

# ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN AEROPUERTOS AEROCOMERCIALES Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo



L. Sznajderman, J. I. D'lorio, M. Coppa, A. Di Bernardi

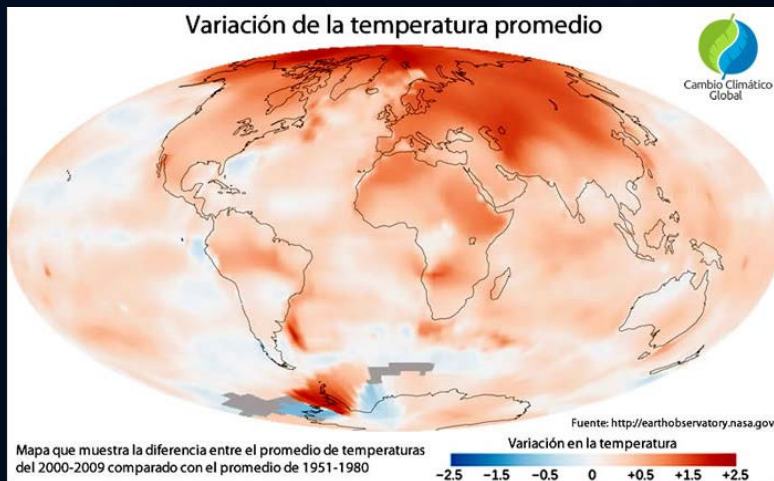
Grupo de Transporte Aéreo GTA – Departamento de Aeronáutica – Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata

## INTRODUCCION

## Cambio climático

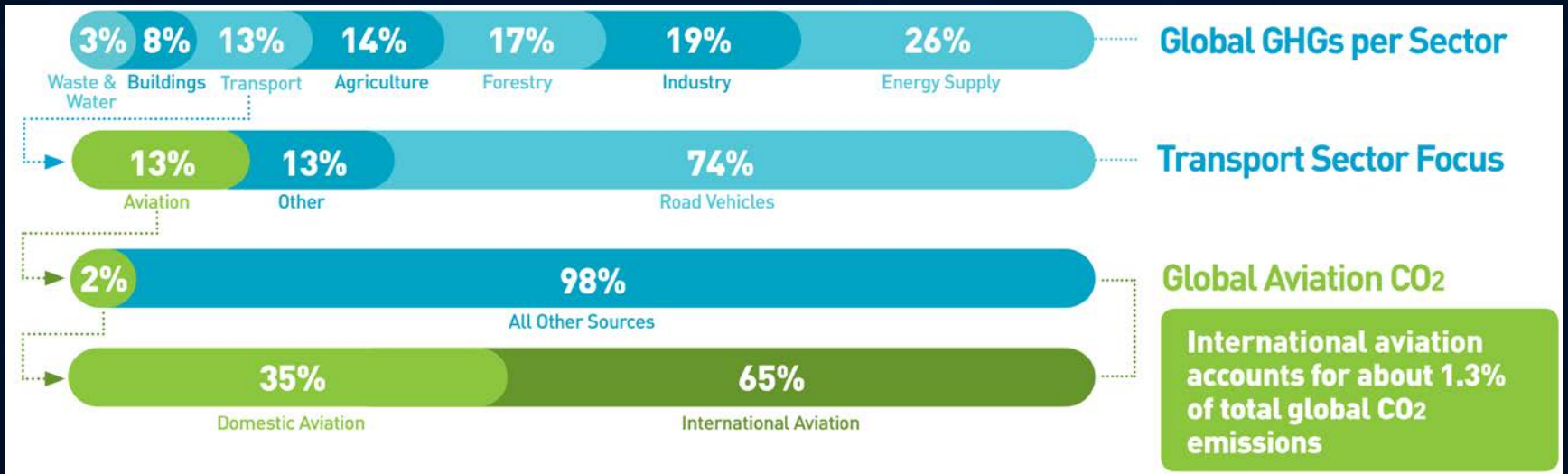
- Variación global del clima de la Tierra
- Causas: naturales y antropométricas

