



indicadores  
de sostenibilidad  
y medio ambiente:

métodos y escala



**EDITA**

Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

**AUTOR**

Francisco Fernández Latorre

**DIRECCIÓN TÉCNICA**

Andrés Sánchez Hernández

**DISEÑO**

[www.am-dc.com](http://www.am-dc.com)

**IMPRESIÓN**

Egondi Artes Gráficas S.A.

**ISBN**

84-96329-84-4

**DEPÓSITO LEGAL**

SE-4380-06

*Edición impresa en papel reciclado 100%*

## PRESENTACIÓN

### **DESDE 1992, EL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE SE HA CONSOLIDADO COMO UNO**

de los principios que debe desarrollar la acción pública. Los impactos de nuestro modelo de desarrollo, basado en una utilización masiva de combustibles fósiles, la explotación de los recursos renovables por encima de sus tasas de renovación y la generación de residuos como presunto punto final del proceso de producción y consumo han provocado graves problemas ambientales, que suponen un riesgo para la propia especie humana. Cuando se habla de “crisis ecológica” no se hace en términos abstractos o altruistas: lo que cuestiona es nuestra supervivencia en el futuro, al menos en unas condiciones que podamos considerar dignas para todos.

El concepto de desarrollo sostenible se impuso porque resuelve lo que hasta entonces se presentaba como la cuadratura del círculo: implica la conservación del patrimonio natural y el mantenimiento de los servicios ambientales consiguiendo al mismo tiempo tanto incrementar los niveles de progreso social y económico. El imponente crecimiento económico durante el siglo XX, globalizado ya en el siglo XXI, nos ha hecho tocar los límites naturales del planeta en diversos aspectos (desde las pesquerías hasta la capacidad de los ecosistemas como “sumideros”). Sin embargo, pese a décadas de intenso crecimiento económico, no hay un “estado estacionario” en el que permanecer: por el contrario, la economía mundial funciona más como una bicicleta, que necesita seguir moviéndose para mantener el equilibrio. Por otra parte, sólo una parte limitada de la humanidad ha conseguido unos niveles de vida elevados, estando comprometida la mera supervivencia para millones de personas.

El desarrollo sostenible irrumpe pues en un mundo que redescubre sus límites naturales, con una economía cuya esencia es la inestabilidad y con profundas fracturas sociales. Entre las respuestas posibles, caben desde orientaciones maltusianas que terminen llevando a un reajuste severo o, más probablemente, a una lucha por los recursos escasos, hasta tecnocráticas, que confíen a una solución tecnológica el problema ambiental. El desarrollo sostenible es la respuesta que permite alcanzar la sostenibilidad sin traicionar el resto de principios (libertad, igualdad, justicia y solidaridad) que hasta ahora hemos identificado con el progreso.

En todo caso avanzar hacia la sostenibilidad consiguiendo al mismo tiempo mantener nuestra prosperidad con más equidad e integración no es fácil. Que el concepto sea fácilmente comprensible no significa que sea fácilmente realizable. Más aún cuando no hemos determinado aún a qué llamamos sostenibilidad ambiental, desarrollo social o prosperidad económica. Precisamente este es el objeto de esta publicación: hacer una propuesta fundamentada sobre cómo poder concebir y medir el desarrollo sostenible.

A lo largo de esta investigación, se aborda tanto el concepto de desarrollo sostenible como una breve y rigurosa descripción de algunos de los modelos y sistemas de indicadores de desarrollo sostenible existentes. El grueso de la obra se centra no obstante en cuestiones que han recibido escaso desarrollo en la literatura científica, sobre todo escrita en español: la evaluación metodológica que debe pasar un sistema de indicadores de desarrollo sostenible para que efectivamente mida lo que dice medir, a través del desarrollo de un método original, el método INDICGEN, para la generación de indicadores de sostenibilidad. Por último, se presenta una aplicación concreta, y también original, el indicador ISOS, que nos permite tener una panorámica rigurosa y detallada de aspectos fundamentales para caracterizar el desarrollo sostenible en el conjunto del planeta. Rigor y detalle que no están reñidos con una presentación comprensible y manejable, en un claro ejemplo de otra “cuadratura” del círculo, en este caso la de trabajar con sistemas complejos hasta hacer su comprensión sencilla, sin desnaturalizarla en los desgraciadamente habituales procesos de reducción o simplificación de la complejidad.

