



# Congreso de Gestión de Pavimentos

en redes autonómicas y provinciales

26 y 27 de abril 2017 / Feria de Muestras de Zaragoza

## VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS SECCIONES DE FIRME DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA ARAGONESA

Pilar Mañas Pascual  
Jorge Ortiz Ripoll

GOBIERNO DE ARAGÓN  
IN VIAM

ORGANIZA



PROMUEVE



PATROCINADORES DIAMANTE



PATROCINADORES PLATINO



PATROCINADORES PLATA



PATROCINADOR BRONCE



# ESTRUCTURA DE LA GUÍA

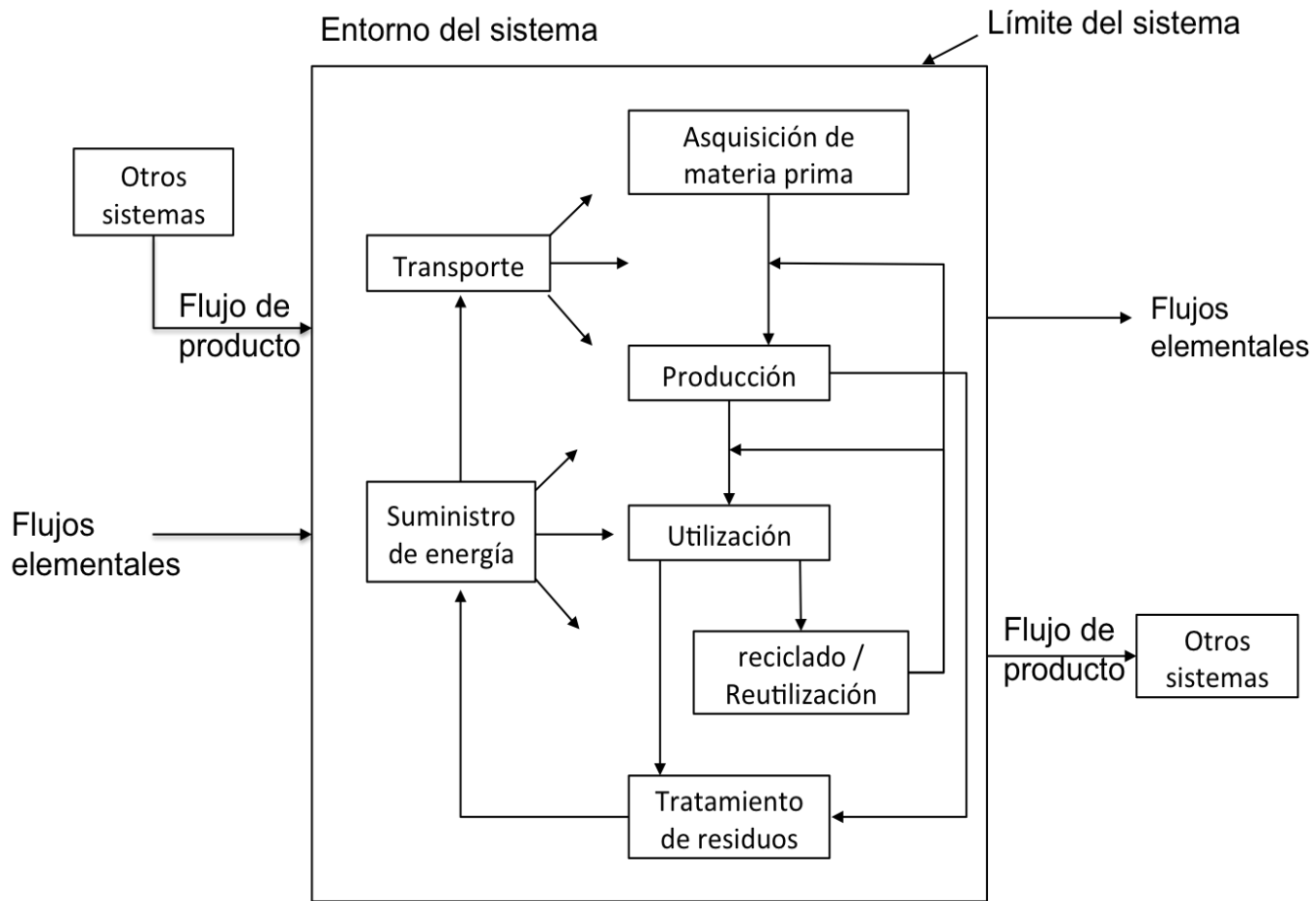
## Textos

PARTE I:	Preámbulo, Conceptos generales, Metodología
PARTE II:	Materiales para firmes
PARTE III:	Explicación de las herramientas de cálculo
Apéndice I:	Inventarios de cargas ambientales. Bases de datos.
Apéndice II:	Tablas

## Herramientas informáticas:

HCF:	Firmes de nueva construcción
HRF:	Rehabilitación estructural o superficial de firmes

# ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA



# LÍMITES Y ALCANCE DE LOS ANÁLISIS

- Las cargas ambientales de la producción de materias primas se toman en cuenta recurriendo a bases de datos o Inventarios de Ciclo de Vida externas, o se han deducido mediante cálculos propios oportunamente justificados.
