

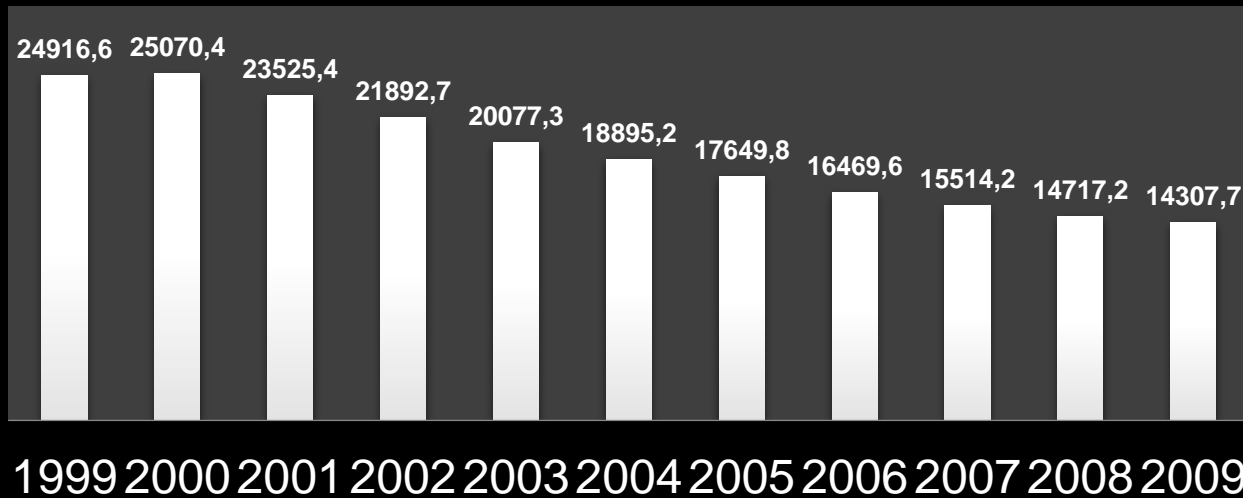
Modelación de Calidad del Aire, Energía y Combustibles Alternos

Problemática Actual

Decremento de las reservas petroleras

- Sobre explotación de pozos petroleros.
- Se dejará de exportar petróleo en la próxima década.

Reservas de Petróleo Probadas (Mb)



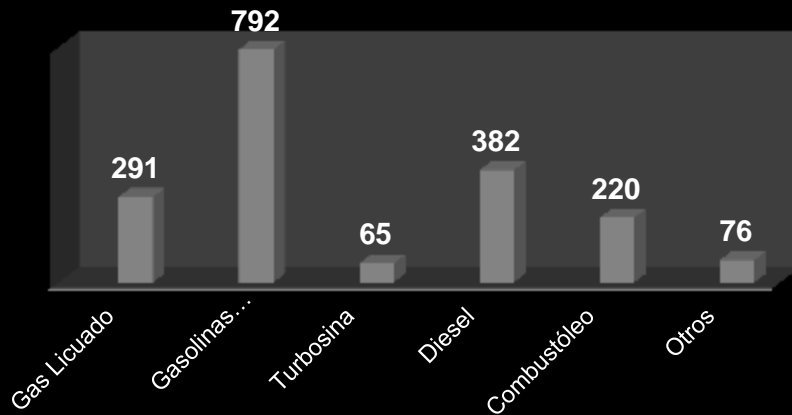
Problemática Actual

Incremento en la demanda de combustibles

- Gasolina Automotriz

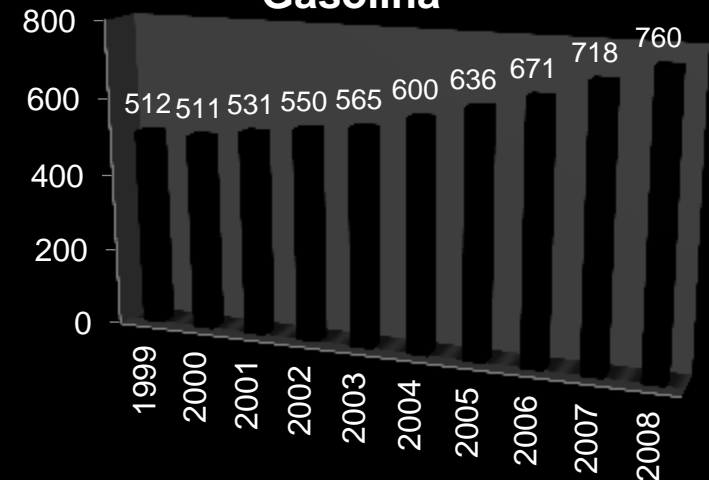
Demanda Interna de Combustibles (2008)

■ Miles de Barriles Diarios



Historial de la Demanda de Gasolina

Millones de Barriles por Día



Mitigación del riesgo

- Ahorro de energía
- Bio-combustibles
- Fuentes alternas (renovables) de energía
- Exploración y explotación de nuevos mantos

Una respuesta de la ciencia

Modelación útil para los tomadores de decisión (industria y gobierno) que tome en cuenta:

1).- Todas las etapas de una posible solución y sus consecuencias en

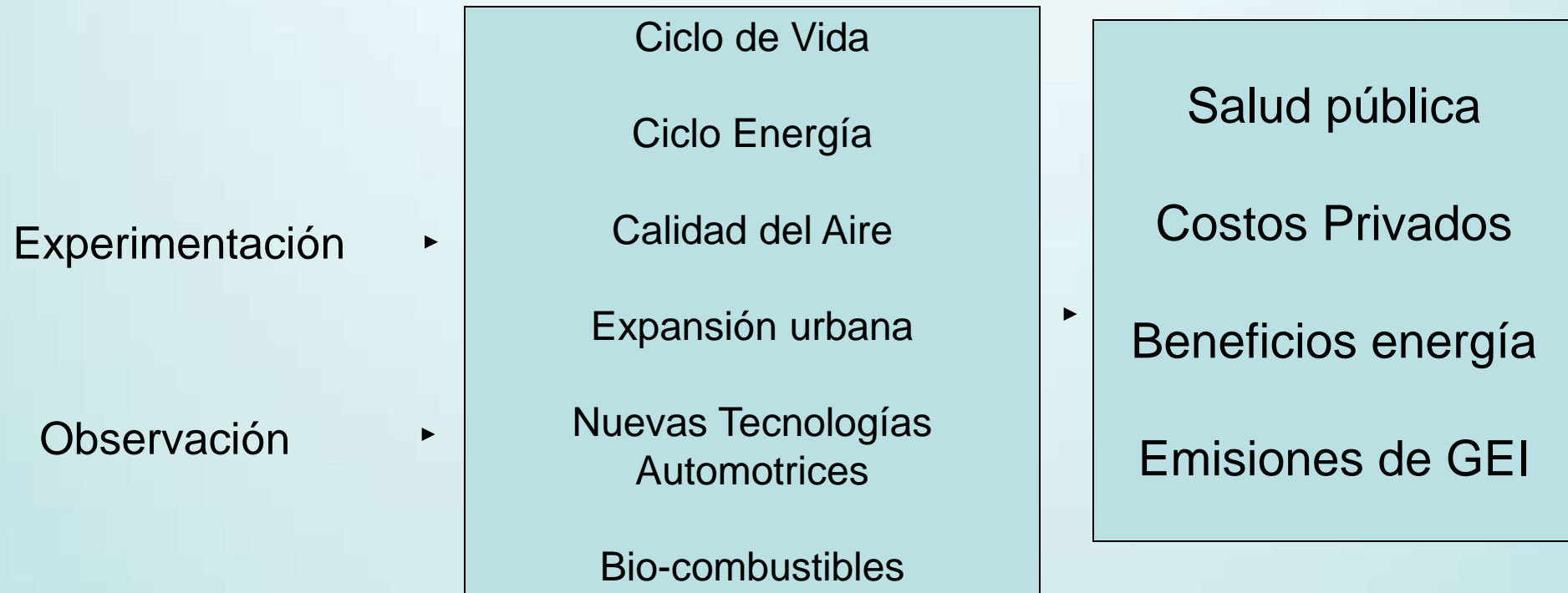
- a).- medio ambiente
- b).- salud pública
- c).- energía
- d).- cambio climático

2).- Entregue valoración económica como índice que permita comparar entre las diferentes políticas de mitigación

Modelación integral

Modelación
de procesos

Valoración
económica



Física

Química

Matemáticas

Economía

Geografía

Biología

Toxicología

Un caso de ejemplo:

- Autos con celda de hidrógeno (combustible)

Bio combustibles mas tarde

Celda de hidrógeno

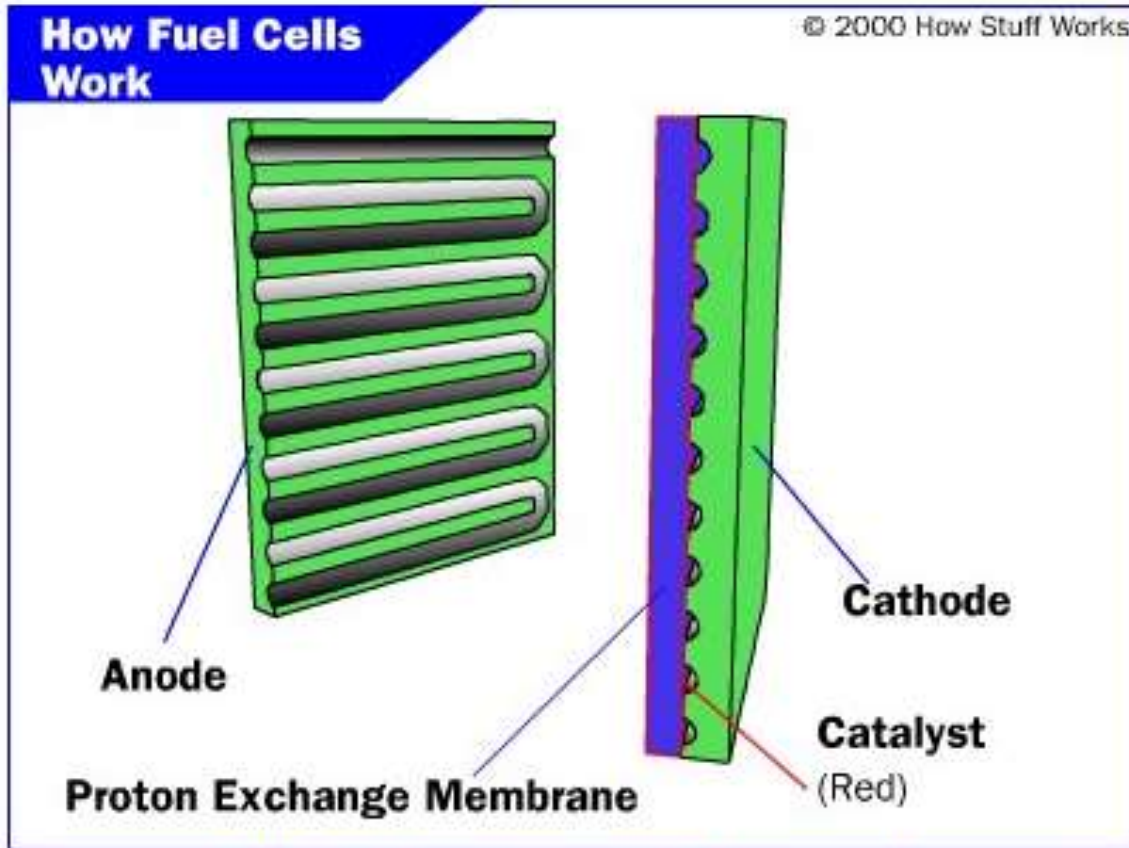
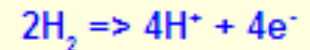


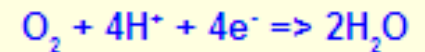
Figure 1. The parts of a PEM fuel cell

Chemistry of a Fuel Cell

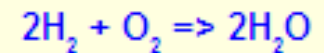
Anode side:



Cathode side:

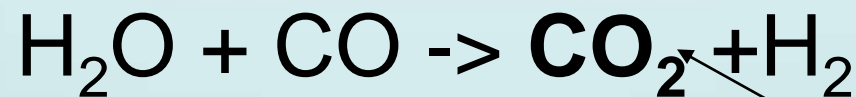
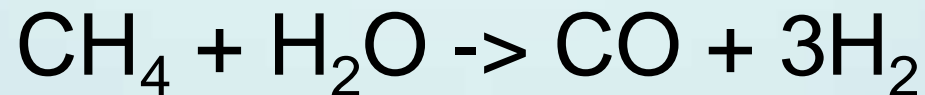


Net reaction:

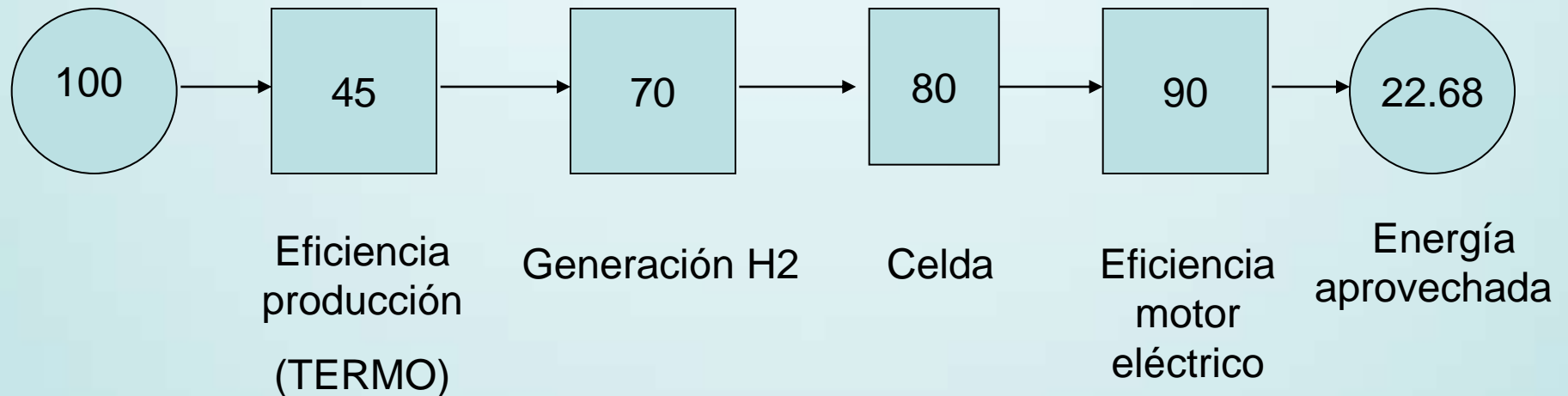


Obtención de Hidrógeno

Generalmente mediante reformación. Por ejemplo de metano:



Ejemplo de ciclo de eficiencia



Costo por infraestructura de almacenamiento y distribución de Hidrógeno ?

Problema del huevo y la gallina ?

