

# Experiencia en el uso de B100 en la flota de Transporte Urbano de la comarca de Pamplona

Jesús Velasco Pérez  
Director Área de Transporte



**Mancunión**  
Comarca de Pamplona  
Iruterrita  
Mankomunitatea

# INDICE

**0. PRESENTACIÓN**

**1. INTRODUCCIÓN**

**2. PROYECTO BIODINA**

**3. ACUERDO DE SUMINISTRO**

**4. SEGUIMIENTO EXPLOTACIÓN**

**5. CONCLUSIONES**



# 0. PRESENTACIÓN

## *Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.*

► Entidad local, que aglutina alrededor del 50% de la población de Navarra (300.000 habitantes), con competencia en la prestación de los siguientes servicios:

- *Ciclo Integral del Agua*
- *Recogida y Tratamiento de Residuos Urbanos*
- *Transporte Urbano*
- *Taxi*
- *Parque Fluvial*

Dirección técnica a través de Servicios de la Comarca de Pamplona (SCPSA)



Transporte \_\_\_\_\_ 18 municipios

Taxi \_\_\_\_\_ 19 municipios

(Población municipio Pamplona - 65% del ámbito)

# 0. PRESENTACIÓN

## • Transporte Urbano Comarcal

Nº Líneas Diurnas :	23
Nº Líneas Nocturnas :	10
Flota (nº autobuses):	135
Antigüedad media:	5,4 años
Nº paradas:	492
Km red:	> 200 km
Viajeros/año:	38,5 Mill



# 1. Introducción

## El mundo, ante una encrucijada energética

### Modelo insostenible

- 80% basado en combustibles fósiles
- Reservas limitadas (*pico de producción* esperado en 10-20 años)
- Concentrado en países inestables: inseguridad geoestratégica
- Volatilidad de precios
- Cambio climático

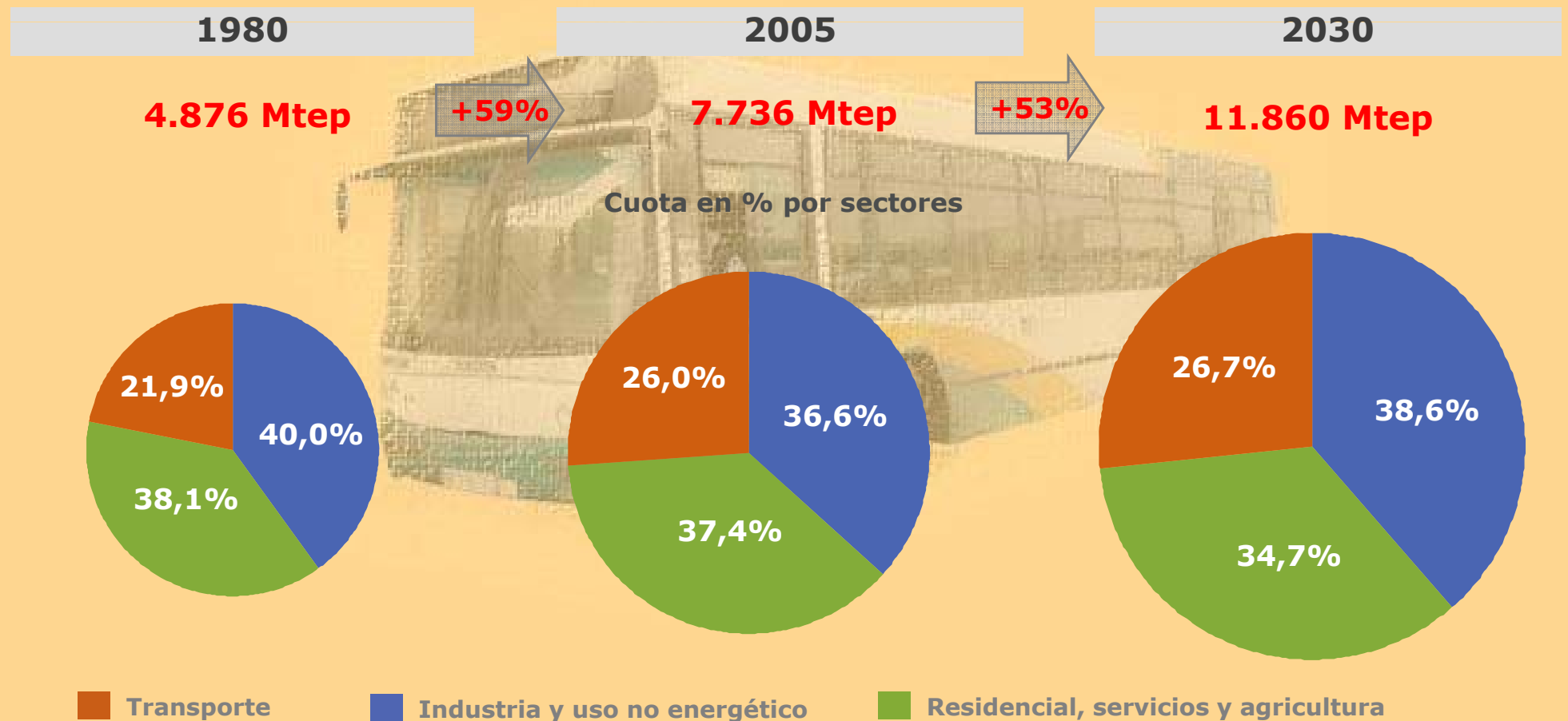
**ENERGÍA:  
Crisis u  
oportunidad?**

### Demanda creciente

- 53% incremento demanda energía primaria predicción → 2030
- Países emergentes: 85% del incremento de demanda esperado
- Derecho universal de desarrollo
  - 2.000 millones de personas sin acceso a energía comercial
  - 1.600 millones de personas sin acceso a electricidad

