

# CUANTIFICACIÓN DEL APORTE CONTAMINANTE GASEOSO PRODUCTO DE LAS OPERACIONES DE GSE EN PLATAFORMA: METODOLOGÍA SEGÚN TIEMPOS OPERATIVOS

FCEFYN



5to. Congreso Argentino de Ingeniería Aeronautica 2018 (CAIA)

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

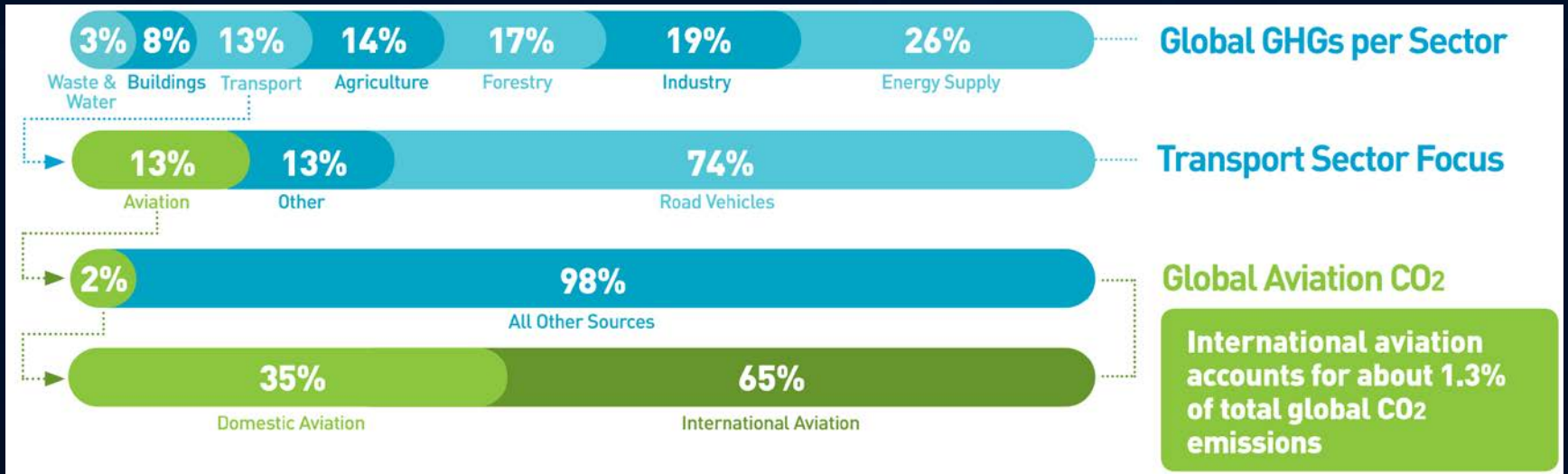
L. Sznajderman, M. Coppa, G. Ramírez-Díaz, A. Di Bernardi

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



## INTRODUCCION

### Aporte del transporte aéreo



## Objetivos estratégicos de ICAO



## INTRODUCCION

### CAEP: Comité aeronáutico de la protección del medio ambiente

Comité técnico de la OACI, responsable de conducir estudios y recomendaciones con el fin de minimizar el impacto en el medio ambiente producto de la aviación

### OACI: objetivos con el medio ambiente:

1. Reducir la cantidad de gente expuesta a los ruidos aeronáuticos
2. Reducir el impacto de las emisiones aeronáuticas en el clima global (CO<sub>2</sub>)
3. Reducir el impacto de las emisiones aeronáuticas a escala local (CO, HC, NO<sub>x</sub>)

Gas contaminante	Efecto a la salud
CO- Monóxido de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos cardiovasculares</li> </ul>
HC- Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infección visual y respiratoria</li> <li>• Dolor de cabeza y mareos</li> <li>• Trastornos visuales</li> <li>• Deterioro de memoria</li> </ul>
NO <sub>x</sub> - Óxido de nitroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infección pulmonar</li> </ul>