“Efecto invernadero”: retención del calor del sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases de la atmósfera



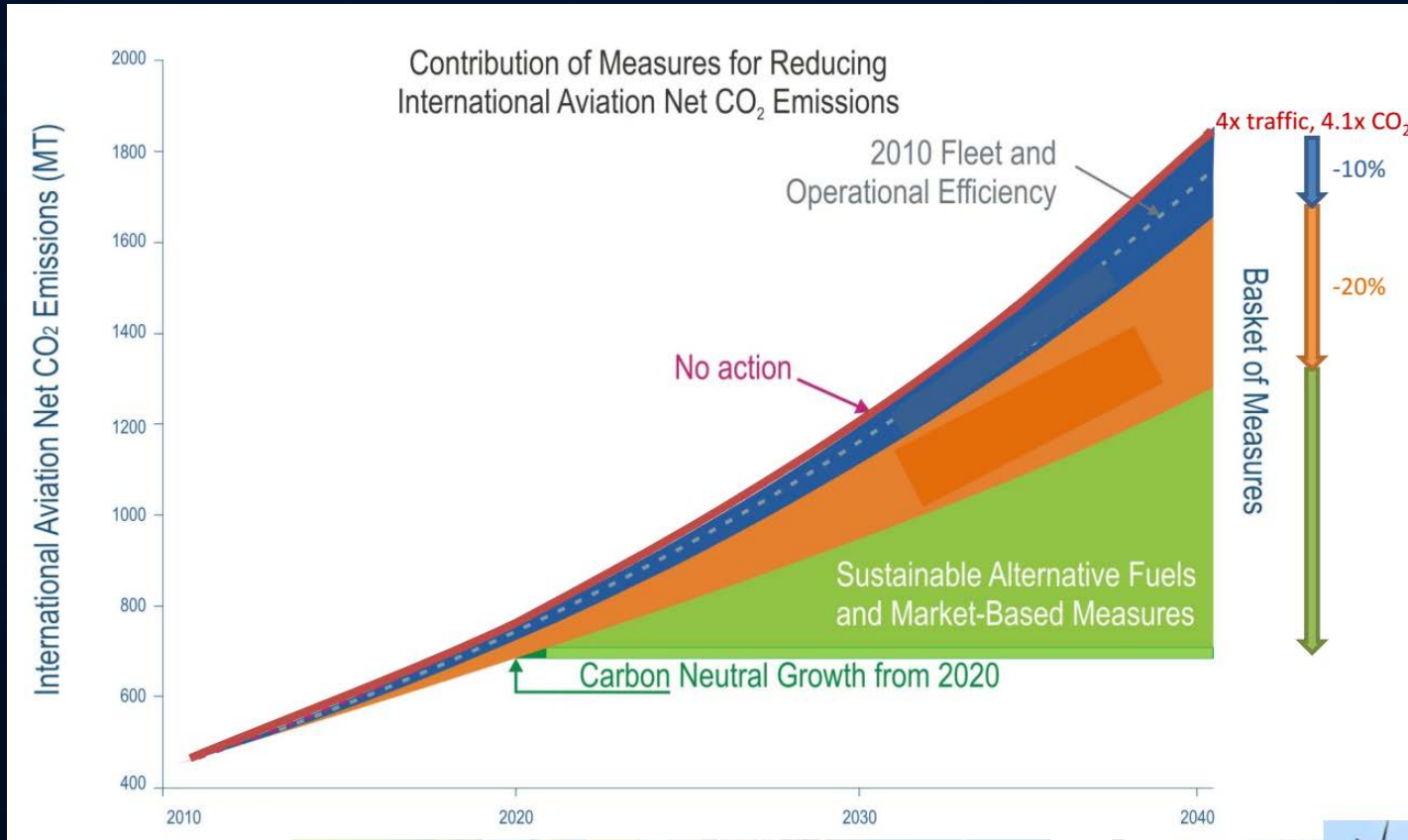
## INTRODUCCION

## Aporte del transporte aéreo



## Objetivos estratégicos de ICAO





## Objetivos

- Cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de todas las fuentes
- Relación de las fuentes en el Aeropuerto Jorge Newberry



