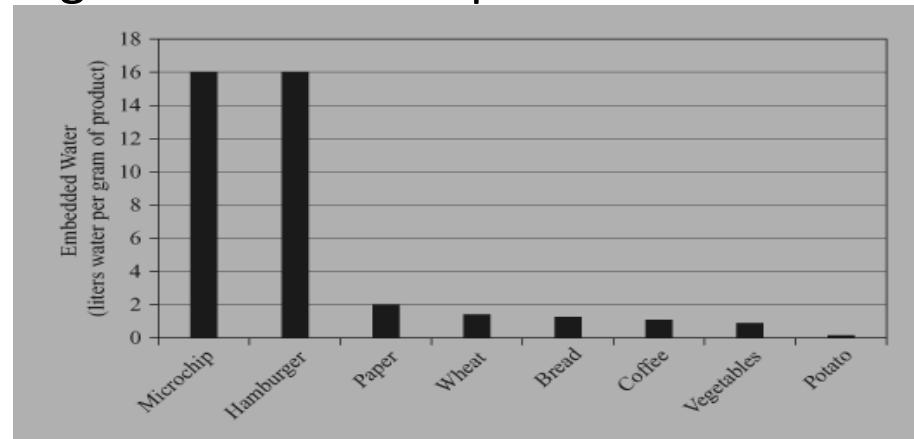
¿Qué medidas tomarían para contrarrestar esta inminente tragedia?

Antropoceno: Energía y Agua

- El agua no solo es usada por la agricultura, industria... todo producto que usamos usó agua: agua contenida (uso directo e indirecto)

Antropoceno: Energía y Agua

Aqua contenida en productos selectos



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



71

Table 2 Global average virtual water content of some selected products, per unit of product

| Product | Virtual water content (litres) |
|--|--------------------------------|
| 1 glass of beer (250 ml) | 75 |
| 1 glass of milk (200 ml) | 200 |
| 1 cup of coffee (125 ml) | 140 |
| 1 cup of tea (250 ml) | 35 |
| 1 slice of bread (30 g) | 40 |
| 1 slice of bread (30 g) with cheese(10 g) | 90 |
| 1 potato (100 g) | 25 |
| 1 apple (100 g) | 70 |
| 1 cotton T-shirt (250 g) | 2000 |
| 1 sheet of A4-paper (80 g/m ²) | 10 |
| 1 glass of wine (125 ml) | 120 |
| 1 glass of apple juice (200 ml) | 190 |
| 1 glass of orange juice (200 ml) | 170 |
| 1 bag of potato crisps (200 g) | 185 |
| 1 egg (40 g) | 135 |
| 1 hamburger (150 g) | 2400 |
| 1 tomato (70 g) | 13 |
| 1 orange (100 g) | 50 |
| 1 pair of shoes (bovine leather) | 8000 |
| 1 microchip (2 g) | 32 |

El agua virtual se define como el volumen de agua necesario para producir un producto o servicio.

A. Y. Hoekstra · A. K. Chapagain, 2007

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



72

Antropoceno: Energía y Agua

- Caso de las hamburguesas: vacas comen pastos, pastos requieren agua, etc...

Antropoceno: Energía y Agua

- El agua contenida puede ser reducida aplicando buena ingeniería...

pero se debe entender los aspectos de diseño para hacerlo.

Antropoceno: Energía y Agua

**-> Importación
de AGUA en
forma de
alimentos**

Arabia Saudita, Kuwait y Qatar están comprando tierras en países pobres para “crecer alimentos” mitigando así su escaso recurso hídrico.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



75

Antropoceno: Energía y Agua

Para unos es:

- Apropiación de tierras

Para otros:

- Manera eficiente de estructurar la agricultura y demanda de agua global dando capital intelectual y financiero a los países pobres

¿Quien esta en lo cierto? ¿Qué opinan ustedes?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



76



77



78

La huella del antropoceno

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



79

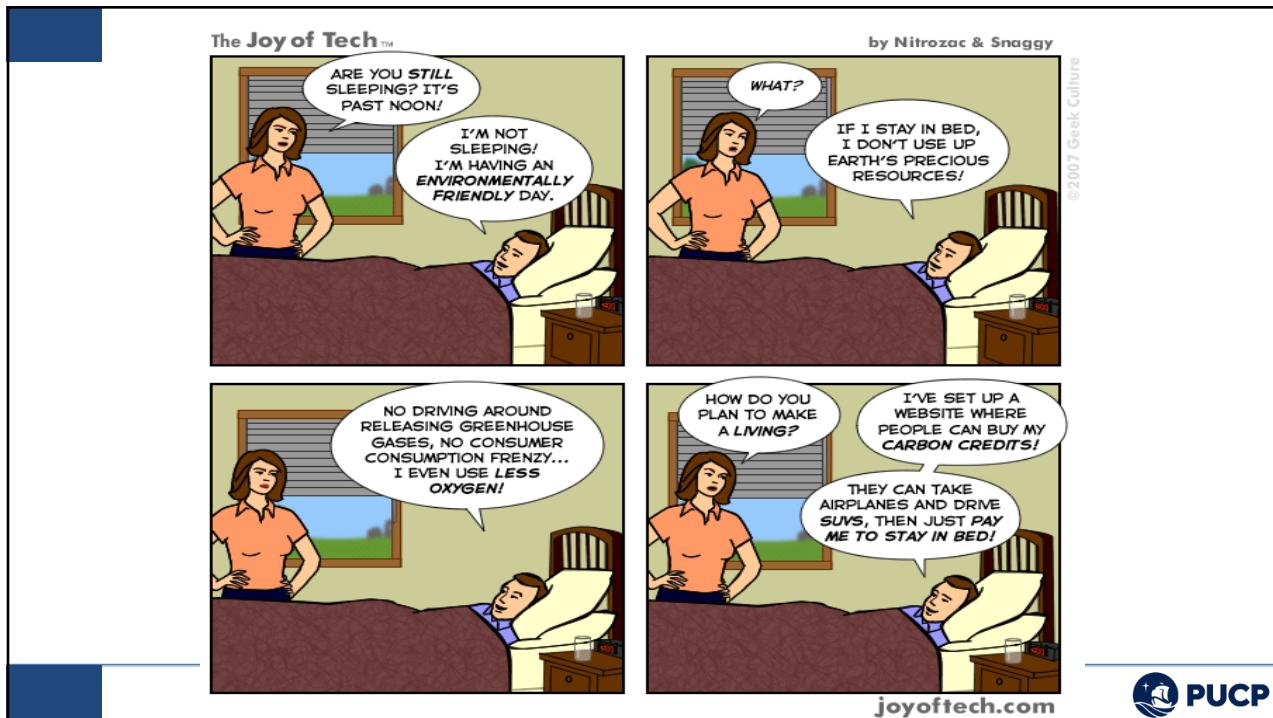


Ingeniería Sostenible

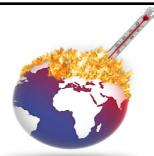
Ramzy Kahhat, Ph.D.



80



81



Calentamiento Global

- **Preocupación ambiental** más conocida y que surge de la integración de los sistemas naturales con los humanos (social, institucional, cultural, económicos) y construidos.
 - Incremento de consumo de recursos y por ende incremento de impacto del humano en sistemas naturales.

“El cambio climático es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas, y plantea uno de los principales desafíos actuales para la humanidad. Los peores impactos probablemente recaerán en las próximas décadas sobre los países en desarrollo. Muchos pobres viven en lugares particularmente afectados por fenómenos relacionados con el calentamiento, y sus medios de subsistencia dependen fuertemente de las reservas naturales y de los servicios ecosistémicos, como la agricultura, la pesca y los recursos forestales”

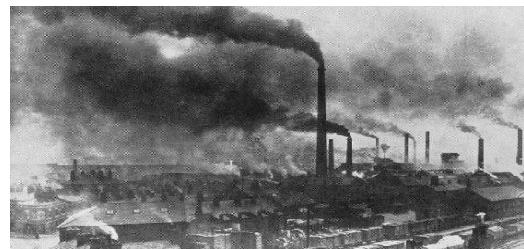
Francis, P. (2019). Laudato Si': On care for our common home. In *Ideals and Ideologies* (pp. 503-510). Routledge.