## DATOS OACI: situación actual

- Se espera que el tráfico de pasajeros crezca a un promedio a una tasa del 4,8% anual hasta el año 2036
- Las emisiones de NOx: se espera que aumente a una tasa de entre 2,4% y 3.5% por año.
- Los vuelos internacionales son responsables de aproximadamente 62% del consumo mundial de combustible de aviación.
- Se espera que el consumo global de combustible de los aviones aumente a una tasa de entre el 3,0% y el 3,5% anual.
- Objetivo de mejora del 2% anual de eficiencia de combustible hasta el año 2050.

## Objetivos

- Identificación de las fuentes en el aeropuerto
- Cuantificación de las emisiones de los GSE según tiempos estudiados
- Relación de las emisiones de los GSE vs aeronaves



## RESUMEN

## 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

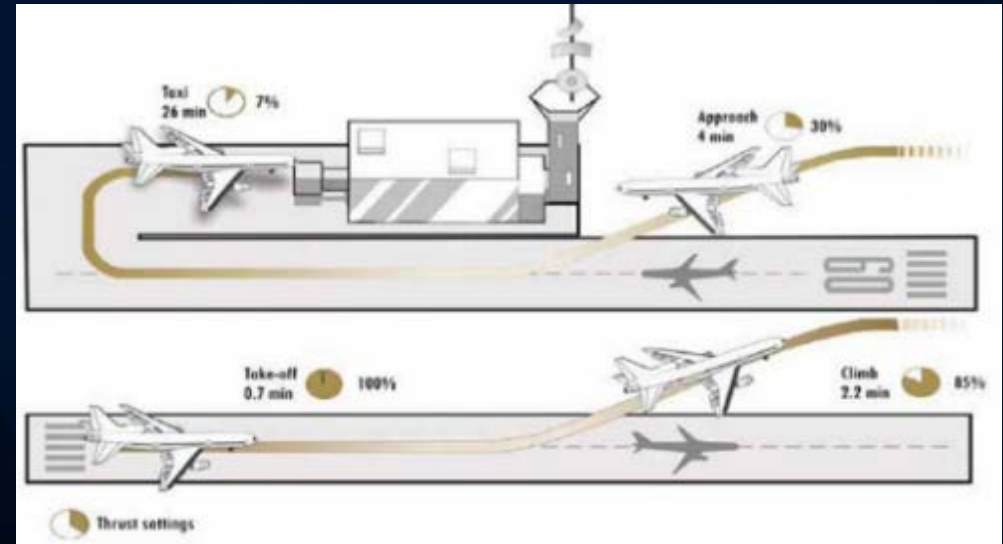
 Concentraciones



## 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

# GSE (Ground Support Equipment)

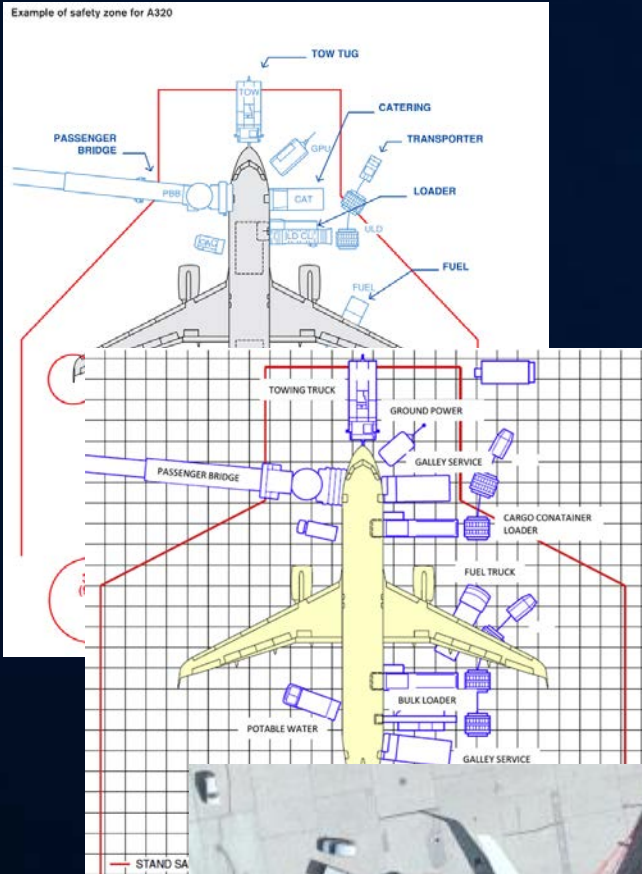
Son los vehículos asociados:

- 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



# Cuantificación del aporte contaminante gaseoso producto de las operaciones de GSE en plataforma: metodología según tiempos operativos

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**

Caracterización de los Aeropuertos

Análisis de herramientas a utilizar: hipótesis y métodos de calculo

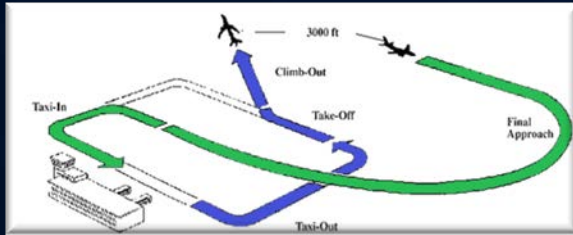
Determinación de las emisiones producto de las operaciones aéreas

Determinación de las emisiones producto de los GSE

Análisis comparativo de resultados



## Modelo de cálculo aplicado - Aeronaves



Aeronaves

Planta motriz

EDB

Emisiones CO y NOx

Estudio según la base de datos ICAO de las emisiones de CO<sub>2</sub> para ciclo LTO

$$\bullet \text{ Emisiones (kg)} = Fe * n * m * FF * t$$

- Donde
- n: numero de motores por aeronave
- Fe: Factor de emisiones según gas contaminante (CO y NOx)
- m: cantidad de movimientos = 1
- FF: combustible consumido
- t: tiempo de operación en el ciclo



## Modelo teórico

$$E_{ik} = P_i \cdot Fe_{ik} \cdot Fd_i \cdot \left( \sum_j^{descarga} t_j \cdot Fc_j + \sum_j^{carga} t_j \cdot Fc_j \right)_i$$

Donde

$E_{ik}$ : Emisión gaseosa del contaminante 'k', respecto del equipo GSE 'i', [g] ó [kg]

$P_i$ : Potencia al freno del equipo GSE 'i', [HP]

$Fe_{i,k}$ : Factor de emisión del contaminante 'k', respecto del GSE 'i', [g/HP.h] ó [kg/HP.h]

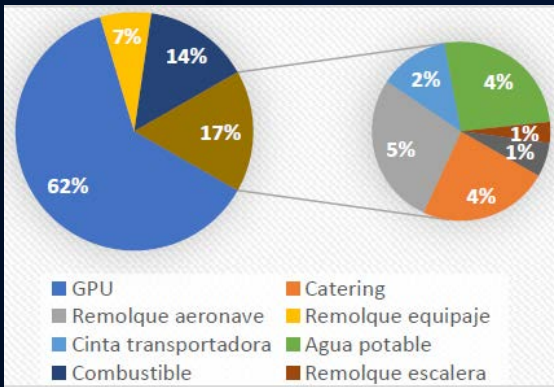
$Fd_i$ : Factor de deterioro del equipo GSE 'i', adimensional.

$Fc_j$ : Factor de carga del equipo GSE para cada tiempo discretizado 'j', adimensional.