La contribución a la mejor comprensión del desarrollo sostenible realizada por el doctor Fernández Latorre aquí presentada va a ser sin duda elemento importante para la consolidación de las ciencias ambientales y las políticas para la sostenibilidad en Andalucía.

*Andrés Sánchez Hernández*  
SECRETARIO GENERAL DE SOSTENIBILIDAD

## Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>ESQUEMA METODOLÓGICO</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS CONCEPTUALES Y DEFINICIONES</b>	<b>17</b>
3.1	DESARROLLO SOSTENIBLE	17
3.2	SOSTENIBILIDAD	18
3.2.1	Sostenibilidad débil.	19
3.2.2	Sostenibilidad fuerte.	19
3.3	INDICADORES.	20
3.4	INDICADOR AMBIENTAL	20
3.5	INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD	21
3.6	SISTEMAS DE INDICADORES	21
3.7	ESCALA	22
<b>4</b>	<b>APROXIMACIONES A LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE</b>	<b>23</b>
4.1	INTRODUCCIÓN.	23
4.2	ENFOQUE MEDIOAMBIENTAL	24
4.2.1	Bioindicadores y geoindicadores	24
4.2.2	Índice del planeta vivo.	25
4.2.3	Índice de capital ecológico.	25
4.2.4	Apropiación humana de la producción primaria neta	25
4.2.5	Índice de vulnerabilidad ambiental.	26
4.2.6	Indicadores de desempeño o comportamiento ambiental.	26
4.2.7	Indicadores ambientales para proyectos	28
4.3	ENFOQUE SOCIAL	29
4.3.1	Indicadores de derechos humanos	29
4.3.1.1	Indicador de libertades de Charles Humana	29
4.3.1.2	Índice de libertad humana.	29
4.3.2	Indicadores de calidad institucional	30
4.3.2.1	Índice de percepción de la corrupción	30
4.3.2.2	Índice de calidad burocrática.	30
4.3.3	Indicadores de salud comunitaria.	30

4.4	<b>ENFOQUE ECONÓMICO</b> . . . . .	31
4.4.1	Producto interior bruto . . . . .	31
4.4.2	Índice de precios al consumo. . . . .	31
4.4.3	Índices de libertades económicas. . . . .	32
4.4.4	Índices de competitividad económica . . . . .	32
4.4.5	Índices bursátiles convencionales. . . . .	32
4.5	<b>ENFOQUE SOCIO-AMBIENTAL</b> . . . . .	32
4.5.1	Espacio ambiental . . . . .	32
4.5.2	Huella Ecológica . . . . .	33
4.5.3	Índice de cooperación internacional . . . . .	33
4.5.4	<b>Indicadores de salud ambiental</b> . . . . .	34
4.5.4.1	Indicadores de higiene urbana. . . . .	34
4.5.4.2	Indicadores de riesgo ambiental . . . . .	34
4.5.4.3	Indicadores de riesgos laborales . . . . .	35
4.6	<b>ENFOQUE ECONÓMICO-AMBIENTAL.</b> . . . . .	37
4.6.1	Indicadores de contabilidad ambiental . . . . .	37
4.6.2	Índice de presión de consumo . . . . .	38
4.6.3	Índicadores de análisis de flujos materiales . . . . .	38
4.6.4	Análisis de ciclo de vida . . . . .	39
4.6.5	Indicadores energéticos. . . . .	40
4.6.6	Índice de proceso sostenible . . . . .	40
4.7	<b>ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO</b> . . . . .	41
4.7.1	<b>Indicadores de pobreza</b> . . . . .	41
4.7.1.1	Índice de Gini. . . . .	41
4.7.1.2	Índice de pobreza humana . . . . .	41
4.7.2	Índice de desarrollo humano . . . . .	42
4.7.3	Indicadores de riesgo político. . . . .	43
4.8	<b>ENFOQUE SOCIO-ECONÓMICO-AMBIENTAL.</b> . . . . .	43
4.8.1	<b>Indicadores sintéticos socio-económico-ambientales</b> . . . . .	44
4.8.1.1	Indicadores de calidad de vida . . . . .	44
4.8.1.1.1	Índice de calidad de vida de Pierce County. . . . .	44
4.8.1.1.2	Índice de bienestar social provincial. . . . .	45
4.8.1.2	Índice de desarrollo humano sensible a la contaminación . . . . .	45
4.8.1.3	Capital total per cápita . . . . .	46
4.8.1.4	Ahorro genuino. . . . .	46
4.8.1.5	Pib verde . . . . .	47
4.8.1.6	Índice de bienestar económico sostenible . . . . .	48
4.8.1.7	Barómetro de sostenibilidad. . . . .	48
4.8.1.8	Índice de comportamiento político . . . . .	48
4.8.1.9	Índice de sostenibilidad ambiental . . . . .	49