## Clasificación de las fuentes de emisiones

- Producto de las aeronaves
- Producto de los vehículos de asistencia a la aeronave
- Instalaciones del aeropuerto
- Vehículos de acceso



Gases contaminantes



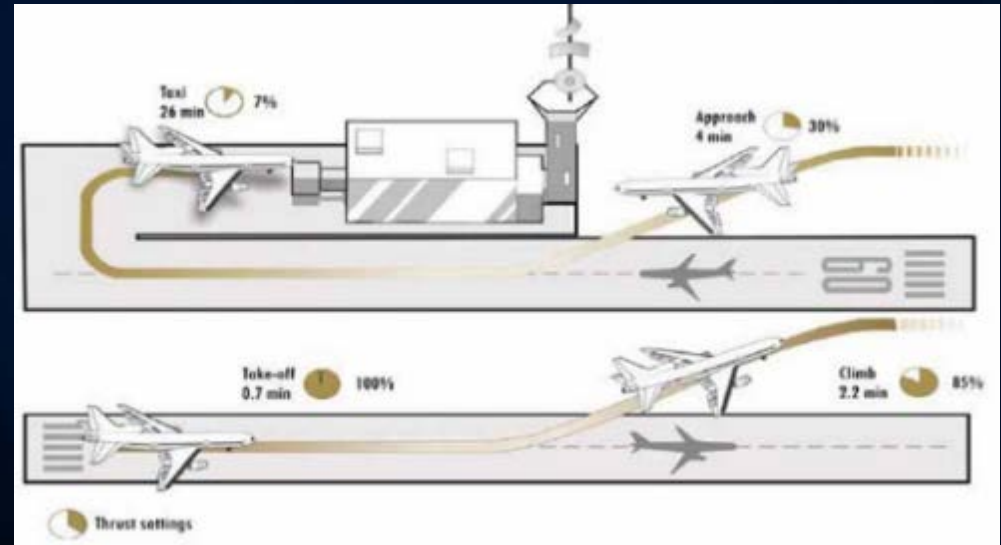
Concentraciones



# Aeronaves-LTO

Fuentes- Aeronave

- Flota operativa
- Perfil de Operaciones
- Planta poder asociada
- Condiciones Aeroportuarias
- Tipo de aproximación
- Condiciones meteorológicas



Etapa	Duración (min)	Porcentaje de potencia (%)
Approach	4	30
Taxing	26	7
Take-off	0.7	100
Climb out	2.2	85

Fuentes- Aeronave y APU

## Movimientos anuales Aeroparque



## Identificación del día punta



## Auxiliary Power Units (APU)



Día punta AEP Agosto	ADPM	Aeronaves	Movimientos	# motores	Motor	Total Fuel (kg)	Total por aeronave	CO2 (kg)
15-ago	348	A320	76	2	IAE V2527E-A5	437	66.424	
		B 737	30	2	PW JT8D-15A	454	27.240	
		B 738	138	2	CFM56-7B27	456	125.856	
		CRJ 200	12	2	CF 34-3A1	167	4.008	
		E 190	82	2	CF 34-10E6	303	49.692	
		MD81	10	2	PW JT8D-219	501	10.020	
		Total	348					283.240

# GSE (Ground Support Equipment)

Son los vehículos asociados:

- Al transporte de pasajeros desde las terminales a las aeronaves y viceversa,
- A los procesos de carga y descarga de mercancías y equipajes,
- Al suministro de energía y combustible a la aeronave,
- Al transporte de tripulaciones
- Maniobras para situar a la aeronave