Calentamiento Global

- Fenómeno del efecto invernadero:
 - La atmósfera deja pasar la luz y atrapa el calor
 - Radiación de alta energía (UV) del sol atraviesa la atmósfera, es absorbida por la tierra, y re-emitida en a frecuencia baja de radiación infrarroja (IR).

Calentamiento Global

- Atmosfera absorbe IR eficientemente, en particular, el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, etc.
- => Mas de estos materiales emitidos a la atmosfera... mayor la energía absorbida... mayor energía contenida en el planeta.



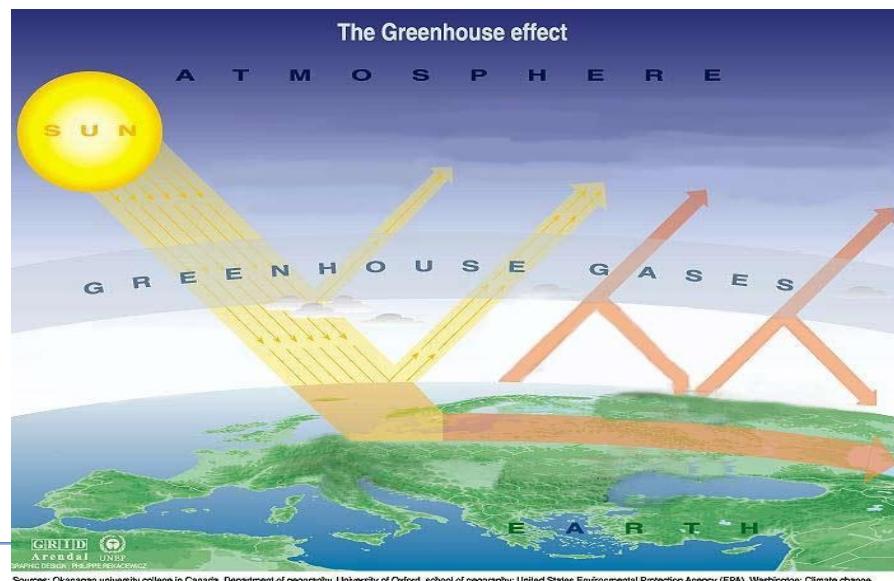
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



85

Calentamiento Global



86

Calentamiento Global

- **No hay argumento en contra de la ciencia.**
- Debate esta entorno a:
 - Impacto de la especie humana y su magnitud, en comparación a todo lo demás que pasa en este sistema complejo.
 - Qué se debe hacer política e ingenierilmente

¿Qué podemos aprender de esto?

Calentamiento Global

- Para la mayoría de personas el dióxido de carbono es la **UNICA** consideración ambiental que merece atención



**SUV = Vehículo
todoterreno ligero**

Calentamiento Global

- Para la mayoría de personas el dióxido de carbono es la **UNICA** consideración ambiental que me merece atención

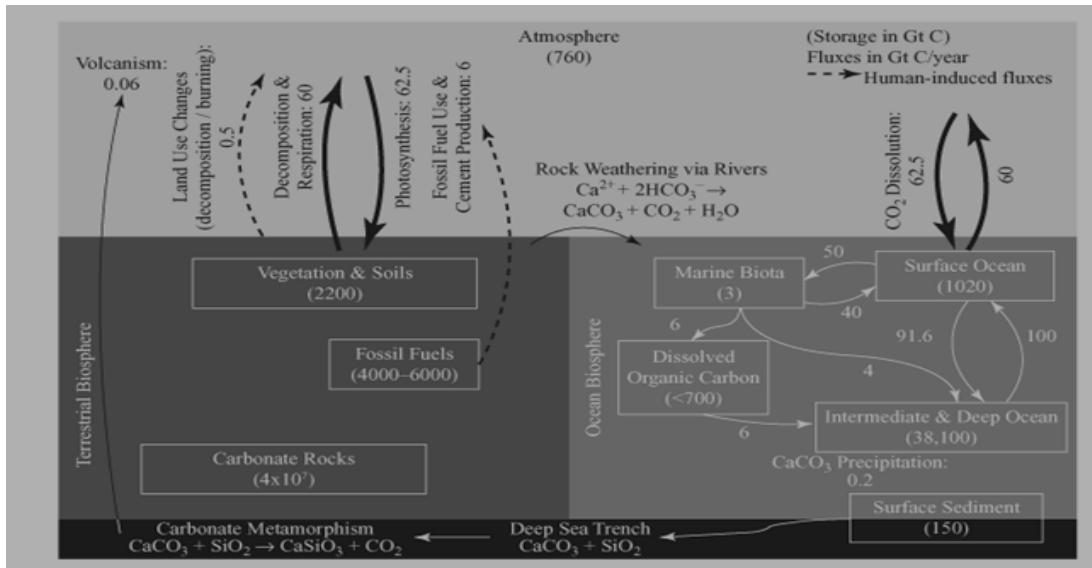
Vulgar simplificación de la realidad

No debería ser la manera de pensar de un ingeniero sostenible

Calentamiento Global

- Cambio climático representa un conjunto de cambios que los humanos están haciendo al ciclo de carbón.
 - Es mas apropiado entenderlo como un aspecto de desafío mas grande: manejo apropiado del ciclo del carbón

Ciclo del Carbón



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



91

Ciclo del Carbón

Contribución de los humanos con relación al volumen de carbón es pequeño pero

afecta la dinámica del clima

Importante resaltar que los cambios absolutos que los humanos producen en los sistemas globales no son lo mas importante, sino mas bien el **efecto en la dinámica en los sistemas afectados.**



92

Calentamiento Global

- Estos sistemas son complicados ya que integran grandes escalas físicas y de tiempo
- Ciclo de carbón acoplado a otros ciclos y sistemas
 - Por ejemplo ciclos de **nitrógeno y hidrológico**

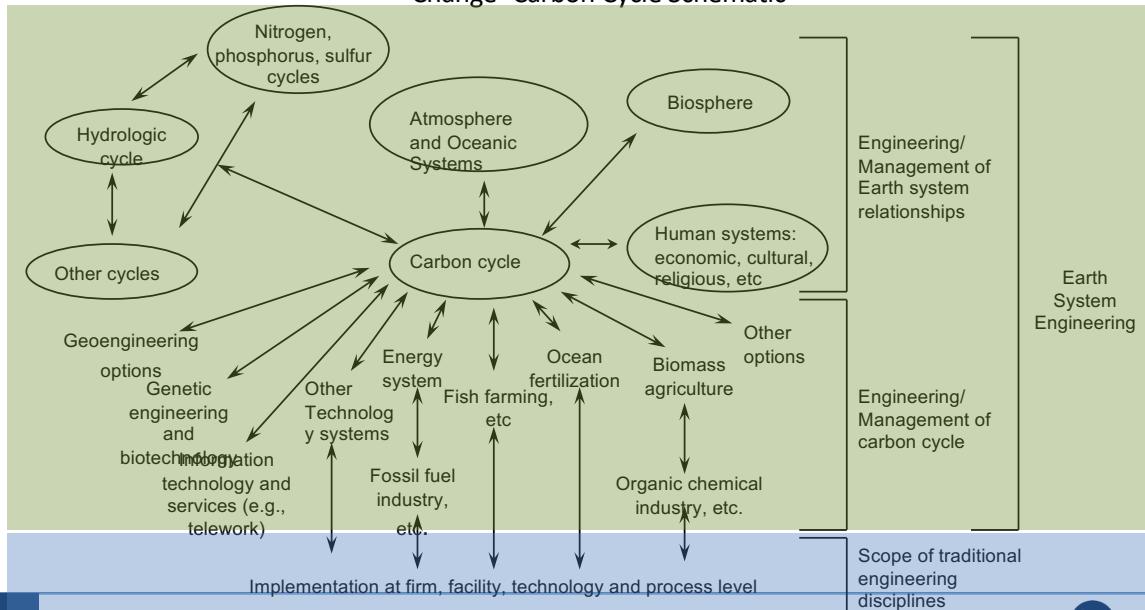
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



93

Earth Systems Engineering and Management: Climate Change- Carbon Cycle Schematic



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



94

Calentamiento Global

- No es tan simple como un simple enfoque en la huella de carbón...
- Es un sistema
 - Extremadamente complejo
 - No predecible
 - Constantemente cambiante

¿Que hacer?

