



Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla

# INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS INDUSTRIALES

Ingeniero Químico

Proyecto Fin de Carrera

Autora: M<sup>a</sup> Ángeles Martín Barrantes

Abril, 2007

Tutores:

Luis Salvador Martínez  
Manuel Jara Reyes



Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla

Proyecto Fin de Carrera

# **Integración de Indicadores de Sostenibilidad en la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Industriales**

Ingeniero Químico

Abril, 2007

Autora:  
**M<sup>a</sup> Ángeles Martín Barrantes**

Tutores:  
**Luis Salvador Martínez**  
**Manuel Jara Reyes**

*“Los indicadores son necesarios para poder mejorar ya que lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar.”*

## AGRADECIMIENTOS

---

Mi más sincero agradecimiento principalmente a mi familia, por todo el apoyo y la confianza puesta en mí durante todos estos años. A Paco, por estar siempre a mi lado; a mis amigos y compañeros de la Escuela, por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos y a Luis Salvador y Manuel Jara por su tiempo y dedicación.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	3
2. CONTEXTO TEÓRICO .....	5
2.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .....	5
2.1.1. Conceptos básicos .....	5
2.1.1.1. Factores ambientales .....	5
2.1.1.2. Impacto ambiental.....	5
2.1.1.3. Gestión ambiental .....	7
2.1.1.4. Concepto de prevención .....	9
2.1.2. Definición y objetivos de la EIA.....	10
2.1.2.1. Concepto.....	10
2.1.2.2. Objetivos .....	10
2.1.2.3. Contenido.....	11
2.1.2.4. Metodología y Etapas .....	11
2.1.3. Evolución histórica de la EIA.....	12
2.1.3.1. Contexto internacional .....	12
2.1.3.2. Unión Europea .....	13
2.1.3.3. Ámbito español .....	15
2.1.4. Legislación aplicable a EIA .....	15
2.1.4.1. Comunitaria.....	15
2.1.4.2. Nacional.....	16
2.1.4.3. Autonómica (Andalucía).....	16
2.1.5. Procedimiento administrativo de EIA .....	16
2.1.5.1. Conceptos previos .....	16
2.1.5.2. Procedimiento General .....	18
2.1.6. Etapas de la EIA .....	19
2.1.7. Métodos de evaluación de impactos ambientales .....	24
2.1.7.1. Listas de chequeo.....	24
2.1.7.2. Matrices causa-efecto. Método de Leopold.....	25
2.1.7.3. Método de Batelle-Columbus .....	28
2.1.7.4. Método del mapa de impactos .....	31
2.1.7.5. Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG).....	32
2.1.7.6. Modelos de simulación.....	33

2.1.7.7. Redes .....	33
2.1.7.8. Método Mixto (Leopold/Batelle-Columbus) .....	34
<b>2.2. SOSTENIBILIDAD .....</b>	<b>46</b>
2.2.1. Desarrollo Sostenible .....	46
2.2.2. La sostenibilidad y la empresa.....	47
2.2.2.1. Instrumentos de gestión de la sostenibilidad .....	48
<b>2.3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD .....</b>	<b>49</b>
2.3.1. Definición, objetivo y características.....	49
2.3.2. Clasificación .....	52
2.3.3. Particularizaciones.....	53
2.3.3.1. Agenda 21 local .....	53
2.3.3.1.1. <i>Hechos históricos</i> .....	53
2.3.3.1.2. <i>Qué es la Agenda 21</i> .....	54
2.3.3.1.3. <i>Implantación de la Agenda 21 local</i> .....	55
2.3.3.1.4. <i>Sistema de indicadores</i> .....	59
2.3.3.2. Memorias de sostenibilidad .....	61
<b>3. INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA MATRIZ DE EIA .....</b>	<b>67</b>
<b>3.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>68</b>
3.2.1. Descripción de la metodología .....	68
3.2.2. Empleo de indicadores de sostenibilidad .....	70
3.2.2.1. Analogías entre indicadores de sostenibilidad y factores de caracterización de impacto.....	70
<b>3.3. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y FACTORES AMBIENTALES .....</b>	<b>73</b>
3.3.1. Categorías y factores ambientales del EIA.....	73
3.3.1.1. Categorías, factores y subfactores ambientales .....	74
3.3.2. Categorías, aspectos y factores de la Evaluación de Sostenibilidad (ESOS) .....	79
3.3.2.1. Aspectos y factores de sostenibilidad.....	81
<b>3.4. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS ACCIONES DERIVADAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>91</b>
3.4.1. Fase de construcción .....	91
3.4.2. Fase de explotación .....	93
<b>3.5. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES .....</b>	<b>96</b>

