

Principios básicos para la optimización de operaciones y reducción de impactos ambientales



Dr. Ramón Alberto Sánchez Piña
Harvard University
rsanchez@hsph.harvard.edu

Resumen

- Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente
- Efectos ambientales de optimizar las operaciones
- Algunas técnicas para la optimización de operaciones (identificación de desperdicios, organización del lugar de trabajo, uso adecuado de automatización, etc.)

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Actualmente la mayor parte de la energía se produce utilizando combustibles fósiles, lo cual produce contaminantes diversos



Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Principales contaminantes del aire:

Partículas gruesas (PM10), partículas finas (PM2.5), ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), plomo (Pb) y mercurio (Hg).

Principales contaminantes del agua

Bacterias, parásitos, dioxinas, metales disueltos, etc.

Principales contaminantes del suelo:

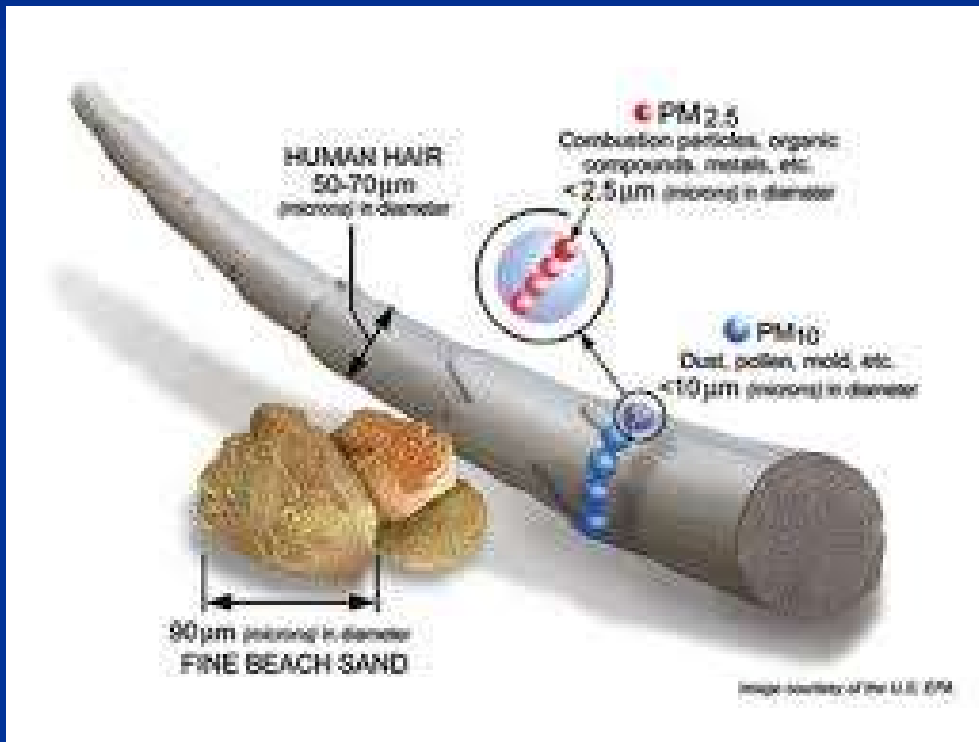
Pesticidas, herbicidas, metales pesados, dioxinas, etc.

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Contaminantes del aire:
- PM10: Proviene de polvo, combustión de combustible para electricidad, emisiones naturales etc.
- PM2.5: Viene principalmente de motores de combustión interna, pero también podría venir de reacciones secundarias de SO₂ (se convierte en partículas de sulfato fino PM_{2,5}) y NO_x (que se convierte en partículas de nitrato fino PM_{2.5}).

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

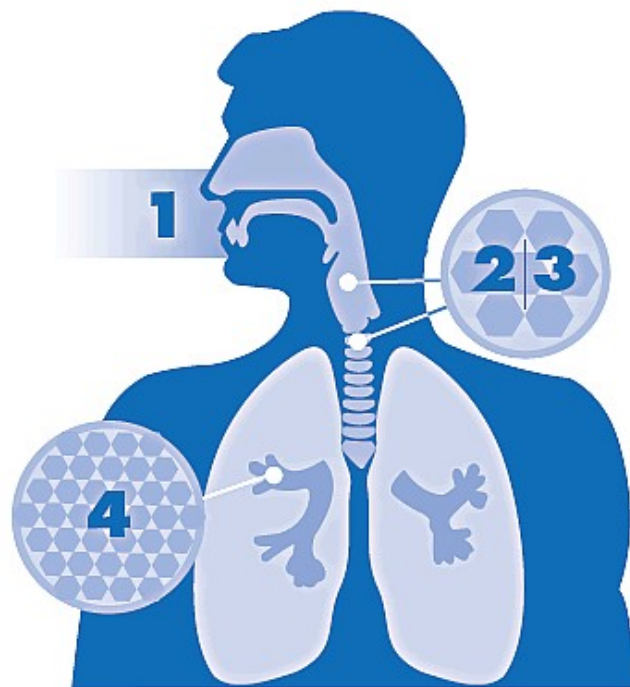
- Las partículas suspendidas son realmente pequeñas (mucho más pequeñas que el ancho de un cabello humano), por lo que cuando lo respiramos, interactúa con el revestimiento de nuestros pulmones, causando inflamación que conduce a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular



Source: U.S. EPA. <http://www.epa.gov>

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

How Particulate Matter Enters Our Body



1 Particulate matter enters our respiratory (lung) system through the nose and throat.

2|3 The larger particulate matter (PM₁₀) is eliminated through coughing, sneezing and swallowing.

4 PM_{2.5} can penetrate deep into the lungs. It can travel all the way to the alveoli, causing lung and heart problems, and delivering harmful chemicals to the blood system.

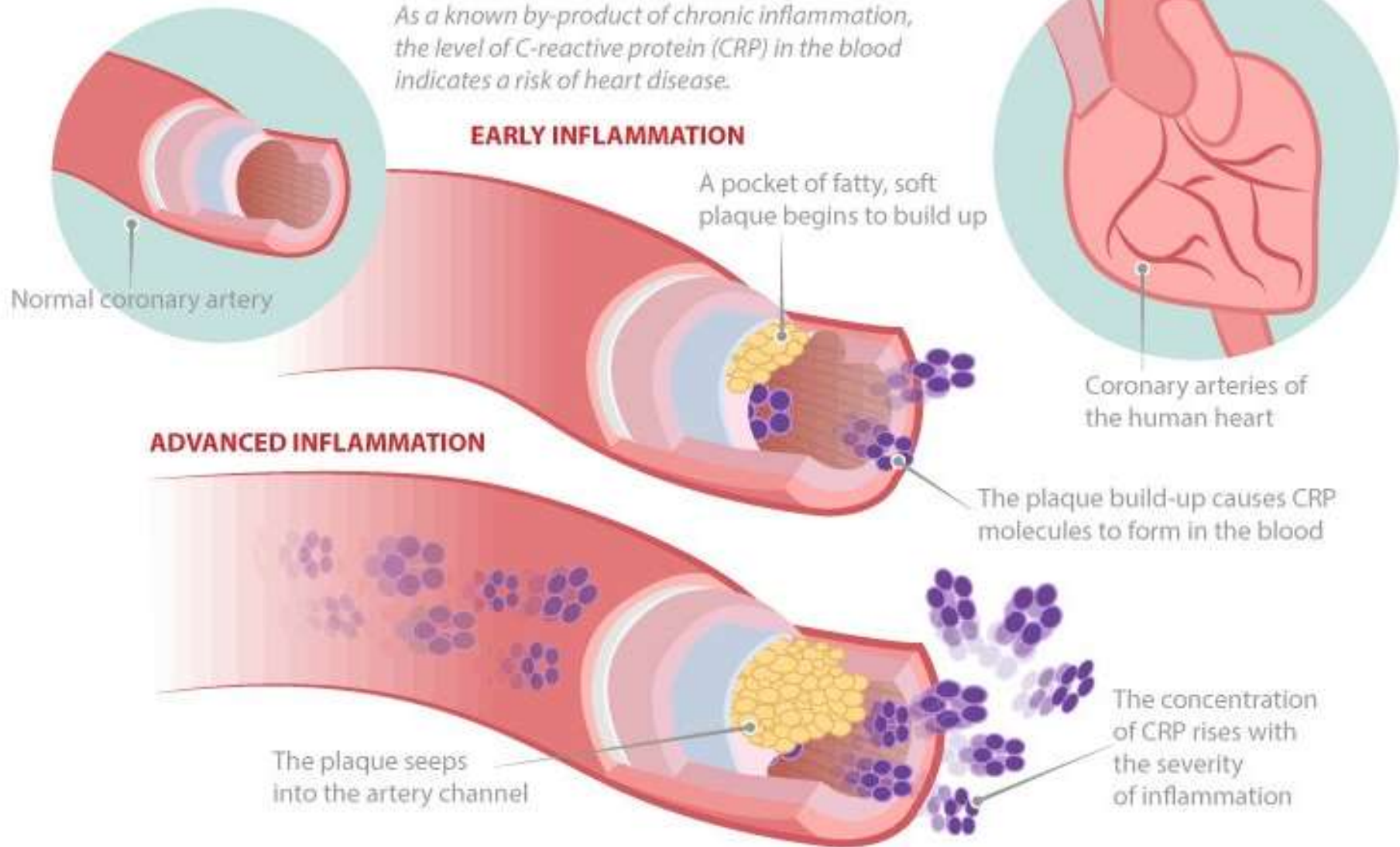
- Por lo general, las partículas más grandes que PM₁₀ se eliminan al toser, estornudar y tragar. Las partículas más pequeñas penetran en el sistema respiratorio superior (PM₁₀) y el sistema respiratorio inferior (PM_{2.5}).