Costos privados? Al menos 100 mil Dlls. o más por precio extra de un auto de celdas de combustible

Oferta de energía renovable? Solamente Islandia es hoy capaz de proveerla

Uso de energía renovable

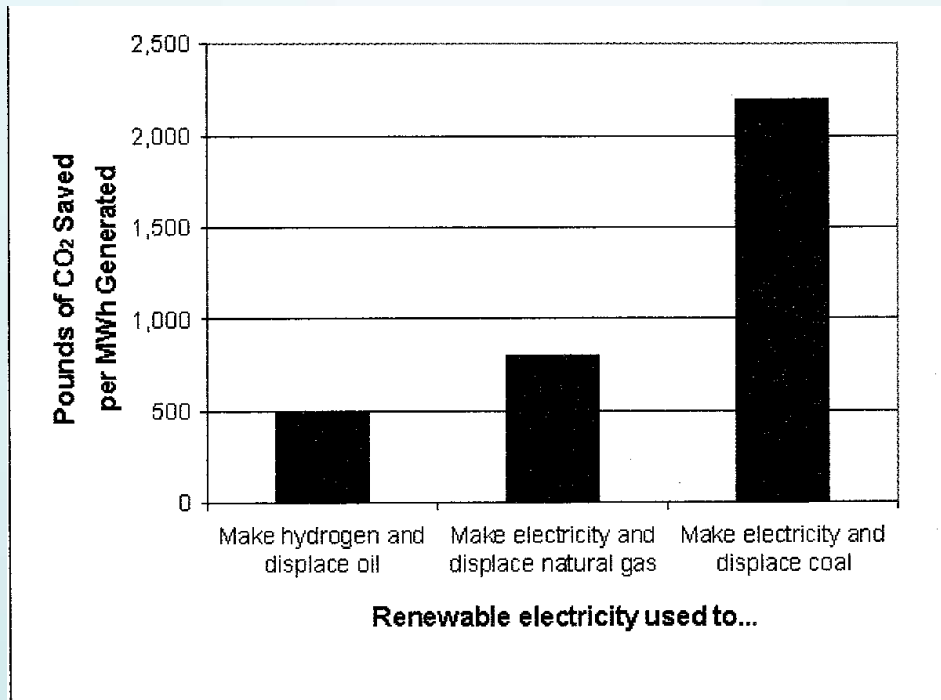
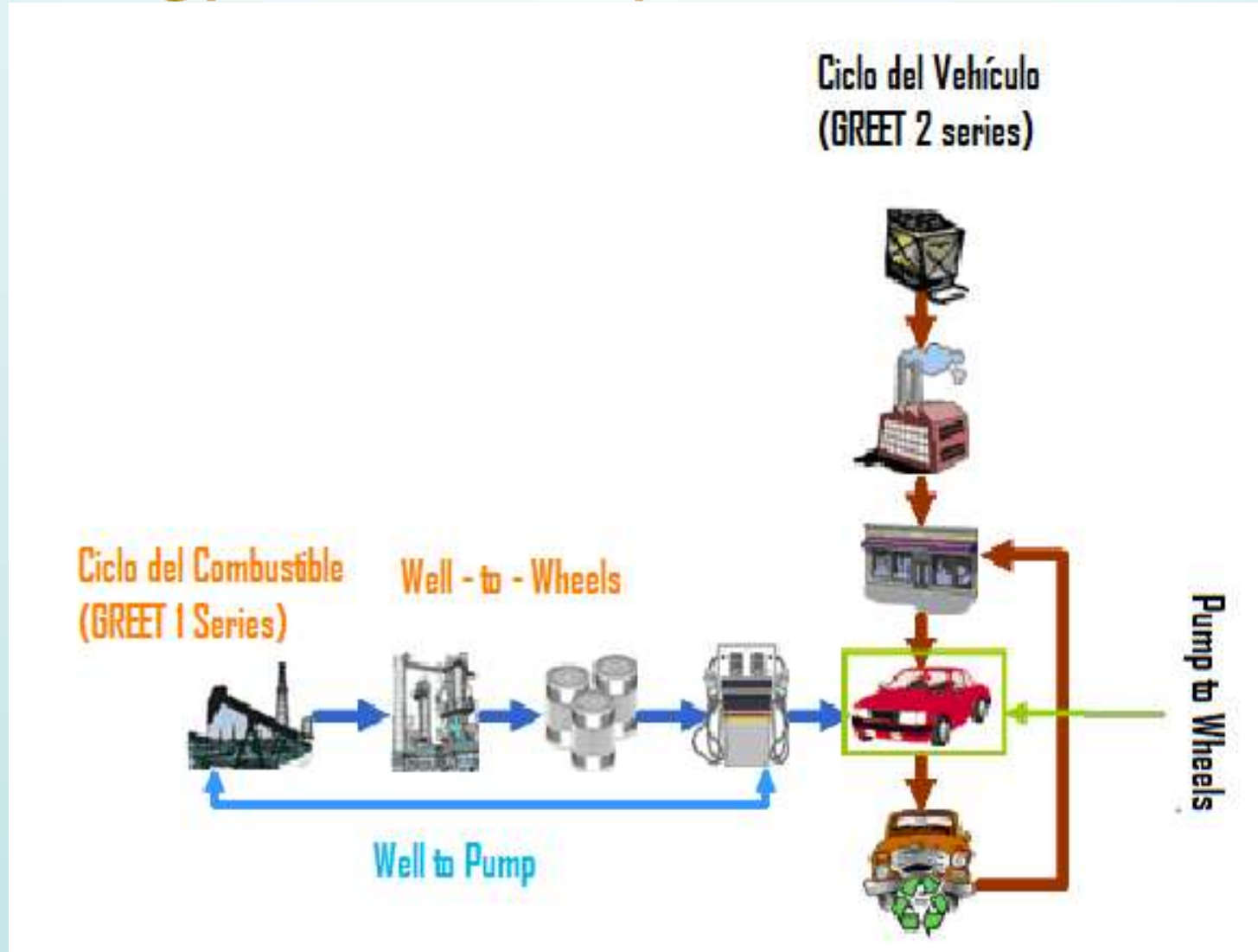


FIGURE 8.2. Emissions reduced by renewable electricity. The bar on the left represents the CO₂ savings from renewable electricity used to make hydrogen, assuming the hydrogen is used in a fuel cell car and displaces the fuel from a hybrid car. The middle bar represents the savings from renewable power displacing electricity from a combined cycle natural gas power plant. The bar on the right represents the savings from renewable power displacing electricity from a typical coal plant.

The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation (GREET)





Preparación
del Suelo



Siembra de la Caña
de Azúcar



Aplicación de
Agroquímicos



Cosecha



Generación de
Energía Eléctrica



Producción
de Alcohol



Transporte de
Etanol



Distribución y
uso de Etanol



**Ciclo de vida de Etanol,
a partir de la caña de
azúcar**

Escenarios

E.U

- Producción de Etanol en E.U y comercializado en E.U, utilizando el maíz como materia prima.

Brasil

- Producción de Etanol en Brasil y comercializado en Brasil, utilizando caña de azúcar como materia prima.

Gasolina_C

- Producción de gasolina convencional en el mercado local, utilizando petróleo como materia prima.

Tamazula_A

- Producción de Etanol en Tamazula y comercializado en el mercado local, utilizando caña de azúcar como materia prima.

Tamazula_B

- Producción de Etanol en Tamazula y comercializado en el mercado local y exportando energía eléctrica.

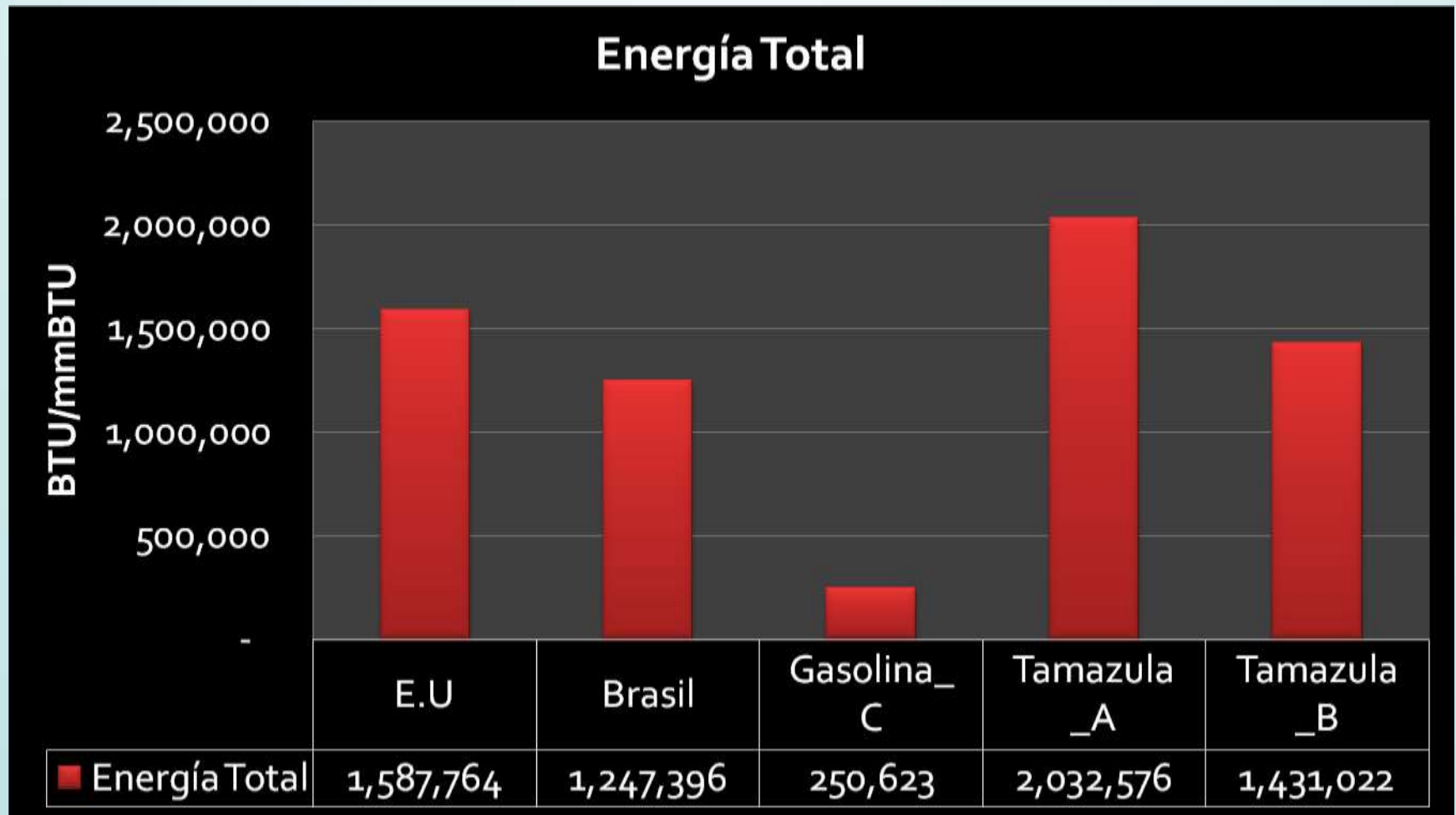
Datos de entrada-Caso Tamazula

Fertilizantes

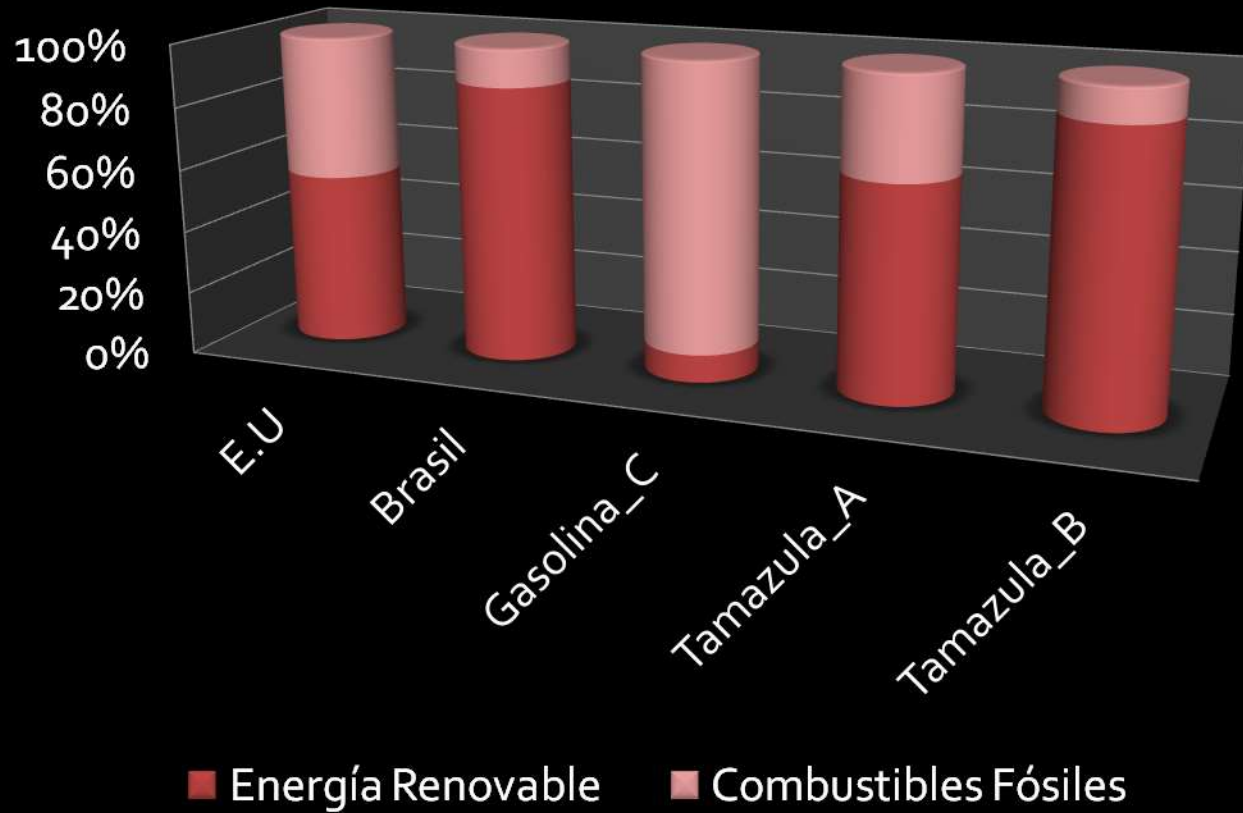
N (g/Ton de Caña)	1,926.61
P ₂ O ₅ (g/ Ton de Caña)	642.20
K ₂ O (g/ Ton de Caña)	1,284.40

Tipo y números de tractores, camiones de carga, tipo de caldera, etc.

