

República de Cuba
Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas
Doctorado de Gestión en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente

**MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPARADO
DE LOS RIESGOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
PARA CIUDADES DE PRIMER ORDEN INDUSTRIALIZADAS CUBANAS.**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

Autora: MSc. Ibis Cruz Virosa

**Tutores: Dr.C. Luis A. Sorinas González
Dr.C Juan José Cabello Eras**

Consultor: Dr.C Waldo Perez García

**La Habana
2017**

República de Cuba
Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas
Doctorado de Gestión en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente

**MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPARADO
DE LOS RIESGOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
PARA CIUDADES DE PRIMER ORDEN INDUSTRIALIZADAS CUBANAS.**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

Autora: MSc. Ibis Cruz Virosa

**Tutores: Dr.C. Luis A. Sorinas González
Dr.C Juan José Cabello Eras**

Consultor: Dr.C Waldo Perez García

**La Habana
2017**

Dedicatoria:

A mi querida y siempre pequeña Arianna,
mi tesoro, mi inspiración,
la estrella que para mí, más brilla en el cielo.

Agradecimientos:

A mis padres, por su educación y su ejemplo.

A mi hermano por ser una guía, por siempre estar presente y por su ayuda incondicional.

A toda mi pequeña familia.

Mis agradecimientos especiales a los tutores que hicieron posible que venciera esta carrera de resistencia:

Dr Francisco Martínez Luzardo, por la arrancada tan perfecta.

Dr Juan José Cabello Eras, por tanta exigencia en el entrenamiento que llegó a doler.

Dr Mario Bello Hernández por darme esa luz en la mitad del recorrido.

Dr Luis Sorinas González, por el impulso tan grande, la paciencia para acompañarme en el tramo más difícil y su empeño por llevarme a la meta.

Dr Waldo Pérez García, por el final del camino.

Dra Miriam Filgueiras Sainz de Rosas por su apoyo logístico y técnico.

Dra Elia Cabrera Álvarez por la estadística.

Dr Mario Álvarez Guerra Placencia por las gestiones.

A todos los colaboradores y equipo de trabajo: Ing Ana del Rosario Varela Haro, MsC Inocente Acosta Pérez, Ing Antonino Vega, MsC Jose Luis Romero (coquito), MsC Sinai Barcia, Lic Lino, Ing José Manuel Falcón. A los doctores y compañeros de estudio del Programa de Doctorado.

A mis compañeros de trabajo y de siempre: Maricela (chela), Freddio, Becerra, Rosa María, Agaras, Idalmis, Veitía, Maritza, Siul, Raiden, Pacheco, Maricela, Carlos, Milagros y Marlen.

A los que no confiaron, por hacerme más fuerte.

SÍNTESIS

En este trabajo se presenta un modelo de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire para una ciudad industrializada. El modelo fue diseñado tomando como base modelos de gestión internacionales, se adecuó a las estructuras de los órganos de gobiernos locales y a la estrategia ambiental nacional. Los elementos constituyentes del modelo son: los actores claves y el sistema de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire, las interrelaciones entre ellos permitieron la ejecución de las tres etapas concebidas en el diseño: diagnóstico, implementación del sistema de gestión y evaluación del modelo. A partir del modelo se implementó el sistema, el cual organiza los procesos de planificación, control de emisiones, vigilancia de inmisiones, comunicación y supervisión y control, constituyendo la gestión comparada de los riesgos internos y externos, el aporte fundamental, para con los resultados de los procesos, realizar el análisis de los datos, la consulta y la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de lograr la mejora del desempeño ambiental. La implementación del sistema, la ejecución de los procedimientos y el uso adecuado de las metodologías de gestión de riesgos y gestión comparada de riesgos, permitió comprobar la factibilidad del modelo para la toma de decisiones de acciones de mejoras del desempeño, en la ciudad de Cienfuegos.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPARADO DE LOS RIESGOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA CIUDADES DE PRIMER ORDEN INDUSTRIALIZADAS CUBANAS.....	6
1.1 La contaminación atmosférica y sus efectos.....	7
1.2 La dispersión de contaminantes atmosféricos.....	9
1.3 Evaluación de la calidad del aire.....	10
1.4 Evaluación de riesgos a los contaminantes atmosféricos.	23
1.5 Enfoques de la gestión ambiental.....	25
1.6 Enfoques de la gestión ambiental urbana.	27
1.6.1 Generalidades.....	27
1.6.2 Enfoques de la gestión ambiental urbana a nivel internacional.....	27
1.6.3 Enfoques de la gestión ambiental urbana a nivel nacional.....	29
1.6.4 La evaluación de la calidad del aire como parte de la gestión ambiental urbana.....	30
1.6.5 Los modelos de gestión ambiental de la calidad del aire urbano.....	32
1.7 La Gestión ambiental para la evaluación de la calidad del aire urbano.....	34
1.7.1 Gestión de riesgos.....	34
1.7.2 La gestión comparada.....	36
1.7.3 El método comparado.....	38
1.8 Sistema de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire.....	39
Conclusiones parciales.....	40
CAPÍTULO II. DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPARADO DE LOS RIESGOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA CIUDADES DE PRIMER ORDEN INDUSTRIALIZADAS CUBANAS.....	42
2.1 Concepción teórica del modelo.....	42
2.2 Premisas del modelo.	42

