

**EU-Latin America and Caribbean
Aviation Partnership Project (EU-LAC APP)**

*Enhancing the aviation partnership between the EU and
Latin America and the Caribbean*

Calidad del aire

Actividad de Apoyo a AFAC México en ATM, ADR & ENV

Día 4 – ENV; sesión 1

24 de Junio 2020

Your safety is our mission.

Contenido

- Calidad del Aire: Introducción
- Calidad del Aire y Contaminantes
- Fuentes de Emisión
- Principales Contaminantes e Impactos
- Marco Regulatorio
- Opciones de Mitigación



Calidad del aire y contaminantes

→ Calidad del aire

- **Condición del aire ambiente a la cual están expuestos tanto los humanos como la naturaleza.** Se basa en la concentración de contaminantes en el aire, la cual se compara con la **normativa y los estándares** para definir los niveles aceptables y las medidas para alcanzarlos

→ Contaminantes

- NO_x: NO₂ + NO
- PM: PM₁₀ + PM_{2,5} + PM_{0,1}
- CO
- SO_x
- HC
- COVs
- HAPs
- Halogenados
- O₃
- Metales



Fuentes de emisión

FUENTES DE EMISIÓN EN AEROPUERTOS



Fuentes de emisión

FUENTES DE EMISIÓN EN AEROPUERTOS

AERONAVES

- **Motores** tanto durante el arranque, el aterrizaje o el despegue (LTO)
- **Unidades de potencia auxiliar** (APU's): proporcionan electricidad y aire acondicionado durante el tiempo en el que la aeronave está en tierra. A su vez purga aire para que los principales motores arranquen



HANDLING

- **GSE** (Ground Service Units): equipos de tierra necesarios para manejar las aeronaves
- **GPU** (Ground Power Units): unidades de aire acondicionado, cintas transportadoras, remolcadores, escaleras, carretillas elevadoras, tractores, etc
- **Tráfico de vehículos y maquinaria** en la zona de pistas (lado aire)
- **Evaporación** desde los tanques de almacenamiento de combustibles, tuberías y camiones cisterna durante el repostado.
- **Deshielo** de aeronaves



Fuentes de emisión

FUENTES DE EMISIÓN EN AEROPUERTOS

INFRAESTRUCTURAS

- **Grupos electrógenos** (fijos o de emergencia) y **sistemas de calefacción**
- Actividades de **mantenimiento de aeronaves**: limpieza, pintura, pruebas de motores, etc.
- Actividades de **mantenimiento de instalaciones**: limpieza, mantenimiento de instalaciones y vehículos, etc.
- Actividades de **construcción**
- Tanques de **almacenamiento, conducciones y manejo del combustible**
- **Simulacros** de prevención de incendios
- **Deshielo de pistas y vías de acceso**

TRÁFICO RODADO

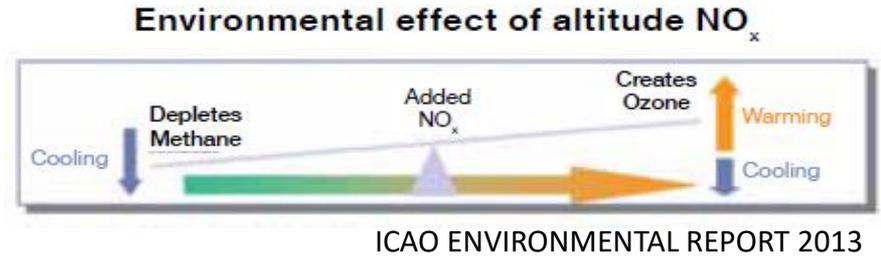
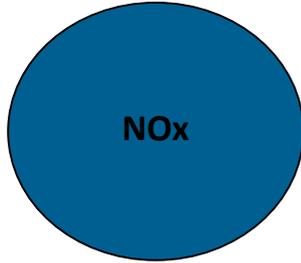
- Coches, furgonetas, autobuses, vehículos de alquiler, taxis, vehículos procedentes de hoteles, maquinaria pesada tanto en los caminos de acceso al aeropuerto como en los aparcamientos (lado tierra), incluyendo tanto operación como apagado o encendido de los motores, así como las emisiones que pueden evaporarse de los tanques de combustible (no se incluyen los trenes)