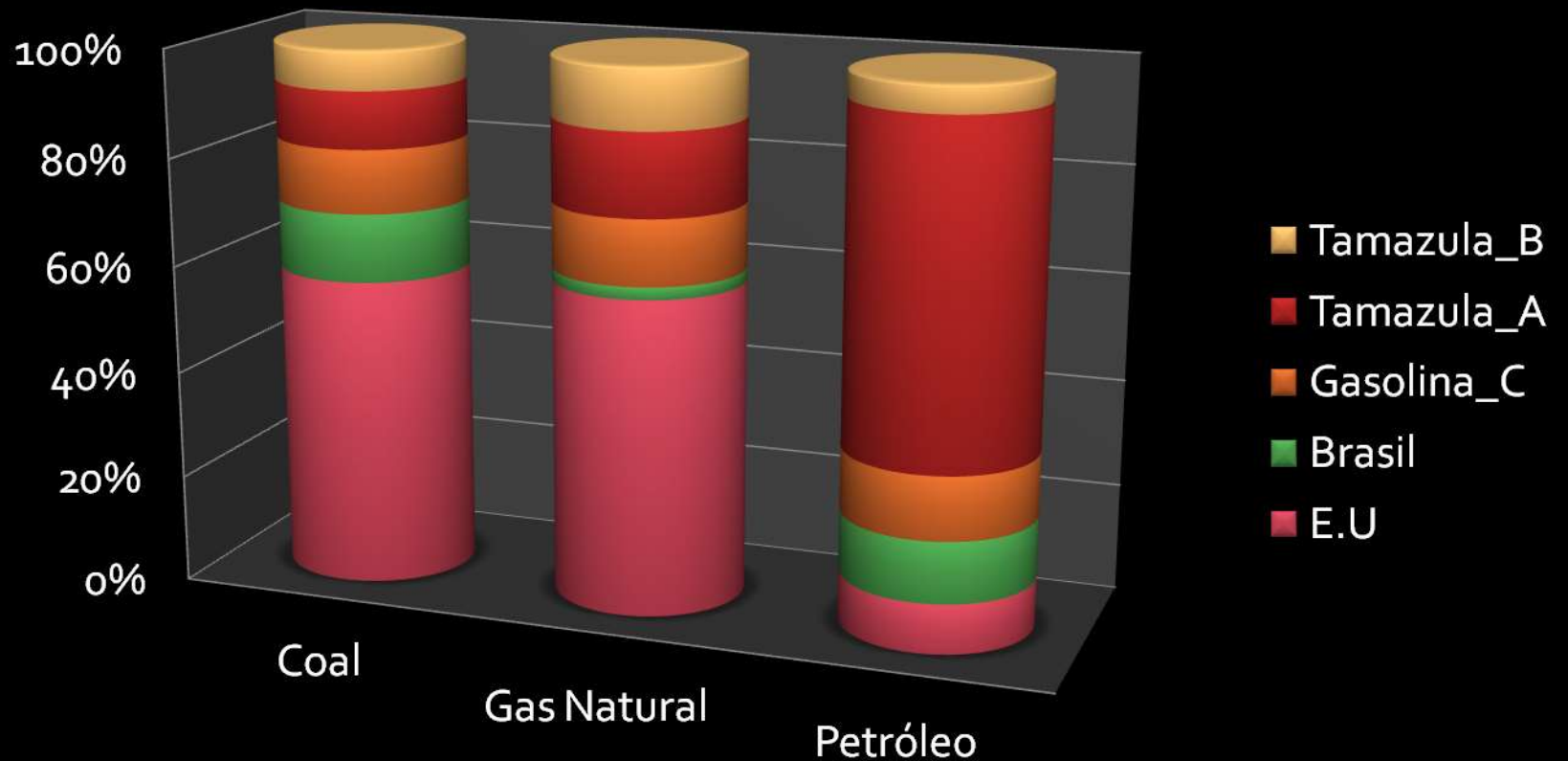
Resultados- Balance de Energía



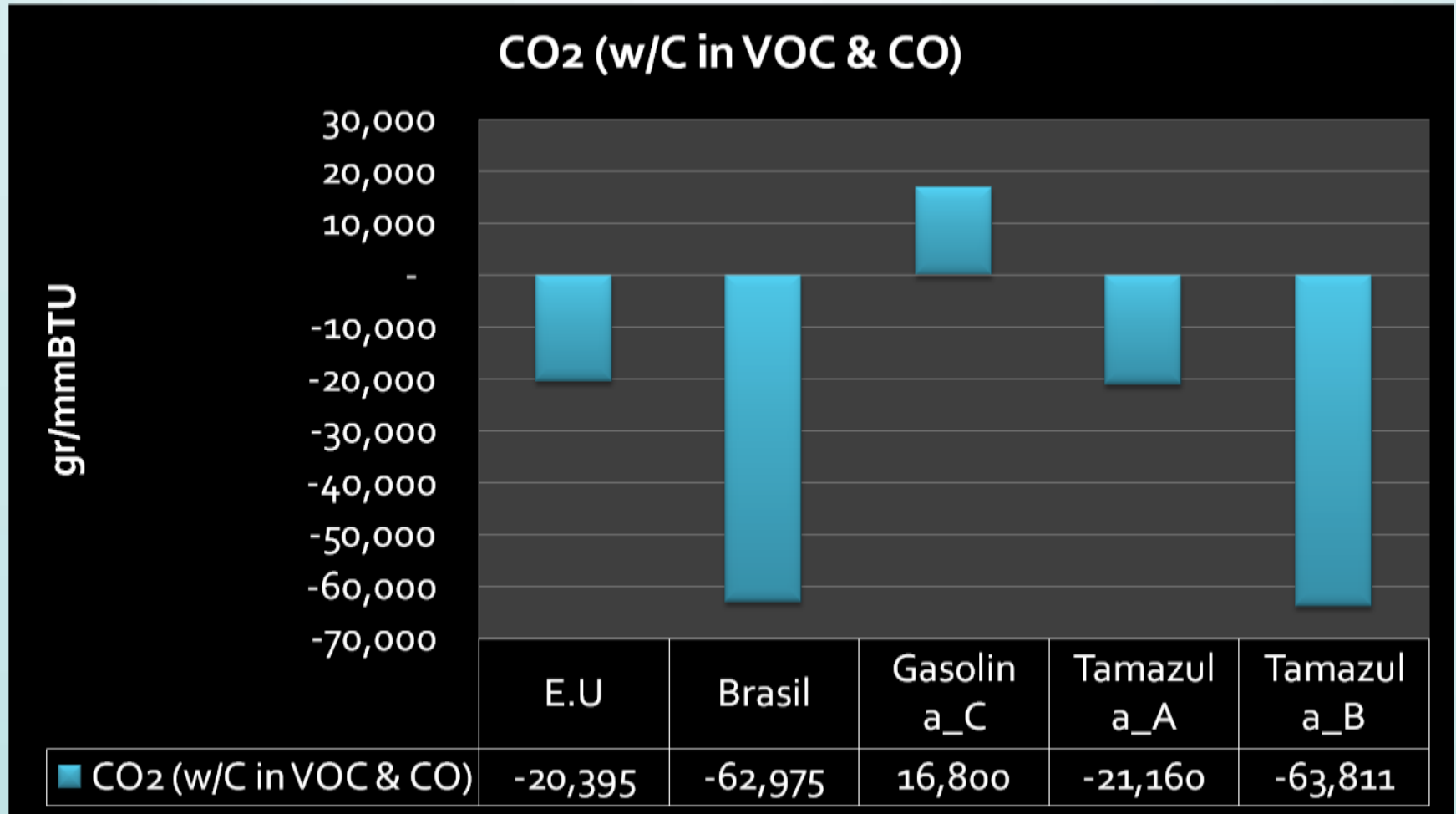
Energía Total



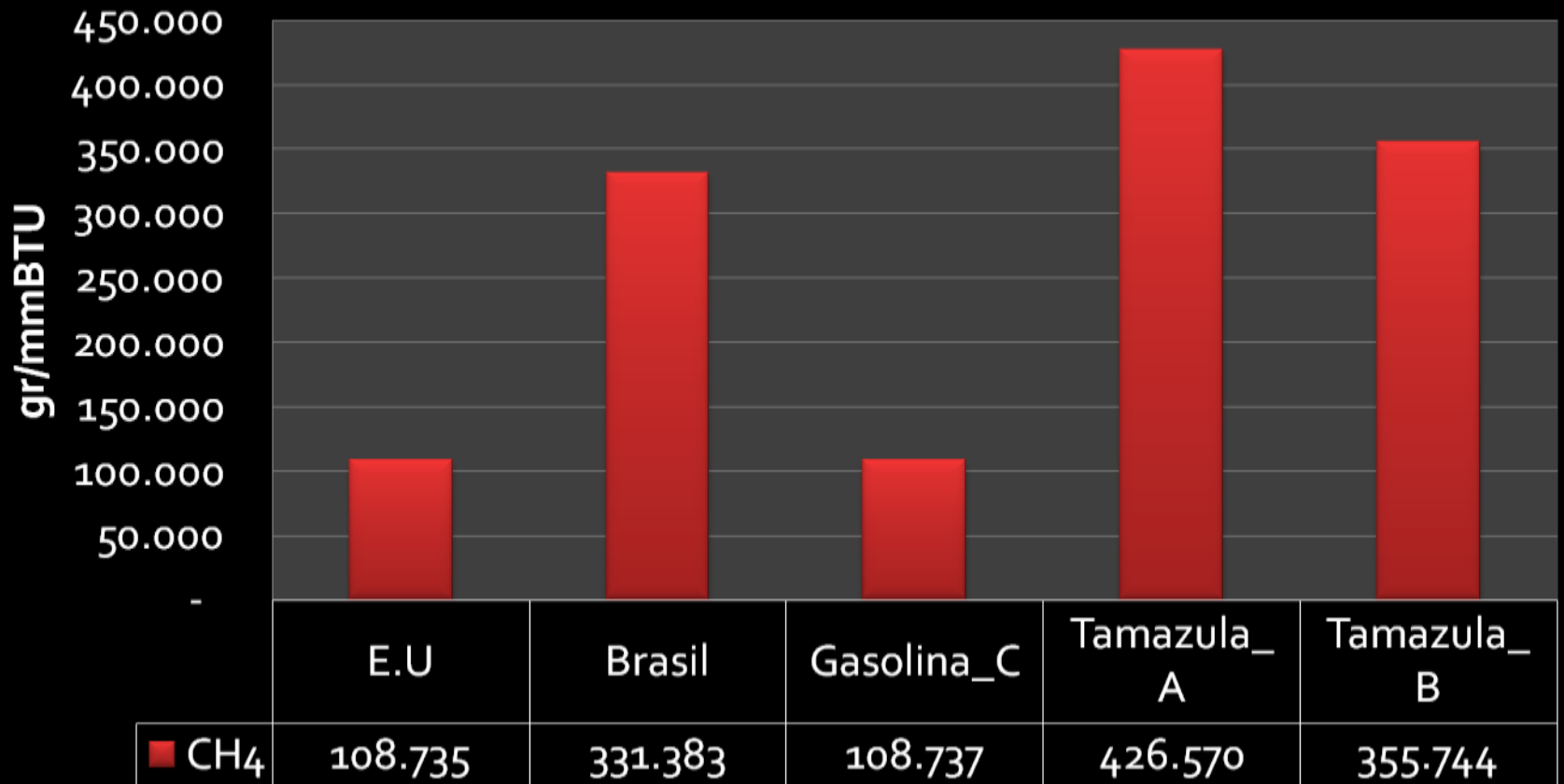
Energía No-Renovable (%)