- Los Análisis son del tipo “de la cuna a la puerta” o hasta la construcción del firme. Se comparan secciones proyectadas para un mismo periodo de proyecto.
- Se prescinde de cualquier contribución debida a la manufactura de instalaciones, maquinaria o vehículos, así como del mantenimiento o sustitución de material de desgaste de instalaciones y maquinaria.

# FLUJOS E/S CONSIDERADOS

## ENTRADAS:

- Materias Primas, secundarias o auxiliares.
- Energía primaria, de cualquier procedencia, incluyendo la energía de pre-combustión.

Como materias primas se incluyen también las eventuales utilizaciones de residuos o subproductos.

## SALIDAS:

- Emisiones de gases CH<sub>4</sub> (metano), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y N<sub>2</sub>O (óxido nitroso).

# FLUJOS ELEMENTALES

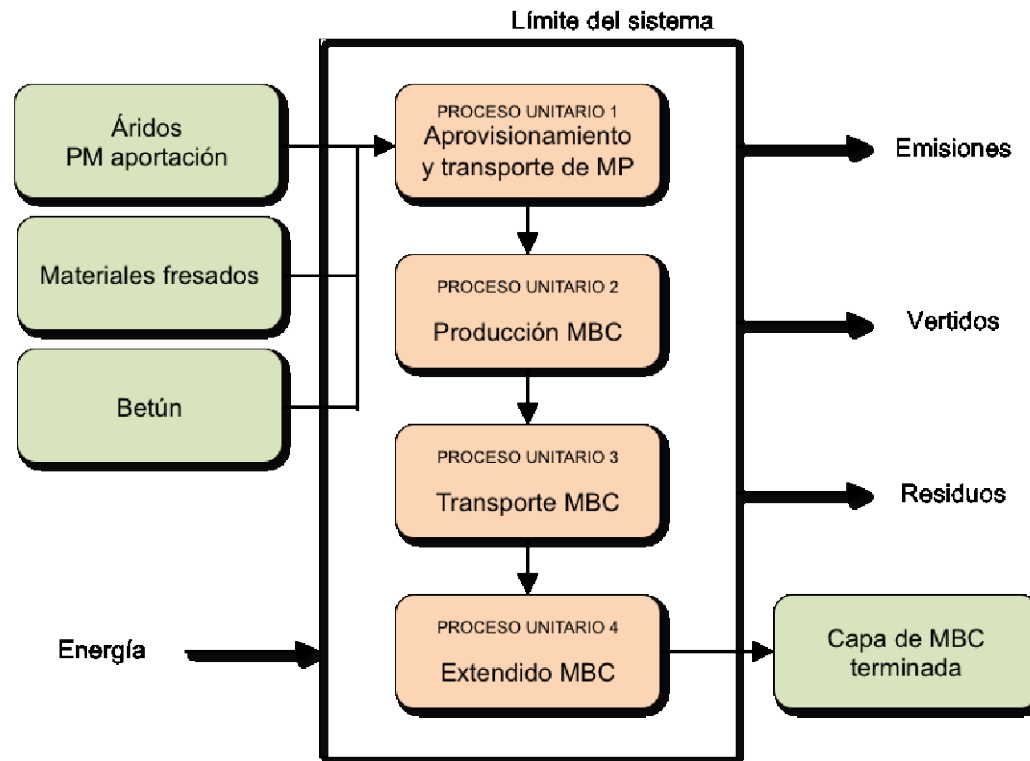
		GASÓLEO	BETÚN	CEMENTO
Suelos y gravas	g/kg	48,380	-	-
Roca caliza	g/kg	-	-	2.056,5
Otros min. industriales	g/kg	-	-	7,21
Lignito	g/kg	-	-	26,715
Hulla	g/kg	-	1,03	48,343
Turba	g/kg	-	-	0,0414
Crudo	g/kg	1.154,2	1.040,90	35,609
Gas natural	g/kg	-	20,10	8,527
Demanda de energía	kWh/kg	13,713	0,730	1,079
Metano (NH <sub>4</sub> )	g/kg	0,3544	0,5960	0,5802
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	kg/kg	3,3751	0,1740	0,8551
Dióxido de Nitrógeno (N <sub>2</sub> O)	g/kg	0,1262	-	0,0222