Principales contaminantes e impactos

CONTAMINANTE	ORIGEN	CONSECUENCIAS
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	<ul style="list-style-type: none">• Oxidación del nitrógeno del aire que entra en los motores por la combustión a alta temperatura• Cantidad de NOx emitida depende de la potencia del motor: al ralentí se produce más NO2 (25-50%) y a más potencia más NO. (En el take-off y climb out se produce un 1-9% de NO2)• El NO emitido se oxida en la atmósfera con el O3 y forma NO2	<ul style="list-style-type: none">• Desórdenes respiratorios• Daños en plantas• Smog fotoquímico• Lluvia ácida• O3• Efecto invernadero• Destrucción del CH4 ambiental• Trade-offs entre NOx, PM y HC

Principales contaminantes e impactos



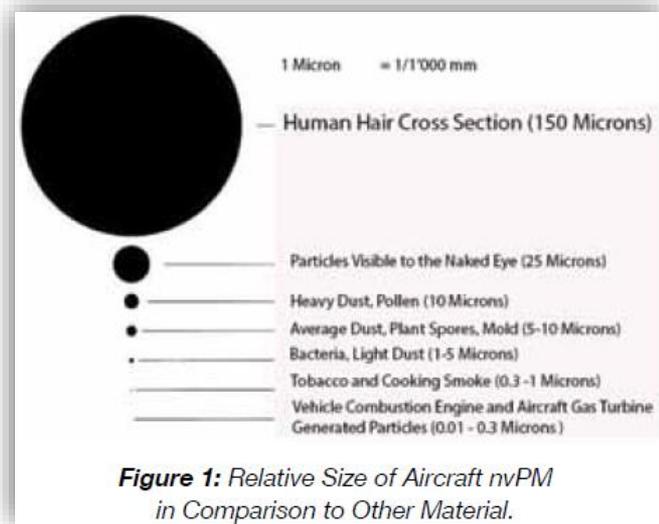
La emisión de NO_x ayuda a formar O_3 troposférico que participa en el calentamiento global. Además sus reacciones en la atmósfera también producen radicales OH

Los radicales OH reaccionan con el CH_4 atmosférico y reduce su cantidad con el tiempo, lo que produce un enfriamiento de la atmósfera

Estas reacciones son muy complejas

Principales contaminantes e impactos

PM: materia en estado sólido o líquido finamente dividida y en suspensión en el aire: partículas basadas en carbono, sales, varios compuestos orgánicos, metales, componentes biológicos (esporas, polen), partículas de polvo, etc.



Tamaños:

PM10 (partículas)

PM2.5 (partículas finas)

PM0,1 (partículas ultrafinas)

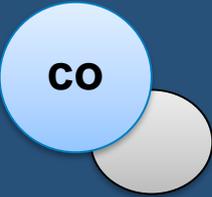
Partículas no volátiles (nvPM)

Partículas volátiles

Principales contaminantes e impactos

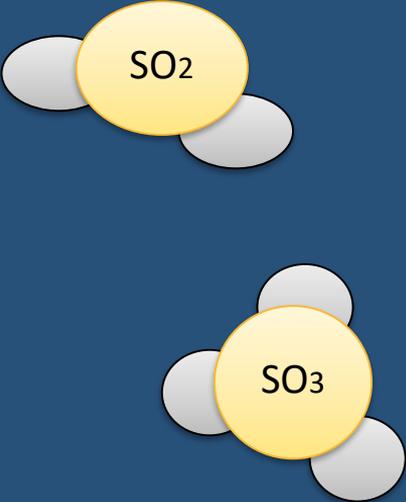
CONTAMINANTE	ORIGEN	CONSECUENCIAS
PARTÍCULAS (PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM _{0,1})	<ul style="list-style-type: none">• Industrial, combustión y formación secundaria• Mayor emisión al ralentí• Cantidad generada por aviones pequeña en comparación con otras fuentes en tierra (construcción edificios, movimientos de tierras...)• nvPM formadas a altas temperaturas en la combustión	<ul style="list-style-type: none">• Desórdenes respiratorios y cardiovasculares• Mortalidad prematura• Contaminación del suelo y las plantas• Deterioro de superficies• Ópticas• Insolación• Contaminantes secundario• Nubes, lluvia, nieve y niebla• Calentamiento

Principales contaminantes e impactos

CONTAMINANTE	ORIGEN	CONSECUENCIAS
 <p>CO</p>	<p>Combustión incompleta, en general en motores a baja potencia, típico de operaciones en tierra</p>	<ul style="list-style-type: none">• Veneno respiratorio• O₃ troposférico