4.8.1.10	Índice de Sostenibilidad de las naciones de Kees Zoeteman . . . . .	49
4.8.1.11	Indicador de sostenibilidad del Zürcher Kantonalbank . . . . .	49
4.8.1.12	Índice de desarrollo urbano . . . . .	50
4.8.1.13	Indicadores socio-económico-ambientales en la empresa . . . . .	51
4.8.1.13.1	Índice Dow Jones de sostenibilidad . . . . .	51
4.8.1.13.2	Análisis de línea de producto . . . . .	52
4.8.1.14	Indicadores socio-económico-ambientales para proyectos . . . . .	52
<b>4.8.2</b>	<b>Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales . . . . .</b>	<b>52</b>
4.8.2.1	Sistemas internacionales de indicadores socio-económico-ambientales . . . . .	53
4.8.2.2	Sistemas nacionales de indicadores socio-económico-ambientales . . . . .	54
4.8.2.3	Sistemas subnacionales de indicadores socio-económico-ambientales . . . . .	55
4.8.2.4	Sistemas locales de indicadores socio-económico-ambientales . . . . .	61
4.8.2.5	Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales en la empresa . . . . .	64
4.8.2.6	Sistemas de indicadores socio-económico-ambientales para proyectos . . . . .	65
<b>4.9</b>	<b>SUMARIO Y CONCLUSIONES. . . . .</b>	<b>65</b>

---

**5 CUESTIONES PREVIAS Y REQUISITOS IDEALES EN EL DISEÑO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE: MÉTODO INDICGEN 73**