<b>3.6. VALORACIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS .....</b>	<b>99</b>
<b>3.6.1. Valoración de interacciones en la EIA .....</b>	<b>99</b>
<b>3.6.1.1. Interacciones identificadas.....</b>	<b>99</b>
<b>3.6.1.2. Intensidad del impacto.....</b>	<b>100</b>
<b>3.6.1.3. Magnitud del impacto.....</b>	<b>100</b>
<b>3.6.1.3.1. Fase de construcción.....</b>	<b>101</b>
<b>3.6.1.3.2. Fase de explotación .....</b>	<b>110</b>
<b>3.6.1.4. Índice del impacto .....</b>	<b>121</b>
<b>3.6.1.4.1. Funciones de trasformación .....</b>	<b>123</b>
<b>3.6.1.5. Importancia.....</b>	<b>124</b>
<b>3.6.1.6. Impacto .....</b>	<b>125</b>
<b>3.6.2. Valoración de interacciones en la ESOS .....</b>	<b>126</b>
<b>3.6.2.1. Interacciones identificadas.....</b>	<b>126</b>
<b>3.6.2.2. Intensidad del impacto.....</b>	<b>128</b>
<b>3.6.2.3. Magnitud del impacto.....</b>	<b>128</b>
<b>3.6.2.3.1. Fase de construcción.....</b>	<b>129</b>
<b>3.6.2.3.2. Fase de explotación .....</b>	<b>149</b>
<b>3.6.2.4. Índice del impacto .....</b>	<b>172</b>
<b>3.6.2.4.1. Funciones de trasformación .....</b>	<b>172</b>
<b>3.6.2.4.2. Funciones de trasformación asociadas a cada interacción .....</b>	<b>172</b>
<b>3.6.2.5. Importancia.....</b>	<b>173</b>
<b>3.6.2.6. Impacto .....</b>	<b>174</b>
<b>3.6.3. Matriz de valoración de impactos .....</b>	<b>176</b>
<b>3.6.4. Índice de Sostenibilidad .....</b>	<b>179</b>
<b>4. CASO PRÁCTICO .....</b>	<b>181</b>
<b>4.1. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL CASO PRÁCTICO .....</b>	<b>181</b>
<b>4.1.1. Descripción del proyecto.....</b>	<b>181</b>
<b>4.2. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES .....</b>	<b>184</b>
<b>4.3. VALORACIÓN DE LAS INTERACCIONES IDENTIFICADAS.....</b>	<b>187</b>
<b>4.3.1. Evaluación de impacto ambiental.....</b>	<b>187</b>
<b>4.3.1.1. Interacciones identificadas.....</b>	<b>187</b>
<b>4.3.1.2. Intensidad del impacto.....</b>	<b>188</b>
<b>4.3.1.2.1. Fase de construcción.....</b>	<b>188</b>
<b>4.3.1.2.2. Fase de explotación .....</b>	<b>190</b>
<b>4.3.1.3. Magnitud del impacto.....</b>	<b>194</b>
<b>4.3.1.3.1. Fase de construcción.....</b>	<b>195</b>
<b>4.3.1.3.2. Fase de explotación .....</b>	<b>202</b>
<b>4.3.1.4. Índice del impacto .....</b>	<b>209</b>

4.3.1.4.1. <i>Funciones de trasformación asociadas a cada interacción</i> .....	209
4.3.1.4.2. <i>Cálculo del índice de impacto</i> .....	213
4.3.1.5. Importancia.....	214
4.3.2. Evaluación de sostenibilidad.....	218
4.3.2.1. Interacciones identificadas.....	218
4.3.2.2. Intensidad del impacto.....	219
4.3.2.2.1. <i>Fase de construcción</i> .....	220
4.3.2.2.2. <i>Fase de explotación</i> .....	224
4.3.2.3. Magnitud del impacto.....	231
4.3.2.3.1. <i>Fase de construcción</i> .....	231
4.3.2.3.2. <i>Fase de explotación</i> .....	248
4.3.2.4. Índice del impacto .....	272
4.3.2.4.1. <i>Funciones de trasformación asociadas a cada interacción</i> .....	272
4.3.2.4.2. <i>Cálculo del índice de impacto</i> .....	289
4.3.2.5. Importancia del impacto.....	291
4.3.2.6. Impacto .....	292
4.3.2.7. Resultados .....	293
4.3.3. Matriz de valoración de impactos .....	297
4.3.4. Índice de Sostenibilidad .....	301
4.3.5. Conclusiones .....	302
 A. FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	303
 B. FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD .....	311
 BIBLIOGRAFÍA .....	321