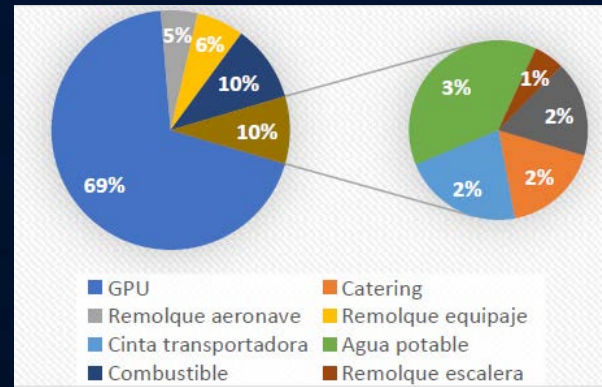
$t_j$ : Tiempos de los GSE en la espera, conexión, servicio y desconexión, [h].

RESULTADOS: GSE

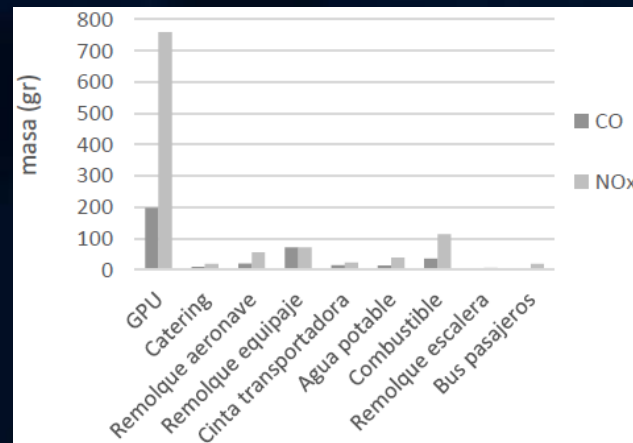
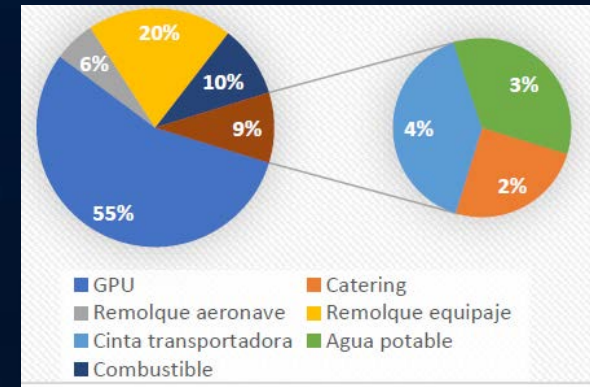
## HC