Source: British Columbia Air Quality.

<http://www.bcairquality.ca/health/air-quality-and-health.html>

Heart Disease and Chronic Inflammation

As a known by-product of chronic inflammation, the level of C-reactive protein (CRP) in the blood indicates a risk of heart disease.



Source: Earthing Canada <http://earthingcanada.ca>

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- El Harvard Six Cities Study (Dockery et al., 1993), encontró que un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ incrementa la mortandad cardiovascular en un 9% (95% Intervalo de Confianza: 3%, 16%)



Table 1. Number of participants, mortality, and average $\text{PM}_{2.5}$ levels in the Harvard Six Cities study, 1974–2009.

Characteristic	Six cities (combined)	Steubenville	Kingston-Harmon	St. Louis	Watertown	Topeka	Portage-Wyocena-Fardeeville
Participants (n)	8,096	1,346	1,258	1,292	1,332	1,238	1,630
Person-years (n)	212,067	33,276	33,067	32,225	36,818	32,877	43,804
Cause of death							
All causes (n(%))	4,495 (55.5)	822 (61.1)	733 (58.3)	827 (64.0)	700 (52.6)	617 (49.8)	796 (48.8)
Cardiovascular (%)	40.8	45.3	41.1	42.2	39.3	37.4	38.6
Lung cancer (%)	7.8	9.0	8.0	8.7	6.6	7.3	6.8
CCPD (%)	5.5	4.9	7.0	5.1	4.9	7.3	4.6
1974–2009 average of individual $\text{PM}_{2.5}$ concentrations	15.9	23.6	19.1	16.7	14.0	12.2	11.4

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

■ Principales contaminantes:

- Ozono (O₃) se forma por reacciones secundarias de NO_x y COV cuando se exponen al sol

- La reacción es:



- <http://www.epa.gov/airnow/ozone/o3.html>



Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

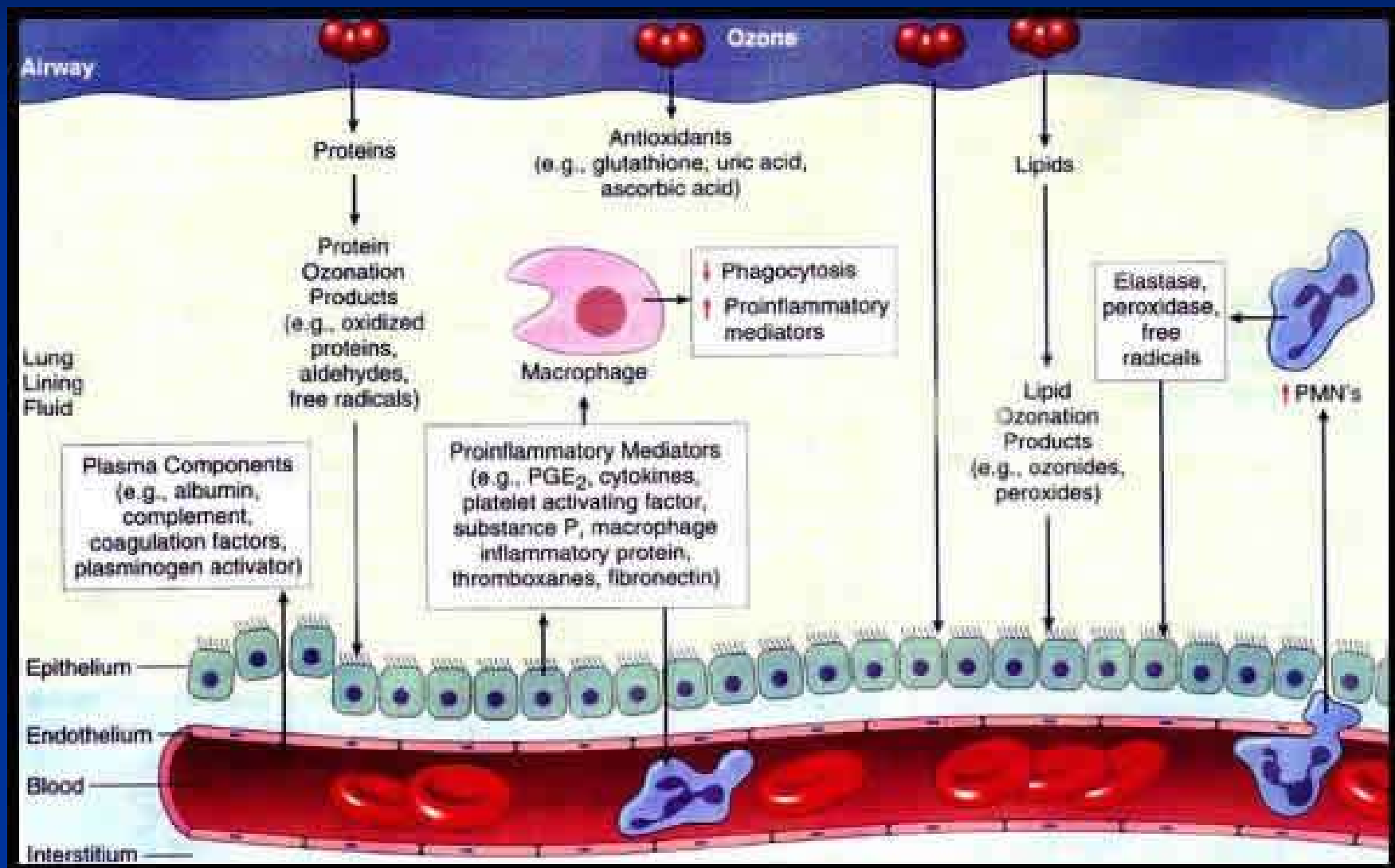
- Principales contaminantes del aire:

- El ozono proviene de vehículos, plantas químicas y centrales eléctricas, principalmente

El ozono no reacciona con el agua, por lo que va hasta el tracto respiratorio inferior y disuelve la fina capa de fluido de revestimiento epitelial (ELF) a través de las vías respiratorias conductoras del pulmón.

Esto provoca una reacción inmune muy importante que puede causar inflamación crónica

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente





Air Quality Index for Ozone

(based on 8-hr average concentrations)

Index Values (Conc. Range)	Air Quality Descriptors	Cautionary Statements for Ozone
0 – 50 (0-59 ppb)	Good	No health impacts are expected when air quality is in this range.
51 – 100 (60-75 ppb)	Moderate	Unusually sensitive people should consider limiting prolonged outdoor exertion
101 – 150 (76-95 ppb)	Unhealthy for Sensitive Groups	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion
151 – 200 (96-115 ppb)	Unhealthy	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid prolonged outdoor exertion; everyone else, especially children should limit prolonged outdoor exertion.
201 – 300 (116-374 ppb)	Very Unhealthy	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.