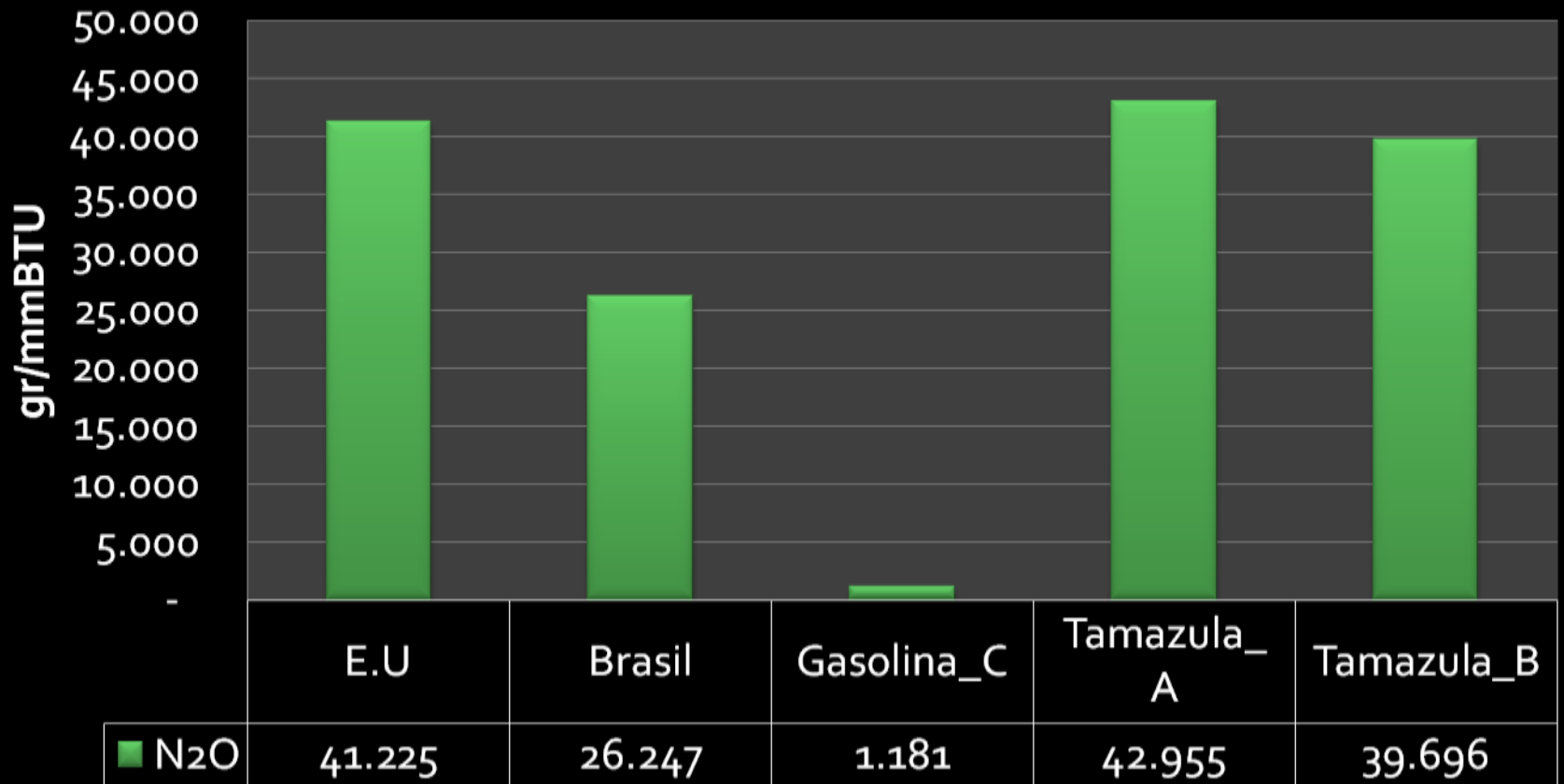
Emisiones de GEI



CH₄

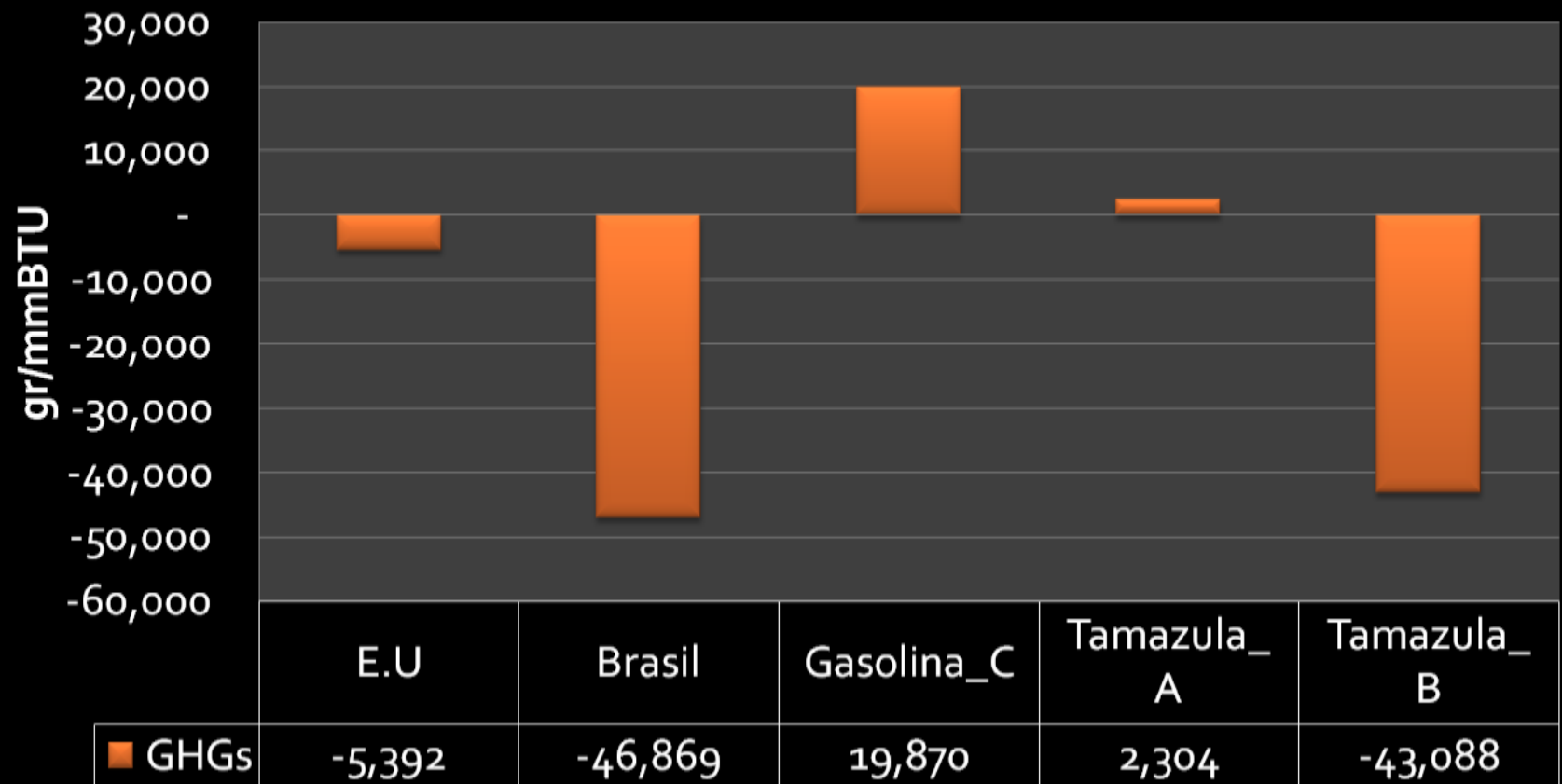


N₂O



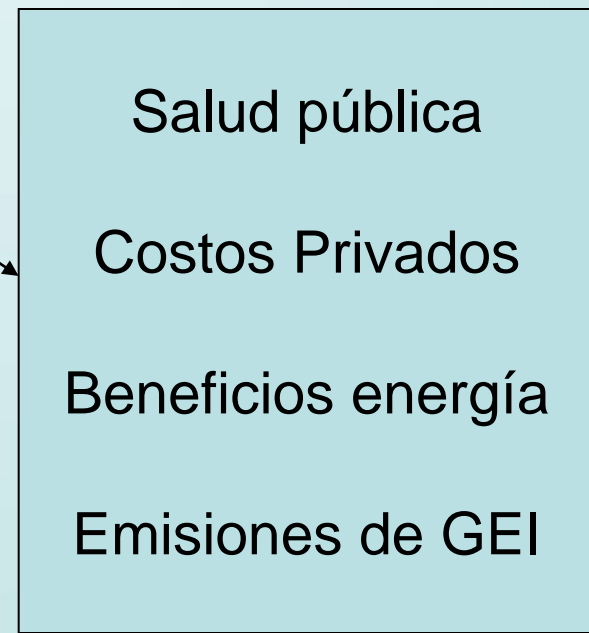
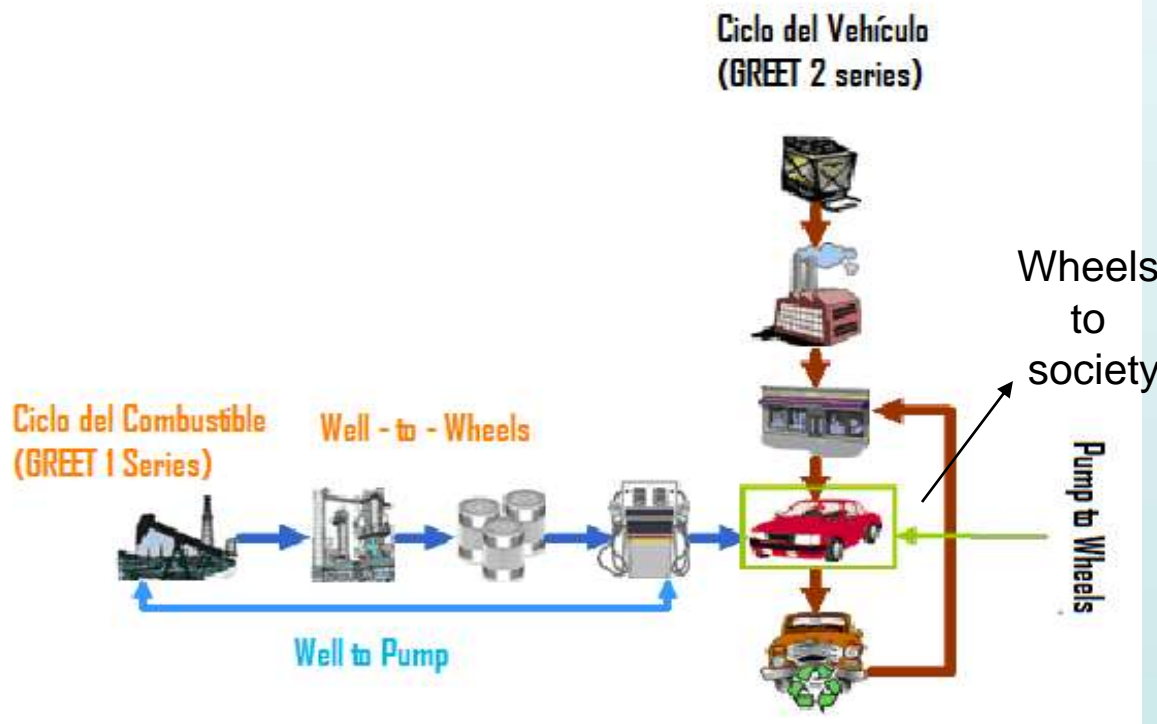
Balance de GEI

GHGs



Aplicación de un modelo integral:
Construcción y evaluación de
escenarios futuros para:

Autos híbridos



Necesario construir :

Escenarios urbanos ☺

Escenarios de emisión ☺

Escenarios de calidad del aire ☺

Escenarios Económicos

Escenarios de penetración de
Tecnología

GREET DOE

Valuación:

Salud Publica



Ahorro de energía



Costos Privados



Escenarios urbanos

A que población aplicar exposición?

En donde situar fuentes de emisión

Escenarios de emisión

Cálculo de factores de emisión debido a tres flotas vehiculares:

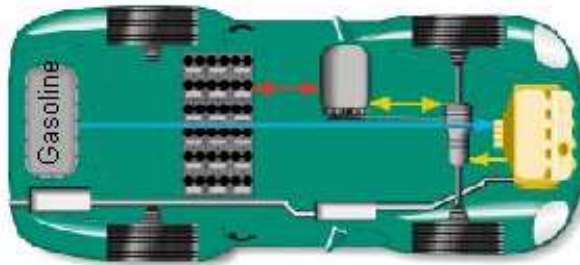
- La actual (2004)
- Modernizada (sólo autos Tier I y II)
- Hibridizada hasta en un 20% para el 2026

Simulador: Advisor (NREL-DOE)

- MATLAB-SIMULINK
- Contiene módulos que simulan procesos de:
 - Motor de combustión interna
 - Transmisión
 - Chasis
 - Filtro catalítico
 - Etc.

Definición del Vehículo

Vehicle Input



Motor pre transmission

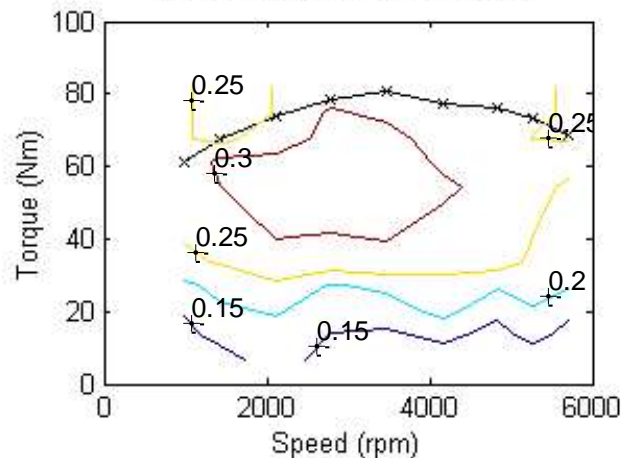
Component

fuel_convert

Plot Selection

fc_efficiency

Fuel Converter Operation
Geo 1.0L (41kW) SI Engine - transient data



Load File
PARALLEL_defaults_in

Drivetrain Config
parallel

	version	type		max pwr	peak eff	mass (kg)
<input checked="" type="checkbox"/> Vehicle	?		VEH_SMCAR			592
<input checked="" type="checkbox"/> Fuel Converter	ic	si	FC_SI41_emis	41	0.3	131
<input checked="" type="checkbox"/> Exhaust Aftertreat			EX_SI	#of mocV nom 11		
<input checked="" type="checkbox"/> Energy Storage	rint	pb	ESS_PB25	25	308	275
<input type="checkbox"/> Energy Storage 2			ess 2 options			
<input checked="" type="checkbox"/> Motor			MC_AC75	75	0.9	91
Motor 2			motor 2 options			
Starter			starter options			
Generator			gc options			
<input checked="" type="checkbox"/> Transmission	mar	man	TX_5SPD	1		114
Transmission 2			trans 2 options			
Clutch/Torq. Conv			clutch/torque conve			
<input checked="" type="checkbox"/> Torque Coupling			TC_DUMMY	1		
<input checked="" type="checkbox"/> Wheel/Axle	Crr	Crr	WH_SMCAR			0
<input checked="" type="checkbox"/> Accessory	Cor	Con	ACC_HYBRID			
Acc Electrical			acc elec options			
<input checked="" type="checkbox"/> Powertrain Control	par	man	PTC_PAR			

Auto-Size

Cargo
136

Calculated:
1350

☐ override mas
1

View Block Diagram
BD_PAR

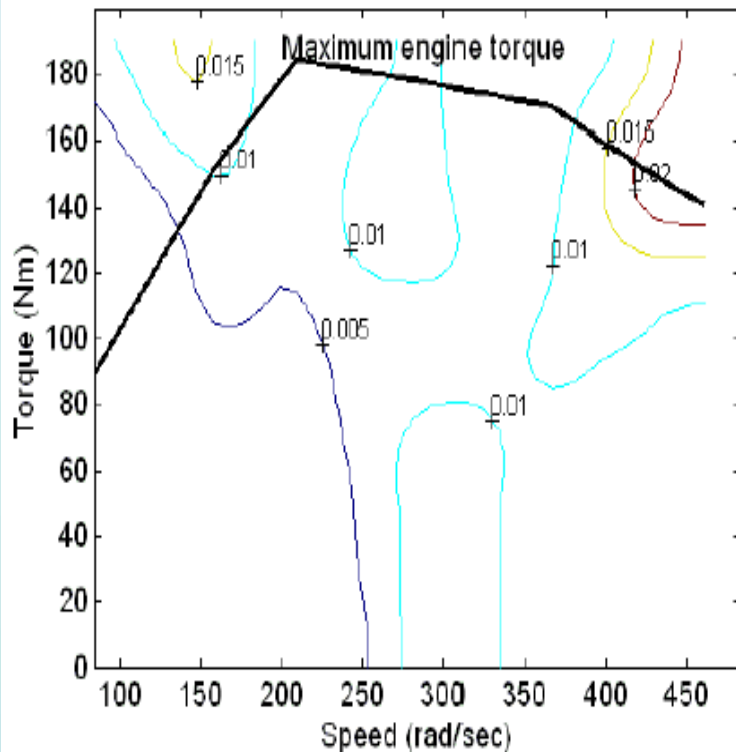
Variable

Componer
fuel_converter
Edit Var.

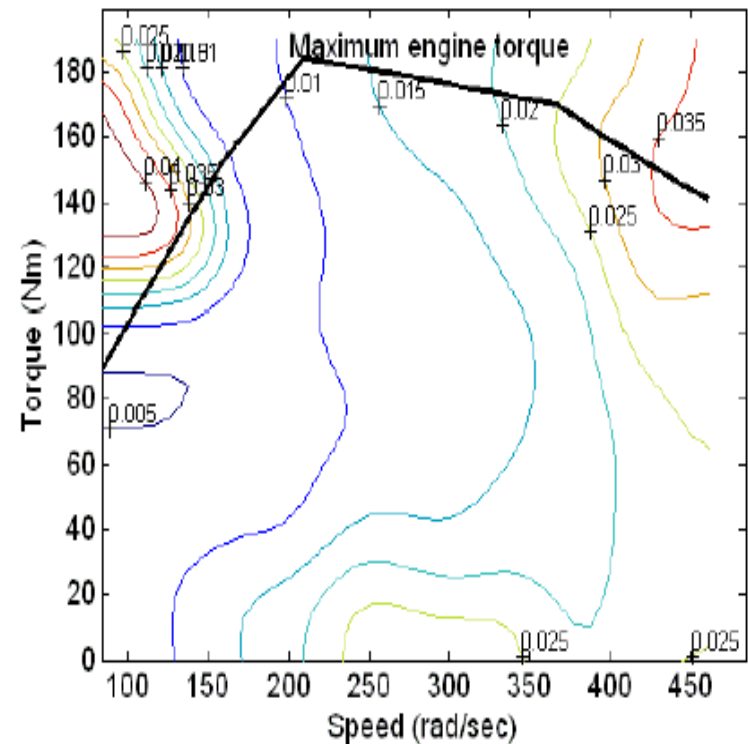
Variables
fc_acc_mass
32.8056

Save
Help
Back
Continue

Mapa de Emisión

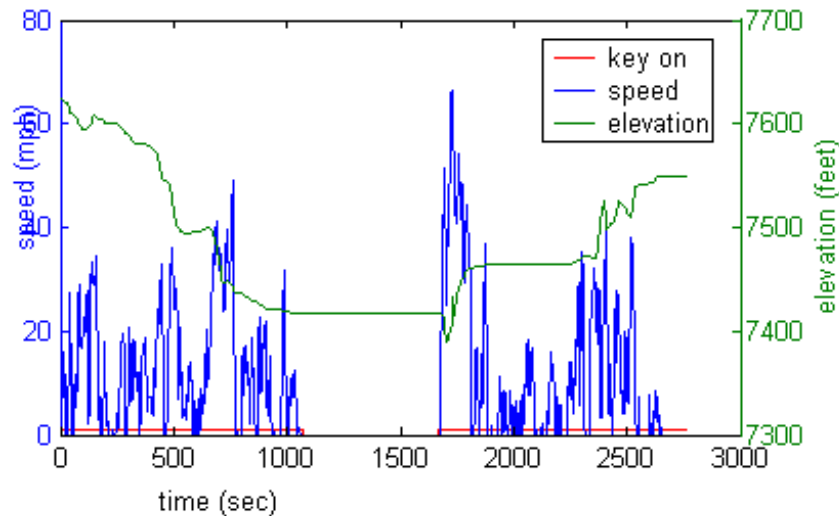


a) HC reference map (g/s)