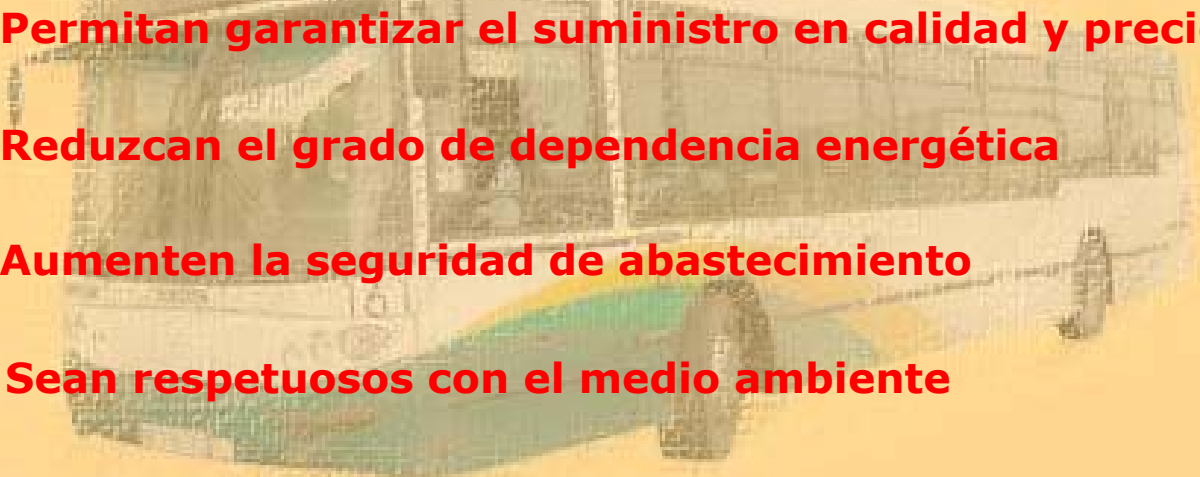
# 1. Introducción

**El transporte va a seguir consumiendo más de un cuarto de la demanda total de energía final en la actual tendencia**



# 1. Introducción

Los problemas asociados a la utilización de combustibles fósiles en la automoción sitúan al **sector del transporte** ante el reto de desarrollar **nuevas alternativas** que:

- **Permitan garantizar el suministro en calidad y precio**
  - **Reduzcan el grado de dependencia energética**
  - **Aumenten la seguridad de abastecimiento**
  - **Sean respetuosos con el medio ambiente**
  - **Contribuyan a frenar el cambio climático**
- 

# 1. Introducción

**Los biocombustibles reducen las emisiones, ahorran energía primaria y sustituyen recursos fósiles**

**Análisis del ciclo de vida de gasolina/diésel frente a biodiésel/bioetanol**

	<b>BIODIÉSEL</b> B100 aceites no residuales	<b>BIOETANOL</b> E85 etanol de cereales
<b>Ahorro de emisiones en comparación con combustible convencional</b>	<b>91%</b>	<b>90%</b>
<b>Ahorro de energía primaria en comparación con comb. convencional</b>	<b>45%</b>	<b>17%</b>
<b>Ahorro de energía fósil en comparación con combustible convencional</b>	<b>75%</b>	<b>36%</b>

