



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.  
Vol 12. N° 34  
Junio 2019  
[www.eumed.net/rev/delos/34/index.html](http://www.eumed.net/rev/delos/34/index.html)

## **PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD DEL DESARROLLO EN LOS TERRITORIOS CUBANOS. APLICACIÓN EN LA PROVINCIA DE VILLA CLARA**

**Alexis Fajardo Moya**<sup>1</sup>  
[afajardo@uclv.cu](mailto:afajardo@uclv.cu)

**Carlos Pérez Risquet**<sup>2</sup>  
[cperez@uclv.edu.cu](mailto:cperez@uclv.edu.cu)

**Cuba**

### **CONTENIDO**

Resumen .....	2
Abstract .....	2
1. Introducción.....	3
2. Métodos y materiales .....	3
2.1 Normalización .....	4
2.2 Ponderación.....	5
2.3 Agregación.....	5
2.4 Procedimiento para evaluación del desarrollo sostenible territorial .....	6
2.5 Marco ordenador temático para el cálculo del IDST .....	7
3. Resultados y discusión .....	8
3.1 Dimensión Ambiental .....	11
3.2 Dimensión Económica .....	12
3.3 Dimensión Social .....	13
4. Conclusiones.....	14
5. Referencias bibliográficas .....	14

---

<sup>1</sup> Licenciado en Ciencia de la Computación. Estudiante de Postgrado de la Maestría en Ciencia de la Computación. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias. Profesor Titular del Departamento de Computación. Facultad de Matemática, Física y Computación. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.

## **RESUMEN**

La preocupación por el desarrollo sostenible desde un punto de vista académico e investigativo es todavía reciente. La sostenibilidad del desarrollo de las actividades humanas es una prioridad que atrae esfuerzos de especialistas e investigadores de diversas disciplinas. Su medición a través de un índice permite analizar de forma resumida la información contenida en varios indicadores que impactan en el desarrollo sostenible. Los índices de sostenibilidad compuestos constituyen una herramienta de apoyo al proceso de evaluación de políticas, estrategias y planes de los gobiernos provinciales para alcanzar los niveles de desarrollo sostenible deseado. En este trabajo se presenta un procedimiento para la evaluación del desarrollo sostenible de las provincias cubanas mediante la construcción del Índice de Desarrollo Sostenible Territorial, y se realiza la evaluación de la provincia de Villa Clara en diez años, desde 2008 hasta 2017. Para ello se emplean los datos captados de fuentes estadísticas oficiales de treinta indicadores. Los resultados y el análisis de los índices calculados también son expuestos.

Palabras claves: evaluación del desarrollo sostenible, índice de sostenibilidad compuesto, toma de decisiones.

## ***PROCEDURE TO EVALUATE THE SUSTAINABILITY OF DEVELOPMENT IN THE CUBAN TERRITORIES. APPLICATION IN THE PROVINCE OF VILLA CLARA***

## **ABSTRACT**

The concern for sustainable development from an academic and research point of view is still recent. The sustainability of the development of human activities is a priority that attracts the efforts of specialists and researchers from various disciplines. Its measurement through an index allows a summary analysis of the information contained in several indicators that impact on sustainable development. The composite sustainability indexes are a tool to support the process of evaluating the policies, strategies and plans of the provincial governments to achieve the desired levels of sustainable development. This paper presents a procedure for the construction of the Territorial Sustainable Development Index, and the evaluation of the province of Villa Clara in ten years, from 2008 to 2017. For this, the data collected from official statistical sources of thirty indicators are used. The results and the analysis of the calculated indices are also exposed.

**Keywords:** evaluation of sustainable development, composite sustainability index, decision making.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La problemática medioambiental se ha convertido, desde de la década de los 70 del pasado siglo, en una de las principales preocupaciones de políticos, ambientalistas, ecologistas, organizaciones no gubernamentales e instituciones científicas. La sostenibilidad medioambiental es una prioridad que atrae los esfuerzos conjuntos de investigadores de diversas disciplinas, incluyendo las ciencias naturales, la ingeniería y las humanidades (McMichael, Butler, & Folke, 2003).

En los últimos cincuenta años, el pensamiento y la acción ambiental cubana han crecido y se han perfeccionado paralelamente al proyecto de elevar el nivel y la calidad de vida del pueblo cubano. Varios hitos evidencian este interés, con la promulgación de leyes, decretos leyes, resoluciones y la creación de instituciones ambientales y científicas dedicadas a la actividad ambiental (ONEI, 2009).

La medición agregada del desarrollo sostenible, que usualmente se presenta en la forma de un índice de sostenibilidad (IS), ha evolucionado como un objetivo en el análisis de sistemas ambientales y de sostenibilidad. El índice ofrece información resumida a los decisores para monitorear rendimiento, evaluar el progreso de políticas, comparar resultados de análisis y como apoyo a la toma de decisiones (Esty, Levy, Srebotnjak, & De Sherbinin, 2005; Zhou, Ang, & Poh, 2006).