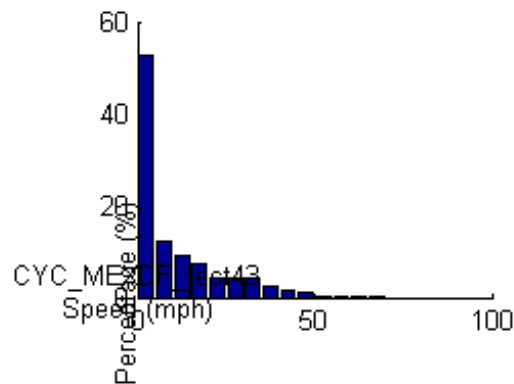
b) CO reference map (g/s)

Ciclo de manejo



Speed/Elevation vs. Time

Description Statistics



time:	2761 s
distance:	7.44 miles
max speed:	66.6 mph
avg speed:	9.7 mph
max accel:	11.15 ft/s ²
max decel:	-24.93 ft/s ²
avg accel:	2.18 ft/s ²
avg decel:	-2.29 ft/s ²
idle time:	493 s
no. of stops:	47
max up grade:	10.6 %
avg up grade:	1.5 %
max dn grade:	13.3 %
avg dn grade:	1.5 %

☒ Drive Cycle
 CYC_MEXDF_test43

☐ Trip Builder

Time Step 1
 # of cycles 1

☐ SOC Correction
 ☐ Cycle Filter

☐ Constant Road Grade
 ☐ Interactive Simulatic

☐ Multiple Cycles none

☒ Test Procedure TEST_CITY_HWY

☐ Acceleration Test Accel Options

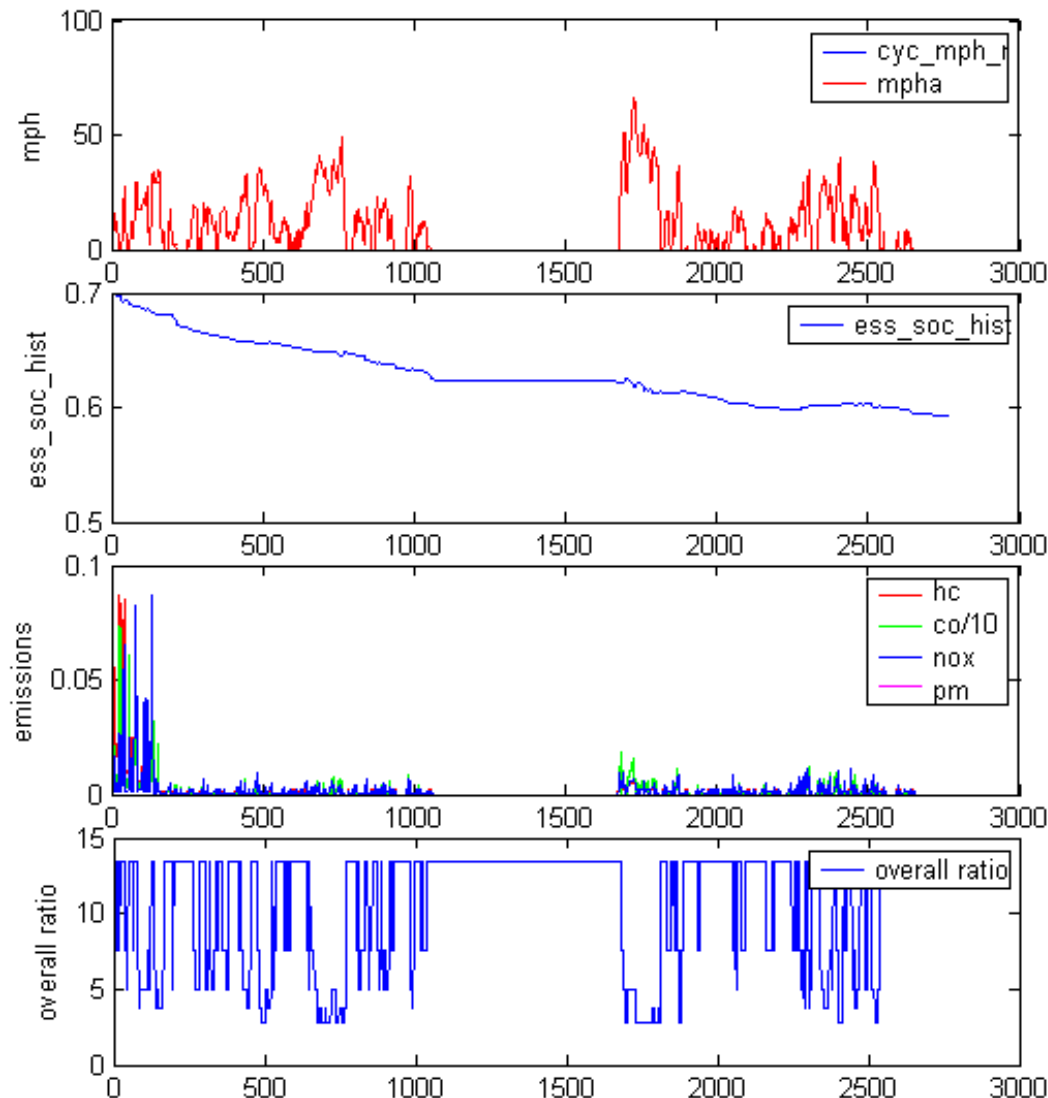
☐ Gradeability Test Grade Options

☐ Parametric Study
 # of variables 1

Variable	Low	High	# Pts
Variable 1 veh_mass	1350	1750	3
Variable 2 veh_CD	0.335	0.535	3
Variable 3 veh_FA	2	4	3

☐ Elec. Aux. Loads

Resultados de la simulación



Results figure

Componer
fuel_converter

Plot Variable (Select Axis)
fc_brake_trq # of plots

Fuel Economy (mpg)	23.3
Gasoline Equivalent	23.3
Distance (miles)	7.4

Emissions (grams/mile) Standards			
HC	CO	NOx	PM
0.692	4.75	0.524	0

Acceleration Test

0-60 mph	n/a	Max. Accel.	n/a
40-60 mph	n/a	Distance in 5s (ft)	n/a
0-85 mph	n/a	Time in 0.25mi (s)	n/a
		Max. Speed (mph)	n/a

Gradeability: n/a %

Energy Use Figure

Compare Results With:

Warnings/Messages

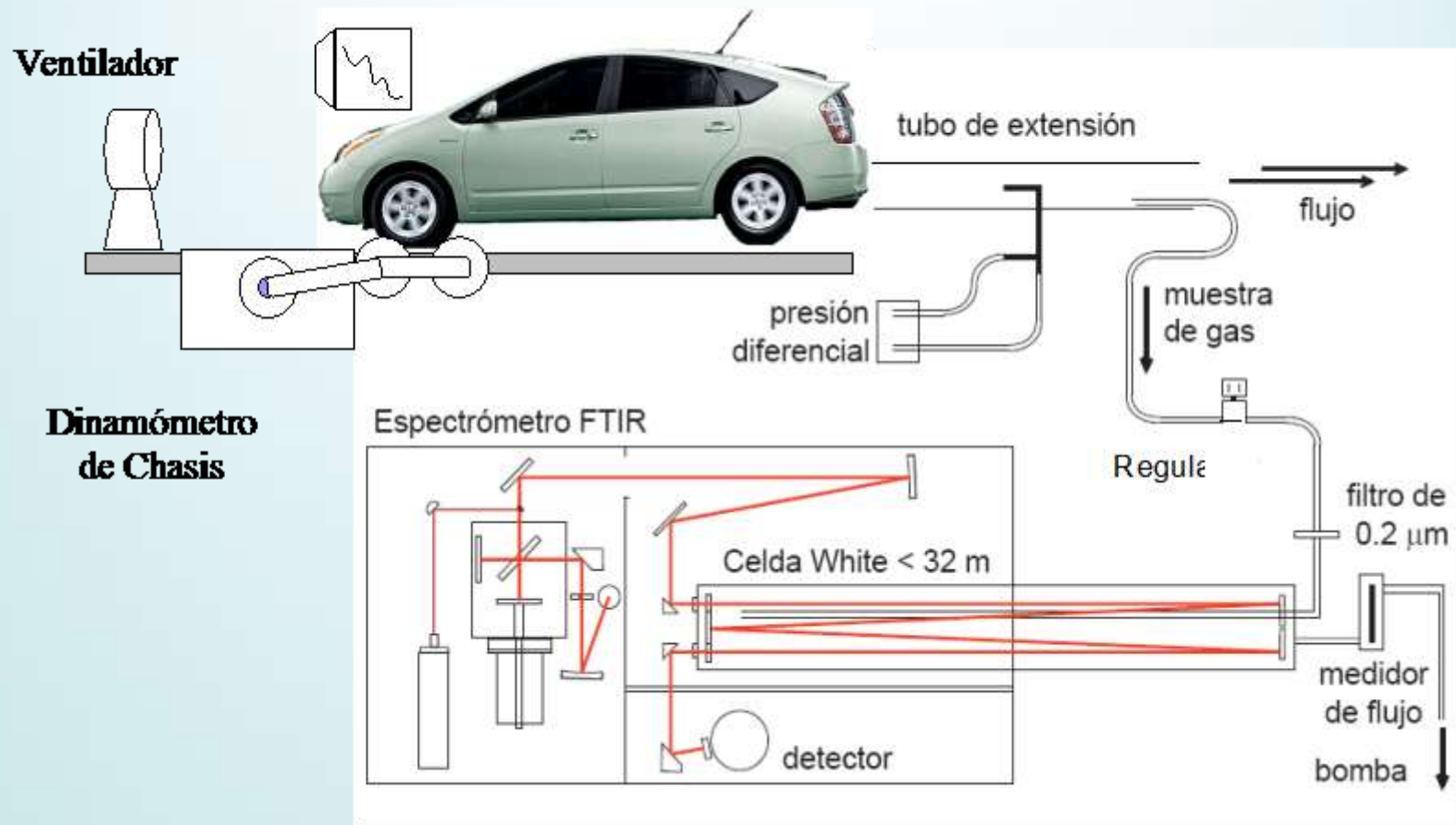
Medición en sitio de tráfico

- Composición de la flota vehicular
- Flujo de tráfico
- Mediciones instantáneas de :
 - Velocidad
 - Posición
 - Emisiones



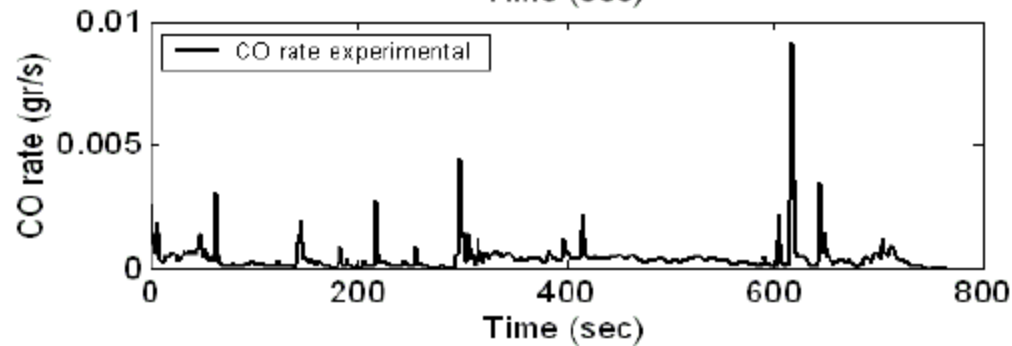
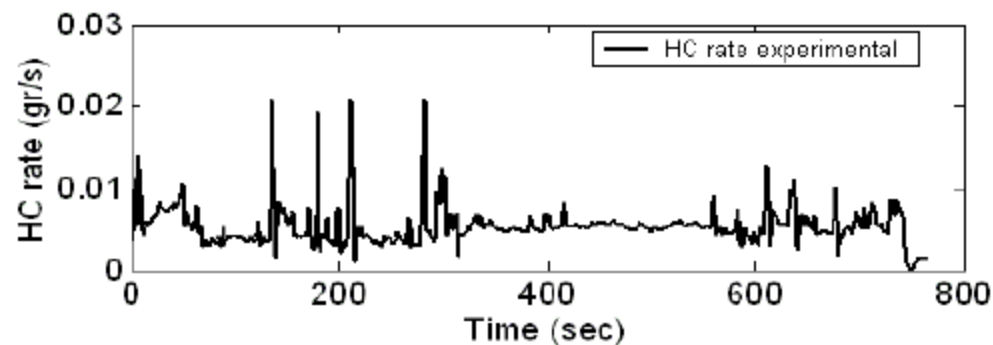
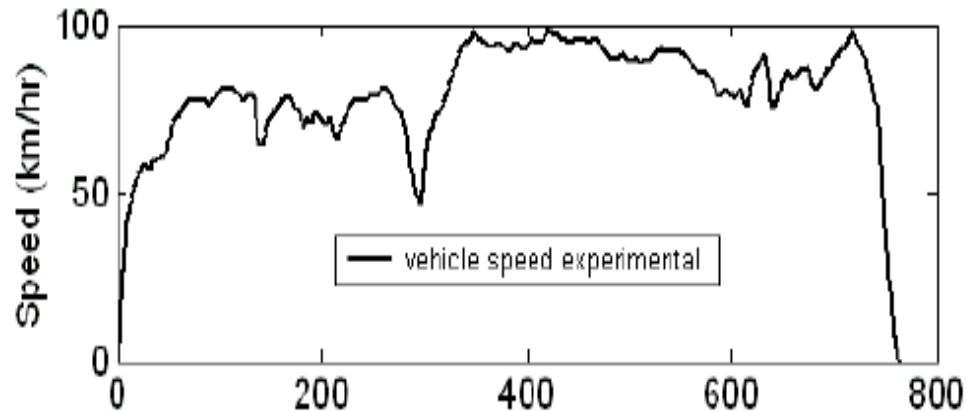
Equipo abordo SEMTECH-GS

