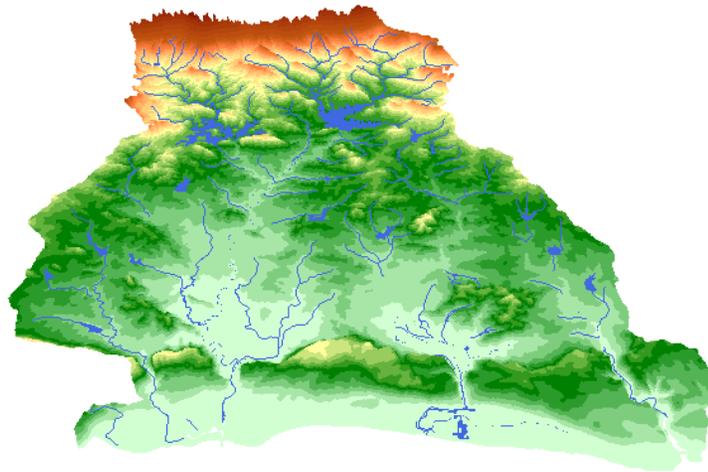




RESULTADO 01:

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS
RÍOS TARARÁ, ITABO Y GUANABO**



La Habana, 2007

RESULTADO 01:

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS
TARARÁ, ITABO Y GUANABO**

Investigador Principal: MSc. Ramiro E. Reyes González

AUTORES

- 1- MSc. González Garciandía Carmen Luisa
- 2- Ing. Molina Urrutia Alicet
- 3- MSc. Izaguirre Alfonso Ismarys
- 4- MSc. Sánchez Celada Miguel
- 5- MSc. Martínez Hernández María del Carmen

**PROYECTO: “ANÁLISIS DE LOS CONTRASTES ESPACIO-TEMPORALES QUE INFLUYEN
EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ECOSISTEMA FRÁGIL DE LA ZONA
COSTERA- ACUMULATIVA TARARÁ-RINCÓN DE GUANABO”**

**MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA TROPICAL**



RESUMEN

El tema seleccionado para el desarrollo del proyecto se encuentra entre las líneas estratégicas priorizadas para la investigación científica y el desarrollo tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) para los próximos años, en particular de la Agencia de Medio Ambiente (AMA) de Cuba; pues enfoca los problemas ambientales de los ecosistemas frágiles costeros, que constituyen además centro de investigación de múltiples organizaciones académicas y financieras internacionales.

El resultado parcial 01: "DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS TARARÁ, ITABO Y GUANABO" tiene como objetivo principal: Identificar los principales problemas ambientales que presenta el territorio de estudio, partiendo de: (1) Una caracterización físico-geográfica y socioeconómica que incluye una síntesis de sus aspectos geográficos y donde se determina la dinámica físico-geográfica y socio-económica del territorio; (2) Crear una base de dato espacial y alfanumérico que facilite la toma de decisión. A partir de la información recopilada en las diferentes entidades (Consejos Populares, DPPF, DAU, Museo de Guanabo, IGT, etc.) y de visitas al terreno, se pudo verificar la situación real del área de estudio. Además de procesar toda la información recopilada en el Sistemas de Información Geográfica ILWIS Vs. 3.3).

La novedad del tema radica en hacer uso de determinados módulos de análisis espacial y de procesamiento digital de imágenes de satélite que lleva incorporado el Sistema de Información Geográfico ILWIS Vs. 3.3 aplicados al análisis, procesamiento y organización de los datos espaciales en el ejemplo del área costera acumulativa y su área de influencia con la finalidad de facilitar el proceso de tomas de decisiones de los órganos locales de la administración en el contexto de la protección ambiental.

Entre los resultados principales se destacan los mapas de problemas ambientales en cuencas hidrográficas y por Consejo Popular y el mapa de condiciones ambientales en cuencas hidrográficas. Los principales problemas ambientales se concentran fundamentalmente en el ecosistema frágil costero acumulativo Tarará-Rincón de Guanabo, se corresponde este ecosistema, con el tercio bajo de las cuencas hidrográficas del área de estudio, y con el Consejo Popular Guanabo, entre los problemas más importantes identificados en esta zona se destacan: insuficiente abasto de agua potable, viales en mal estado, áreas urbanas con peligro de inundaciones por penetración del mar y por rompimiento de presas, pérdida de arena en las playas y retroceso de la línea de costa.

COLABORADORES DEL PROYECTO

ODIL DURÁN ZARABOZO

JULIA ROSA GONZÁLEZ GARCIANDÍA

MARISELA QUINTANA OROVIO

ÁREA DE SALUD DE GUANABO

CONSEJO POPULAR GUANABO

CONSEJO POPULAR CAMPO FLORIDO

CONSEJO POPULAR MINAS BARRERAS

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA DE CIUDAD DE LA HABANA

FACULTAD DE GEOGRAFÍA, UNIVERSIDAD DE LA HABANA

OFICINA MUNICIPAL DE COMERCIO DE LA HABANA DEL ESTE

OFICINA MUNICIPAL DE ESTADÍSTICA DE LA HABANA DEL ESTE

OFICINA MUNICIPAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA HABANA DEL ESTE

UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE (UMA) DE CIUDAD DE LA HABANA

MUSEO DE GUANABO

DEFENSA CIVIL DE LA HABANA DEL ESTE

DEFENSA CIVIL DE GUANABACOA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA (NATURAL Y SOCIO-ECONÓMICA)	12
1.1. Características físico-geográficas	12
1.1.1. Relieve	12
1.1.2. Clima	15
1.1.3. Agua	16
1.1.4. Suelos	20
1.1.5. Vegetación	23
1.1.6. Fauna	26
1.2. Características socio-económicas	32
1.2.1. Población	33
1.2.2. Economía	35
1.2.2.1. Acueducto	36
1.2.2.2. Alcantarillado	37
1.2.2.3. Drenaje pluvial	37
1.2.2.4. Educación	38
1.2.2.5. Salud	38
1.2.2.6. Comercio	40
1.2.2.7. Cultura	40
1.2.2.8. Deporte y recreación	41
1.2.2.9. Comunales	41
1.2.2.10. Energía	42
1.2.2.11. Comunicaciones	43
1.2.2.12. Transporte	43
1.2.2.13. Seguridad ciudadana	45
1.2.2.14. Turismo	45
1.2.2.15. Agricultura	50
1.2.2.16. Industria	53
1.2.2.17. Vivienda	56
2. ESTADO ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE	58
2.1. Variabilidad de la línea de costa	58
2.2. Peligros potenciales de inundación y erosión	61
2.2.1. Peligro por penetraciones del mar	61
2.2.2. Peligro de inundación pluvial	68
2.2.3. Peligro por rompimiento de presas	74
2.2.4. Peligro de erosión	75
2.2.5. Peligro total potencial	76
2.3. Principales problemas ambientales	77
2.3.1. Diferenciación espacial de los problemas ambientales y las condiciones del medio ambiente por Cuenca Hidrográfica, Consejo Popular y Geosistema	83
2.3.2. Determinación de la compatibilidad de uso	89
CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema que representa el área de estudio	ANEXO 2
Figura 2. Flujograma del procedimiento general de estudio en los Sistemas de Información Geográficos.	ANEXO 2
Figura 3. Mapa Uso de Suelo	ANEXO 2
Figura .4. Flujograma del procedimiento seguido para la obtención del mapa de problemas ambientales.	ANEXO 2
Figura 5. Modelo Digital del Terreno generado a partir de la Interpolación bicúbica del mapa de segmentos escala 1: 10 000 visualizado en un "draped" con una vista desde el Norte y una escala de altura (scale height) de 7.	ANEXO 2
Figura .6. Principales Formaciones Geológicas de las cuencas hidrográficas de los ríos Guanabo, Itabo y Tarará	ANEXO 2
Figura 7. Mapa de categorías del relieve.	ANEXO 2
Figura 8. Diferentes mapas geomorfométricos en el ejemplo de la desembocadura del río Tarará. a. Hipsometría, b. Formas de las Pendientes, c. Orientación de las Pendientes, d. Áreas planas, e. Ángulo de Inclinación de las Pendientes, f. Dirección del drenaje superficial, g. Disección Vertical, h. Puntos de mayor inflexión, i. Mapa raster en composición de color (color composite).	ANEXO 2
Figura 9. Diferentes Visualizaciones del Modelo Digital del Terreno del área de la Presa la Zarza (Tercio Superior de la Cuenca del Río Guanabo). Las alturas que la circundan poseen ascensos moderados (de 105 a 130 m).	ANEXO 2
Figura 10. Esquema representativo de los Tercios bajo, medio y alto de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo.	ANEXO 2
Figura 11. Modelo Digital del Terreno de las Cuencas Hidrográficas de la región de estudio.	ANEXO 2
Figura.12. El esquema representa la precipitación máxima ocurrida durante la situación sinóptica del año 1982.Elaborado en el SIG, ILWIS a partir de los datos del Instituto de Meteorología.	ANEXO 2
Figura 13. Mapa de agrupamiento de suelos.	ANEXO 2
Figura 14. Mapa de agroproductividad	ANEXO 2
Figura 15. Esquema que representa el Índice Normalizado de Vegetación.	ANEXO 2
Figura 16. Áreas protegidas en el territorio.	ANEXO 2
Figura 17. Clasificación no supervisada (Clustering, or unsupervised classification) del Sector Rincón de Guanabo para los años 1956(a),1962(b), 1970(c), 1980(d), 1989(e) y 1997 (f) ; basados en el agrupamiento estadístico de los datos utilizando los valores de los píxeles de cada fotografía aérea con tres bandas cada una.	ANEXO 2
Figura 18. Fotos de la Reserva Natural de Rincón de Guanabo, Tomadas por el Grupo evaluador de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en los Municipios del Este de Ciudad de la Habana.	ANEXO 2
Figura.19. Población de repartos, núcleos poblacionales y asentamiento rural.	ANEXO 2
Figura.20. Densidad de población. Sector Tarará-Rincón de Guanabo.	ANEXO 2
Figura. 21. Edificios del sector de Peñas Altas.	ANEXO 2
Figura.22. Zona hotelera. Santa María del Mar.	ANEXO 2
Figura.23. Infraestructuras del área de estudio.	ANEXO 2
Figura.24. Visualización del MDT mediante el uso de un "draped" con una vista desde el Norte y una escala de altura (scale height) de 7.	ANEXO 2
Figura.25. Líneas de inundación costera en el sector Guanabo.	ANEXO 2
Figura.26. Dinámica de la línea de costa para diferentes años, elaborados a partir de imágenes LANDSAT (combinación de bandas 4 5 3) y orthophoto del sector de estudio.	ANEXO 2

Figura.27. Ilustración del coeficiente de variación de la altura de la surgencia de 280 cm. próximo a la línea de costa, elaborado a partir de la Figura 3.2 ILWIS v.2.1, Pág.41, acápite: Modelling cyclone hazard in Bangladesh. ITC 1997.	ANEXO 2
Figura.28. Mapa de Distancia a partir de la línea de costa.	ANEXO 2
Figura.29. Muestra algunos de los mapas que se obtuvieron en el trabajo con el fin de determinar la profundidad de inundación por surgencia en tierra.	ANEXO 2
Figura.30. Muestra el mapa de peligro por inundaciones costeras.	ANEXO 2
Figura.31. Sector Guanabo, con las cotas de inundación del Huracán Wilma producidas por la surgencia de tormenta (área inundada 0.94 Km ²).	ANEXO 2
Figura. 32. Degradación de las dunas. Sector playa Guanabo.	ANEXO 2
Figura.33. Cocoteros tumbados por las fuerzas de las olas, en la zona de Guanabo 458 y calle 5 ^{ta} muy próximos a la línea de costa.	ANEXO 2
Figura. 34. Áreas inundadas.	ANEXO 2
Figura. 35. Viviendas inundadas.	ANEXO 2
Figura. 36. Mapa de peligro potencial de inundación pluvial.	ANEXO 2
Figura.37. Peligro potencial de inundación por rompimiento de presa.	ANEXO 2
Figura.38. Categorías de peligro de erosión potencial.	ANEXO 2
Figura.39. Mapa de peligro potencial total.	ANEXO 2
Figura.40. Mapa de problemas ambientales en las cuencas Tarará, Itabo y Guanabo.	ANEXO 2
Figura. 41. Mapa esquemático de las condiciones del medio ambiente en los tercios de las Cuencas Tarará, Itabo y Guanabo.	ANEXO 2
Figura.42. Mapa de problemas ambientales en los Consejos Populares	ANEXO 2
Figura.43. Mapa esquemático de las condiciones del medio ambiente por Consejo Popular.	ANEXO 2
Figura.44. Mapa de Geosistemas	ANEXO 2
Figura.45. Mapa Compatibilidad de uso	ANEXO 2

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de precipitación media (Pmedia), precipitación máxima (Pmáx.), temperatura media del aire (t° media), temperatura máxima (t° máxima) y temperatura mínima (t° mínima).	16
Tabla.2. Datos morfométricos de los principales ríos del territorio.	18
Tabla. 3. Datos sobre los embalses construidos.	19
Tabla 4. Características de los cuerpos de agua.	20
Tabla 5. Población por Repartos, Núcleos Poblacionales y Asentamiento Rural.	34
Tabla 6. Infraestructura educacional.	38
Tabla 7. Infraestructura de salud.	39
Tabla 8. Delitos más frecuentes en el CP Guanabo.	45
Tabla 9. Alojamiento hotelero. Playas del Este (2003)	46
Tabla 10. Indicadores turísticos. Playas del Este. 1999	47
Tabla 11. Datos estadísticos de las principales instalaciones hoteleras de Playas del Este. 2002	48
Tabla 12. Capacidad de alojamiento propuesta.	48
Tabla 13. Formas de Asociación existentes.	53
Tabla 14. Clasificación del suelo. Balance de áreas. 2001.	57
Tabla 15. Altura de la Surgencia y áreas bajo inundación.	64
Tabla 16. Periodos de retorno (casos/años) y altura de la surgencia (m) para ocho intervalos de intensidades en el territorio de estudio del proyecto.	64
Tabla 17. Puntos de inundación tomados con GPS por el grupo evaluador de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en la región de estudio.	66
Tabla 18. Valores ponderados de los parámetros geomorfométricos.	71
Tabla 19. Valores ponderados de los parámetros Hidro-geomorfométricos.	73
Tabla 20. Los valores ponderados de las clases para cada tipo de mapa de peligro.	76

INTRODUCCIÓN

El ejercicio incontrolado de múltiples actividades en las cuencas hidrográficas entraña inevitablemente la competencia por la explotación de los recursos, los cuales no son ilimitados. Además, si se ignora la dinámica de estas zonas sus consecuencias pueden ser catastróficas (pérdidas de vidas humanas, bienes e inversiones). Para que estas zonas conserven su productividad y sus funciones naturales hay que tener en cuenta su planificación y administración.

El análisis de los problemas ambientales de las cuencas hidrográficas, constituye una de las líneas estratégicas priorizadas para la investigación científica y el desarrollo tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y en particular de la Agencia de Medio Ambiente (AMA) de Cuba. Además, es una línea de investigación de la Vice-dirección de Medio Ambiente del Instituto de Geografía Tropical y la Comisión Nacional de Cuencas Hidrográficas, asimismo este tema esta en consonancia con las estrategias que desarrolla la Defensa Civil Cubana en estas áreas.

La zona de estudio seleccionada en este trabajo abarca las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo, la cual limita al Norte con el Golfo de México, al Sur y al Este con Provincia Habana, al Oeste con el parteagua de la cuenca de Bacuranao (Anexo 2. Figura 1). La selección de la misma se llevo a cabo teniendo en cuenta los siguientes elementos: alta diversidad (mosaico) físico-geográfica, geosistemas con límites precisos, conjunto de fenómenos agrupados en un área relativamente pequeña, su orientación norte sur implica cierta zonalidad, cercanía al mar, diferencia altitudinal bien definida, dimensiones adecuadas, desarrollo turístico, agropecuario y forestal y buen nivel de conocimientos sobre los cambios históricos en los medios natural y socioeconómico. Además, los fenómenos meteorológicos extremos ocurridos en los últimos años demuestran la fragilidad de estas cuencas.

Son diversos los estudios ambientales realizados en la zona costera de Playas del Este, entre los que se destacan: El proyecto de investigación “Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo turístico” dirigido por Marisela Quintana (2006). Instituto de Geografía Tropical. El proyecto de investigación “Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de la Habana” de José Luis Batista y Miguel Sánchez (2001) y la tesis para optar por el Grado de

candidato a Doctor en Ciencias Geográficas de Elías Ramírez (1989), la cual se titula: “Caracterización del Litoral Norte (Habana-Matanzas)”. Instituto de Oceanología.

Con enfoques y procedimientos diferentes estos trabajos contribuyeron a profundizar en la base conceptual y metodológica de los estudios ambientales en la solución de los problemas del medio ambiente y el desarrollo sostenible en áreas seleccionadas por su interés turístico. Como resultado de estas investigaciones se detectaron frecuentes inundaciones en las proximidades de la línea de playa, importantes deficiencias en cuanto al abastecimiento de agua, y graves riesgos ambientales de carácter catastrófico que pueden ocurrir debido al paso de los cursos de los ríos Itabo y Guanabo a través de los núcleos de población existentes.

Contando con la información de los proyectos precedentes y teniendo en cuenta que la zona costera del área de estudio constituye el principal polo turístico de sol y playa de Ciudad de la Habana se decidió realizar un nuevo diagnóstico ambiental del área de estudio con el propósito de complementar, actualizar y profundizar en la problemática ambiental de las cuencas hidrográficas antes mencionadas mediante la aplicación de los SIG y las técnicas de procesamiento de imágenes de satélite y facilitando con esto el proceso de toma de decisiones. El procedimiento aquí utilizado puede ser aplicado a otras cuencas hidrográficas de Cuba y a cuencas de otros países tropicales como es el caso del Nordeste Brasileño, con el cual se trató de realizar un proyecto de colaboración en este ámbito.

De aquí que este resultado “DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS TARARÁ, ITABO Y GUANABO” que forma parte del proyecto ramal: “**ANÁLISIS DE LOS CONTRASTES ESPACIO-TEMPORALES QUE INFLUYEN EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ECOSISTEMA FRÁGIL DE LA ZONA COSTERA- ACUMULATIVA TARARÁ-RINCÓN DE GUANABO**” tiene como objetivo principal: ***Identificar los principales problemas ambientales que presentan las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo a partir del procesamiento de la información en un SIG ILWIS Vs. 3.3.***

Para dar cumplimiento a estos objetivos se realizaron las tareas siguientes:

- A) Caracterización físico-geográfica que incluye los diferentes componentes del medio como son: el relieve, suelo, vegetación, fauna, agua y clima.
- B) Caracterización socioeconómica que incluye una síntesis de sus aspectos geográficos y donde se determina la dinámica socio-económica del territorio.
- C) Análisis de la variabilidad de la línea de costa y la determinación de peligros potenciales de inundación y erosión.
- D) Crear una base de dato espacial y alfanumérico que facilite la toma de decisión.

Para ello, se realizó una amplia revisión bibliográfica, se recopiló información de diferentes entidades (Consejos Populares, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana; Dirección Provincial de Planificación Física, Direcciones Municipales de Planificación Física, Museo de Guanabo, IGT, etc.), se realizaron trabajos de campo y se entrevistaron a varios actores locales. Además de procesar toda la información recopilada en los sistemas de Información geográficos.

Se contemplo como unidad de análisis la cuenca hidrográfica, teniendo en cuenta dos elementos fundamentales:

1. En la cuenca cualquier proceso controlado gravitacionalmente, ya sea sólido o líquido, generado dentro de su perímetro, seguirá canales conocidos o predecibles y sólo trascenderá este límite por una vía conocida. Esto la hace uno de los marcos más adecuados para el estudio, predicción y control de cualquier proceso de índole gravitacional como puede ser el escurrimiento, la erosión y la sedimentación, entre otros; que son los rectores de su funcionamiento, y están sustentados en los factores geológico-geomórficos e hidroclimáticos, cuyo desarrollo, fuera de los niveles normales, pueden ocasionar efectos muy negativos en algunas actividades socio-económicas e incluso hacer peligrar la vida del hombre.
2. En el tercio bajo de las cuencas hidrográficas de la región de estudio se localiza el ecosistema frágil costero acumulativo Tarará-Rincón de Guanabo el cual constituye la zona de mayor relevancia socioeconómica y natural. Es por ello que cualquier cambio en los tercios bajo, medio o alto de esta unidad genera impactos ambientales y las alteraciones en sus componentes.

La cuenca hidrográfica se define como el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar.

La valoración ambiental de la zona de estudio se ha realizado de acuerdo a la situación actual del área, teniendo en cuenta los peligros potenciales de inundación pluvial, por rompimiento de presas, penetración del mar y de erosión, conjuntamente con el uso del territorio desde el punto de vista turístico, urbano, forestal y agropecuario, y su impacto en la sobreexplotación de los recursos agua y suelo, pero a su vez, se tuvieron en cuenta otros elementos, tales como la evaluación de los peligros en las áreas urbanas, urbanizables y no urbanizables, centrado mayormente en la costa, y por la subutilización de la tierra por expansión del Marabú (*Dichrostachys Cinerea*), una planta invasora que aunque sea considerada como fuente de

alimentación ganadera, está afectando la producción de pastos para el ganado, así como las zonas de bosque, que en la actualidad ocupan menor extensión que el bosque original.

Para la identificación de los principales problemas ambientales se consideraron las afecciones que los impactos ambientales negativos resultantes de las actividades socio- económicas y los peligros potenciales de inundación por rompimiento de presas, pluvial y penetración del mar, así como el peligro de erosión potencial producen sobre:

- ∇ La salud y calidad de vida de la población expuesta.
- ∇ Actividades económicas priorizadas, con especial atención al desarrollo del turismo y actividades agropecuarias, producto del deterioro del medio natural, social y construido.
- ∇ Ecosistema de alta fragilidad e importancia económica y social, significando en particular las playas, manglares, y áreas naturales protegidas.
- ∇ Medio urbano, áreas urbanizables y no urbanizables

Con el propósito de ayudar a la toma de decisiones a nivel local se superpusieron los mapas Consejos Populares y principales problemas ambientales por cuencas hidrográficas identificándose qué grupo de problemas ambientales afecta cada unidad administrativa para la solución o mitigación de estos.

La novedad del tema radica en hacer uso de determinados módulos de análisis espacial y de procesamiento digital de imágenes de satélite que lleva incorporado el Sistema de Información Geográfico ILWIS Vs. 3.3 aplicados al análisis, procesamiento y organización de los datos espaciales en el ejemplo de cuencas hidrográficas con la finalidad de facilitar el proceso de tomas de decisiones de los órganos locales de la administración en el contexto de la protección ambiental. Es preciso aclarar que se cuenta con la licencia de este SIG.

El ILWIS se considera un paquete de SIG y Percepción Remota, debido a que posee capacidades de procesamiento de imágenes, sus siglas significan Integrated Land and Water Information System. El procedimiento seguido en este SIG se basa en lo fundamental en los libros "ILWIS 3.0 Academic, User's Guide" y "Principles of Geographic Information Systems" y "Principles of Remote Sensing", de la serie "ITC Educational Textbook Series" del "Internacional Institute of GeoInformation Science and Earth Observation", en Enschede, Holanda.

Alguno de los procedimientos empleados fueron el análisis de imágenes de satélite, y aplicaciones SIG para el estudio de la dinámica de la línea de costa, actualización del mapa de uso del suelo, determinación del índice normalizado de vegetación, calculo de la variación en tierra de la surgencia de tormenta mediante el coeficiente de variación de la surgencia (Método

empleado en el Modelamiento del peligro por penetraciones del Mar en Bangladesh, ILWIS Vs. 2.1 Applications guide, ITC, 1997), determinándose así, la amenaza de inundación por penetraciones del mar. Se elaboraron mapas geomorfométricos de análisis hidrológico con el fin determinar las áreas donde se acumulan los sedimentos, la potencia de arrastre de las corrientes, áreas de mayor potencial de humedecimiento del suelo, así como se analizaron parámetros geomorfológicos como la orientación de las pendientes, dirección de flujo, ángulo de inclinación y formas de las pendientes, disección vertical etc., para determinar áreas potenciales de erosión y acumulación, válidos para definir: zonas de conservación, protección y uso del suelo. La aplicación de estas técnicas y procedimientos contribuyeron a complementar la información ofrecida por los estudios precedentes realizados por otros autores, con nuevos datos sobre los problemas ambientales en el territorio de estudio.

Como salida del proyecto en esta etapa se logró:

- Informe Técnico del Resultado
- Análisis y evaluación (Bases cartográficas digitales, caracterización físico geográfica y socioeconómica) de los daños ocasionados por las inundaciones costeras originadas por el Huracán Wilma en el área de estudio. Como parte del grupo evaluador de los municipios del este de Ciudad de la Habana.
- Facilidades de información del área de estudio a los grupos de trabajo encargados de valorar los riesgos de inundaciones por intensas lluvias (Dirigido por el IGT) y de riesgo de Inundaciones Costeras (Dirigido por el INSMET), creados recientemente en la AMA como estrategia de reducción de desastres en los 15 municipios de la capital cubana.
- Realizar tutorías de grado a alumnos en temas de interés dentro del área de estudio.

Participar en eventos nacionales e internacionales para promover el proyecto.

1. Ordenamiento Territorial en América Latina y el Caribe, Universidad de San Simón, Cochabamba, Bolivia, junio, 2005.
2. Manejo de amenazas por Inundaciones en América Central, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala, Julio, 2005.
3. III Evento de Complejidad, Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba Enero, 2006.
4. IV Simposio Internacional sobre Arquitectura e Ingeniería al servicio del medio ambiente
5. IV. Seminario Internacional "El ordenamiento territorial del turismo"
6. XII. Taller de la Cátedra de Medio Ambiente " Habana Verde 2006"
7. Primer Congreso de Ciencias aplicadas al Turismo -Turiciencia 2006

El Informe se estructuró en 2 capítulos, más la bibliografía y anexos.

En el capítulo uno: **CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA (NATURAL Y SOCIO-ECONÓMICA)**, se realiza una caracterización natural y socioeconómica de las cuencas hidrográficas del territorio destacando los principales componentes del medio ambiente como el relieve, clima, suelo, agua y vegetación en sus aspectos naturales, y la economía y población en la parte socioeconómica.

En el capítulo dos: **ESTADO ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE**, se realiza el levantamiento de los principales problemas ambientales detectado con el Sistema de Información Geográfica ILWIS Vs.3.3 y otros problemas ambientales detectados por métodos tradicionales como recorridos de campo, entrevistas y revisiones bibliográficas.

Para llevar a cabo este resultado se ha establecido un procedimiento de estudio soportado en un SIG con los datos que, o bien se disponían por los proyectos previos, o se ha procedido a su recopilación durante la elaboración del mismo, como ha sido el caso de la captura de datos sobre las áreas de entrenamiento usados para el Análisis Digital de Imágenes y la generación del modelo digital del terreno con una resolución espacial de 10 metros.

Procedimiento de estudio

Para una mejor comprensión de los métodos y procedimientos que se llevaron a cabo en el presente trabajo se confecciono el flujograma siguiente:

Como se muestra en el Anexo 2. Figura 2 se emplearon mapas bases procedentes de los Sistemas de Información Geográficos Map Info Vs 7.5 y Autodesk Map 2004 con formato TAB y dwg.

- Mapa Planimetrito con las capas de carreteras, calles y caminos, escala: 1: 5000, formato vectorial, mapa de segmentos y polígonos.
- Curvas de nivel escala 1:10 000, fuente GEOCUBA
- Mapa geológico, el cual contenía las principales formaciones geológicas del área de estudio, fuente IGP.

Para usar estos datos digitales en ILWIS, los mapas externos necesitan ser importados en un formato compatible. En el modulo Importar, se seleccionó el método *GeoGateway*. Esta vía incluye acceso a imágenes, vectores, atributos, proyecciones y otra información auxiliar de utilidad para este SIG.

De esta forma quedaron definidos tres tipos de datos de entradas:

1. Modelo Digital del Terreno, con interpolación bicúbica, con una resolución de 10 metros generado a partir del mapa de curvas de nivel
2. Imágenes de Satélite, con una resolución espacial de 28.5 metros, descargado de Internet
3. Mapas vectoriales, con escalas de trabajo que oscilan entre 1: 5000 hasta 1: 25 000.

Modelo Digital del Terreno

EL Modelo Digital del Terreno (MDT) fue generado a partir de la Interpolación bicúbica del mapa de segmentos escala 1: 10 000. Este se confeccionó partiendo de dos supuestos básicos. El primero es que los modelos digitales del terreno son útiles. Esto se debe, sobre todo, a que la introducción de medios informáticos en un medio antes estudiado en "formatos analógicos", permite el planteamiento y la resolución de problemas mediante enfoques cualitativamente diferentes.

El segundo supuesto es más bien una realidad: los MDT son aún poco utilizados por los equipos investigadores, especialmente en Cuba.

Los modelos digitales del terreno se han definido ("citado por "Doyle, 1978:1481" (Vea ITC (2001), como *un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio*.

A partir de los MDT es posible construir un conjunto de modelos digitales que representan variables derivadas (Anexo 2. Figura 8) directamente de la topografía (datos y relaciones topológicas entre los mismos), sin intervención de datos auxiliares o información externa.

De las principales variables implicadas en estas aplicaciones, la de uso más general es probablemente la *pendiente*, aunque también son usadas con frecuencia en geomorfología la *orientación* y la *curvatura* (Weibel seller, 1991:283). Franklin y Peddle (1987:294) mencionan cinco parámetros básicos en este contexto: elevación, pendiente, orientación, convexidad y relieve.

En este trabajo se determinaron las variables morfométricas (Guías metodológicas propuestas por el SIG ILWIS Vs. 3.3, ITC, Holanda, 2003) siguientes:

- Hipsometría
- Formas de las Pendientes
- Orientación de las Pendientes
- Áreas planas
- Ángulo de Inclinación de las Pendientes

- Dirección del drenaje superficial
- Disección Vertical
- Puntos de mayor inflexión

Este grupo de variables morfométricas fueron clasificadas como mapas primarios haciendo referencia a que son el resultado de la primera derivación de los modelos digitales del terreno.

Las variables secundarias agrupan una serie de índices y mapas hidrológico-geomorfológico obtenidos a partir del modulo de análisis hidro-geomorfológico del ILWIS y que fueron llamados mapas secundarios en vistas a que son el resultado de una segunda derivación de las variables morfométricas clásicas o primarias y que para su obtención se necesita la aplicación de diferentes filtros.

Los mapas secundarios son:

- Índice de Humedecimiento o saturación
- Índice de Sedimentación
- Índice del poder de erosión o arrastre de las corrientes de drenaje
- Flujo de acumulación
- Red de drenaje
- Ordenes de las corrientes
- Cuencas de drenaje

Estas variables morfométricas ponderadas y clasificadas en diferentes grupos, condujeron a determinar áreas potenciales de erosión, acumulación e inundación.

Imágenes de Satélite

Se uso dos tipos de clasificaciones de imágenes, la clasificación supervisada y la no supervisada.

La clasificación supervisada se realizó para obtener el mapa de uso de suelo a una escala próxima a 1: 30 000 (tamaño del píxel es de 28, 5 metros), generado a partir de las imágenes de satélites Landsat, 1993 y 2001, con la combinación de bandas 4, 5 y 3. Para una aproximación más rápida en la identificación de las clases el trabajo se auxilio en el mapa digital planimétrico de Ciudad de La Habana 1:20 000 (GEOCUBA) y el mapa de uso de suelo realizado por DPPF de Ciudad de la Habana del año 1990. Finalmente se realizo una expedición de campo para la comprobación de las clases delimitadas, permitiendo una actualización de la información del área.

Mediante clasificación supervisada se definieron las clases en grupos de píxeles, cada una de estas clases contenían un grupo de píxeles con valores espectrales similares. Basados en la muestra de estos píxeles o píxeles de entrenamiento se caracterizaron en ciertas clases los usos del suelo del área de estudio: Arbustos y Maleza, Arenas, Área Urbana, Bosque, Cantera, Cultivos, Frutales, Pastos y Cuerpos de Agua (Anexo 2. Figura 3).

Los requerimientos que necesitó esta clasificación supervisada fue que la imágenes seleccionadas pudieran ser identificadas (e.g. en composición de color), utilizando una lista de mapas (bandas 4, 5 y 3), con un dominio de clases que contenía el nombre de cada uno de los grupos definidos a partir de la muestra de píxeles seleccionados y que estos pudieran ser representativos de toda la imagen. Lógicamente cada uno de estos mapas (bandas) se georeferenciaron con un mismo sistema de georeferencia (Cuba Norte).

La clasificación no supervisada (Clustering, or unsupervised classification) se aplico en el Sector Rincón de Guanabo para los años 1956(a),1962(b), 1970(c), 1980(d), 1989(e) y 1997 (f); basados en el agrupamiento estadístico de los datos utilizando los valores de los píxeles de cada fotografía aérea con tres bandas cada una (Anexo 2. Figura 17).

Otro de los procedimientos seguidos en el trabajo fue el cálculo del Índice Normalizado de Vegetación (NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)). Para ello, se utilizó el método planteado en la guía de ejercicios del ILWIS (Anexo 2. Figura 15).

Esta formula requiere de dos bandas de satélite, en este caso se utilizo las bandas 3 y 4 del satélite LANDSAT del año 2001. (Una con valores en el espectro visible o en el rojo visible y la otra en el infrarrojo cercano).

La formula empleada fue:

$$(b - a) / (a + b)$$

Cuando se use la formula para el calculo del NDVI(a,b), *a* es remplazado por la banda del visible o el rojo , y *b* por la banda con el infrarrojo cercano.

Las áreas de vegetación tienen valores de reflectancia relativamente altos próximos al infrarrojo cercano y bajos valores al espectro visible.

En contraste, el agua y las nubes tienen valores más altos de reflectancia próximos al visible que al infrarrojo cercano. De aquí que aparezca con valores índices negativos.

Las rocas y los suelos descubiertos tienen una reflectancia similares en las dos bandas, de aquí que el índice de vegetación este próximo a cero.

Cuando los valores de entrada son indefinidos, o cuando ambos valores de entrada son indefinidos, el índice resultante es indefinido.

Dicho de otra manera, los valores cercanos a 1 reflejan la vegetación más robusta, los próximos a 0, suelo y rocas y los valores negativos cuerpos de agua y nubosidad.

Mapas vectoriales

En esta etapa se prepararon en su versión final una serie de mapas vectoriales a través del empleo de las operaciones con vectores entre las que se destacan: mapas de atributos de polígonos, segmentos y submapas. De esta manera quedaron definidos 8 mapas vectoriales (Anexo 2. Figura 1). Posteriormente estos mapas se convirtieron en raster para realizar una serie de operaciones en este formato como superposiciones, cruzamientos y clasificaciones.

Mapa de Problemas ambientales

Para la explicación del procedimiento seguido en la obtención del mapa de problemas ambientales será de gran utilidad los Flujogramas (Anexo 2. Figuras 1 y 4).

Los mapas utilizados en la confección del mapa de problemas ambientales como se muestra en el flujograma son los siguientes:

- Mapa de Peligro de Inundación por penetraciones del mar
- Mapa de Peligro de Inundación pluvial
- Mapa de Peligro de inundación por rompimiento de presas
- Mapa de Peligro de erosión potencial
- Mapa de Precipitación media anual
- Mapa de agrupamiento de suelo
- Mapa de áreas urbanizables y no urbanizables
- Mapa de uso de suelo
- Mapa de focos contaminantes
- Mapa Formaciones litológicas
- Mapa del Índice Normalizado de Vegetación
- Mapa de Consejos Populares
- Mapa de Cuencas Hidrográficas

Con estos mapas se realizaron diferentes operaciones de análisis espacial, un primer grupo de mapas se combinó para dar lugar al mapa de peligro total (Anexo 2. Figura 39), mediante la suma algebraica de sus valores ponderados. Este mapa clasificado en cinco categorías: Peligro Muy alto, Peligro alto, Peligro medio, Peligro bajo y Sin peligro.

El mapa de peligro total se combino mediante la operación de cruzamiento (cross operation) con otros mapas temáticos: Mapa de uso del suelo, Mapa de focos contaminantes, Mapa de agrupamiento de los suelos y Mapa de áreas urbanizables y no urbanizables.

Además, el Mapa uso de suelo se cruzo con los mapas temáticos siguientes: Mapa de agrupamiento de suelos, Mapa de áreas urbanizables y no urbanizables, Mapa del índice normalizado de vegetación y el Mapa de focos contaminantes. Por último, el Mapa de focos contaminantes se cruzo con el Mapa de formaciones geológicas.

A partir del cruzamiento de los mapas temáticos se generó un gran volumen de información y según criterios de expertos se definió cuales condicionales constituyeron problemas ambientales.

Cada condicional clasificada como problema ambiental quedo representada en un mapa resultante. El mapa final de problemas ambientales se obtuvo de la superposición de estos mapas.

Por último, el Mapa de problemas ambientales se cruza con los Mapas de Consejo Popular y de Cuencas Hidrográficas determinándose la problemática ambiental a este nivel espacial.

La descripción del procedimiento seguido para la determinación de los Mapas suelo y el peligro de erosión potencial, la dinámica de la línea de costa, así como el cálculo del coeficiente de variación de la surgencia, el peligro de inundaciones pluviales y por rompimiento de presas, el Mapa de peligro total se realizo en sus acápite respectivos.

1. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA (NATURAL Y SOCIO-ECONÓMICA)

1.1. Características físico-geográficas

1.2.1. Relieve

La zona de estudio se encuentra localizada a unos 20 Km. al Este de La Habana, en el espacio comprendido entre las cuencas hidrográficas superficiales de los ríos Tarará y Guanabo, ambas inclusive.

Según Batista y Sánchez (2001), desde los puntos de vista litológicos y estructurales, el territorio incluye formaciones del eugeosinclinal alóctono. Presenta una compleja composición litológica, donde intervienen rocas intrusivas, efusivo-sedimentarias, terrígenas, carbonatado-terrígenas y carbonatadas; con edades desde el Cretácico Inferior hasta el Reciente (Anexo 2. Figura 5 y 6).

“Se caracteriza por el predominio de costas acumulativas y costas abrasivo - cársicas. Las playas insertadas en el área tienen mayor amplitud en la zona que se extiende desde Tarará hasta el Rincón de Guanabo, donde el ancho de la plataforma alcanza hasta 4 Km. (Batista y Sánchez, 2001).

Una característica de la plataforma submarina la constituye la presencia de paleocauces en los ríos que cortan, en algunos casos, distintos bloques en el relieve como son los paleocauces de los ríos Guanabo, Itabo y Tarará, y que por el material que estos arrastran sólo intervienen en la formación de la barra cercana a la orilla o en pequeñas playas.