Comprender y simplificar el sistema mas no sobre simplificarlo.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



95

Etanol producido con maíz en USA



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



96

Etanol producido con maíz en USA

- Desde una perspectiva de cambio climático: carbono neutral => Positivo
- En 2001, gobierno de USA adoptó la medida de triplicar el uso de bioenergía para el 2010

Etanol producido con maíz en USA

- En el 2008, la Administración Bush:
 - Preferencia al etanol producido por maíz en USA incrementando el impuesto de etanol importado (54 centavos)
 - Específicamente al etanol de Brasil
 - Excepción de impuesto de 51 centavos para gasolinas mezcladas con etanol

¿Realidad o sueño? (Jarabe de Palo)



UCP

99

Etanol producido con maíz en USA

- Realidad:
 - Se requiere de mucha energía para cultivar maíz a la escala requerida por el país
 - Esa energía viene de combustibles fósiles
 - Muy poco o nada de emisiones de carbón son salvadas con el uso de etanol producido de maíz
 - Una vez que la tecnología ha sido implementada a una escala significativa, muchos sistemas serían perturbados
 - Por ejemplo, uso en alimentos (directamente como grano o indirectamente como alimento para ganado)

Jueves, 1 de febrero de 2007 - 05:34 GMT

[Envíe esta nota por e-mail](#) [Imprima esta nota](#)

México: protesta por alza de precios



Mariusa Reyes
BBC Mundo, México

El maíz fue el rey de la marcha que convocaron organizaciones de izquierda, sindicatos y movimientos sociales en México, para protestar por el aumento en los precios de algunos productos básicos de la canasta alimenticia.

El precio de la tortilla de maíz, el principal alimento en la dieta de los mexicanos, subió hace unas semanas insostenibles para la mayoría de la población. El gobierno finalmente tuvo que intervenir para...

Los mexicanos reaccionaron ante el aumento de los precios en los alimentos básicos.




Ingeniería Sostenible

101

Etanol producido con maíz en USA

- Precios del maíz se incrementan, huelgas en México y Filipinas
 - Los pobres forzados a tener hambre
- Agricultores cambian mercados para ganar mas dinero (de otros cultivos al maíz)
 - Precios de alimentos aumentaron
- En el futuro podría significar la conversión de otras tierras a la agricultura... impactos en la biodiversidad y otros sistemas afectados por el uso de la tierra.

Etanol producido con maíz en USA

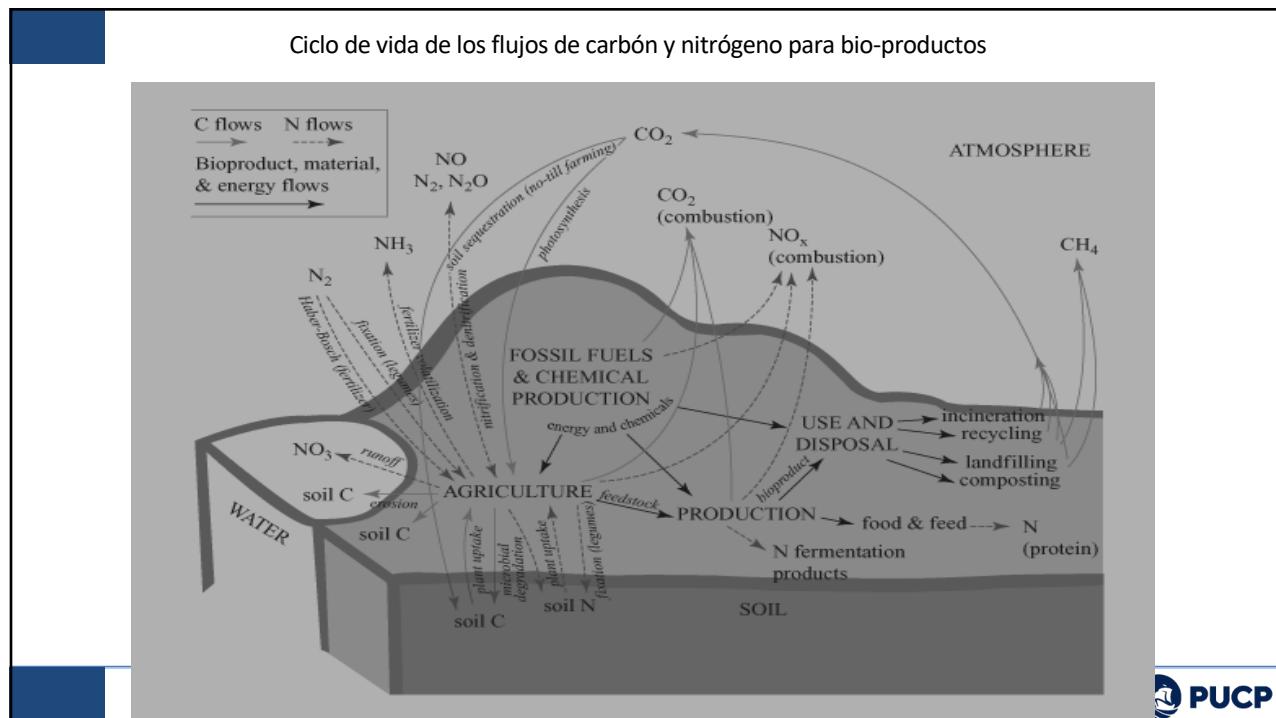
- Incremento en la demanda de productos agrícolas y **su agua contenida**, lleva a países comprar tierras en otros lugares.

Muchos efectos generados...

Pero la situación es mas complicada:

Etanol producido con maíz en USA

- Biomasa no es solo carbono: incluye nitrógeno, fosforo, y otros elementos.
- Expansión de la agricultura para producir biomasa podría ser carbono neutral **pero NO nitrógeno neutral**, ciclo que ya esta considerablemente perturbado.



105

Etanol producido con maíz en USA

¿Qué podemos aprender con este estudio de caso desde una perspectiva de ingeniería sostenible?

¿Bio-energía no es positiva?

¿Visión y análisis holístico?

¿Anticipar consecuencias no intencionadas?

¿Política, Ideología y ciencia?

¿Heurísticas tradicionales?

Temas del antropoceno

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



107

Temas del Antropoceno

¿Vivimos en un planeta completamente Artificial?

NO, pero cada vez mas refleja las actividades humanas, cada vez mas esta más transformado por la especie humana.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



108

Temas del Antropoceno

¿Es la Amazonia Natural?
Por supuesto

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



109



JCP

110

Temas del Antropoceno

¿Es la Amazonia antropogénica?
¿producto de actividades humanas?
También es cierto

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



111



Ingeniería Sostenible

JCP

112

Temas del Antropoceno

Existen cuatro temas principales del antropoceno que **afectarán la ingeniería del futuro:**

- 1) Globalización y multiculturalismo
- 2) Cambios en el rol de la información y sistemas de información
- 3) Importancia de la tecnología para temas ambientales y de sostenibilidad
- 4) Demografía (incluye urbanización, distribución de edades, incremento de riesgo y vulnerabilidad en infraestructura)

Globalización y Multiculturalismo

Globalización: continua integración de sistemas sociales, políticos, económicos, industriales, tecnológicos y de información

Pocos entendemos que de alguna forma la globalización ha existido a lo largo de la historia

Globalización y Multiculturalismo

- ❖ Rutas de comercio conectaban imperios en el mundo: Romano, Persa
 - ❖ Dominio del mundo Islámico (sofisticado, intelectual, curioso, productivo)
 - ❖ China y su tecnología marítima (mas de 3,500 barcos)
 - ❖ Dominación inglesa
- ...