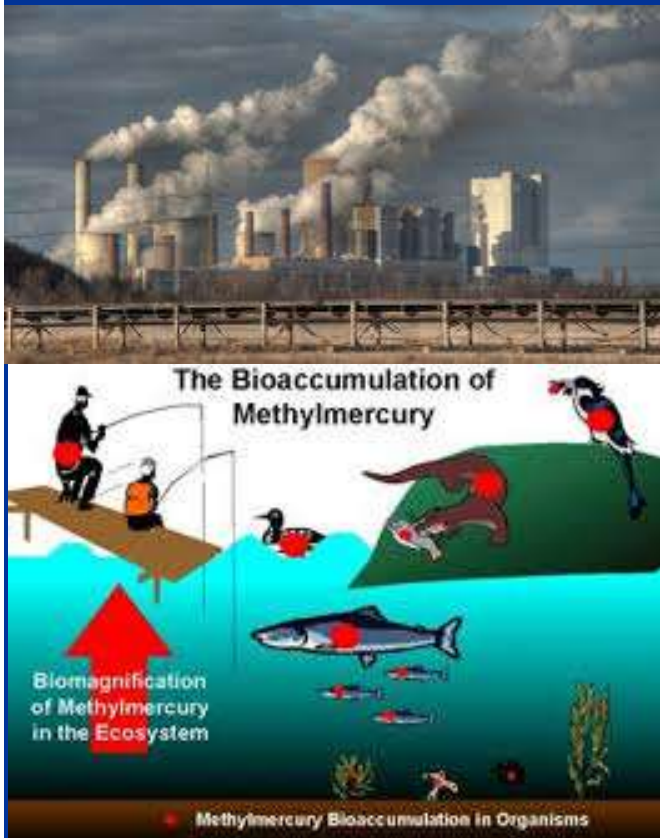
Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Principales contaminantes del aire:
 - El plomo (Pb) produce daños nerviosos en el cerebro, pérdidas auditivas, crecimiento reducido y problemas reproductivos. Los daños nerviosos podrían conducir a una disminución de las capacidades intelectuales en el individuo, que en condiciones severas podría causar retraso en los niños y las poblaciones susceptibles (por ejemplo, las mujeres embarazadas)
 - El plomo proviene de procesos industriales y de los anti-detonantes que antes le ponían a la gasolina
-

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Principales contaminantes del aire:
 - El mercurio (Hg) también produce daños nerviosos en el cerebro que pueden conducir a una disminución de las capacidades intelectuales en el individuo, pérdidas auditivas, espasmos involuntarios y problemas para tragar (dolor)
 - El mercurio proviene principalmente de centrales térmicas a carbón y se propaga a través del aire a distancias medias y largas donde se bioacumula como metilmercurio en la grasa

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente



Mercury and human health

Most affected organs

General Exposure

- Large predatory fish
- Vegetables from contaminated soils
- Cosmetics, Soaps
- Use and damage of products containing mercury
- Waste

Occupational Exposure

- Manufacturing of products containing mercury
- Industry
- Artisanal and small-scale gold mining

Mercury in food and products

- Groupers, Tuna, Sea bass, Marlin and Halibut
- Fillet fish, Swordfish, Shark and King mackerel
- Batteries
- Fluorescent lamps
- Cosmetics
- Thermometers

Source: United Nations Environment Programme, *ET Organic: Merit Encyclopedia*

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

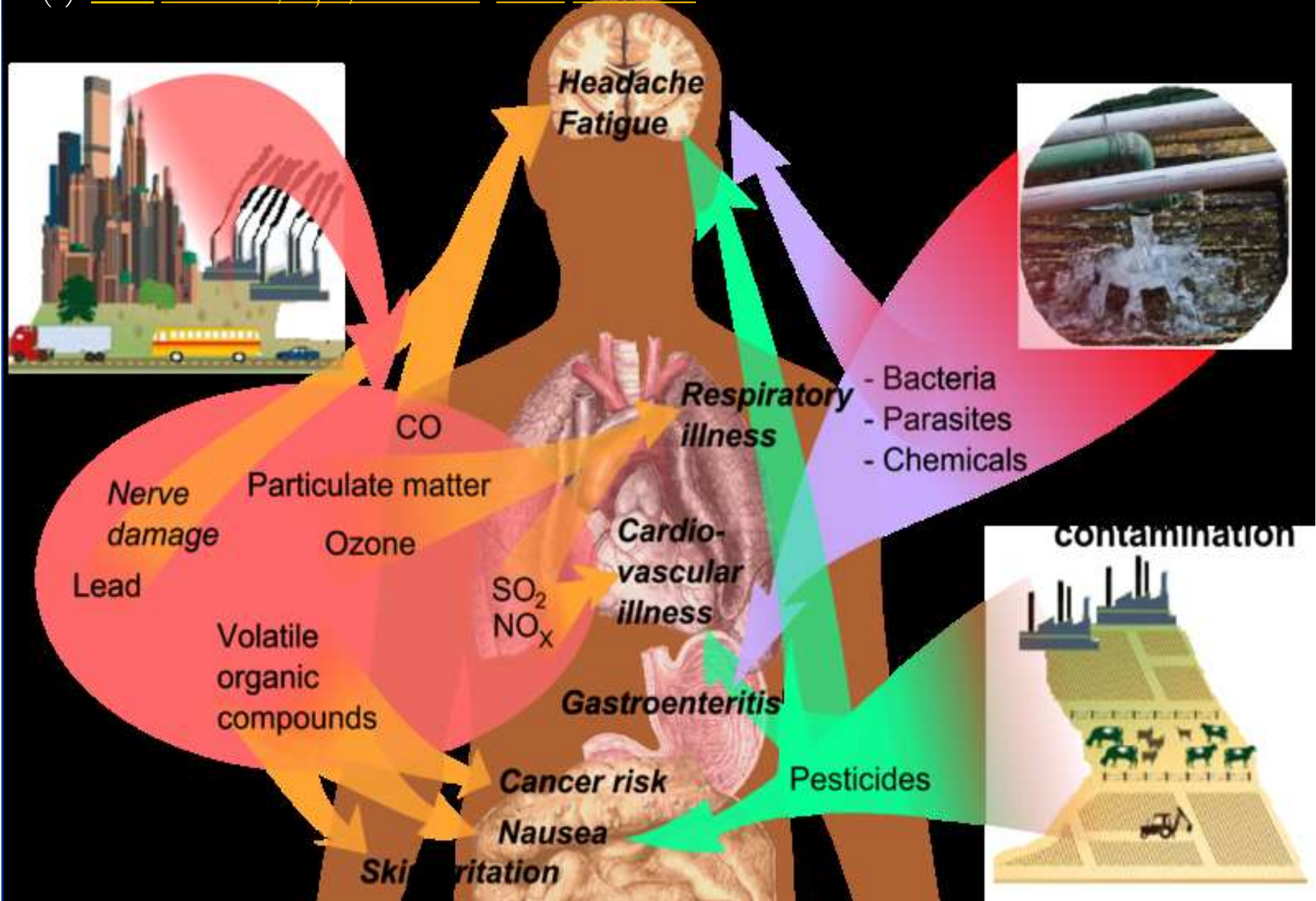
- Vamos a tratar principalmente de la contaminación del aire en los proyectos de generación de energía, ¿por qué?
 - La contaminación del agua no es tan severa con los métodos actuales de generación de electricidad y distribución de combustible.
 - La contaminación de los suelos proviene principalmente de la agricultura y de las industrias no relacionadas con la generación de energía, por lo que sólo es relevante si consideramos un mayor uso de fertilizantes, pesticidas en biocombustibles

Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- En cualquier caso, los beneficios para reducir la contaminación del agua y del suelo en proyectos de energía renovable son insignificantes en comparación con los beneficios de reducir la contaminación del aire



Häggström, Mikael. "[Medical gallery of Mikael Häggström 2014](#)". *Wikiversity Journal of Medicine* 1 (2). [DOI:10.15347/wjm/2014.008](#). ISSN 20018762.



Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

Table B.1 Fuel-dependent emission factors (g/GJ)

Pollutant	Source	Hard coal	Brown coal	Fuel oil	Other oil	Gas
NO _x	GAINS	292	183	195	129	93.3
SO ₂	GAINS	765	1 361	1 350	228	0.68
CO	EMEP/CORINAIR	89.1	89.1	15.7	15.7	14.5
NM VOC	GAINS	4.92	7.78	3.70	3.24	1.58
PM ₁₀	GAINS	1 203	3 254	16.0	1.91	0.10

Source: GAINS: weighted average over country-specific emission factors (IIASA, 2007a). EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, 2007).

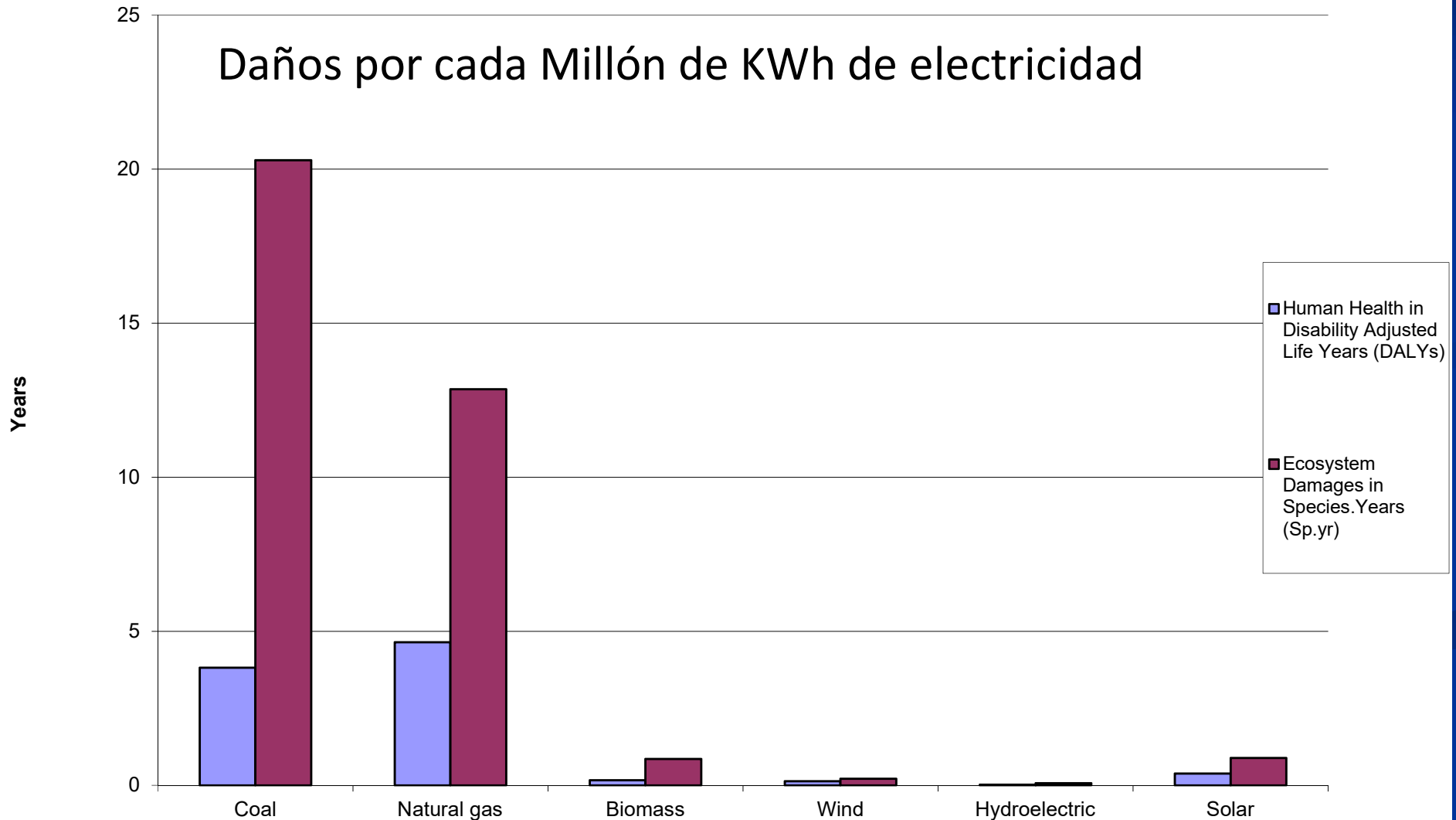
Relación entre la energía, los materiales y el medio ambiente

- Las energías renovables son menos tóxicas y emiten menos gases de efecto invernadero

Impact category	Unit	Coal Electricity 1 KWh	Natural Gas Electricity 1 KWh	Nuclear Electricity 1 KWh	Oil Electricity 1 KWh	Biomass Electricity 1 KWh	Hydro Electricity 1 KWh	Photovoltaic Electricity 1 KWh	Wind Electricity 1 KWh	Wood Electricity 1 KWh
Climate change	kg CO2 eq	1.0794166	0.6837464	0.0127963	0.9349322	0.0457646	0.00370217	0.047354812	0.0112397	0.0324561
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	8.207E-12	4.261E-10	6.84E-08	3.69E-11	9.498E-14	2.3408E-10	9.41106E-09	7.2E-10	3.189E-09
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	0.0475572	0.1244781	0.0467051	0.5066358	0.0012946	0.00116454	0.063632886	0.0112764	0.0397872
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	0.003701	0.0011824	5.745E-05	0.0027343	0.0402642	1.7091E-05	0.000172941	3.584E-05	0.0001722
Particulate matter formation	kg PM10 eq	0.0021051	0.001253	7.629E-05	0.0009581	0.0002207	2.0572E-05	7.93298E-05	3.218E-05	8.188E-05
Ionising radiation	kg U235 eq	0	0.0031803	1.0726282	0	0	0.00059892	0.014315984	0.0019578	0.0026858
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	0.0086197	0.0060031	8.195E-05	0.0034363	0.0007646	1.3263E-05	0.000206003	4.704E-05	0.0002635
Freshwater eutrophication	kg P eq	0	5.889E-06	5.761E-06	0	0	1.0345E-06	3.9812E-05	7.225E-06	5.718E-06
Marine eutrophication	kg N eq	0.0001201	2.517E-05	6.402E-06	8.608E-05	3.589E-05	7.387E-07	1.81724E-05	4.219E-06	3.678E-05
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	1.069E-05	0.0001227	5.823E-06	1.812E-05	8.038E-09	2.7417E-07	9.35272E-05	1.389E-06	0.0002488
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0.0001175	0.0086372	0.0004263	0.0032378	8.311E-06	4.0639E-05	0.00083077	0.0003579	0.0001653
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0.0001487	0.0025032	0.0005433	0.0035733	8.57E-06	4.199E-05	0.001029105	0.000377	0.000204
Agricultural land occupation	m2a	0	0.0001527	0.0004878	0	0	4.4683E-05	0.001876087	0.0002229	0.2089267
Urban land occupation	m2a	0	0.00014	0.0002766	0	0	4.2699E-05	0.000356238	0.0008741	0.003727
Natural land transformation	m2	0	3.328E-06	2.326E-06	0	0	-1.051E-07	8.98939E-06	1.205E-06	3.103E-05
Water depletion	m3	0	4.199E-05	0.003253	0	0	4.6271E-05	0.000489849	0.0001114	0.0010542
Metal depletion	kg Fe eq	0	0.0006589	0.0065961	0	0	0.00186796	0.016858431	0.0140824	0.0016391
Fossil depletion	kg oil eq	0.3362224	0.2796956	0.0036097	0.3170308	0.000816	0.00088455	0.014354748	0.0034582	0.0087368

Relación entre la energía, los

Human Health and Ecosystem Diversity Endpoint Indicators



Técnicas Lean:

Qué es la Técnica Lean????