Desde el punto de vista geológico, la región Habana-Matanzas se encuentra en los límites del ala Norte del anticlinal, la cual está cortada por fallas aflorando hacia el flanco Norte rocas carbonatadas del Terciario y Cuaternario. “Entre las rocas terciarias abundan las calizas con facies arrecifales cavernosas con gran cantidad de moluscos, corales y también se observan conglomerados, margas y areniscas carbonatadas” “citado por Ramírez Cruz, 1989” (Vea Batista y Sánchez 2001).

Por su posición submeridional, típica de la mayoría de los ríos cubanos, las cuencas de los ríos (Tarará, Itabo y Guanabo) cortan los principales sistemas morfoestructurales y morfoesculturales de la macroregión Geomorfológica Occidental.

Las condiciones geomorfológicas de esta macrorregión reflejan las principales regularidades de la geomorfología cubana y en ella están presentes varios tipos de morfoestructuras tales como: llanuras monoclinales, alturas de bloque, llanuras de zócalo plegado y otras, así como un conjunto de fenómenos morfoesculturales como terrazas marinas, fluviales y formas gravitacionales y cársticas. Por supuesto están ausentes en este territorio aquellos procesos endógenos y exógenos característicos de las zonas montañosas pues la altura máxima del mismo es de 283.2 msnmm.

En las áreas con afloramientos de rocas carbonatadas existe cierto desarrollo del carso, con lapiez y pequeñas grutas de origen marino. La superficie de la llanura está suavemente inclinada hacia el mar con varios escalones hacia el Este de los ríos, donde se conservan algunos niveles de terrazas marinas cuaternarias.

Para el área de estudio se definieron 2 categorías de relieve mediante el análisis del histograma de frecuencias de alturas y su correlación con diferentes mapas morfométricos, estas son: Llanuras con cuatro grupos y Alturas con tres (Anexo 2. Figura 7).

El relieve se pudo clasificar por sus categorías en dos grupos principales las llanuras y las alturas, ambas se dividieron en tres grupos: llanuras bajas (0-25 msnmm), poco diseccionadas y poco inclinadas (0-2°); llanuras medias (25-45 msnmm), poco diseccionadas a diseccionadas y de poco inclinadas a ligeramente inclinadas (2-6°, 2-9°); llanuras altas (45-85 msnmm), poco diseccionadas a diseccionadas y ligeramente inclinada (2-9°); las alturas bajas (85-120 msnmm), ligeramente diseccionadas a muy diseccionadas, ligeramente inclinadas a inclinadas (9-24°); las alturas medias (120-235 msnmm), diseccionadas a muy diseccionadas, inclinadas a fuertemente inclinadas (20-30°); las alturas altas (235-283 msnmm), diseccionadas a muy diseccionadas, muy inclinadas a fuertemente inclinadas (24-30°). Las llanuras ocupan la mayor parte del territorio con el 84.17 % y dentro de estas sobresale las llanuras altas con el 33.40% del territorio de estudio abarcando un área de 60.76 km².

En el relieve, clasificado como una llanura litoral aterrazada calcáreo – marina y denudativa se distinguen dos unidades bien diferenciadas "citado por Cendrero 1996" (Vea Batista y Sánchez 2001).

"La unidad que esta constituida por la primera terraza, que se ubica entre la costa y la cota de 15 m. Esta es la más extensa y tiene un ancho de 1 Km., representada por una superficie plana que incluye la playa y parte de la formación Jaimanitas y en algunos sectores, la formación Guanabo, que en si constituye una facie más terrígena de dicha formación" " citado por Iturralde, 1985" (Vea Batista y Sánchez 2001) (Anexo 2. Figura 6).

“A la terraza hay asociados campos de lapiez, pertenecientes a estas formaciones, situados entre el límite Sur de la playa y el primer escarpe. Otras formas de relieve asociadas a los niveles de terrazas marinas son los nichos de mareas o niveles de costas antiguas, como los que se observan en la terraza del Rincón de Guanabo. En esta unidad, las formas cársicas superficiales son abiertas debido a la ausencia o poco espesor de las capas de sedimentos de cobertura y suelos (Pardos Sialíticos), por lo cual funcionan como conductores de las aguas superficiales al acuífero” “ citado por Molerio, 2000” (Vea Batista y Sánchez 2001).

El límite de la llanura costera coincide hacia el Sur con una escarpa abrupta de origen marino, controlada por una falla y modificada por los procesos de pendiente.

La constitución litológica de estas alturas determina el surgimiento de diferentes procesos en sus pendientes. En su escalón meridional, más abrupto, afloran calizas de la formación Güines, por lo cual son frecuentes los fenómenos cársicos. La pendiente septentrional, compuesta por calizas margosas, margas y areniscas (formaciones Cojimar, Universidad y Capdevila), es más suave, pues en ella se origina la denudación areal más intenso, asociado a los procesos erosivos lineales con pequeñas corrientes de fango (mud flow).

La cima de esta elevación está ocupada por una superficie plana, ligeramente inclinada hacia el mar, de edad posiblemente pleistocénica, atendiendo a los sedimentos correlativos de los niveles cuaternarios inferiores, a los valles abruptos tipo abra que en ella han labrado los ríos antecedentes (como el Itabo) y el carácter débil de la disección.

El relieve de los cursos medio y superior de los ríos, se corresponde con una gran depresión que se extiende de E a W con la misma orientación que las elevaciones costeras. Sin embargo, interiormente está diferenciado en llanuras, valles fluviales y alturas que se corresponden con la distribución de diferentes tipos de rocas de muy diversa composición y complicada estructura.

En cuanto a las alturas de La Habana–Matanzas, con ascensos moderados (de 200 a 300 m) hacia el tercio alto de la cuenca Guanabo (Anexo 2. Figura 9); desempeñan un importante papel en la conformación y configuración del relieve del territorio (Pórtela et al, 1988), pese a los valores altimétricos poco significativos (de 60 a 70 msnmm) en la cadena de bloques paralela a la costa correspondiente a el tercio bajo de los ríos de la zona de estudio.

Las mismas se desarrollan sobre un substrato litológico heterogéneo que determina la diferenciación morfoescultural de complejos morfolitológicos que van desde terrazas marinas, formas cársicas, rocas terrígenas, superficies erosivas y erosivo-denudativas, hasta elevaciones con cimas redondeadas o en ocasiones de cimas agudas y alargadas, de poca altura, en rocas erosivo - sedimentarias.

1.2.2. Clima

La caracterización del clima en el área de estudio, tomó como base las estadísticas de INSMET y del INRH recursos Hidráulicos brindadas en los proyectos: “Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de la Habana” de José Luis Batista y Miguel Sánchez (2001), y el proyecto “Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo turístico” dirigido por Marisela Quintana del Instituto de Geografía Tropical.

La posición de Cuba en la periferia de la zona tropical, y en la faja migratoria de los organismos meteorológicos zonales, tropicales y extratropicales, determinan las condiciones climáticas generales. Predomina el clima cálido y húmedo, pero es notable la marcada diversidad reconocida en la Isla (Barranco y Díaz 1989), que incluye los climas secos en las costas y hasta los frescos en las montañas. En todo ello se aprecia la impronta de los factores geográficos, donde relieve y exposición tienen sentido clave, de conjunto con los de tipo meteorológico.

Esos rasgos generales, pueden ser parcialmente reconocidos en las cuencas de los ríos Itabo, Tarará y Guanabo. La misma, siguiendo lo definido en la clasificación de Koeppen, puede ser enmarcada dentro del tipo de clima Aw, con la peculiaridad de que, en consecuencia, de su extensión superficial y la regularidad de su relieve, son muy escasas las variaciones dadas en el orden espacial, las más notables se refieren a las condiciones dadas en la costa y las observadas hacia el interior.

En el examen del campo térmico, se define un ritmo interanual típico según la clasificación referida, con temperaturas ascendentes desde enero hasta alcanzar el máximo anual en agosto, de forma que sólo pueden ser reconocidas dos estaciones térmicas.

En el orden horario se hace marcada la elevación del campo térmico a partir de las 7:00 AM, alcanzando el máximo en torno a la 1:00 PM, declina a partir de las 4:00. PM.

Se han tomado algunas características climáticas observadas en Casablanca, (Instituto de Meteorología, CITMA), considerando la cercanía y posición de este centro de observación a la zona de estudio (Tabla 1).

En cuanto a las precipitaciones, atendiendo a su comportamiento interanual se hace evidente la existencia de dos períodos bien definidos, el período lluvioso que se extiende de mayo a octubre que representa aproximadamente el 70% de la lámina anual y el poco lluvioso, que abarca los meses entre noviembre a abril, y reúne apenas el 30 % de la lámina anual.

Las mayores precipitaciones que han tenido lugar en el área y que hayan sido registradas entre los días 18 y 19 de junio de 1982 se produjeron intensas lluvias que ocasionaron fuertes inundaciones, tanto en las partes bajas del interior de las cuencas como en el litoral, debido a una onda tropical.

La erosión de las márgenes del río Guanabo fue notable, significando fuertes pérdidas económicas por la destrucción de cultivos de rivera, del bosque ripario, así como embarcaciones y viviendas. Aún cuando la probabilidad de ocurrencia de un evento semejante es superior a 1 cada 100 años, constituye un elemento a estimar en los procesos de ordenación ambiental.

La circulación general de la atmósfera y la influencia de condiciones locales determinan el régimen de los vientos. Estas cuencas, por su ubicación geográfica, experimentan una preeminencia de los vientos de componente Norte y Este.

Tabla 1. Datos de precipitación media (Pmedia), precipitación máxima (Pmáx.), temperatura media del aire (t° media), temperatura máxima (t° máxima) y temperatura mínima (t° mínima).

Mes	Pmedia	Pmáx.	t° media	t° máxima	t° mínima
Enero	61,5	253,2	21,7	32,5	8,5
Febrero	44,4	143,6	21,8	33,0	9,5
Marzo	45,3	146,9	23,4	33,8	11,7
Abril	49,9	145,0	24,3	34,5	12,6
Mayo	101,7	424,1	25,4	35,8	14,9
Junio	155,5	424,1	26,3	34,6	18,8
Julio	108,8	276,6	26,9	35,1	18,8
Agosto	104,4	294,8	27,1	35,3	19,0
Septiembre	146,5	421,7	26,6	35,5	19,8
Octubre	177,9	668,3	25,2	35,4	15,6
Noviembre	81,3	203,2	23,6	27,1	20,8
Diciembre	50,6	152,6	22,2	33,0	10,1
	1127,8	668,3	24,5	35,8	8,5

Fuente: Proyecto SIBARIMAR

1.2.3. Agua

Características hidrológicas de las cuencas

En el territorio se encuentran localizadas las cuencas hidrológicas superficiales de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo, que modelan el sistema de alturas costeras. Estos sistemas fluviales están orientados principalmente de Sur a Norte, formando estuarios en su desembocadura, a

excepción del Itabo que desemboca en la laguna El Cobre. Dentro del territorio aparecen varias lagunas litorales: La Conchita, El Cobre, y Rincón de Guanabo (Anexo 2. Figura 10).

Para el análisis de las cuencas estas fueron divididas en tres partes: Tercio alto, medio y bajo (Anexo 2. Figura 10 y 11).

El tercio alto en estas cuencas se caracteriza por tener una alta disección horizontal, muy ondulado y ríos de cauces encajados, donde predomina el uso agroforestal; el tercio medio, por otra parte se caracteriza por ser más llano, con una menor disección horizontal (sobre todo hacia su porción Norte) y donde se encuentran los suelos más fértiles (Fluvisol) situados en el actual plano de inundación del río, por lo que en el predominan los cultivos varios y la ganadería y se encuentra la mayor parte de los núcleos poblacionales; y el tercio bajo o inferior, mucho más pequeño que los anteriores, caracterizado por una fuerte influencia marina (producto de su cercanía al mar y el déficit de escurrimiento debido al uso y represamiento de las aguas del río en los tercios alto y medio) y una fuerte urbanización.

En la parte del tercio bajo de algunos de estos ríos, y producto de la baja posición hipsométrica de la llanura costera, existen áreas de empantanamiento y los ríos se remansan por la acción combinada de éste y de cierta influencia que recibe de la laguna costera y del mar. Por ejemplo, en el tercio inferior del río Itabo, el proceso es más complicado por la interacción del nivel del río y de la laguna con la existencia de un puente a nivel para el paso de vehículos y la influencia directa de las mareas que se produce a través de la barra de arena litoral en la desembocadura del río.

Es común que los ríos de esta zona, al llegar a la costa han tenido que labrar un abra a través de las elevaciones situadas al Norte, lo cual denota su condición de ríos antecedente a estas elevaciones y le dan un cierto grado de antigüedad; lo que también está avalado por la edad de las rocas que se localizan en dichas cuencas y que van, desde el Cretácico, (en el centro de la cuenca, con intrusiones de rocas metamórficas) hasta el Cuaternario (hacia la costa), pasando por el Paleógeno (en las cabeceras) y el Neógeno (en las Alturas del Norte de La Habana) (Nuevo Atlas Nacional de Cuba, 1989).

Los parámetros morfométricos confirman esta característica de los ríos, pues como se podrá ver en la Tabla 2, la altura media es casi 5 veces menor que la máxima, lo que es clara evidencia del accionar de las aguas en la erosión de las rocas que ocupaban todo este lugar y en la formación de las llanuras y los niveles de terraza fluviales del tercio medio; así como que la pendiente media del río es mucho menor que la de la cuenca, a pesar de estar enclavado entre dos zonas altas con fuertes pendientes, lo que se confirma por el encajamiento del mismo,

sobre todo en su tercio superior, donde además, como ya se dijo anteriormente, la densidad de drenaje es muy alta a diferencia del tercio medio.

Ante la ocurrencia de intensas y prolongadas lluvias los ríos de la zona se salen de sus márgenes e inundan los territorios aledaños y pueden afectar hasta las zonas costeras, como ocurrió en junio de 1982 durante el paso de una onda tropical por la franja costera del Este de la Ciudad de La Habana (Anexo 2. Figura 12). Estas precipitaciones se consideran aun como las máximas ocurridas en el territorio, estas produjeron el cambio de la desembocadura del río Boca Ciega (Itabo) y como resultado modificaciones en la línea de costa. El nivel del agua se elevó a 2 m. por encima de lo normal, lo que ocasionó cuantiosos daños a las viviendas e instalaciones turísticas.

El área cársica de las cuencas hidrográficas del territorio, están enmarcada dentro de la cuenca hidrogeológica costera Norte de la provincia de La Habana, que, a su vez, está dividida en varias subcuencas. La diferenciación hidrogeológica del carso en la zona, marca el límite entre dos subcuencas hidrogeológicas Cojimar-Guanabo y Guanabo-Jibacoa y asegura la existencia de dos sistemas cársicos, a ambos lados de las vertientes del río, coincidiendo con las subcuencas hidrogeológicas. "citado por Molerio, 1975" (Vea Batista y Sánchez 2001).

En la región de estudio, las características hidrogeológicas van a ser muy heterogéneas, dadas por la capacidad de almacenaje de las rocas, la hidrodinámica de las aguas subterráneas y los elementos de flujos preferenciales condicionados por los patrones de circulación en cada acuífero.

Unido a esto están las características geomorfológicas de las cuencas (Nuevo Atlas Nacional de Cuba, 1989) que le confieren una amplia zona de llanuras y terrazas fluviales, que van desde erosivas altas colinosas en el tercio alto o superior, hasta acumulativas y erosivo –acumulativas onduladas y planas en el tercio medio, lo que es un claro síntoma de la acción erosiva de las aguas en la formación de diferentes niveles de planación a través del tiempo.

Tabla 2. Datos morfométricos de los principales ríos del territorio (Según Batista y Sánchez).

CUENCA	Hmáx. (m)	Hmín. (m)	Area (km ²)	Hm (m)	Yc (o/oo)	Yr (o/oo)	L (km)	Dd (km/km ²)
Tarará	150	0	17.30	49.1	72.0	4.2	21.7	1.9
Itabo (Boca Ciega)	120	0	38.29	37.0	65.4	3.0	17.0	1.9
Guanabo	309	0	126.18	62.8	85.7	3.9	22.1	1.7

H_{máx.}, H_{mín} y H_{m.}- Altura máxima, mínima y media de la cuenca respectivamente; Y_c – pendiente de la cuenca; Y_r – pendiente del río; L – longitud del río y D_d –densidad de drenaje.

En la cuenca del río Guanabo se han construido dos presas que, además de servir de abasto de agua a la población y agricultura, realizan la función de control de crecidas en la parte baja de las cuencas (Tabla 3).

Tabla 3. Datos sobre los embalses construidos (Según Batista y Sánchez, 2001).

Río	Embalse	Área de la cuenca (km ²)	Capacidad del embalse (10 ⁶ m ³)	Gasto máximo de vertimiento (m ³ /s)
Guanabo	La Zarza	31.1	17.4	444
Guanabo	La Coca	23.2	11.8	474

Como se puede comprobar, los dos mayores embalses poseen un área de alimentación relativamente grande en comparación con el área total de la cuenca (casi la mitad), cuya capacidad de almacenamiento llega a los 29,2 Hm³ y que en su totalidad es utilizada para el abasto de la población, después de su tratamiento en la potabilizadora (planta de filtro) situada en la cuenca del río Itabo; estas dos presas recogen todo el escurrimiento, producto de las lluvias, en el tercio superior de la cuenca, de ahí la importancia del uso del suelo que se le da a esta zona en aras de mantener una calidad de las aguas adecuada a la función para la cual son destinadas. El segundo uso en importancia, por el volumen almacenado, es la acuicultura, con 1,965 Hm³ como único usuario y 0,908 Hm³ compartido con la agricultura y la ganadería.

En la zona aparecen una gran cantidad de cuerpos de agua, la finalidad y características de estos son variados, lo que puede ser visto en la tabla (Tabla 4) siguiente:

El desarrollo económico y social del territorio, como se menciona anteriormente, se potencia a partir del tercio medio donde se encuentran los mayores núcleos de población y las principales actividades económicas; la falta de alcantarillado en todos los asentamientos y de sistemas eficientes de tratamiento de residuales (domésticos e industriales) provoca una intensificación de la contaminación de las aguas del río y de la zona costera.

Tabla 4. Características de los cuerpos de agua.

NOMBRE	ÁREA (km ²)	USO	VOL. (NAN) (Hm ³)	ÁREA (NAN) (Nivel de aguas medias) (m ²)
La Coca	23,20	Abasto a la población	11,8	140,0
La Zarza	31,10	Abasto a la población	17,4	239,0
Tivo-Tivo		Pecuario (búfalos) y acuicultura	0,278	
Típica 9		Acuicultura	0,270	
Típica 37		Pecuario	0,136	
Turquino		Acuicultura	0,506	
Típica 29		Acuicultura	0,442	
Típica 42		Acuicultura	0,487	
Maffo		Riego	0,420	
Ramontino		Acuicultura y cultivos varios	0,630	
Vaquería		Acuicultura	0,260	

Fuente: INRH, 2005.

1.2.4. Suelos

Caracterización de los suelos

La mayor parte de los polígonos de suelos ubicados dentro del área general de estudio, pertenecen al agrupamiento Pardo Sialítico, como se refleja en el Anexo 2. Figura 13, específicamente los correspondientes al subtipo Pardo Sialítico Pardo Cálculo, con una superficie de 92.68 Km².

Estos suelos están formados en este caso a partir de arenisca calcárea y caliza suave, con horizonte cálcico (B o C) y presencia de carbonato de calcio desde el horizonte A. la clase textural es arcilla montmorillonita localizados en terrenos desde casi llanos para el área de la cuenca Tarará e Itabo y de ondulado a fuertemente ondulados para la cuenca de Guanabo, erosión de poca a media al igual que la húmificación.

El subtipo Fersialítico Rojo Ocrico, le sigue por extensión al subtipo anterior con 30,9 Km². Son suelos se forman bajo el proceso de fersilitización a partir rocas ultrabásicas, los cuales presentan perfil ABC con colores rojos o amarillentos en el perfil o en algunos horizontes (horizonte

fersialítico), el hierro total en arcilla es alrededor del 30%, siendo dominada la capacidad de Intercambio Catiónico por el magnesio, se encuentran en un relieve desde ligeramente ondulado hasta fuertemente ondulado, presentando poca erosión.

El subtipo Fluvisol Típico ocupa una extensión de 20,48 Km², son suelos que pertenecen al Agrupamiento Fluvisol y se caracterizan por no presentar un proceso de evolución definido. Se plantea un tipo de suelos Aluviales que incluye no solo los del valle fluvial anegadizo, sino también a los que actualmente no están sujetos a inundaciones desde hace tiempo, pero que aun no presentan rasgos en el perfil productivo por el desarrollo de nuevos procesos de formación (Hernández et al, 1999). Presenta distribución irregular de la materia orgánica por el perfil. Presentan poca erosión, con una profundidad media, predominando en relieves ondulados. Son suelos húmificados.

Seguidamente encontramos el subtipo Húmico Calcimórfico Típico, con 6,456 Km² de superficie, los cuales presentan el horizonte principal humificado, con carbonatos desde la superficie, formados a partir de caliza dura, el suelo es carbonatado o saturado por calcio, poco erosionados, arcillosos, muy poco profundo y se encuentran en relieve de fuertemente ondulado a ligeramente ondulado.

Los Lithosoles con superficie de 6,34 Km², son pertenecientes al agrupamiento de los suelos Poco evolucionados debido a que presentan una alteración químico-mineralógica y biológica poco desarrollada. Estos suelos son poco profundos, fuertemente erosionados y medianamente humificados. Con grandes fragmentos de piedras de la roca madre en superficie, por lo general están afectados por procesos de denudación, en relieve ondulado, sobre roca de caliza dura.

El subtipo Rendzina Roja con 2,318 Km² es un suelo formado a partir de caliza suave, siempre presentan horizonte principal humificado, característico de esta agrupación. Son suelos muy poco profundos y medianamente humificado, con una erosión media y presencia de un relieve ligeramente ondulado.

Por último, los de menor extensión fueron el subtipo Ferralítico Rojo Típico con 1,573 Km² y el subtipo Fersialítico Pardo Rojizo Ócrico con 0,298 Km².

Los suelos del subtipo Ferralítico Rojo Típico son suelos donde predomina minerales arcillosos del tipo 1:1, se forman el proceso de ferralítización, el cual se caracteriza por una alteración intensa de los minerales, con lavado de la mayor parte de las bases alcalinas y alcalinotérreas, y parte de la sílice. Presentan acumulación de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio. De esta forma todos los tipos genéticos presentan horizonte B Ferralítico. Se encuentran en un relieve fuertemente

ondulado, su erosión es media, pero puede llegar a fuerte si no se toman medidas para prevenirla, son suelos de buen drenaje y son medianamente compactados.

El caso de los Ferralítico Pardo Rojizo Ócrico, se encuentra en un relieve fuertemente ondulado, son medianamente erosionados y medianamente humificados, con predominio de la arcilla caolinita, muy pocos profundos.

Evaluación de la agroproductividad de los suelos

Para evaluar la agroproductividad de los suelos, se tiene en cuenta una serie de indicadores, algunos de los cuales pertenece a características del entorno, otros a las características propias de los suelos y otros al clima. Del entorno se toman: pendiente, pedregosidad y rocosidad; al suelo pertenecen: capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, permeabilidad, compactación y profundidad; del clima se toma la lluvia.

Por lo general, la evaluación se hace para determinados cultivos, pero también se puede establecer un criterio general de agroproductividad, cuando no está disponible toda la información. Se establecen cuatro categorías, en las cuales están incluidos todos los suelos, como se muestra continuación.

Categoría I: Incluye a los suelos de mayor productividad, los cuales son aptos para todos los cultivos. El ejemplo más característico de estos suelos en Cuba, es el Ferralítico Rojo Típico.

Categoría II: Son aptos para la mayoría de los cultivos, pero presentan algún factor limitante, para un número de ellos. Un ejemplo podría ser el Ferralítico Rojo, con un determinado grado de compactación. Aplicando tecnologías que contrarresten el factor limitante, se alcanza el rendimiento mínimo potencial, para todos los cultivos.

Categoría III: No son aptos para la mayoría de los cultivos, con factores limitantes que dependen, tanto de las propias características de los suelos, como del entorno. Un ejemplo son los suelos Pardos Sialíticos, que se encuentran en relieve ondulado, con categorías de profundidad efectiva entre poca y media; estas características del relieve y la profundidad, tienen mucha influencia en el poco aprovechamiento del agua de lluvia. Otro factor limitante de mucha importancia en estos suelos, es que, en la mayoría de las áreas donde se encuentra, hay erosión hídrica, lo que disminuye la CIC y la permeabilidad, al mismo tiempo que aumenta la compactación.

Categoría IV: No son aptos para ningún cultivo y solo deben dedicarse a pastoreo y forestales. Entre los factores limitantes que más inciden, están la pendiente, pedregosidad y rocosidad; por lo general son suelos de muy poca profundidad y en los cuales no es posible aplicar tecnologías de cultivo. Un ejemplo característico de suelos que se incluyen es esta categoría, es el Poco Evolucionado Lithosol.

En el caso de los suelos de las cuencas hidrográficas Itabo, Tarará y Campo Florido, se agrega una columna a cada una de las respectivas bases de datos, en la cual se establece el criterio de agroproductividad, a través de las categorías, descritas anteriormente. En estas áreas, por sus características geomorfológicas y el material originario de los suelos, predominan los Pardos Sialíticos y Fersialíticos, en los cuales son factores limitantes de mucha importancia, la erosión hídrica y la profundidad (Anexo 2. Figura 14).

En la cuenca Itabo, se cumple lo anterior y la mayoría de las áreas de suelos se incluyen en la Categoría III, con algunas áreas de Lithosol en la Categoría IV y áreas de Fluvisol en la Categoría II. Un área de suelo Ferralítico Rojo, se incluye en la Categoría III, debido a la influencia negativa de la pedregosidad y rocosidad.

En la cuenca Tarará, más o menos el 50 % del área se incluye en la Categoría III, en la cual predominan los suelos Pardos Sialíticos y Fersialíticos; no obstante, la Categoría IV es muy significativa, por el área que ocupan los suelos con muy poca profundidad.

En la cuenca Guanabo, la categoría III la ocupan, principalmente, los suelos Pardos Sialíticos, en los cuales la profundidad no es un factor de mucho peso, mientras que en la categoría IV están estos mismos suelos, pero con poca profundidad. En esta última también están los Lithosoles y algunos Fersialíticos. En el norte de esta misma cuenca, existe un área de Fluvisoles, que puede ubicarse en la Categoría II.

1.2.5. Vegetación

Para la determinación de la vegetación se consultaron bibliografías y mapas de vegetación, referentes al tema, con la posterior comprobación de los datos *in situ* en tres expediciones de campo.

Además, se determinó el índice de vegetación normalizado, donde los valores cercanos a 1 reflejan la vegetación más robusta, los próximos a 0, suelo y rocas y los valores negativos cuerpos de agua y nubosidad (Anexo 2. Figura 15).

Con el cálculo del Índice Normalizado de la Vegetación (NDVI) se lograron definir 4 clases: cuerpos de agua y nubosidad con valores próximos a -1; rocas y suelo desnudo (incluye las arenas) valores próximos a 0; Vegetación espaciada, valores hasta 0.5; Vegetación densa, valores hasta 1. De este mapa se logró determinar que la Vegetación espaciada ocupa el mayor por ciento 82.38 % (153.26 km²) del territorio de estudio (186.04 km² de área total), seguida de la vegetación densa con tan solo el 13.4 % (25.19 km²). Del cruce de los mapas de uso del suelo y el NDVI, se obtuvo que la vegetación espaciada incluye 36.45 km² de maleza y 36.82 km² de pastos, interpretándose que alrededor de la mitad de este grupo se encuentra subutilizado, ya que son tierras aptas para pasto.

Vegetación y flora

La vegetación natural en la zona costera ha sido muy degradada provocada por el proceso de urbanización. Sólo se mantiene restos de manigua costera en la zona de Celimar, vegetación de saval en algunas parcelas de Santa María y los manglares asociados a las lagunas costeras (mangle rojo, prieto y patabán): El Cobre, la Conchita y Rincón de Guanabo las que son de gran importancia ecológica por constituir elementos reguladores desde el punto de vista hidrológico del que depende, en gran medida, la conservación y el mejoramiento de la playa. Su capacidad de almacenamiento de agua, de retención de sedimentos, y exportación de nutrientes, influye positivamente en la protección de la zona costera, en la calidad de las aguas marinas y en la diversidad de su fauna, todo lo cual se manifiesta en mayor medida en las lagunas El Cobre y Rincón de Guanabo, por lo que su relleno parcial o total llevaría al deterioro de la calidad ambiental en esos tramos costeros. Por sus valores ecológicos y por los servicios medioambientales que brindan, estas dos lagunas unidas a su franja litoral y fondo marino con seibadal y arrecifes coralinos adyacentes, están catalogadas como áreas protegidas de significación local con categorías de manejo de Paisaje Natural Protegido. Existen además otras áreas protegidas dentro de este territorio en las que están presentes valores florísticos, faunísticos, arqueológicos, etc., estas son: Loma de Guanabo, Valle Río Tarará, Cueva Tarará, Manigua Costera Celimar

Regionalización florística

El área, pertenece a la Subprovincia Cuba Central, Sector Centro Occidental y se pueden apreciar tres franjas, hacia el norte y el sur, sub-sector Cabañas-Casilda la zona costera pertenece al distrito Mariel-Hicacos y hacia el Sur al distrito Bejucal-Coliseo. La franja central y la más extensa, pertenece al sub-sector Regla-Bibanasí, distrito Regla-Camarioca, subdistrito Campo-Florido y donde se encuentran los restos de vegetación de mayor interés. "citado por Del Risco, 1989 " (Vea Quintana, 2006).

1. Distrito Mariel-Hicacos. Se encuentra altamente impactado por la infraestructura y construcciones existentes, por lo que quedan escasos restos de vegetación en manglares poco saludables y fraccionados y en algunos tramos de costa con complejos de vegetación de costa arenosa, apreciándose una degradación ascendente de Oeste a Este.
2. Distrito Regla-Camarioca, Subdistrito Campo-Florido: Este distrito está constituido por colinas de calizas, con cayos de serpentinitas, en él se encuentra el área protegida de La Loma de la Coca donde se encuentran los mayores valores florísticos por el nivel de endemismo de la misma, apreciándose el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinita de manera aislada, la vegetación secundaria y predominando los pastos con focos de cultivos.
3. Distrito Bejuical-Coliseo. Se encuentra altamente impactado por la actividad agrícola y ganadera, apreciándose restos de vegetación secundaria y vegetación antropóxena, predominando los pastos con focos de cultivos.

La franja hidrorreguladora de los ríos se encuentra altamente impactada y en muchas secciones esta no existe, con la presencia de plantas introducidas que en muchos casos podrían afectar el funcionamiento natural de este sistema.

Un factor que influye en la no existencia de esta franja es que el arado de los campos se lleva hasta las mismas márgenes del río, esto además provoca la deposición de sedimentos, afectando la calidad del agua y provocando una disminución gradual de la profundidad del mismo, lo que afecta de manera indirecta la calidad de los mangles hacia la desembocadura.

Principales formaciones vegetales naturales o seminaturales presentes.

- Formaciones boscosas
- Formaciones herbáceas
- Complejos de vegetación
- Vegetación secundaria

Formaciones boscosas

Manglares: Con estrato arbóreo, sin estrato arbustivo, con herbáceas y trepadoras. Hacia el norte en zonas bajas y cenagosas.

Formaciones herbáceas

Comunidades acuáticas de agua dulce: Formadas por especies acuáticas, algunas que flotan libremente como la *Eichornia sp.* o malangueta, *Utricularia sp.* y otras enraizadas como *Myriophyllum sp.*, *Nymphaceae sp.*, *Najas sp.*, entre otras. En los embalses y algunas secciones del río.

Comunidades halófilas: Formadas en su mayoría por plantas herbáceas y suculentas, adaptadas a medios de elevada salinidad en el suelo. Puede aparecer a la orilla de los ríos o como herbazales de ciénaga, siempre hacia la parte más baja de la cuenca.

Complejos de vegetación

Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinita (cuabal): Estrato arbustivo denso, herbáceas dispersas, palmas, epífitas y abundancia de lianas. Sobre suelos derivados de serpentinitas. Hacia el Sur, la mejor conservada se encuentra dentro del área protegida de La Coca.

Vegetación de costa arenosa: Incluye plantas herbáceas, algunas suculentas y algunas especies arbóreas. Fundamentalmente hacia El Rincón de Guanabo, se presenta en áreas limitadas de la faja costera debido al elevado impacto de las mismas.

Vegetación secundaria

Surge como consecuencia de la degradación de la vegetación natural. Aquí predominan especies oportunistas, según el sustrato y condiciones del medio. Es la vegetación predominante dentro de la cuenca.

1.2.6. Fauna

Regionalización faunística:

Según, la fauna pertenece al Distrito Cuba-Central, subdistrito Habana-Matanzas. "citado por Cruz Lorenzo (1989)" (Vea Quintana, 2006).

Grupos de interés:

La acentuada acción sobre los ecosistemas originales, así como la introducción de una fauna antropoxena predominante en la cuenca trajo como consecuencia la existencia de un reducido número de especies autóctonas de vertebrados terrestre dentro de la cuenca.

Dentro de los grupos de interés para el hombre por el nivel de convivencia o repercusión en la actividad humana podemos encontrar diferentes especies.

Anfibios

Entre las más abundantes se pueden mencionar *Bufo sp.*, *Eleutherodactylus sp.* *Peltophryne sp.* y *Osteopilus septentrionalis* Duméril y Bibron.

Reptiles:

Algunas de las especies terrestres que se pueden encontrar:

- *Anolis sp.* (numerosas especies)
- *Typhlops sp.*
- *Tropidophis sp.*
- *Alsophis cantherigerus*
- *Arrhyton sp.*
- *Diploglossus delasagra*
- *Epicrates angulifer*
- *Sphaerodactylus sp.*
- *Cadea palirostrata*

Aves

Entre las especies endémicas:

- *Falco sparverius sparverioides* - Cernícalo
- *Dives atrovioacea* – Totí
- *Buteogallus anthracinus gundlachi* – gavián Batista.
- *Dendroica palmarum* - Bijirita común
- *Dendroica petechia* - Canario de manglar
- *Geothlypis trichas* - Caretita
- *Setophaga rutinilla* - Candelita
- *Columba leucocephala* - Torcaza cabeciblanca
- *Fulica ssp.* - Gallareta pico blanco
- *Zenaida macroura* - Paloma rabiche
- *Columbina passerina* - Tojosa
- *Gallinula chloropus* - Gallareta pico rojo
- *Butorides virescens* - Aguaitacaimán
- *Nictanasa violacea* - Guanabá real
- *Nicticorax nicticorax* - Guanabá de la Florida
- *Egretta thula* - Garza real
- *Agelaius assimilis* - Mayito de Ciénaga
- *Bulbucus ibis* - Garcita bueyera
- *Quicalus Níger* – Chinchiguaco
- *Saurothera merline* - Arriero
- *Cathartes aura* - Aura Tiñosa

Esta zona reviste importancia para un gran número de especies de aves de paso.

Mamíferos

Las especies de mamíferos dentro de la cuenca es muy pobre, constituida fundamentalmente por fauna antropoxena: ratas (*Rattus sp.*), ratones (*Mus sp.*), mangostas (*Herpestes auro punctatus auro punctatus*), que constituyen verdaderas plagas, afectando en muchos casos a la fauna autóctona, independientemente del efecto perjudicial directo que puedan tener para

el hombre. El resto de las especies antropoxenas, están representadas por diversos tipos de ganados y animales domésticos.

Dentro de las autóctonas, que podemos encontrar en cayos de restos de vegetación natural y bosques, a la jutía conga *Capromys (Capromys) pilorides* (Say), estos capromidos son muy apreciados por su carne y han sido sometidos a una caza poco controlada durante siglos, junto a la desaparición de sus habitats (bosques y matorrales), lo que pone en peligro la sobrevivencia de estas especies en la cuenca. Se pueden encontrar además algunas especies de Quirópteros.

Invertebrados

Estos grupos han sido poco estudiados, siendo los de mayor diversidad en especies.

Dentro de la malacofauna se pueden mencionar algunas especies:

- *Despanella globulosa* d' Orbyguy. Biotopo: Paredones calizo, rocas.
- *Ligus sp.*
- *Polygyra lingulata* (Deshayes) Ferrusae. Biotopo: Rocas y arbustos.
- *Rumina decallata* Linneo. Biotopo: Áreas boscosas.
- *Succinea sagra* d' Orbyguy. Biotopo: arbóreo, roca caliza.

Áreas Protegidas aprobadas, en proceso de aprobación y propuestas

Las áreas protegidas identificadas en el área de estudio que poseen valores que las hagan ser declaradas con alguna categoría de manejo son:

Reserva Ecológica “La Coca”.

Elemento Natural Destacado “Loma de Guanabo”

Reserva Florística Manejada “Cuabal de las Minas”

Paisaje Natural Protegido “Rincón de Guanabo”

Área Protegida de Recursos Manejados “Ensenada de Sibarimar”

Paisaje Natural Protegido “Laguna del Cobre-Itabo “

Manigua Costera “Celimar-Río Tarará “

De estas áreas protegidas cuatro se encuentran en la línea costera que son:

Paisaje Natural Protegido “Rincón de Guanabo”

Área Protegida de Recursos Manejados “Ensenada de Sibarimar”

Manigua Costera “Celimar-Río Tarará “

Paisaje Natural Protegido “Laguna del Cobre-Itabo “

El resto se encuentra en el curso medio de la cuenca y son:

- Reserva Ecológica “La Coca”.
- Elemento Natural Destacado “Loma de Guanabo”
- Reserva Florística Manejada “Cuabal de las Minas”

De ellas están aprobada por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministro y posee administración y Plan de manejo y operativo el Paisaje Natural Protegido “Rincón de Guanabo” y la Reserva Ecológica “La Coca”. El resto de las áreas aún se encuentran en estudio y posible propuesta en un futuro (Anexo 2. Figura 16).

Reserva Ecológica “La Coca”

Esta área protegida está considerada como una de las que posee los mejores valores florístico de los cuabales del occidente cubano.

Elementos de interés dentro de Áreas Protegidas

Rincón de Guanabo

Según el sistema Nacional de Áreas protegidas se clasifica como un Paisaje Natural Protegido y constituye un área terrestre y marina en estado seminatural que se propone manejar con fines de protección, mantenimiento de las condiciones naturales e instalación de servicios medio ambientales “citado por Martínez Martín, 2002” (Vea Quintana, 2006) (Anexo 2. Figura 17).