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



115

Globalización y Multiculturalismo

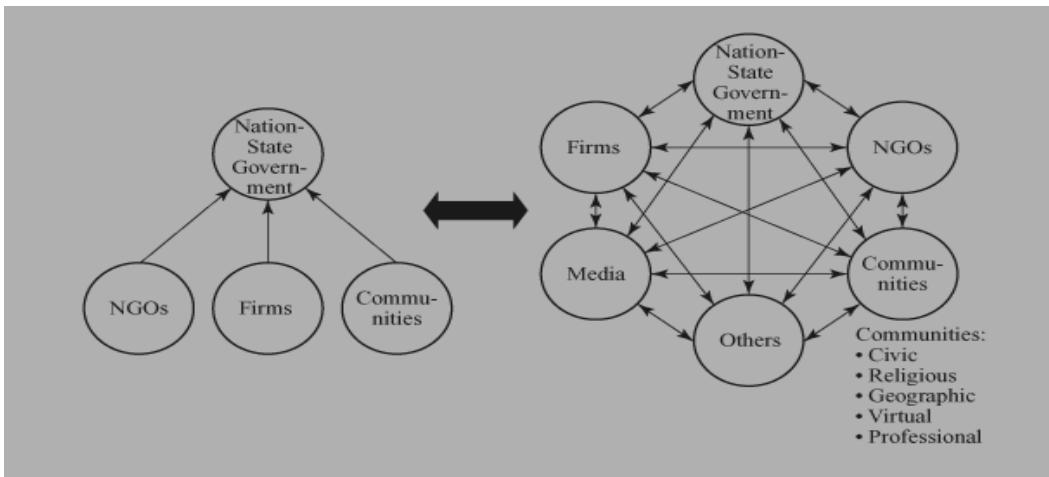
| | | To Region | | | | | | |
|-------------|--------------------|---|--------------------------------------|------------------|--|--|--------------------|-----------------------------|
| | | Europe | Islamic World | Central Asia | Sub-Saharan Africa | South Asia | Southeast Asia | East Asia |
| From Region | Europe | Slaves, swords, furs, silver | Pieles, espadas | | | | | |
| | Islamic World | Pimienta, seda, especias, textiles, plata | | Textiles | Salt, textiles, manufactures, swords, horses | War horses | Gold | Spices |
| | Central Asia | Silver | Paper, silver, slaves | | | Silver, re-exports from China and Muslim world | | Horses |
| | Sub-Saharan Africa | | Gold, slaves, ivory, rice | | | Timber, iron | | |
| | South Asia | | Pepper, spices, silk, teak, textiles | Pepper, textiles | Textiles | | Textiles, Pepper | Textiles |
| | Southeast Asia | | Spices, perfumes | | | Silk, spices, teak, rice, rubies | | Perfumes, especias, sándalo |
| | East Asia | | Silk, porcelain | Silk, tea | | Silk, porcelain | Silk, copper, cash | |

Flujos de Comercio Inter-regional, 1000 Años del presente



116

Cambios en la estructura de gobierno



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



117

Cambios en la estructura de gobierno

Importancia en el cambio de la estructura de gobierno:
 de enfoque bajo el concepto de **nación-estado**
 como el ultimo en la toma de decisiones
 a una en donde
 un numero de diferentes entidades que son
independientes y con autoridad intersectada

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



118

¿Por que es importante?

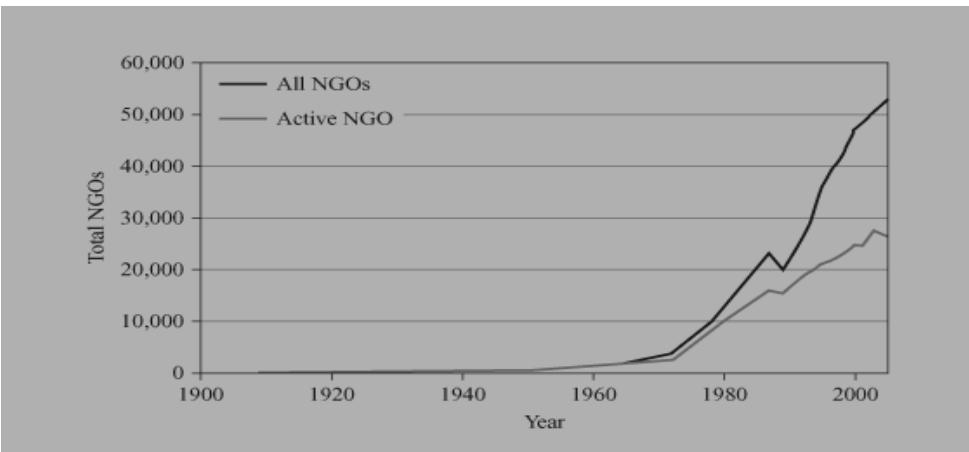
Debemos entender quienes son los **stakeholders** o actores importantes en una tema particular.

Aprender a trabajar con ellos y respetar sus puntos de vista.

Decisiones Robustas

Las decisiones robustas requieren **no solo una competencia técnica** sino también la habilidad de integrar los intereses individuales, de las organizaciones.

Crecimiento de las ONGs



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



121

Crecimiento de las ONGs

¿Qué implica?

Implica proliferación de preocupaciones y temas que deben ser tratados en el manejo de grandes proyectos.

Complejidad que “complica” la vida de ingenieros y gestores del proyecto.

¿Qué opinan?

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



122

Cambios en la estructura de gobierno

Significa que las expectativas están cambiando.

Ejemplo:

De... Empresa orientada a ganar dinero (responsable, ética y justa a sus trabajadores) a... empresa responsable de las implicaciones sistemáticas de cualquier tecnología de la cual participa.

Cada vez mas complicado tratar con estos diferentes modelos de empresas

Estudio de Caso

Monsanto

- Empresa productora de semillas de bioingeniería y químicos de agricultura.
- Fundada en St. Louis, Missouri en 1901, proveedor de Coca Cola.
- Rubro ha sido desde plásticos, fibras sintéticas, defoliantes (Vietnam), productos agrícolas, **DDT** (insecticida).

Monsanto, los Organismos Genéticamente Modificados y Responsabilidad Corporativa ¿Qué son OGM?

Casi siempre se aplica en la práctica a los cultivos agrícolas que han sido **genéticamente modificados para presentar rasgos deseables**, tales como el maíz o soya que se resisten a la infestación de insectos.



MONSANTO

Semillas






Productos con Biotecnología








Agroquímicos











Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



127

Monsanto

Desarrollo OGN o GMO (por sus siglas en inglés)
del maíz que era resistente a algunas plagas:
 reduciendo la aplicación de pesticidas.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



128

Monsanto

Aceptado por publico americano y muchos reguladores en el mundo

pero

atacado por grupos ambientalistas como Green Peace.

Campaña en contra del OGM ha sido efectiva



Monsanto

¿Existe evidencia que los OGM son mas dañinos para el ser humano que alimentos tradicionales?

Discusión mas pronunciada es por el impacto de estos alimentos al ecosistema y organismos no enfocados

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



131

Monsanto

¿Cual fue la respuesta corporativa frente a esta critica?

No efectiva, paternalista, defensiva

Parte de la Unión Europea se opone fuertemente a los OGM

EUA, Brasil, Canadá, Argentina, China: es una norma de la agricultura industrial

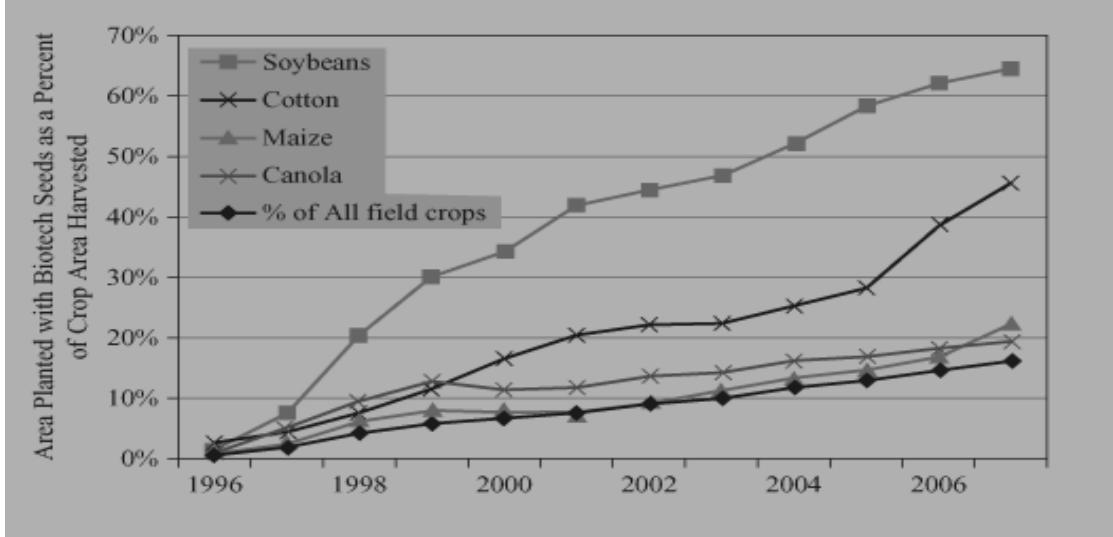
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



132

Área sembrada con cultivos biotecnológicos



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



133



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



134

Resistencia Europea a OGM

Factores:

- 1) Antipatía a las empresas americanas percibidas como orientadas a las ganancias económicas
- 2) Campaña mediática de ONG para crear desconfianza en las medidas regulatorias del gobierno
- 3) Sensibilidad a toda manipulación genética

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



135

Resistencia Europea a OGM

¿Que podemos aprender?