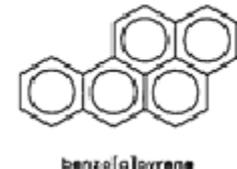
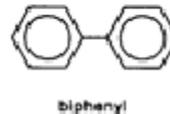
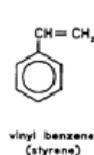
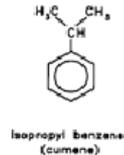
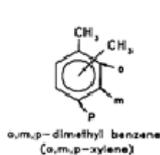
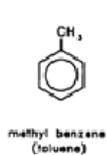


Principales contaminantes e impactos

CONTAMINANTE	ORIGEN	CONSECUENCIAS
	<ul style="list-style-type: none">• S contenido en el fuel. No se ve afectado por el diseño o el modo de operación de los motores• La mayor parte del sulfuro del fuel se oxida a SO₂ en la combustión, completamente separado de su matriz inicial de hidrocarburo, pero una pequeña parte forma SO₃.• El SO₃ pasa a ser H₂SO₄ mediante completos procesos en la atmósfera	<ul style="list-style-type: none">• Desórdenes respiratorios• Daños en materiales• Partículas urbanas• Lluvia ácida• Smog fotoquímico

Principales contaminantes e impactos

CONTAMINANTE	ORIGEN	CONSECUENCIAS
<p style="text-align: center;">HIDROCARBUROS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad de compuestos (formaldehido, etileno, acetaldehido, etc.). Compuestos orgánicos de tres tipos: saturados, insaturados y aromáticos. Los procedentes de la quema de queroseno con saturados y aromáticos. • Procedentes de la combustión incompleta en los motores, principalmente al ralentí • Se ha descubierto actualmente que los lubricantes de los motores de las aeronaves emiten una cantidad importante de HCs 	<ul style="list-style-type: none"> • Carcinogénicos • Smog fotoquímico • Generación de O3 • Formación de PM



Marco Regulatorio

Comprehensive Approach: Enfoque integrado

- OACI y la Comisión Europea proponen afrontar la reducción de las emisiones de la aviación desde un enfoque integrado
- Ninguna de las medidas que se pretenda aplicar por sí sola es capaz de afrontar todos los impactos de las emisiones

Medidas a considerar en la reducción de las emisiones:

- Mejoras tecnológicas
- Mejoras operacionales y de ATM
- Combustibles alternativos y energías renovables
- Medidas económicas



Marco Regulatorio

- Directiva 2008/50/CE
- Directiva 2004/107/CE
- Directiva 2015/1480/CE
- Decisión 2011/850/UE
- Directiva 2001/81/CE



Marco Regulatorio

- Directiva 2008/50/CE de la UE que establece valores límite (NOx y partículas) que aplica en/a los alrededores de los aeropuertos .
- Las preocupaciones se concentran en los efectos originados durante el ciclo LTO.
- Estándares sobre límites de emisión de la OACI - Parte III, Vol. II del Anexo 16 de OACI contiene normas relacionadas con la certificación de las emisiones, aplicables a las diversas clases de motores de aeronave especificadas en cada uno de los capítulos de esta Parte, cuando esos motores se instalan en aeronaves que se dedican a la aviación civil internacional.



Marco Regulatorio

ESPECIES

- **Smoke**
- **Emisiones gaseosas**
 - NOx
 - CO
 - HC

MOTORES

- **Motores turbojet y turbofan**
- **Smoke.** (Para todo empuje nominal). Fecha de fabricación posterior al 1 de enero 1983
- **Emisiones gaseosas** (Empuje nominal ≥ 29.7 kN) Fecha de fabricación posterior al 1 de enero 1986