Pertenece al Distrito Mariel-Hicacos y se encuentra ubicada, dentro de la cuenca del arroyo Ahoga Gallinas, comprendiendo toda la laguna costera de Rincón de Guanabo. Ocupa el extremo Este de la cuenca y del sector de Playas del Este de La Habana.

Los cambios en el uso del suelo producidos en este territorio evidencian su buen estado de conservación, en este sitio se encuentran relictos de los ecosistemas naturales originales representativos de esta región de la costa oriental de la provincia Ciudad de La Habana: barrera coralina, seibadal, costa arenosa, laguna litoral y manglar.

A partir de la observación de las fotos aéreas de diferentes años (1956, 1962, 1970, 1989 y 1993) se analizó la dinámica general en el uso de suelo (Anexo 2. Figura 18).

El área presenta unidades de paisaje bien definidas en 4 localidades “citado por Martínez Martín, 2002” (Vea Quintana, 2006):

1. Llanura litoral marino cársica aterrazada de carso desnudo y parcialmente desnudo con matorrales
2. Laguna arrecifal
3. Cresta coralina
4. Arrecife frontal

Estas localidades están conformadas por 13 Comarcas, compuestas por 23 subcomarcas con sus respectivas facies. "citado por Martínez Martín, 2002" (Vea Quintana, 2006).

Llanura litoral marino cársica aterrazada de carso desnudo y parcialmente desnudo con matorrales.

En esta zona se han observado un gran número de aves.

- Terraza efluvio-marino-acumulativa con varias terrazas bien definidas. Una primera terraza en el segmento oeste posterior a la costa acumulativa, con herbazales, cultivos menores y manigua costera, altamente antropizada con construcciones y atravesada por la Vía Blanca. La manigua costera está degradada a matorrales, abundan especies introducidas como el aroma, marabú, además de autóctonas como el almácigo, cuaba *Amyrisbal semiferas*, el guao de sabana *Comocladia dentada*, el guao de costa *Metopium toxiferum* y otras.
- Otra primera terraza cársico marina (baja) en el segmento este donde se puede encontrar una superficie de carso desnudo y un Camellón acumulativo. Aquí se puede encontrar el diente de perro, parte de él con material de relleno por acción antrópica. De norte a sur se encuentra una pared rompiente frontal que recibe el embate de las olas, una llanura abrasiva con concentración salina muy alta y finalmente vegetación xerófila con estructura de herbazal y matorral costero, este último perteneciente a la segunda terraza. En la zona del camellón acumulativo se encuentra ubicado el sitio arqueológico cueva la Tomaza y predomina la vegetación arbustiva, mezclado con herbazal de gramíneas, se pueden encontrar además de forma aislada algunas forestadas por el hombre como el coco y la casuarina.
- La segunda terraza cársico- marina (media) que continúa con matorral costero y subcostero.
- Tercera terraza cársico- marina (alta) con matorral xeromorfo con elevado grado de antropización con construcciones, terraplén con áreas parcialmente asfaltadas. Pendientes media, fuerte y escarpada.

Loma de la Coca

Las lomas de La Coca pertenecen al subdistrito de Campo Florido y se encuentra ubicada al Este de la provincia La Habana, al Sur del poblado Campo Florido.

La flora de la zona se caracteriza por un considerable grado de endemismo. Esta región presenta entre sus innegables valores florísticos endémicos locales (*Pecais havanensis*) y regionales (*Psidium havanense*) reportados como especies en peligro de extinción "citado por Borhidi y Muñiz, 1983" (Vea Quintana, 2006). En esta localidad también se encuentra una de las tres poblaciones conocidas de *Broughtonia cubensis*. Según González (2001), en las lomas de La Coca coexisten diferentes formaciones vegetales predominando el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal). En las zonas no alteradas éste conserva características de vegetación abierta con estrato arbustivo denso y emergentes eventuales, herbáceas dispersas y palmas.

Se pueden encontrar diferentes formaciones vegetales:

- Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de fisonomía típica. Las zonas mejor conservadas de esta formación se encuentran en el extremo sureste, mientras que, en la ladera Sur, sólo se pueden apreciar pequeños parches. Esta formación se caracteriza por un estrato arbustivo muy denso con una altura de hasta 3 m *Coccoloba armata*, *Eugenia camarioca*, *Guettarda scabra* y *Malpighia habanensis*. Existen emergentes como *Bucida ophiticola*, *Commiphora angustata*, *Tabebuia lepidota* y *Pseudocarpidium ilicifolium*. El estrato herbáceo es muy pobre. Las lianas presentes son *Angadenia sagraei*, *Jacquemontia jamaicensis*, *Mesechites rosea* y *Smilax havanensis*. Las epífitas pueden llegar a ser muy abundantes, particularmente en la parte más alta de esta formación. Las mejor representadas son *Tillandsia balbisiana* y *T. lexuosa*.
- Matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina mesófilo. Esta formación se caracteriza por un estrato arbóreo bien desarrollado que ocasionalmente llega a cerrarse y puede alcanzar hasta 8 metros. La especie dominante en el dosel es *Bucida ophiticola*, pero también encontramos *Amyris elemifera*, *Bursera simaruba*, *Harpalyce suberosa*, *Pseudocarpidium ilicifolium*, entre otras. El matorral no es tan denso como el de la formación anterior. En éste, las especies predominantes son *Gymnanthes lucida*, *Leucocroton angustifolius*, *Psidium havanense* y *Zanthoxylum fagara*. El estrato herbáceo es raro.
- Las lianas son abundantes, siendo las más frecuentes *Arthrostyidium capillifolium*, *Platygyne hexandra* y *Vanilla articulata*. Entre las epífitas resalta *Tillandsia bulbosa*.

- *Bosque de galería sobre serpentina*. Esta formación presenta diferencias entre la vertiente Norte y la Sur, que viene dada por la composición florística de las asociaciones que rodean a los biotopos de bosque de galería en la zona. En la ladera Norte, aparecen especies menos xerófitas del matorral xeromorfo espinoso junto a otras de comunidades mesomorfas, mientras que en la ladera Sur las asociaciones más representadas agrupan especies fundamentalmente xerófitas incapaces de colonizar los habitats de galería.
- Formaciones secundarias. Cada una de estas comunidades vegetales antes descritas presenta su correspondiente formación degradada. La localidad de lomas de La Coca presenta una rica flora representada por 66 familias, 200 géneros y 271 especies. Como nuevos reportes para la zona se encuentran: *Bucida buceras* L., *Casearia mollis* H.B.K., *Malpighia urens* L., *Eugenia rhombea* Krug et Urb. ex Urb., *Eugenia procera* Poir., *Habenaria* sp. y *Vitex tomentulosa* Moldenke. "citado por González, 2001" (Vea Quintana, 2006)

1.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

En este acápite se tomó como información preliminar la del proyecto "Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo turístico" dirigido por Marisela Quintana, del Instituto de Geografía Tropical. La actualización y complementación de esta información se realizó a través de viajes de campo al territorio; entrevistas aplicadas a actores y líderes locales, y finalmente se tutoraron cinco tesis de grados las cuales contribuyeron a cumplir tareas propuestas en el proyecto.

Para este análisis se partió de la información brindada a nivel de Consejo Popular (CP), las cuales se generalizaron a las cuencas de Tarará, Itabo y Guanabo. Los CP que aparecen representados en el área de estudio son cinco: Guanabo y Campo Florido (municipio Habana del Este), Minas Barrera (municipio Guanabacoa), Tumba Cuatro (municipio Jaruco) y Tapaste (municipio San José de las Lajas).

La problemática fundamental que tiene el estudio socioeconómico es la obtención de los datos, las cuales se tuvieron que llevar de una unidad política administrativa a una unidad natural. Lo cual es uno de los aspectos básicos a considerar en los procesos de planificación y manejo de cuencas. Los límites territoriales de los CP no coinciden con los límites naturales de una cuenca. Los límites político-administrativos obedecen a otras consideraciones, de índole económico, social, cultural o político.

1.5.1. Población

La mayor concentración de población en el territorio se ubica en el tercio bajo de las cuencas en estudio, la cual está formada por los repartos: Tarará, Santa María del Mar, Boca Ciega, Guanabo, Veneciana - Brisas del Mar, Balcón de Santa María, Marbella, Sibarimar y Peñas Altas. El tercio medio le sigue en importancia demográfica encontrándose los núcleos poblacionales: Campo Florido, La Coca, Caserío de Guanabo, Tivo Tivo, Trinidad, La Chumba, San Gabriel, Minas, Barreras, La Pelada, La Gallega y el asentamiento rural mayor de 200 hab. Tumba Cuatro. Con menor peso poblacional está el tercio superior donde se encuentra la población dispersa de Tapaste y los núcleos poblacionales La Sepultura y Santa Bárbara (Tabla 5 y Anexo 2. Figura 19). En el Anexo 3 se definen los conceptos básicos utilizados en el Nomenclador de Repartos, Barrios y Núcleos Poblacionales del Censo de Población y Viviendas de 1981.

En lo relativo a la composición de la población por sexos se advierte que no existe una marcada diferencia, las mujeres representan aproximadamente el 51,3% (Oficina Municipal de Estadística Habana del Este, 2005).

El CP Guanabo, cliente de este proyecto de investigación, solicitó conocer a nivel de Unidades Básicas de Información Territorial (UBIT) la densidad poblacional. Para ello se consultó con la Dirección Municipal de Planificación Física (DMPF) de La Habana del Este y no cuenta con esta información, por lo que para conocer este indicador, se procedió primeramente a entrevistar a personas claves como especialistas de Planificación Física y profesores de la Facultad de Geografía para saber cuál es la fuente de información más aconsejable para obtener la cantidad de población que reside en estas unidades ya que todavía no está a disposición pública la información del último Censo de Población y Viviendas a esta escala.

El resultado fue que los médicos de los consultorios de la familia a través del Modelo 54-50 "Historias de Salud Familiar", llevan un control muy bueno de cada una de las familias que atienden. Por todo lo anterior es que se decidió trabajar con esta información.

En el área de estudio se ubican 27 consultorios médicos de la familia que atienden un total de 4418 familias.

En la visita a los consultorios se consultó el Modelo anteriormente citado para el cálculo de la población que reside en cada UBIT, para ello se revisó la columna Nombre, donde se sumaron todas las personas de cada una de las familias registradas en los consultorios, para seguidamente ubicarlas en la UBIT correspondiente de acuerdo a su dirección de vivienda. Finalmente, se sumaron todas las personas que viven en cada manzana.

Tabla 5. Población por Repartos, Núcleos Poblacionales y Asentamiento Rural.

CONSEJO POPULAR	REPARTOS, NÚCLEOS POBLACIONALES, Y ASENTAMIENTO RURAL	POBLACION
GUANABO	Tarará, Santa María del Mar, Boca Ciega, Guanabo, Veneciana - Brisas del Mar, Balcón de Santa María, Marbella, Sibarimar, Peñas Altas y Sur de Brisas	14 271***
CAMPO FLORIDO	Caserío de Guanabo	823
	Campo Florido	8 729*
	Tivo Tivo	259
	Trinidad	182
	La Chumba	371
	San Gabriel	75
	La Coca	82
	Santa Bárbara	26
	Jústiz	715**
	Bajurayabo	501**
MINAS BARRERAS	La Sepultura	416***
	Minas	2 068**
	La Gallega	1 575**
	Barreras	2 131**
	La Pelada	708**
	El Cuncuní	210**
	Arango y Aranguito	1 067**
TUMBA CUATRO	Tumba Cuatro	1 313***
TAPASTE	Tapaste*	388***

Fuente: Elaborado por González, 2006 a partir de datos brindados por las Direcciones Provinciales y Municipales de Arquitectura y Urbanismo, y los CP.

* 2001 ** 2003 *** 2004 El resto de los datos son de 1998

* Población dispersa

Mediante la utilización del SIG se determinó el área de cada una de las UBIT, para finalmente hallar la densidad de población de cada una de estas unidades (Anexo 2. Figura 20).

Como resultado de los estudios realizados se pudo obtener que la población residente en esta área es de 14 881 habitantes. Se aprecia, además, la gran diferencia que existe entre los sectores, hay mucha más población en las zonas del centro del área donde se concentran las mayores ofertas de servicios comerciales, de salud, educacionales, centros de trabajo, etc.

Como resultado se obtuvieron cuatro rangos de densidad de población. El primero se extiende desde 1 hasta 15 hab./ha, encontrándose, distribuidas en toda la zona, pero principalmente alejadas de las zonas de mayor circulación vehicular y peatonal.

Seguidamente encontramos valores desde 16 hasta 30 hab./ha, ubicadas en todo el territorio.

A continuación, se conformó otro rango que va desde 31 hasta 460 hab./ha fundamentalmente hacia las zonas más transitadas del territorio, es decir, cerca de la 5^{ta} avenida en Guanabo que es donde se encuentran la mayoría de los servicios para los residentes, turistas y visitantes por un día. También en los sectores de Peñas Altas y Marbella se aprecia una concentración de estas densidades.

Como último rango se estableció el que va de 461 hasta 1000 hab./ha, encontrando aquí solamente dos UBIT, una en Peñas Altas y la otra en Sibarimar. Esta distribución está dada a que predominan edificios en manzanas pequeñas (Anexo 2. Figura 21).

Por último, se reflejan aquellas UBIT que no poseen población residente por ser zona hotelera (Anexo 2. Figura 22), área protegida o área verde. Aquí existe el mayor número de casos (291), extendiéndose por todo el territorio.

Con lo antes expuesto se puede decir, que existe heterogeneidad en la distribución de la población en el CP Guanabo, existiendo desde zonas muy cargadas de población que se van a encontrar en el Centro y Este, hasta lugares con ausencia de población.

1.5.2. Economía

En la actualidad las principales ramas económicas desarrolladas en el área de estudio son el turismo y la agricultura.

A continuación, se caracterizan cada una de las principales infraestructuras del área de estudio (Anexo 2. Figura 23).

1.5.2.1. Acueducto

El territorio de análisis tiene importantes problemas para el abastecimiento de agua con un mínimo de calidad. Existen tres fuentes principales:

a) La subcuenca subterránea Cojímar-Guanabo (Costera Norte) tiene una extensión de 20 km² y un recurso explotable de 2 Hm³, con baja calidad para el abasto de agua potable por la alta mineralización del agua (>2g/l) causada por la sobreexplotación indiscriminada a que ha sido sometida (Universidad de Málaga y Universidad de La Habana, 2006).

b) - La Planta de Filtro Norte-Habana, potabiliza el agua superficial de dos presas ubicadas en la cuenca de Guanabo e Itabo La Coca y La Zarza. Este sistema abastece a parte de la población del tercio inferior de las cuencas en estudio. El abastecimiento es muy deficiente en la actualidad, con interrupciones de varios días del servicio de agua, por las pérdidas en red que suponen la escandalosa cifra de 64% (de las tuberías que parten de la Planta de Filtro, del tanque Loma La Quinta y del propio trasvase a la planta). La capacidad de la planta es de 18,9 Hm³/año (600 l/s) y puede ser ampliada, porque en la actualidad trabaja a un 66% de su capacidad.

- En el caso de la población del asentamiento rural Tumba Cuatro, cuenta con una Planta Potabilizadora, la cual trata el agua proveniente de la presa San Miguel, y la que al final del proceso baja por gravedad a la población. Entre los problemas que presenta esta instalación, señalaban sus trabajadores, uno era que realizan la cloración manual debido a que el equipo clorador se lo habían llevado hacia como un año para arreglarlo; y el otro problema era el estado crítico que presenta el almacenamiento de cloro.

c) La población residente y algunas instalaciones ubicadas en el tercio inferior del territorio son abastecidas por pipas y por la venta de botellones de agua por la salinidad que contienen los pozos que sirven a estos usuarios, aunque hay zonas en que se utiliza el agua salobre de estos pozos para limpiar.

La empresa de Agua Mineral "La Cotorra", en Guanabacoa, es la que abastece de agua potable por botellones al área anteriormente mencionada.

Es de destacar que el servicio de carros-cisterna (pipas) ha estado afectado, ya que de un parque de seis equipos sólo funcionan tres o cuatros, ya que el resto presenta problemas de piezas y mal estado técnico (datan de los años 70 aproximadamente). Este último servicio, es decir, de pipas, está diseñado para el abastecimiento de agua potable a la esfera de salud (consultorios, policlínicos, etc.), la educación (escuelas), y a aquellas zonas que por algún

motivo no les llega el agua por las redes técnicas. También excepcionalmente para enfermos crónicos amparados por certificados médicos.

La posibilidad de otras fuentes de agua, tanto subterránea como superficial, habría que buscarla en la provincia de La Habana.

1.5.2.2. Alcantarillado

No existe un sistema de alcantarillado integral en la zona de estudio, las aguas residuales son evacuadas mediante fosas, tanques sépticos y pozos de infiltración lo cual está provocando en la zona costera, de prolongarse esta situación, la contaminación del manto freático y la playa. Solo hay una laguna de estabilización que presta servicio al hotel Itabo.

El funcionamiento de las fosas, de manera general, no es eficiente; éstos han ido perdiendo absorbencia por no realizarse una limpieza sistemática y un escombreo adecuado por lo que se han construido pozos absorbentes como solución inmediata a este problema (CIMAB, 1997). Solamente el reparto de Peñas Altas tiene alcantarillado que vierte a un tanque séptico que recibe una carga mayor para la cual fue diseñado y presenta problemas constructivos y, de ahí al río Guanabo. Una parte del pueblo de Campo Florido presenta alcantarillado el resto también posee fosas.

En estudios realizados por el CIMAB (1997), se aprecian altas concentraciones de indicadores microbiológicos en el tanque séptico que recolecta las aguas albañales del reparto Peñas Altas, lo que indica la baja efectividad del sistema, teniendo en cuenta además que el vertimiento de estos residuales al río Guanabo se produce a menos de un Km. de su desembocadura situada entre las playas de Guanabo y Playa Veneciana.

Una situación preocupante se produce en el sector de Guanabo donde existen descargas de aguas albañales hacia las calles, siendo crítica la situación en las calles 3^{era} e/ 476 y 480, y calle 1^{era} y 492.

1.5.2.3. Drenaje pluvial

Con este sistema de drenaje no cuenta el área de estudio, solamente existen soluciones puntuales hacia la zona costera, presentando mal estado técnico. Tal es el caso de las calles 462, 460, 458^a, 456, 494, 490, 482 y 480, cuyos tragantes se encuentran obstruidos por arena y en algunos casos son utilizados para la evacuación de albañales, las que al no encontrar la salida provocan áreas de inundaciones.

1.5.2.4. Educación

El territorio posee una variada red de establecimientos educacionales (Tabla 6). De ellas cinco presentan problemas constructivos fundamentalmente aulas con techos ligeros, dos deben de evacuarse ante posibles penetraciones del mar. Es de destacar que todos los centros ubicados aguas debajo de las presas La Zarza y La Coca son vulnerables a la rotura de las mismas.

Tabla 6. Infraestructura educacional.

Pre-escolar	Primaria	Especial	Media	Escuela de oficios	FOC	Escuela de altos estudios de hotelería y turismo	Escuela de salvavidas	Escuela de idioma	TOTAL
8	12	3	4	1	1	1	1	3	34

Fuente: Elaborado por González, 2006 a partir de datos brindados por la Dirección Municipal de Educación. FOC: Facultad Obrero Campesino

Teniendo en cuenta la cantidad de centros educacionales y recreativos que existen en el territorio se puede plantear que el trabajo dirigido a la educación ambiental es pobre de forma general, sólo es meritorio destacar la labor que viene llevando a cabo en el territorio y fuera del mismo el Comité Sibarimar de la Sociedad Cubana para la Protección del Medio Ambiente (ProNaturaleza) y el Museo Municipal de Habana del Este, para la recuperación y conservación de la Ensenada de Sibarimar. Ambas entidades están llevando a cabo el Proyecto Participativo de Manejo Costero Sibarimar.

1.5.2.5. Salud

En el territorio se ubican dos Áreas de Salud: la Mario Muñoz y la de Campo Florido. Cuenta, además, con una variada red de unidades asistenciales y de servicios (Tabla 7).

Tabla 7. Infraestructura de salud.

UNIDAD	CANTIDAD
UNIDADES ASISTENCIALES	
Policlínico Campo Florido	2
Clínica Estomatológica	3
Hogar Materno	1
Hogar de Anciano	1
Centro Comunitario de Salud Mental	1
Hospital de Tarará	1
Hospital siquiátrico	1
Clínica Internacional	1
Laboratorio clínico	1
Profilactoreo Nacional Obrero	1
Consultorio médico de la familia	51
UNIDADES DE SERVICIOS	
Seguridad Acuática	1
Farmacia	9
Óptica	2

Fuente: Elaborado por González, 2006.

Desde el punto de vista de la necesidad de evacuación por roturas de presas se tiene que los dos policlínicos, la Clínica Estomatológica Vitalio Acuña y el Centro Comunitario de Salud Mental deben hacerlo. A estas dos últimas instalaciones se le suma su mal estado constructivo. Igual condición lo presentan el Hogar de Anciano y la Seguridad Acuática.

La hipertensión arterial es la enfermedad que mayor prevalencia tiene en el tercio inferior del área de estudio, aunque se coloca por debajo de la media nacional. En cuanto a las enfermedades transmisibles se constataron que la más frecuente son las infecciones de transmisión sexual. A pesar que presentan muchas afectaciones con el agua potable que constituye el principal problema del área, al igual que la falta de alcantarillado, no se han detectado aquellas de transmisión hídrica como pudiera ser la hepatitis u otra de la misma causa (Quintana, 2006).

Las enfermedades que más casos de fallecidos reportan en el territorio son las enfermedades del corazón, tumores malignos, enfermedades del miocardio agudas, psicosis orgánica y enfermedades cerebro vasculares. En el tercio inferior de las cuencas todas las causas de muerte se mantienen por encima de la tasa municipal, excepto la de los tumores malignos. En el caso del tercio medio se tiene que las enfermedades cerebro vascular, neumonía e Influenza, psicosis orgánica, diabetes mellitus, suicidio y asma bronquial son las que están por encima de la municipal.

1.5.2.5. Comercio

En el área se aprecia una red de servicios comerciales y gastronómicos formada por unas 101 instalaciones. En general se puede plantear que sus principales problemas están dados por la falta de seguridad en puertas y ventanas, falta de iluminación, filtraciones, carpintería y refrigeración.

Hacia la zona de playa predominan instalaciones gastronómicas de tipo ligeras, con gran diversidad de quioscos contruidos por materiales plásticos, de madera y guano, y metálicos.

1.5.2.6. Cultura

El territorio cuenta con cinco instalaciones culturales: Museo Municipal de Habana del Este, Biblioteca Sucursal Félix Varela, Teatro Avenidas, y los cines Guanabo y Sibarimar. Las mismas se ubican en el tercio inferior de la cuenca Guanabo, excepto el último cine que está en el tercio medio de esta misma cuenca. Prestan los siguientes servicios:

- ❖ Museo Municipal Habana del Este: Visitas dirigidas y no dirigidas, información al público y a especialistas, actividades infantiles y círculos de abuelos, cursos de buceo, conferencias, charlas y exposiciones.
- ❖ Teatro Las Avenidas: Actividades recreativas y culturales, clases de moda, clases de teatro y danza, alquiler del local para reuniones, exposición de artes plásticas, alquiler de área exterior para ferias populares de artesanía y Actividades nocturnas de cabaret.
- ❖ Biblioteca Félix Varela: Prestamos publicitarios internos y externos, conversatorios y talleres literarios.
- ❖ Cine Guanabo
- ❖ Cine Sibarimar

Entre las tradiciones culturales que se celebran en el territorio están los festejos por la fundación de Campo Florido en el mes de mayo y la Fiesta de la Guayabera. Por su parte, Guanabo festeja la procesión de la Santa Ana en el mes de julio.

1.5.2.7. Deporte y Recreación

Estas infraestructuras resultan deficitarias en el área de estudio como lo ilustra el hecho de que la actividad deportiva en el tercio inferior del territorio existe un complejo deportivo de natación, fútbol y ajedrez. Se ubica, además, la Cooperativa de Pesca Deportiva con 85 embarcaciones y 12 trabajadores, de ellos cuatro son mujeres. La misma se dedica a la pesca grande como emperador, aguja, castero, dorado, etc. El 30% de la captura el pescador se queda con el y el resto lo comercializa con MERCOMAR, el cual lo destina a las pescaderías. No utilizan el chinchorro sino artes de pesca tradicional.

En el tercio medio la población de Campo Florido dispone de un estadio en mal estado técnico donde se practica béisbol, baloncesto y voleibol. Respecto a la recreación cuenta con rodeo, sala de video, liceo y cine. Por su parte, los pobladores de Tumba Cuatro para su disfrute disponen de un parque infantil, campo de pelota y círculo social.

En el tercio superior de la cuenca Guanabo (núcleo poblacional La Sepultura) se encuentra un círculo social el cual está subutilizado, solo lo utilizan para reuniones de las CCS, CDR y Delegados.

1.5.2.8. Comunales

La disposición final de los residuos sólidos de este territorio, se lleva a cabo en el vertedero de Campo Florido, mientras que para el vertedero de Tarará se trasladan los restos de escombros, podas, etc.

La Unidad Aurora Guanabo de Servicios Comunales de Habana del Este posee 158 trabajadores, de ellos 25 son mujeres. De este personal cuatro son inspectores (mujeres todas) de una plantilla de 10. El insuficiente control motivado por lo anteriormente dicho, pudiera ser una de las causas de la cantidad de microvertederos de podas y escombros, fundamentalmente, que se observan en la zona, a pesar de que para el saneamiento de los solares y demás áreas se cuenta con tres camiones abiertos y una carreta. Para la recogida de la basura poseen un camión compactador que según la opinión de la jefa de la Unidad es insuficiente, debería haber tres.

La recogida de la basura en el tercio inferior de las cuencas se realiza con una frecuencia de días alternos exceptuando la 5^{ta} avenida donde es diaria. EMPRESTUR por su parte atiende la limpieza de la zona de playa y el área verde de 5^{ta} avenida hacia la playa y la entrada de Veneciana y Brisas del Mar. Comunales atiende el resto de las áreas verdes del territorio.

Este servicio en el resto del territorio se lleva a cabo aproximadamente tres veces a la semana, utilizando un tractor con carreta.

En 1999, la DPPF, planteó la necesidad de realizar un proyecto de manejo integrado de estos residuos con el consiguiente autofinanciamiento que se integre al Plan Director de Residuos Sólidos de la Capital, donde se priorice el reciclaje.

El municipio Habana del Este fue el escogido para operar el Proyecto Piloto del “Estudio del Plan Maestro sobre manejo integral de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Habana” (actualmente está finalizado). Dentro del mismo se escogieron dos comunidades para aplicarlo: Campo Florido y Peñas Altas con una población de aproximadamente 19 000 habitantes. Esta experiencia se podrá extender a todo el proyecto con las mismas características y objetivos, contribuyendo al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos en el área del Proyecto Piloto y su futuro impacto positivo en el manejo integral de los residuos sólidos de la capital.

El 4 de marzo de 2005 comenzó a funcionar este Proyecto Piloto “Mi Habana Limpia” en Peñas Altas en unas 2 075 viviendas y 8 300 personas aproximadamente. El objetivo es reducir los residuos sólidos en los hogares mediante la producción de abono orgánico (compost). Consiste en separar los residuos orgánicos (recolección segregada) desde la vivienda, teniendo en cuenta el día y la hora de recolección. Con relación a los residuos reciclables y de otra clase cada residente debe llevarlos a contenedores de PVC de 500 litros instalados en 80 ubicaciones. En estos puntos habrá tres contenedores identificados con diferentes colores e información sobre la segregación:

Por otro lado, en Campo Florido es donde se llevó a cabo el compostaje doméstico en 40 viviendas, cuya fuente de compost son los residuos orgánicos generados en las viviendas (deshechos de cocina).

En la cuenca Guanabo se localiza un cementerio que da servicios a toda la población del área de estudio. El mismo está ubicado bajo la zona de inundación del río Guanabo ya que está a un Km. del mismo. Los servicios funerarios se brindan sin problema, exceptuando al del núcleo poblacional Minas, el cual lo realiza en el liceo.

1.5.2.9. Energía

En el área de estudio se ubican seis subestaciones eléctricas (SBE):

- ❖ SBE Guanabo, Carretera de Campo Florido
- ❖ SBE CZ Peñas Altas

- ❖ SBE Zarza, Campo Florido
- ❖ SBE Marbella, Calzada de Jústiz
- ❖ SBE Tarará, Vía Blanca
- ❖ SBE Barreras

Las subestaciones Marbella y Peñas Altas tienen una capacidad de 2 x 2500 KVA y 2 x 1600 KVA respectivamente, encontrándose la primera al 67% y la segunda al 100% de ésta (DPPF, 1999).

La subestación Barreras se encuentra al 67% de capacidad. Las líneas de distribución de 13,8 KV tienen una longitud, de aproximadamente 50,0 Km., lo que provoca interrupciones frecuentes en el servicio por averías.

Dentro de los centros de mayor consumo se tiene a la Empresa Industrial Guanabo con 51.6 Mwh y la de Acueducto 12426.1 Mwh (Poder Popular, 2004).

1.5.2.10. Comunicaciones

En el año 1997 se construyó la línea de comunicación de fibra óptica que enlaza la central matriz digital telefónica de Guanabacoa con la Unidad Remota de Abonados (URA) existente en Guanabo, infraestructura con tecnología de punta que da servicio tanto a los sectores turísticos del tercio inferior de las cuencas, como a otras zonas del tercio medio de la cuenca de Guanabo. Tiene una capacidad de 5120 líneas y 2877 teléfonos instalados (DPPF, 1999).

Desde el punto de vista del acceso a la prensa, el tercio superior de la cuenca Guanabo es la más afectada ya que por ejemplo la comunidad La Sepultura no recibe ningún tipo de periódico y revistas por no contar con un kiosco de venta de prensa. Otro factor que influye en esto, es que como la misma se encuentra entre los límites del municipio Habana del Este con San José de las Lajas, el agente postal solo llega hasta El Boticario, por lo que la población inscrita a la prensa debe trasladarse hasta Tapaste a buscarlo.

1.5.2.11. Transporte

El sistema de transporte está conformado por una red de vías que favorece la accesibilidad al intenso movimiento de pasajeros y facilita el transporte de carga que se traslada intermunicipal e interprovincialmente. En el tercio inferior del territorio, la Vía Blanca es la principal vía con 4 carriles de circulación, en la dirección Este - Oeste, vinculando al territorio de Guanabo con el centro de la ciudad y con Matanzas. También se vincula con otras vías y arterias principales

como lo es con la carretera de Campo Florido. También se destaca la 5^{ta} avenida, en la cual se localizan la mayoría de los servicios para los residentes, los turistas y los visitantes por un día.

La Terminal de Ómnibus Urbanos Guanabo localizada en el poblado Peñas Altas es la encargada de la transportación pública del territorio hacia la Ciudad, otras zonas próximas y la provincia de La Habana, para ello cuenta con un parque de 38 equipos y un coeficiente de disposición técnica del 93.2 %, es decir, vehículos aptos para trabajar. De este total de equipos se tienen tres transmetro que hacen servicios especiales (son alquilados), cuatro están de reserva por aquellos que deben entrar al taller por eventualidad de un día o mantenimiento y otros cuatros que cubren el franco de los chóferes en su día de descanso, el resto son los que realizan el servicio público diario (27). Cuenta con una plantilla de 228 trabajadores, de ellos 28 son mujeres.

La situación de esta Terminal es que las aguas residuales oleosas de la zona de fregado se acumulan en la fosa de fregado, las cuales se extraen y pasan al sistema de canalización del exterior de la instalación, que de no ser retiradas rápidamente pueden ser conducidas al río Guanabo en caso de lluvias. Las aguas residuales de origen doméstico que se generan en la instalación son tratadas mediante fosas sépticas. Los residuales de aceites se recogen y comercializan con CUPET.

Las principales limitantes que inciden en el transporte aislándose de las que provienen del estado técnico de los vehículos (piezas de repuesto), es el deficitario estado de las viales lo cual durante las lluvias se añade a la falta de alcantarillado, provocándose inundaciones. En contraste, el deterioro de la infraestructura de la zona de Campo Florido, de factura no tan completa como la de Guanabo, ha constituido un factor que ha promovido flujos poblacionales de carácter zonal con tendencia marcada en los noventa.

Para aliviar la situación del transporte en la capital, en general, se han ubicado en diferentes lugares Puntos de Embarque del Grupo Especial de Transporte Alternativo (GETA), que dentro de la zona en estudio se localizan dos, de los 171 existentes en la capital, uno en Peñas Altas y el otro en el Intermitente de Guanabo con destino el primero hacia las provincias y el segundo hacia Ciudad de La Habana.

Existen seis servicentros y un CUPET que apoyan el suministro de combustible en el área de estudio distribuidos seis en el tercio inferior de las cuencas (es preciso destacar que el de Peñas Altas actualmente solo brinda los servicios de aire, ponche, fregado y engrase debido a que se encuentran reventados los tanques de almacenamiento de combustibles), y uno en el tercio medio (Campo Florido).

En lo que respecta a la zona meridional la infraestructura de transporte favorece que la zona permanezca enlazada de modo activo a la economía por situarse en las proximidades del trazado de la línea férrea Casablanca-Matanzas y la llamada Línea Central. Otra transportación de importancia en la zona es la efectuada por ductos, como el gasoducto Melones que transporta el gas utilizado para el consumo de la provincia Ciudad de La Habana que procede del yacimiento gasopetrolífero Boca de Jaruco.

La construcción de la estación de ferrocarril en Guanabo no ha resuelto el problema del transporte, debido a los fallos en el servicio de los trenes, por lo que gran parte de los flujos se realizan en vehículo privado.

1.5.2.12. Seguridad ciudadana

La seguridad de los pobladores es garantizada por dos estaciones de la Policía Nacional Revolucionaria (PNR) y una unidad de la Policía Especializada, la que en los meses de verano ofrece su ayuda a la PNR. Además, cuentan con un comando para la extinción de incendios; dos Unidades de Guardafronteras, localizados uno, en la desembocadura del río Tarará y el otro en el de Guanabo.

Los delitos más frecuentes en el tercio inferior de las cuencas son los hurtos, robo con fuerza y robo con violencia, los cuales se focalizan fundamentalmente hacia la playa. Es de señalar la disminución de casos en el 2004 comparados con el 2003 (Tabla 8.). Por su parte en los tercios medios y superiores, el delito de sacrificio de ganado mayor es el más crítico.

Tabla 8. Delitos más frecuentes en el CP Guanabo.

DELITOS	2003 (No. de casos)	2004 (No. de casos)
Hurto	313	308
Robo con fuerza	217	170
Robo con violencia	34	31

Fuente: Elaborado por González, 2006 a partir de información brindada por la PNR.

1.5.2.13. Turismo

En la estructura de la ciudad se han conformado cinco Polos Turísticos (Marina Hemingway, Montebarrreto, Vedado, Centro Tradicional Habana Vieja y **Playas del Este**) y dos áreas de interés turístico (Villa Panamericana- Cojímar y Santa María del Rosario).

La singularidad del Polo Playas del Este, dada por su vocación natural turístico–recreativo y sus características físicas y espaciales, motivó que fuera declarado Zona de Alta Significación para el Turismo en el año en 1999, según Acuerdo N° 3499 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.

Es el caso de la infraestructura de alojamiento para el turista nacional está representado fundamentalmente por las casas de descanso de la cadena ISLAZUL y por las casas de alquiler particular. Para el turista internacional el alojamiento se ofrece en hoteles, apartoteles y villas, y en menor medida por las casas de alquiler particular (Tabla 9 y Tabla 10).

Tabla 9. Alojamiento hotelero. Playas del Este (2003)

No	Instalación	Cadena	Capacidad de alojamiento	Número de habitaciones	Casas
1	Las Terrazas	Horizontes	301	237	
2	Hotel Gran Vía	Islazul	20	10	
3	Hotel Miramar	Islazul	48	24	
4	Aparthotel Atlántico	Horizontes	182	96	96
5	Mirador del Mar	Horizontes	246	123	
6	Villa Los Pinos	Gran Caribe		70	26
7	Hotel Tropicoco	Horizontes	390	188	
8	Villa Mégano	Horizontes	122	61	
9	Zona Brisas del Mar	Islazul			64
10	Zona Veneciana	Islazul			64
11	Marea Vía Blanca	Islazul		29	
12	Zona Solimar	Islazul			86
13	Zona Caleta Blanca	Islazul			110
14	Zona Boca Ciega	Islazul			57
15	Zona Burbuja Azul	Islazul			98
16	Zona Arenas Blancas	Islazul			83
17	Zona Santa María	Islazul			28
18	Villa Playa Hermosa	Islazul	56	28	28
19	Hotel Atlántico	Gran Caribe	184	92	
20	Sea Club Arenal	Horizontes	1400	166	
21	Rancho Mi Hacienda	Rumbos	18	9	
22	Centro de Descanso y Rehabilitación	MINBAS	95	35	

Fuente: Universidad de Málaga y Universidad de La Habana, 2006.

Tabla 10. Indicadores turísticos. Playas del Este. 1999

INDICADOR	CADENA HOTELERA	INSTALACIÓN	1996	1997	1998	1999
% de ocupación lineal del año	Gran Caribe	Villa Los Pinos	63.0	66.9	60.4	21.2
		Hotel Atlántico	68.41	66.25	45.58	29.52
	Horizontes Hoteles	Sea Club Arenal	X	X	41.7	44.3
		Aparthotel Terrazas	29.4	44.3	51.8	42.3
		Villa Mégano	X	40.1	59.4	
		Hotel Tropicoco	54.7	60.7	67.3	59.4
		Villa Mirador del Mar	25.0	33.6	35.31	30.9
		Aparthotel Atlántico				
Turistas días	Gran Caribe	Villa Los Pinos	10 462	11 180	12 421	4 554
		Hotel Atlántico	46 067	44 492	30 611	16 512
	Horizontes Hoteles	Sea Club Arenal	X	x	28,6	1507
		Aparthotel Terrazas	19 601	36 394	37 943	31 137
		Villa Mégano	X	1 121	1794	1 335
		Hotel Tropicoco	63 073	64 492	67 656	52 492
		Villa Mirador del Mar	9 164	15 155	18 816	16 669
		Aparthotel Atlántico	8 999	9 452	2 583	21 682
Ingreso medio por turista	Gran Caribe	Villa Los Pinos	152.60	183.18	170.66	162.73
		Hotel Atlántico	47.03	54.57	60.34	55.93
	Horizontes Hoteles	Sea Club Arenal	X	x	385.68	333.63
		Aparthotel Terrazas	41.30	43.90	36.94	28.94
		Villa Mégano	X	30	32	33
		Hotel Tropicoco	33.58	33.06	29.99	24.0
		Villa Mirador del Mar	35.0	39.9	29.0	24.0
		Aparthotel Atlántico	12.11	15.38	18.60	39.10

Fuente: Universidad de Málaga y Universidad de La Habana, 2006.