En Cuba se han realizado varias investigaciones cuyos resultados fundamentales han sido la construcción de índices agregados para la medición de determinado componente social, ambiental, de rendimiento o de sostenibilidad. Ejemplos de estos trabajos son los conducidos por Albert et al. (2013) en la evaluación de la sostenibilidad de la actividad turística, Medel González (2012) en la evaluación del desempeño ambiental de entidades empresariales, Méndez Delgado y Lloret Feijóo (2012) en determinar el índice de desarrollo humano territorial, y Vega Calcines (2014) con su propuesta de índice para la evaluación del desarrollo sostenible en las provincias cubanas.

Este trabajo tiene el objetivo de presentar un procedimiento para la evaluación del desarrollo sostenible territorial a través de la construcción del IDST, y mostrar los resultados de su aplicación en la evaluación del desarrollo sostenible de la provincia de Villa Clara en diez años. El resto de este trabajo está organizado de la siguiente forma. En la Sección 0 se abordan los componentes teóricos que sustentan el cálculo del IDST. En la Sección 0 se presentan los resultados de la evaluación del desarrollo sostenible de la provincia Villa Clara en la década 2008-2017. La Sección 0 concluye este trabajo.

## **2. MÉTODOS Y MATERIALES**

La construcción de un IS es un proceso dinámico y multinivel como se muestra en la Figura 1. En el nivel teórico, expertos de las ramas medioambiental, económica y social están usualmente involucrados en el propósito de desagregar el sistema objeto de estudio en varios subtemas y en la selección de los indicadores ambientales más representativos.



**Figura 1. Proceso de construcción del IS.** Fuente: elaboración propia basada en Zhou et al. (2006).

En el nivel operacional, investigadores afines a las ramas de las matemáticas, la computación y el procesamiento de la información, intervienen con el propósito de recolectar y procesar la información, y proponer métodos efectivos para la normalización, ponderación y agregación de los indicadores seleccionados con el fin de obtener el IS (Gan et al., 2017; Zhou et al., 2006). En el nivel objetivo los decisores emplean el IS para controlar y establecer nuevas políticas, tomar decisiones y hacer comparaciones de los sistemas en el tiempo.

El nivel operacional se puede desglosar teniendo en consideración la transformación a la que se someten los datos de los indicadores. Las actividades fundamentales de este nivel son la normalización, la ponderación y la agregación, las cuales se abordan a continuación.

## 2.1 Normalización

Supóngase la existencia de  $m$  sistemas ambientales comparables  $S_i (i = 1, 2, \dots, m)$ , cuyos IS serán calculados basados en  $n$  variables ambientales  $V_j (j = 1, 2, \dots, n)$ . La matriz  $X = (x_{ij})_{m \times n}$  denota la matriz ambiental original, donde  $x_{ij}$  es el valor del sistema  $S_i$  correspondiente a la variable ambiental  $V_j$  obtenido en un instante de tiempo y una localización geográfica determinada. Asíumase además que  $w_j$  es el peso asignado a la variable ambiental  $V_j$ . En la toma de decisiones basada en múltiples atributos  $S_i$ ,  $V_j$  y  $X$  son frecuentemente denominados como "alternativa", "atributo" y "matriz de decisión o matriz de impacto", respectivamente. Como las variables que componen  $V_j$  usualmente poseen diferentes unidades de medida, primeramente se aplica un procedimiento de normalización a  $X$  antes de la agregación (Chang & Yeh, 2001; Zeleny, 1982). Posterior a la normalización, las variables resultantes, es decir  $r_{ij}$ , se tornan adimensionales y satisfacen "a mayor valor, mejor". Cuando las variables ambientales son positivas, los valores de  $r_{ij}$  estarán comprendidos en el rango  $(0, 1]$ .

El procedimiento de normalización lineal es uno de los métodos más empleado en la construcción del IS (Medel González, 2012; Vega Calcines, 2014; Zhou et al., 2006), formulado según la Ecuación (1).

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i \{x_{ij}\}} & \text{si } V_j \text{ satisface "a mayor valor mejor"} \\ \frac{\min_i \{x_{ij}\}}{x_{ij}} & \text{si } V_j \text{ satisface "a menor valor mejor"} \\ \frac{\min\{x_{ij}, x_j^0\}}{\max\{x_{ij}, x_j^0\}} & \text{si } x_j^0 \text{ es el valor ideal con respecto a } V_j \end{cases} \quad (1)$$

Su amplio uso está fundamentado en dos razones principales. Primero, en que la transformación realizada puede hacer que el IS obtenido a partir del método de la media aritmética sea útil si las variables ambientales son medibles en una escala de relación, lo que ocurre en la mayoría de los casos (Ebert & Welsch, 2004), y segundo en que los valores resultantes son interpretables adecuadamente (Zhou et al., 2006).

## 2.2 Ponderación

La ponderación es una actividad fundamental en la construcción de cualquier índice. Su objetivo fundamental es establecer el nivel de importancia o preferencia de los indicadores con respecto al objetivo que se desea medir. Existen diversos métodos de ponderación empleados en la construcción del IS y su selección influye significativamente en el grado de sostenibilidad que se desea medir (Gan et al., 2017).