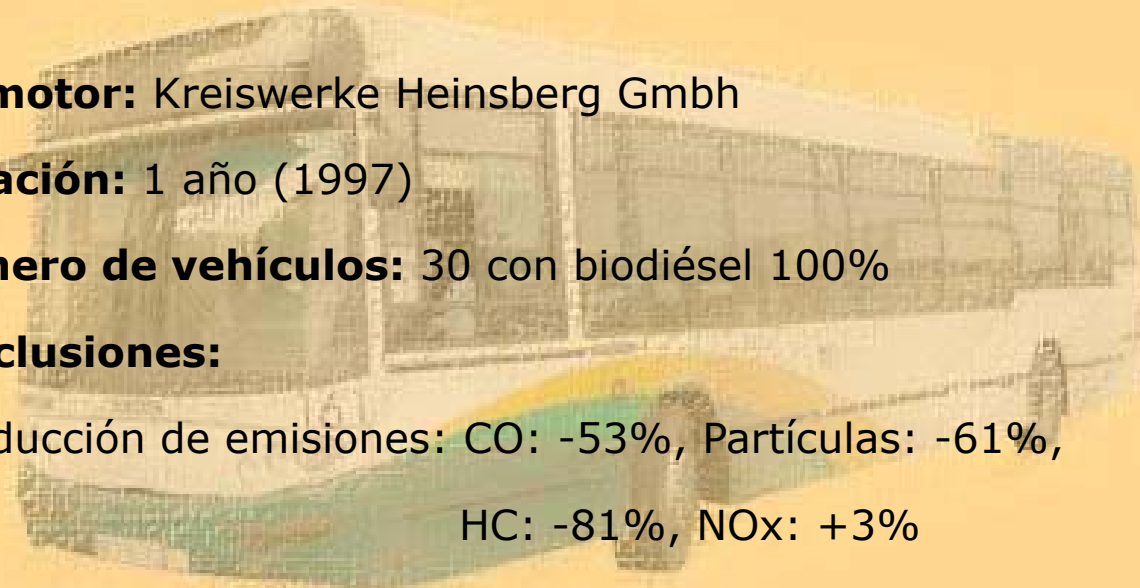


## 2. Proyecto Biodina

### Experiencias Previas

#### Distrito de Heinsberg (Alemania)

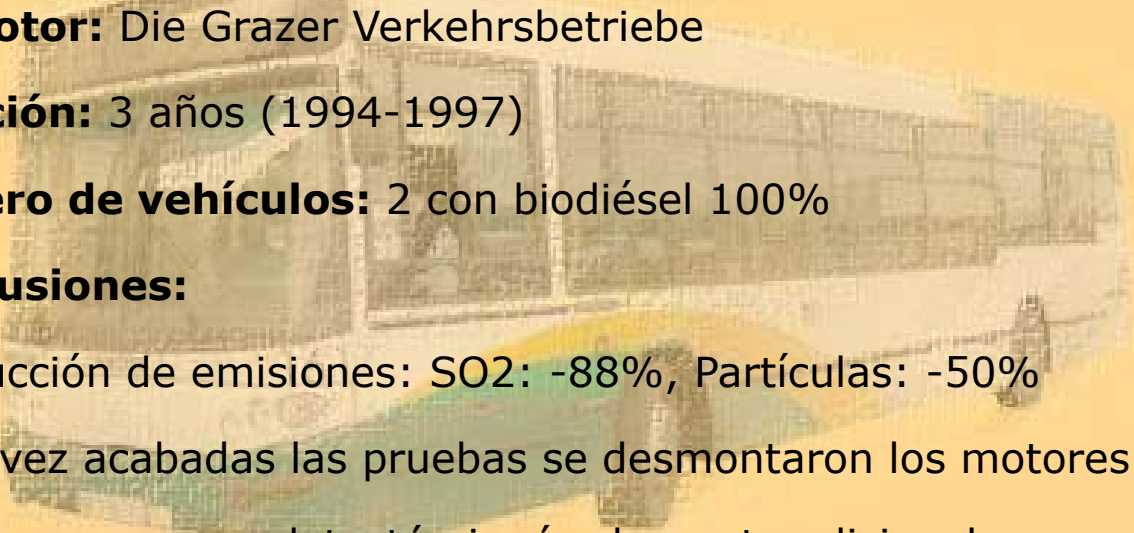
- **Promotor:** Kreiswerke Heinsberg GmbH
- **Duración:** 1 año (1997)
- **Número de vehículos:** 30 con biodiésel 100%
- **Conclusiones:**
  - Reducción de emisiones: CO: -53%, Partículas: -61%,  
HC: -81%, NOx: +3%
  - El mismo mantenimiento



## 2. Proyecto Biodina

### Experiencias Previas

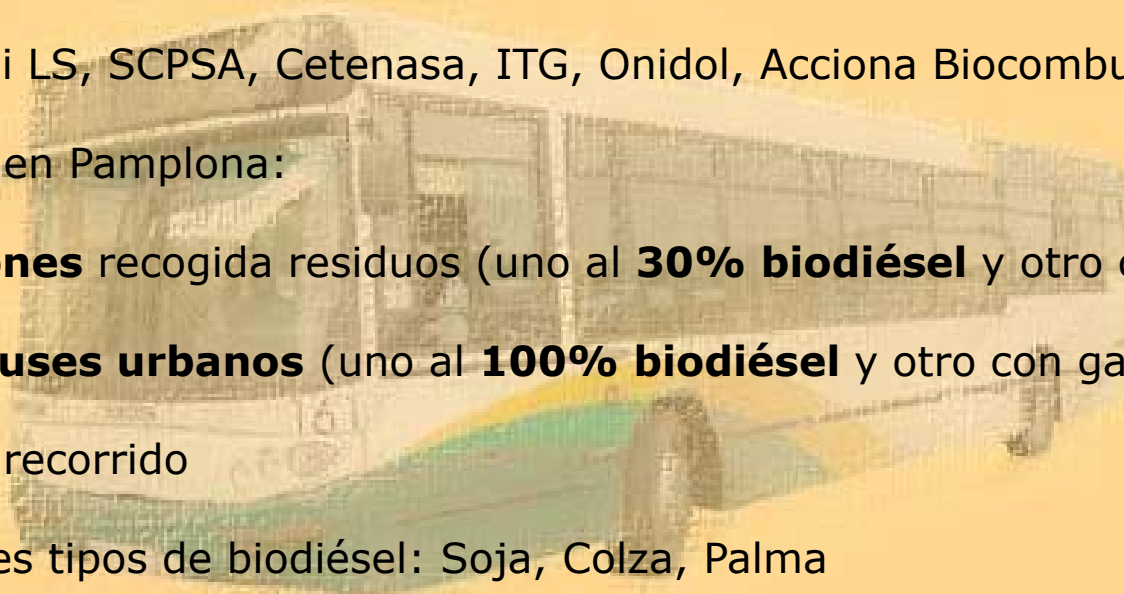
#### Graz (Austria)

- **Promotor:** Die Grazer Verkehrsbetriebe
  - **Duración:** 3 años (1994-1997)
  - **Número de vehículos:** 2 con biodiésel 100%
  - **Conclusiones:**
    - Reducción de emisiones: SO<sub>2</sub>: -88%, Partículas: -50%
    - Una vez acabadas las pruebas se desmontaron los motores y no se detectó ningún desgaste adicional
  - **Actualmente** el 100% de la flota (135 veh.) funciona con B100
- 