Como se aprecia en la Tabla 11 la ocupación hotelera es baja en el Polo Turístico Playas del Este.

Tabla 11. Datos estadísticos de las principales instalaciones hoteleras de Playas del Este. 2002

Nombre	Cadena	Categoría (estrellas)	Modalidad	Número de Habitaciones	% de ocupación		
					1999	2000	2001
Atlántico	Gran Caribe	4	Playa	92	37	43	51
Los Pinos	Gran Caribe	4	Playa	70	19	27	27
Aparthotel Atlántico	Horizontes	2	Playa	93	N/D	33.5	32.4
Club Arenal (Itabo)	Horizontes	4	Playa	169	N/D	69.2	52.5
Tropicoco	Horizontes	2	Playa	188	N/D	29.1	19.4

Fuente: Universidad de Málaga y Universidad de La Habana, 2006.

A pesar de no contar con datos actuales pues muchos de ellos no fueron brindados por las instituciones pertinentes se puede afirmar que los principales mercados emisores a las Playas del Este son: Italia, España y Canadá entre otros.

El alojamiento hotelero se localiza en grandes parcelas en la primera línea de playa con una altura entre 4 y 8 plantas, un coeficiente de ocupación del suelo (COS) entre el 0,25 y 0,35, la edificabilidad de 1,0 y una densidad promedio de 100 hab./has que van desde la categoría de 2 hasta 5 estrellas. La mayor concentración de hoteles se localiza en el sector Santa María del Mar. La capacidad de alojamiento propuesta se aprecia en la Tabla 12.

Tabla 12. Capacidad de alojamiento propuesta.

Sector	Habitaciones actuales	Habitaciones propuestas	Total habitaciones	Total Plazas
Santa María del Mar	1.196	3.217	4.393	8.786
Boca Ciega	1.236	1.150	2.295	4.590
Guanabo	435	765	1.066	2.132
Veneciana-Brisas del Mar	320	2.614	2.864	5.728
Total	3.187	7.746	10.618	21.236

Fuente: Universidad de Málaga y Universidad de La Habana, 2006.

Las instalaciones turísticas de “Mi Hacienda” y “Guanabito” ubicadas en el tercio medio de la cuenca Guanabo, comparten el turismo internacional y en etapas llamadas “bajas” amplían el círculo de prestación de sus servicios al turismo nacional.

Se proponen dos parques naturales en las lagunas El Cobre en Santa María del Mar y en la Laguna Rincón de Guanabo. Además de ampliar la instalación náutica de Veneciana (capacidad total de 380 embarcaciones). Por último, se prevén instalaciones ligeras y desmontables a todo lo largo del litoral para que den respuesta popular tanto a los visitantes por un día como a los turistas y residentes del territorio.

Según datos ofrecidos por la Oficina de Estadísticas de Habana del Este, en agosto del 2004 se recibieron 135 631 turistas, cifra superior a la del año pasado cuando se recibieron 129 941, de ellos 27 298 fueron extranjeros en el año mencionado y en el anterior 27 434.

En cuanto a los ingresos en agosto del 2004 ascendieron a 76 115,2 en total de los cuales 69 970,4 corresponde a ingresos turísticos. Del total de ingresos 17 730,8 corresponde a ingresos en divisas, de los cuales 16 386,5 son turísticos.

Las ventas de paquetes turísticos aumentaron de 6 604,5 en el año anterior a 8 904,2 en agosto del 2004, mientras que la venta de opcionales aumentaba de 37 911,3 a 60 492,1 en el 2004.

También se encuentran en el territorio la Villa de la Juventud perteneciente a la UJC Nacional la cual fue inaugurada en el año 1993. Cuenta con un total de 15 trabajadores quienes brindan una serie de servicios con destino a los jóvenes destacados a nivel nacional. Así mismo se encuentra la Villa Azucarera, que responde a intereses del MINAZ.

Según refiere la ONAT en el año 2004 Guanabo posee un total de 21 servicios gastronómicos privados, de los cuales 8 son paladares. De igual manera 106 casas de alquiler de 2 cuartos que declaran sus ingresos en moneda nacional y 183 que lo hacen en divisas amplían la capacidad de alojamiento del territorio. Existen además más de 700 casas para el descanso de los trabajadores con una buena representatividad de organismos estatales.

En sentido general se puede constatar que la actividad turística, fuente sustancial de ingresos, es expresiva de una amplia tipología de hoteles y modalidades asociadas con la presencia de cadenas hoteleras que se cuentan entre las representativas del país tal como lo es la de Isla Azul, en lo que respecta al turismo nacional, que ubica instalaciones en áreas de máxima o relativa cercanía a la zona de playa. Otras estancias se vinculan con el turismo "libre" cuya principal nacionalidad proviene de España, Alemania e Italia.

La infraestructura brinda una serie de servicios que complementan la buena atención al cliente entre los que se encuentran una dotación de habitaciones climatizadas que hacen la estancia más agradable y otros como pueden ser relativos a la gastronomía (parrillada, buffet, snack

bar), recreación (karaoke), deporte (canchas de tenis, buceo), salud (servicios médicos, masajes), centros nocturnos y servicios de taxi, rent a car, etc.

Actualmente, el tercio inferior de la cuenca Tarará ha sido destinado a un turismo de salud ya que se insertó dentro del Programa de la Misión Milagro. Se proveen dos etapas principales: una es la de recuperar las capacidades de alojamiento existentes, así como la infraestructura necesaria, y la otra, es la creación de nuevas capacidades de alojamiento e infraestructura necesaria.

En la desembocadura del río Tarará se encuentra una marina con capacidad de 73 embarcaciones y con instalaciones complementarias como restaurante, cafeterías y discoteca (DPPF, 1999). Se plantea construir, además, un hotel entre 4 y 6 plantas y ampliar su capacidad de atraques, es decir, que alcance 310 atraques de embarcaciones de mediano porte.

1.5.2.14. Agricultura

Uso y tenencia

El uso agrícola del suelo en el acápite de áreas ganaderas concentra casi el 41% conformada por siete Unidades Básicas de Producción Agropecuaria (UBPC) en tanto su área estrictamente agrícola alcanza el 8%.

Los principales tenentes de la tierra se agrupan en las siete UBPC pertenecientes a la Empresa Pecuaria Bacuranao.

Completan la diversidad de tenentes la Empresa de Cultivos Varios que registra un área superior a las 2076 hectáreas que comparte su papel de suministradora de alimentos en la zona.

El autoconsumo ocupa el 7.2 % del área distribuido en pequeñas y dispersas parcelas con destino a satisfacer las necesidades alimenticias de trabajadores, de las familias, así como en el autoabastecimiento de comedores obreros.

Los pequeños productores asociados en Cooperativas de Crédito y Servicio (CCS) disponen de un 4.2 % de la superficie cultivable que no superan las 10 hectáreas como promedio y en la que se siembran viandas, hortalizas y granos; tienen establecidos sistemas de producción tradicional con el empleo de muy bajos recursos en condiciones de secano, con cultivos

adaptados a la alternancia de períodos secos y lluviosos, lo que incide en una baja productividad.

Un 5.1 % de las tierras se destinan a la actividad forestal que pudiera incrementarse por la presencia de suelos y condiciones topográficas propicios para extender las plantaciones y mejorar la estética del paisaje.

Ganadería

La ganadería en el territorio se halla bien representada por la Empresa Pecuaria Bacuranao, con 2 054 trabajadores de ellos 489 mujeres, logran tener en sus diferentes establecimientos producciones de leche, carne, viandas, hortalizas, granos, frutales y pescado.

El destino de sus producciones es variado, pueden en el caso de cultivos varios destinar parte al autoconsumo, así como a venta de trabajadores y al mercado. En el caso de la leche, sus ofertas se dirigen a la industria y obreros de las vaquerías, la carne tributa al balance cárnico, y el pescado a la industria pesquera. Según refiere la Empresa en su información, todas las unidades realizan su limpieza de forma manual o con tracción animal en seco, por lo tanto, no tienen vertimiento de residuales líquidos (según fuente suministrada) (Quintana, 2006).

Sólo en dos cochiqueras pertenecientes a la Granja de Campo Florido se presentan vertimientos de residuales líquidos y sólidos, y los mismos fluyen hacia la laguna de oxidación. Se destaca que se han producido Humus (303 ton), Compost (4 395 ton) y Materia Orgánica (55 203 ton) cuyo destino es la Finca de Cultivos Varios, área de KingGrass, caña y pastos de las vaquerías. Las referencias consultadas indican que el detergente se emplea en labores de higienización, por lo que convendría especificar el tipo de producto y su uso según la faena a que son destinados (Quintana, 2006).

Las vaquerías dentro del área de estudio están representadas por la Granja Campo Florido y siete UBPC: Protesta de Baraguá, Desembarco del Granma, Victoria de Girón, 26 de Julio, 13 de marzo, Pepito Tey y Juan Oramas; a su vez en Campo Florido existen otras instalaciones infraestructurales que responden al trazado ganadero del territorio.

Desde el punto de vista territorial las instalaciones (unidades) y las fincas de cultivos varios se encuentran dispersas por toda el área de la cuenca quizás en mayor proporción hacia la región central y aguas abajo de la misma, esto denota potencial conflicto al enmarcarse en pendientes donde el escurrimiento superficial y subterráneo puede trasladar y percolarse indistintamente hasta lugares cercanos a la costa.

Es preciso mencionar que se hicieron las gestiones para obtener los datos de producción de todas las instalaciones con el departamento de Producción de dicha Empresa, pero hasta el momento no lo han brindado.

Granja de Autoabastecimiento Tivo Tivo

Otro de los objetivos económicos de relieve es la Granja de Autoabastecimiento Tivo Tivo designado Centro de Referencia Nacional, se distingue por la misión que le ha sido asignada de suministrar productos cárnicos frescos al segmento de comercio formado por las carnicerías especiales y los ten-cent de la capital.

A pesar de la tecnología tradicional en esta fábrica y del área de influencia que ejerce fuera del área de estudio por el tipo de producción que genera pudiera eventualmente ofertar a la Cadena Isla Azul según demanda de los clientes, determinados renglones que contribuirán a complementar la lista de productos alimentarios que ya forman parte de la dieta nutricional de la población que goza del descanso y la recreación en esta área.

Los problemas ambientales más acuciantes se hallan en los hornos pues aunque existe uno donde se emplea el material refractario correspondiente, en otro horno usado también para la cocción, éste es alimentado por leña y el trabajador responsable con esas labores, permanece sometido a la acción de altas temperaturas (en alternancia con el aire frío que puede encontrarse proveniente de la cercana área de refrigeración), lo que produce lagrimeo y otras afectaciones asociadas, además de contaminar con emanaciones y productos en suspensión, generados de la quema de la madera el local que por esta acción limita su higiene.

Granja Agrícola La Rosita

Esta Granja perteneciente a la UJC ha ganado la admiración entre otros, por la calidad y variedad de sus cultivos.

Centro de Gestión y Control de la Agricultura Urbana

Este Centro se crea este centro con la finalidad de tributar productos agrícolas, producción de leche, y floricultura entre otros a los Consejos Populares ubicados en el perímetro del territorio (Tabla13).

Tabla 13. Formas de Asociación existentes.

CONSEJO POPULAR	NOMBRE DE LA ENTIDAD	FORMA DE ASOCIACION	ORIENTACION PRODUCTIVA
Guanabo	Sergio González	CCS	Cultivos varios
Campo Florido	Agustín Marrero (Centro de Referencia Nacional)	CCS	Especializada en flores, producción de leche y cultivos varios, centro de elaboración (jamonera)
	Juan Manuel Márquez	CCS	Cultivos varios, hortalizas, ganado vacuno y leche.
	Marcelo Salado	CCS	Leche, ganado vacuno, cultivos varios y hortalizas.
	Eduardo Fernández	CCS	Leche, ganado vacuno, cultivos varios y hortalizas.
	Elio Llerena	CCS	Leche, ganado vacuno, cultivos varios y hortalizas.
Minas Barreras	Julio Verde	CCS	Vacuno y aves
	Juan Oramas	CCS	Ganado vacuno, ovino-caprino y aves
	Manuel Ascunse	CCS	Vacuno y aves
Tumba Cuatro	Sergio González	CCS	-

Fuente: Elaborado por González, 2006 a partir de Quintana, 2006.

- No se pudo obtener la información

1.5.2.15. Industria

La actividad industrial en las cuencas se halla representada por ramas orientadas a la explotación de recursos naturales (la industria de materiales de construcción y extracción de petróleo), la industria sideromecánica, alimentaría, confecciones y otras subordinadas a los Órganos Locales del Poder Popular.

En cuanto a los recursos naturales de origen mineral éstos se hallan dispersos en el área teniendo una presencia marcada de yacimientos no metálicos donde destacan los materiales de construcción de "La Cecilia" de piedra para la construcción que sumados a la explotación de la

cantera “Agustín Marrero” también de áridos –y renombre por su alta calidad-, hace que la presencia de la Empresa de Canteras Habana sea significativa.

Llama la atención la presencia de otra empresa de importancia nacional, como es el caso de la Empresa Geominera Habana Matanzas bajo cuya subordinación se coloca la explotación de tobas y zeolitas. En el caso de estas últimas forman parte de las reservas que se entienden por toda la Isla. En general, la industria de materiales de construcción encuentra resonancia dada su alta calidad no solo para respaldar el proceso inversionista en el propio sector industrial sino en el mejoramiento de suelos y otras funciones.

Actualmente en la zona queda un pozo en explotación cercano al límite de su vida útil en el sector Veneciana-Brisas del Mar. A partir de los resultados de estudios realizados, se plantea llevar a cabo la prospección y explotación petrolera en Tarará, Marbella y Veneciana-Brisas del Mar. Por ello, ha de ordenarse la zona costera teniendo en cuenta la factibilidad de este tipo de industria que subyace y es proclive de contaminación.

La industria pesada se halla representada por la Empresa Industrial Guanabo que le imprime a la economía del territorio un rasgo distintivo al producir, comercializar y brindar servicios al sistema de la Industria Sidero-Mecánica. Fundada a fines de la década de los setenta (1979) ha sido heredera de un grupo de talleres que venían funcionando desde 1965 para la fabricación de equipos para uso agrícola y en la construcción.

Parte fundamental de su actividad ya reconocida se desempeña en la sensible área de la transportación en la capital, en los que se hallan los conocidos “Camellos”. De modo similar, pero en la categoría de nuevos productos no deben dejar de mencionarse una de sus prioridades como son los equipos empleados en limpieza de alcantarillado (cisternas sobre camión por alta presión y sistemas hidráulicos) y de pozos negros que elocucionan el objeto social de la fábrica, por solo ilustrar con ellos la tarea medioambiental en que participan cuya influencia trasciende los límites de su instalación física.

La reparación y rehabilitación de vehículos de segunda mano organizada en la década de los noventa ha cobrado un auge importante en los servicios que presta actualmente la empresa de equipos de segunda mano que aquí son puestos en funcionamiento para su futura venta.

Entre las tecnologías fundamentales empleadas se cuentan aquellas que desde el punto medioambiental se catalogan como no amigables como son la soldadura, corte de metales, mecanizado con arranque de virutas. No obstante, sus dirigentes afirman, y en visita al establecimiento se pudo constatar, que los procesos tecnológicos instalados en la fábrica no generan desechos sólidos, líquidos o gaseosos. No obstante, la Dirección Municipal de Salud,

lo tiene catalogado como uno de los focos contaminantes por ruido producido en el proceso tecnológico manual.

En visita realizada se pudo constatar la permanencia de siete familias en las áreas de la instalación.

Las materias primas, materiales y componentes que requieren los productos terminados no son de origen nacional. En ocasiones pueden tener algún proceso de transformación en la fábrica como pueden ser los metales que son importados, cortados y aquí conformados para el ensamble final en el equipo.

La fuerza de trabajo empleada proviene fundamentalmente de Peñas Altas, Guanabo, Alamar, Campo Florido, Jústiz, Barreras y Cojímar.

Entre las oportunidades desaprovechadas desde el punto de vista productivo para beneficio del propio territorio se tiene la fábrica de ladrillos "Alberto León Alfonso", perteneciente a la Empresa Micons No.2 de Boyeros, la cual se mantiene cerrada desde hace casi dos años, donde la gravedad del hecho estriba en dos elementos principales: en la pérdida de una cultura productiva de peso específico no despreciable asociada al horneado de ladrillos, oficio que empleaba a trabajadores que pueblan de modo disperso la zona y en el no menos importante cese de una producción protagónica en la ejecución del programa inversionista, afiliado con la Batalla de Ideas que se libra en el país, pues de su calidad en el pasado son testigos la construcción de escuelas de arte y de fondos exportables, que gozaban de un apropiado embalaje.

Con sede también en Campo Florido se halla un Taller de Confecciones subordinado a la Industria Local que emplea a 47 trabajadores con alto predominio del sexo femenino y cuya procedencia geográfica arriba desde el propio Campo Florido, del caserío de Guanabo y del poblado de Tumba Cuatro en el municipio de Jaruco. La materia prima arriba en pacas que luego de dirigirse a la sala de corte pasan con posterioridad al taller de costura. La estructura de producción incluye pedidos de clientes que suministran el tejido, como en el caso de los overall e incorporan ropa de cama en las que se incluyen sábanas y fundas a las que se han sumado también en ocasiones, manteles, toallas y ropa exterior de hombre y mujer (camisas y pantalones). La comercialización de su producción es tanto en moneda nacional como en divisas.

En el caso del poblado de Guanabo se asienta una Tienda de Artesanía también subordinada a la UNIL, en las que se venden artículos elaborados con materiales tales como fibras, madera, etc.

Por último, se quiere señalar la existencia del Taller Textil “Elio Llerena”, ubicado en el asentamiento de Tumba Cuatro, pero que actualmente no está funcionando por falta de materia prima (tejido).

1.5.2.16. Vivienda

De manera general se puede decir que predominan viviendas independientes y bajas (de 0 a 3 pisos). En el caso del tercio inferior de las cuencas los edificios se van a concentrar en Peñas Altas y en el tercio medio, en la Coca.

En el territorio se aprecia el predominio de la tipología constructiva I (Anexo 1.). Respecto al estado constructivo se tiene que prevalecen las viviendas en buen estado en el tercio medio de la cuenca Guanabo (43 %) seguidas por las regulares (35 %). En el tercio medio de las cuencas Itabo y Tarará las que se encuentran en regular y mal estado representan el 39 % respectivamente. Para el caso del tercio inferior de las tres cuencas las construcciones que están en mal estado suman el 46 % y las buenas el 37 %. Hay que señalar que en este último caso influyo que la Unidad Municipal de Inversiones de la Vivienda (UMIV) consideró las condiciones de la carpintería a la hora de evaluar el estado constructivo.

En cuanto a la cantidad de viviendas inhabitables en el área de estudio se puede constatar la situación crítica que presenta el tercio medio de las cuencas Tarará e Itabo donde aproximadamente el 70 % de sus viviendas están en estas condiciones, siendo el 45 % de ellas irreparables. Por otra parte, hay que señalar que en el tercio inferior de la cuenca Guanabo es donde se reportan dos ciudadelas: el Hueco y el Yoyo, con 10 cuartos cada una que están en malas condiciones. La primera de ellas posee tipología constructiva I y la otra III. Según opinión de la vicedelegada del Consejo Dolores Reytor Rondón, el Área de Salud dio de baja a estas dos ciudadelas, pero a su entender no debería ser ya que continúan con malas condiciones higiénicas sobre todo en temporada de lluvia las cuales sufren inundaciones.

Se plantea, además, que aquellas viviendas particulares que se encuentren en la faja costera y de protección, serán reubicadas dentro de las áreas previstas para estos fines, según Decreto Ley 212 Protección de la zona costera.

En el 2001, la DPPF de Ciudad de La Habana clasifica el suelo en: urbanizado, urbanizable y no urbanizable. Esta última categoría representa el mayor por ciento en la zona de estudio (Tabla 14) ya que son territorios destinados fundamentalmente a la actividad agropecuaria, donde existen áreas naturales protegidas y yacimientos minerales (Anexo 3.).

Tabla 14. Clasificación del suelo. Balance de áreas. 2001.

Municipio	Área total (ha)	Suelo urbanizado (%)	Suelo urbanizable (%)	Suelo no urbanizable (%)
Habana del Este	14493.39	24	13	63
Guanabacoa	12742.18	16	10	74
TOTAL PROVINCIAL	72736.74	40	7	53

Fuente: Elaborado por González, 2006 a partir de la Clasificación del suelo. Ciudad de La Habana. DPPF. 2001.

2. ESTADO ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE

Para abordar el estado actual del medio ambiente se analizaron los problemas y condiciones ambientales de las cuencas hidrográficas del territorio, en la misma se contemplaron una serie de parámetros como son: variabilidad de la línea de costa, que apunta a reflejar la dinámica del sector costero; los peligros potenciales de inundaciones pluviales, penetraciones del mar y por rompimiento de presas, así como los peligros de erosión potencial que ayudan a definir áreas vulnerables de importancia turística agropecuaria y forestal.

Los peligros ambientales identificados se agruparon en dos grupos en dependencia del procedimiento empleado para su obtención, este contempla por un lado los determinados por los SIG y por el otro a partir de métodos tradicionales.

Las condiciones ambientales se valoraron para las cuencas hidrográficas y los Consejos Populares a petición del cliente.

2.1. Variabilidad de la línea de costa

El estudio de los tipos y formas del relieve, así como de los procesos geomorfológicos activos, presentan un gran interés desde el punto de vista de la protección ambiental, ya que determina particularidades y potencialidades en cuanto a las actividades económicas y conservacionistas. En el Anexo 2. Figura 24 se puede apreciar una visualización del modelo digital del terreno de un sector del área Guanabo.

Según la regionalización geomorfológica de Cuba, el sector costero de la zona de estudio se encuentra localizado dentro de la llanura La Habana - Matanzas, que constituye una llanura aterrazada, labrada por la acción del mar en los sedimentos carbonatados del Mioceno y rocas del Cuaternario, fundamentalmente de origen marino.

En dicha franja litoral, se han desarrollado playas características de costas bajas, con una pendiente suave hacia el mar, elaboradas por los sedimentos en suspensión transportados por la deriva litoral y que incluyen a las barras submarinas, la berma y las dunas. Coexisten en esta zona costera, pequeñas lagunas de agua salobre, paralelas a la línea de costa y que constituyen formaciones estuarinas de poca profundidad.

La importante variabilidad anual del perfil de playa, con períodos en que predomina la erosión o la recuperación natural, atestigua la dinámica y fragilidad de este tipo de relieve, de vital importancia para el desarrollo turístico en el territorio.

Tales cambios morfológicos están en estrecha relación con los vientos, el oleaje, las corrientes litorales, la oscilación del nivel del mar, los eventos hidro-meteorológicos como frentes fríos, huracanes, etc. y con la naturaleza y disponibilidad de los sedimentos sueltos (Anexo 2. Figuras 25 y 26). Estos factores interactúan y se autorregulan de manera natural, pero las modificaciones y transformaciones producto de las actividades humanas, llegan a producir impactos negativos, en ocasiones irreversibles.

Por tanto, la geomorfología costera, la topografía submarina, las actividades humanas y la influencia del clima, constituyen los factores más importantes en la dinámica litoral.

La playa actual se subdivide en dos zonas de deposición de arenas, la primera compuesta por una terraza llana adyacente al mar, cubierta por la acumulación temporal de arenas, cuyo borde interior no se eleva a más de 1.5 m sobre el nivel medio del mar y que constituye la berma de la playa; a continuación, aparece una duna activa con una altura de 2 a 3 msnmm, seguida por una duna inactiva de depósitos antiguos, cubierta de vegetación.

Esta secuencia acumulativa yace sobre una terraza pleistocénica que aflora en las áreas más elevadas, con suave pendiente hacia la plataforma submarina.

Las formas actuales del relieve submarino en esta zona, aparecen asociadas a movimientos tectónicos verticales más o menos intensos y se caracteriza por su complejidad, donde se alternan montículos submarinos y cuencas o depresiones ocupadas por sedimentos.

Los complejos procesos geomorfológicos que intervienen, pueden conllevar a significativas afectaciones para la conservación de las playas. La evidente fragilidad de la franja costera y la influencia que sobre ella ejercen diversos factores naturales y antrópicos dentro de la cuenca, refuerzan la necesidad de tener en cuenta, para el ordenamiento ambiental del territorio, las peculiaridades del relieve y los procesos que sobre el mismo tienen lugar.

Estructuralmente, la zona costera del territorio se divide en tres bloques caracterizados por sus particularidades morfológicas y limitados por fronteras tectónicas. El primer bloque se encuentra limitado por el paleocauce del río Guanabo y ocupa la superficie ubicada en la plataforma submarina al este del mencionado río, con evidentes rasgos tectónicos, extendiéndose hasta el Rincón de Guanabo, donde la plataforma se estrecha.

El segundo bloque está ubicado en la zona central, entre los paleocauces de los ríos Guanabo e Itabo, limitado al norte por una barrera antigua que se eleva 5 m sobre el fondo y que sirve de protección natural al escape de material suelto de la línea costera y presenta mayor complejidad del relieve por su extensión y características geomorfológicas.

El tercer bloque se encuentra entre los paleocauces de los ríos Itabo y Tarará, con una plataforma estrecha similar a la de Rincón de Guanabo, pero con una pendiente brusca y ausencia de niveles de terrazas submarinas.

La complejidad del relieve en esta área, está dada por las estructuras positivas y negativas del relieve, por el efecto que tiene en la dinámica de la zona la posición de la barra arrecifal antigua como rompeolas, y por las cuencas sedimentarias, de considerable amplitud, que limitan con la mencionada barrera.

La cuenca sedimentaria, aparece sobre una superficie acumulativo-destructiva actual, aplanada por el oleaje, y presenta espesores de arena que alcanzan entre 8 y 10 m. Dicha cuenca, se comunica con la barrera arenosa por medio de surcos o canalizos, abiertos a través de las barreras relictas litificadas que proveen a la playa del material arenoso en los momentos de máxima acumulación. Además, dichas cuencas se comportan como receptoras de ese material en los momentos de intensa erosión en la playa.

Desde el punto de vista estructural resulta significativo que la orientación de los alineamientos de los paleocauces está en correspondencia con los alineamientos observados en tierra firme reportados " citado por Portela, 1985" (Vea Batista J.L Sánchez M, 2001) lo que pone de manifiesto la interrelación entre la estructura en tierra firme y la zona de plataforma.

Los perfiles de la playa presentan un desarrollo cíclico, con acumulación en los meses de verano y erosión en los de invierno, lo cual estará en correspondencia con la orientación de la línea de costa y la dirección predominante del oleaje producido por el viento.

Las dunas relativamente altas, la pendiente submarina suave y la elevación de la terraza submarina sobre los 5 m del fondo, constituyen elementos del relieve que ofrecen protección a la zona, junto al régimen hidrodinámico imperante, que en última instancia es el que determina la configuración del perfil de playa. Ahora bien, dependiendo de los niveles de antropización existentes en cada tramo de costa, se observan cambios significativos en la evolución de los perfiles durante el proceso recuperativo.

La zona de Boca Ciega a pesar de haber sido antropizada, presentaba condiciones favorables para su recuperación al no encontrarse degradada históricamente y poseer amplitudes suficientes de ancho de playa que permitieron una correcta redistribución del sedimento.

Resulta significativo que en la zona de Boca Ciega la estabilidad de la duna ha resuelto el problema de las inundaciones por penetración del mar que afectaba a las viviendas y a la circulación de vehículos.

La estabilidad dinámica de este sector medianamente antropizado se corresponde con los criterios morfodinámicos establecidos para las Playas del Este " citado por Ramírez y Foyo, 1987" (Vea Quintan, 2006) teniendo en cuenta el nivel de afectación del perfil de playa, así como las modificaciones antrópicas, por lo que estas observaciones resultan extrapolables a otros sectores de la franja costera.

2.2. Peligros potenciales de inundación y erosión

2.2.1. Peligro por penetraciones costeras

En el territorio (Batista J. L y Sánchez M, 2001) que se estudia existe la posibilidad de ocurrencia de los siguientes peligros:

- Inundaciones costeras.
- Velocidad máxima del viento.
- Inundaciones de origen pluvial.

Inundaciones costeras

Los ciclones tropicales son calificados como el sistema meteorológico más destructivo que existe en la naturaleza. Típicamente, de los ciclones tropicales que se forman anualmente en el cinturón tropical, 80 alcanzan la categoría de tormenta tropical o huracán, afectan a unos 50 países, causan alrededor de 20 000 muertes y pérdidas económicas valoradas aproximadamente en 10 000 millones de USD. Gran parte de las calamidades señaladas anteriormente son consecuencias de alguno o de una combinación de los factores siguientes: fuertes vientos, torrenciales lluvias, enormes marejadas y la surgencia (Batista J.L, 2001).

Para muchos estudiosos de la ciencia tropical, la surgencia es el efecto más destructivo asociado a los huracanes, ya que como promedio ocasionan el 90% de las pérdidas materiales

y nueve de cada diez víctimas. La surgencia puede ser definida como una elevación anormal y temporal del nivel del mar, sobre la marea astronómica, debido a la tensión de los fuertes vientos, y en menor grado, por la caída de la presión atmosférica, al paso de una tormenta, ya sea tropical o extratropical. Pero las surgencias más devastadoras que han ocurrido en el mundo están asociadas a intensas perturbaciones tropicales. En otras palabras, a huracanes o tifones.

Los mayores desastres ocurridos en Cuba han sido de origen meteorológico, sobresaliendo entre ellos, las inundaciones ocasionadas por intensas lluvias asociadas a ciclones tropicales de muy variada intensidad e impresionantes surgencias debido al azote de huracanes, entre la que sobresale la ocasionada por el huracán del 9 de noviembre de 1932, considerada la mayor catástrofe de origen natural ocurrida en Cuba. Esta surgencia barrió completamente al asentamiento costero de Santa Cruz del Sur, provincia de Camagüey, ocasionando más de 3 000 muertes cuando el nivel del mar ascendió a más de 7 m.

Las inundaciones costeras, entre las que sobresalen las provocadas por la surgencia asociada a los huracanes, constituyen una amenaza a la vida humana y al desarrollo de las zonas costeras de Cuba, donde transcurren las actividades de más de un millón de personas y donde, como consecuencia del desarrollo económico vinculado a las actividades turísticas, portuarias, pesqueras e industriales se incrementan a un ritmo creciente las posibles pérdidas económicas.

En el proyecto "Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de la Habana", aparece la valoración del peligro de inundaciones por surgencias del mar producidas durante la acción de los diferentes ciclones tropicales que han afectado el territorio. Método empleado con anterioridad por varios autores entre los que se destacan "citados por Vega et al, 1990 y Mitrani, I. et al, 1994; y Salas et al 1998" (vea Batista J.L y Miguel Sánchez (2001)

Sin embargo, en estos trabajos no se aborda como decrece la profundidad de la surgencia hacia el interior de la tierra. En vistas a que el área de estudio es vulnerable a las inundaciones por penetraciones del mar y que esta zona costera tiene una gran importancia como polo turístico de sol y playa, se propuso en el proyecto analizar la posible variación de la altura de la surgencia del mar hacia el interior de la tierra.

Para ello el procedimiento empleado se basó en el cálculo del coeficiente **SDC** (Surge Decay Coeficiente) o coeficiente de variación de la Surgencia. Método empleado en el Modelamiento del peligro por penetraciones del Mar en Bangladesh, ITC, 1997. (Vea ITC (2001)

El SDC esta en función de la fricción producida por las formas de la superficie terrestre (morfología, elevación de las vías de comunicación, zonas urbanas, diques y otros) y el uso de la tierra (campos cultivados, áreas boscosas, casas entre otras).

La fricción producidas por estos elementos no esta bien estudiada en el ámbito nacional e internacional sin embargo con la ayuda de los datos que aparecen en el proyecto “Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de la Habana” y el trabajo de campo realizado que contribuyó a comprobar la no existencia de diques a lo largo de la costa, se indujo que la profundidad de la surgencia es mas o menos constante, de aquí que decrezca hasta cierta distancia a partir de la línea de costa hacia el interior de la tierra (Anexo 2. Figura 27).

$SDC_{rp} = \text{Altura de la Surgencia} - \text{Average de elevación de la tierra hasta donde concluye la inundación} / \text{Área total inundada} - \text{Área de la constante de la surgencia}.$

r_p - período de retorno

$SDC_{1/50} = 1.30$

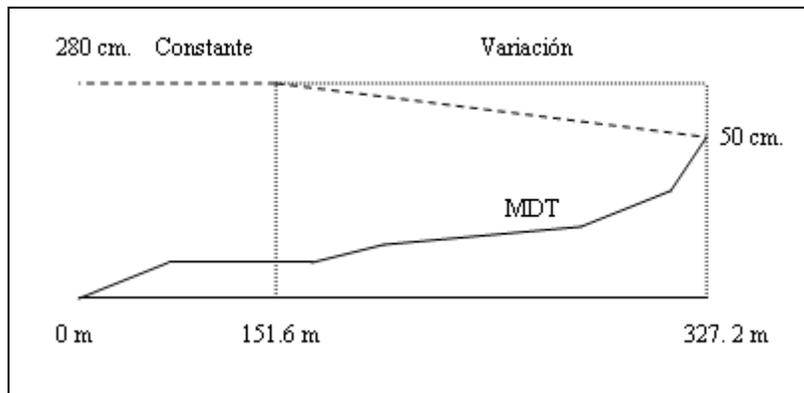


Figura 27. Ilustración del coeficiente de variación de la altura de la surgencia de 280 cm. próximo a la línea de costa, elaborado a partir de la Figura 3.2 ILWIS v.2.1, Pág.41, acápite: Modelling cyclone hazard in Bangladesh. ITC 1997.

La altura de la surgencia de 2.8 metros fue tomado del proyecto de Batista para un período de retorno de 1/50 años, los datos del área bajo la constante de profundidad de la surgencia y el área total inundada se obtuvo del trabajo de campo realizado al territorio de estudio con vistas a la evaluación de los daños ocasionados por el Huracán Wilma (Tablas 15 y 16).

Tabla 15. Altura de la surgencia y áreas bajo inundación.

Altura de la Surgencia (en metros)	Área bajo la constante de profundidad de la surgencia (distancia a partir de la línea de costa en metros)	Área Total inundada (distancia a partir de la línea de costa en metros)
2.80	151.60	327.22

Tabla 16. Periodos de retorno (casos/años) y altura de la surgencia (m) para ocho intervalos de intensidades en el territorio de estudio del proyecto.

Periodos de retorno (casos/años)	Altura de la surgencia (m)
1/100	3,6
1/50	2,8
1/20	2,3
1/10	1,6
1/5	0,8

Los cálculos realizados se muestran en el Anexo 2. Figuras 28, 29 y 30, donde aparece la altura de la surgencia, las cotas de inundación y sus correspondientes periodos de retorno, además el viento máximo sostenido, la presión que ejerce el viento sobre una superficie perpendicular y la carga que ejerce la surgencia sobre dicha superficie en función del desplazamiento del ciclón tropical.

El peligro de inundación por surgencia se puede catalogar como moderado en la mayor parte del territorio, a pesar de que el sector costero estudiado no presenta condiciones favorables, desde el punto de vista del factor físico – geográfico, para el desarrollo de la surgencia, la mayor afectación sería hasta la cota de 2,0 m, con un periodo de retorno de 1/50 casos/años (Anexo 2. Figura 30).

Aproximación a los efectos ocasionados por el Huracán Wilma en la zona costera de las cuencas Tarará, Itabo y Guanabo

Las afectaciones ocasionadas por las penetraciones del mar producidas por el Huracán Wilma en el tercio bajo de las cuencas Tarara, Itabo y Guanabo están asociadas a la marea de tormenta (Storm Surges), a ello se suma el oleaje y el arrastre de los vientos intensos y convergentes. En mar abierto, donde la profundidad es significativa, el efecto es prácticamente imperceptible. Los conflictos se presentan al acercarse el ciclón a la costa, por la influencia de la fricción de fondo "citado por Mitrani, 1998" (Vea Batista J.L y Miguel Sánchez (2001)).

Las construcciones civiles próximas a las líneas de costa con cotas relativamente bajas y sin obras de protección se encuentran más expuestas al efecto destructivo de las olas (más vulnerables) y a mayor penetración fundamentalmente las ubicadas en los tramos de costa (costa con dirección SW-NE) que tienen orientación perpendicular a la dirección de propagación de las olas (Anexo 2. Figura 31).

Las particularidades del relieve en las zonas más bajas del área aumentan la vulnerabilidad ante el peligro de inundaciones por deficiencias o ausencia de sistema de drenaje pluvial. El área está surcada por tres ríos que representan un peligro por el desbordamiento de sus aguas, existen lagunas costeras que constituyen zonas bajas con peligro de inundaciones.

Para evaluar el impacto que ocasionó el Huracán Wilma a en el litoral del sector de estudio se realizó un reconocimiento de campo el área, se realizaron entrevistas a agentes locales, se empleo el criterio de expertos, se hizo uso de la base cartográfica digital de Ciudad de la Habana a escala 1: 25 000, 1: 10 000 y 1: 5000 y el modelo digital de terreno escala 1: 10 000 montado en un SIG y se tomaron puntos de control GPS en las cotas de inundación (Tabla 17).

Tabla 17. Puntos de inundación tomados con GPS por el grupo evaluador de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en la región de estudio (Ramiro et al, Inédito).