El proceso de jerarquías analíticas (AHP por sus siglas en inglés) es una técnica estructurada para la toma de decisiones basada en múltiples criterios, basada en la comparación por pares de las alternativas. El primer paso es transformar un problema complejo en una estructura jerárquica con un objetivo general (ejemplo, alcanzar la sostenibilidad), un conjunto de criterios que tributan a ese objetivo (ejemplo, las dimensiones de la sostenibilidad) y un número de atributos (ejemplo, los indicadores). El segundo paso requiere la comparación por pares de cada clúster pertinente al mismo nivel en la jerarquía. La comparación se ejecuta por expertos, quienes responden dos preguntas: primero ¿cuál de estos dos elementos es más importante?, y segundo ¿por cuánto? Una escala fundamental se emplea para realizar las comparaciones, que consisten en juicios verbales en los rangos desde la igualdad de importancia hasta el valor extremo de mayor/menor importancia, en la escala numérica de 1 a 9 (Saaty, 1980, 2008). Este método ha sido ampliamente empleado en la ponderación de indicadores para la construcción del IS (Medel González, 2012; Vega Calcines, 2014).

## 2.3 Agregación

Existen varios métodos de agregación empleados en la construcción de un IS (Esty et al., 2005; Kang, 2002; Munda, 2005; Ott, 1978). Entre los más populares se encuentran la suma ponderada y el producto ponderado.

El método de la suma ponderada (SP), es uno de los métodos más comúnmente usados para la construcción del IS (Esty et al., 2005; Gan et al., 2017; Kang, 2002). Este método se formula según la Ecuación (2), donde  $I_i$  es el IS del sistema  $S_i$ .

$$I_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Una suposición que se implica a partir del uso del método SP es que las variables ambientales son preferentemente independientes, lo cual se torna difícil de satisfacer. Otro problema con el método SP es que los pesos de las variables tendrán el significado de proporción de compensación, lo que resulta inconsistente con su significado de coeficientes de importancia (Munda & Nardo, 2003).

El método del producto ponderado (PP), formulado mediante la Ecuación (3), es un método con el que el sistema con pobre rendimiento en algunos atributos recibe una mayor penalización (Chang & Yeh, 2001; Yoon & Hwang, 1995).

$$I_i = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Varios estudios han demostrado que el método PP posee mejores propiedades que el método SP para la construcción del IS (Ebert & Welsch, 2004; Zhou et al., 2006).

## 2.4 Procedimiento para evaluación del desarrollo sostenible territorial

Un procedimiento consiste en una secuencia de pasos lógicos para ejecutar determinada tarea. Por lo general se estructura en fases y subprocesos con un orden preestablecido. Siguiendo a El Gibari, Gómez, & Ruiz (2019), y apoyados en los procesos expuesto por Gan et al. (2017) y Zhou et al. (2006), se proponen las siguientes fases para la evaluación del desarrollo sostenible territorial.

- **Fase I Estructurar el sistema de indicadores:**

Esta fase tiene el objetivo de establecer la estructura que tributará a la construcción del índice de sostenibilidad compuesto, en este caso el IDST. Se compone de los subprocesos de selección de los indicadores que conformarán el sistema, la estructuración del marco ordenador temático estableciendo las relaciones entre las dimensiones, áreas claves y los indicadores.

- **Fase II Ponderación de los elementos del marco ordenador temático:**

En esa fase, empleado el método de decisión multicriterio AHP, se obtienen los pesos o nivel de importancia de los indicadores, las áreas claves y las dimensiones de la sostenibilidad que conforman el marco ordenador temático.

- **Fase III Construcción del IDST:**

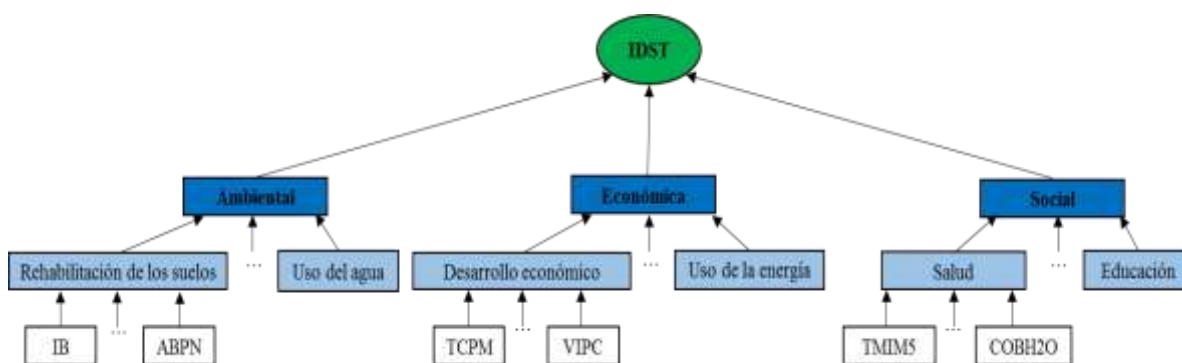
En esta fase se aplica el procedimiento para el cálculo del IDST, que consiste en la normalización de los valores de los indicadores, la agregación ponderada de los valores normalizados de los indicadores para obtener los índices intermedios de las áreas claves, las dimensiones y finalmente el IDST.