La filosofía de la Técnica Lean es...

-Disminución de desperdicios para aumentar la rentabilidad y operatividad del negocio al tiempo que se reduce el impacto ambiental de los productos manufacturados.

Técnica Lean si es...

- El rediseño de productos para utilizar materiales reciclados en donde sea posible
- La reducción del uso de energía, materias primas, espacio de planta, inventarios, transporte, etc.
- La eliminación de desperdicios para hacer los mismos productos con menos recursos
- La eliminación de empaque y materiales no degradables de los productos de manufactura

¿Cómo se logra la Técnica Lean?

Elimine los desperdicios del sistema de manufactura de la siguiente forma:

- Identifique los tipos de desperdicio
- Revise si esta utilizando el sistema de producción adecuado para su producto o servicio
- Realice un diagrama de flujo de valor

Desperdicio en Técnica Lean:

Las Técnicas Lean hacen un uso balanceado de gente, equipo y material que nos da el costo más bajo y el menor impacto ambiental en el ciclo de vida de un producto.



El menor costo en el ciclo de vida del producto asume que todo el desperdicio ha sido eliminado.

Técnica Lean: Hacer la mayor cantidad de actividades de valor agregado.

Porcentaje de tiempo con valor agregado.

Trabajo con valor agregado: cambia la forma o función de una parte, ensamble o sistema.

Trabajo sin valor agregado: Es una actividad que no agrega valor al producto, pero que debe hacerse en las condiciones de operación actuales tales como ajustes, alcanzar herramientas, quitar soportes, cambiar de parámetros, etc.

Trabajo con valor agregado.



Desperdicio: Son actividades que no se necesitan para hacer el trabajo como el tiempo de espera, el almacenaje de partes y el transporte de partes hacia la estación.

Trabajo sin valor agregado.

Un principio fundamental de la Técnica Lean es la eliminación del desperdicio...

Tipos de desperdicio:

- Corrección.
- SobreProducción.
- Movimiento innecesario de material.
- Movimiento innecesario de personas y equipo.
- Espera.
- Inventario (estático o en proceso)
- Procesamiento inútil (el producto no cumple con las expectativas del cliente).



Tipos de desperdicio

- **Corrección.** El tiempo y los recursos se gastan en una actividad que no cumple con nuestros estándares de calidad. ¿Puede darme algunos ejemplos de corrección en su vida cotidiana?

The image shows a handwritten document with several paragraphs of text. The text is written in black ink, and there are numerous red ink annotations, including underlines, circles, and arrows, indicating corrections or emphasis. The text appears to be a letter or a statement, possibly related to a legal or public affairs context. The annotations include phrases like "I am going to proceed with pleasure", "I am not fully aware of what these accusations are", and "I will do anything necessary to do it". The document is titled "Subject: The way of the future" and "I am willing to release a political/usually correct, fully adequate letter to the press if any of you are willing to help." The text continues with "Simply to state my opinions on how our society should be educated for the better of our country. Our people. FUTURE'S PEOPLE WILL STOP THIS" and "Also because I have such an impact on our younger generations, as well as generations older than me. Which we all know and can obviously see. People are just mean. - really you think? - what are you saying?" The text then says "I am going to proceed with pleasure. It to coot if need be for what she's done to me. In my life. I want to live it. People cannot lie and think that it is okay to continue on having done so. Simply because they will do it again to someone else, and that is not alright with me. I have had many ops and drags, as do we all." "But to make false accusations to one girl is unjust in my opinion. And yet you accuse her..." "I have said that I am willing to do anything I need to get my life the way it should be and the way I work for it to be. And have that far in my career." "Let's use the tabloids for saying the things they say. It is a..." "Defamation of character. [Amongst other illegal accusations, I will repeat this over and over to make my point.] READ THE COPY ATTACHED AS DEFAMATION" "I am not fully aware of what these, again, accusations are, but I am fully and eagerly prepared to learn them. you are making them but don't know what they are?" "Have Harvey and all lawyers help me please. I'll be willing." "A) Glee will help me be came up to me last night and said he would be very happy to have a conversation with me [if he is willing to help me, let's find out.] you just said he is" "Hilary Clinton, Bill Clinton, and Evan Armstrong, and John Dady who works with them - all of them? would be willing, if we just ask." "If we just ASK - please don't cheat." "I'd really like to fix things and refuse to stop on any account for these unintelligent, vulgar people who like to bait other people. Not just me, but everyone." "I'm willing to hold a press conference and I will do anything necessary to do it. In putting an end to these people trying to put an end to me and belittle me as well as try to" "why quote make them sound like ordinary people. Are they?"

Tipos de desperdicio

- **Sobreproducción.** Se produce más que lo que es absolutamente necesario para lograr o lograr actividades de valor añadido (¿ha producido alguna vez más manuales, copias y folletos de lo necesario?)



Tipos de desperdicio

- **Sobreproducción.** OK, algo más cercano a nosotros. ¿Alguna vez ha tenido una fiesta sin gente y mucha comida? ¿Qué sucede con las sobras?



Tipos de desperdicio

- **Sobreproducción.** OK, algo más cercano a nosotros. ¿Alguna vez ha tenido una fiesta sin gente y mucha comida? ¿Qué sucede con las sobras?



Tipos de desperdicio

- La sobreproducción es el primer pecado capital en la producción internacional. La mayoría de los proveedores producen más de lo que ordenó, esperan almacenarlo y vendérselo de vuelta en el futuro. Sin embargo, no funciona para ningún producto que cambie su diseño frecuentemente como productos de moda, electrónica de consumo, muebles, etc.). Podría funcionar sólo para productos básicos.



Tipos de desperdicio

- **Manipulación de material o información innecesaria.** Los materiales o la información se mueven sin añadir ningún valor a nuestro producto (conocimiento). Ejemplos: mover archivos o papeles para encontrar algo, mover la información de un disco duro a otro (no necesariamente un respaldo), etc.



Tipos de desperdicio

- ¿Cuánto tiempo has perdido intentando encontrar un archivo importante?