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	X	Y	altitud	Distancia	profundidad
1	23 10 20.3	82 06 23.3	386701	371768	1.7	254.6	0.30
2	23 10 22.0	82 06 36.1	386337	371823	1.5	114.2	0.45
3	23 10 19.0	82 07 29.0	384832	371742	0.2	103.7	0.63
4	23 10 16.6	82 07 44.7	384385	371671	1.5	327.2	0.50
5	23 10 14.4	82 07 54.1	384117	371605	1.4	202.6	0.25
6	23 10 13.2	82 08 01.9	383895	371570	1.1	142.6	0.30
7	23 10 08.9	82 08 19.0	383407	371442	1.7	171.3	0.40
8	23 10 07.5	82 08 26.9	383182	371400	1.8	184.7	0.30
9	23 10 07.5	82 08 29.8	383100	371401	1.6	180.4	0.45
10	23 10 09.2	82 08 43.7	382705	371456	2.4	110.4	0.20
11	23 10 10.0	82 08 57.1	382324	371484	2.8	72.1	0.15
12	23 10 10.5	82 09 11.9	381903	371502	2.3	187.0	0.45
13	23 10 14.3	82 09 28.2	381440	371623	3.4	151.3	0.45
14	23 10 19.5	82 09 47.3	380898	371787	-0.6	67.6	0.40
15	23 10 40.9	82 12 04.6	376998	372476	2.9	117.4	0.60
16	23 10 44.4	82 12 37.0	376078	372591	4.6	38.0	0.40

Los problemas fundamentales que se detectaron fueron los siguientes:

- Retroceso de la línea de costa, con pérdidas considerables de volúmenes de arena, motivado fundamentalmente por los procesos erosivos: afloramiento de roca y reducción del ancho de la berma. Esta situación se hace crítica en el sector Guanabo en donde las dunas fueron erosionadas desde 0.50 metros hasta 1.50 metros (Anexo 2. Figura 32).
- La playa Macao se ha visto afectada. Tiene una longitud de 2.5 km desde calle 462 hasta calle 492, con un ancho promedio de la franja de arena de 40.0 m. Desde la calle 492 al río Guanabo, playa El Macao, presenta un ancho promedio de 15.0 m, siendo este tramo el más afectado por los procesos erosivos observándose afloramiento rocoso y retroceso del litoral.
- La pérdida de arena, menor área de sombra, mal estado de las áreas verdes son elementos que contribuyen a la desvalorización estético paisajística de la playa de Guanabo y Santa María del Mar, dañando la imagen turística del Polo del Este y por tanto es un riesgo en los ingresos por concepto de turismo nacional e internacional (Anexo 2. Figuras 32 y 33).

- En el área de Guanabo existe una pequeña zona con drenes con salida al mar en las calles: 462, 460, 458A, 458, y 456, cuyos tragantes se encuentran inactivos por estar obstruidos por arena, ha estado inundada por varios días. y en algunos casos son aguas contaminadas por albañales.
- Una de las cotas máximas de penetración del mar se alcanzo en la calle 42 y F con más de 220 metros a partir de la duna más externa. El problema es complejo porque el drenaje pluvial en este sector es deficiente prácticamente para todo Brisas del Mar, debido a que en la red vial predominan pendientes menores del 2 ‰ y las aguas drenadas por las calles no encuentran salida, estancándose durante días, en la intersección de estas calles, el canal existente (revestido de hormigón que atraviesa la duna) destinado a evacuar estas aguas no funciona. En las manzanas próximas al mar, el agua aflora en parte del interior de las mismas, en forma de lagunatos, con presencia de mangle, situación que se torna más desfavorable por encontrarse casi todas por debajo del nivel de la calle.
- A la vez existen problemas higiénicos - sanitarios en zonas puntuales motivados por la presencia de fosas, tanques sépticos comunes, y pozos de infiltración en mal estado. Esta situación se ha hecho crítica en Guanabo entre 5^{ta} Avenida y el mar, donde los residuales corren libremente por las calles (480, 482, 490, 494, y 500) a través de zanjas y drenes que vierten directamente en la playa y que producto de la inundación se ah incrementado el área de influencia llegando de 15 a 20 metros hacia el sur pasando por 5^{ta} Avenida.
- Varios servicios fueron afectados: falta de fluido eléctrico, escasez de agua potable (por inundaciones y contaminaciones de las cisternas), alteraciones en las comunicaciones telefónicas y afectaciones en la transportación urbana de pasajeros.
- A la vez estas intensas lluvias unidas a la intensidad de los vientos traen aparejado el riesgo de derrumbes por la vulnerabilidad que representan las edificaciones en mal estado, las que se concentran fundamentalmente en el sector Guanabo.
- Aguas represadas en viviendas próximas a las dunas en el poblado de Guanabo. Calle 3^{ra} fue la más afectada del área, cubierta de vegetación, arena, escombros, rocas, con el alcantarillado tupido completamente (Anexo 2. Figuras 34 y 35).

Con el Huracán Wilma (2006) se evidenció que las zonas más afectadas fueron aquellas donde había sido mayor la acción antrópica sobre la franja de playa y de la misma manera, la recuperación más rápida está asociada a donde existe menos modificación.

Resulta considerable el nivel de afectación que sufre el perfil de playa producto de inundaciones, fundamentalmente debido al efecto de las construcciones en la parte activa del perfil, la pérdida de arena en las dunas que no cuentan con una vegetación apropiada y por el efecto de las lluvias al no existir una red de alcantarillado apropiada.

Por otra parte, el desarrollo del perfil de playa en la pendiente submarina se afecta de manera significativa por el continuo dragado de la desembocadura del río Guanabo, con el objetivo de facilitar el paso de las embarcaciones de la Marina enclavada en ese lugar. Dicho dragado elimina la barra de arena que se acumula en la desembocadura, la cual constituye un filtro natural para el agua que aporta el río cargada de materia orgánica; su ingreso al mar es la causa de la disminución de poblaciones de algas halimedes, las cuales constituyen las principales productoras de las arenas que se aportan a la playa.

La exposición del territorio ante el evento hidrometeorológico extremo "Wilma" evidenció la vulnerabilidad de la zona, debido a las particularidades del territorio el cual está surcado por tres ríos que representan un peligro por el desbordamiento de sus aguas, la existencia de lagunas costeras que constituyen zonas bajas con peligro de inundaciones y por las deficiencias o ausencia de sistema de drenaje pluvial unido a la existencia de construcciones civiles próximas a las líneas de costa con cotas relativamente bajas y sin obras de protección se encuentran más expuestas al efecto destructivo de las olas (más vulnerables) y a mayor penetración fundamentalmente las ubicadas en los tramos de costa (costa con dirección SW-NE) que tienen orientación perpendicular a la dirección de propagación de las olas.

2.2.2. Peligro de Inundación pluvial

El régimen de precipitaciones del país posibilita la formación de inundaciones, sobre todo durante el período lluvioso (mayo a octubre), aunque se han producido inundaciones importantes en la época menos lluviosa (noviembre a abril) debido a la influencia de frentes fríos. Algunos autores indican que son de muy difícil pronóstico y que en las condiciones actuales determinar la frecuencia de este tipo de inundaciones no es posible.

Una inundación importante que ocurrió en la zona de estudio fue en el año 1982. Entre los días 18 y 19 de junio de ese año se produjeron intensas lluvias que ocasionaron fuertes

inundaciones, tanto en las partes bajas del interior de las cuencas como en el litoral, debido a una onda tropical.

El propósito de este epígrafe es la determinación de categorías de peligro potencial de inundación pluvial utilizando los Sistemas de Información Geográficos (SIG).

La ocurrencia de un desastre depende de dos factores:

- *Peligro o Amenaza*: La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino
- *Vulnerabilidad*: Grado de la pérdida como resultados de la ocurrencia del fenómeno

En este trabajo se elaboró un mapa cualitativo del peligro, combinando varios mapas de parámetros.

Los datos de entrada consisten en un conjunto de mapas en formato vectorial y raster (Anexo 2. Figura 2). Para crear el mapa de categorías de peligro de inundación se tomaron en consideración una serie de parámetros. El grado de peligro de cierta área está determinado por una combinación de parámetros. Los diferentes parámetros, que influyen en el grado de peligro, se pueden observar separadamente, aunque exista una interdependencia entre ellos. Los parámetros se proporcionan en forma de mapas, cada uno de ellos reflejará la distribución espacial de cierta condición que contribuirá potencialmente a aumentar o disminuir el grado de peligro de inundación.

Los parámetros que se tomaron en cuenta son los siguientes:

Geomorfométricos

- Disección Vertical (m/hectárea)
- Hipsometría (Categorías del relieve)
- Puntos de inflexión máxima (áreas)
- Zonas planas (áreas)
- Angulo de inclinación de las pendientes (%)

Hidro-geomorfométricos

- Índice de Humedecimiento (decimales)
- Índice de la capacidad de arrastre de la corriente (Stream Power Index)
- Drenaje superficial (Overland flow length)

- Dirección de flujo (0-360°)
- Flujo de acumulación (0-360°)

Litológico

- Permeabilidad de la roca (permeable e impermeable)

Climático

- Lluvia media anual (mm)

El próximo paso fue combinar esta información en un mapa. Para ello, se pueden seguir dos enfoques:

- Una simple suma de todos los mapas, con igual ponderación, o
- Asignar diferentes valores de ponderación a diferentes tipos de parámetros.

Se decidió seguir el segundo enfoque. La influencia de los diferentes parámetros en las categorías de peligro no es igual. se debe asignar valores de ponderación a cada una de las clases dentro de los mapas de parámetros individuales y la relación entre ellos, teniendo en cuenta su tendencia a incrementar o disminuir la posibilidad de ocurrencia de este fenómeno potencialmente dañino.

El valor de ponderación que será dado a un cierto parámetro y la manera en que este parámetro se clasificará es altamente subjetivo. Este método se refiere también en la literatura como *ponderación ciega*, cuando nosotros no nos deshacemos de datos cuantitativos para decidir si la relación entre la clase de peligro alto de la pendiente y su relación con la clase alta de permeabilidad de las rocas debe ser 1, 5 o 10.

La opinión de expertos es utilizada para definir estos valores de ponderación. Esto tiene como consecuencia que cada científico puede asignar valores diferentes.

Posteriormente los valores de *ponderación* se utilizarán para la obtención del mapa de categorías de peligro de inundación.

Este procedimiento consistió en tres pasos (Anexo 2. Figura 4) principales:

Paso 1: Asignar los valores de ponderación a las clases de los mapas de Parámetro.

Los valores de ponderación se asignaron a las tablas conectadas a los mapas raster. Se creó una tabla para cada mapa y una columna de pesos (weight), en la cual se editaron los valores de ponderación para las diferentes clases.

Paso 2: Renombrando los mapas de parámetro a mapas de ponderación.

La combinación de cada mapa de parámetro con los valores de ponderación derivados de la tabla creada en el paso previo es llamada *renumeración*. De esta manera, se transformaron los mapas de clases en mapas de valores, con valores de ponderación.

Paso 3: Combinando los mapas de ponderación en un solo mapa de peligro.

Los mapas de ponderación se combinaron en este trabajo por la suma entre ellos, y de esta forma se obtiene el mapa de peligro de inundación.

Los valores de ponderación que deben asignarse a cada clase individual por parámetros se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 18. Valores ponderados de los parámetros geomorfométricos.

Pendiente(Inclinación)		Disección Vertical	
	peso		peso
muy baja inclinación	5	muy poco disecionado	5
baja inclinación	3	poco disecionado	3
moderadamente inclinada	2	moderadamente disecionado	2
inclinada	1	disecionado	1
muy inclinada	1	muy disecionado	1
abrupta	1		

Hipsometría		Puntos de inflexión máximos (PIT)	
	pesos hipsométricos		peso
0-3	5	otros	2
3-5	4	inflexiones	3
5-10	3		
10-20	2	Áreas planas (FLAT)	
20-50	1		peso
50	1	otras	2
		flat	3

Las clases correspondientes a los primeros tres parámetros agrupan las variables morfométricas tradicionales, las mismas reflejan la energía potencial del relieve, aquellos territorios con menor energía del relieve, es decir, menores pendientes, menor grado de

disección e hipsometría, serán los que presenten las condicionantes idóneas para ser inundados, de aquí que estos valores de ponderación oscilaran entre 1 y 5, correspondiendo el valor 5 a los territorios más susceptibles a la inundación.

Por otra parte se cuenta con dos variables morfométricas menos utilizadas, los puntos de inflexión máximos (PIT) y las áreas planas (FLAT), éstas son extraídas del modelo digital del terreno a través de la aplicación de filtros, en este caso se utiliza el NBMINP, consiste en retornar el valor menor de los vecinos más cercanos (en el caso de los PIT), en otras palabras es el menor valor de la matriz correspondiente e indica aquellos sitios posibles a recibir el drenaje de los vecinos mas cercanos, y las áreas FLAT se corresponden con las zonas donde los píxeles posean igual valor.

Ambas variables están relacionadas con las formas del terreno y son de gran ayuda a la hora de determinar las categorías de peligro, siempre que se analice de conjunto con otras variables. Cuando son extraídas estas variables las mismas aparecen con dos identificadores, es decir según la operación boolean, tendrá un dominio boolean que indicará por ejemplo el área FLAT y otras áreas.

Teniendo en cuenta que estas áreas (PIT Y FLAT) indican dos condiciones, áreas con posibilidades de ser inundadas u otras áreas, en dependencia de su posición hipsométrica, constituyen un indicador potencial de las categorías de peligro, es por ello que se decidió asignarle el valor relativo de 3, para las áreas PIT y FLAT, para poderlas diferenciar de otras áreas con valor 2, y de menor probabilidad de ser inundadas.

Estos 5 parámetros poseen una relativa importancia en el manejo de cuencas y conservación de los suelos, pero además poseen cierta relevancia en la determinación de las categorías de peligros de inundación por intensas lluvias.

Los valores ponderados a este grupo de variables oscilan entre 1 y 5, en el caso del flujo de acumulación la clase alta se refiere a la acumulación elevada, por tanto, para este caso se corresponderá con zonas deprimidas del relieve, proclives a ser inundadas, por el contrario, para el drenaje superficial (OFL), la clase de alto valor ponderado se refiere a un drenaje superficial elevado correspondiendo a las partes más altas del territorio, por ello el valor que se le asigna es 1.

Tabla 19. Valores ponderados de los parámetros Hidro-geomorfométricos.

Flujo de Acumulación		Dirección de Flujo	
	peso		pesos df
extremadamente baja	1	N	3
muy baja	2	NE	3
baja	3	E	1
moderada	4	SE	3
alta	5	S	2
		SW	3
		W	1
		NW	3

Drenaje superficial		SPI	
	pesos_ofl		pesos
extremadamente baja	5	erosiva	1
muy bajo	4	1	1
bajo	3	2	2
medio	2	3	3
alto	1	5	5

Índice de Humedecimiento(WI)	
	pesos wi
poca humedad	1
moderadamente húmedo	2
húmedo	4
muy húmedo	5

La dirección de flujo comprende valores entre 1 y 3 y los mayores valores se corresponden con direcciones de pendiente que por su orientación y longitud constituyen los principales canales de drenaje del territorio.

El índice de humedecimiento (WI), indica los lugares potenciales de acumulación de humedad y estos son los más susceptibles a ser inundados, al saturarse con mayor rapidez, teniendo en cuenta que WI es una relación entre el área de la cuenca y el gradiente de la pendiente:

$$w = \ln(A_s/\tan(\beta)) \quad (\text{Beven and Kirkby, 1993}) \text{ "citado en..."} \text{ (Vea ITC (2001))}$$

Los mayores valores asignados son para la lluvia, a diferencia del resto de los parámetros condicionantes de la inundación, este es la variable desencadenante del fenómeno, por tanto, su valor ponderado debe ser relativamente mayor.

Finalmente, el mapa de permeabilidad de las rocas se le asigno un valor neutro de 3, al contar el territorio con la misma clase de valor ponderado.

Posteriormente mediante la suma algebraica de los mapas de pesos se definieron las categorías de peligro de inundación pluvial (Anexo 2. Figura 36).

Las categorías definidas fueron 5:

- Muy bajo peligro de inundación: Partes más altas del territorio por encima de los 40 m sobre el nivel del mar se localizan principalmente en los tercios altos de las cuencas y en las elevaciones cársicas del tercio bajo.
- Bajo peligro de inundación: Un relieve ondulado, con cierto grado de disección, con pendientes moderadamente inclinadas y con un buen drenaje superficial.
- Moderado peligro de inundación: Ocupa la mayor extensión del territorio, con pendientes ligeramente a moderadamente inclinadas, con cierta disección vertical, corresponden a territorios ligeramente ondulados y moderado drenaje superficial.
- Alto peligro de inundación: Áreas poco inclinadas, aparecen en el tercio medio inferior de la zona de estudio.
- Muy alto peligro de inundación: Lugares con pendientes planas como los planos de inundación de los ríos y zona costera pertenecientes a los tercios medios y bajos de las cuencas hidrográficas.

2.2.3. Peligro de inundación por rompimiento de presas

Para determinar el área que puede ser inundada por rompimiento de presas con un determinado nivel de agua, se utilizó la operación del vecino más cercano en el software ILWIS.

El primer paso es determinar la localización y altitud de la presa, así como definir el nivel del cuerpo de agua.

La parte superior de la presa La Zarza quedó definida en 54 metros sobre el mar, la altura del baso de la presa es de 19 metros, el nivel de agua se estimó para una altura promedio de 35 metros.

La parte superior de la presa La Coca fue de 58 metros sobre el mar, la altura del baso de la presa se estimó en 19 metros, el nivel de agua estimado fue de 43 metros.

Se combinó el Modelo digital de elevación (MDE) con el mapa raster de los cuerpos de agua llamado DAM 1 (presa la Zarza) y DAM 2 (presa la Coca) mediante la fórmula que sigue:

$$\text{DEMNEW 1} = \text{IFUNDEF} (\text{DAM 1}, \text{MDE}, \text{DAM1})$$

Esta fórmula significa que si el píxel o celda está indefinido en el mapa raster DAM 1, el valor del MDE es asignado, sino el valor del mapa DAM 1 es dado. La altitud de la presa es de 54 metros.

Para determinar el área que puede ser inundada se necesita crear un mapa inicial que indique un píxel de esta área que se encuentre por debajo del nivel del baso de la presa. Para ello se utiliza la operación del vecino más cercano este píxel será en el punto de partida para el cálculo del área de inundación.

El paso siguiente consistió en aplicar la operación de interacción:

$$\text{IFF} (\text{DEMNEW} > 35, \text{START}, \text{NBMAX} (\text{START\#}))$$

Esta fórmula significa que la altitud del nuevo MDE es mayor que 35 metros, entonces debe asignar el valor del mapa START (donde solo aparece un píxel con la condición de verdadero, es decir, un píxel cuya posición espacial lo hace vulnerable a ser inundado y el resto de las celdas están indefinidas). Entonces asigne el valor máximo de los píxeles vecinos en el mapa raster START.

En esta primera interacción solo aparece un píxel como verdadero. En las siguientes interacciones se le asignarán la condición de verdadero a todos los píxeles que se encuentren por debajo de la altura de 35 metros en el ejemplo de la presa la Zarza. Al concluir este proceso quedó definido el área inundable para las presas la Zarza y la Coca (Anexo 2. Figura 37).

2.2.4. Peligro de erosión

El mapa de peligro total es el resultado de la suma algebraica de los mapas de disección vertical, áreas planas y de inflexión máxima, litológico, ángulo de inclinación de las pendientes,

formas de las pendientes, sedimentación, flujo de acumulación, poder de arrastre de las corrientes e índice de saturación del suelo.

Como resultado de este análisis se determinaron 5 categorías de erosión potencial, determinándose que el 56.89 % del área clasifica como moderadamente erosionable, esta se distribuye fundamentalmente del tercio medio al superior de las cuencas hidrográficas de la región analizada, el 16.33 % como Muy alta erosión, seguida del 13.33 % como baja erosión (Anexo 4. Figura 38).

2.2.5. Peligro total potencial

El mapa de peligro total es el resultado de la suma algebraica de los mapas de peligro de erosión potencial, inundación pluvial, inundación por penetraciones del mar e inundación por rompimiento de presas (Anexo 2. Figura 39).

Tabla 20. Los valores ponderados de las clases para cada tipo de mapa de peligro.

Tabla de Peligro Inundación por penetraciones del Mar		Tabla Peligro por Rompimiento de Presas	
	PESO		PESO
Bajo Peligro (< 50 cm)	1	False	0
Moderado peligro (50 cm-150 cm)	5	True	6
Alto peligro 150 cm-200 cm)	7		
Muy alto peligro (280 cm-200 cm)	10		

Tabla Peligro de Inundación Pluvial		Tabla Erosión Potencial	
	PESO		TRG_CATEGORIAERO
Alto Peligro	10	Muy Alta	6
Moderado Peligro	5	Alta	4
Bajo Peligro	4	Moderada	3
Sin Peligro	0	Baja	2
Ríos y Presas	1	Acumulación	0
		Ríos y Presas	1

Este mapa fue clasificado en cinco categorías: Peligro Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Sin Peligro.

- Peligro Muy alto (19 – 29), en este confluyen los mayores valores de los peligros por penetraciones del mar, inundaciones pluviales, y por rompimiento de presas, las áreas más representativas se localizan en el tercio bajo inferior de las cuencas de estudio.

- Peligro Alto (14-19), en este se combina por un lado los mayores peligros de inundación pluvial y por el otro los valores altos de erosión potencial, caracterizando a zonas bajas y altas del territorio de estudio.
- Peligro Medio (10-14), caracteriza de manera general aquellos territorios con peligros medios de inundación pluvial, rompimiento de presas y erosión. Tercio medio superior y alto inferior.
- Peligro Bajo (5-10), los peligros de inundación pluvial se catalogan como bajo, y los peligros de erosión oscilan entre bajos y medios, se corresponden de modo particular con el tercio alto superior de las cuencas, y con las partes más elevadas del territorio en general.
- Sin Peligro (<5), abarcan las partes más elevadas del territorio, y presentan buena cubierta vegetal.

2.3. Principales problemas ambientales

Los Diagnósticos Comunitarios realizados por cada uno de los Consejos Populares del territorio arrojaron que el problema fundamental que tienen es el insuficiente abasto de agua potable. Le sigue en importancia los viales en mal estado.

Otros problemas ambientales identificados que complementan el procedimiento desarrollado en este trabajo y que se obtuvieron a partir de otras fuentes de información como recorridos de campo, entrevistas y revisiones bibliográficas fueron:

- Déficit de agua potable.
- Contaminación de las aguas superficiales por:
 - aguas residuales del tanque séptico de Peñas Altas;
 - drenes pluviales;
 - vertimiento de residuales contaminantes de la cooperativa de pesca de Guanabo (DPPF, 1999 y CIMAB, 1997);
 - vertimiento de residuales (grasas y aceites) de la Terminal de Ómnibus Urbanos de Guanabo;
 - vertimiento de residuales de instalaciones turísticas, de salud, educación, zonas de viviendas e instalaciones pecuarias ubicadas aguas arriba;

- derrame de hidrocarburos ocasionados por accidentes marítimos y limpieza de tanques y sentinas de embarcaciones en aguas internacionales próximas a nuestra costa provocando el arribo de manchas a las costas y playas. Otras causas de este fenómeno pueden ser probables accidentes marítimos en aguas territoriales durante procesos de carga y descarga en puertos, por emisarios submarinos, de buque en alta mar y como consecuencia de la rotura de depósitos costeros de combustibles, principalmente en la zona Este donde proliferan las actividades de prospección de crudos y las perforaciones en la costa y mar afuera;

- desbordamiento de fosas;

- escasa e ineficiente red de alcantarillado. Las aguas albañales son evacuadas mediante fosas, tanques sépticos y pozos de infiltración en precario estado técnico, que de prolongarse esta situación se contaminaría el manto freático;

- rotura de la conductora de aguas albañales del BLAU HORIZONTES HOTEL ARENAL;

- afloramiento de la pirita en las minas abandonadas que, al producirse lluvias intensas, el arrastre de las partículas va a parar a los arroyuelos.

• Problemas higiénicos-sanitarios provocados por:

- acumulación de desechos sólidos en las calles, solares yermos;

- personal ajeno dentro del vertedero de Campo Florido;

- no presencia de servicios sanitario para los bañistas;

- proliferación de viviendas improvisadas en lugares abandonados (minas, canteras, etc.) "construidas" por inmigrantes que arriban de otras provincias;

- presencia de residuos sólidos procedentes de instalaciones turísticas adyacentes al área la laguna costera Cobre-Itabo;

- acumulación de coronas florales detrás del muro del fondo del cementerio de Campo Florido, lo que puede permitir el estancamiento de las aguas de lluvia;

- falta de educación ambiental de los residentes y los visitantes; entre otros.

• Posibilidad de brote de la enfermedad de dengue debido a la presencia de focos de aedes aegyptis, principalmente en el Consejo Popular de Guanabo. También se quiere señalar, la permanencia de depósito de flores con agua por varios días en el cementerio de Campo Florido, aunque es de reconocer que esta situación se encontró muy aisladamente.

• Desvalorización estética paisajística producto del:

- deterioro de áreas verdes;

- acumulación de desechos sólidos domésticos, escombros de construcciones;

- construcciones ejecutadas sobre la berma y la duna las cuales rompen el ciclo natural de la playa, ocasionando el retroceso de la línea de costa con pérdidas considerables de volúmenes de arena, afloramiento de rocas;

- déficit, ausencia o mal estado de la vegetación costera que trae consigo la movilidad de las dunas, pérdidas de arena e insuficiente área de sombra;
 - no existencia de parqueos en algunos sectores de playa (Guanabo) y algunos existentes están más ubicados (Boca Ciega);
 - presencia de residuos sólidos, procedentes de instalaciones turísticas adyacentes al área la laguna costera Cobre-Itabo;
 - destrucción del antiguo puente colgadizo peatonal en el BLAU HORIZONTES HOTEL ARENAL y la construcción y ulterior abandono de un segundo puente, quedando los monolitos de hormigón en ambas riberas del río y los pilotes de concreto del otro acceso en el lecho del cauce, además produce la obstrucción del flujo de sedimentos fluvio-marinos;
 - mala atención de algunas áreas verdes del cementerio de Campo Florido.
- Desplazamiento de los pobladores hacia otros territorios por:
 - falta de espacios culturales, recreativos y deportivos para los pobladores del área;
 - déficit de promotores culturales para poder desarrollar un trabajo cultural extensivo y con calidad;
 - ausencia de una Institución Cultural que radique en el territorio, que aumente el sentido de pertenencia de los pobladores y realice todo un trabajo para desarrollar la cultura, fundamentalmente en el Consejo Popular Campo Florido, de ahí que se necesita se resuelva el litigio de la casa Teresa Rossell (familia de antiguos terratenientes dueños de casi todo Campo Florido) para destinar esa residencia a Museo;
 - insuficiente incidencia de las instituciones culturales en la localidad;
 - ausencia de proyectos de colaboración con vista a facilitar el trabajo cultural;
 - insuficiente recurso o interés, para facilitar las transformaciones necesarias en el cine Sibarimar, el cual se quiere que sea un cine de estreno;
 - reiteraciones de programación;
 - la población del Consejo Popular Minas Barreras se ve obligada a trasladarse a los Consejos Populares vecinos a realizar compras de productos de primera necesidad debido a la carencia de Casa de Cambio (CADECA) y tienda en Moneda Libremente Convertible (MLC) en el territorio;
 - carencia de kiosco de venta de prensa en la comunidad La Sepultura.
- Probabilidades de hechos delictivos y de accidentes del tránsito en algunas circunscripciones del Consejo Popular de Guanabo debido a la deficiente iluminación, así como el camino de acceso al BLAU HORIZONTES HOTEL ARENAL.
- Incompatibilidad de uso del suelo en el establecimiento Industrial Guanabo ya que dentro del mismo residen siete familias.

- Imprecisión, entre las diferentes entidades, de los límites de los Consejos Populares que pertenecen a los municipios Guanabacoa y Habana del Este, que provoca disfunciones en la prestación de servicios educacionales, médicos, personales, etc.
- Déficit del transporte de pasajeros, con inestabilidad en la frecuencia y cantidad de rutas diarias.
- Peligros de erosión, derrumbe, inundación, contaminación del manto freático, aparición de vertederos, y la posibilidad de accidentes fatales debido a la ausencia de señalización y protección en las entradas de las minas de cobre abandonas.
- Acelerada erosión de la playa por la presencia de los espigones de la desembocadura el río Guanabo.
- Pérdidas de oficio, recursos económicos y serios problemas sociales asociados al cierre de tejar “Alberto León Alfonso”.
- Insuficiente interrelación entre las entidades productivas y de servicio que generan la búsqueda de ofertas de compra-venta fuera del territorio, con el consiguiente gasto energético y recarga del flujo de transporte del Polo Turístico hacia la capital.
- Deficiente rehabilitación de canteras abandonadas.
- Deterioro de la vegetación del *Cuabal de Minas* por depósitos y basureros clandestinos. El mismo es de gran interés botánico y geográfico.
- Deterioro de la vegetación de manglar y la fauna en la Laguna Cobre-Itabo debido a las talas realizadas por los pescadores furtivos para acceder al espejo de agua.
- Afectaciones a la naturalidad y belleza del extenso borde de manglar que colinda con los terrenos del BLAU HORIZONTES HOTEL ARENAL, por la abundante presencia de algunas especies que constituyen malezas. Ellas están bien adaptadas a vivir en ese espacio de contacto de dicho bosque seminatural con el césped del Hotel, además, por su abundancia, y también por las agresivas espinas de algunas de ellas, se dificulta la visita al lugar.
- Ausencia de programas de educación ambiental y déficit de personal capacitado para desarrollar los mismos.

- La orientación de las aves migratorias se ve dificultada en el camino de acceso al BLAU HORIZONTES HOTEL ARENAL por la inapropiada altura de las luminarias existentes.
- Incremento de la posibilidad de ocasionar daños a los valores histórico-culturales por la falta de señalización y desconocimiento de su presencia.
- Violaciones del Decreto Ley 212 por parte de las cadenas del turismo, con la ubicación de instalaciones sobre el litoral costero y la duna. También se encuentran casas particulares, Villa de alojamiento de la UJC y del MININT, entre otros.
- Deterioro constructivo de la Cooperativa de Pesca de Guanabo.
- Déficit de telefonía principalmente en el área residencial de Campo Florido.
- Accesibilidad al cementerio en horarios inapropiados debido a la falta de algunas barras metálicas en algunos sectores del muro circundante y la permanencia de la reja del fondo abierta.
- Accidentes con sustancias peligrosas por emplear como materia prima el cloro que es una sustancia tóxica que puede provocar afecciones a los seres vivos, en especial a las personas que se vean sometidas a las diversas formas de contacto o exposición existentes. Tal es el caso de la Planta de Filtro.
- Accidentes del transporte:
 - El peligro de accidentes aéreos se manifiesta fundamentalmente en Campo Florido por la existencia del corredor aéreo internacional y por el vuelo ocasional de helicópteros hacia el hospital Naval.
 - Los accidentes marítimos en el frente costero nuestro estarían dado al trasiego de buque de diferentes portes mercantes, tanqueros y de pasajeros originado por averías en maquinas o error de pilotaje. De igual forma constituyen aguas proclives para la ocurrencia de estos accidentes las ubicadas en las inmediaciones de la desembocadura del río Tarará donde se ubica la Marina Puerto Sol además de la pérdida de vidas humanas y lesionados que pudieran ocurrir se vería afectado el ecosistema por derrame de petróleo u otras sustancias de carácter peligroso.
 - En el territorio de estudio se han identificado un total de tres puntos negros de índole automotor que han influido negativamente con relación a la pérdida de vidas humanas,

lesionados y bienes materiales. Estos puntos son: Vía Blanca e Intermitente de Guanabo, Vía Blanca y Tarará, y Vía Blanca y Trébol.

- La zona es atravesada por el Oleoducto "Boca de Jaruco - Refinería Níco López", el cual transporta una parte significativa del crudo que se extrae de los yacimientos de la Batería Central del Yacimiento de Boca de Jaruco (Sector Sur) de la EPEP Occidente, Municipio Santa Cruz, Provincia Habana hasta la Refinería "Níco López". Un accidente producto de una posible avería (derrame de la mezcla de crudo) que ocurriese en su traslado pudiera causar pérdidas de vidas humanas y económicas debido a las características inflamables y tóxicas de este producto.

Aplicando el procedimiento de trabajo, los principales problemas ambientales detectados (Anexo 2. Figura 40) fueron:

- Peligro potencial de inundaciones por rotura de presas, penetraciones del mar y pluvial en áreas urbanas.
- Peligro potencial de inundaciones por rotura de presas, penetraciones del mar y pluvial en áreas clasificadas como urbanizables. Parte de ellas se incluyen en las áreas protegidas La Coca y Rincón de Guanabo.
- Peligro potencial de inundación pluvial y por rotura de presas en áreas de cultivos.
- Peligros de erosión potencial alto y muy alto en áreas de vegetación de bosque.
- Peligro de erosión potencial alto y muy alto en áreas de cultivos.
- Peligro de erosión potencial alto y muy alto en áreas de pastos.
- Peligro de erosión potencial alto y muy alto en áreas de frutales.
- Erosión potencial alta y muy alta en suelos Fluvisol, Pardo Sialítico y Ferralíticos.
- Deforestación y peligro potencial de erosión en las riberas de las presas.
- Subutilización del suelo agrícola producto a su cobertura de marabú.
- Retroceso de la línea de costa con evidencias de afloramiento de roca y reducción del ancho de la berma.

- Peligro potencial de contaminación de los acuíferos cársticos costeros.

2.3.1. Diferenciación espacial de los problemas ambientales y las condiciones del medio ambiente por Cuenca Hidrográfica, Consejo Popular y Geosistema

El mapa de problemas ambientales en cuencas hidrográficas (Anexo 2. Figura 41) se logra diferenciar que grupo de problemas ambientales predominan en cada una de estas unidades espaciales.

La cuenca del río Tarará clasifica como la de condiciones menos críticas desde el punto de vista ambiental, sin embargo, en su tercio bajo dedicado fundamentalmente a la actividad turística y recreacional se destacan las áreas urbanas y urbanizables con peligro total alto y muy alto asociados a inundaciones por penetraciones del mar y a erosión potencial unido a su principal fuente contaminante que es la Marina Tarará. En el tercio medio con función agropecuaria aparecen las áreas de pasto con peligros de erosión y en el tercio alto o superior se localizan 6 fuentes contaminantes de origen pecuario.

La cuenca del río Itabo presenta condiciones ambientales intermedias entre las tres analizadas. Su tercio bajo dedicado principalmente a la actividad turística, es el más degradado, se aprecia un retroceso de la línea de costa en la playa Santa María, con pérdidas considerables de volúmenes de arena, motivado fundamentalmente por los procesos erosivos, aunque es el sector costero de menor grado de urbanización, la misma presenta un peligro alto de penetraciones del mar, de inundaciones pluviales y de rompimiento de presas. En su tercio medio sobresalen las áreas de vegetación boscosa con erosión potencial alta y suelos erosionados ocupados por frutales y pasto, afectando su principal actividad económica que es la agropecuaria. Por último, en su tercio alto dedicado a la actividad agroforestal aparecen tierras ociosas ocupadas por maleza y arbustos y zonas de cultivo erosionados, sumados a la presencia de varias fuentes contaminantes entre las que se destaca la planta de filtros, que vierten sus desechos a las aguas del río Itabo.

La cuenca del río Guanabo es la de condiciones ambientales más críticas, su tercio bajo es el de peores condiciones de toda la zona de estudio, es el más transformado y antropizado, su

área urbana es la zona más proclive a sufrir penetraciones del mar en extensión y magnitud, a demás presenta un peligro muy alto de inundaciones pluviales y por rompimiento de presas, históricamente estos procesos extremos han ocasionados grandes pérdidas en la zona. A la vez existen problemas higiénicos - sanitarios en zonas puntuales motivados por la presencia de fosas, tanques sépticos comunes, y pozos de infiltración en mal estado. Esta situación se ha hecho crítica en entre 5^{ta} Avenida y el mar, donde los residuales corren libremente por las calles (480, 482, 490, 494, y 500) a través de zanjas y drenes que vierten directamente en la playa. Retroceso de la línea de costa, con pérdidas considerables de volúmenes de arena, motivado fundamentalmente por los procesos erosivos: afloramiento de roca y reducción del ancho de la berma.

La pérdida de arena, menor área de sombra, mal estado de las áreas verdes son elementos que contribuyen a la desvalorización estético paisajística de la playa de Guanabo, dañando la imagen turística del Polo del Este y por tanto es un riesgo en los ingresos por concepto de turismo nacional e internacional. Por otro lado, el tercio medio donde predomina el uso agropecuario, en su mayor parte se encuentra subutilizado al estar cubierto en cierta proporción por maleza y arbustos áreas que tradicionalmente se dedicaban a pasto y cultivos varios. Este tercio es afectado además por peligros de inundación pluvial y por rompimiento de presa siendo su elemento de riesgo más vulnerable el poblado de Campo Florido, el cual quedaría literalmente borrado del mapa en caso de rompimiento de la presa la Coca o la Zarza, a ello se le une las áreas de cultivos, pastos y frutales que se encuentran bajo el mismo peligro de inundación. Por último, en el tercio superior de la cuenca cuya función es forestal y donde se localiza el área protegida La Coca, el principal problema ambiental detectado fue las áreas de vegetación boscosa con evidencias de deforestación, conjuntamente con las riberas de presas y suelos muy erosionados.

Por Consejo Popular

Con el propósito de apoyar el proceso de toma de decisiones a nivel local se superpuso el mapa de Consejos Populares al mapa de los principales problemas ambientales por cuencas hidrográficas identificándose que grupo de problemas ambientales afecta cada unidad administrativa para la solución o mitigación de estos.

El Consejo Popular Guanabo es el de condiciones ambientales más críticas ya que abarca fundamentalmente los tercios bajos de las tres cuencas hidrográficas del territorio, y es aquí donde se desarrollan las principales actividades socioeconómicas (turística), es el área de mayor cantidad de población (14 271), y es la zona más vulnerable a los peligros por penetraciones del mar y rompimiento de presas.

Le sigue el Consejo Popular Campo Florido cuya función principal es la agropecuaria, tiene una población aproximada de 11 763 habitantes, ocupa principalmente los tercios medios de las cuencas Itabo y Guanabo, y parte del tercio alto inferior de esta última. El Consejo en una parte considerable de su territorio se encuentra subutilizado al estar cubierto por maleza y arbustos. Es afectado además por peligros de inundación pluvial y por rompimiento de presa a ello se le une las áreas de cultivos, pastos y frutales con intensa erosión.

Los Consejos Minas Barreras, Tapaste y Tumba Cuatro son netamente agrícolas, ellos presentan la situación más favorable desde el punto de vista ambiental dentro del área de estudio, no obstante como se puede apreciar en el Mapa de problemas ambientales por Consejo Popular estos son afectados por un grupo de procesos negativos como son: suelos erosionados, áreas deforestadas, vegetación boscosas y riberas de presas erosionadas. Los peligros potenciales de inundación pluvial y por rompimiento de presas clasifican de moderados a bajos (Anexo 2. Figuras 42 y 43).

Por geosistema

La actividad humana propicia el incremento de la heterogeneidad inherente de los sistemas naturales. El poder transformador del hombre no tiene igual en el mundo biótico por ninguna otra especie.

La diversidad ecológica es la base de los mecanismos de autorregulación y la intensificación de la transformación de la naturaleza por las actividades socioeconómicas traen consigo la pérdida de estos mecanismos.