## 2. Proyecto Biodina

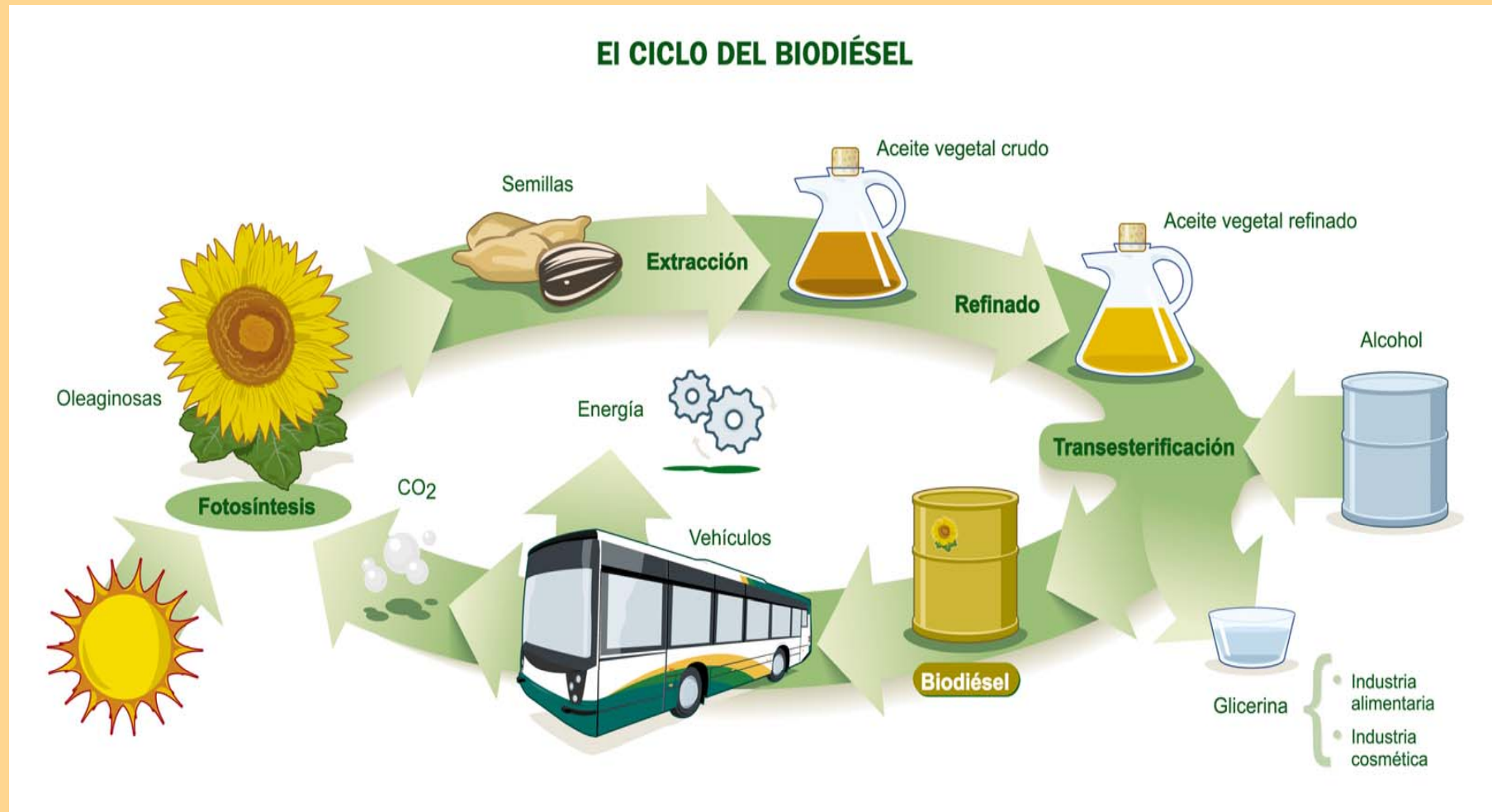
### Descripcion

- Incluido en el **V Programa Marco**
- **Socios:** Lurgi LS, SCPSA, Cetenas, ITG, Onidol, Acciona Biocombustibles
- **4 vehículos** en Pamplona:
  - **2 camiones** recogida residuos (uno al **30% biodiésel** y otro con gasóleo)
  - **2 autobuses urbanos** (uno al **100% biodiésel** y otro con gasóleo)
  - Idéntico recorrido
  - Diferentes tipos de biodiésel: Soja, Colza, Palma
  - Duración: Noviembre 2003 a Octubre 2004



## 2. Proyecto Biodina

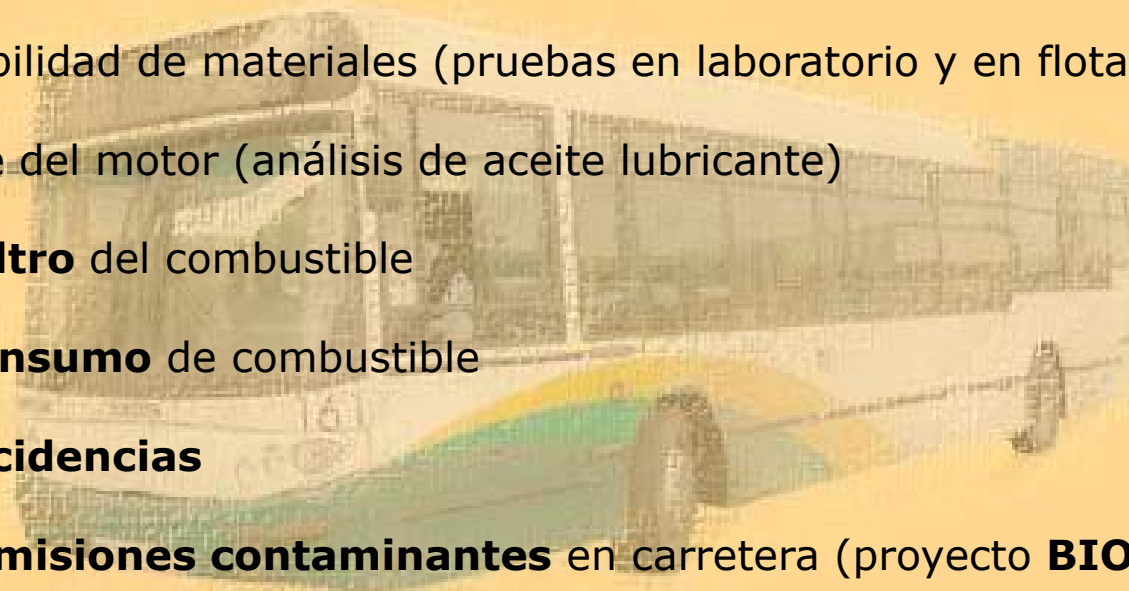
### El ciclo del biodiésel



## 2. Proyecto Biodina

### SEGUIMIENTO

- Pruebas de **durabilidad**:
  - Compatibilidad de materiales (pruebas en laboratorio y en flota)
  - Desgaste del motor (análisis de aceite lubricante)
- Cambio del **filtro** del combustible
- Control de **consumo** de combustible
- Control de **incidencias**
- Medidas de **emisiones contaminantes** en carretera (proyecto **BIODINA**):
  1. Equipo de células electroquímicas: NO, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>
  2. FID: HC
  3. Opacímetro: PM