- **Fase IV Presentación y análisis de los resultados:**

En esta fase se visualizan en gráficos y tablas el IDST calculado y los índices intermedios de las áreas claves y las dimensiones, como herramientas de apoyo al análisis general y a la toma de decisiones.

## 2.5 Marco ordenador temático para el cálculo del IDST

Un marco ordenador temático consiste en una jerarquía organizativa que establece el orden de relación entre los elementos que lo componen. En la Figura 2 se muestra de forma resumida la estructura general del marco ordenador temático empleado para la construcción del IDST.



**Figura 2. Marco ordenador temático para la construcción del IDST.** Fuente: elaboración propia.

En el primer nivel, en color verde, se encuentra el IDST, como medida objetiva a alcanzar; en el segundo nivel, en color azul oscuro, se encuentran las tres dimensiones fundamentales del desarrollo sostenible (Achkar et al., 2005), denominadas la dimensión Ambiental, la dimensión Económica y la dimensión Social; en el tercer nivel, en color azul claro, se encuentran las áreas claves que conforman cada dimensión del desarrollo sostenible, cuyo objetivo fundamental es agrupar los indicadores de acuerdo a su temática de impacto para poder realizar análisis intermedios en el proceso de toma de decisiones; en el cuarto nivel del marco ordenador temático, en color

blanco, se encuentran los indicadores, agrupados en sus respectivas áreas claves. En resumen, el marco ordenador temático para la construcción del IDST está compuesto por las tres dimensiones del desarrollo sostenible, diez áreas claves y

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de los treinta indicadores que comprenden el sistema de indicadores para la provincia de Villa Clara, se recopilaron a partir de los anuarios estadísticos de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) en sus instancias provincial y nacional, y de informes o resúmenes anuales de la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes, la Dirección Provincial del CITMA, la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico y la empresa AZCUBA.

- Para normalizar los valores de los indicadores se empleó el procedimiento de normalización lineal expuesto en la Sección 0 a través de la Ecuación (1).
- Los valores de privación, valores deseados o intervalos de deseo para cada indicador fueron establecidos a partir de estudios previos y consulta con expertos en cada una de las dimensiones de la sostenibilidad (Vega Calcines, 2014).
- La ponderación de los indicadores y las áreas claves se obtuvieron a partir de la aplicación del método AHP a expertos de la temática ambiental y para las dimensiones se establecieron pesos iguales.
- El método de agregación que se empleó fue el método del producto ponderado (en la Sección 0 consúltase la Ecuación (3)), respaldado por la bibliografía consultada con respecto a sus mejores propiedades comparado con otros métodos de agregación popularmente usados en la construcción de índices de sostenibilidad.
- Para establecer una relación entre el valor numérico del IDST y una evaluación cualitativa del desarrollo sostenible territorial, se propone utilizar la escala de la Tabla 1 tomando como base la que se aplica en la metodología presentada por Sepúlveda (2008).

**Tabla 1. Escala de evaluación cualitativa del desarrollo sostenible a partir del IDST.**

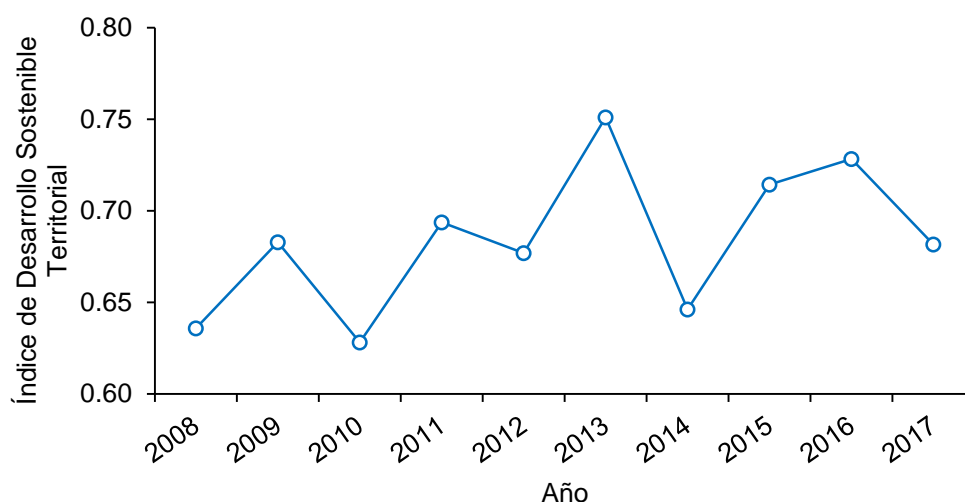
Rango		Nivel de evaluación
Min.	Max.	
0.80	1.00	Situación óptima del sistema
0.60	0.79	Situación estable del sistema
0.40	0.59	Situación inestable del sistema
0.20	0.39	Situación crítica del sistema
0.00	0.19	Alta probabilidad de colapso del sistema

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 3 se muestra la línea de progreso de los IDST calculados. De forma general, la evaluación cualitativa del período es de “situación estable del sistema”, atendiendo a la escala



empleada. Los años 2013 (0.75) y 2016 (0.72) alcanzaron los mayores valores de desarrollo sostenible, siendo los años 2010 (0.62) y 2008 (0.63) los de menor desempeño. En el gráfico se pueden apreciar altibajos, no hubo una tendencia creciente ni decreciente.