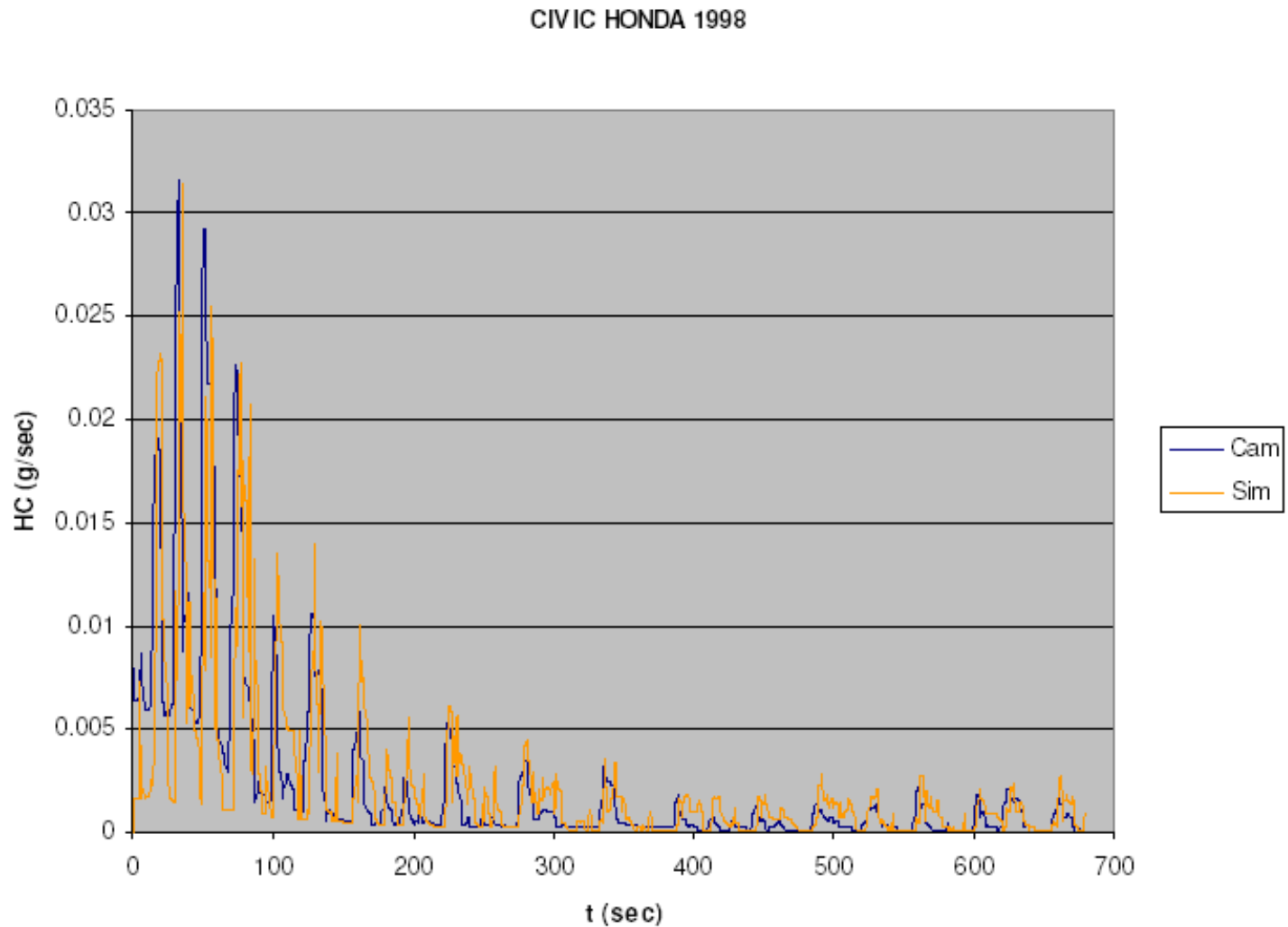
Monitor para el Ciclo de Manejo



Esquema para medir emisiones usando FTIR, (Ph.D. Thesis F. Reyes. Advisor: Michel Grutter y gracias al Lab. Emisiones Facultad de Ingeniería).

Resultados Experimentales





Emisiones medidas y simuladas usando ADVISOR para un ciclo en frío.

Índice de concordancia y correlación para emisiones medidas y simuladas de HC's, CO, NO y CO₂. Cuando el índice de concordancia es igual a 1, es cuando se tiene el máximo parecido entre las dos señales.

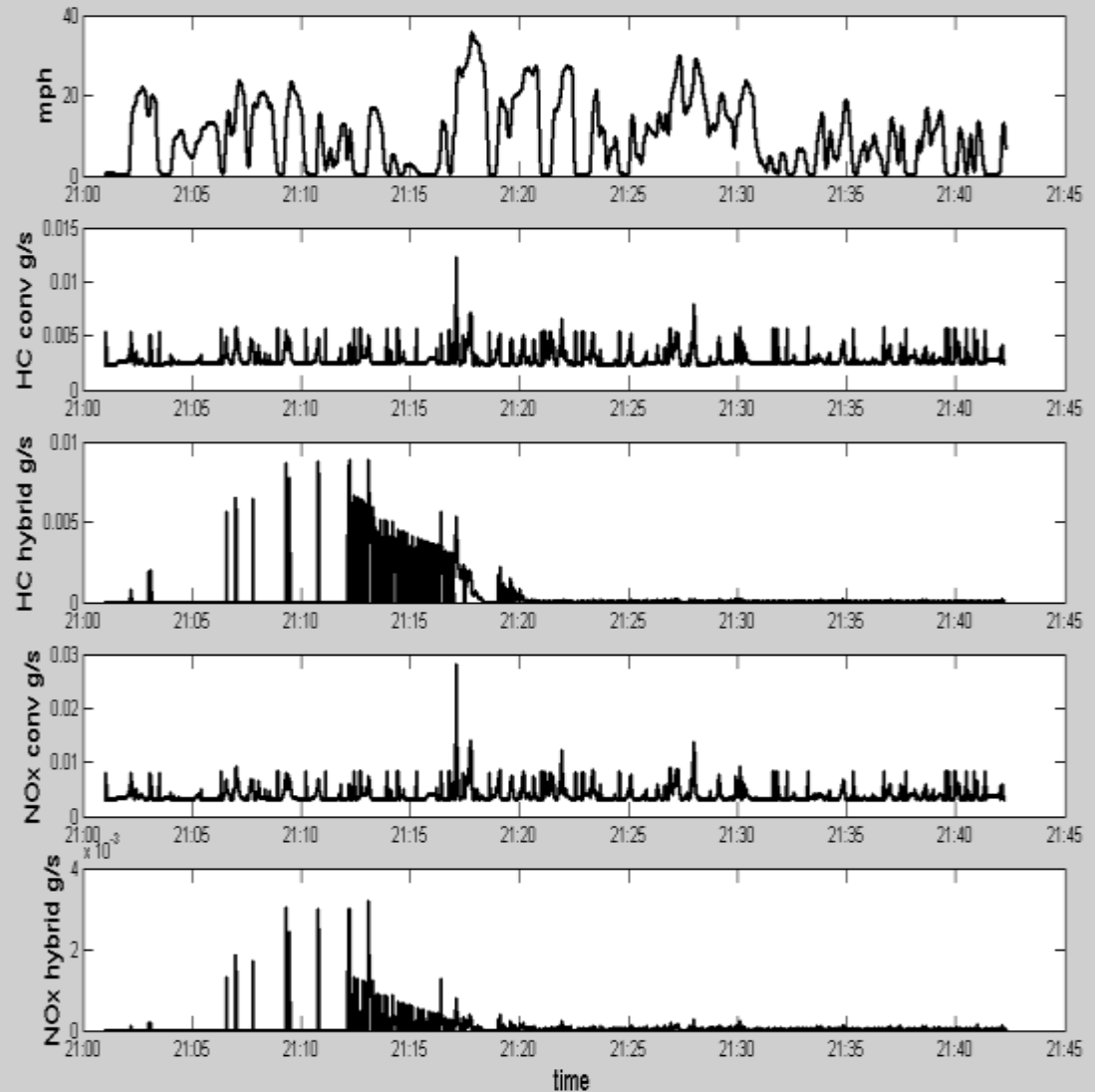
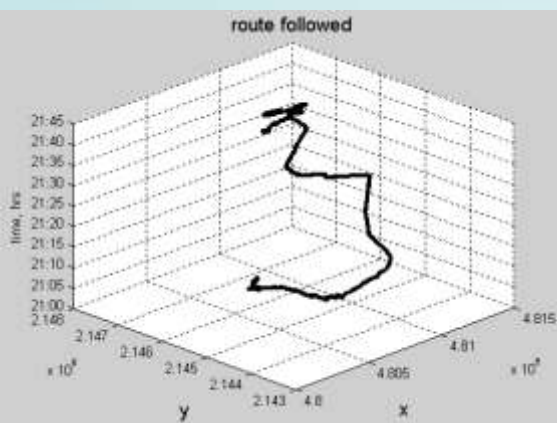
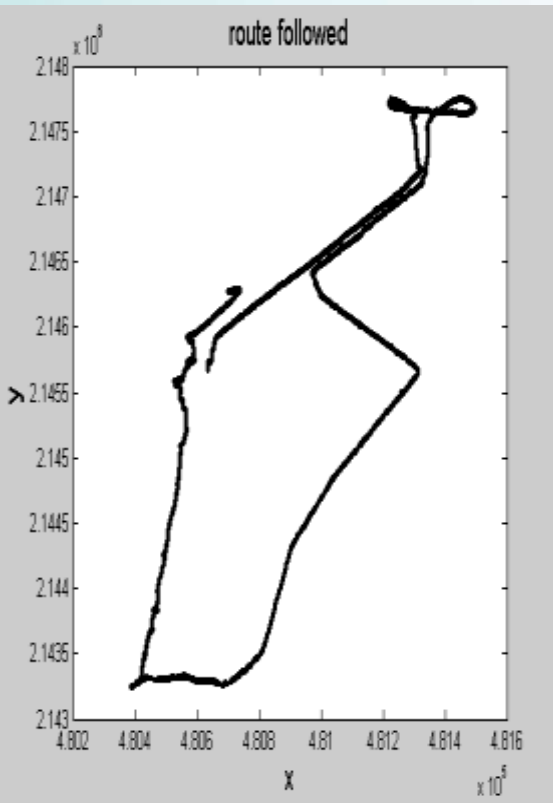
VEHICULO Y AÑO	ÍNDICE	CORRELACIÓN
Ford Ecosport 2004	0.8970,0.4924,0.6448,0.8818	0.8131,0.2631,0.5010,0.7835
Chevrolet Meriva 2004	0.7533,0.6962,0.4161,0.8590	0.6076,0.5273,0.2728,0.7455
Ford Fiesta 2004	0.5679,0.6206,0.7130,0.8586	0.4292,0.4438,0.5922,0.7639
Nissan Sentra 1999	0.8155,0.6306,0.8012,0.9047	0.6854,0.4706,0.6619,0.8223
VW Beetle 2003	0.7190,0.7384,0.6162,0.8239	0.5660,0.5914,0.4272,0.6864
GM Chevy 2003	0.6604,0.5656,0.7155,0.8172	0.4860,0.3847,0.5507,0.6884
Chrysler Voyager 2002	0.8787,0.5542,0.7866,0.7913	0.7894,0.4145,0.6530,0.6318
VW Pointer 2000	0.8423,0.7888,0.7094,0.8492	0.7296,0.6389,0.5799,0.7356
GM Monza 2000	0.7284,0.7130,0.6762,0.8465	0.5754,0.5767,0.4740,0.7218
Ford Explorer 1999	0.2266,0.6859,0.5856,0.8499	0.1693,0.5632,0.4614,0.7293
Civic Honda 1998	0.9003,0.7847,0.5619,0.8255	0.8210,0.6203,0.5299,0.7054
Nissan Tsuru 1995	0.8052,0.7962,0.6952,0.8087	0.6779,0.6561,0.5178,0.6756
Dodge Spirit 1992	0.8266,0.6518,0.7277,0.8156	0.7204,0.5756,0.5388,0.6939
Nissan Tsuru II 1990	0.8325,0.8532,0.5958,0.7561	0.6994,0.7317,0.3613,0.5626
VW Caribe 1984	0.7808,0.3386,0.5979,0.7198	0.6161,0.1445,0.4487,0.5217
VW Beetle 1982	0.8263,0.6149,0.6930,0.7923	0.6959,0.4190,0.5540,0.6521
VW Combi 1985	0.8414,0.8238,0.6636,0.7721	0.7092,0.6836,0.3449,0.6230

Relaciones HC/NO,
HC/CO2, NO/CO2 y
CO/CO2 medidas y
simuladas por ADVSIOR.
En paréntesis el
porcentaje de error.

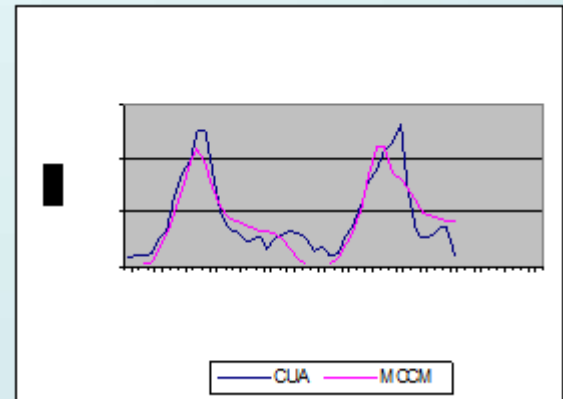
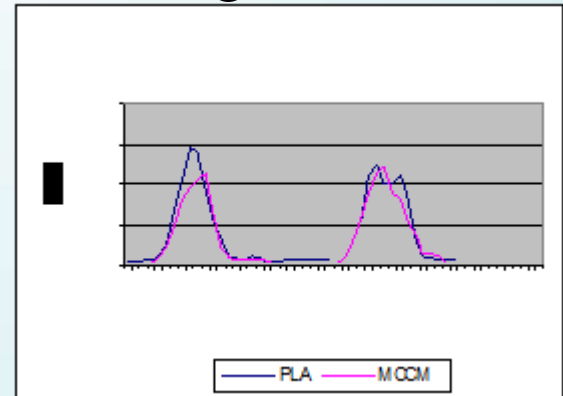
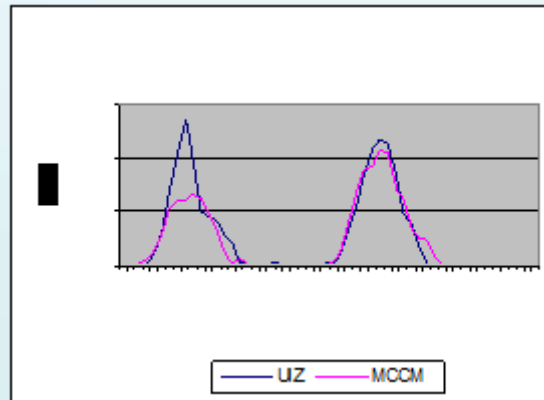
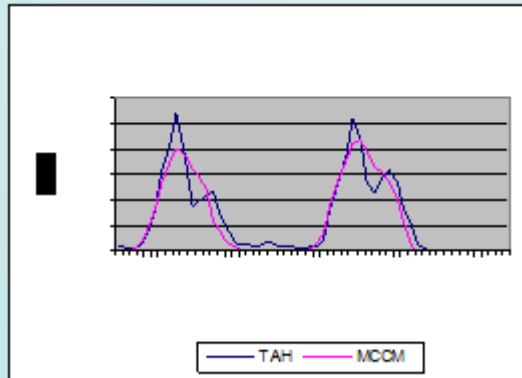
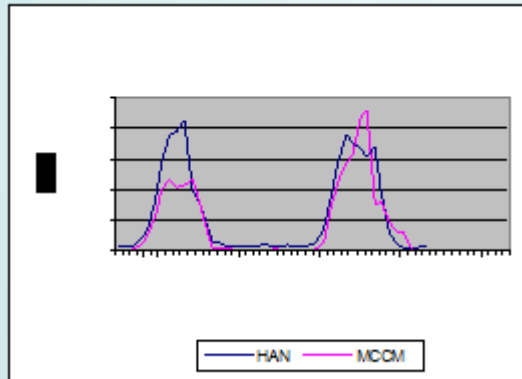
VEHICULO	HC/NO	HC/CO ₂	NO/CO ₂	CO/CO ₂
Ford Ecosport 2004	0.5493,0.5479,(-0.3)	0.0012,0.0013,(8.3)	0.0171,0.0169,(-1.2)	0.0022,0.0023,(4.5)
Chevrolet Meriva 2004	1.2751,1.2954,(1.6)	0.0018,0.0018,(0.0)	0.0211,0.0219,(3.8)	0.0014,0.0014,(0.0)
Ford Fiesta 2004	2.1883,2.1971,(0.4)	0.0024,0.0024,(0.0)	0.0116,0.0116,(0.0)	0.0011,0.0011,(0.0)
Nissan Sentra 1999	1.1743,1.1746,(-9.0)	0.0010,0.0010,(0.0)	0.0135,0.0139,(3.0)	0.0009,0.009,(0.0)
VW Beetle 2003	0.9013,0.8719,(-3.3)	0.0018,0.0018,(0.0)	0.0365,0.0363,(-0.5)	0.0020,0.0020,(0.0)
GM Chevy 2003	3.3894,3.3767,(-0.4)	0.0035,0.0035,(0.0)	0.0470,0.0463,(-1.5)	0.0010,0.0010,(0.0)
Chrysler Voyager 2002	0.4963,0.5018,(1.1)	0.0010,0.0010,(0.0)	0.0138,0.0137,(-0.7)	0.0020,0.0020,(0.0)
VW Pointer 2000	2.9052,2.8843,(-0.7)	0.0037,0.0037,(0.0)	0.0914,0.0920,(0.7)	0.0013,0.0013,(0.0)
GM Monza 2000	1.2524,1.2383,(-1.1)	0.0078,0.0077,(-1.3)	0.0801,0.0803,(0.2)	0.0062,0.0062,(0.0)
Ford Explorer 1999	0.8865,0.8753,(-1.3)	0.0008,0.0008,(0.0)	0.0236,0.0234,(-0.8)	0.0009,0.0009,(0.0)
Civic Honda 1998	0.3678,0.3695,(0.5)	0.0014,0.0014,(0.0)	0.0150,0.0150,(0.0)	0.0039,0.0039,(0.0)
Nissan Tsuru 1995	0.5963,0.5860,(-1.7)	0.0050,0.0050,(0.0)	0.0412,0.0408,(-1.0)	0.0083,0.0085,(2.4)
Dodge Spirit 1992	1.4750,1.4427,(-2.2)	0.0128,0.0128,(0.0)	0.1110,0.1102,(-0.7)	0.0086,0.0089,(3.5)
Nissan Tsuru II 1990	16.097,16.4660,(2.3)	0.0266,0.0263,(-1.1)	0.4016,0.3987,(-0.7)	0.0017,0.0016,(-5.9)
VW Caribe 1984	7.5445,7.4956,(-0.6)	0.0339,0.0343,(1.2)	0.4813,0.4952,(2.9)	0.0045,0.0046,(2.2)
VW Beetle 1982	4.6831,4.6464,(-0.8)	0.0276,0.0271,(-1.8)	0.1790,0.1846,(3.1)	0.0059,0.0058,(-1.7)
VW Combi 1985	113.65,111.19,(-2.2)	0.0448,0.0446,(-0.4)	0.6955,0.6916,(-0.6)	0.0004,0.0004,(0.0)
Suma de los porcentajes de error	(- 8.63)	(4.84)	(5.92)	(5.08)