# GSE (Ground Support Equipment)

Son los vehículos asociados:

- Al transporte de pasajeros desde las terminales a las aeronaves y viceversa,
- A los procesos de carga y descarga de mercancías y equipajes,
- Al suministro de energía y combustible a la aeronave,
- Al transporte de tripulaciones
- Maniobras para situar a la aeronave



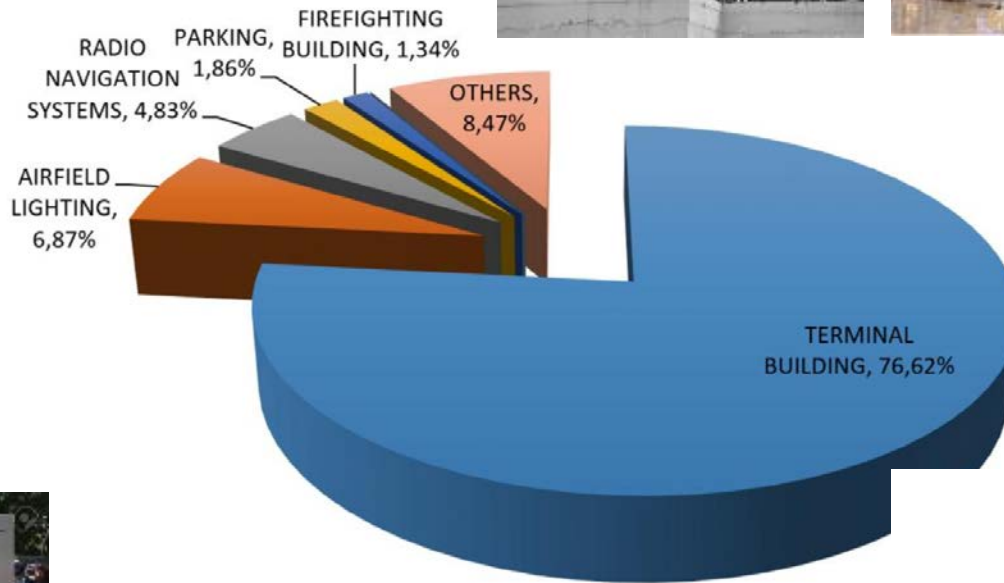
# GAVs (Ground Access Vehicles)

- % circulación por mezcla de flota vehicular
- Cantidad de pasajeros por tipo de vehículo
- Tipos de combustible
- Cantidad de km transitados