ESPECIES NO CUBIERTAS

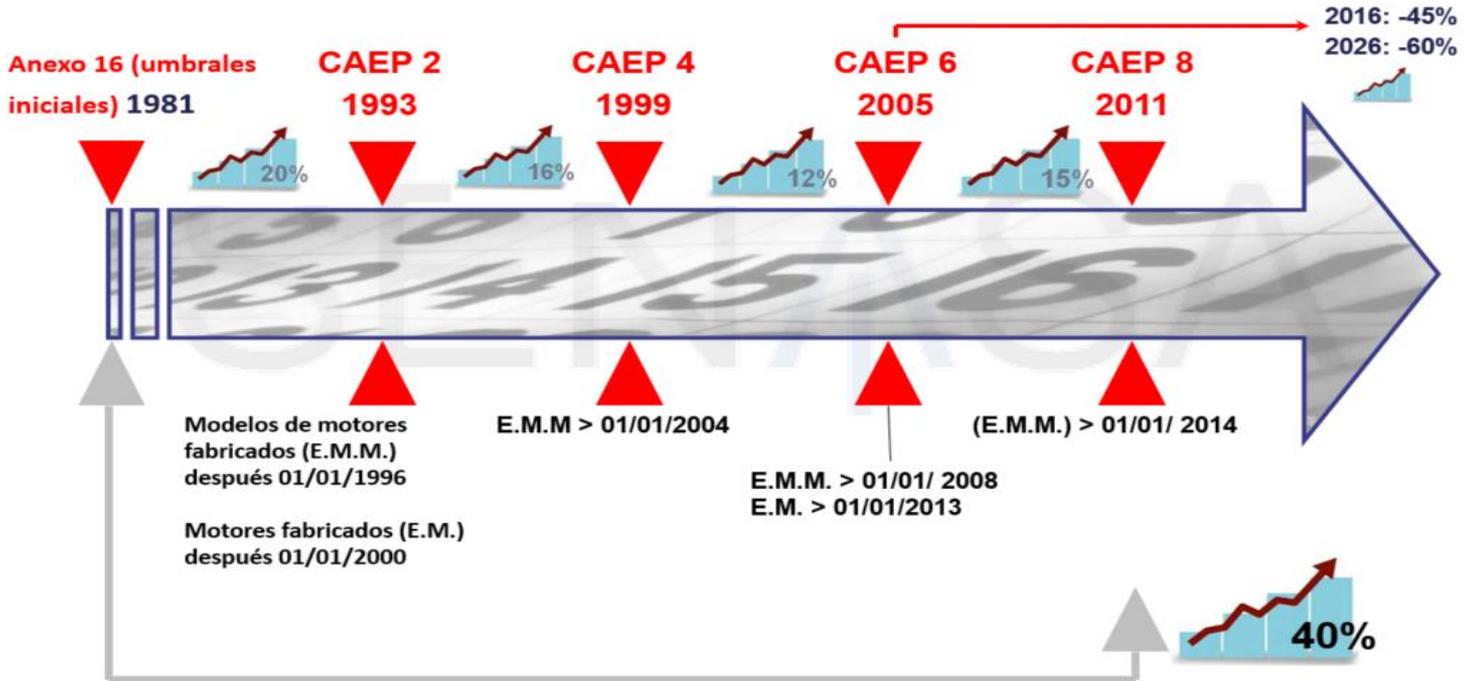
- **CO2:** en marcha actividades del ICAO CAEP con relación a un requerimiento de estándar de certificación de CO2, que sería parte del Anexo 16, Volumen III
- **Otros compuestos de carbono,** ej. aldehídos
- **SO2,** relacionado con el sulfuro contenido en el fuel y cubierto vía especificaciones
- **Características PM** (volátiles y no volátiles). En marcha actividades del ICAO CAEP sobre un requerimiento de estándar de certificación de PM no volátiles (PM number & mass), que sería añadido al Anexo 16 Volumen II

MOTORES NO CUBIERTOS

- **Turboprop y Turboshaft**
ATR72, A400M, Helicópteros
- **Motores pistón**
Aviación general
- **Pequeños turbojet o turbofan**
La mayoría de los jets de negocios
- **APU**

Marco Regulatorio

ESTANDAR DE NOx



Marco Regulatorio

ESTÁNDAR DE nvPM



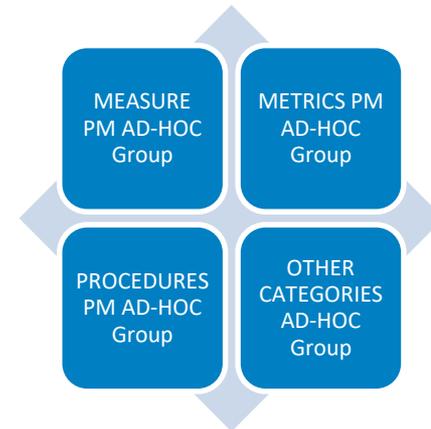
Objetivo: para desarrollar, adoptar y promover nuevas medidas para limitar y reducir el impacto de las emisiones de las aeronaves en la calidad del aire y el impacto de la aviación en el cambio climático