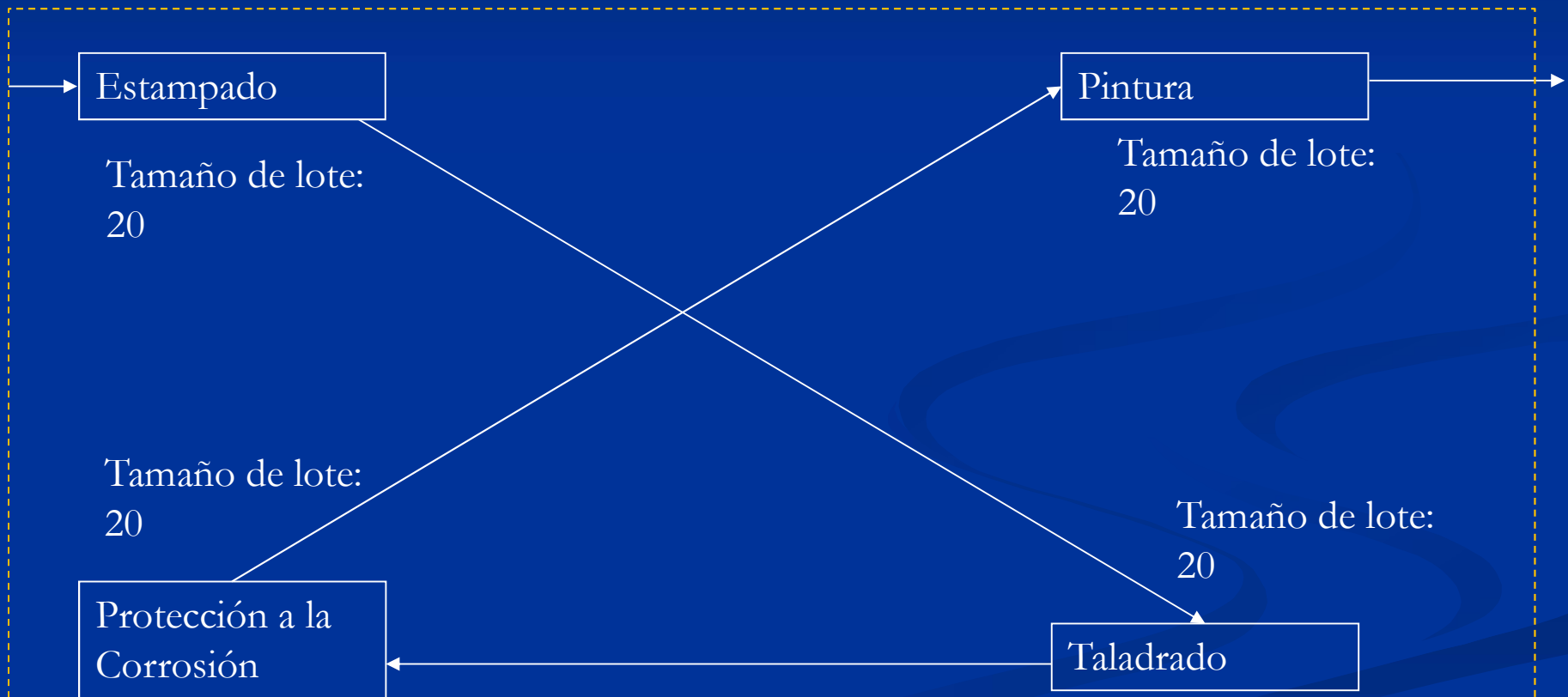
Tipos de desperdicio

- **Movimiento innecesario de personas y equipo.** La gente se mueve o el equipo se mueve sin agregar ningún valor. Ejemplo: Los trabajadores de oficina se mueven para entregar los papeles que podrían haber sido enviados electrónicamente, el equipo de laboratorio o computacional se mueve dentro de nuestro lugar de trabajo, etc.



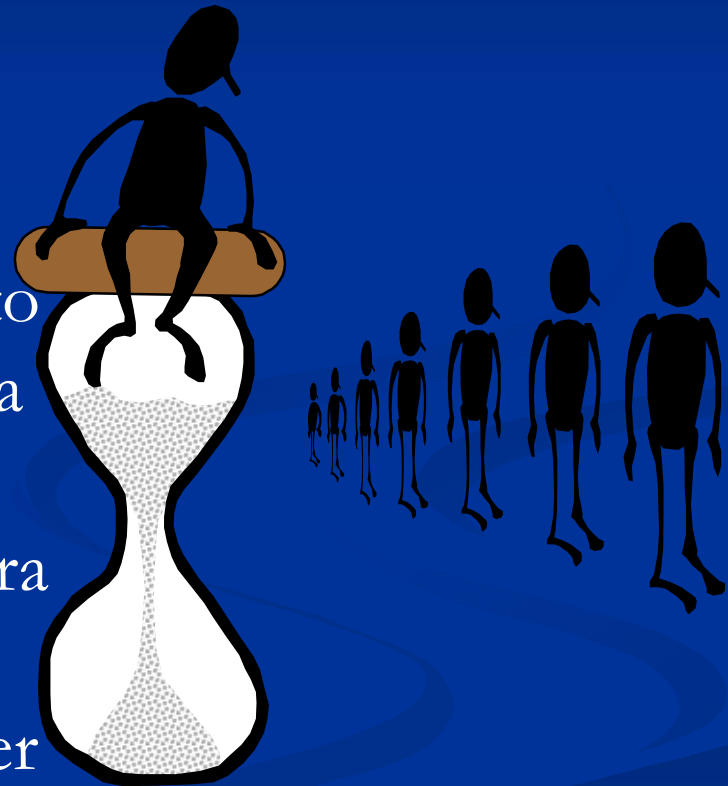
Tipos de desperdicio

- ¿Qué les parece esta disposición de planta?



Tipos de desperdicio

- **Espera.** Personas, materiales e información pasaron un tiempo innecesario esperando que algo suceda en el proceso para seguir agregando valor a nuestro producto o servicio. Ejemplo: Días de espera para una firma, esperando para obtener un informe, esperando para obtener los resultados del laboratorio, esperando para obtener suministros, etc.



Tipos de desperdicio

- Ejemplo: Vuelos con escalas



¿Porqué nos piden que volemos a un “hub” aéreo?

¿Porqué tenemos que esperar por horas para que llegue nuestro avión?

¿Crees que sería posible reducir este fenómeno?



Tipos de desperdicio

- Exceso de inventario o equipo inactivo. Tenemos más equipo, “archivos muertos”, materiales de laboratorio, productos químicos, etc. que lo que necesitamos para agregar valor dentro de la organización.
¿Podría dar ejemplos de esto en casa o en su organización?



Tipos de desperdicio

- **Exceso de inventario o equipo inactivo.** Tenemos más equipo, “archivos muertos”, materiales de laboratorio, productos químicos, etc. que lo que necesitamos para agregar valor dentro de la organización.
¿Podría dar ejemplos de esto en casa o en su organización?



Tipos de desperdicio

- **Procesamiento inútil.** Es una actividad que no agrega valor en ningún momento y que podría ser eliminada del proceso.



Tipos de desperdicio

- Sobre-precios. Usted paga más de lo que debería (valor justo de mercado) por un producto o servicio en su organización. Ejemplos: Catering caro, insumos de laboratorio demasiado caros, suministros de oficina excesivos, transporte caro, servicios demasiado caros, etc.



Tipos de desperdicio

- Sobre - precios. Me pasó la primera vez que fui a Shanghai



\$3 dólares



\$90 dólares

Tipos de desperdicio

- Desperdicio de talento. Las habilidades y talentos de los trabajadores no son utilizados apropiadamente por la organización. Este es el error más común en una organización, pero hay técnicas para reducir este problema.



Tipos de desperdicio

Algunos contribuyentes a las actividades sin valor agregado...

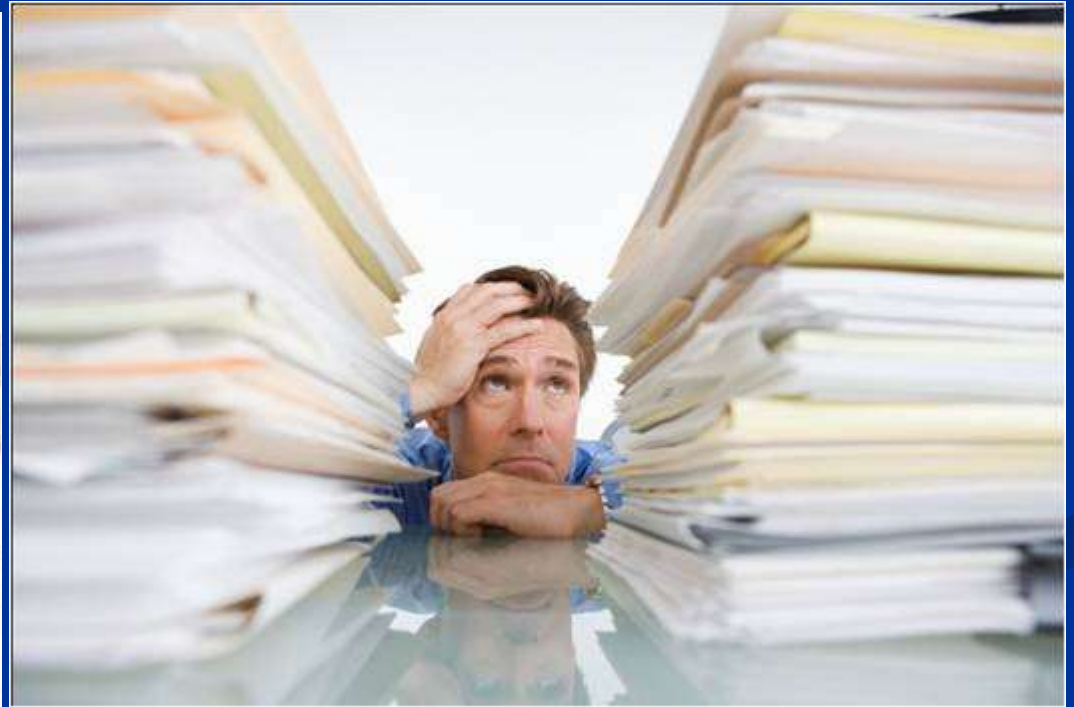
- **Difícil comunicación o procesamiento de información** (fácil de identificar, ¿ve algún silo en su organización?)