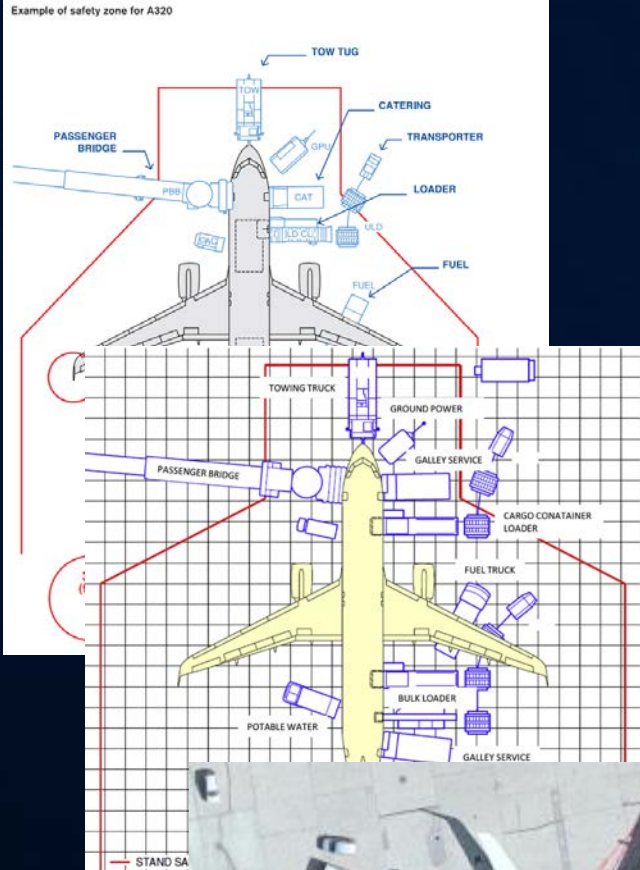


# FE: Fuentes estacionarias

- Consumo eléctrico
- Consumo de combustibles



Fuentes- GSE



		TIME (MINUTES) ↓	5	10	15	20	25
OPERATIONS		MIN					
COCKPIT CREW DUTIES	SHUTDOWN ENGINES	1	<input type="checkbox"/>				
	CLEAR AIRPLANE FOR DEPARTURE	2		<input type="checkbox"/>			
PASSENGER SERVICE	DEPLANE PASSENGERS	3	<input type="checkbox"/>				
	SERVICE AIRPLANE INTERIOR	2.5	<input type="checkbox"/>				
	SERVICE GALLEY	3.5	<input type="checkbox"/>				
	SERVICE POTABLE WATER	5	<input type="checkbox"/>				
	ENPLANE PASSENGERS	3.0		<input type="checkbox"/>			
BAGGAGE AND CARGO	UNLOAD BAGGAGE/CARGO	3.5	<input type="checkbox"/>				
	LOAD BAGGAGE/CARGO	5		<input type="checkbox"/>			
OTHER SERVICE	SERVICE TOILET	5	<input type="checkbox"/>				



## METODOLOGÍA

Estudio comparativo de CO<sub>2</sub>

Caracterización  
de los  
Aeropuertos

Análisis de  
herramientas a  
utilizar:  
hipótesis y  
métodos de  
calculo

Determinación  
de las  
emisiones de  
CO<sub>2</sub> producto  
de las  
operaciones  
aéreas

Determinación  
de las  
emisiones de  
CO<sub>2</sub> producto  
de los GSE

Determinación  
de las  
emisiones de  
CO<sub>2</sub> producto  
de los GAV

Determinación  
de las  
emisiones de  
CO<sub>2</sub> producto  
de la energía  
consume en la  
Terminal

Análisis  
comparativo  
de resultados



# Métodos de cálculo



# Parte Aeronáutica: Aeronaves

Mezcla de Tráfico



Cantidad de Operaciones



Tiempos (TIM)