## NOx

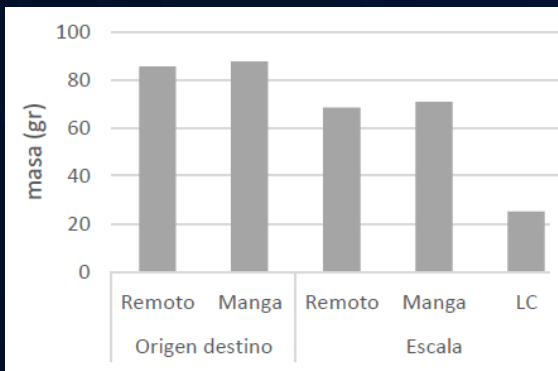


## CO

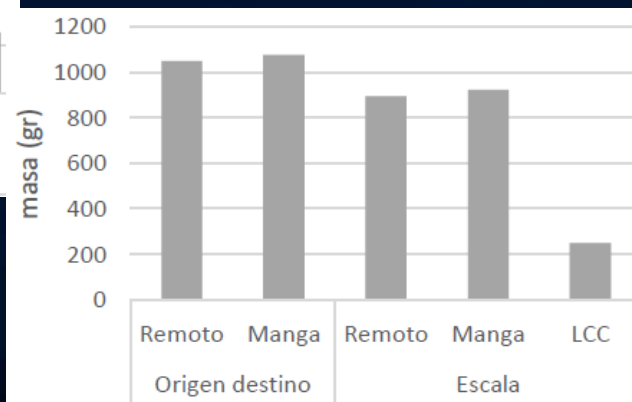


RESULTADOS: GSE

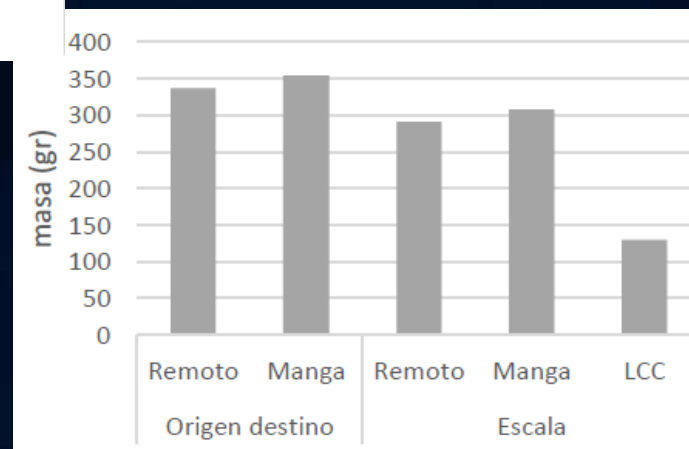
## HC



## NOx



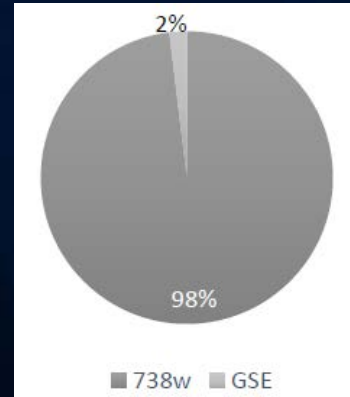
## CO



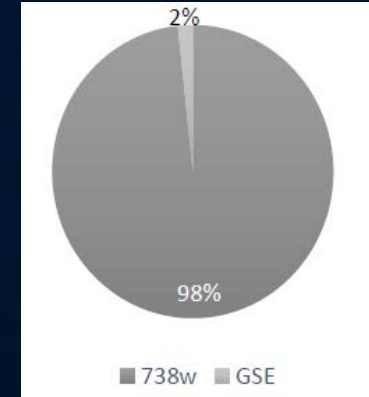
RESULTADOS: GSE VS AERONAVES

LTO vs GSE

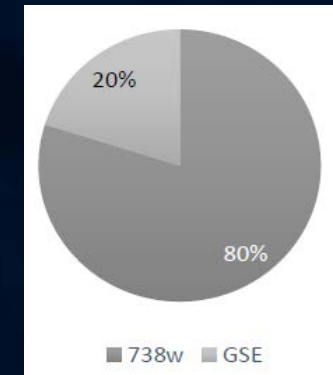
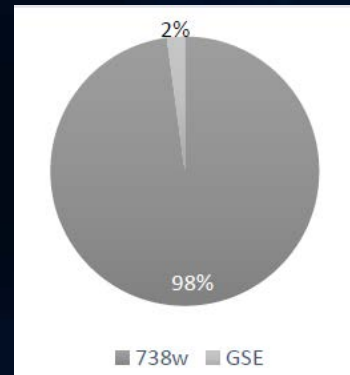
CO