Tipos de desperdicio

Algunos contribuyentes a las actividades sin valor agregado...

- Sobrecarga (de sistemas y/o trabajadores).



Tipos de desperdicio

Algunos contribuyentes a las actividades sin valor agregado...

- Procesos actuales ("La tradición es lo que nos permite hacer las cosas equivocadas ... con confianza")



*Dr. Ramon Sanchez
Harvard University*



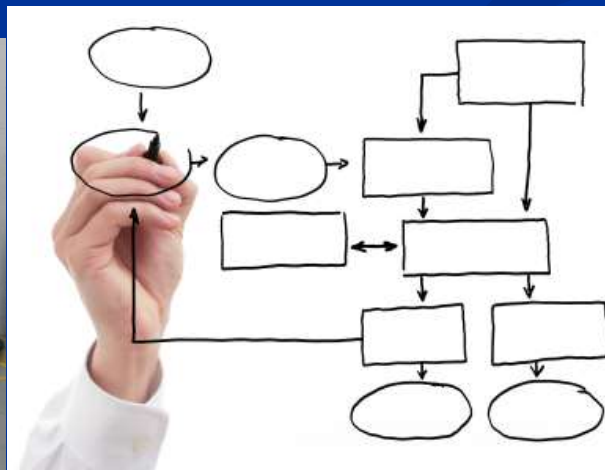
TRADITION

JUST BECAUSE YOU'VE ALWAYS DONE IT THAT WAY
DOESN'T MEAN IT'S NOT INCREDIBLY STUPID.

Mapas de flujo de valor

Algunas herramientas que reducen las actividades sin valor agregado...

- Organización del lugar de trabajo
- Mapa de flujo de valor
- Mejora continua



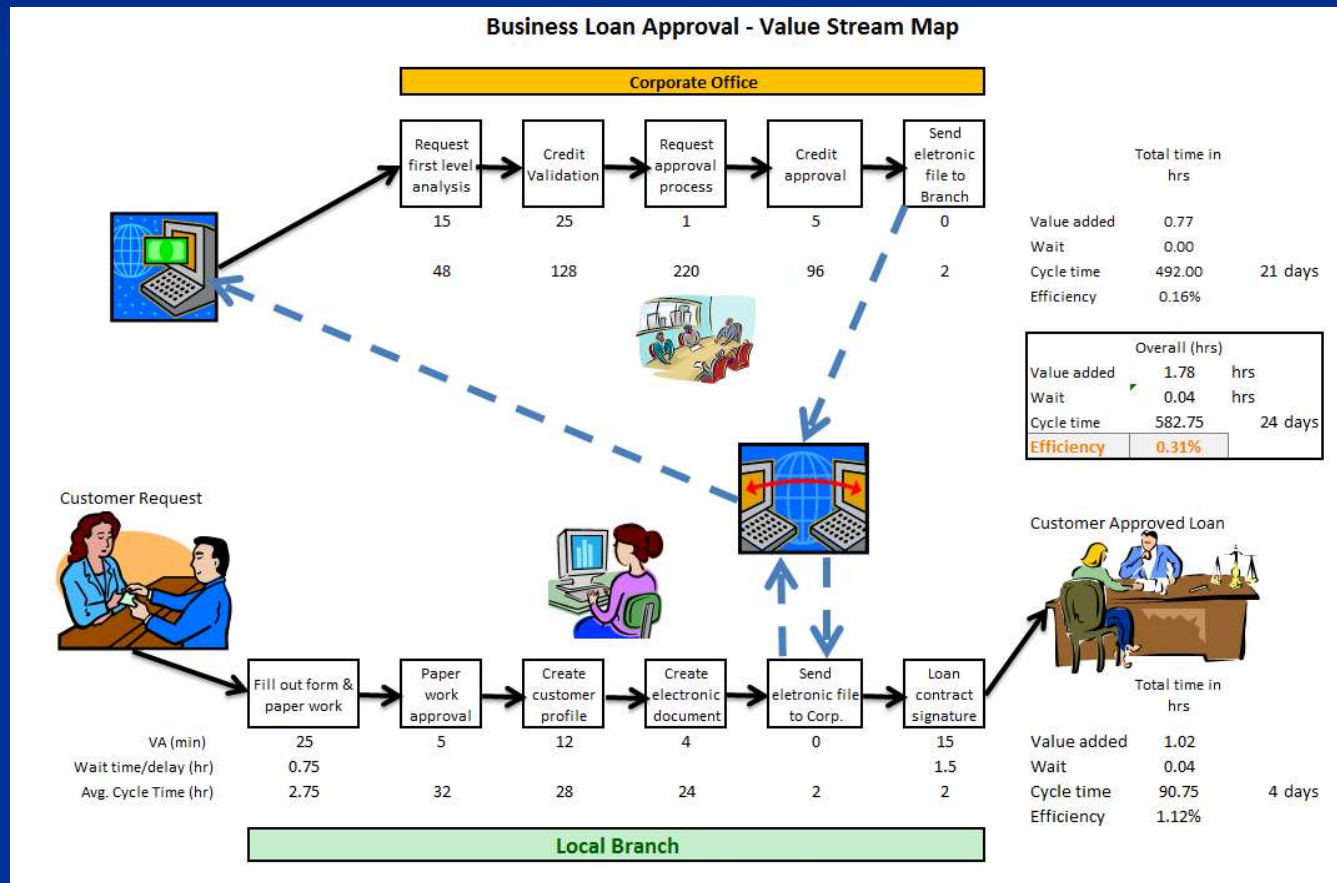
Mapas de flujo de valor

Algunas herramientas que reducen las actividades sin valor agregado...

- Mapa de flujo de valor: Crea un mapa de cada paso en el proceso para agregar valor, luego identifica si hay actividad inútil o redundante, tiempo de espera, trabajo sin valor añadido y oportunidades para mejorar el trabajo de valor agregado. Puedes utilizar un diagrama de bloques simple o símbolos especializados en su mapa de flujo de valor, sólo tiene que ser coherente en toda su organización