**2016
CAEP 10**

Masa de PM no volátiles y número estándar para motores turbofan/turbojet > 26,7 kN

PMTG
Particulate Matter Task Group of Working Group 3 (WG3 – Emissions Technical)



Opciones de mitigación

CATEGORÍAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

1. MEDIDAS ECONÓMICAS

GRUPO DE ORIGEN	MEDIDAS ECONÓMICAS
AERONAVES	Cargas relacionadas con la calidad del aire
HANDLING Y APOYO EN TIERRA	Derechos relacionados con las emisiones
INFRAESTRUCTURAS Y FUENTES ESTACIONARIAS	-
TRÁFICO DE ACCESO POR TIERRA	<ul style="list-style-type: none">• Incentivos para empleados car sharing/carpooling• Precios del parking y subsidios• Incentivos para el transporte público

Fees & Charges



Opciones de mitigación

1. MEDIDAS ECONÓMICAS: Aeropuerto de Zurich

Oficina Federal de Aviación Civil
Una Aerolínea
Autoridades



Sets de Incentivos de Cargas de Emisiones

5 clases de motores de acuerdo a su EEF



EEF = $\frac{\text{NOx} + \text{HC}}{\text{horsepower}}$



Ingresos con destino a los programas de reducción de emisiones de la aviación

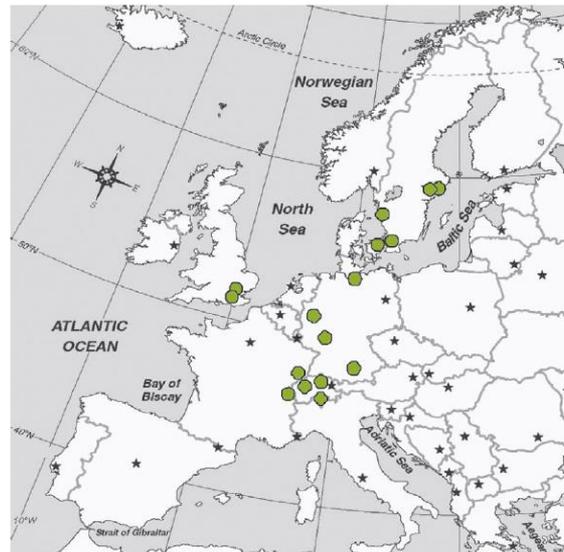


Fig. 7: Local aircraft emission charges in Europe.

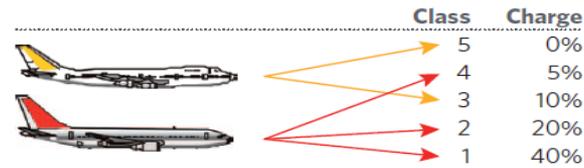


Fig. 2: Engine Emission Charge Model.

Opciones de mitigación

1. MEDIDAS ECONÓMICAS



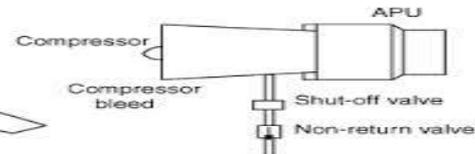
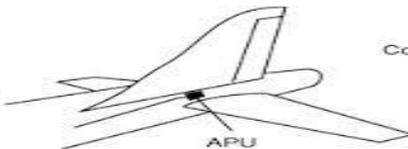
GESTIÓN DE APARCAMIENTOS

- a) Plazas “gratuitas” y preferentes a vehículos “limpios”. **Aeropuerto de Arlanda y Boston**
- b) Bonificación de tarifas para carpooling y carsharing. **Aeropuertos Británicos**
- c) Conexión de aparcamientos con terminales (PRT Personal Rapid Transit). **Aeropuerto de Heathrow**



Opciones de mitigación

2. MEDIDAS REGULATORIAS:



GRUPO DE ORIGEN	MEDIDAS REGULATORIAS
AERONAVES	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de emisión de los motores de la ICAO y leyes nacionales • Restricciones operativas del APU
HANDLING Y APOYO EN TIERRA	Estándares de emisión motor-vehículo para los GSE
INFRASTRUCTURA Y FUENTES ESTACIONARIAS	Estándares de emisión para las instalaciones
TRÁFICO DE ACCESO POR TIERRA	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de emisiones motor-vehículo • Restricciones al ralentí

Opciones de mitigación

2. MEDIDAS REGULATORIAS: Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat



2. DATOS GEOGRÁFICOS Y DE ADMINISTRACIÓN DEL AERÓDROMO

ARP: 411749N 0020442E. Ver AD 2-LEBL ADC.