**Figura 3. Índices de Desarrollo Sostenible Territorial de la provincia de Villa Clara en la década de 2008 a 2017.** Fuente: elaboración propia.

Una de las potencialidades del marco ordenador temático del sistema de indicadores es poder realizar análisis en los niveles intermedios de la jerarquía. Para ello, durante el cómputo de los IDST, se obtuvieron los índices intermedios de las dimensiones de la sostenibilidad y las áreas claves. En la Tabla 2 se presentan los índices para las dimensiones del desarrollo sostenible, los que se pueden apreciar visualmente en la Figura 4.

**Tabla 2. Índices de las dimensiones del desarrollo sostenible. Datos de Villa Clara en el periodo 2008-2017.**

Dimensión	Año										Índice general†
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Ambiental	0.62	0.62	0.62	0.63	0.66	0.74	0.48	0.62	0.59	0.51	0.61**
Económica	0.46	0.56	0.44	0.59	0.57	0.66	0.67	0.72	0.74	0.72	0.62**
Social	0.87	0.89	0.88	0.88	0.81	0.85	0.82	0.81	0.87	0.85	0.86*

\* Situación óptima del sistema

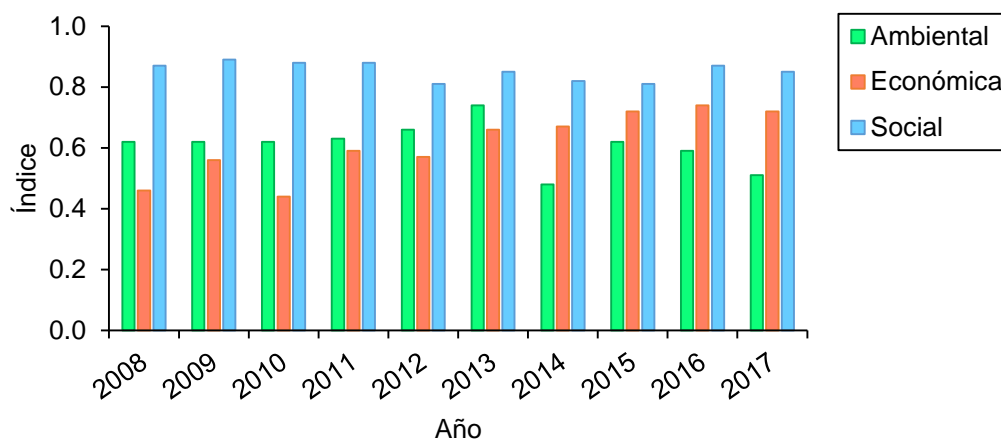
\*\* Situación estable del sistema

† Media de los índices de la dimensión en el periodo

Fuente: elaboración propia.

La dimensión Ambiental se mantuvo estable hasta el 2013, alternando entre la estabilidad y la inestabilidad en los restantes años, alcanzando sus valores mínimos en los años 2014 y 2017; la media de su índice es de 0.61 (evaluación de estable). La dimensión Económica alcanzó una evaluación de estable a partir del año 2013, siendo inestable en los años anteriores; la media de su

índice es de 0.62 (evaluación de estable). La dimensión Social tuvo un comportamiento óptimo, con una media en su índice de 0.86.



**Figura 4. Índices de las dimensiones del desarrollo sostenible de la provincia de Villa Clara en el periodo 2008 al 2017.** Fuente: elaboración propia.

Para profundizar en las posibles causas de las evaluaciones de las dimensiones, se propone realizar el análisis del comportamiento de las áreas claves asociadas a cada dimensión del desarrollo sostenible. En la Tabla 3 se puede apreciar de forma detallada el comportamiento de las áreas claves.

**Tabla 3. Índices de desarrollo sostenible de las áreas claves. Datos de la provincia de Villa Clara en el periodo 2008-2017.**

Dimensión	Área Clave	Año										Índice general†
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Ambiental	Protección y rehabilitación de los suelos	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.80	0.51	0.88*
	Pérdida de la diversidad biológica	0.47	0.47	0.47	0.47	0.52	0.74	0.23****	0.46	0.47	0.47	0.48***
	Gestión de recursos hídricos	0.55	0.54	0.54	0.57	0.58	0.58	0.50	0.54	0.54	0.54	0.55***
Económica	Desarrollo económico	0.53	0.58	0.23****	0.63	0.54	0.69	0.61	0.72	0.80	0.82	0.62**
	Uso de la energía	0.49	0.83	0.82	0.83	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	0.89	0.87*
	Transporte	0.37****	0.45	0.43	0.35****	0.45	0.55	0.64	0.65	0.65	0.65	0.52***