# Modelo de cálculo aplicado - Aeronaves



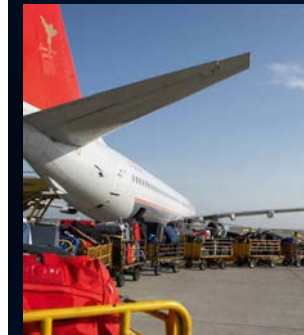
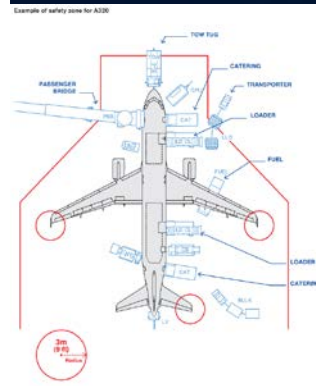
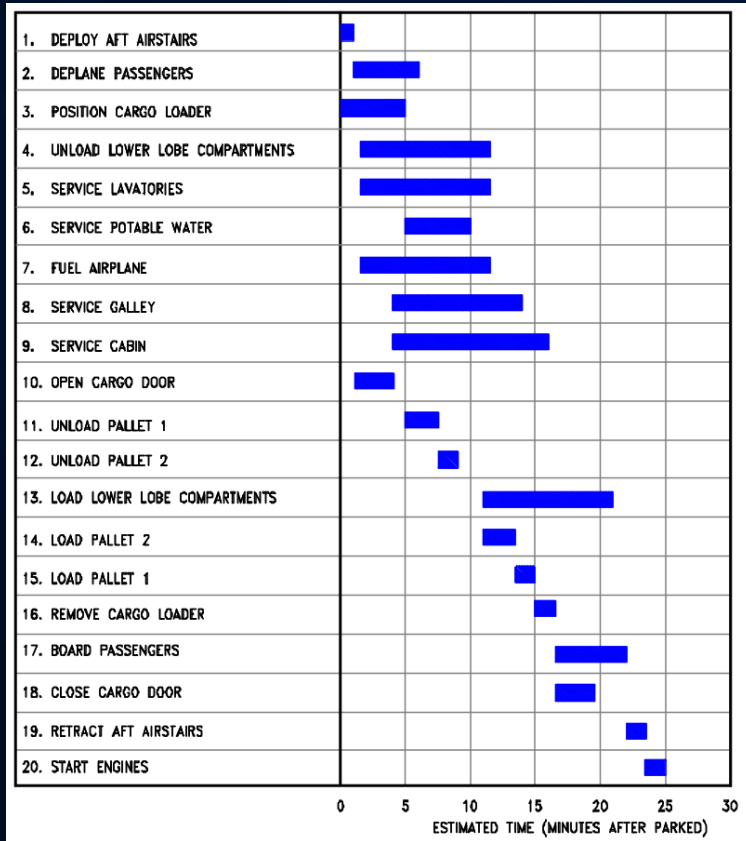
Estudio según la base de datos ICAO de las emisiones de CO2 para ciclo LTO

- $Emisiones \text{ (kg)} = 3,16 * n * m * FF * t$



- Donde
- n: numero de motores por aeronave
- m: cantidad de movimientos
- FF: combustible consumido
- t: tiempo de operación en el ciclo

# Modelo de cálculo aplicado - GSE



Emisiones (kg) = m \* f

Donde:

m: movimientos

F: tipo de fuselaje

# Modelo de cálculo aplicado - GAV

$$E_{total} = (RL_1 \times NV_1 \times EF_1) + (RL_2 \times NV_2 \times EF_2) + \dots + (RL_n \times NV_n \times EF_n)$$



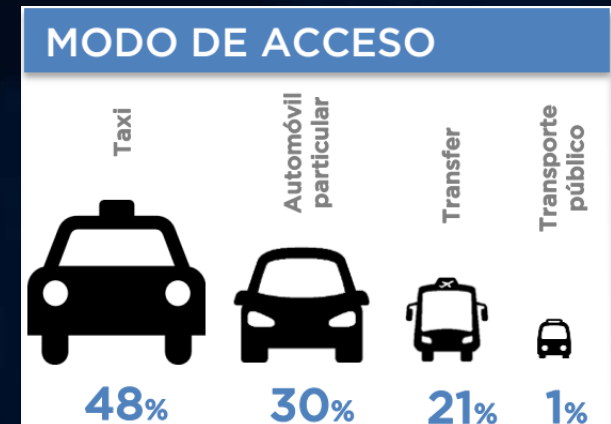
**Dónde:**

$E_{total}$ : total de emisiones del gas  $x$  en cada segmento de ruta de acceso

$RL_n$ : longitud de ruta de acceso  $n$

$NV_n$ : cantidad de kilómetros transitadas por mezcla de flota vehicular en la ruta de acceso  $n$

$EF_n$ : factor de emisión del gas  $x$  considerando tipo de flota vehicular en la ruta de acceso  $n$