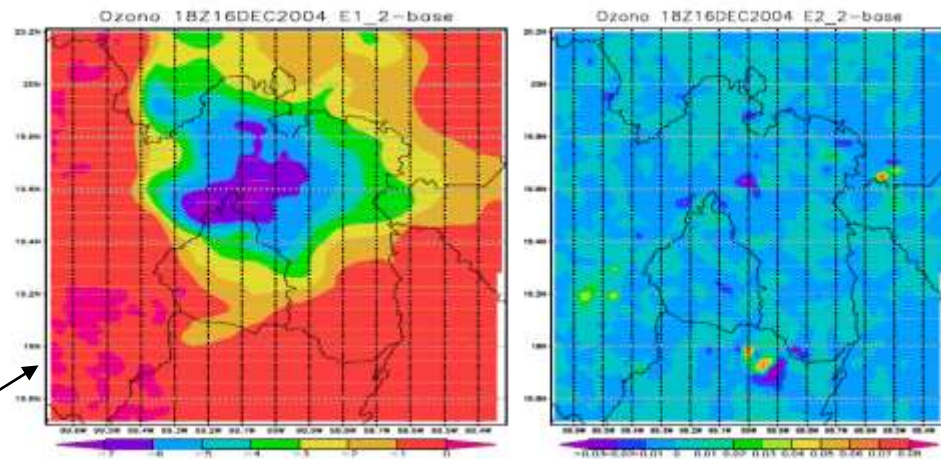
Emisiones simuladas Híbrido vs

CLIV



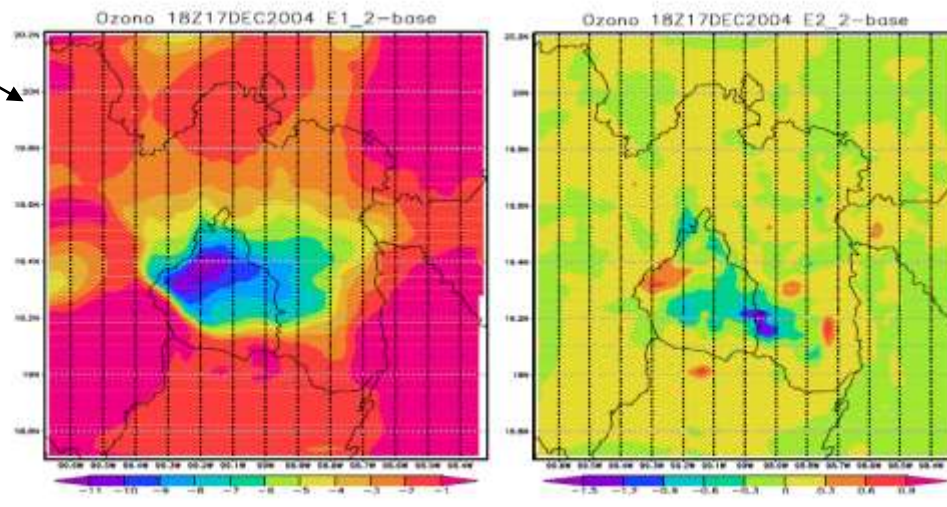
Modelación de calidad del aire vs. mediciones de O_3





Flota 20% hibridizada

Flota modernizada



Localización geográfica típica del porcentaje diurno de variación de concentraciones de ozono. A la izquierda tenemos la variación entre el caso base y el hibridizado y a la derecha, entre el base y no-hibridizado. (Meteorología del : 16 y 17 de diciembre 2004 sobre expansión urbana 2026). Gracias a Agustín García.

Valuación en salud pública: (Gracias a Miriam Zuk)

	Affected Population	Avoided Cases	Monetary Value (USD)	Benefits (USD/year)
Mortality	5,364,448	46 (23:69)	300,000	13,839,471 (6,919,736: 20,759,207)
Respiratory Hospitalizations	5,363,448	177 (59: 136)	2,111	199,096 (124,435: 286,200)
Asthma Emergency Rooms Visits	1,877,557	58 (36: 80)	317	18,426 (11,516: 25,336)
Minor Restricted Activity Days	3,384,967	177,888 (72,773: 283,004)	12	2,134,662 (873,271: 3,396,052)
School Loss Days	1,437,672	728,059 (230,094: 1,133,299)	12	8,736,704 (2,761,128: 13,599,587)
O use BENMAP de la EPA				TOTAL: 24,928,359 (10,690,085: 38,066,382)

Beneficio en energía:

Se considera el precio del litro de Magna en 0.6, 0.8 y 1.0 USD

Beneficio de CO₂ (gas efecto invernadero)

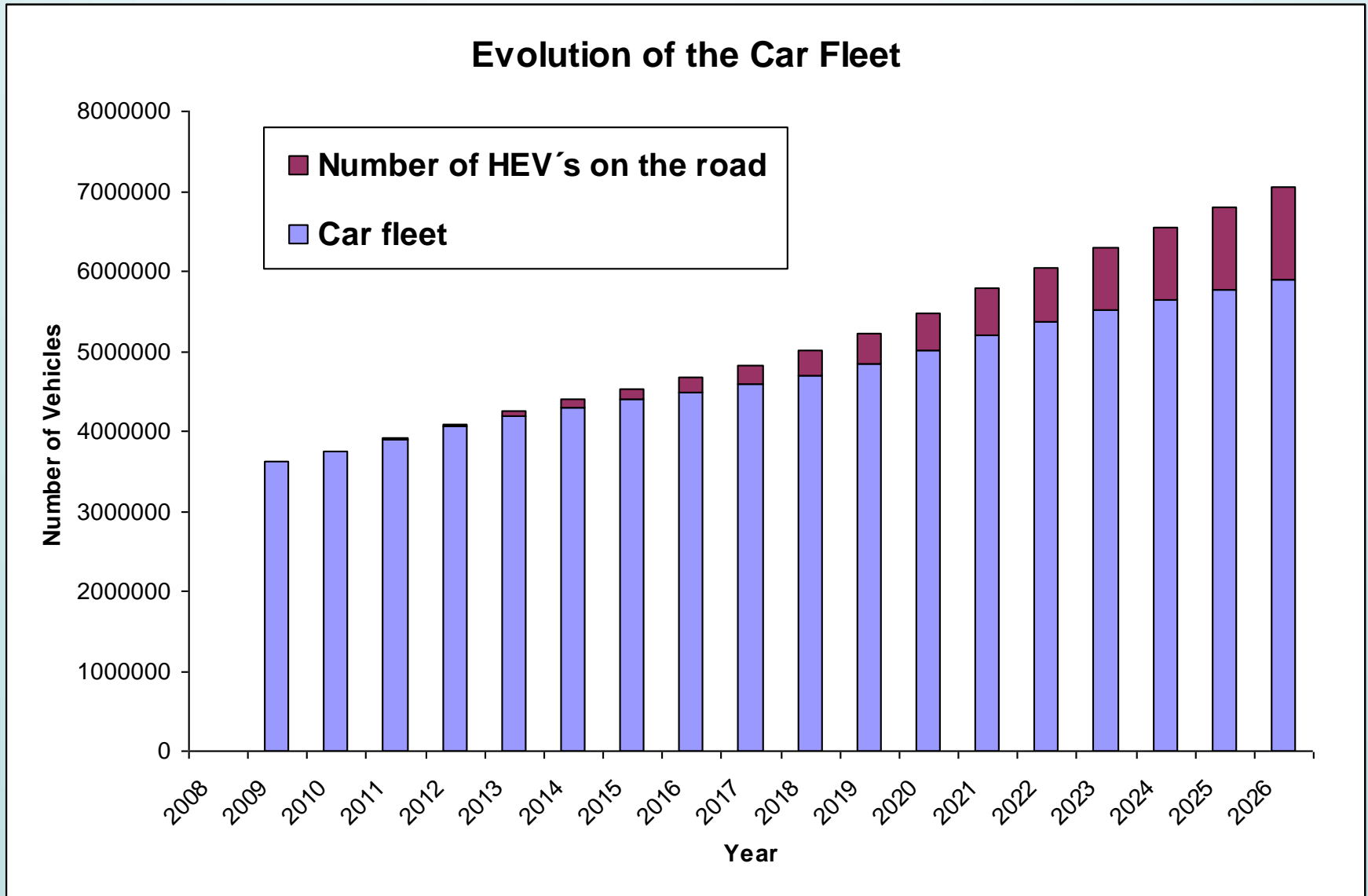
Se considera que la reducción de una tonelada de CO₂ paga 10.9 USD en el mercado

Resultados de la valuación de HEV :

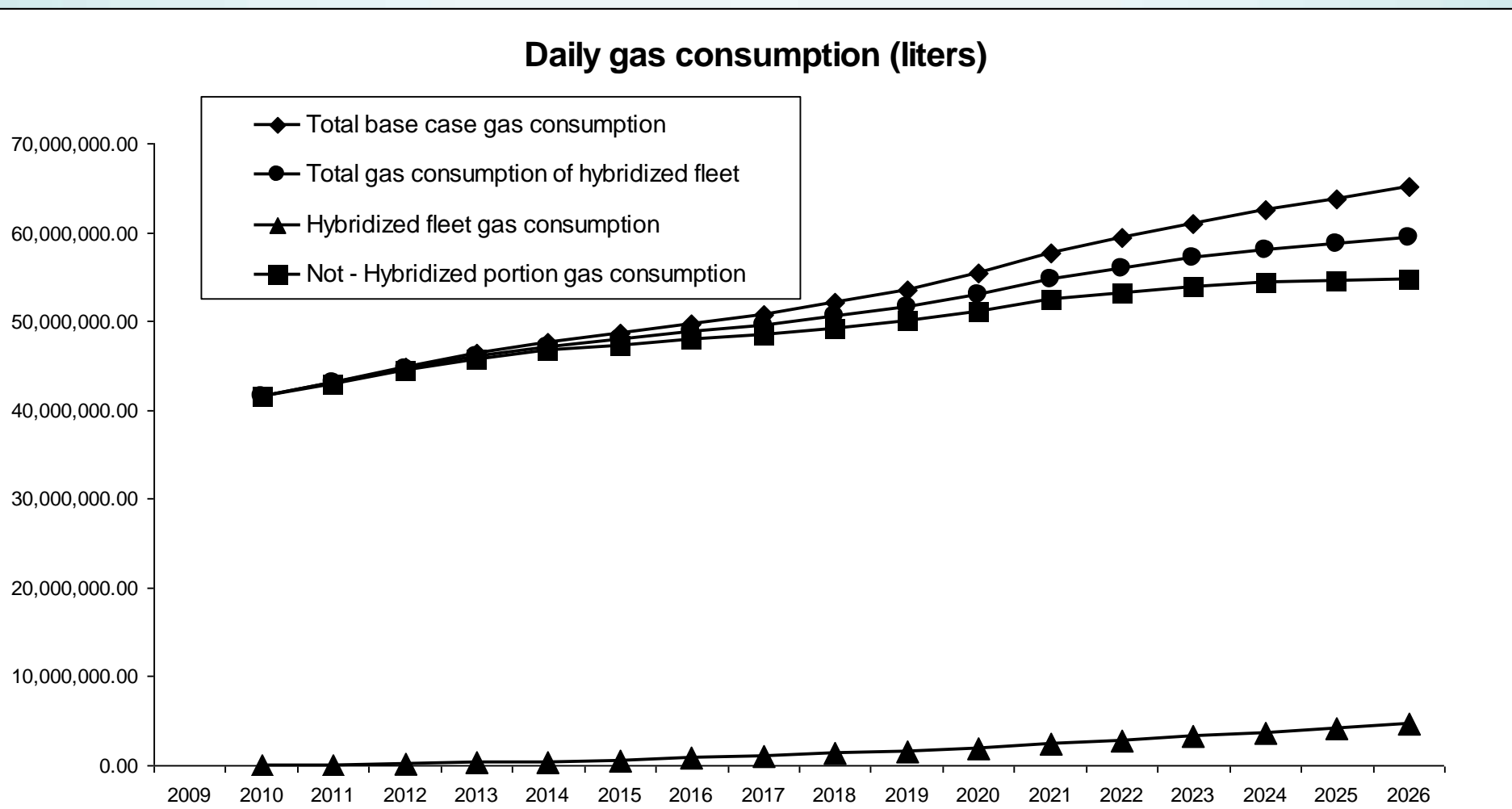
Fuel savings	Health Benefits	CO ₂ Benefits (Global benefit)	Local Benefits (Fuel + health benefits)	Local + Global Benefits
439.5	24.9 (10.7: 38.1)	15.6	464.5	480.1