<b>5.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN. LOS PRINCIPIOS DE BELLAGIO. . . . .</b>	<b>73</b>
<b>5.2</b>	<b>CUESTIONES PREVIAS . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Introducción . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>5.2.2</b>	<b>El para qué de los indicadores . . . . .</b>	<b>76</b>
5.2.2.1	Principio 1. Utilidad . . . . .	76
5.2.2.1.1	Subprincipio 1.1. Identificación y caracterización de utilidades. . . . .	76
5.2.2.1.2	Subprincipio 1.2. Guía para la acción. . . . .	77
<b>5.2.3</b>	<b>El para quién de los indicadores. . . . .</b>	<b>78</b>
5.2.3.1	Principio 2. Segmentación de usuarios. . . . .	78
5.2.3.1.2	Subprincipio 2.1. Balance de intereses . . . . .	78
5.2.3.1.3	Subprincipio 2.2. Recepción por los usuarios . . . . .	79
<b>5.2.4</b>	<b>El quién de los indicadores . . . . .</b>	<b>80</b>
5.2.4.1.	Principio 3. Corresponsabilidad . . . . .	80
5.2.4.1.1	Subprincipio 3.1. Participación . . . . .	81
5.2.4.1.2	Subprincipio 3.2. Responsabilidad. . . . .	81
5.2.4.1.3	Subprincipio 3.3. Inspección . . . . .	82
<b>5.2.5</b>	<b>El qué de los indicadores. . . . .</b>	<b>82</b>
5.2.5.1	Principio 4. Extensión . . . . .	82
5.2.5.1.1	Subprincipio 4.1. Definición. . . . .	83
5.2.5.1.2	Subprincipio 4.2. Proporción . . . . .	84
5.2.5.1.3	Subprincipio 4.3. Asignación . . . . .	84
5.2.5.1.4	Subprincipio 4.4. Control . . . . .	84
<b>5.2.6</b>	<b>El dónde de los indicadores . . . . .</b>	<b>84</b>
5.2.6.1	Principio 5. Escalabilidad espacial. . . . .	84
5.2.6.1.1	Subprincipio 5.1. Adecuación de límites espaciales . . . . .	85
5.2.6.1.2	Subprincipio 5.2. Análisis espacial . . . . .	85
5.2.6.1.3	Subprincipio 5.3. Especificidad espacial. . . . .	85
<b>5.2.7</b>	<b>El cuándo de los indicadores . . . . .</b>	<b>85</b>

5.2.7.1	Principio 6. Escalabilidad temporal . . . . .	85
5.2.7.1.1	Subprincipio 6.1. Adecuación de límites temporales . . . . .	86
5.2.7.1.2	Subprincipio 6.2. Prevención . . . . .	86
5.2.7.1.3	Subprincipio 6.3. Planificación . . . . .	87
<b>5.2.8</b>	<b>El por qué de los indicadores . . . . .</b>	<b>88</b>
5.2.8.1	Principio 7. Causalidad . . . . .	88
5.2.8.1.1	Subprincipio 7.1. Justificación . . . . .	88
5.2.8.1.2	Subprincipio 7.2. Modelización . . . . .	88
<b>5.2.9</b>	<b>El cómo de los indicadores . . . . .</b>	<b>89</b>
5.2.9.1	Principio 8. Procedimentación . . . . .	89
5.2.9.1.1	Subprincipio 8.1. Estado del arte . . . . .	89
5.2.9.1.2	Subprincipio 8.2. Operatividad . . . . .	89
5.2.9.1.3	Subprincipio 8.3. Representatividad . . . . .	90
5.2.9.1.4	Subprincipio 8.4. Contrastación . . . . .	90
5.2.9.1.5	Subprincipio 8.5. Crítica . . . . .	91
5.2.9.1.6	Subprincipio 8.6. Combinación . . . . .	91
5.2.9.1.7	Subprincipio 8.7. Validación . . . . .	92
<b>5.3</b>	<b>CONCLUSIONES . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>6</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>6.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>6.2</b>	<b>ESTADO EN RELACIÓN CON EL MÉTODO INDICGEN . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Estado respecto al principio de utilidad . . . . .</b>	<b>95</b>
6.2.1.1.1	Subprincipio 1.1. Identificación y caracterización de utilidades . . . . .	95
6.2.1.1.2	Subprincipio 1.2. Guía para la acción . . . . .	95
<b>6.2.2</b>	<b>Estado respecto al principio de segmentación de usuarios . . . . .</b>	<b>101</b>
6.2.2.1	Subprincipio 2.1. Balance de intereses . . . . .	101
6.2.2.2	Subprincipio 2.2. Recepción por los usuarios . . . . .	102
<b>6.2.3</b>	<b>Estado respecto al principio de corresponsabilidad . . . . .</b>	<b>102</b>
6.2.3.1	Subprincipio 3.1. Participación . . . . .	102
6.2.3.2	Subprincipio 3.2. Responsabilidad . . . . .	103
6.2.3.3	Subprincipio 3.3. Inspección . . . . .	103
<b>6.2.4</b>	<b>Estado respecto al principio de extensión . . . . .</b>	<b>104</b>
6.2.4.1	Subprincipio 4.1. Definición . . . . .	104
6.2.4.2	Subprincipio 4.2. Proporción . . . . .	105
6.2.4.3	Subprincipio 4.3. Asignación . . . . .	105
6.2.4.4	Subprincipio 4.4. Control . . . . .	106
<b>6.2.5</b>	<b>Estado respecto al principio de escalabilidad espacial . . . . .</b>	<b>106</b>
6.2.5.1	Subprincipio 5.1. Adecuación de límites espaciales . . . . .	106
6.2.5.2	Subprincipio 5.2. Análisis espacial . . . . .	106
6.2.5.3	Subprincipio 5.3. Especificidad espacial . . . . .	107
<b>6.2.6</b>	<b>Estado respecto al principio de escalabilidad temporal . . . . .</b>	<b>107</b>
6.2.6.1	Subprincipio 6.1. Adecuación de límites temporales . . . . .	107
6.2.6.2	Subprincipio 6.2. Prevención . . . . .	107
6.2.6.3	Subprincipio 6.3. Planificación . . . . .	109