## 2. Proyecto Biodina

**Depósitos** de almacenamiento de combustibles



**Equipos** de medición de emisiones

## 2. Proyecto Biodina



**Medidas de emisiones** en los autobuses



## 2. Proyecto Biodina

### RESULTADOS

- **Durabilidad:**

- *materiales:*

Repuestos de **caucho** del motor no han sufrido degradación

**Inyectores** y **bombas de inyección** no han mostrado problemas

- *desgaste:*

**Similar** estado del **aceite lubricante** que con el gasoil

Se mantienen los **periodos de cambio** de aceite

- **Filtros** analizados por **BOSCH**: estado normal

- **Consumos:** +6-7%

- **Incidencias:** ninguna

- Medidas de **emisiones** contaminantes:

- CO: -22%

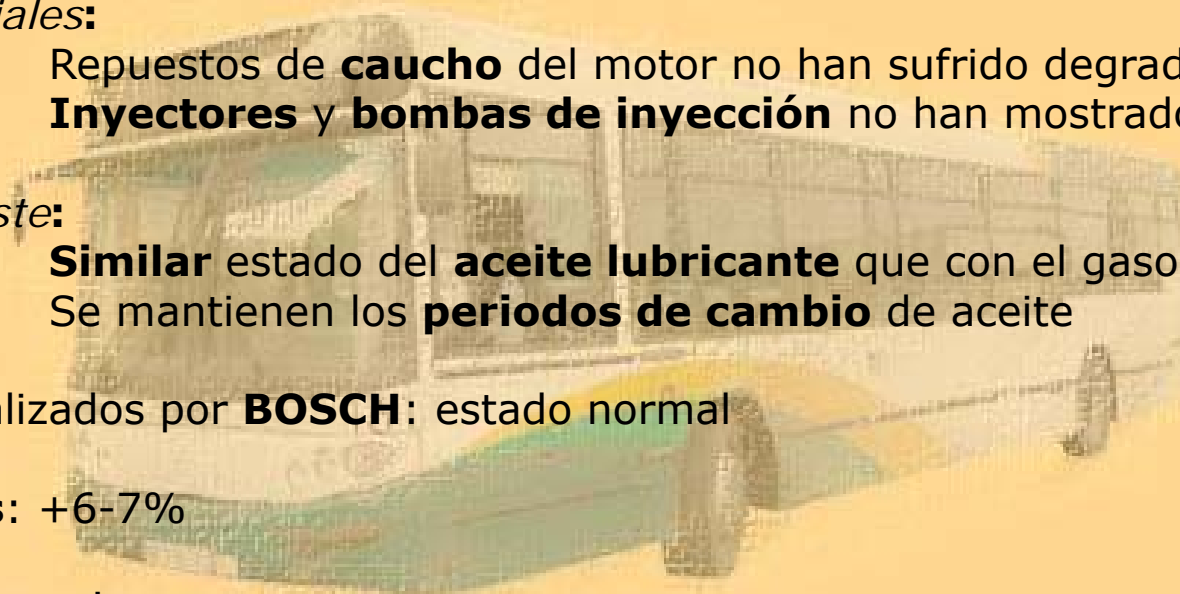
- SO<sub>2</sub> : -99%

- NOX: +5%

- HC: -63%

- PM: -52%

- CO<sub>2</sub>: -90% (Ciclo Neutro Global)





### 3. Acuerdo suministro masivo



Álvaro Miranda,  
Consejero de  
Transportes

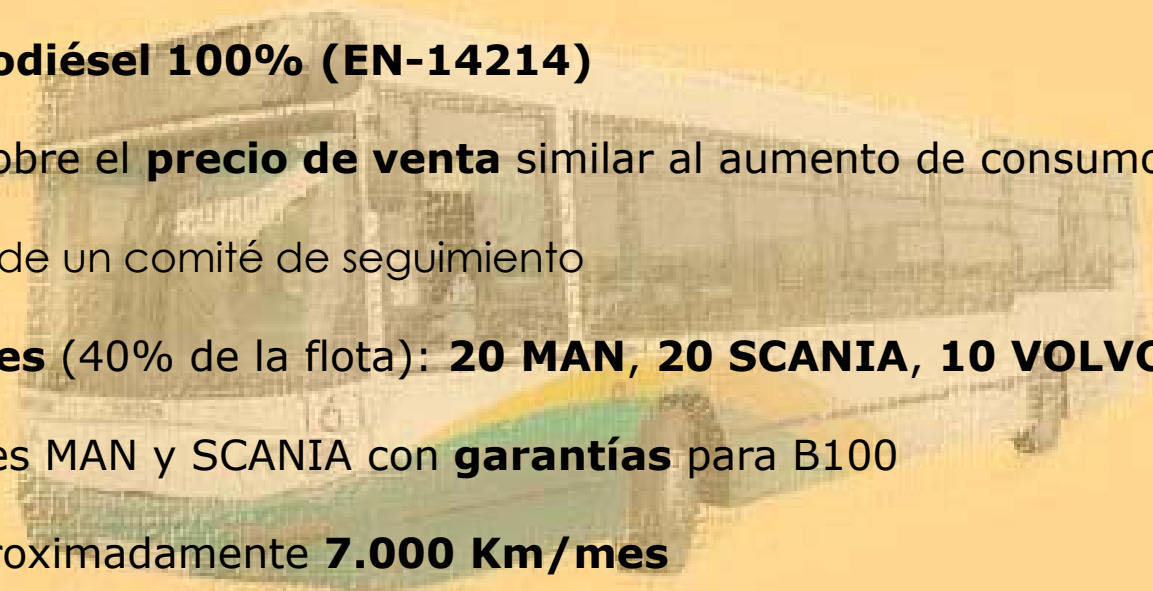
José Andrés Burguete,  
Consejero de Medio  
Ambiente