# Modelo de cálculo aplicado – Consumo eléctrico

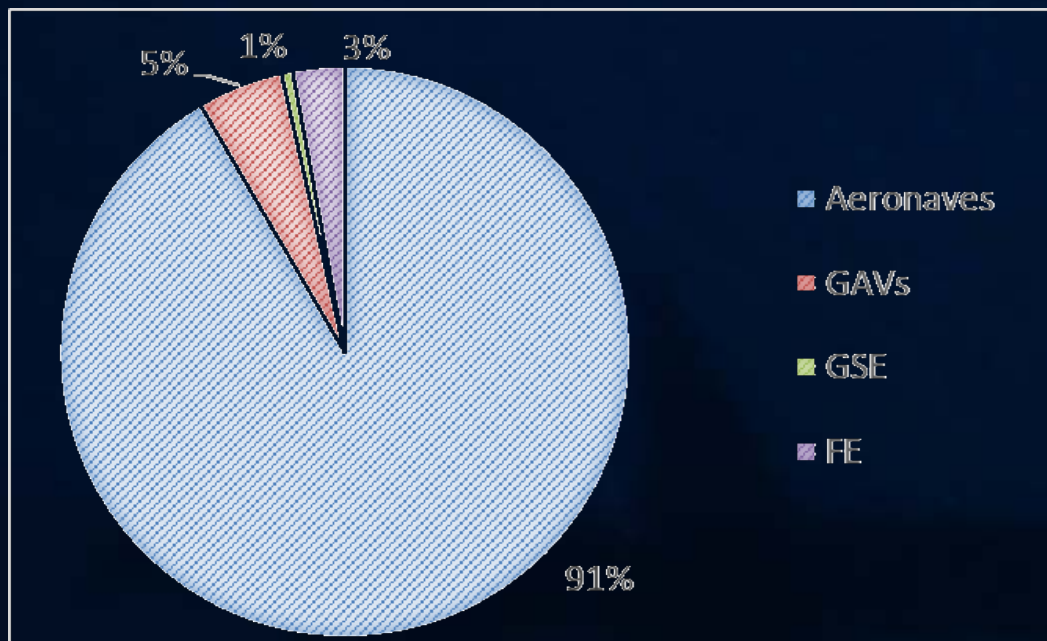
$$Emisiones (kg) = ef * cc$$

Dónde:

- *ef*: factor de emisión del CO<sub>2</sub> (kg de CO<sub>2</sub>/kWh) = 0,391932833 (kgCO<sub>2</sub>/kWh)
  - *cc*: Consumo eléctrico anual (kWh)



## Resultados



	Aeronaves	GAVs	GSE	FE
kg CO <sub>2</sub>	895.038	47.424	6.264	28.609

## Conclusiones

## Conclusiones

- **La planificación y gestión del uso del suelo es un medio eficaz para garantizar que las actividades del aeropuerto y el entorno inmediato sean compatibles.**
- **Las emisiones producto de las operaciones aéreas representan el mayor porcentaje de emisiones totales en los aeropuertos.**
- **Se observa una clara diferencia en aquellos aeropuertos donde la cantidad de operaciones de aeronaves de fuselaje ancho es mayor, esto se debe específicamente a que dichas aeronaves necesitan una mayor cantidad de vehículos y mayor tiempo asociado de los servicios.**
- **La preponderancia de modos de acceso vehiculares del tipo Taxi, autos particulares y autos alquilados, influye de forma directa en una mayor concentración de emisiones. En aeropuertos donde el porcentaje de modos de acceso de vehículos de mayor porte (Transfer, buses, entre otros) las emisiones atribuidas a los GAV disminuyen notablemente.**

# Recomendaciones

## Energía solar



Auckland International Airport



1er Congreso sobre medios de transporte y sus tecnologías asociadas - Septiembre de 2018 - Huelga  
Auckland International Airport 1.25 MW



Delhi airport - 2.14 MW



1er Congreso sobre medios de transporte y sus tecnologías asociadas - Septiembre de 2018 - Huelga  
Auckland International Airport 1.3 MW

## Recomendaciones

## Energía eólica



Boston Logan International Airport



Aeropuerto de La Palma, Canarias, España

Primer Aeropuerto en España con la utilización de energía eólica

2 Aerogeneradores de 660 kW  
Reducción Anual de 1800 tCO2





# Inquietudes