2.3 Diseño del Modelo de Gestión Ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire para ciudades de primer orden industrializadas cubanas.....	42
2.3.1 Objetivo del modelo.....	42
2.3.2 Principios del modelo.....	
2.3.3 Características del modelo.....	43
2.3.4 Entradas y salidas del modelo.....	
2.3.5 Descripción de las responsabilidades de los actores claves para la implementación del modelo de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire para ciudades industrializadas cubanas.....	44
2.3.6 Descripción de los niveles jerárquicos de participación de los actores claves.....	44
2.3.7 Descripción del sistema de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano.....	46
2.4 Descripción de las etapas de implementación del modelo de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire para ciudades industrializadas cubanas.....	49
2.4.1 Diagnostico de la situación actual. Etapa 1.....	49
2.4.2 Sistema de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire en ambientes urbanos. Etapa 2.....	49
2.4.3 Representación de las responsabilidades por procesos.....	50
2.4.4 Descripción de los procesos del sistema de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano.....	51
2.4.5 Metodología de gestión comparada de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano.....	56
2.4.5.1 Definición del contexto.....	56
2.4.5.2 Características de la metodología de gestión comparada de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano.....	57
2.4.5.3 Explicación de la metodología de gestión comparada de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano.....	58
2.5 Validación del modelo de gestión ambiental comparado de los riesgos en la evaluación la calidad del aire para ciudades de primer orden industrializadas	

cubanas. Etapa 3.....	60
Conclusiones parciales.....	62
CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPARADO DE LOS RIESGOS EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE URBANO EN LA CIUDAD DE CIENFUEGOS, CUBA.....	63
3.1 Características de la ciudad de Cienfuegos.....	63
3.2 Implementación del Sistema de Gestión Ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano en la ciudad de Cienfuegos.....	63
3.2.1 Diagnóstico para la implementación Sistema de Gestión Ambiental comparado de los riesgos en la evaluación de la calidad del aire urbano en la ciudad de Cienfuegos	64
3.2.1.1 Datos estadísticos. Ciudad de Cienfuegos	64
3.2.1.2 Estructura Administrativa.....	64
3.2.1.3 Situación Económica.....	65
3.2.1.4 Situación de la gestión ambiental en la ciudad de Cienfuegos.....	65
3.2.1.5 Situación de la contaminación atmosférica en la ciudad de Cienfuegos.	66
3.2.1.6 Datos Climatológicos.....	68
3.2.1.7 Comportamiento de las Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA).....	68
3.2.1.8 Evaluación de la Calidad del Aire según Índice de Calidad del Aire (ICA).....	
3.2.1.9 Resultados del diagnóstico para la implementación del modelo en la ciudad de Cienfuegos.....	69
3.3 Etapa 2: Aplicación del Sistema gestión ambiental comparado de los riesgos en a evaluación de la calidad del aire urbano en la ciudad de Cienfuegos.....	69
3.3.1 Condiciones generales para la implementación del sistema.	70
3.3.2 Implementación de los procesos del sistema.....	70
3.3.2.1. Proceso Planificación.....	71

3.3.2.2. Proceso de control de emisiones.....	71
3.3.2.3 Proceso de vigilancia de la calidad del aire.....	71
3.3.2.4 Proceso Comunicación.....	88
3.3.2.5 Proceso Supervisión y Control.....	93
3.3 Etapa III. Evaluación del modelo.....	95
Conclusiones parciales.....	98
CONCLUSIONES GENERALES	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS	
Anexo 1 Modelos de Planificación de la calidad del aire por regiones.	
Anexo 2 Modelos de Gestión de la calidad del aire internacionales.	
Anexo 3 Filosofías de gestión comparada.	
Anexo 4 Enfoques sobre los estudios de gestión comparada.	
Anexo 5 Conceptos de método comparado.	
Anexo 6 Fichas de procesos.	
Anexo 7 Selección de Expertos.	
Anexo 8 Procesamiento Estadístico modelo.	
Anexo 9 Procesamiento Estadístico procesos.	
Anexo 10 Procesamiento Estadístico indicadores.	
Anexo 11 Registro de Planificación de las actividades por procesos.	
Anexo 12 Caracterización perceptual.	
Anexo 13 Cuantificación de emisiones. Fuentes Fijas.	
Anexo 14 Inventario de emisiones. Fuentes Móviles.	
Anexo 15 Informe Comunicación interna.	
Anexo 16 Diagnóstico comunicación externa.	
Anexo 17 Matriz de evaluación de riesgos	
Anexo 18 Análisis de riesgos y gestión comparada.	
Anexo 19 Procesamiento Estadístico Gestión de riesgos.	
Anexo 20 Procesamiento Estadístico Gestión comparada.	
Anexo 21 Evaluación de procesos. Criterios y resultados.	
Anexo 22 Evaluación de la aplicación del modelo.	
Anexo 23 Aval Órgano de Gobierno.	
Anexo 24 Aval Delegación Provincial del CITMA.	

Anexo 25 Aval Centro Provincial de Meteorología.