Luis Ibero,  
Presidente de MCP

Esteban Morrás,  
Director ACCIONA  
Energía

### 3. Acuerdo suministro masivo

- Acuerdo con la empresa concesionaria " La Montañesa S.L.U"
- Inicio suministro: **enero 2007**
- Consumo **Biodiésel 100% (EN-14214)**
- Descuento sobre el **precio de venta** similar al aumento de consumo
- Constitución de un comité de seguimiento
- **50 autobuses** (40% de la flota): **20 MAN, 20 SCANIA, 10 VOLVO**
- Los autobuses MAN y SCANIA con **garantías** para B100
- Recorren aproximadamente **7.000 Km/mes**



### 3. Acuerdo suministro masivo

MODELO AUTOBUS	Nº AUTOBUSES
MAN NG 313 Articulado Castrosua	7
MAN 313 F Articulado Hispano	5
MAN NL 263 F Rígido	5
MAN NH 223 FE Corto	3
SCANIA N94 UA Articulado	20
VOLVO B7L 184cv	7
VOLVO B7L 199cv	3

## 3. Acuerdo suministro masivo

### COMITÉ DE SEGUIMIENTO

#### CONSTITUCION

- Acciona Biocombustibles
- La Montañesa
- Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (en calidad de oyente)

#### DATOS DE PARTIDA

- Muestras de aceite cada 10.000 Km
- Muestras de biodiésel en surtidores de La Montañesa cada semana y cisternas
- Registro de Km's y repostajes de todos los vehículos implicados
- Registro de todas las incidencias aparecidas en los vehículos e instalaciones implicadas



## 4. Seguimiento Explotación

### MUESTRAS DE ACEITE

**Objetivos: Establecer medidas preventivas**

Determinar si el aceite pierde propiedades y es necesario el recambio  
Determinar si el motor puede estar dañándose  
Prevenir cualquier otra avería o fuga

#### ¿Qué se analiza?

**Estado del aceite:** Propiedades generales de su composición

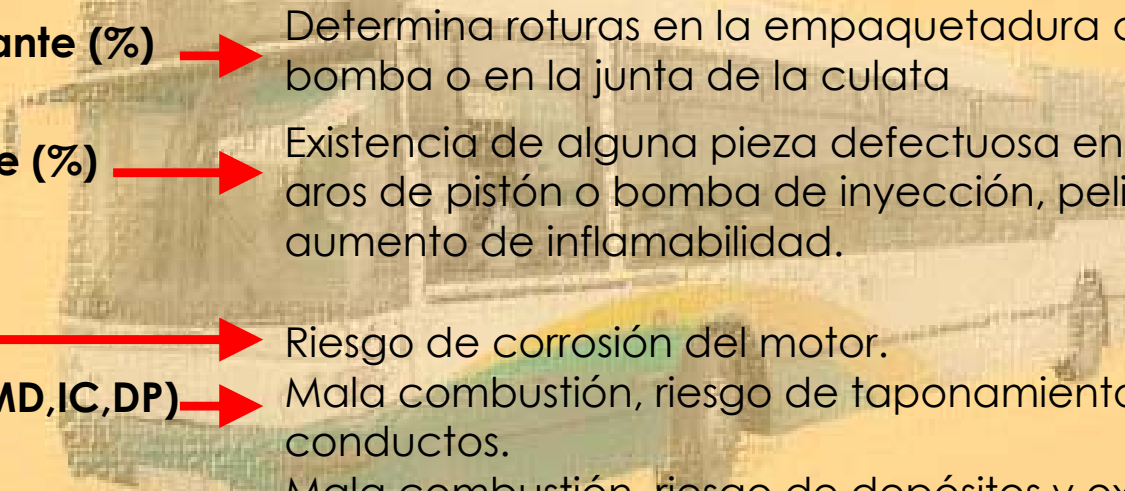
**Aditivos:** Cantidad existente de los aditivos del aceite

**Contaminación:** Cantidad de metales provenientes del motor

## 4. Seguimiento Explotación

### MUESTRAS DE ACEITE

#### Parámetros que determinan el Estado del lubricante (I)

- 
- Anticongelante (%)** → Determina roturas en la empaquetadura de la bomba o en la junta de la culata
  - Combustible (%)** → Existencia de alguna pieza defectuosa en el motor, aros de pistón o bomba de inyección, peligro por aumento de inflamabilidad.
  - Agua (%)** → Riesgo de corrosión del motor.
  - Manchas (MD,IC,DP)** → Mala combustión, riesgo de taponamiento en conductos.
  - Nitración (ABS/cm)** → Mala combustión, riesgo de depósitos y oxidación del aceite
  - Oxidación (ABS/cm)** → Depósitos de lacas, corrosión de partes metálicas y pérdida de viscosidad del aceite.