Dentro de los sistemas naturales y artificiales existe intercambio de sustancia y energía que permiten el funcionamiento de los mecanismos autorreguladores.

Ambos sistemas obedecen o responden a determinadas funciones. En el caso de los naturales determinado por diferentes parámetros tales como la pendiente, el suelo, la humedad, la flora, la fauna, etc. y en el caso de los antrópicos de acuerdo con las actividades socioeconómicas que se desarrollen.

La tendencia del uso de la teoría sistémica en las investigaciones del medio ambiente se manifiesta cada vez más en el estudio de los elementos más heterogéneos en composición y complejidad de organización. Los tipos de medio ambiente según el enfoque medioambiental dependen fundamentalmente de dos factores: uno, la estructura, composición y condiciones naturales y el otro, los requerimientos de la sociedad que le asignan una función a cada territorio. Cada función artificial refleja la necesidad de satisfacer los requerimientos de la sociedad en determinado espacio y tiempo, mientras que la función natural refleja tendencia a la estabilidad natural. Hay cadenas de funciones de mutua complementación y alternativas.

El estudio del medio ambiente siempre se relaciona con la expresión espacial de los fenómenos, la cual se manifiesta en la integración de los tres subsistemas mencionados. Como resultado de esta integración, se definen en el espacio geográfico, distintas unidades ambientales que sirven como base para su evaluación espacial, a partir de la síntesis natural y socioeconómica.

Para la determinación del estado del medio ambiente, por tanto, es necesario identificar las unidades funcionales ambientales según el uso y función del territorio.

Los geosistemas se delimitan a partir de la función o uso del territorio tomando como criterios funcionales, los ecológicos (funcionan a través de los ciclos naturales de intercambios entre elementos), los productivos (que funcionan artificialmente por suministro de sustancia y energía y es donde se realizan las actividades económicas del hombre) y los habitables (funcionan artificialmente por suministro de sustancia y energía y es donde vive y se recrea el hombre).

Dentro de las unidades ambientales determinadas por la influencia del hombre se dan los impactos por la obtención o introducción de sustancias y energía de y en la naturaleza, transformación de estas sustancias y energía y los cambios que provocan en los procesos naturales. Los cambios en la naturaleza pueden ser de carácter primario y secundario: los primarios se dan en los recursos y en el balance de sustancia - energía, en la composición física, química y biológica y en el estado de la sustancia y la energía, en la dinámica y régimen de los procesos naturales; y los secundarios desencadenados por reacciones en cadena que escapan a la previsión del impacto, ya que pueden repercutir en otros componentes naturales o en todo el sistema natural. Las consecuencias se aprecian en la esfera económica y social.

La taxonomía de las funciones del territorio se establece de acuerdo con la intensidad y tipo de influencias que se ejercen en el territorio según la modalidad de interrelación dado entre la sociedad y la naturaleza.

El primer nivel, la clase, tiene como indicador la presencia de la actividad del hombre por lo que se dividen en territorios con **función natural y seminatural** (el equilibrio es espontáneo y está gobernado por el funcionamiento de la cadena alimentaria a través de la pirámide trófica y otros mecanismos de supervivencia biológica como corías, hibridación, apareamiento, etc. asociados al principio de a mayor biodiversidad mayor "salud ecológica") y territorios con **función antrópica** (el equilibrio natural del sistema tuvo que ser sustituido por mecanismos de autocontrol artificiales, "sustitutivos": pesticidas, fertilizantes, hospitales, comisarías, fronteras, leyes de tránsito, regulaciones urbanas, constituciones, revoluciones, etc.).

O sea, la diferencia existente en el equilibrio de los sistemas naturales y seminaturales con respecto al equilibrio de los sistemas antrópicos está dada en la condición espontánea o artificial de los mecanismos de su regulación.

Después de la clase, se dividen en grupos de acuerdo a la influencia principal del uso antrópico o de la ubicación geográfica según sea la clase a la que pertenezcan.

Dentro de los antrópicos se distinguen tres grupos: tecnógenos, agrarios y forestales (plantaciones).

En los naturales y seminaturales se distinguen según su ubicación geográfica o génesis: terrestres, transicionales y marinos.

Los grupos se pueden subdividir en subgrupos:

En el grupo **tecnógeno** se diferencian los asentamientos poblacionales, los recreativos, los viales y los hidráulicos (embalses).

En los **agrarios** se diferencian: pecuarios, cultivos especializados, cultivos menores, áreas vinculadas a la actividad pecuaria (pastos naturales, naves de ordeño y alimentación, etc.), arboleda artificial (frutales), etc.

En los **forestales** están las plantaciones y bosques con manejo.

Los naturales y seminaturales se clasifican de acuerdo con los factores geográfico determinante para su vegetación en: litoedáficos, relieve, zonales e hídricos (dulce y salada), litorales, neríticos y abisales.

Litoedáficos: Están condicionados por el tipo de suelo y por lo tanto de substrato geológico, como ejemplo están: cuabal, etc.

Hídrico: lagunas, ríos, etc.

Transicional: vegetación secundaria en recuperación

Litoral: manglar, costa arenosa y costa rocosa

En el caso particular que nos ocupa los geosistemas se han delimitado aplicando las facilidades del ILWIS (Anexo 2. Figura 44), ya que en el primer resultado de este Proyecto se encuentra la incorporación de toda la base de datos obtenida para determinar el diagnóstico del medio ambiente en este software, por lo que se realizará automatizadamente superponiendo los siguientes mapas:

- Uso del suelo (bosque, arbustos y maleza, área urbana, arena, cantera, cuerpo de agua, cultivo, frutales)
- Vegetación
- Hidrografía (ríos, lagunas y arroyos)

En el área de estudio la formación de los geosistemas ha estado influido por la superposición de elementos antrópicos y naturales que dan como resultado una combinación de geosistemas con diferentes grados de modificación.

De forma general los tipos de geosistemas que se delimitaron en el territorio fueron los siguientes:

- Agrario de roturado no periódico
- Agrario de roturado periódico
- Hidráulico
- Hídrico
- Litorales
- Minería
- Silvo-agrícola
- Urbano agrario
- Urbano turístico
- Vegetación secundaria

2.3.2. Determinación de la compatibilidad de uso

Una vez delimitadas los geosistemas, se pasa a la evaluación del medio tomándolas como base. A estas unidades se superponen los siguientes mapas, a los que previamente se les hace una ponderación de los datos por separado:

- Agroproductividad de los suelos
- Aptitudes del relieve (áreas con aptitud para urbanización)
- Zona costera y de protección
- Peligros
- Problemas ambientales

A partir de esta superposición y utilizando los valores que se ponderaron para cada unidad nos permitió determinar si la unidad se encuentra sobrecargada, si su utilización es compatible con su aptitud, si presenta problemas de contaminación o peligros, etc. (Anexo 2. Figura 45):

- Baja (3-4 factores de estrés): Áreas muy frágiles, geosistemas muy antropizados, se corresponde con la zona costera acumulativa, urbanizada, vulnerables a peligros potenciales de inundaciones pluviales y por penetraciones del mar, con focos contaminantes.
- Media (2 factores de estrés): Ocupan la mayor parte del territorio, presencia de más de 10 focos contaminantes, se asocia a la categoría III y IV de agroproductividad del suelo, áreas de cultivos de roturado periódico y no periódico, vegetación secundaria.
- Alta (1 factores de estrés): Se asocia con alguna condición crítica, puede ser: categoría III y IV de agroproductiva de suelo, presencia de fuentes contaminante. Se localiza en las partes más elevadas del territorio. Geosistemas: Silvo - agrícolas, partes elevadas de los geosistemas urbano turístico y agrarios.
- Muy alta (0 factor de estrés): No presenta ninguna categoría de insostenibilidad. Se corresponde con los Subgrupos de geosistemas hídricos, hidráulicos, Agrarios de roturado no periódico. Agroproductividad de II, muy bajos peligros, y sin fuentes contaminantes.

CONCLUSIONES

1- Los principales problemas ambientales se concentran fundamentalmente en el ecosistema frágil costero acumulativo Tarará-Rincón de Guanabo, se corresponde este ecosistema, con el tercio bajo de las cuencas hidrográficas del área de estudio, y con el Consejo Popular Guanabo, entre los problemas más importantes identificados en esta zona se destacan: Áreas Urbanas con peligro de inundaciones por penetración del mar y por rompimiento de presas, pérdida de arena en las playas y retroceso de la línea de costa.

2- Los problemas medioambientales en la franja costera acumulativa se incrementan en número e intensidad de Oeste a Este (desde Tarará a Rincón de Guanabo) y decrecen de Norte a Sur para el caso de las Cuencas Hidrográficas (el tercio bajo es el más degradado y el tercio alto el de menor degradación).

3- El peligro de inundaciones por penetraciones del mar se catalogo como alto en la mayor parte de la zona costera, alcanzando su máxima categoría en el sector Guanabo. El peligro de inundaciones por lluvia se catalogo como moderado para el territorio, alcanzando su mayor categoría en el tercio medio de las cuencas de Guanabo e Itabo. El peligro de inundaciones por rompimiento de las presas la Coca y la Zarza ocupa la mayor parte de los tercios medios y bajos de las cuencas del territorio, siendo la parte más vulnerable el plano de inundación del río Guanabo, y el poblado Campo Florido.

4- Los datos aportados a partir del estudio de los efectos del fenómeno meteorológico "Wilma" constituyo un elemento importante para determinar las categorías de peligro de inundación por penetraciones del mar.

5- El empleo del modulo de análisis hidro-geomorfológico del SIG ILWIS vs. 3.3 fue de gran utilidad para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, el mismo permitió el calculo de la variación en tierra de la surgencia de tormenta mediante el coeficiente de variación de la surgencia, pudiéndose obtener la amenaza de inundación por penetraciones del mar. Además, se incorporaron una serie de parámetros geomorfométricos que facilitaron la generación automática de una serie de mapas como el limite de las cuencas hidrográficas, el índice de sedimentación, el poder de arrastre de las corrientes, y el índice de saturación, todos de vital importancia para la caracterización hidrológica de las cuencas hidrográficas tratadas como un modelo teórico.

6- El procedimiento desarrollado en el Sistemas de Información Geográfica ILWIS vs. 3.3 fue de gran utilidad para la identificación de los principales problemas ambientales. El análisis y procesamiento de imágenes de satélite permitió obtener nuevos datos sobre la problemática

ambiental del territorio, lo que contribuyo a complementar con esta información los estudios precedentes. La base de dato espacial y alfanumérica digital obtenida en el SIG, constituye una voluminosa y valiosa información para los tomadores de decisión y sienta las bases para mitigar los problemas ambientales en el territorio.

7- Debido a que el servicio de alcantarillado es casi inexistente en el territorio, los residuales de origen doméstico constituyen la fuente de contaminación más importante de la zona de estudio contribuyendo al deterioro de la calidad de las aguas.

8- El insuficiente abasto de agua potable en el área de estudio es la situación más crítica reportada por los órganos locales de gobierno.

9- De las tres cuencas que conforman el área de estudio, se tiene que cada una presenta características que la difieren de las otras. En el caso de Guanabo es la que posee una mayor concentración de población, servicios e infraestructura, predominando el turismo nacional. Esta es la que se considera la más problemática. Le sigue en complejidad la de Tarará ya que su desembocadura siempre tuvo una vocación más especializada, actualmente ocupada por una Marina; además está más antropizada que Itabo y el turismo de salud va en aumento. Por último, la del Itabo, con un predominio de turismo internacional, una población flotante y un área protegida costera que mantiene sus cuatro tipos de mangles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional del Poder Popular (1997): *Ley No. 81 Del Medio Ambiente*. Ministerio de Justicia. Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, 21 pp.
- Batista J. L. y M. Sánchez (2001): Peligro y vulnerabilidad por la acción de las aguas (marinas y terrestres) y la erosión costera en el Este de la provincia de Ciudad de la Habana. [inédito]. Proyecto de investigación, Dpto. de Geodinámica y Riesgos, Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- Barragán, J. M. (2003): *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas*. Universidad de Cádiz, España, 301 pp.
- Bosque, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones RIALP, S.A., España, 21 pp.
- Camacho, A. y L. Ariosa (2000): *Diccionario de Términos Ambientales*. Publicaciones Acuario. Centro Félix Varela, La Habana, 76 pp.
- Consejo de Estado (2000): *Decreto-Ley No. 212 Gestión de la Zona Costera*. En: Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Dirección Provincial de Planificación Física (2001): *Clasificación del suelo*. Ciudad de La Habana. Documento síntesis. 5 pp.
- Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (2002): *Glosario de términos de Defensa Civil*. Cuba, 29 pp.
- González, Y. (2006): *Densidad de población del sector Tarará – Rincón de Guanabo, Playas del Este*. Ciudad de La Habana. Cuba. Tesis de Diploma. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, Cuba, 21 pp.
- González, L., A. Buček y E. Quitt (1989): *Mapa Medio Ambiente. Sección XXIII "Medio ambiente"* en Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Ed. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid.
- <http://www.ambientum.com/Diccionario>
- <http://www.fortunecity.es/expertos/creativo/129/definiciones.html>

- Instituto de Geografía (1989): Sección XXIII “Medio ambiente” en *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. Ed. Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, pp. XXIII.1.1
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1996): *Resolución No. 168/95 Reglamento para la Realización y Aprobación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y el Otorgamiento de las Licencias Ambientales*. La Habana, Cuba, pp. 31-48.
- Oficina Nacional de Estadísticas (2005): *Censo de Población y Viviendas Cuba 2002*. Informe Nacional, 130 pp.
- Quintana, M. (2006): *Base metodológica para el ordenamiento ambiental en zonas de desarrollo Turístico*. [inédito]. Proyecto de investigación. División de Medio Ambiente. Instituto de Geografía Tropical. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba, 107 pp.



BIBLIOGRAFIA

- Asamblea Nacional del Poder Popular (1997): *Ley No. 81. Del Medio Ambiente*. Ministerio de Justicia. Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, 21 pp.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2004): Estudio del Plan Maestro sobre manejo integral de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Habana. Informe Intermedio. Volumen 1 y 2. NIPPON KOEI CO, LTD. PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL.
- Arambarry, M., Y. Fernández, J. Arévalo (2004): Cuenca Guanabo. Dirección Provincial de Planificación Física. La Habana. pp. 3.
- Arcia, M. ed. (1994): *Geografía del medio ambiente: una alternativa del ordenamiento ecológico*. Universidad Autónoma del Estado de México, México, 289 pp.
- Avella, A. (1994): *Planeamiento ambiental*. Editorial UAEM. México, 330 pp.
- Barragán, J. M. (1994): *Ordenación, planificación y gestión del espacio litoral*. Oikos-Tau. Barcelona, 298 pp.
- ----- (1995): *Medio Ambiente en las zonas costeras ¿quiebra de un modelo productivo?* Universidad de Cádiz, España, 250 pp.
- ----- (2003): *Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción y a la Planificación y Gestión Integradas*. Universidad de Cádiz, España, 301 pp.
- Barranco, G. (2000): Estudio ambiental integral de la cuenca del río Mayabeque. Una contribución a la gestión sostenible. [inédito]. Proyecto de investigación, Dpto. de Medio Ambiente, Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- Cano, M. (2002): Manejo Integrado Costero. Módulo de Formación Ambiental Básica. Proyecto Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el ecosistema Sabana-Camagüey. pp. 3

- CIMAB (1997): Rehabilitación ambiental del tramo costero Boca Ciega – Playa Veneciana. Cuba, 25 pp.
- ----- (2003): Evaluación de la calidad ambiental de las aguas del tramo costero Bacuranao - Rincón de Guanabo, Playas del Este. Informe parcial. Ciudad de La Habana, Cuba, 35 pp.
- Comité Estatal de Estadística (1981): Censo de Población y Viviendas 1981, Provincia de Ciudad de La Habana. Volumen 3. Oficina Nacional del Censo. La Habana, pp. 7-16.
- ----- (1981): Censo de Población y Viviendas 1981, Provincia de La Habana. Volumen 2. Oficina Nacional del Censo. La Habana. pp. 7-18.
- ----- (1984): Censo de Población y Viviendas 1981. Superficie y densidad poblacional de los distritos rurales y lugares habitados urbanos. Cuba. Instituto de Demografía y Censo. pp. 2-2 y 3-3.
- ----- (1984): Superficie y densidad poblacional de los distritos rurales y lugares habitados urbanos. Provincia Ciudad de La Habana. Censo de Población y Viviendas. 1981. Instituto de Demografía y Censo. pp. 3-1 a 3-11.
- ----- (1986): Nomenclador de Repartos, Barrios y Núcleos Poblacionales. Provincia Ciudad de La Habana. Censo de Población y Viviendas. 1981. Instituto de Investigaciones Estadísticas.
- ----- (1992): Anuario Demográfico de Cuba 1990. Instituto de Investigaciones Estadísticas. La Habana. pp. 43-75.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (1996): *Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental*. Partners Comunicaciones Corporativas, Santiago de Chile, 242 pp.

- Comunicación personal de Alberto Rivera Peña (2004). Vicepresidente del Consejo Popular Campo Florido.
- Comunicación personal de Elizabet Domínguez Maceo y Dolores Reytor Rondón (2004). Presidente y Vicepresidente del Consejo Popular Guanabo.
- Comunicación personal de Quintín Aurelio Matos Castillo y Orlando de la Cruz Castillo (2004). Presidente y Vicepresidente del Consejo Popular Minas Barreras.
- Consejo Popular Guanabo (2004): Planeamiento Estratégico Comunitario.
- ----- (2004): Diagnósticos Comunitarios.
- Consejo de Estado (2000): *Decreto-Ley No. 212. Gestión de la Zona Costera*. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- De la Colina, A. J. (2000): "Caracterización geográfica y distribución territorial de los ecosistemas costeros en Cuba". Resultado Parcial "Caracterización geográfica y distribución espacial de los ecosistemas frágiles en Cuba". Proyecto "Percepción de los procesos de marginalidad en ecosistemas frágiles". Departamento de Estudios de Montaña. Instituto de Geografía Tropical. pp. 66-146.
- Dirección Provincial de Planificación Física (1999): Esquema de Ordenamiento Territorial del Polo Turístico Playas del Este. Cuba, 83 pp.
- ----- (2000): Población 2000 por Consejo Popular (Estimada). La Habana. pp. 2.
- ----- (2001): Clasificación del suelo. Ciudad de La Habana. Documento síntesis. 5 pp.
- Domínguez, A. et al (2003): El Ordenamiento Ambiental. En: Módulo de Formación Ambiental Básica. Proyecto: Acciones Prioritarias para Consolidar la Protección de la Biodiversidad en el Ecosistema Sabana-Camagüey. La Habana, 19 pp.



- González, C. L. (2000): Evaluación espacial de la sustentabilidad espacial ambiental en ciudades intermedias. Estudio de caso de la ciudad de San Fernando, VI Región, Chile. Tesis para la opción del grado de Master en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica de Chile. 120 pp.
- Gross, P. y M. Rivas (1998): *Lineamientos para el diseño de indicadores de calidad ambiental urbana en el contexto de Santiago de Chile. Serie Verde 3.* Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 16 pp.
- ----- (1998): *Desarrollo de una metodología para evaluar la calidad del medio ambiente urbano. Serie Verde 2.* Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, pp. 47.
- Gross, P. y E. Hajek (1998): *Indicadores de calidad y gestión ambientales,* Alfabetas Artes Gráficas, Santiago de Chile, 221 pp.
- ITC (2001). ILWIS 3.0 USER'S GUIDE. Enschede, The Netherlands
- ----- (2001). "Principles of Geographic Information Systems" ISBN 1567-5777. Educational Textbook Series, Enschede, The Netherlands.
- ----- (2001). "Principles of Remote Sensing" ISBN 1567-5777. Educational Textbook Series, Enschede, The Netherlands.
- Izquierdo, I. (2005): Vencieron los retadores. Periódico Tribuna. pp. 5.
- Junta Central de Planificación (1976): Estimado de la Población Residente de la Nueva División Político Administrativa. 6 septiembre 1970. Dirección de Estadística de Población y Censos. Departamento de Censos y Encuestas. La Habana, pp. 13.
- Labrada, Y. (2003): Densidad de población en la provincia Ciudad de La Habana. Trabajo de Curso. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, 38 pp.

- Matos, Q. (2003): Comunicación personal. Presidente del Consejo Popular Minas Barreras.
- Mosquera, C. y M. Llerena (1998): Evaluación de la Dinámica de la Población y la relación medio ambiente-salud como elementos de calidad de vida. [inédito]. Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- Naciones Unidas (1996): *Indicadores de desarrollo sostenible. Marco y metodologías*. Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, Nueva York, 478 pp.
- Oficina Nacional de Estadística (1996): Estudios y Datos sobre la Población Cubana 1996. [inédito]. Centro de Estudios de Población y Desarrollo. La Habana.
- ----- (2001): Estudios y Datos sobre la Población Cubana 2001. Centro de Estudios de Población y Desarrollo. La Habana. pp. 235.
- ----- (2005): Indicadores demográficos por provincias y municipios. 2004. Centro de Estudios de Población y Desarrollo. La Habana. pp. 3.
- ----- (2005): Censo de Población y Viviendas. Cuba. 2002. Informe Nacional. Cuba, pp. 108-206.
- Pérez, L. (2004): Puntos de transportación de pasajeros. Periódico Granma. Cuba, pp. 3.
- Programa Sibarimar (2003): Programa Sibarimar. Plegable.
- ----- (2003): Centro de Educación e Interpretación Ambiental. Museo La Habana del Este. Plegable.
- ----- (2003): A la playa. Cuídala. Sibarimar. Proyecto Participativo de Manejo Costero. Plegable.



- Poder Popular (2004): Informe de rendición de cuenta de la actividad de gestión ambiental del municipio la Habana del Este. 15 pp.
- Reyes, R., H. González, C. González, T. Imbert (2005): Evaluación de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en los municipios del Este de Ciudad de la Habana. [inérito]. Instituto de Geografía Tropical, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba, 7 pp.
- Suárez, M. (2005): El oro azul. Revista Mujeres. No. 2. Editorial de la Mujer. Ministerio de Cultura. No. 0192/ISSN 1028-4788. Cuba, pp. 11- 13.
- Universidad Bolivariana (1998): *Criterios e indicadores de desarrollo sostenible a niveles sectorial y regional*. Regiones III, IX y Región Metropolitana, Santiago de Chile, 65 pp.
- Winograd, M. (1995): *Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe. Hacia la sustentabilidad en el uso de tierras*. Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos (GASE), San José, 85 pp.



ANEXOS

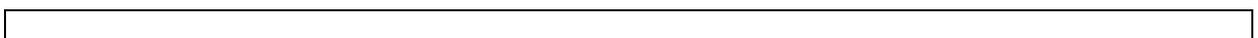


ANEXO 1

Tipología de las construcciones

Se considera por tipología a la clasificación de las instalaciones de vivienda, en función del material de que están constituidos sus paredes y techos. Las viviendas se clasifican por tipología en:

- ❖ Tipología I: viviendas con techo de placa y paredes de hormigón, mampostería.
- ❖ Tipología II: viviendas con techo de tejas y paredes de hormigón, mampostería.
- ❖ Tipología III: viviendas con techo de planchas de fibrocemento, metálicas, de madera y papel embreado o asfáltico, guano, otro material y paredes de hormigón, mampostería.
También comprenden a las que posean techo de tejas o planchas de fibrocemento, metálicas, y que tengan paredes de madera.
Las tipologías I, II y III no admiten bohíos ni viviendas improvisadas.
- ❖ Tipología IV: viviendas con techo de planchas de fibrocemento metálicas, de madera y papel embreado o asfáltico, guano, otro material y paredes de yagua o tabla de palma, adobe o embarre y otro material. También comprende a las que posean techo de madera y papel embreado o asfáltico, guano, otro material y que tengan paredes de madera.
- ❖ Tipología V: guano y otros materiales de desecho.



ANEXO 2

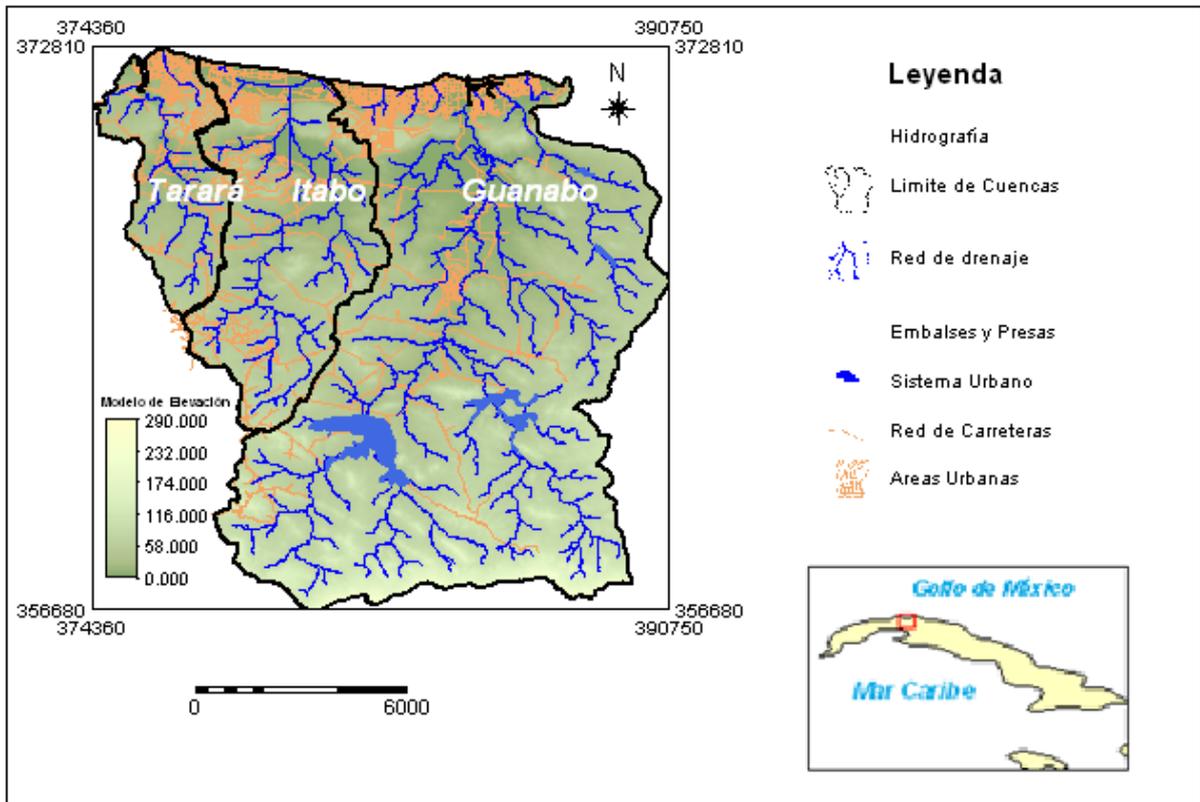


Figura 1. Área de Estudio, Cuencas Hidrográficas de los Ríos Tarará, Itabo y Guanabo

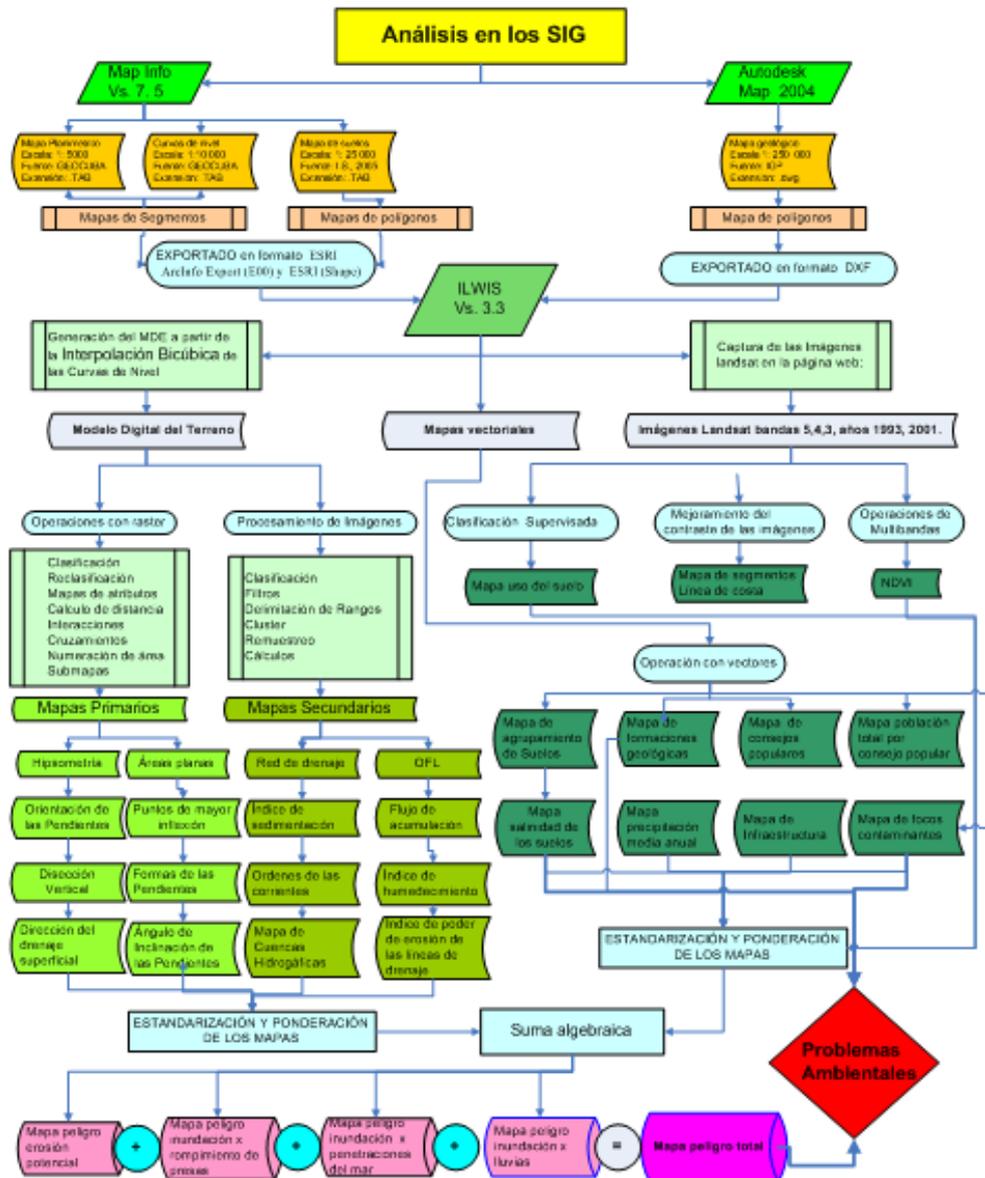


Figura 2. Flujo del procedimiento general de estudio en los Sistemas de Información Geográficos

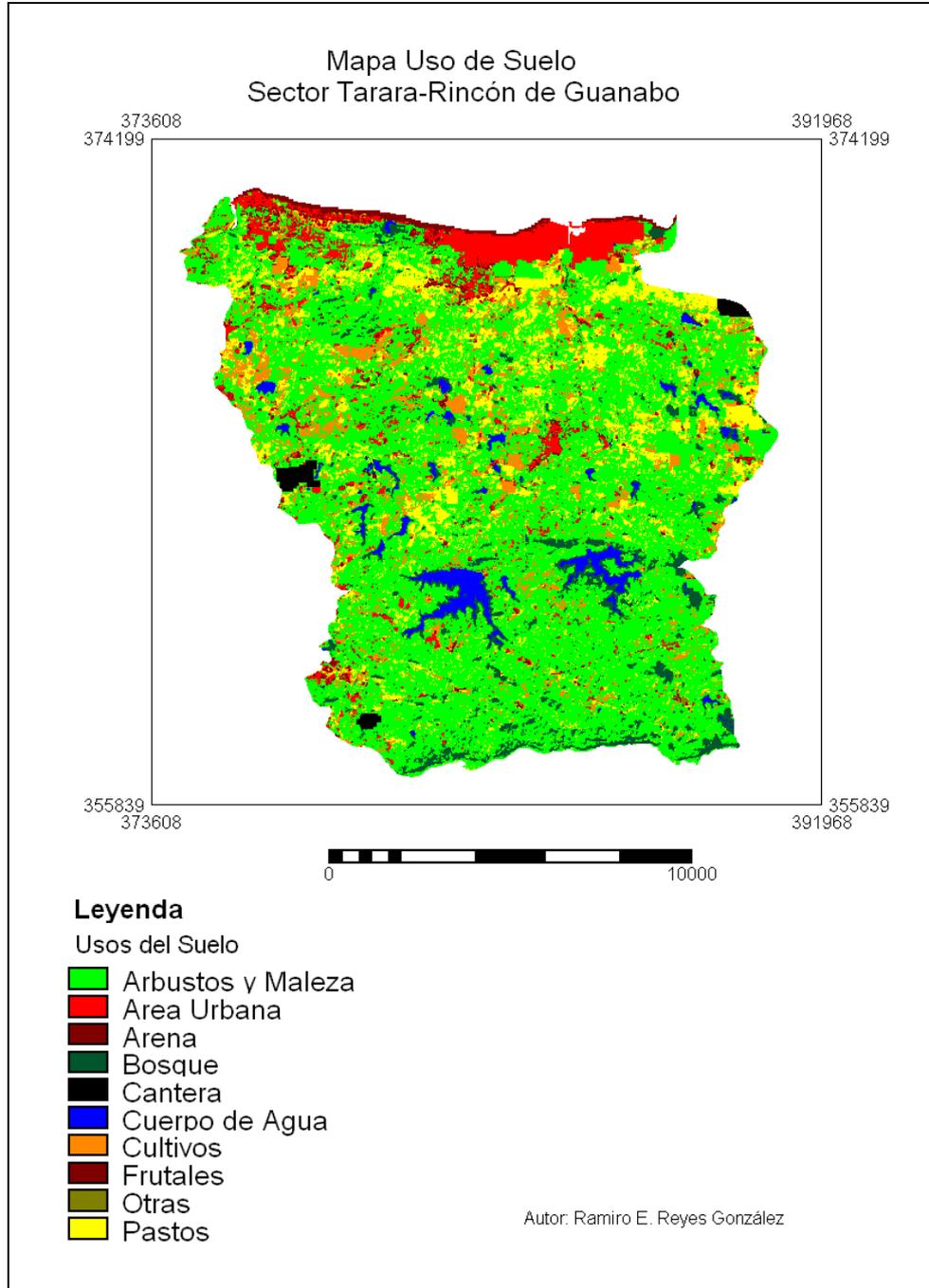


Figura 3. Mapa Uso de Suelo. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

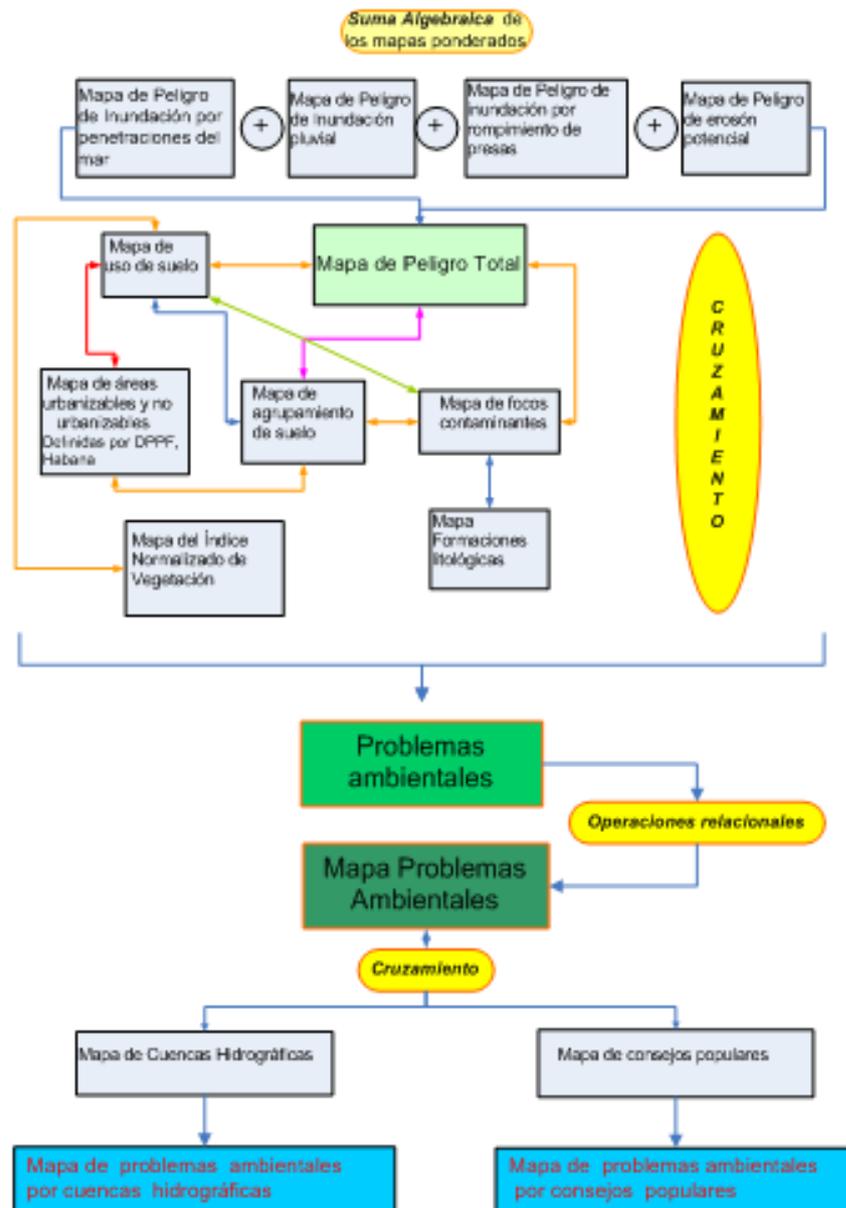


Figura 4. Flujograma de procedimiento empleado en la obtención de los mapas de problemas ambientales