Distancia y dirección a la ciudad: 10 km NE.

Elevación: 4 m / 14 ft.

Ondulación geóide: 49,06 m ± 0,05 m (1).

- Temperatura de referencia: 29°C.

Declinación magnética: 0° (2010).

Cambio anual: 6,5'E.

Administración AD: Aena.

Dirección: Aeropuerto de Barcelona/El Prat. 08820 El Prat (Barcelona).

TEL: +34-902 404 704. FAX: +34-932 983 737.

AFTN: LEBL E-mail: bcndirector@aena.es

Tránsito autorizado: IFR; AD cerrado para operaciones VFR excepto: vuelos ambulancia, de salvamento, de estado o vuelos que presten servicio para las Comunidades Autónomas y otras Entidades locales siempre y cuando realicen servicio públicos no comerciales

Observaciones: Oficina Local de Coordinación de Horarios. SITA: BCNOOYA.

Aviación corporativa: FAX: +34-932 984 917.

Aviación comercial: FAX: +34-932 971 711.

El pago de tasas en efectivo solo podrá efectuarse en euros, con un importe máximo de 2500 euros.

(1) Para todos los puntos del AD.

AIP BARCELONA

RESTRICCIONES A LOS PUESTOS DE ESTACIONAMIENTO

Posiciones de contacto con el terminal:

Es obligatorio el uso de las instalaciones de 400 Hz del aeropuerto. El uso de las instalaciones de aire acondicionado (A/C) será obligatorio si existe la necesidad de climatización de la aeronave. El uso de la Unidad Auxiliar de Potencia (APU) del avión está prohibido en las posiciones dentro del periodo comprendido entre 2 minutos después de calzos a la llegada y 5 minutos antes de la retirada de calzos de la salida. La APU del avión podrá utilizarse sólo cuando no estén operativas las unidades fijas y no estén disponibles las unidades móviles.

Posiciones en remoto:

Queda prohibido el uso de la APU, salvo 10 minutos después de calzos a la llegada y 10 minutos antes de la retirada de calzos a la salida; excepto aeronaves de fuselaje ancho, a las que se les permitirá utilizarla 50 minutos antes de su salida y 15 minutos después de su llegada. La APU del avión podrá utilizarse solo cuando no estén disponibles las unidades móviles.

Opciones de mitigación

3. MEDIDAS TECNOLÓGICAS



GRUPO DE ORIGEN	MEDIDAS TÉCNICAS
AERONAVES	<ul style="list-style-type: none">• Diseño general del aeropuerto• Pistas de alta velocidad para desvíos de aviones• Calles de rodaje paralelos• 400Hz/PCA en las terminales
HANDLING Y APOYO EN TIERRA	<ul style="list-style-type: none">• GSE con combustibles alternativos• Flotas de vehículos con combustibles alternativos• Reducción de emisiones en los dispositivos• Sistemas de captura de los vapores de combustible
INFRASTRUCTURA Y FUENTES ESTACIONARIAS	<ul style="list-style-type: none">• Plantas de energía de bajas emisiones, incineradores• Medidas de conservación de la energía en nuevas construcciones y mantenimiento de edificios• Cambios en los usos del fuel• Cambios en la altura y localización de las chimeneas
TRÁFICO DE ACCESO POR TIERRA	<ul style="list-style-type: none">• Promover el transporte público y la intermodalidad• Diseño de carreteras• Combustibles alternativos• Vías de circulación exclusivas para el transporte público

Opciones de mitigación

3. MEDIDAS TECNOLÓGICAS

FOMENTO DE TRANSPORTE COLECTIVO



- a) Promoción de autobuses “limpios”. **Aeropuertos de Heathrow, Arlanda, Oakland y Barajas**
- b) Bonificación de la tarjeta de transporte público a trabajadores que no utilizan vehículo privado. **Aeropuerto de Heathrow, Madrid y Barcelona**
- c) Concentración de vehículos de cortesía en otros de mayor capacidad para todos los hoteles de una misma zona. **Aeropuerto de Heathrow**
- d) Autobuses de volumen adecuado a la demanda. **Aeropuerto de Barajas Y Barcelona**
- e) Vehículos de cortesía de hoteles “limpios”. **Aeropuerto de Madrid**
- f) Puntos de información de transporte público. **Aeropuerto de Oslo**