Dimensión	Área Clave	Año										Índice general†
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Social	Generación de desechos	0.45	0.48	0.76	0.68	0.53	0.51	0.57	0.57	0.56	0.53	0.56***
	Equidad	0.88	0.96	0.87	0.76	0.69	0.74	0.67	0.80	0.88	0.93	0.82*
	Salud	0.84	0.84	0.85	0.92	0.81	0.85	0.87	0.85	0.91	0.82	0.86*
	Educación	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.86	0.73	0.81	0.82	0.89*

\* Situación óptima del sistema

\*\* Situación estable del sistema

\*\*\* Situación inestable del sistema

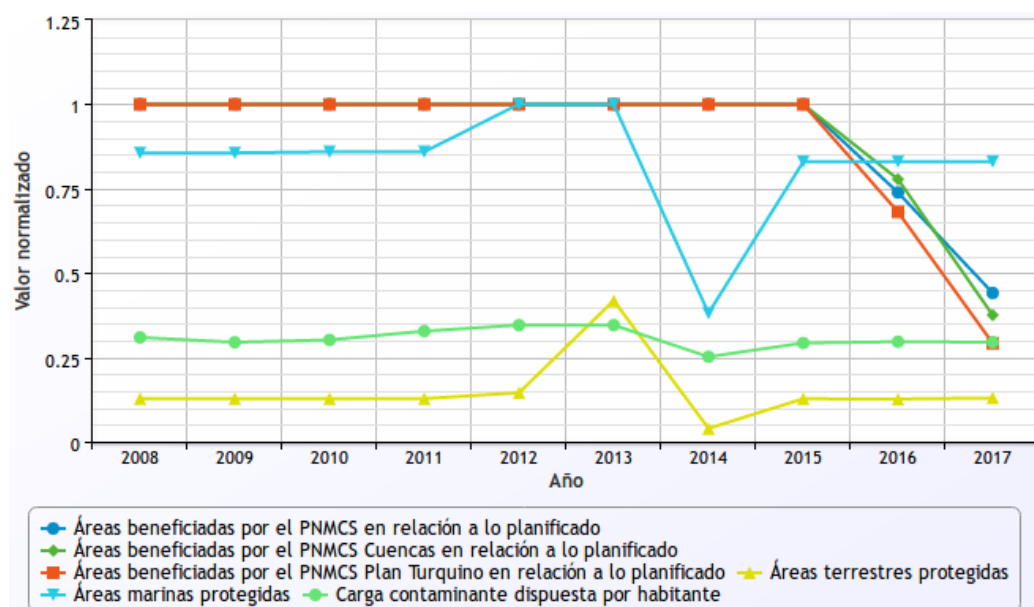
\*\*\*\* Situación crítica del sistema

† Media de los índices del área clave en el periodo

Fuente: elaboración propia.

### 3.1 Dimensión Ambiental

El área clave “Protección y rehabilitación de los suelos” de la dimensión Ambiental obtuvo evaluación óptima de sostenibilidad durante casi la totalidad el periodo, siendo solamente inestable (0.51) en el año 2017 producto del bajo cumplimiento de los indicadores relacionados a los planes nacionales de mejora y conservación de suelos, cuencas hidrográficas y Plan Turquino, obsérvese la Figura 5.



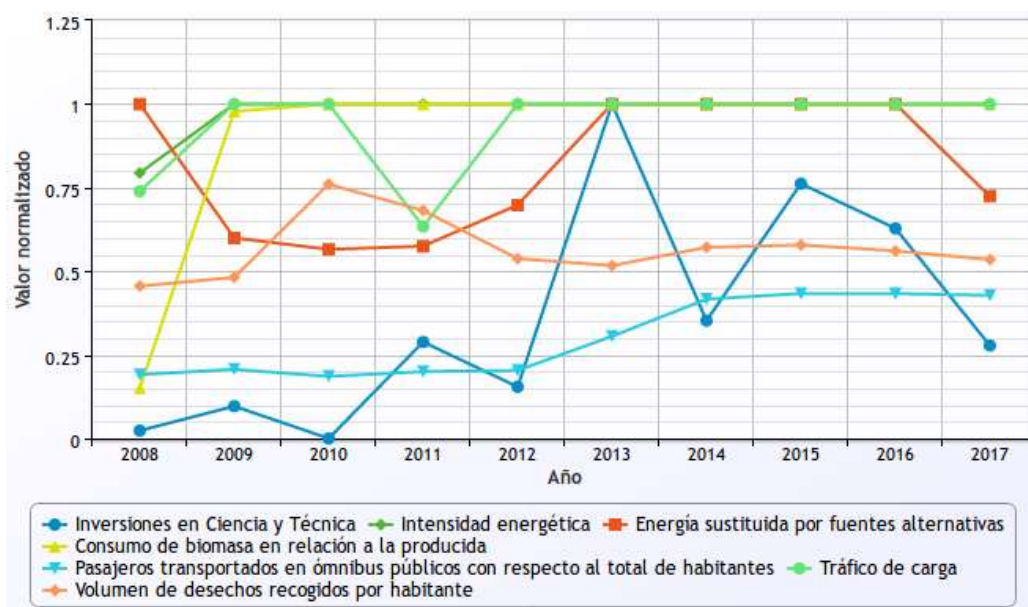
**Figura 5. Valores normalizados de una selección de indicadores de la dimensión Ambiental. Datos de la provincia de Villa Clara en el periodo 2008-2017. Nótese el descenso de los valores de los indicadores asociados al Plan Nacional de Mejora y Conservación de Suelos (PNMCS) en los años 2016 y 2017. Fuente: elaboración propia.**