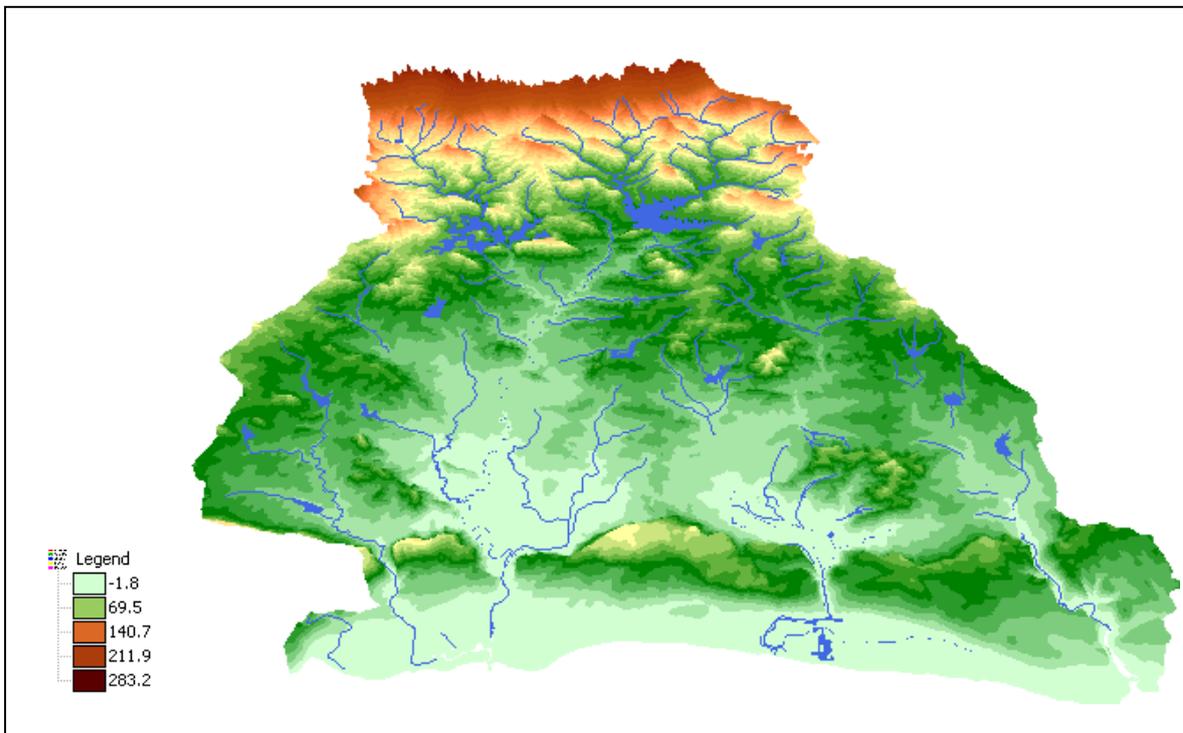


Figura 5. Modelo Digital del Terreno generado a partir de la Interpolación bicúbica del mapa de segmentos escala 1: 10 000 visualizado en un "draped" con una vista desde el Norte y una escala de altura (scale height) de 7

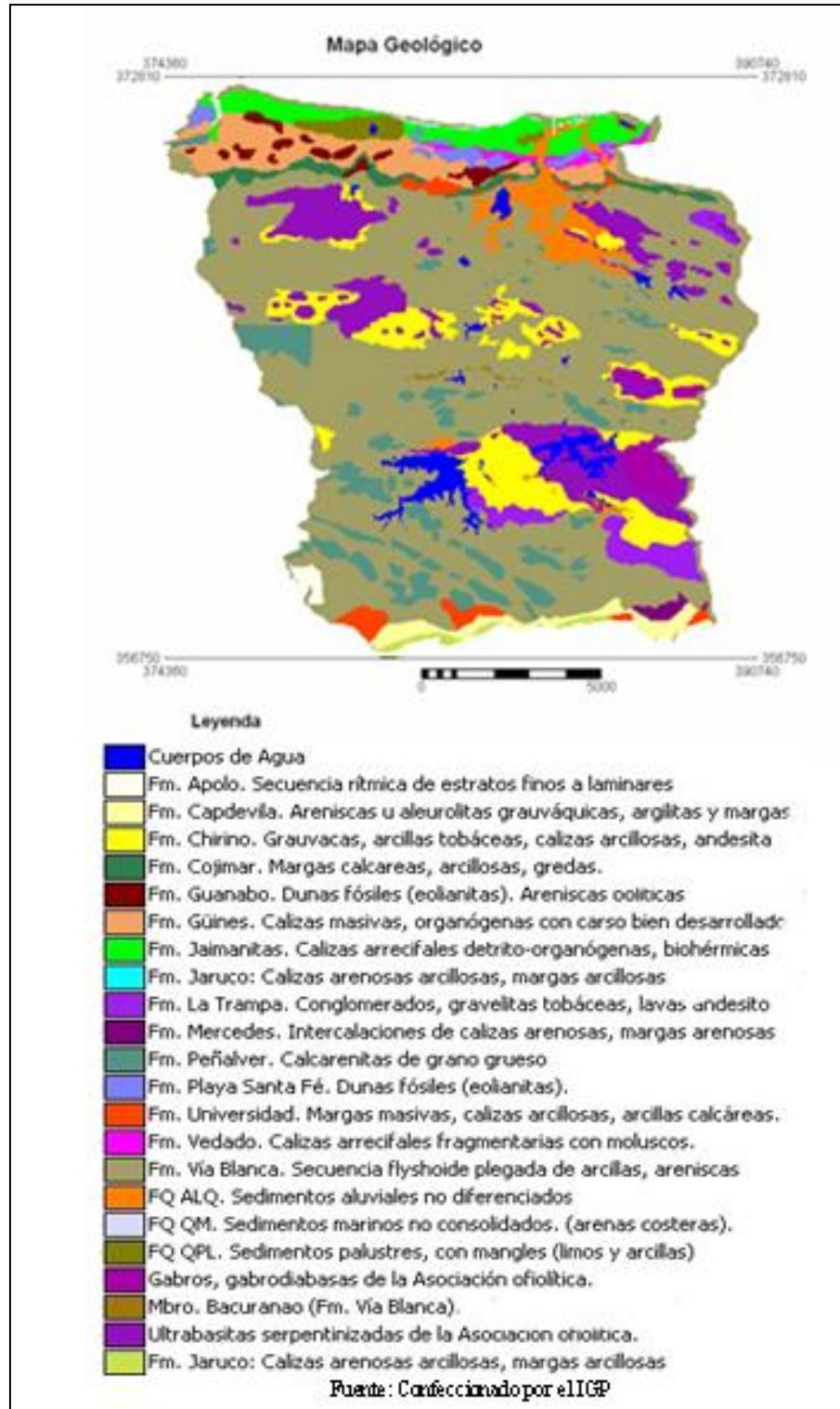


Figura 6. Mapa Geológico. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

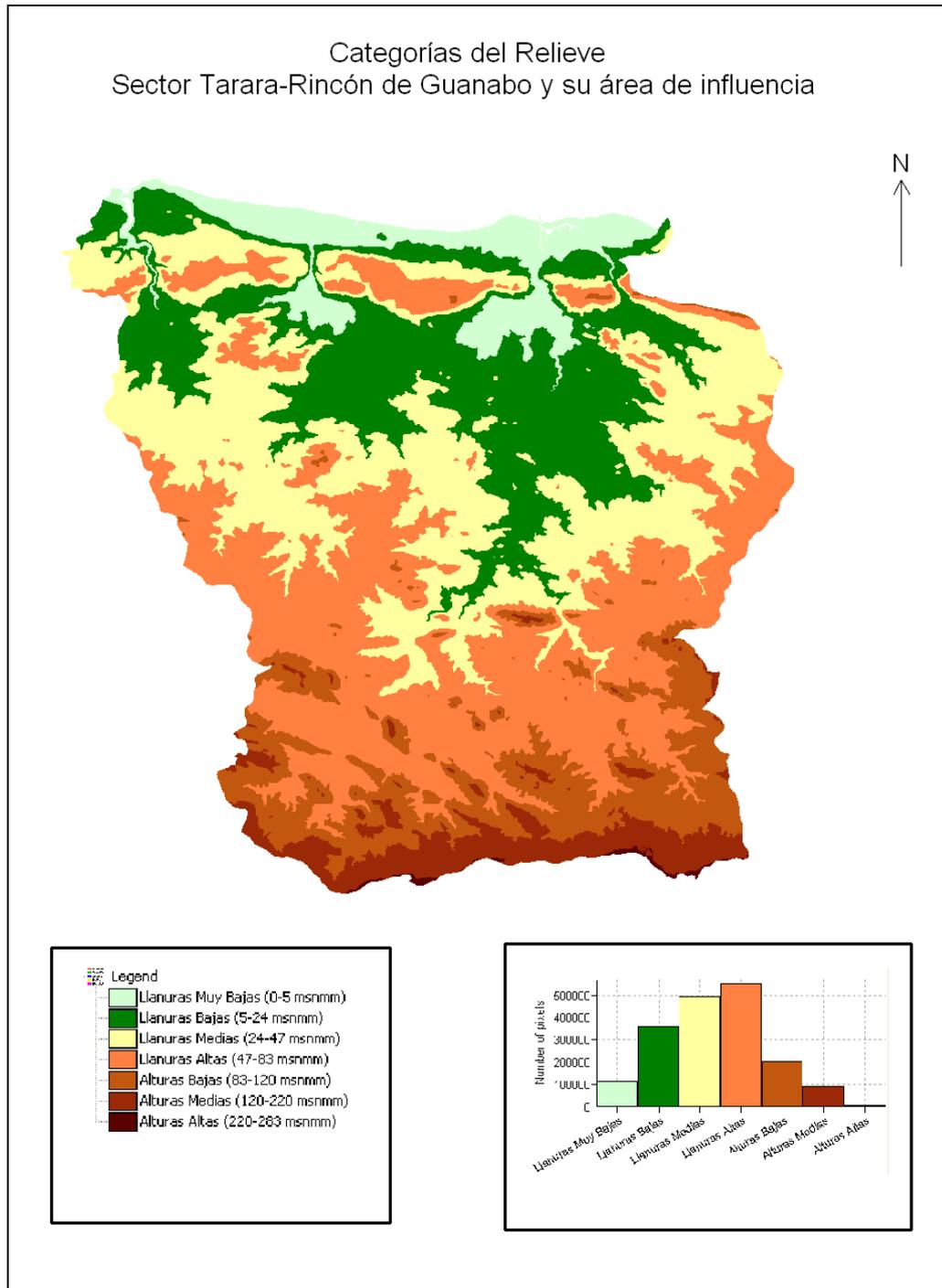


Figura 7. Mapa Categorías del relieve. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

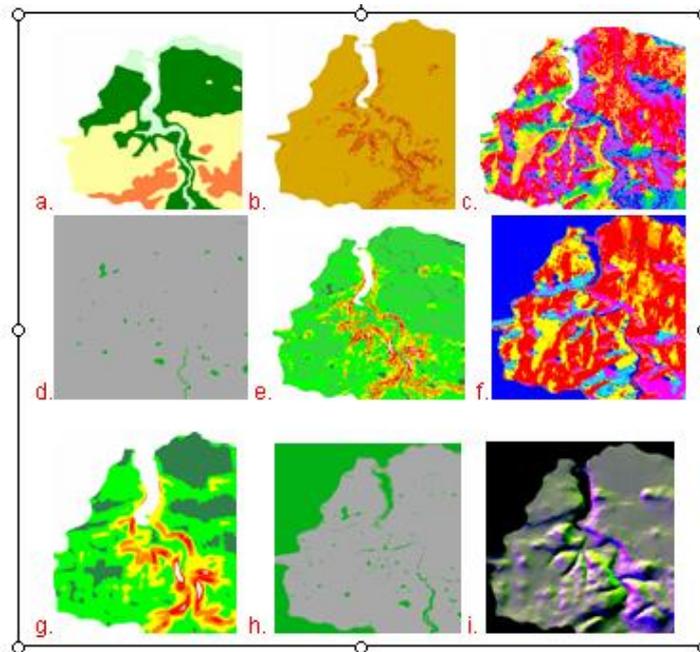


Figura 8. Diferentes mapas geomorfológicos en el ejemplo de la desembocadura del río Tarará. a. Hipsometría, b. Formas de las Pendientes, c. Orientación de las Pendientes, d. Áreas planas, e. Ángulo de Inclinación de las Pendientes, f. Dirección del drenaje superficial, g. Disección Vertical, h. Puntos de mayor inflexión, i. Mapa raster en composición de color (color composite)

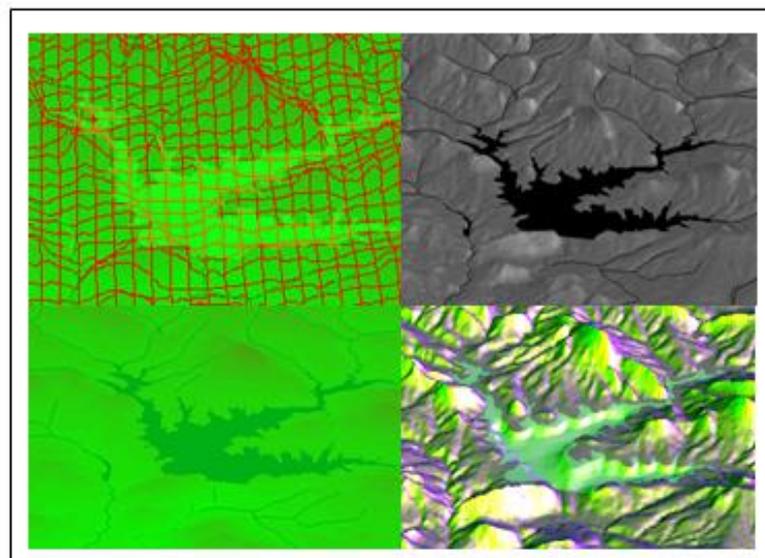


Figura 9. Diferentes Visualizaciones del Modelo Digital del Terreno del área de la Presa la Zarza (Tercio Superior de la Cuenca del Río Guanabo). Las alturas que la circundan poseen ascensos moderados (de 105 a 130 m)

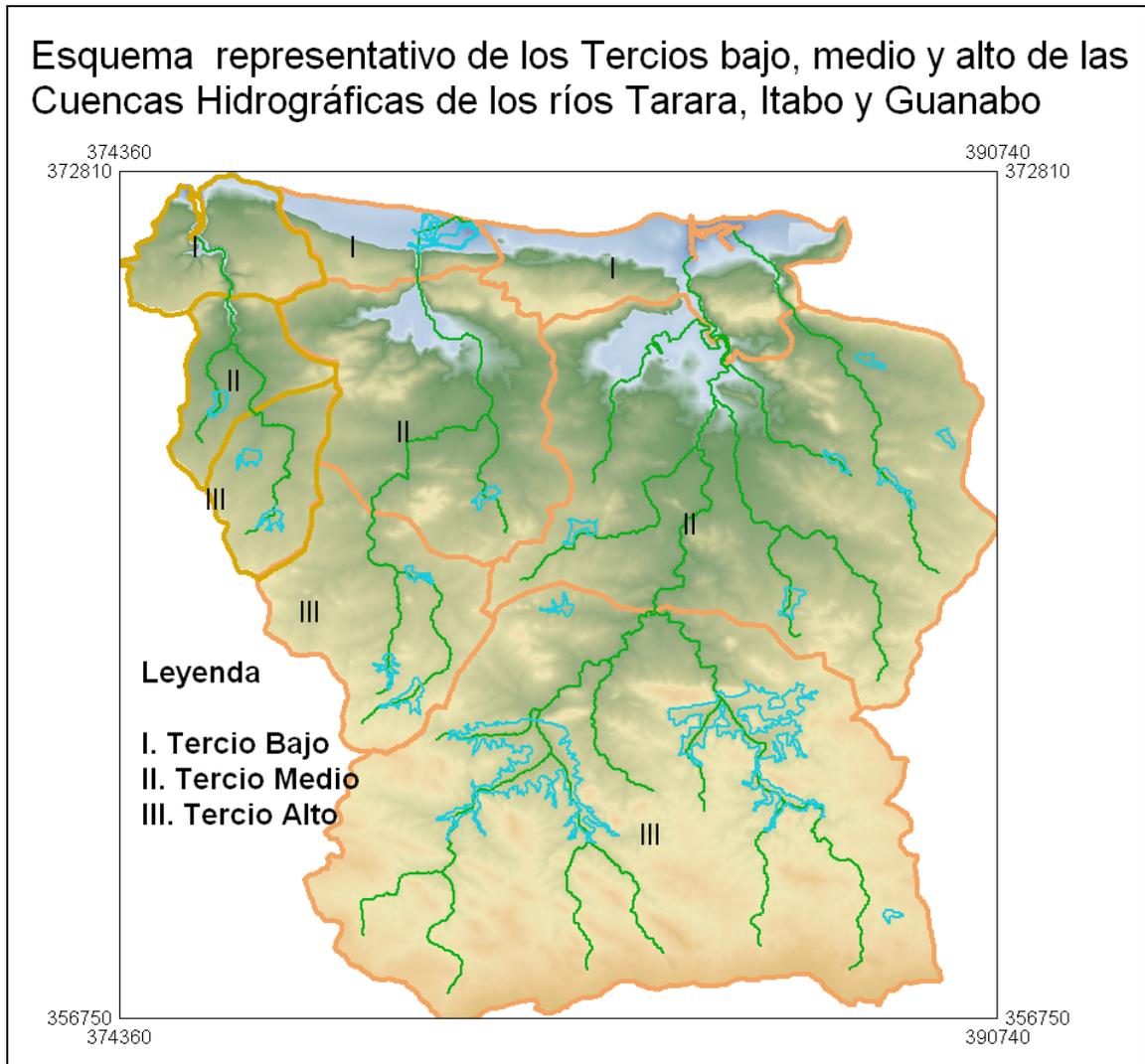


Figura 10. Esquema representativo de los Tercios bajo, medio y alto de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo

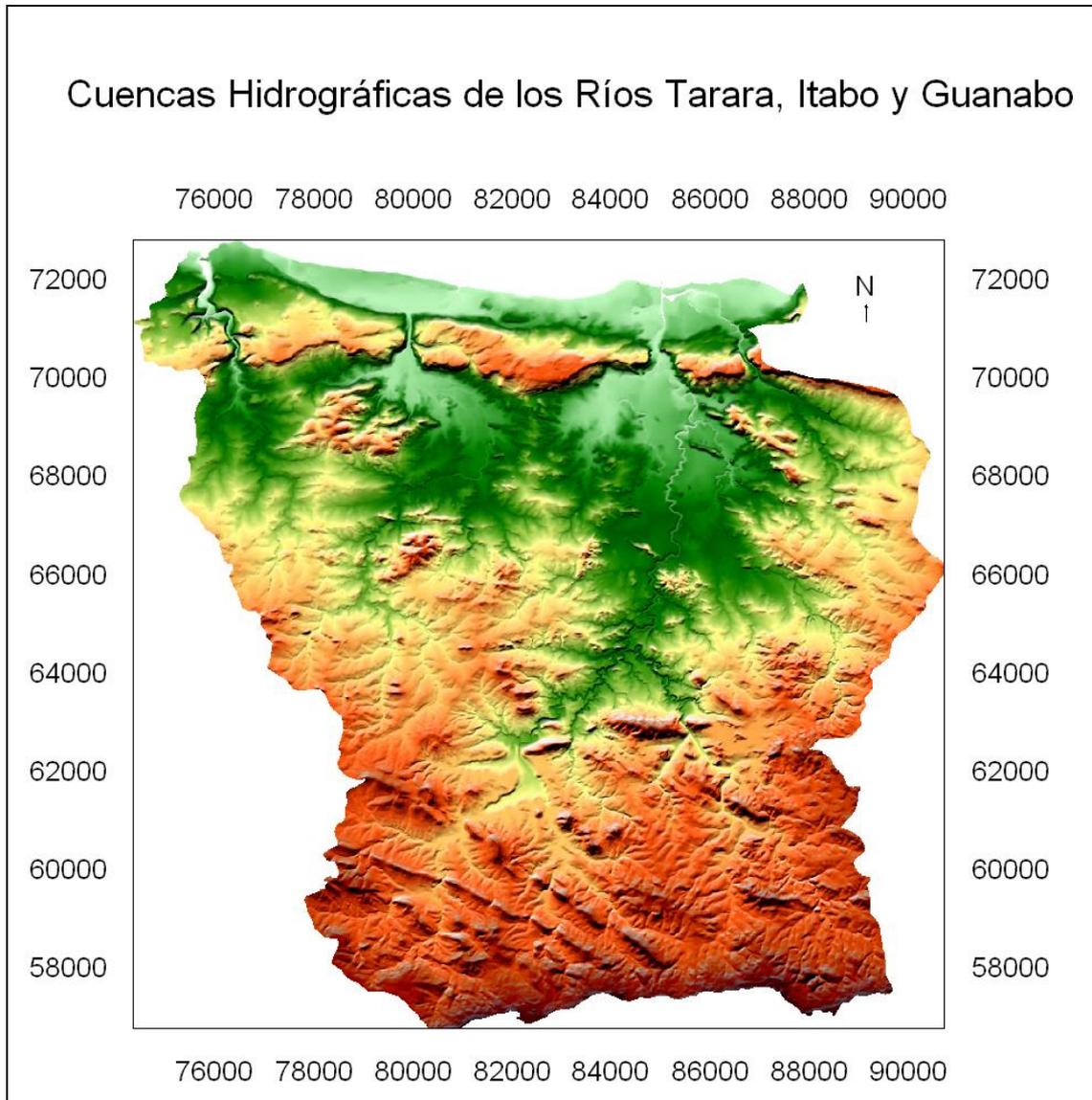


Figura 11. Modelo Digital del Terreno de las Cuencas Hidrográficas. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

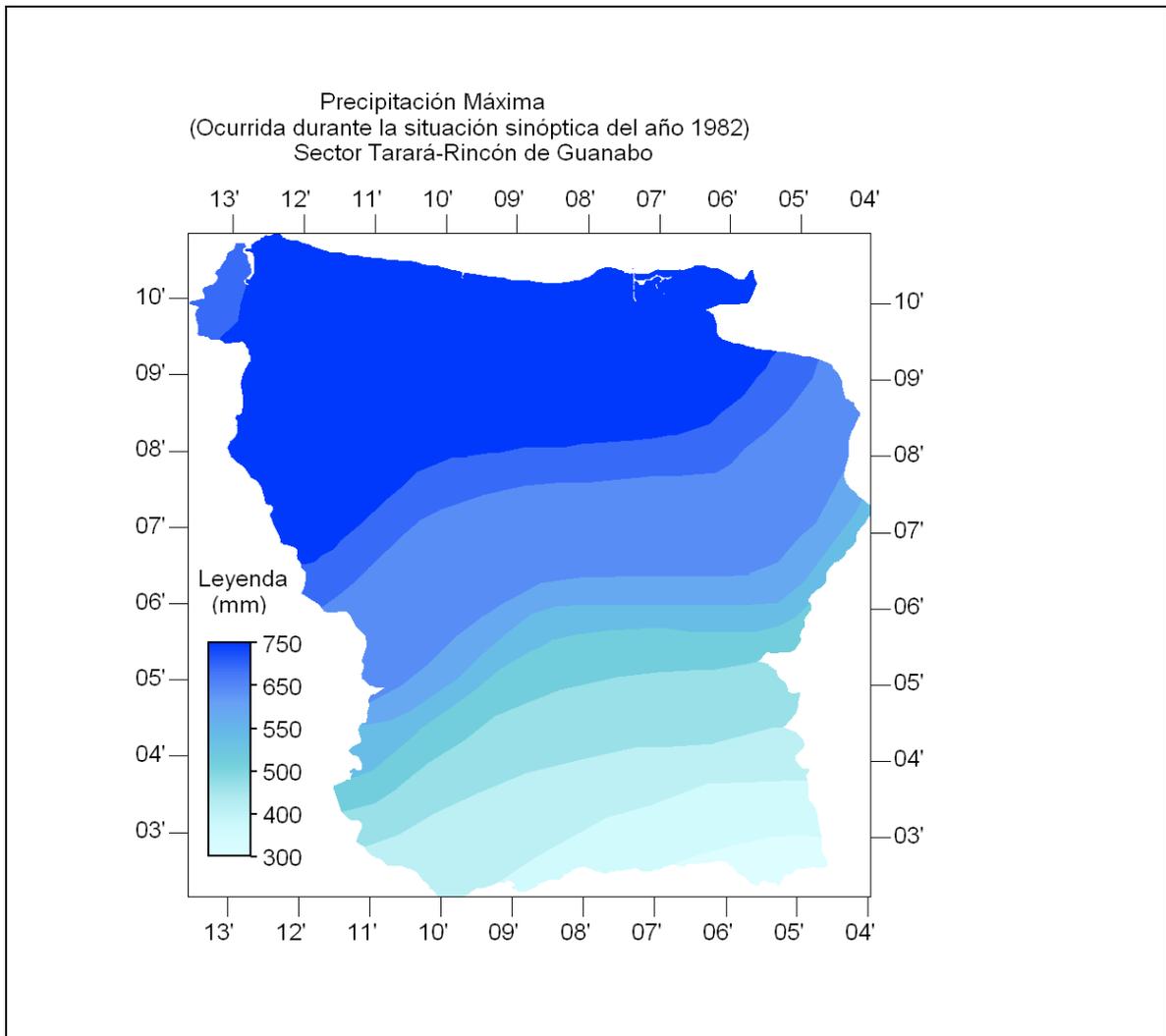


Figura 12. El esquema representa la precipitación máxima ocurrida durante la situación sinóptica del año 1982. Elaborado en el SIG, ILWIS a partir de los datos del Instituto de Meteorología (Vea Batista y Sánchez 2001)

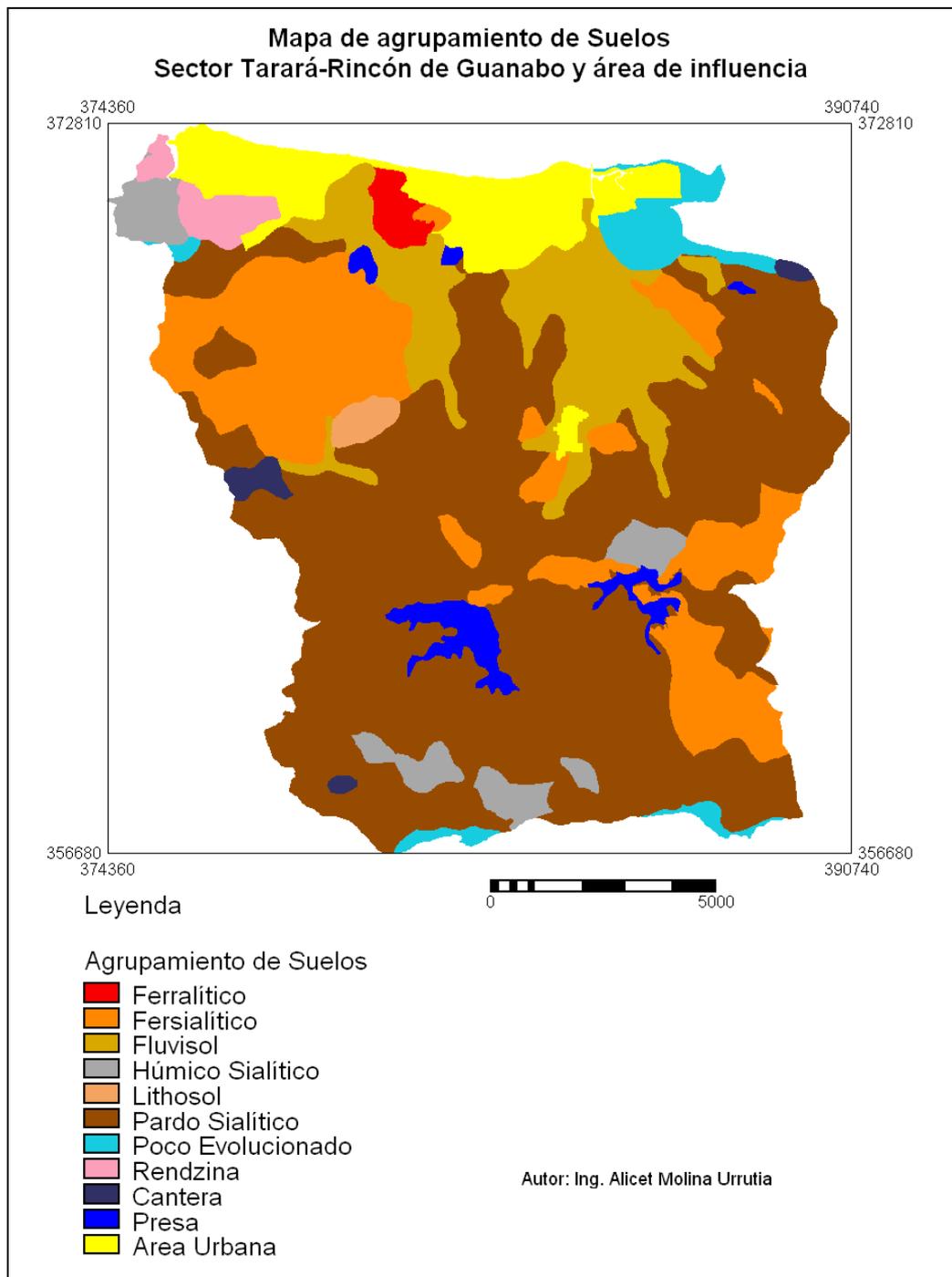


Figura 13. Mapa de agrupamiento de suelos. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

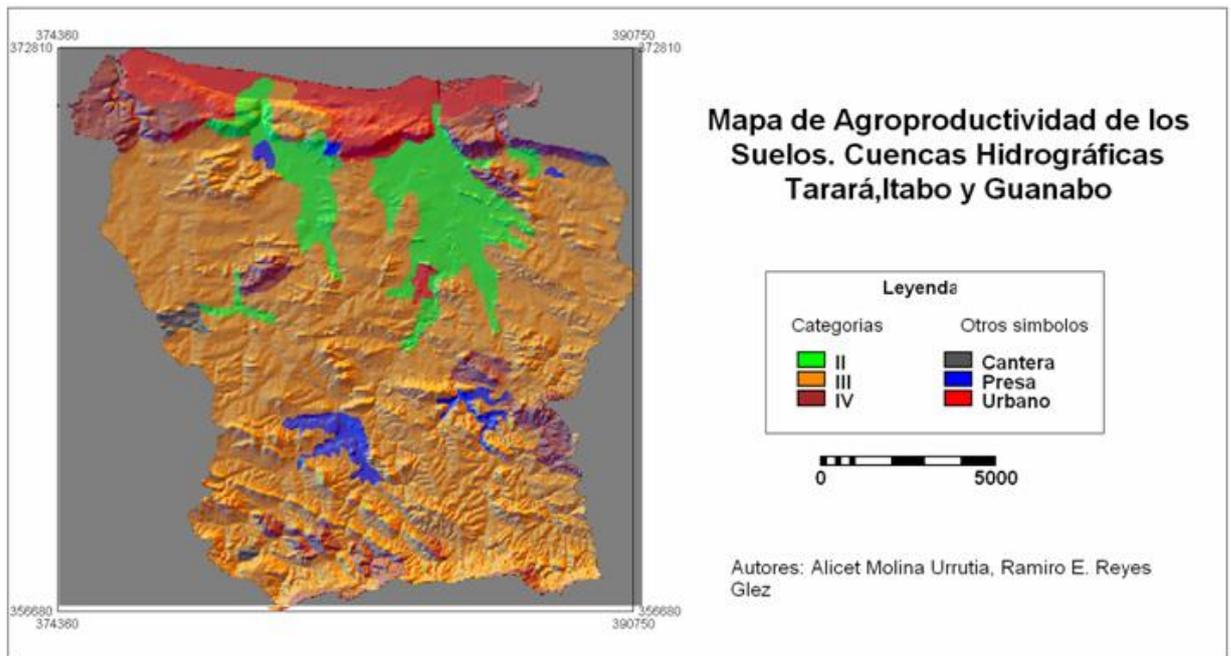


Figura 14. Mapa de Agroproductividad de los suelos. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

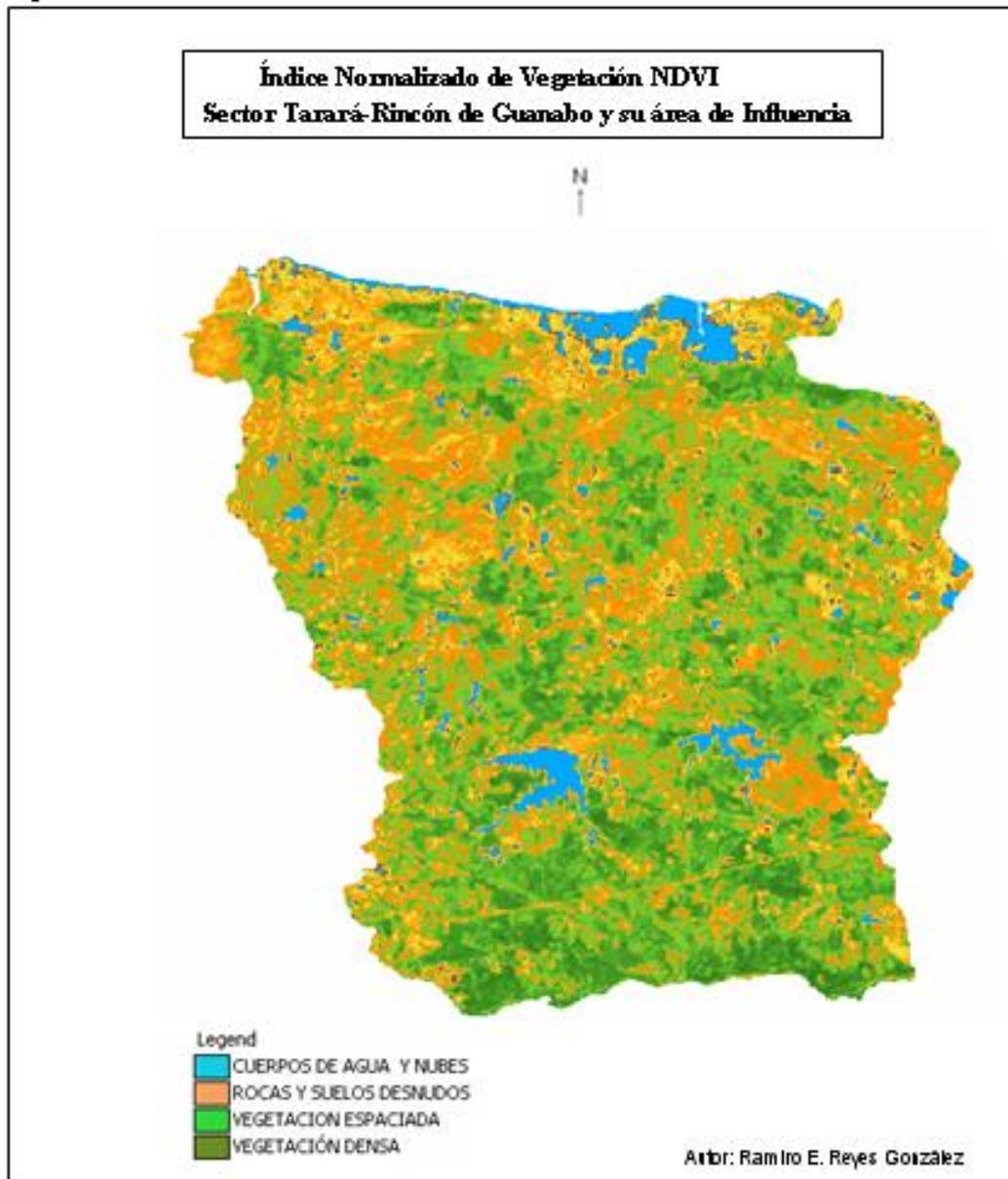


Figura 15. Esquema que representa el Índice Normalizado de Vegetación. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

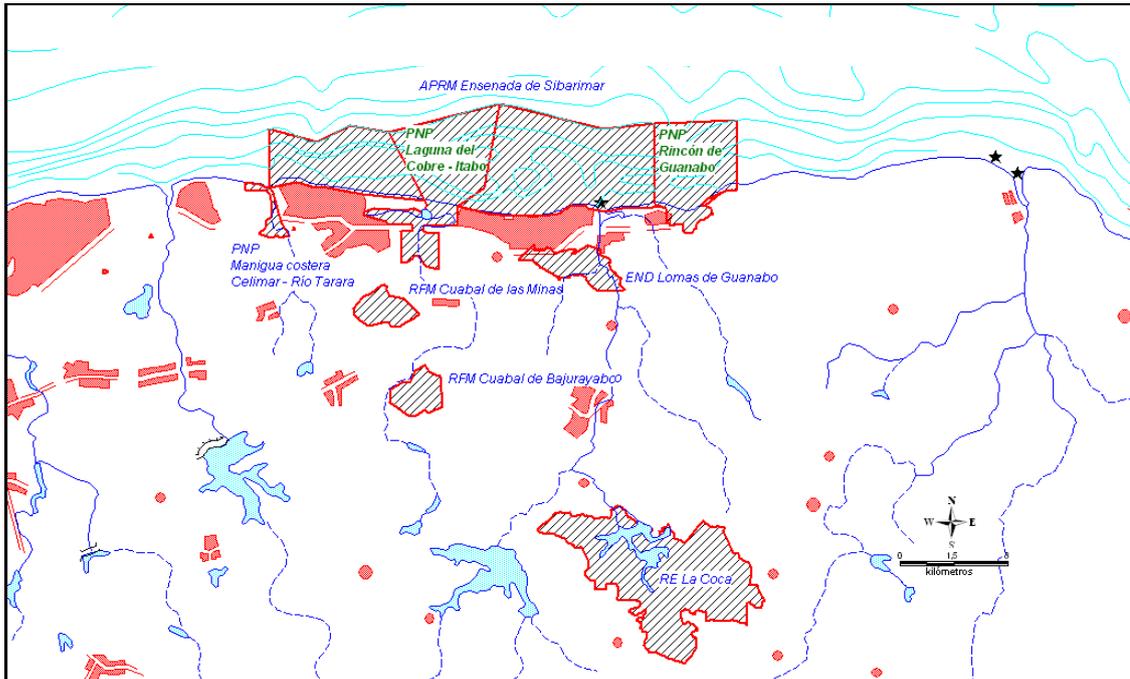


Figura 16. Áreas protegidas. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia. CNAP.