<b>6.2.7</b>	<b>Estado respecto al principio de causalidad</b> . . . . .	109
6.2.7.1	Subprincipio 7.1. Justificación . . . . .	109
6.2.7.2	Subprincipio 7.2. Modelización . . . . .	109
<b>6.2.8</b>	<b>Estado respecto al principio de procedimentación</b> . . . . .	112
6.2.8.1	Subprincipio 8.2. Operatividad. . . . .	113
6.2.8.2	Subprincipio 8.3. Representatividad. . . . .	114
6.2.8.3	Subprincipio 8.4. Contrastación. . . . .	114
6.2.8.4	Subprincipio 8.5. Crítica . . . . .	114
6.2.8.5	Subprincipio 8.6. Combinación . . . . .	115
6.2.8.6	Subprincipio 8.7. Validación . . . . .	115
<b>6.3</b>	<b>CONCLUSIONES</b> . . . . .	116
<b>7</b>	<b>EL INDICADOR ISOS</b> . . . . .	119
<hr/>		
<b>7.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b> . . . . .	119
<b>7.2</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> . . . . .	119
<b>7.3</b>	<b>RESULTADOS</b> . . . . .	124
<b>7.3.1</b>	<b>El para qué de ISOS</b> . . . . .	124
7.3.1.1	Principio 1. Utilidad . . . . .	124
7.3.1.1.1	Subprincipio 1.1. Identificación y caracterización de utilidades. . . . .	124
7.3.1.1.2	Subprincipio 1.2. Guía para la acción. . . . .	125
<b>7.3.2</b>	<b>El para quién de ISOS</b> . . . . .	126
7.3.2.1	Principio 2. Segmentación de usuarios. . . . .	126
7.3.2.1.1	Subprincipio 2.1. Balance de intereses . . . . .	126
7.3.2.1.2	Subprincipio 2.2. Recepción por los usuarios. . . . .	127
<b>7.3.3</b>	<b>El quién de ISOS.</b> . . . . .	128
7.3.3.1	Principio 3. Corresponsabilidad . . . . .	128
7.3.3.1.1	Subprincipio 3.1. Participación . . . . .	128
7.3.3.1.2	Subprincipio 3.2. Responsabilidad. . . . .	128
7.3.3.1.3	Subprincipio 3.3. Inspección . . . . .	128
<b>7.3.4</b>	<b>El qué de ISOS</b> . . . . .	129
7.3.4.1	Principio 4. Extensión . . . . .	129
7.3.4.1.1	Subprincipio 4.1. Definición. . . . .	129
7.3.4.1.2	Subprincipio 4.2. Proporción . . . . .	130
7.3.4.1.3	Subprincipio 4.3. Asignación . . . . .	130
7.3.4.1.4	Subprincipio 4.4. Control . . . . .	130
<b>7.3.5</b>	<b>El dónde de ISOS</b> . . . . .	130
7.3.5.1	Principio 5. Escalabilidad espacial. . . . .	130
7.3.5.1.1	Subprincipio 5.1. Adecuación de límites espaciales . . . . .	130
7.3.5.1.2	Subprincipio 5.2. Análisis espacial . . . . .	132
7.3.5.1.3	Subprincipio 5.3. Especificidad espacial. . . . .	132
<b>7.3.6</b>	<b>El cuándo de ISOS</b> . . . . .	132
7.3.6.1	Principio 6. Escalabilidad temporal . . . . .	132
7.3.6.1.1	Subprincipio 6.1. Adecuación de límites temporales . . . . .	132
7.3.6.1.2	Subprincipio 6.2. Prevención. . . . .	133
7.3.6.1.3	Subprincipio 6.3. Planificación. . . . .	134