El área clave “Pérdida de la diversidad biológica” obtiene evaluaciones de inestable en todo el período, excepto evaluación de estable en 2013 (0.74), con una evaluación general de inestable (0.48); su bajo rendimiento es consecuencia del bajo porcentaje de áreas terrestres protegidas (ONEI VC, 2017) con valores normalizados inferiores a 0.25, como se puede apreciar en la Figura 5.

La “Gestión de recursos hídricos” obtiene evaluaciones de inestable en todo el periodo para una media de 0.55, fundamentado en el pobre rendimiento del indicador “Carga contaminante dispuesta por habitante” con valores normalizados alrededor de los 0.30, Figura 5.

### 3.2 Dimensión Económica

El área clave “Desarrollo económico” de la dimensión Económica mostró un paulatino ascenso de su evaluación en el tiempo, excepto la evaluación crítica (0.23) obtenida en 2010 debido al casi nulo porcentaje registrado para el indicador “Inversiones en ciencia y técnica” (ONEI VC, 2014), como se puede apreciar en sus valores normalizados de la Figura 6.



**Figura 6. Valores normalizados de una selección de indicadores de la dimensión Económica. Datos de la provincia de Villa Clara en el periodo 2008-2017. Fuente: elaboración propia.**

El área clave “Uso de la energía” se comportó óptimamente (0.87), alcanzando valores ideales de desempeño en los años 2013 al 2016, fundamentado en los altos rendimientos alcanzados en materia de intensidad energética, la cantidad de energía sustituida por fuentes alternativas y el alto consumo de biomasa en relación a la producida.

El “Transporte” mostró inestabilidad en el primer quinquenio, y una recuperación y evaluación de estable en el resto de la década; se deben tener en cuenta las evaluaciones de crítico en los años 2008 (0.37) y 2011 (0.35), fundamentado en los bajos índices de pasajeros transportados en transporte público y el descenso notable en el tráfico de carga (ONEI VC, 2014).

Por otra parte, la “Generación de desechos” obtiene evaluación de inestable durante la mayor parte del período (media de 0.56), producto a los bajos valores del indicador “Volumen de

desechos recogidos por habitante” (ONEI VC, 2014, 2017). Los inestables desempeños de la mayoría de las áreas claves que conforman la dimensión Económica incidieron en su inestabilidad en el primer quinquenio del período analizado.

### 3.3 Dimensión Social

Las áreas claves “Equidad” (0.82), “Salud” (0.86) y “Educación” (0.89) de la dimensión Social obtienen una evaluación promedio de óptimo desempeño. Estas áreas claves reciben evaluaciones de óptimo en casi la totalidad del período. Se exceptúan de la evaluación de óptimo los cuatro años evaluados de estable en “Equidad”, teniendo en cuenta que entre los años 2011 y 2014 hubo incremento en la tasa de desocupación (bajos valores normalizados), y un año evaluado de estable en “Educación”, principalmente por el descenso del porcentaje de personas en edad laboral con nivel educacional medio-superior o superior en el año 2015, como se puede apreciar en la Tabla 4 (ONEI VC, 2017).

**Tabla 4. Valores normalizados de los indicadores “Tasa de desocupación” y “Personas en edad laboral con nivel educacional medio-superior o superior”, de la dimensión Social.**

Indicador	Año									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tasa de desocupación	0,92	0,92	0,75	0,48*	0,35*	0,50*	0,52*	0,71	0,80	1,00
PEL†	0,91	0,90	0,94	0,95	0,94	0,94	0,76	0,55*	0,67	0,68

\* Valores normalizados señalados como de bajo rendimiento del indicador

†Personas en edad laboral con nivel educacional medio-superior o superior

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran desbalance en el tratamiento integral que debe conllevar el desarrollo sostenible, debido a la diferencia que se aprecia en las evaluaciones de las tres dimensiones de la sostenibilidad. En materia ambiental se debe prestar atención al bajo porcentaje de áreas terrestres protegidas en el territorio villaclareño y fomentar estudios rigurosos de la carga contaminante dispuesta por los residuales líquidos tanto de origen orgánico como biodegradables. Se percibe crecimiento económico en la provincia, pero se deben elevar el porcentaje de inversiones en Ciencia y Técnica, la cantidad de personas transportadas en ómnibus públicos de pasaje y el volumen de desechos que sean recogidos. La dimensión Social es la de mayor aporte al IDST; los resultados alcanzados en materia de asistencia social, salud y educación se sostienen en la atención que reciben estos sectores priorizados por parte de los gobiernos nacional y provincial.