## 4. Seguimiento Explotación

### MUESTRAS DE ACEITE

#### Parámetros que determinan el Estado del lubricante (II)

**Sulfatación (ABS/cm)**

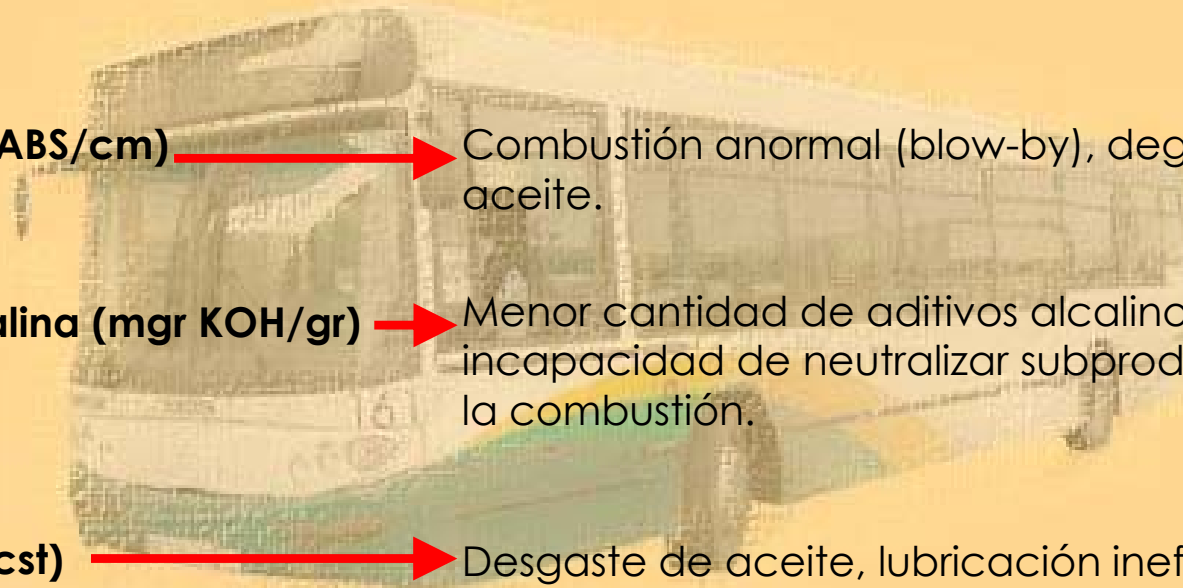
→ Combustión anormal (blow-by), degradación del aceite.

**Reserva Alcalina (mgr KOH/gr)**

→ Menor cantidad de aditivos alcalinos en aceite, incapacidad de neutralizar subproductos dañinos en la combustión.

**Viscosidad (cst)**

→ Desgaste de aceite, lubricación inefectiva.



# 4. Seguimiento Explotación

## MUESTRAS DE ACEITE

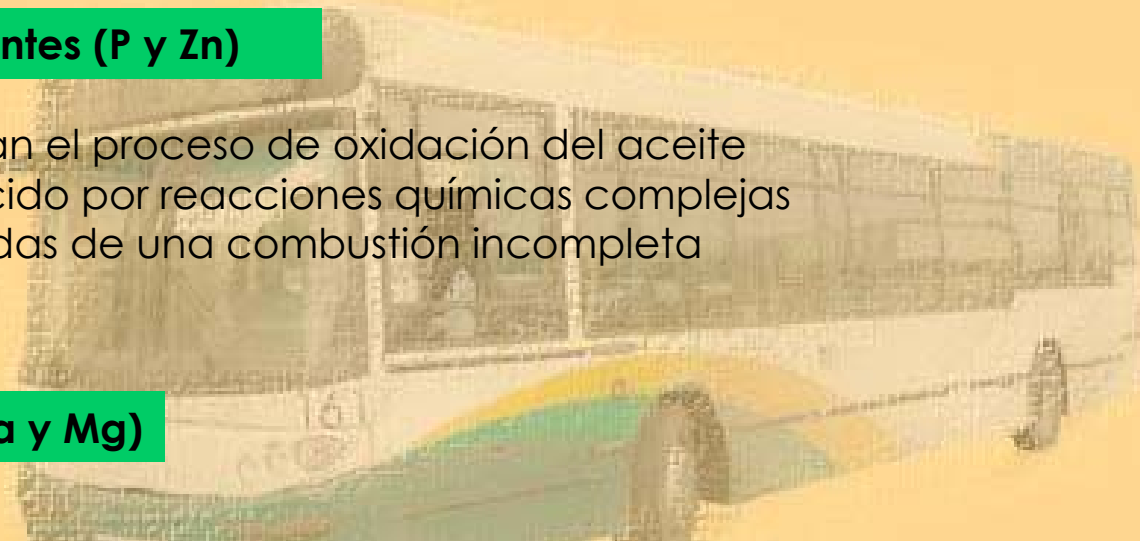
### Aditivos

#### Aditivos antioxidantes (P y Zn)

Atenúan el proceso de oxidación del aceite producido por reacciones químicas complejas derivadas de una combustión incompleta

#### Otros aditivos (Ca y Mg)

Evitan la formación de carbonos y lodos, minimizando el desgaste y evitando la formación de espuma, lo que favorece el arranque en frío.