Aeropuerto de Oakland



Aeropuerto de Arlanda



Aeropuerto de Barajas



Hotel Intercontinental Madrid y
Ares MóBILE

Opciones de mitigación

3. MEDIDAS TECNOLÓGICAS



GESTIÓN DE TAXIS AEROPUERTO DE HEATHROW

- a) Descuento tasa aeroportuaria para promocionar taxis “limpios”
- b) 100 % “Black Cabs” adaptados y/o accesibles
- c) Promoción de viajes cortos.

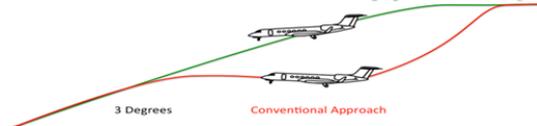


- 25.000 licencias Blackcabs
- 800.000 carreras/año
- Tasa aeroportuaria 6,54 £, descuento a “limpios” 50%
- Promoción viajes cortos
- Sistema de Gestión de Taxis IDRF



Opciones de mitigación

Continuous Descent Final Approach (CDFA)



4. MEDIDAS OPERACIONALES

GRUPO DE ORIGEN	MEDIDAS TÉCNICAS
AERONAVES	<ul style="list-style-type: none">• Uso de combustibles alternativos• Mejoras en la programación de los vuelos• Taxi con n-1 motores y reducción del tiempo al ralentí• Remolque de aviones• Reducir el uso del APU• Derate, empuje reducido• Lavado de motores• Medidas ATM específicas para aeropuertos, incluyendo RNAV, RNP y CDOs
HANDLING Y APOYO EN TIERRA	<ul style="list-style-type: none">• Reducción de operaciones en los vehículos• Uso de generadores, GPUs, etc.• Reducir la intensidad de las prácticas contraincendios
INFRASTRUCTURA Y FUENTES ESTACIONARIAS	<ul style="list-style-type: none">• Bajas emisiones procedentes del mantenimiento tales como limpieza, pintura...
TRÁFICO DE ACCESO POR TIERRA	<ul style="list-style-type: none">• Check-in fuera del aeropuerto• Plazas de aparcamiento preferentes para vehículos con combustibles alternativos• Colas de taxis preferentes para taxis verdes

Opciones de mitigación

4. MEDIDAS OPERACIONALES: Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat



**N – 1 MOTORES
DURANTE EL RODAJE**

TABLE 25: SAVINGS PER OPERATION WITH THE IMPLEMENTATION OF ONE ENGINE LESS MEASURE AT BARCELONA – EL PRAT AIRPORT.

AIRCRAFT TYPE	FUEL SAVING IN TAXI IN (Kg)	FUEL SAVING IN TAXI OUT (Kg)	CO ₂ EMISSIONS SAVINGS IN TAXI IN (Kg)	CO ₂ EMISSIONS SAVINGS IN TAXI OUT (Kg)
A310	4,47	49,80	14,09	156,88
A318	2,80	31,13	8,81	98,07
A319	2,80	31,13	8,81	98,07
A320	3,14	34,97	9,89	110,16
A321	3,43	38,15	10,79	120,17
A330 - 200/300	6,66	74,19	20,99	233,69
A340 - 200/300	7,02	89,61	22,13	282,27

Hipótesis consideradas en el estudio dAIR:

- Con n-1 motores, la potencia se incrementa durante el empuje al ralentí, dependiendo de la pendiente de la pista y del peso. En BCN se estimó en un 5%
- Los tiempos de calentamiento y enfriamiento fueron los recomendados por el fabricante de la aeronave para rodaje con n-1 motores
- Se consideró obligatorio el uso del APU para proporcionar energía
- Se tomaron como referencia los datos de Iberia sobre el grado de implementación de la medida: taxi out: 8% y taxi in: 5%; lo que se aplicó al resto de aeronaves del apto





EU-Latin America and Caribbean Aviation Partnership Project (EU-LAC APP)

*Enhancing the aviation partnership between the EU and
Latin America and the Caribbean*

Muchas gracias

www.eu-lac-app.org

*This project is funded by the European Union and
implemented by the European Aviation Safety Agency*

easa.europa.eu/connect



Your safety is our mission.

An Agency of the European Union 