En millones de Dlls/año entre caso base e hibridizado

Evolución de la flota hibridizada

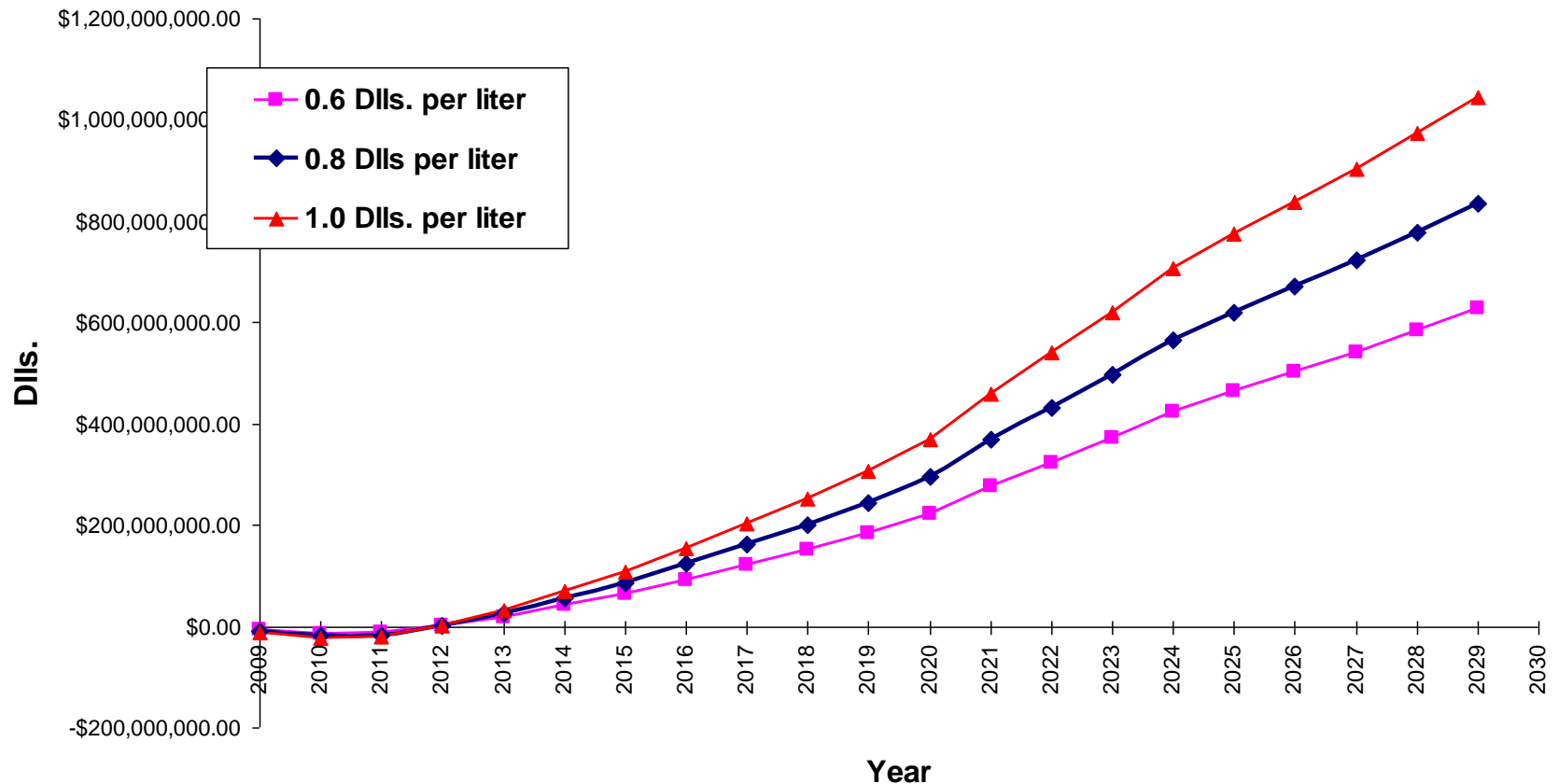


Consumo diario gasolina flota privada



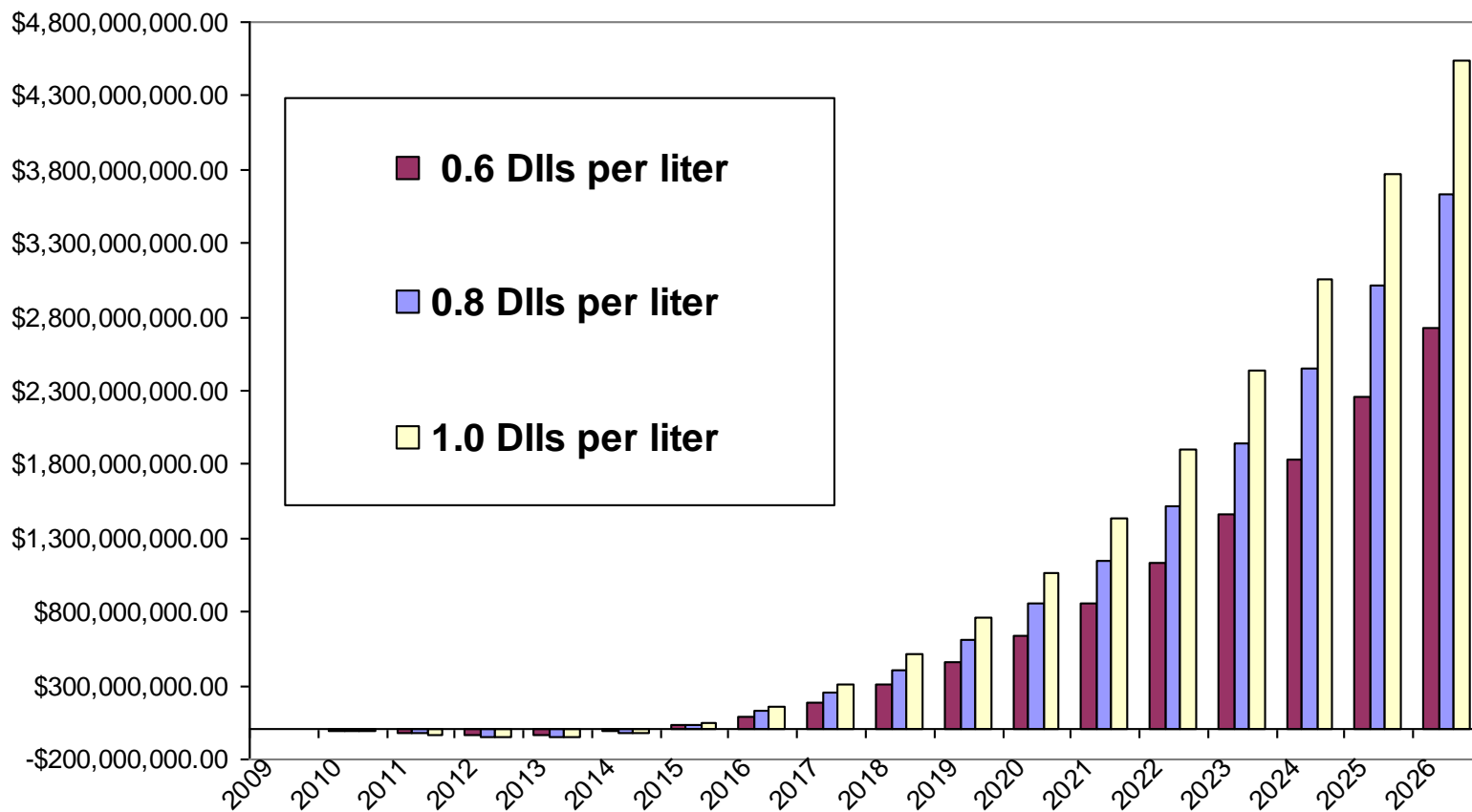
Beneficio en el tiempo

Cost benefit with 5% return rate



Beneficio acumulado en el tiempo

Accumulated Benefit



Conclusion de éste ejercicio integral

No hay soluciones mágicas

Soluciones están atadas al mercado

Soluciones llevan tiempo

Escalas de tiempo políticas = Escalas de tiempo de la
solución?

Políticas decididas hoy tardarán mucho en sentirse su efecto

Investigación en desarrollo

Valuación por el uso de mezclas de bio-Diesel y etanol

Villalobos-Pietrini R, Amador-Muñoz O, Valle-Hernández B.L., Hernández-López A.E. , Santos-Medina G.L., Josué Medina, Samuel X. Miguel Rico, Ulises Rojas, Miguel de Cosío, Ulises Diego Ayala

- Producción de electricidad mediante
 - Fuentes renovables: geotérmicas, solares, viento, hidroeléctricas** → no emiten gases de efecto invernadero
 - Combustibles fósiles como termoeléctricas (Diesel, gas natural), carbón → emiten gases de efecto invernadero

** no necesariamente consideradas renovables

Híbridos

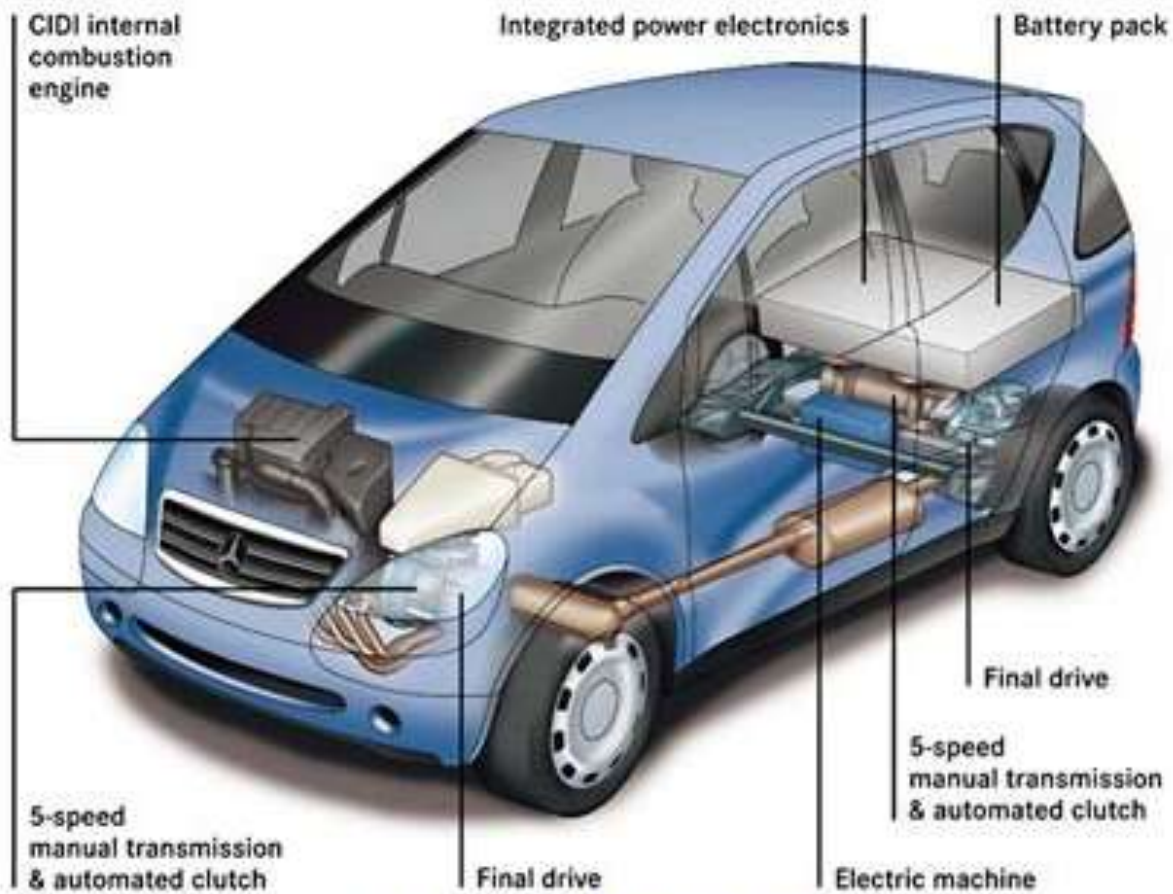


Image courtesy [DaimlerChrysler](#)

The Mercedes-Benz M-Class HyPer -- a hybrid concept vehicle

Eficiencia

- Si consideramos que un auto moderno tiene un eficiencia del 17% el Prius tendrá una eficiencia del 24.7% (aproximado)
- Quizás el auto mas eficiente energéticamente en el mercado

TESLA

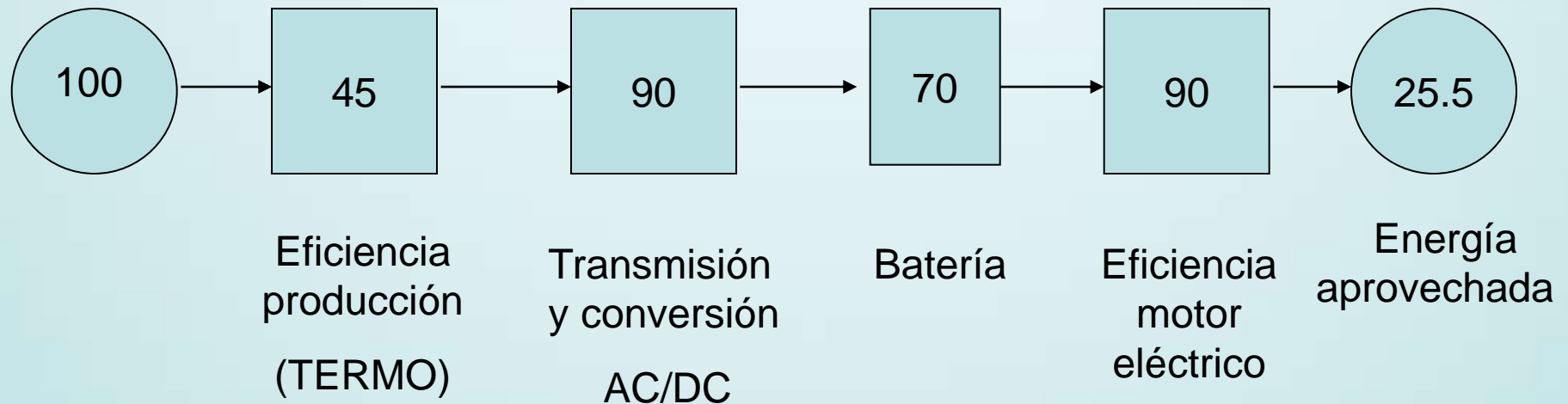
- Alcance de casi 400 km
- 0 a 90 km en 4 segundos
- Velocidad máxima 200 km/h
- 3.5 horas para recarga total
- 6,831 baterías de litio
- 98,000 Dlls.

Chevy Volt

- Alcance 64 km (con solo el motor eléctrico)
- Precio 40,000 dlls.



Ejemplo de ciclo de eficiencia



Consideraciones:

- Tanto para los autos eléctricos y de hidrógeno el ciclo de eficiencia y emisiones varia notablemente si se usa energía renovable. El único país actualmente que dispone de un exceso de esta energía es Islandia.