#### **4. CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta las limitaciones que pueda poseer un índice de sostenibilidad producto de su naturaleza de resumen o síntesis de información, el IDST constituye un instrumento de gran valor para caracterizar los niveles de sostenibilidad que se van alcanzando en los diferentes territorios cubanos. La determinación de los índices a nivel de áreas claves y dimensiones apoya el análisis general sobre la base de fundamentar el índice de sostenibilidad calculado. La aplicación del IDST permite analizar de forma resumida un conjunto de indicadores con incidencia directa en el desarrollo sostenible de la provincia Villa Clara, que solamente se evaluó en un estudio anterior para un quinquenio.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo establecen que la provincia Villa Clara mantuvo en la década de 2008 a 2017 un desarrollo sostenible estable, que se puede traducir en equilibrio entre las actividades humanas de desarrollo y el impacto de estas en el medio ambiente. La dimensión Social es la mayor aporte al IDST producto de un comportamiento óptimo en la totalidad del periodo, resultados acordes con las políticas nacionales en materia de salud, educación y equidad. En el contexto de la dimensión Ambiental se requiere no descuidar los planes de recuperación y mantenimiento de suelos y cuencas hidrográficas, analizar el bajo por ciento de áreas terrestres protegidas que influye en la pérdida de la diversidad biológica y realizar acciones en pos de disminuir la carga contaminante dispuesta por los residuales líquidos. Económicamente la provincia obtuvo mejor evaluación a partir del año 2013, pero se deben elevar la calidad de los servicios de transporte público de pasajeros y la recogida de desechos sólidos generados por habitantes.

El procedimiento propuesto para la evaluación del desarrollo sostenible de las provincias cubanas posibilita el análisis de las tendencias del desarrollo sostenible territorial de forma más objetiva y posibilita la comparabilidad de los resultados que se obtengan a través del IDST. Este procedimiento, y el IDST en sí, se deberán tener en cuenta como una herramienta de complemento al análisis de los planes territoriales de desarrollo, lo que permitiría establecer los objetivos y metas de forma más fundamentada para periodos posteriores por parte de los gobiernos provinciales.

#### **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Albert, Y. P., Nel, M., & others. (2013). Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad de la actividad turística. El caso del Valle de Viñales (Cuba. En *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 33, pp. 193–210).
- Chang, Y.-H., & Yeh, C.-H. (2001). Evaluating airline competitiveness using multiattribute decision making. *Omega*, 29(5), 405–415.
- Ebert, U., & Welsch, H. (2004). Meaningful environmental indices: a social choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(2), 270-283.  
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2003.09.001>

- El Gibari, S., Gómez, T., & Ruiz, F. (2019). Building composite indicators using multicriteria methods: a review. *Journal of Business Economics*, 89(1), 1–24.
- Esty, D. C., Levy, M., Srebotnjak, T., & De Sherbinin, A. (2005). *Environmental sustainability index: Benchmarking national environmental stewardship*. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy, 47–60.
- Gan, X., Fernandez, I. C., Guo, J., Wilson, M., Zhao, Y., Zhou, B., & Wu, J. (2017). When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators. *Ecological Indicators*, 81, 491–502.
- Kang, S. M. (2002). A sensitivity analysis of the Korean composite environmental index. *Ecological Economics*, 43(2-3), 159–174.
- McMichael, A. J., Butler, C. D., & Folke, C. (2003). New visions for addressing sustainability. *Science*, 302(5652), 1919–1920.
- Medel González, F. (2012). *Procedimiento para la evaluación del desempeño ambiental. Aplicación en centrales eléctricas de la UEB de generación distribuida de Villa Clara (Tesis de Maestría)*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Méndez Delgado, E., & Lloret Feijóo, M. D. C. (2012). *Índice de Desarrollo Humano Territorial*.
- Munda, G. (2005). “Measuring sustainability”: a multi-criterion framework. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1), 117–134.
- Munda, G., & Nardo, M. (2003). *On the methodological foundations of composite indicators used for ranking countries*. Ispra, Italy: Joint Research Centre of the European Communities, 1–19.
- ONEI. (2009). *Medio Ambiente. Estadísticas en la Revolución*. La Habana, Cuba.
- ONEI VC. (2014). *Anuario Estadístico de Villa Clara 2013*.
- ONEI VC. (2017). *Anuario Estadístico de Villa Clara 2016*.
- Ott, W. R. (1978). *Environmental indices: theory and practice*.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83–98.
- Sepúlveda, S. (2008). *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios: biograma 2008*. Ilica.
- Vega Calcines, A. (2014). *Procedimiento para la evaluación del desarrollo sostenible territorial. Aplicación en la provincia de Villa Clara. (Tesis de Maestría)*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.
- Yoon, K. P., & Hwang, C.-L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction* (Vol. 104). Sage publications.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw-Hill.
- Zhou, P., Ang, B., & Poh, K. (2006). Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure. *Ecological Economics*, 59(3), 305–311.