Diferentes culturas tienen diferentes ideas de las empresas y sus responsabilidades.

EUA: responde a los accionistas
 Europa: responsable de las implicaciones sociales ambientales mas amplias.
 y

Monsanto no entendió estas diferencias

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



136

Resistencia Europea a OGM

¿Por que es importante para los ingenieros?

Simple, no queremos ser los ingenieros que innecesariamente contribuye a este conflicto.

Debemos ser sensibles a las expectativas de tu trabajo de las diferentes culturas.

Debemos ser sensibles a los stakeholders.

Principio de Precaución

Ninguna nueva tecnología debe ser introducida si no se demuestra que es menos riesgosa que el status quo.

¿qué opinión les merece?

Tecnologías y Sistemas de la Información y Comunicación

Una distinción clave del antropoceno, particularmente por el incremento de la complejidad

TIC incluye: computadoras, smart phones, electrónicos, tecnologías de transmisión, Internet, medios de entretenimiento, redes sociales, redes de seguridad, buscadores, ...

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



139

Tecnologías y Sistemas de la Información y Comunicación

Mientras mas universal, las fronteras de TIC son mas difíciles de definir.

Ejemplo: carros modernos = computadora sobre ruedas

Ejemplo: Matriz Inteligente de Electricidad = Sistema de infraestructura basado en Internet

Ingeniería Sostenible

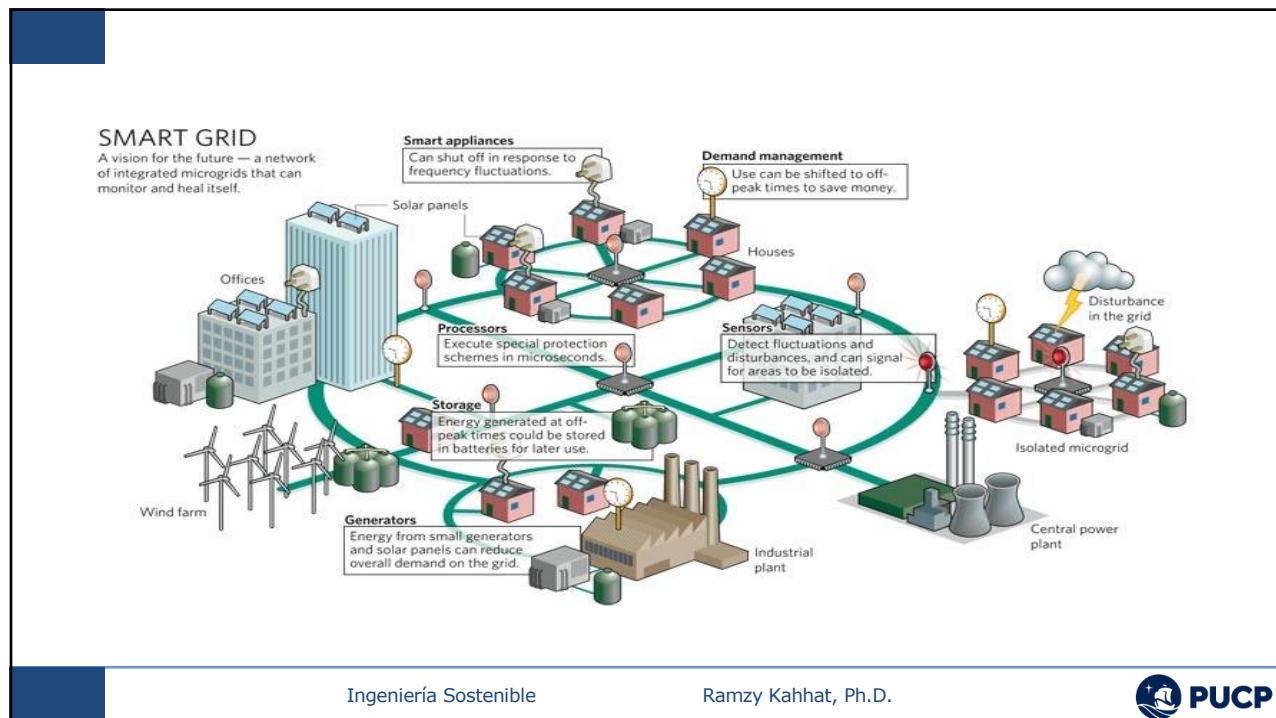
Ramzy Kahhat, Ph.D.



140



141



142

Cuéntame tu experiencia en un taxi...



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



143

Información en el mundo

La cantidad de información en el mundo se está expandiendo más rápidamente

¿Revolución de la Información?

Ejemplo: Música en línea versus CD e implicaciones en la industria de música

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



144

Información en el mundo

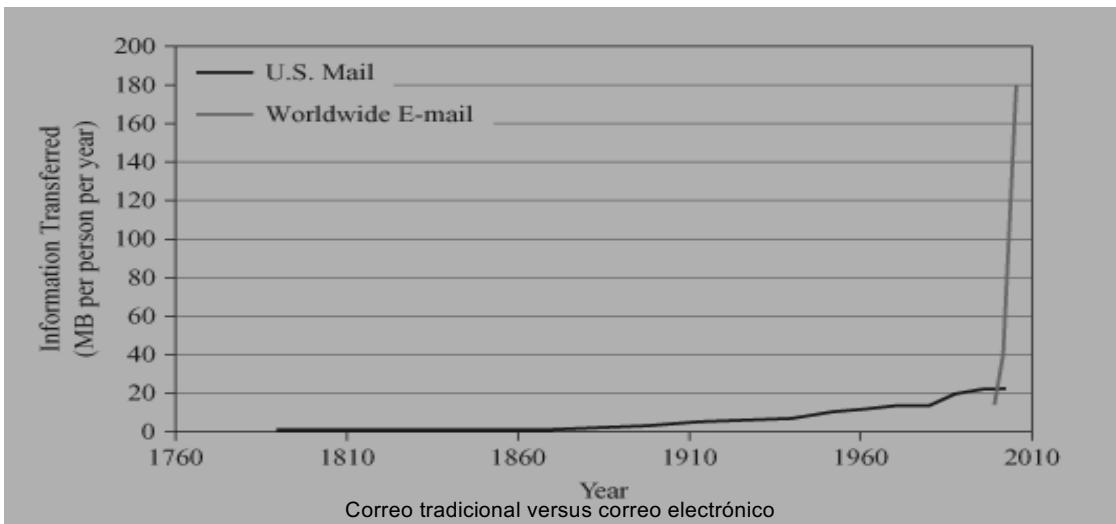
Incremento dramático en la cantidad de correos per cápita es claro

Implicaciones sociales y culturales no lo son claras pero si importantes en el tiempo