Mapas de flujo de valor

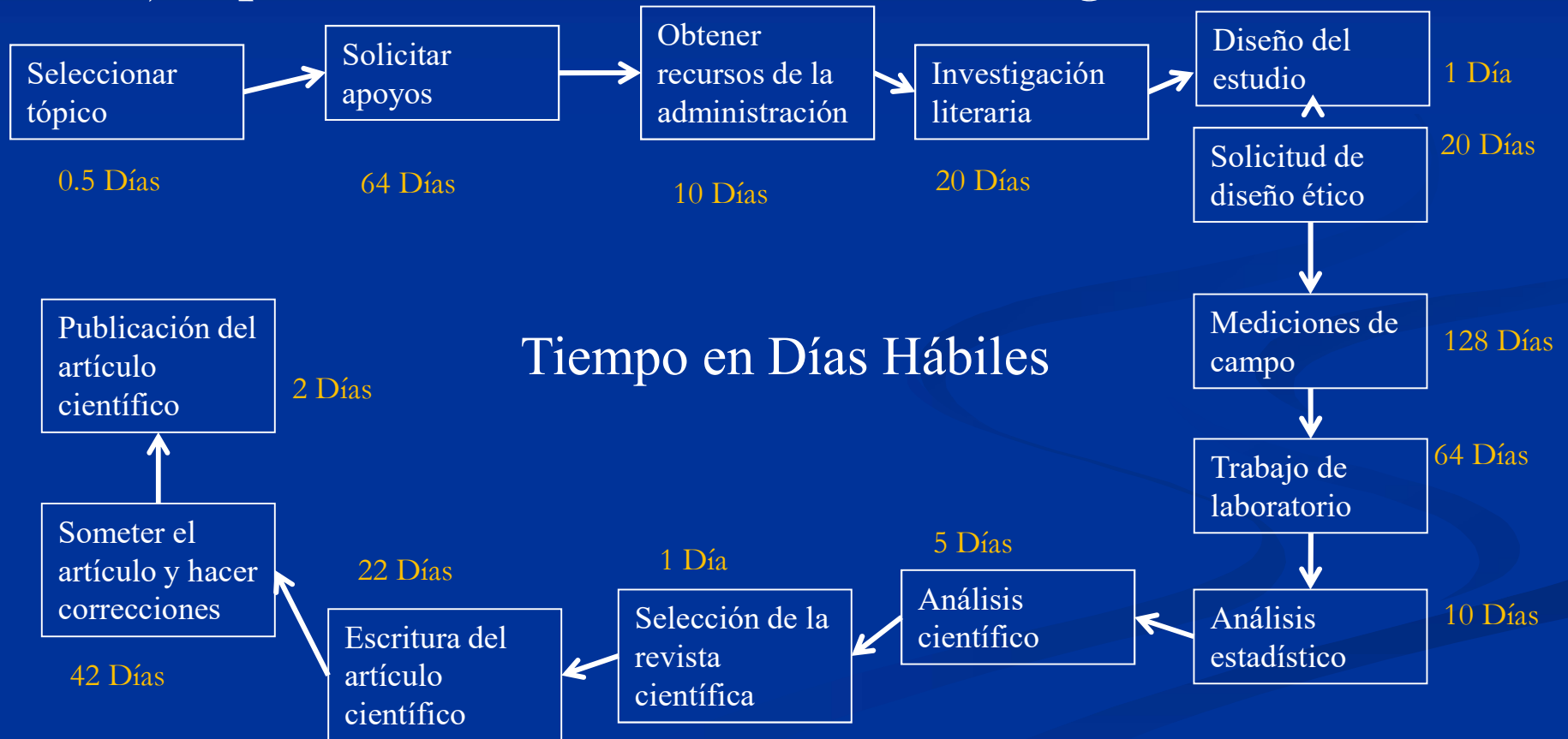
- Mapa de flujo de valor



Mapas de flujo de valor

- Mapa de flujo de valor

■ Ejemplo: Escribir un artículo de investigación



Mapas de flujo de valor

- Mapa de flujo de valor

■ Ejemplo: Escribir un artículo de investigación

Ejemplos de actividades sin valor agregado o innecesarias	Ejemplos de actividades sin valor agregado que son necesarias	Ejemplos de actividades con valor agregado
Looking for lost or misplaced records	Filling forms (grant applications, human subjects, etc.)	Performing field measurements
Waiting for someone to come back to deliver a form	Writing status reports	Running statistical models
Tracking lost package in mail room	Classifying and selecting research sources	Analysis of results
Re-writing memorandum due to misspellings	Traveling to do field measurements	Writing research paper
Gossiping	Calibrating instruments	Submitting research paper

Mapas de flujo de valor

- Mapa de flujo de valor

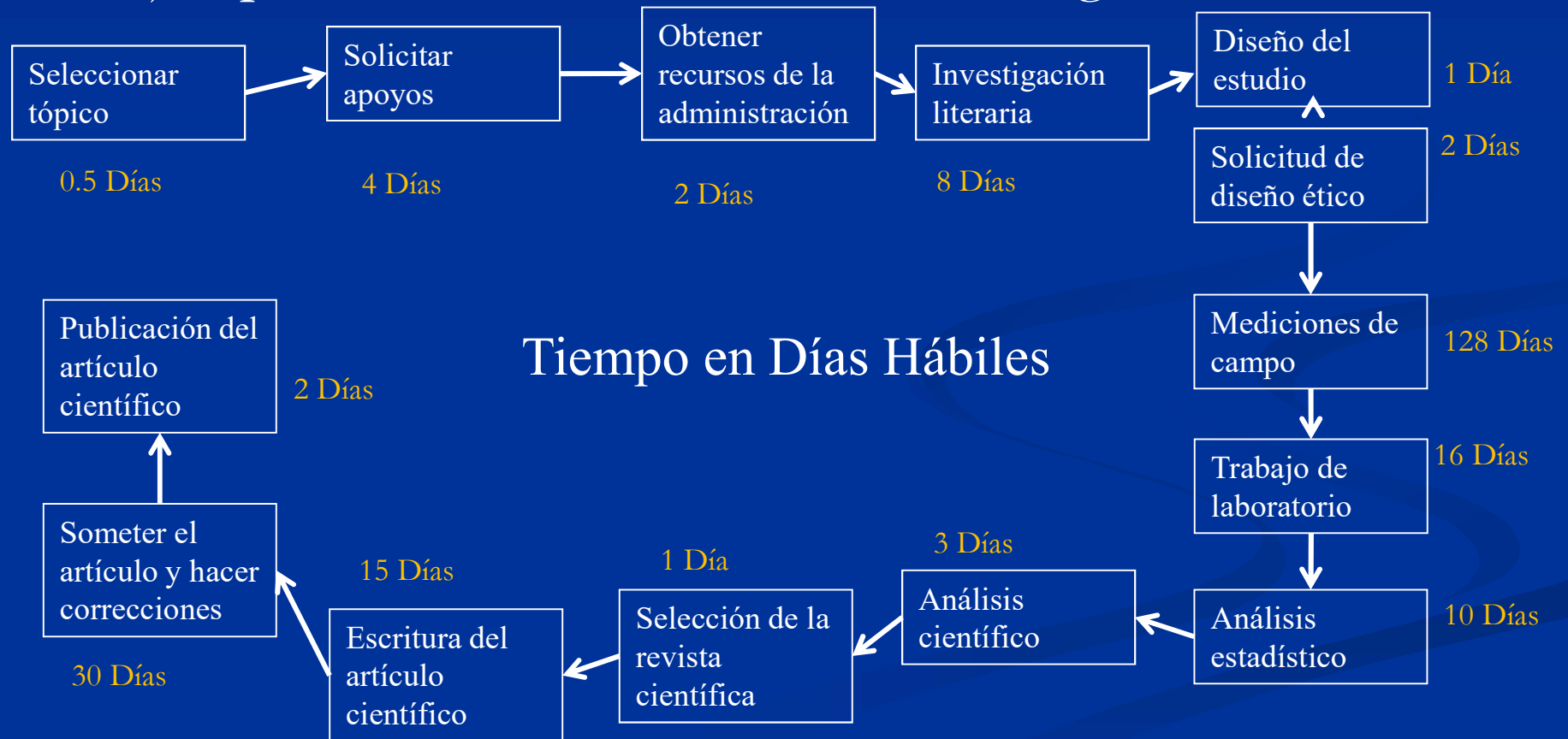
- Ejemplo: Escribir un artículo de investigación

Item	Time (working Días)	Percentage
Non-value added and un-necessary work (Waste)	196.5	50.45%
Non-value added but necessary work	172.3	44.25%
Value-added work	20.6	5.30%
Total	389.5 (equivalent to roughly a year and a half in natural Días)	100%

Mapas de flujo de valor

- Mapa de flujo de valor

■ Ejemplo: Escribir un artículo de investigación



Mapas de flujo de valor

- Mapa de flujo de valor

- Ejemplo: Escribir un artículo de investigación

Item	Time (working Días)	Percentage
Non-value added and un-necessary work (Waste)	30	13.5%
Non-value added but necessary work	174.5	78.4%
Value-added work	18	8.1%
Total	222.5 (equivalent to roughly 7.5 months, a 42.8 % reduction!!!)	100%

Mapas de flujo de valor

- **Ejercicio personal o en equipos de 2.** Por favor seleccione UNO de los siguientes procesos y realice un mapa de flujo de valor:
 - Ir al supermercado
 - Ir al trabajo y la primera hora de trabajo de cada día
 - Ir a conseguir una licencia de conducir

¿Preguntas?

<http://www.chgearvard.org/category/sustainable-technologies-and-health>

Dr. Ramon Sanchez. E-mail: rsanchez@hsph.harvard.edu



HARVARD
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH

Center for Health
and the Global Environment

Donate Now
Get Involved
For Educators

Events
Contact Us



Programs

About Us

Resource Library

Newsroom

Get News

Sustainable Technologies and Health