# UNIDAD FUNCIONAL

Suelos seleccionados	m <sup>3</sup>
Suelos estabilizados	m <sup>3</sup>
Zahorras	m <sup>3</sup>
Suelo cemento	m <sup>3</sup>
Riegos bituminosos	m <sup>2</sup>
Mezclas bituminosas de cualquier tipo	t
Tratamientos con gravilla	m <sup>2</sup>
Microaglomerados en frío	m <sup>2</sup>
Fresado de firmes y pavimentos	m <sup>2</sup> xcm
Reciclados con emulsión o cemento	m <sup>2</sup> xcm
Hormigón magro y pavimentos de hormigón	m <sup>3</sup>

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE CONVENCIONALES

## DIAGRAMA DE FLUJO





# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE CONVENCIONALES

## PROCESO UNITARIO 1: APROVISIONAMIENTO Y TTE DE MP

### HIPÓTESIS DE PARTIDA:

- Composición: áridos, fíller de aportación y RAP <15%
- Fíller de aportación, p.m. calizo (carbonato cálcico)
- Betún en el RAP contiene un 4,0% s/m
- Transporte de MP en vehículos de 25 t, consumo 35 l/100 km
- Proporciones de betún y p.m. de aportación función del tipo de mbc

### VARIABLES A FIJAR POR EL PROYECTISTA

- Tipo de mezcla bituminosa
- Tipo de betún
- Proporción de RAP
- Distancias de transporte de áridos, p.m., RAP y betún.

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

## CONVENCIONALES

### PROCESO UNITARIO 2: PRODUCCIÓN EN CENTRAL

#### HIPÓTESIS DE PARTIDA:

- Humedad de los áridos es una constante,
- Energía eléctrica se toma de la red,
- Fuelóleo combustible principal, gasóleo en la caldera de aceite. t.,
- Temperatura de fabricación y consumo de combustible, dependen sólo del grado del betún utilizado,
- Otros consumos energéticos de la central son fijos.