NOx



Rodaje vs GSE



## CONCLUSIONES

- El GPU, camión cisterna de combustible y remolque de equipaje son los principales fuentes de emisión producto de las altas potencias, el alto factor de carga, el tiempo de servicio y altos niveles de los factores de emisiones
- Las emisiones totales de los GSE, en comparación con cada operación en el ciclo LTO de las aeronaves estudiadas, tienen una relación similar
- La relación de las emisiones entre los GSE y las aeronaves para el CO se comporta de la misma manera comparando el ciclo LTO y rodaje, mientras que, las emisiones de NOx generadas por los GSE alcanzan un 20% solo en rodaje
- El servicio de origen-destino es aquel que genera más emisiones, seguido por el servicio aplicado a la escala y finalmente al Low Cost (LC).
- Las emisiones de los servicios para aeronaves con manga son mínimamente mayores tanto en origen-destino como escala a pesar de requerir menos vehículos (bus movilidad reducida y de pasajeros, escalera, etc) sin embargo requiere de remolque de aeronaves

# Inquietudes





## Características, ubicación y funciones:

*Fuentes- GSE: inputs*

### Potencia

Modelos GSE	Potencia [HP]
Tractor de carga de equipaje	88
Cinta transportadora	88
Remolque de aeronaves	134
Transporte de pasajeros	177
Camión Catering	330
Limpieza aguas residuales	75
Abastecimiento de agua potable	235
Unidad de Potencia en Tierra	187
Escalera de Pasajeros	88
Camión cisterna de combustible	320

### Factor emisiones

Modelos GSE	CO [g/HP.h]	HC [g/HP.h]	NOx [g/HP.h]
Tractor de carga de equipaje	1.503	0.327	4.485
Cinta transportadora	2.553	0.381	4.544
Remolque de aeronaves	1.503	0.327	4.485
Transporte de pasajeros	0.110	0.130	2.500
Camión Catering	0.449	0.203	1.037
Limpieza aguas residuales	0.654	0.255	2.417
Abastecimiento de agua potable	0.804	0.290	2.898
Unidad de Potencia en Tierra	0.961	0.297	4.135
Escalera de Pasajeros	0.801	0.289	2.891
Camión cisterna de combustible	0.614	0.245	2.184

### Factor de deterioro

Modelos GSE	CO	HC	NOx
Tractor de carga de equipaje	1.092	1.017	1.005
Cinta transportadora	1.092	1.017	1.005
Remolque de aeronaves	1.086	1.015	1.005
Transporte de pasajeros	1.100	1.018	1.005
Camión Catering	1.120	1.022	1.006
Limpieza aguas residuales	1.120	1.022	1.006
Abastecimiento de agua potable	1.120	1.022	1.006
Unidad de Potencia en Tierra	1.120	1.022	1.006
Escalera de Pasajeros	1.120	1.022	1.006
Camión cisterna de combustible	1.086	1.015	1.005

### Factores de potencia:

#### Descarga

GSE	espera	conexión	servicio	desconexión
Ground Power Units	0	0	0	0
Catering	0,53	0,53	0	0,53
Tugs/ Aircraft tractor	0	0	0	0
Baggage	0,36	0,36	0,55	0,36
belt loader	0,36	0,36	0	0,36
Water truck	0,20	0,20	0	0,20
Bus pasajeros mov reducida	0,20	0,20	0,20	0,20
Lavatory truck	0,25	0,25	0	0,25
Fuel truck	0,25	0,25	0	0,25
Passenger Stands	0,57	0,00	0	0
Transporte de pasajeros	0,20	0	0,20	0
Limpieza/servicios	0,33	0	0	0

#### carga

GSE	espera	conexión	servicio	desconexión
Ground Power Units	0	0	0,75	0
Catering	0,53	0,53	0	0,53
Tugs/ Aircraft tractor	0,40	0,40	0,80	0,40
Baggage	0,36	0,36	0,55	0,36
belt loader	0,36	0,36	0	0,36
Water truck	0,20	0,20	0,20	0,20
Bus pasajeros mov reducida	0,20	0	0,20	0
Lavatory truck	0,25	0,25	0,25	0,25
Fuel truck	0	0,25	1	0,25
Passenger Stands	0,57	0	0	0
Transporte de pasajeros	0,20	0	0,20	0
Limpieza/servicios	0,33	0	0	0