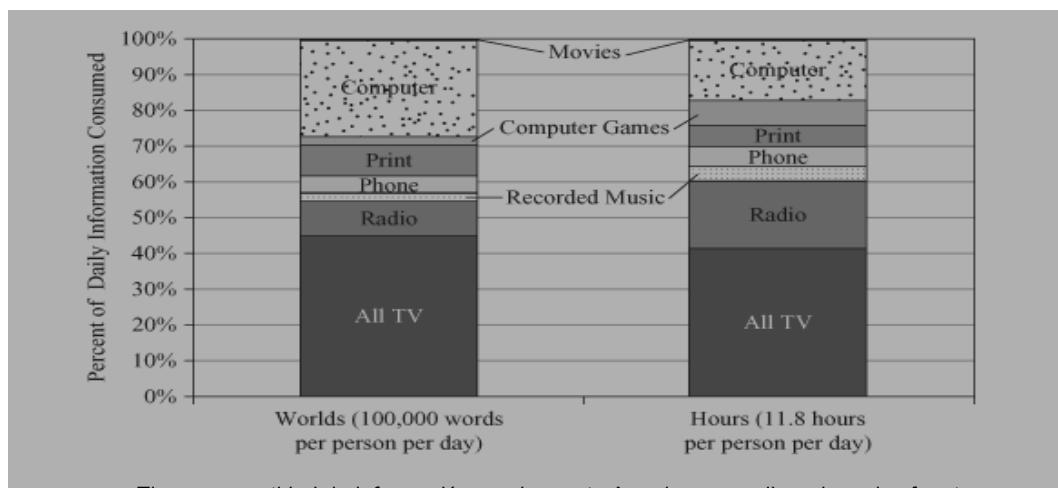
Se espera que continúe, sobretodo con las diferentes modalidades de servicios (ejemplo: video)

TV versus Cable, Radio versus Radio satelital

Información en el mundo



Consumo de Información en el EUA



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



147

Información en el mundo

Explosión de información es alimentada por el desarrollo tecnológico y nuevas plataformas.

Importante entender que este volumen de información esta teniendo impactos culturales substanciales.

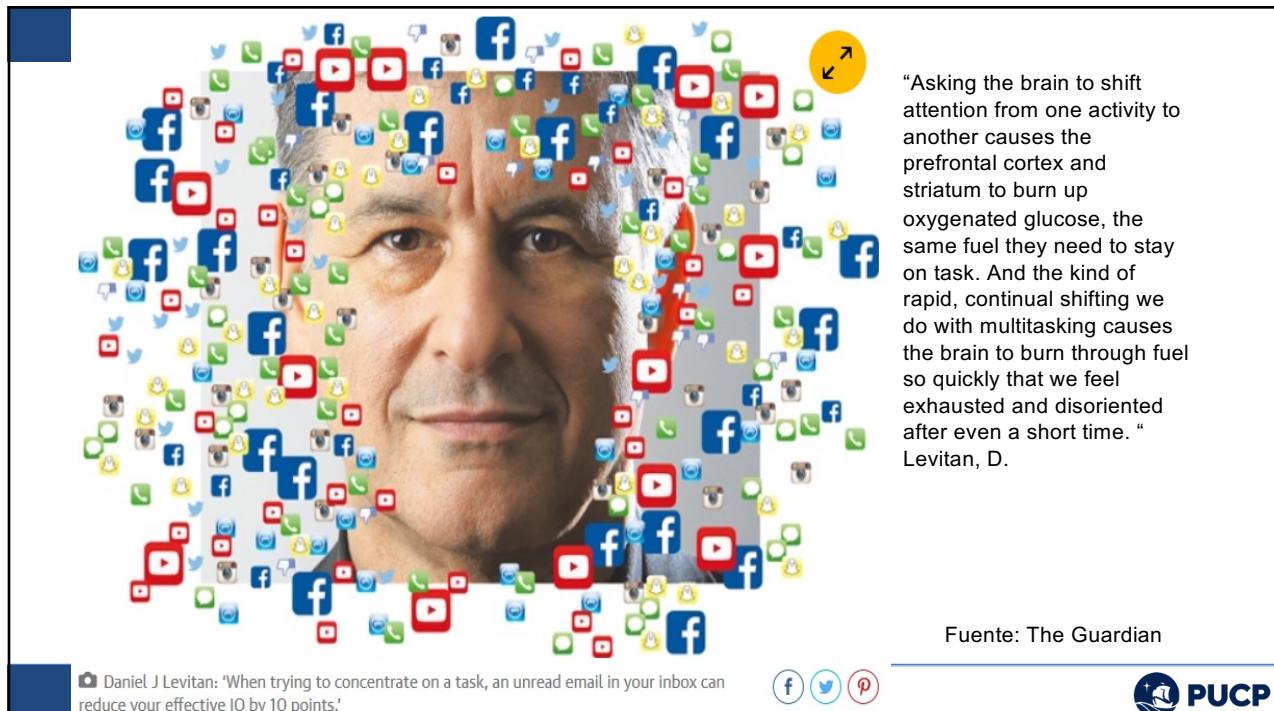
Mas información que la gente tiene que procesar, mayor es la necesidad de ideologías y visión del mundo para simplificar el mundo y así percibirlo y actuar ética y racionalmente.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



148



149



150

Redes Sociales y Egipto



JCP

151



PUCP

152

Tecnología y Sostenibilidad

La tecnología y la evolución tecnológica tienen una relación crítica con la sostenibilidad.

Ecuación Maestra: $I = PAT$

(Inicialmente propuesta por Ehrlich y Holdren)

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



153

“Industrial ecology has been described as the “marriage of technology and ecology” and examines, on the one hand, the environmental impacts of the technological society, and, on the other hand, **the means by which technology can be effectively channeled toward environmental benefit.**” (Chertow 2001)

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



154

La ecuación maestra: IPAT

$$I = P \times A \times T$$

(forma adoptada por Graedel y Allenby)

I = Impacto de la población en el ambiente

P = Tamaño de la población

A = Afluencia o Consumo per cápita (PBI/persona)

T = Impacto ambiental por PBI/capita: **expresa el grado en que la tecnología esta disponible para permitir desarrollo sin causar serios impactos al ambiente y el grado en que esta tecnología se despliega.**

IPAT

$$I = PAT$$

A medida que P aumenta, también lo hace T porque los suministros para personas deben extraerse de minas mas profundas, o impulsadas desde depósitos mas profundos, o transportadas mas lejos.

“The third term, the amount of environmental impact per unit of output, is primarily a technological term, **though societal and economic issues provide strong constraints to changing it rapidly and dramatically**. It is this third term in the equation **that offers the greatest hope for a transition to sustainable development, and it is modifying this term that is the central tenet of industrial ecology** (Graedel and Allenby 1995).”

“This article underscores that technology, although associated with both disease and cure for environmental harms, is a critical factor in environmental improvement.” (Chertow, 2001)

Underscores: “to make evident” enfatizar

Tecnología y Sostenibilidad

¿Es esta ecuación adecuada para la Ingeniería Sostenible?

No, sostenibilidad es mas que impactos ambientales,
sistemas humanos/naturales/construidos integrados

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.

**JCP**

159

Ecuación Maestra de la Ingeniería Sostenible

$$\text{Sustainability Impact} = \text{population} \times \frac{\text{quality of life}}{\text{person}} \times \frac{\text{sustainability load}}{\text{quality of life unit}}$$

Confirma la importancia de la tecnología e ingeniería sostenible: el tercer término

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



160

Demografía

El incremento de la población humana desde la Revolución Industrial contiene temas importantes, tales como:

- 1) Urbanización
- 2) Cambios en la estructura de las edades

Demografía: Urbanización

Existe la idea que la vida en la ciudad mejora tu nivel de vida, te vuelve “libre”

Ciudades: Artefacto que está más entrelazado con la evolución humana

Las ciudades son motores económicos, de tecnología, de evolución cultural



163

JCP

Demografía: Urbanización

Las ciudades son centros de consumo, de redes de comunicación, y donde cada vez mas viven los humanos.

- Impone implicaciones profundas:
- Infraestructura
- Manejo de Recurso: energía, agua
- Manejo de Información y comunicación
- Manejo de contaminación
- Preservación de ecosistemas deseados

...