<b>7.3.7</b>	<b>El por qué de ISOS</b> . . . . .	134
7.3.7.1	Principio 7. Causalidad . . . . .	134
7.3.7.1.1	Subprincipio 7.1. Justificación . . . . .	134
7.3.7.1.2	Subprincipio 7.2. Modelización . . . . .	145
<b>7.3.8</b>	<b>El cómo de ISOS</b> . . . . .	155
7.3.8.1	Principio 8. Procedimentación . . . . .	155
7.3.8.1.1	Subprincipio 8.1. Estado del arte. . . . .	155
7.3.8.1.2	Subprincipio 8.2. Operatividad. . . . .	155
7.3.8.1.3	Subprincipio 8.3. Representatividad. . . . .	155
7.3.8.1.4	Subprincipio 8.4. Contrastación. . . . .	156
7.3.8.1.5	Subprincipio 8.5. Crítica . . . . .	158
7.3.8.1.6	Subprincipio 8.6. Combinación . . . . .	158
7.3.8.1.7	Subprincipio 8.7. Validación . . . . .	158
<b>7.3.9</b>	<b>Matrices de resultados de ISOS</b> . . . . .	159
<b>7.3.10</b>	<b>ISOS y latitud</b> . . . . .	160
7.3.10.1	Visión general de ISOS y latitud. . . . .	161
7.3.10.2	Componentes de ISOS social y latitud . . . . .	161
7.3.10.3	Componentes de ISOS económico y latitud . . . . .	161
7.3.10.4	Componentes de ISOS ambiental y latitud . . . . .	161
<b>7.3.11</b>	<b>ISOS y PIB</b> . . . . .	167
7.3.11.1	Visión general de ISOS y PIB . . . . .	168
7.3.11.2	Componentes de ISOS social y PIB . . . . .	168
7.3.11.3	Componentes de ISOS económico y PIB. . . . .	168
7.3.11.4	Componentes de ISOS ambiental y PIB . . . . .	170
<b>7.4</b>	<b>DISCUSIÓN</b> . . . . .	173
<b>7.4.1</b>	<b>Matrices de resultados de ISOS</b> . . . . .	173
7.4.1.1	ISOS social . . . . .	173
7.4.1.2	ISOS económico. . . . .	175
7.4.1.3	ISOS ambiental . . . . .	176
7.4.1.4	ISOS global . . . . .	180
<b>7.4.2</b>	<b>ISOS y latitud</b> . . . . .	182
<b>7.4.3</b>	<b>ISOS y PIB</b> . . . . .	187
<b>7.4.4</b>	<b>Regiones y áreas de isosostenibilidad</b> . . . . .	192
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES FINALES</b> . . . . .	203
	<b>Bibliografía</b> . . . . .	213
	<b>Anexos</b> . . . . .	238