## 4. Seguimiento Explotación

### MUESTRAS DE ACEITE

#### Contaminación (contenido en metales y Si)

**Aluminio (Al):** Recubrimientos del motor (pistones y cojinetes)

**Cromo (Cr):** Anillos de pistones, cilindros y cojinetes

**Estaño (Sn):** Casquillos de bronce y cojinetes

**Cobre (Cu):** Cojinetes y sistema en enfriamiento del aceite

**Plomo (Pb):** Cojinetes

**Hierro (Fe):** Revestimiento de los cilindro del motor

**Sodio (Na):** Aditivos y condensaciones en el motor

**Potasio (K):** Aditivos y condensaciones en el motor

**Molibdeno (Mo):** Aditivos y condensaciones en el motor

**Niquel (Ni):** Rodamientos, levas y perno del pistón.

**Silicio (Si):** Polvo exterior (filtro de aire)

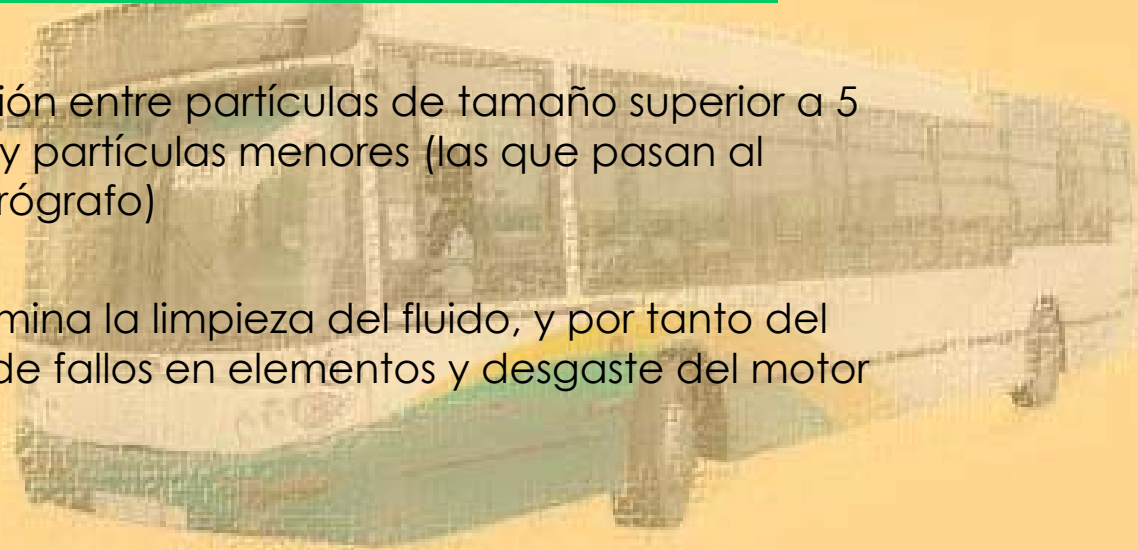
# 4. Seguimiento Explotación

## MUESTRAS DE ACEITE

### Contaminación (partículas)

#### Determinación del PQ index (medida adimensiobal)

- Relación entre partículas de tamaño superior a 5 micras y partículas menores (las que pasan al espectrógrafo)
- Determina la limpieza del fluido, y por tanto del riesgo de fallos en elementos y desgaste del motor



# 4. Seguimiento Explotación

## MUESTRAS DE COMBUSTIBLE

**Objetivo: Control de calidad del producto (Según norma EN-14214)**

### Obtención de muestras:

- En cada **camión cisterna** a la salida de planta de **Biodiésel Caparroso S.L.**
- Semanalmente en el **surtidor** de La Montañesa

### Ensayos realizados:

- Contenido en ester
- Densidad a 15°C
- Viscosidad a 40°C
- Flash Point (°C)
- Contenido en azufre
- Residuo carbonoso
- Contenido en cenizas de sulfatos
- Numero de Cetano
- Contenido en agua
- Contaminación total
- Corrosión en lamina de cobre
- Estabilidad a la oxidación
- Valor ácido (mg KOH/g)
- Índice de Yodo (g I/100g)
- M.E. Linolénico
- M.E. Poliinsaturados
- Contenido en metanol
- Contenido en monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos
- Glicerina libre
- Glicerina total
- Metales grupo I (Na+K)
- Metales grupo II (Ca+Mg)
- Contenido en fósforo
- POFF

# 4. Seguimiento Explotación

## REGISTRO DE Km's y REPOSTAJES

**Objetivo:** Determinación del incremento de consumo respecto al Gasoil

### Datos de partida:

- Históricos de consumos de los mismos vehículos, en años anteriores.
- Repostajes realizados por los vehículos (fecha y cantidad)
- Km contabilizados en cada repostaje

### Análisis realizados:

- Determinación del consumo/km de cada vehículo usando gasoil a partir de los históricos.
- Determinación del consumo/km de cada vehículo usando biodiésel a partir de la información de repostajes
- Determinación de la evolución del consumo/Km

## 4. Seguimiento Explotación

### REGISTRO DE INCIDENCIAS

**Objetivo: Establecer las medidas correctoras necesarias**

- Descripción de incidencias producida.
- Comunicación al comité de seguimiento.
- Aporte documental (fotos, piezas, etc.)
- Análisis causa-efecto por el uso del biodiésel
- Medidas correctivas tomadas
- Valoración económica de la incidencia
- Medidas preventivas a tomar en adelante

# 5. Conclusiones

## RESULTADOS

- **Calidad Biodiésel:**

- Se han mantenido en los parámetros de calidad de la Norma EN 14214
- Se han utilizado aceites de palma y colza en diferentes proporciones en función de las épocas del año (POFF)

	COLZA	GIRASOL	SOJA	PALMA
<b>Estabilidad a la oxidación</b>				
<b>Comportamiento en frío</b>				
<b>Precio / Rendimiento</b>				

# 5. Conclusiones

## RESULTADOS

- **Durabilidad:**

- *materiales:*

- Algunos **cauchos** han presentado menor resistencia
    - **Inyectores** funcionamiento perfecto
    - **Bombas de inyección** funcionamiento perfecto


- *desgaste:*

- **Similar** estado del **aceite lubricante** que con el gasoil
    - Se mantienen los **periodos de cambio** de aceite

- **Filtros** analizados por **CEMITEC**: estado normal

- **Consumos**: similares a los esperados según proyecto Biodina

- **Incidencias**: detectadas piezas de inyector BOSCH que han sufrido fracturas. El análisis realizado por CEMITEC concluyó que las fracturas eran debidas a un defecto en el diseño de las piezas, el B100 no influyó en las fracturas.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN Y  
COLABORACIÓN**