164

Demografía: Urbanización

Cerca de 80 millones de personas se mudan a las ciudades cada año

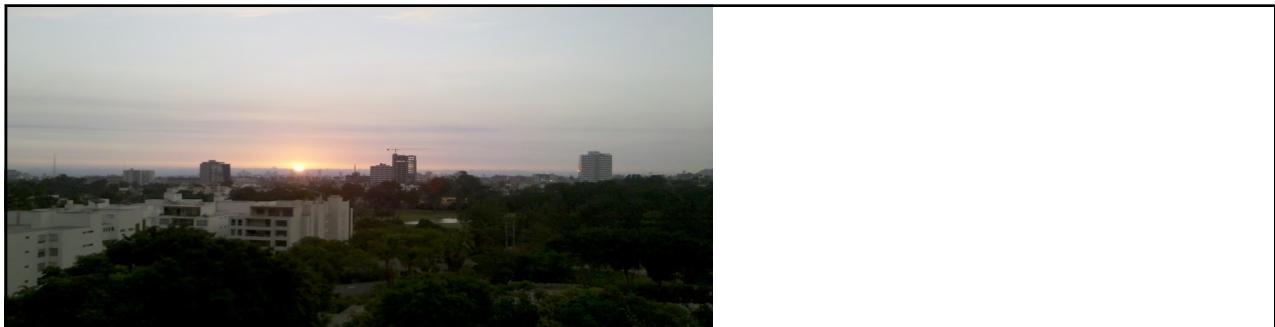
Cerca de 10 Limas cada año

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



165



Kahhat, 2010 y 2022



Ingeniería Sostenible

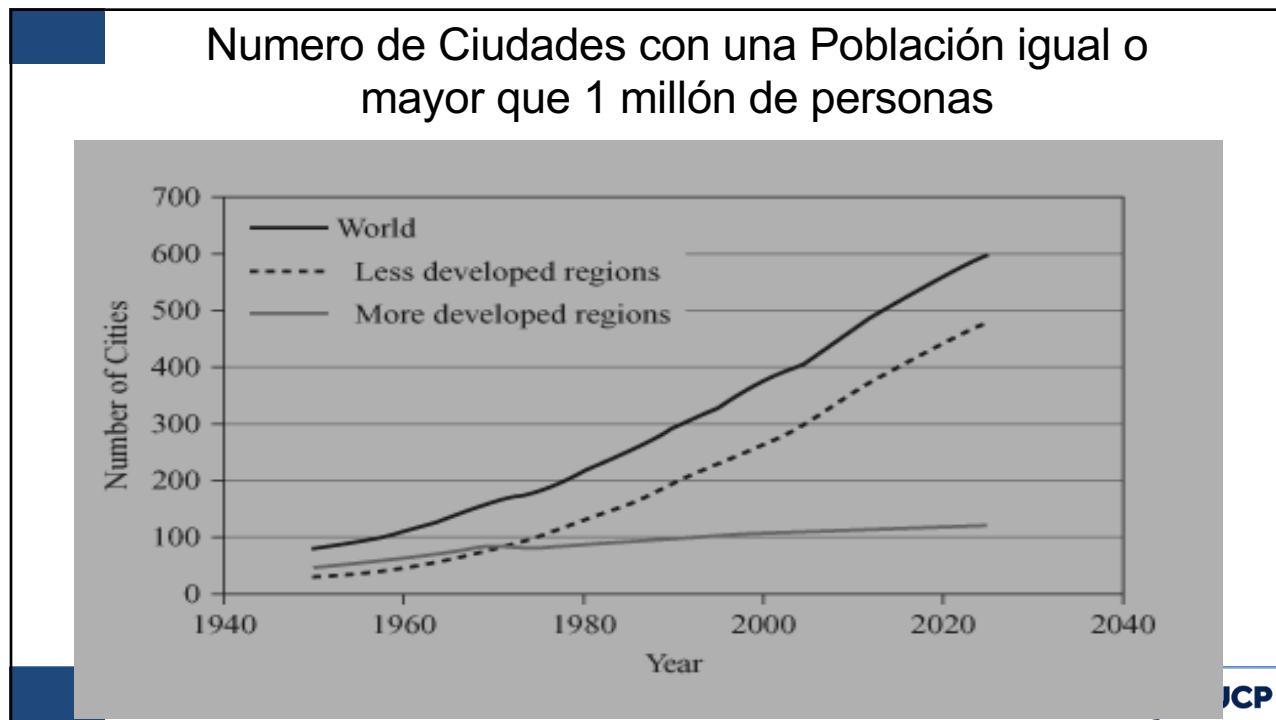
Ramzy Kahhat, Ph.D.



166



167



168

... mas ciudades

Las implicaciones de este crecimiento de la ingeniería son profundas pero poco entendidas en la actualidad.

Se estima que la población urbana de África, América Latina y Asia **se duplique en 30 años:**
1.9 billones en el 2000 a 3.9 billones en 2030 (UN)

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.

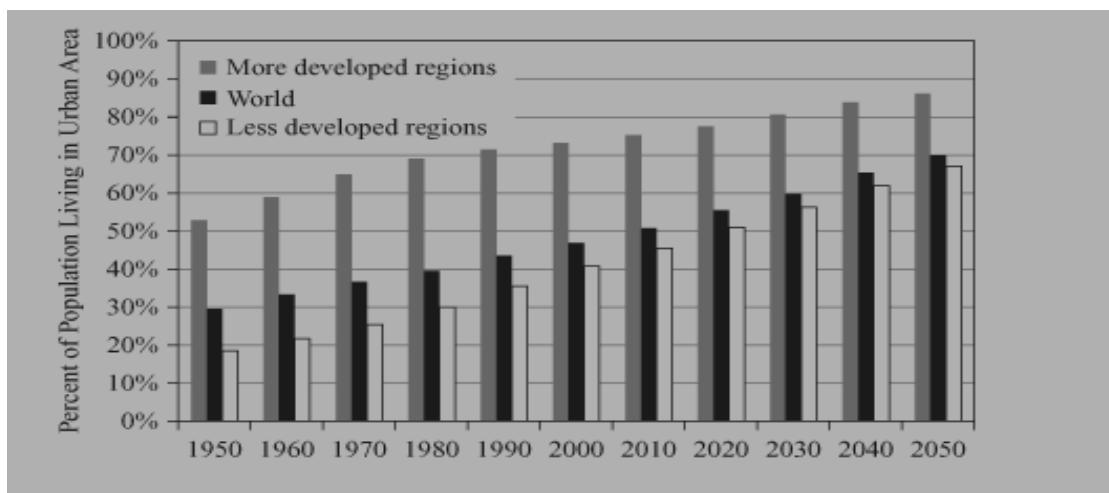


169



170

Población Urbana

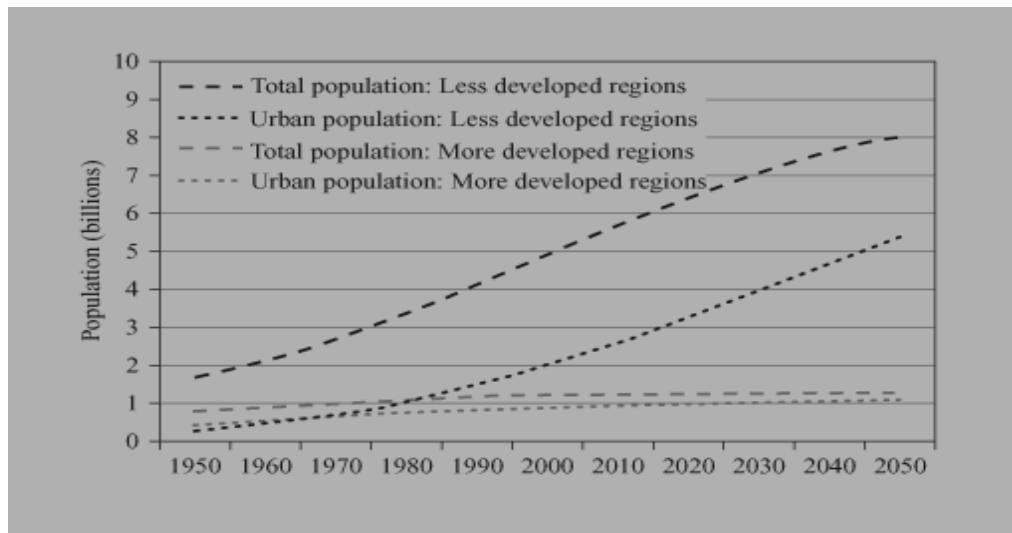


Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.
Fuente: UN

171

Población Total en el Mundo



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



172

Urbanización e Ingeniería Sostenible

La complejidad de las ciudades es ya conocida pero se incrementa con el tiempo por el cambio fundamental de la infraestructura que la conforma

La ciudad es vista como lo opuesto de la naturaleza

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



173

Urbanización e Ingeniería Sostenible

Debemos entender a las ciudades como **sistemas donde la complejidad se desarrolla y adapta constantemente** y no como procesadores estáticos de energía y materiales y productores de residuos.