#### VARIABLES A FIJAR POR EL PROYECTISTA

- Producción media diaria de la central de fabricación

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE CONVENCIONALES

## PROCESOS UNITARIOS 3: TRANSPORTE CENTRAL-OBRA Y 4: PUESTA EN OBRA

### HIPÓTESIS DE PARTIDA:

- Transporte de MB en vehículos de 25 t, consumo 35 l/100 km
- Composición del equipo de puesta en obra.
- Consumo de combustible del equipo de puesta en obra

### VARIABLES A FIJAR POR EL PROYECTISTA

- Distancia de la central a la obra
- Rendimiento medio diario de la puesta en obra

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE CONVENCIONALES

## CUADRO RESUMEN DE CONSUMOS

		PU 1	PU 2	PU 3	PU 4	TOTAL
Áridos machaqueo	kg	$M_{11}$	-	-	-	$M_{11}$
Polvo mineral calizo	kg	$M_{12}$	-	-	-	$M_{12}$
Materiales fresados	kg	$M_{13}$	-	-	-	$M_{13}$
Betún (por tipos)	kg	$M_{14}$	-	-	-	$M_{14}$
Fuelóleo	kg	-	$M_{22}$	-	-	$M_{22}$
Energía eléctrica	kWh	-	$E_{22}$	-	-	$E_{22}$
Gasóleo calderas	l	-	$GC_{22}$	-	-	$GC_{22}$
Gasóleo maquinaria	l	$GM_1$	$GM_2$	$GM_3$	$GM_4$	$GM_T$

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

## CONVENCIONALES

### FLUJOS ELEMENTALES

		PU 1	PU 2	PU 3	PU 4	TOTAL
Suelos y gravas	kg	$S_1$	-	-	-	$S_1$
Roca caliza	kg	$R_1$	-	-	-	$S_1$
Otros m. industriales	kg	$M_1$	-	-	-	$S_1$
Lignito	kg	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_T$
Hulla	kg	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$
Turba	kg	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_T$
Crudo	kg	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_T$
Gas natural	kg	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_T$
Demanda de energía	kWh	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_T$
Metano ( $NH_4$ )	kg	$EM_1$	$EM_2$	$EM_3$	$EM_4$	$EM_T$
Dióxido de carbono	kg	$EM_1$	$EM_2$	$EM_3$	$EM_4$	$EM_T$
Dióxido de Nitrógeno	kg	$EM_1$	$EM_2$	$EM_3$	$EM_4$	$EM_T$

# CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL

1. Consumo de Materias Primas pétreas (MPp)
2. Consumo de Materias Primas no pétreas (MPnp).

$$DMP = \sum_i DMP_i$$

1. Demanda de Energía Acumulada (DEA)

$$DEA = \sum_i DEA_i$$

1. Indicador de Cambio Climático (ICC)

$$ICC = \sum_i GWP_i \cdot m_i \quad GWP_{T,i} = \frac{\int_0^T a_{ic_i}(t) dt}{\int_0^T a_{CO_2} c_{CO_2}(t) dt}$$

1. Residuos utilizados como Materias Primas (RMP)

$$RMP = - \sum_i RMP_i \cdot m_i$$

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO (1)

		PU 1	PU 2	PU 3	PU 4	TOTAL
1. DMPp	kg	$DMPp_1$	$DMPp_2$	$DMPp_3$	$DMPp_4$	$\Sigma DMPp_i$
2. DMPnp	kg	$DMPnp_1$	$DMPnp_2$	$DMPnp_3$	$DMPnp_4$	$\Sigma DMPnp_i$
3. DEA	kWh	$DEA_1$	$DEA_2$	$DEA_3$	$DEA_4$	$\Sigma DEA_i$
4. ICC	kgCO <sub>2</sub> eq.	$ICC_1$	$ICC_2$	$ICC_3$	$ICC_4$	$\Sigma ICC_i$
5. RMP	kg	$RMP_1$	$RMP_2$	$RMP_3$	$RMP_4$	$\Sigma RMP_i$

# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

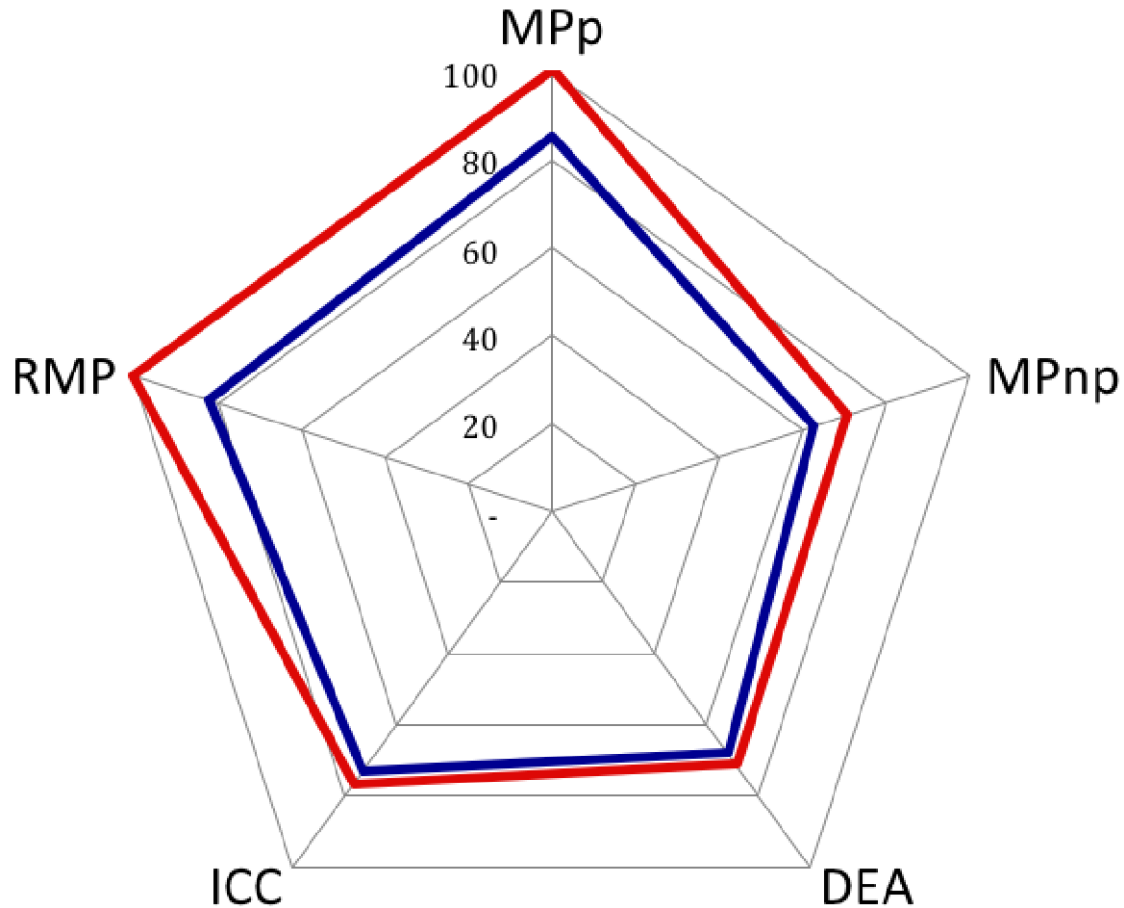
## EVALUACIÓN DEL IMPACTO (2)

		PU 1	PU 2	PU 3	PU 4	TOTAL
1. DMPp	kg	1.663,27	1,61	0,07	0,03	<b>1.664,98</b>
2. DMPnp	kg	56,01	8,22	1,61	0,78	<b>66,62</b>
3. DEA	kWh	75,66	102,71	19,18	9,29	<b>206,83</b>
4. ICC	kgCO <sub>2</sub> eq.	19,02	26,17	4,79	2,32	<b>52,29</b>
5. RMP	kg	-	-	-	-	-



# MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE CONVENCIONALES

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO (3)



14B

# RESUMEN

## ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