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



174

Población y Problemas relacionados a la edad

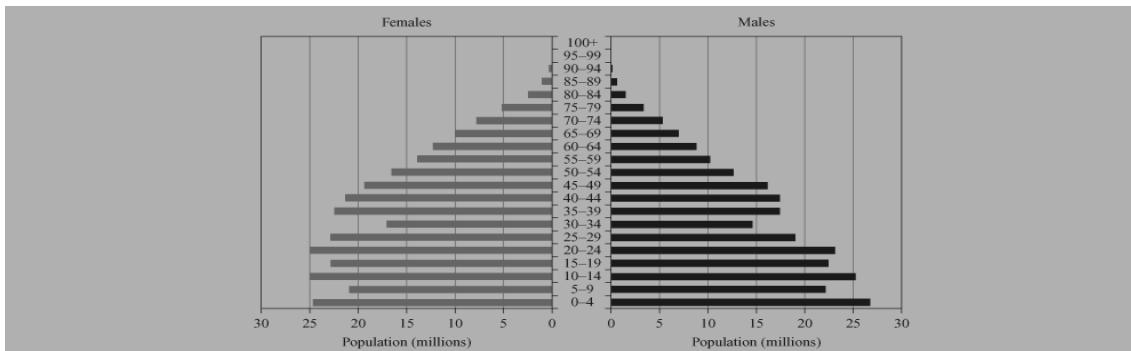


FIGURE 2.11 Population Age Distribution of Europe in 1950. Note that, despite World War II's impact on the 30–34 cohort,

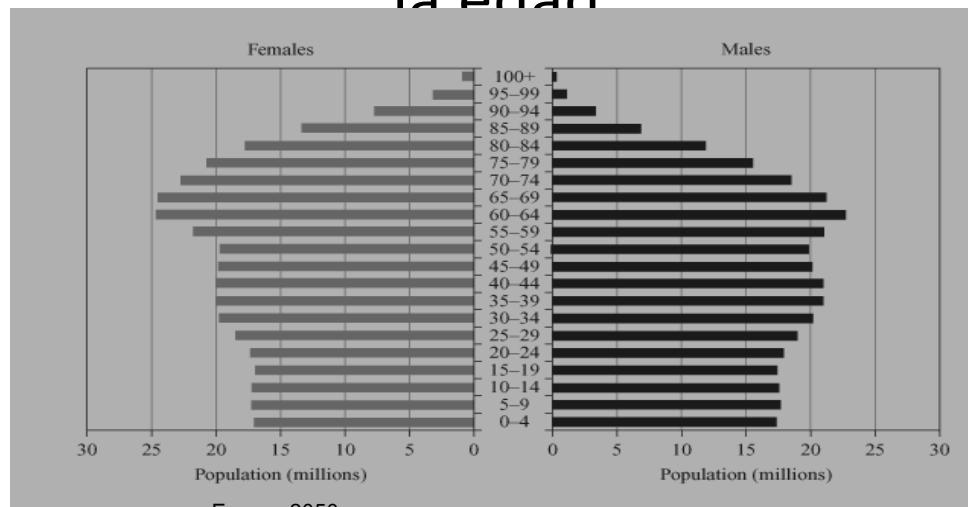
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



175

Población y Problemas relacionados a la edad



Europa 2050

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



176

Población y Problemas relacionados a la edad

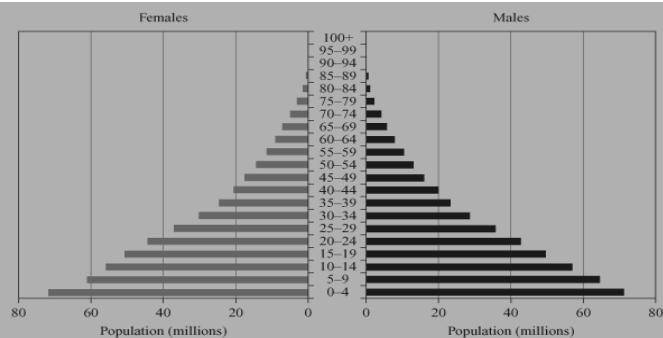


FIGURE 2.16 Population Age Distribution of Africa in 2005. This distribution is even more biased towards younger cohorts

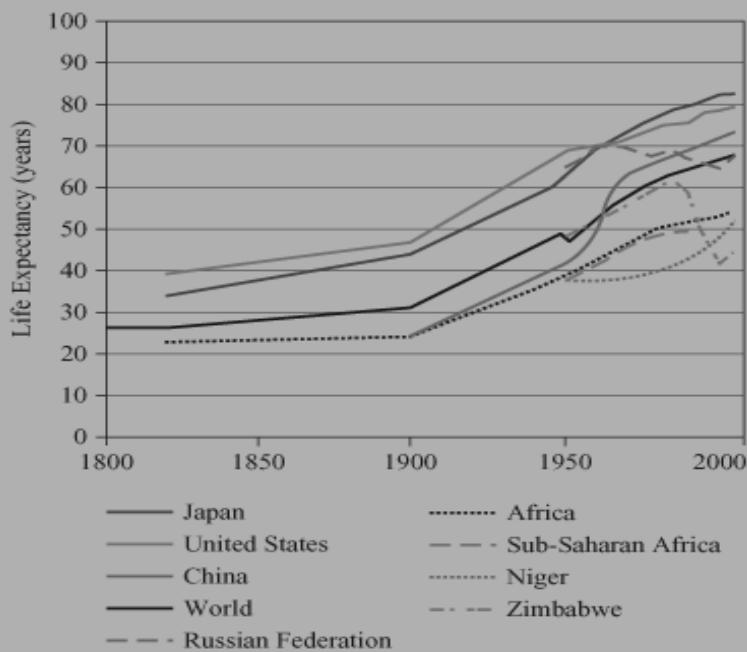
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



177

Expectativa de Vida



In



178

Riesgo y Demografía

Urbanización y cambios demográficos cambian significativamente el perfil de riesgos de la población y tienen en muchos casos implicaciones en los ingenieros.

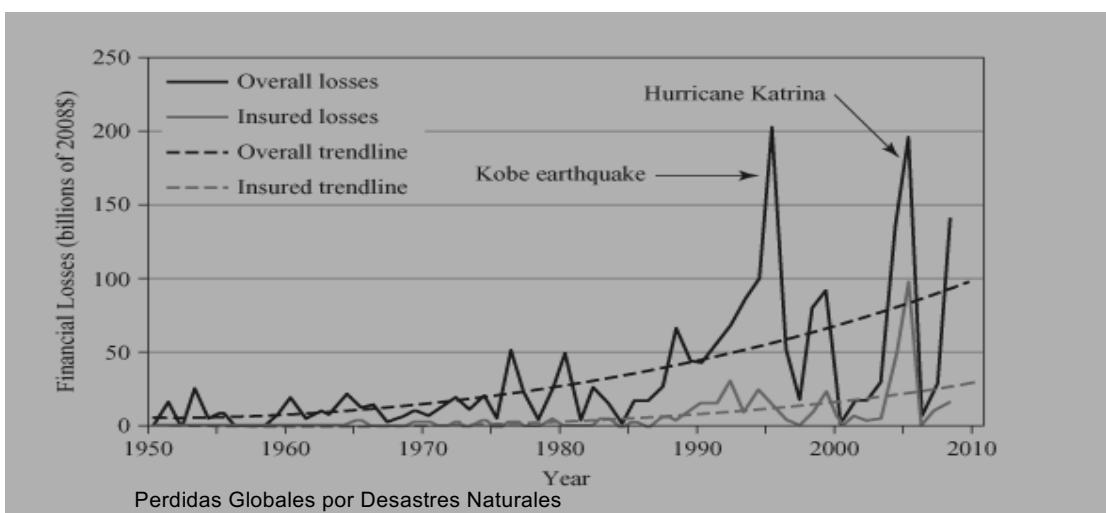
Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



179

Riesgo y Demografía



Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.



180

¡GRACIAS!

Ingeniería Sostenible

Ramzy Kahhat, Ph.D.