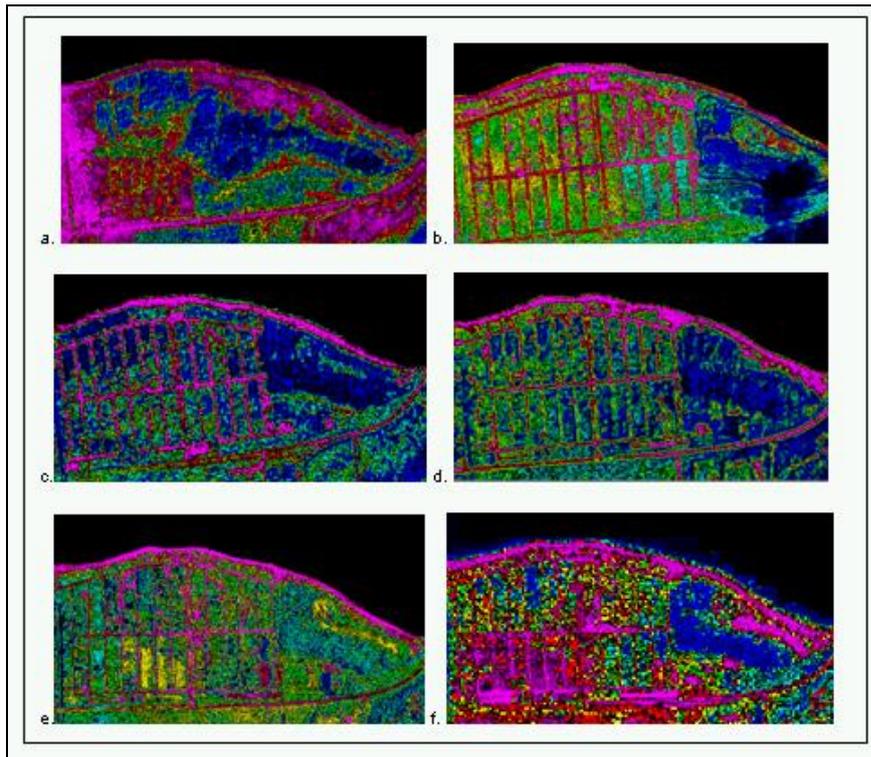


Figura 17. Clasificación no supervisada (Clustering, or unsupervised classification) del Sector Rincón de Guanabo para los años 1956(a),1962(b), 1970(c), 1980(d), 1989(e) y 1997 (f); basados en el agrupamiento estadístico de los datos utilizando los valores de los píxeles de cada fotografía aérea con tres bandas cada una. Elaborada por los autores.



Figura 18. Fotos de la Reserva Natural de Rincón de Guanabo, Tomadas por el Grupo evaluador de los daños ocasionados por el Huracán Wilma en los Municipios del Este de Ciudad de la Habana

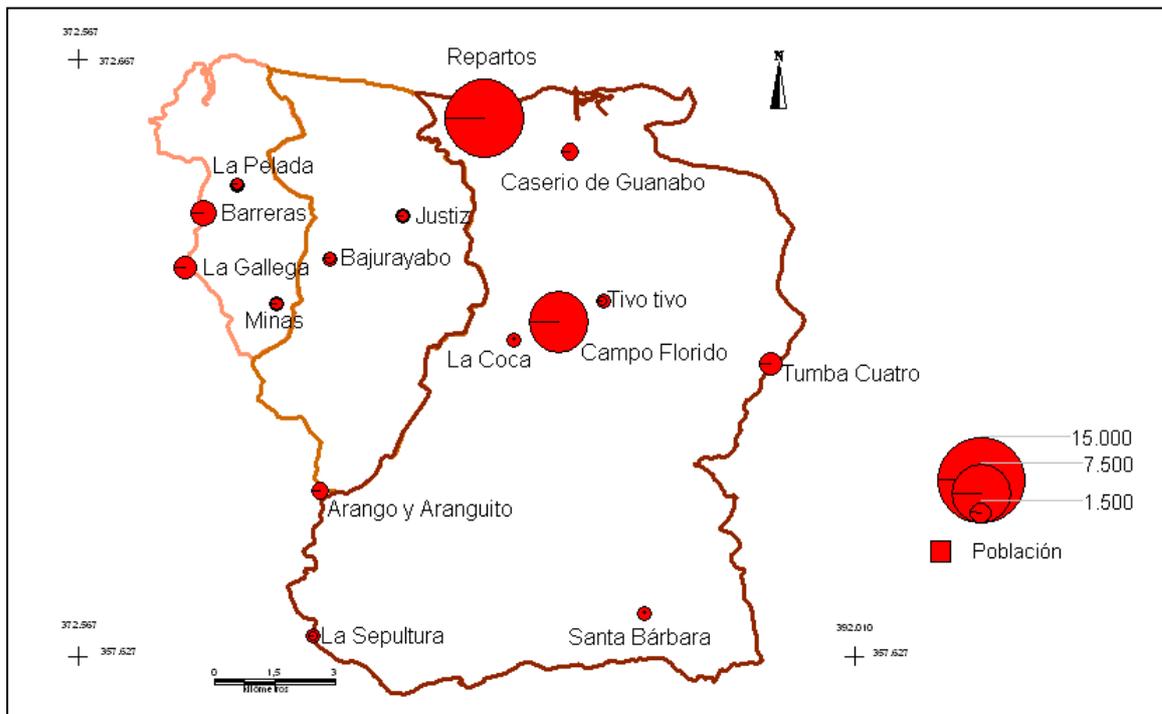


Figura 19. Población de repartos, núcleos poblacionales y asentamiento rural. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia. Elaborado por González, 2006

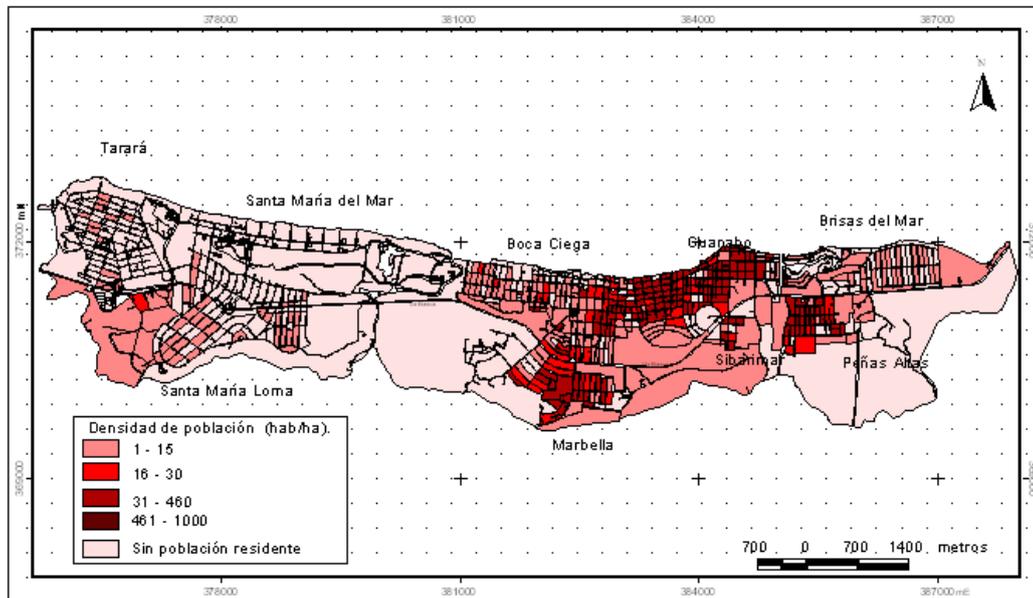


Figura 20. Densidad de población. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia. Elaborado por González, 2006



Figura 21. Edificios del sector de Peñas Altas. Tomada por Carmen Luisa González Garciandía. 2006



Figura 22. Zona hotelera. Santa María del Mar.
Tomadas por Carmen Luisa González. 2006

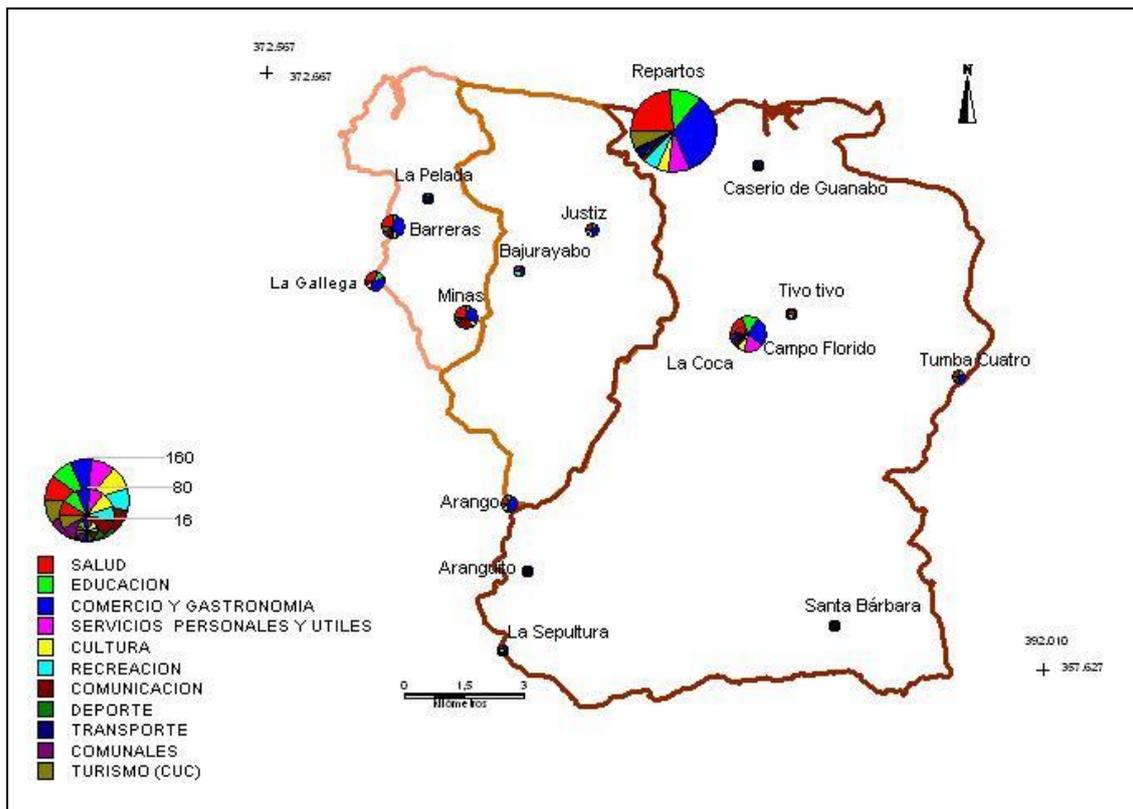


Figura 23. Infraestructuras del área de estudio. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su
área de influencia. Elaborado por González, 2006

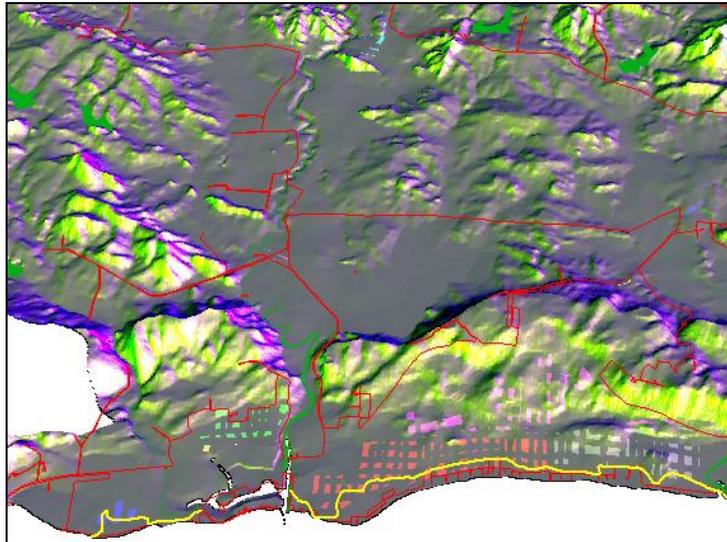


Figura 24. Visualización del MDT mediante el uso de un "draped" con una vista desde el Norte y una escala de altura (scale height) de 7

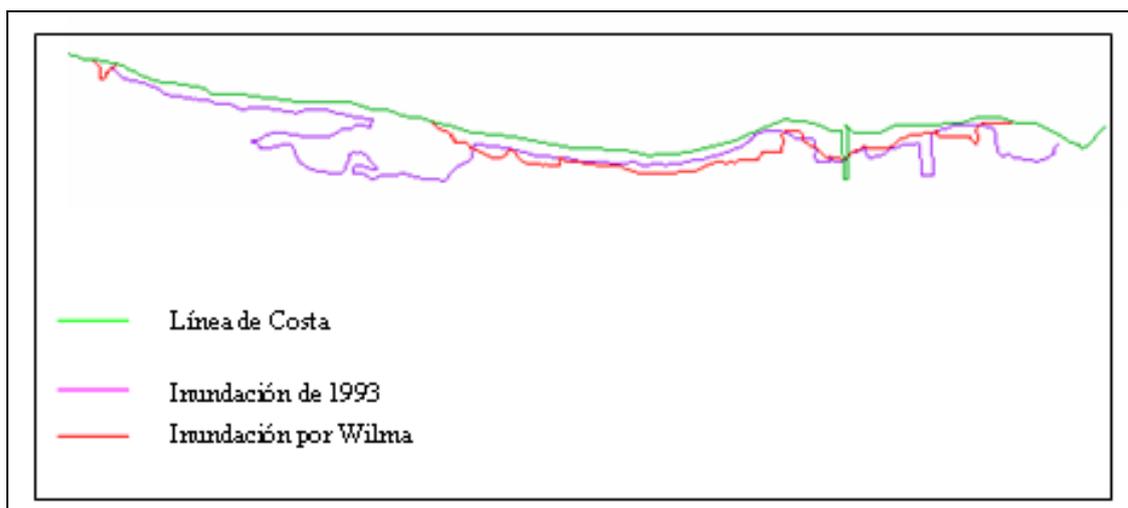


Figura 25. Líneas de inundación costera en el sector Guanabo

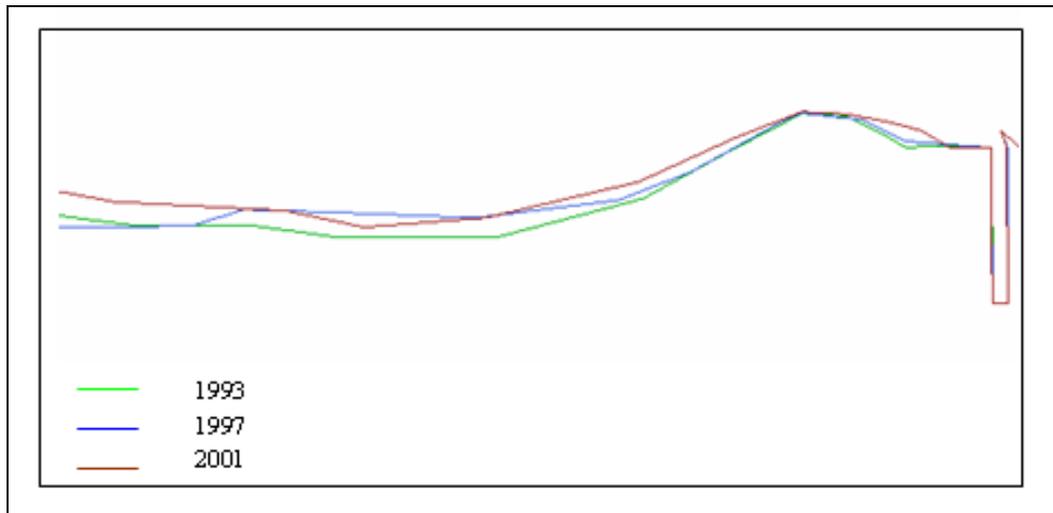


Figura 26. Dinámica de la línea de costa para diferentes años, elaborados a partir de imágenes LANDSAT (combinación de bandas 4 5 3) y orthophoto del sector de estudio

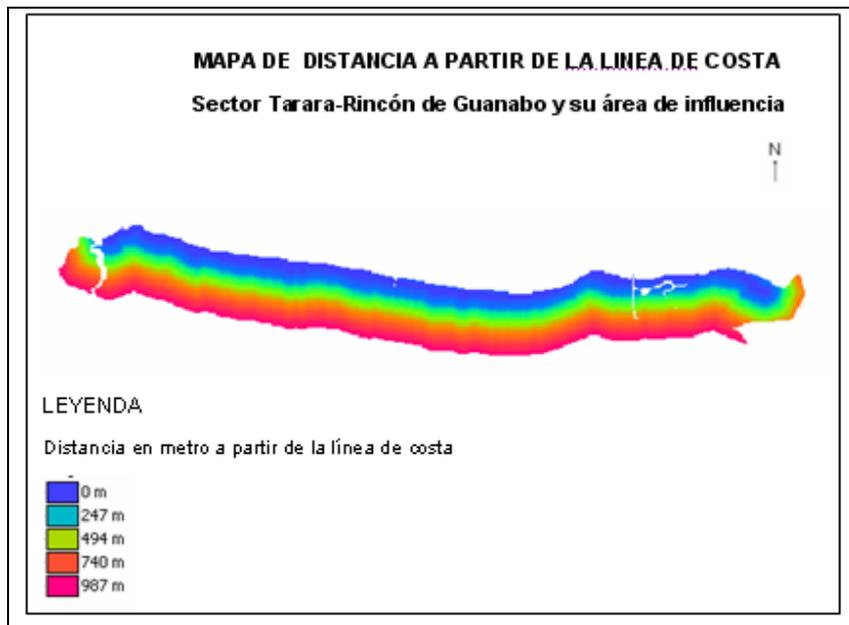
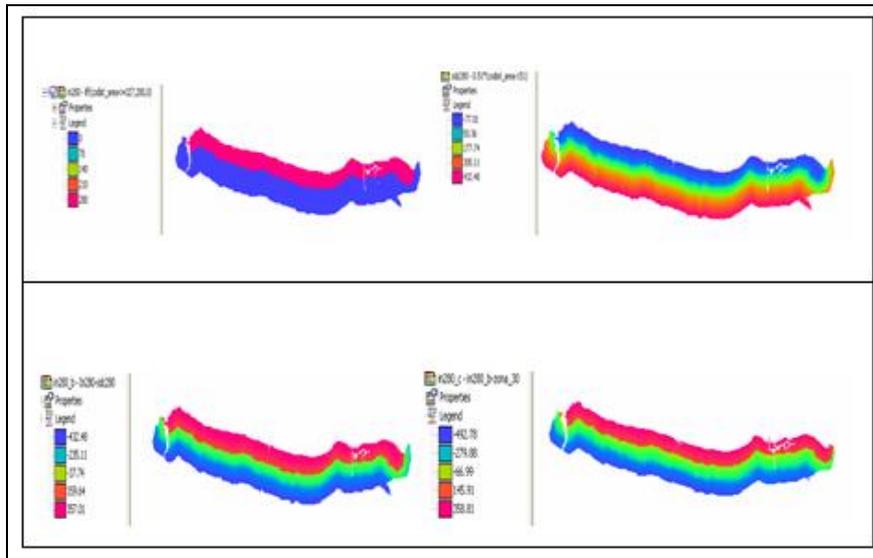


Figura 28. Mapa de Distancia a partir de la línea de costa



Figuras 29. Muestra algunos de los mapas que se obtuvieron en el trabajo con el fin de determinar la profundidad de inundación por surgencia en tierra

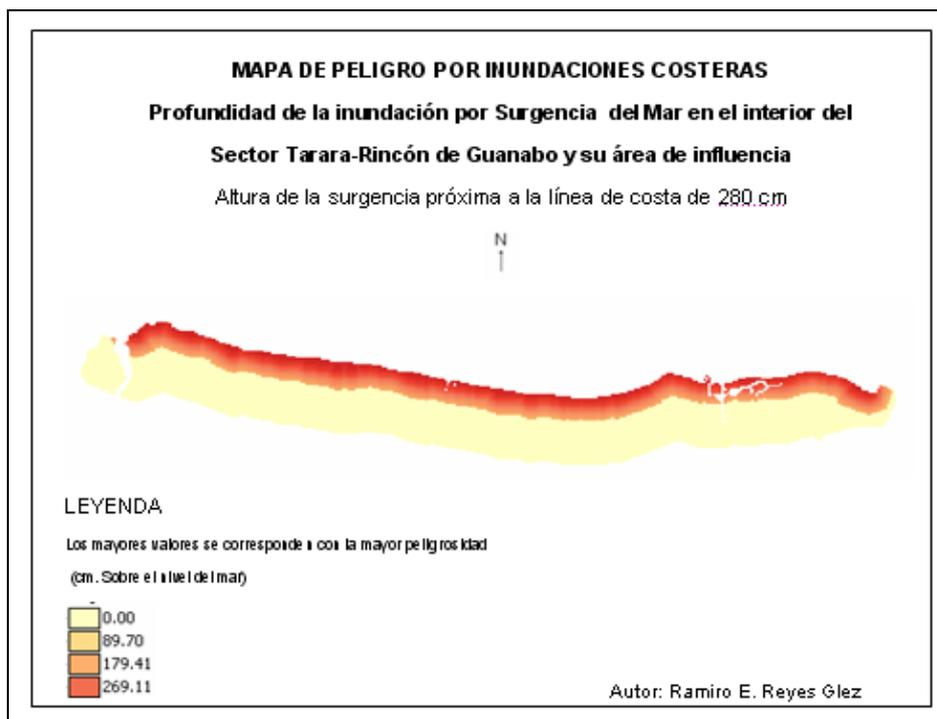


Figura 30. Mapa de Peligro por inundaciones costeras

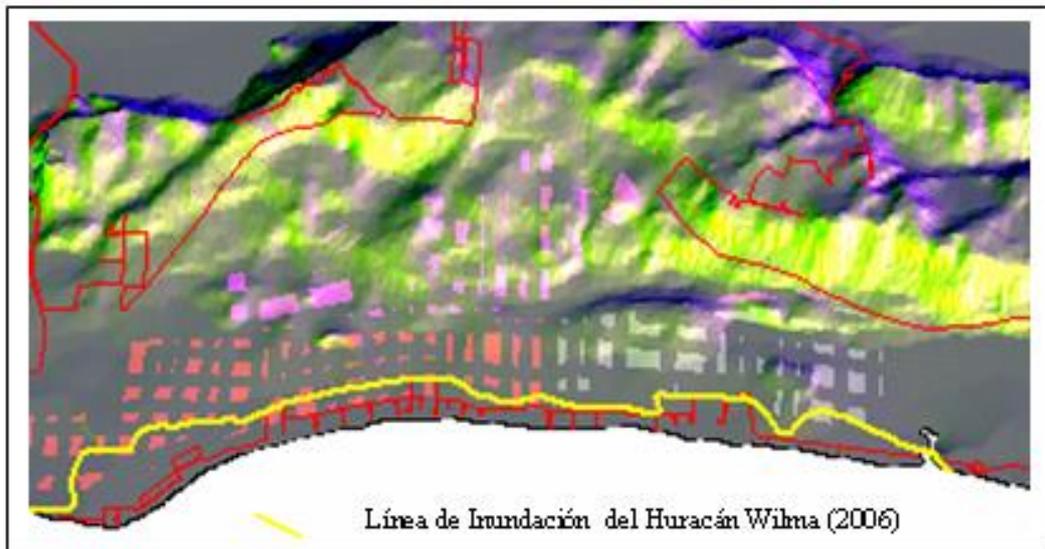


Figura 31. Sector Guanabo, con las cotas de inundación del Huracán Wilma producidas por la surgencia de tormenta (área inundada 0.94 Km²)



Figura 32. Degradación de las dunas. Sector playa Guanabo, tomada por Humberto Glez, 2006



Figura 33. Cocoteros tumbados por las fuerzas de las olas, en la zona de Guanabo 458 y calle 5^{ta} muy próximos a la línea de costa. Tomada por Humberto Glez y Ramiro Reyes, (Ramiro et al, Inédito)



Figura 34. Áreas inundadas. Tomadas por Humberto, Teresa y Darío, 2006



Figura 35. Viviendas inundadas, Humberto González, 2006

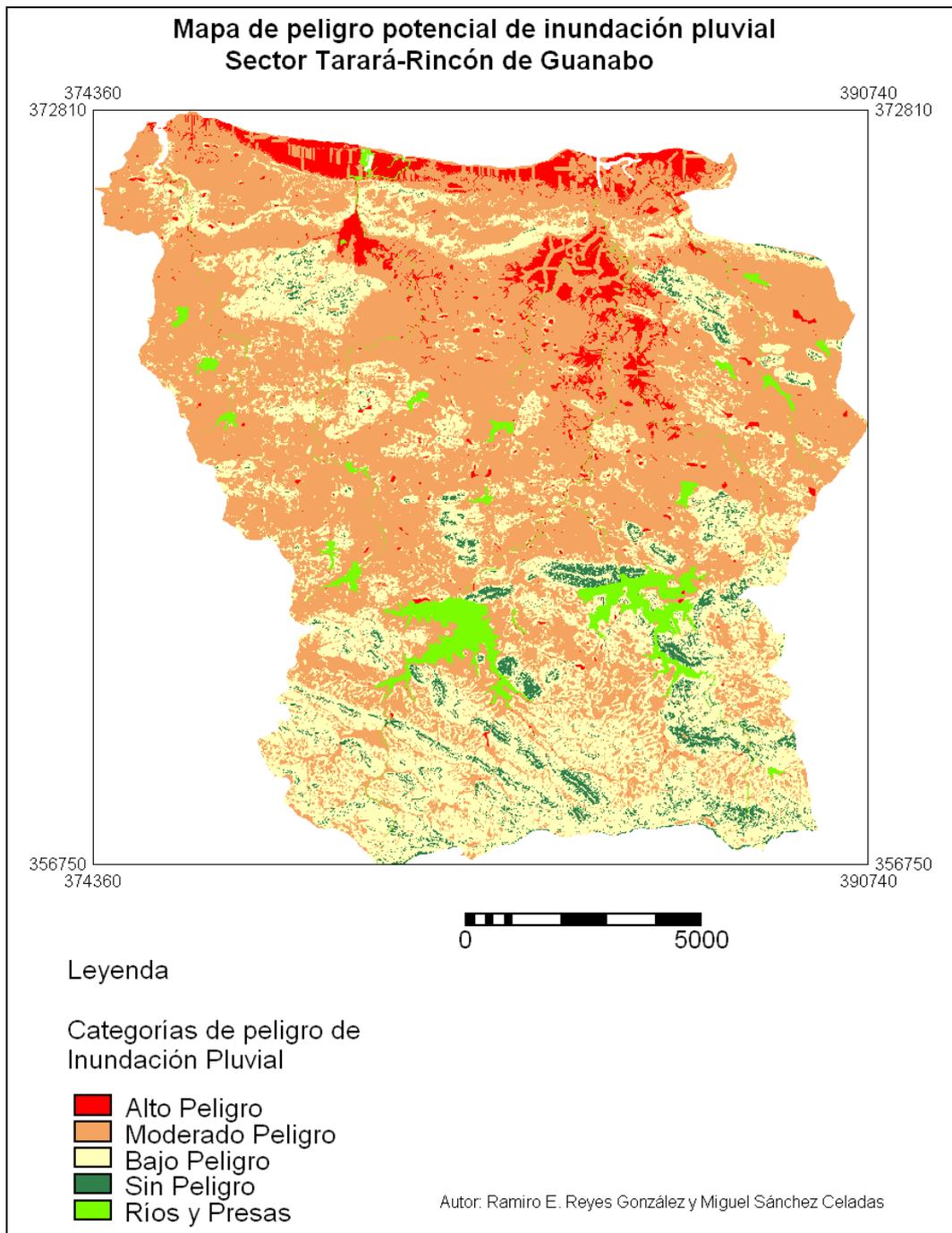


Figura 36. Mapa de Peligro potencial de inundación pluvial. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

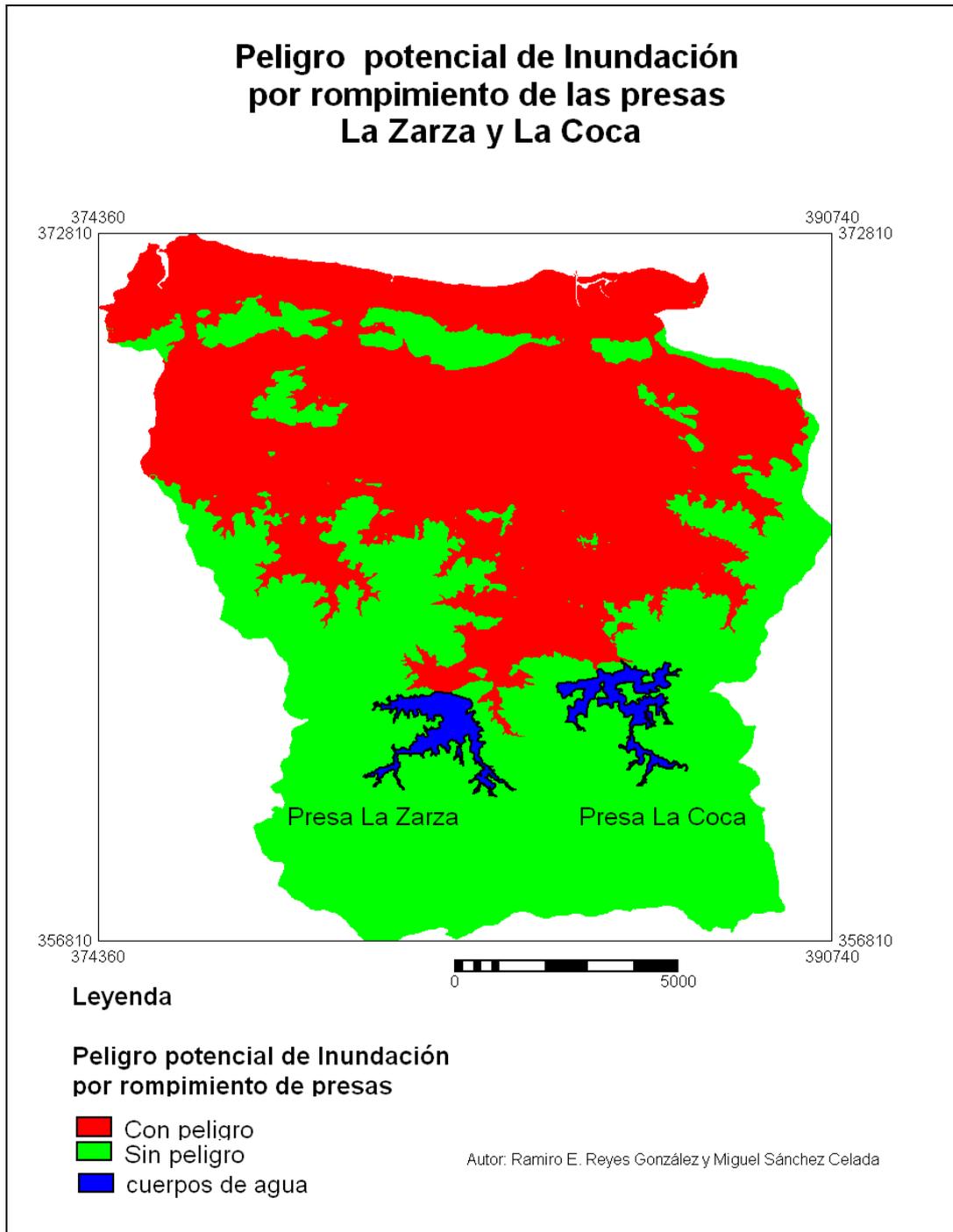


Figura 37. Mapa de Peligro potencial de inundación por rompimiento de las presas La Zarza y La Coca. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

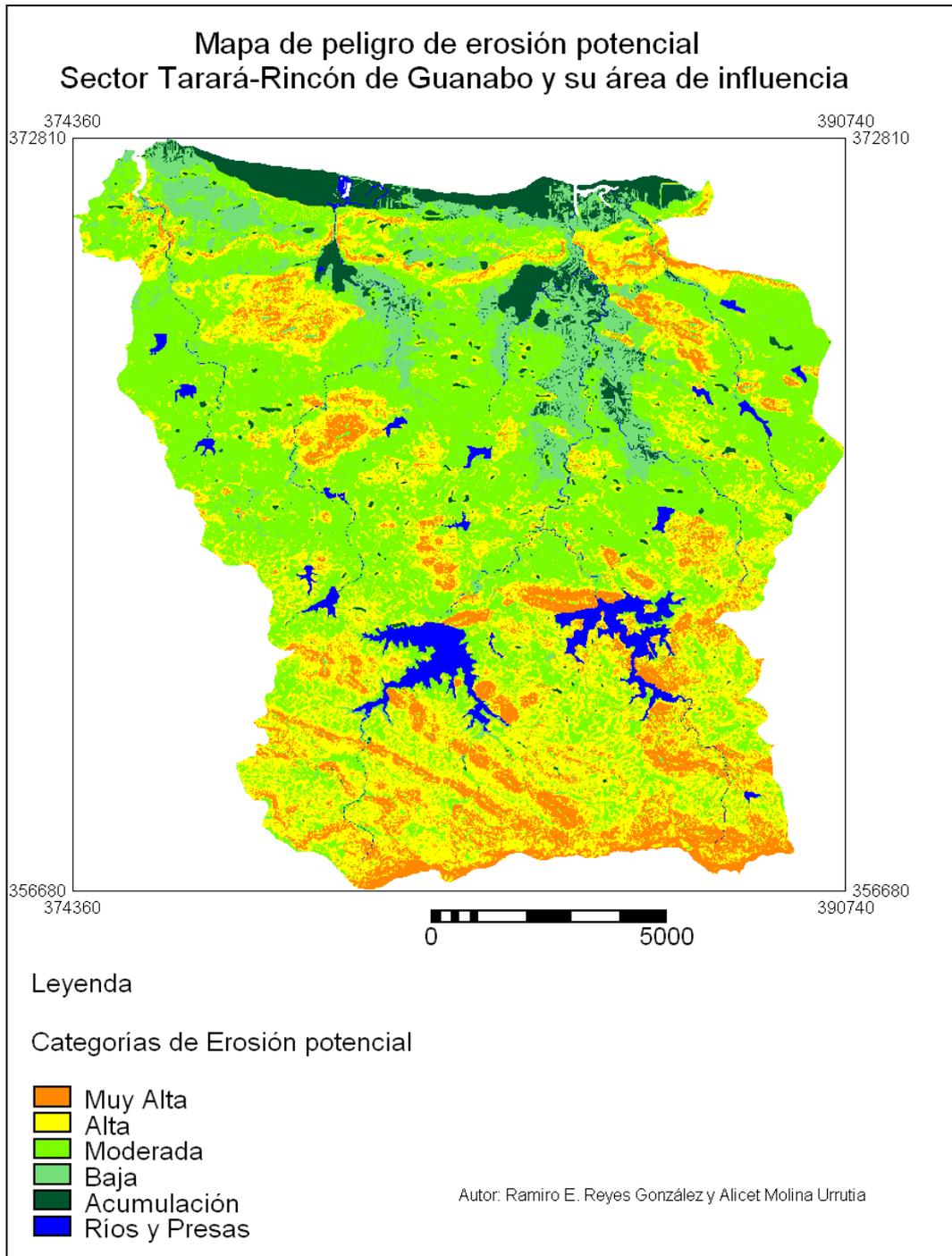


Figura 38. Mapa de Peligro de erosión potencial. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

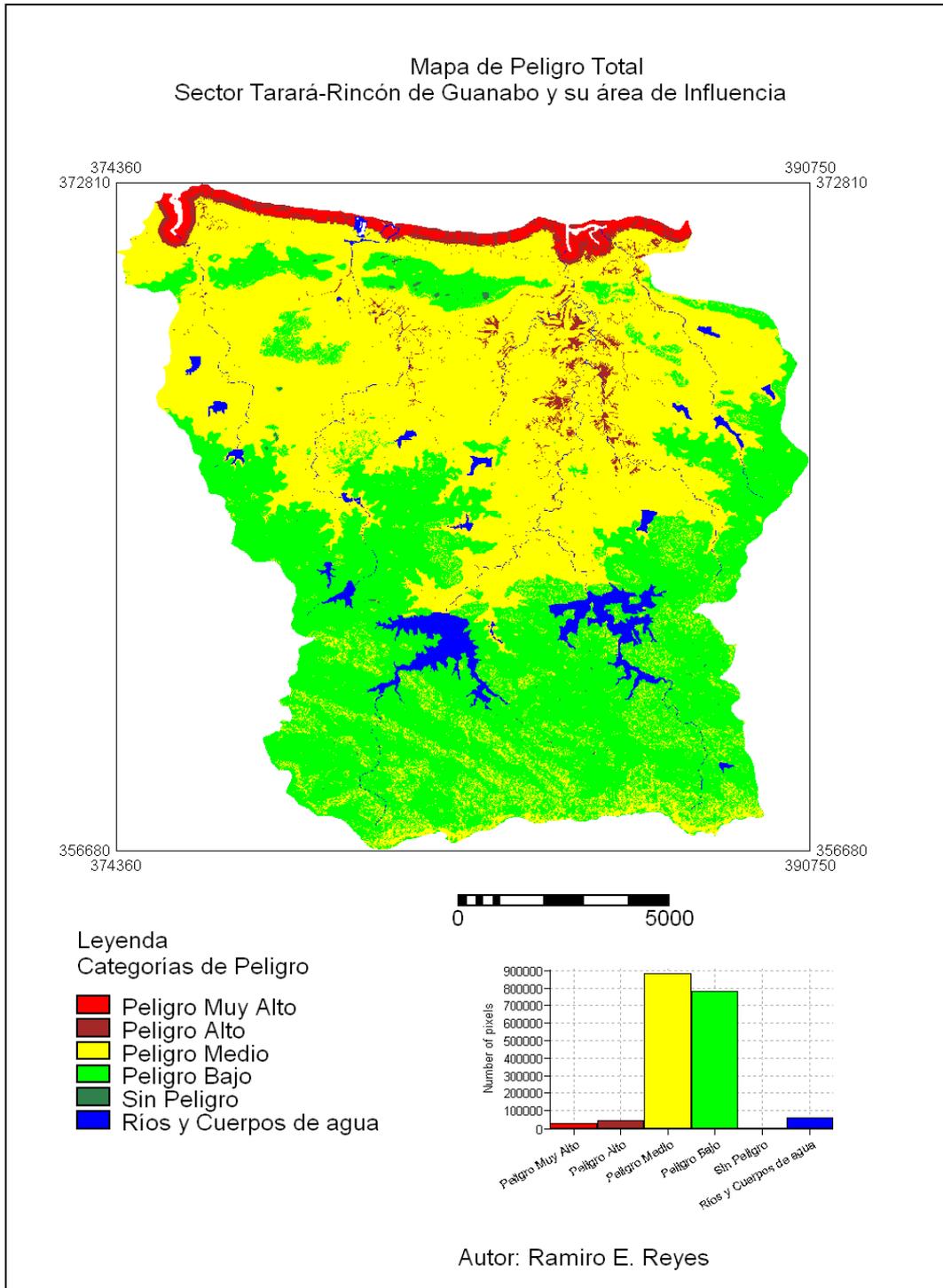


Figura 39. Mapa de Peligro potencial total. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

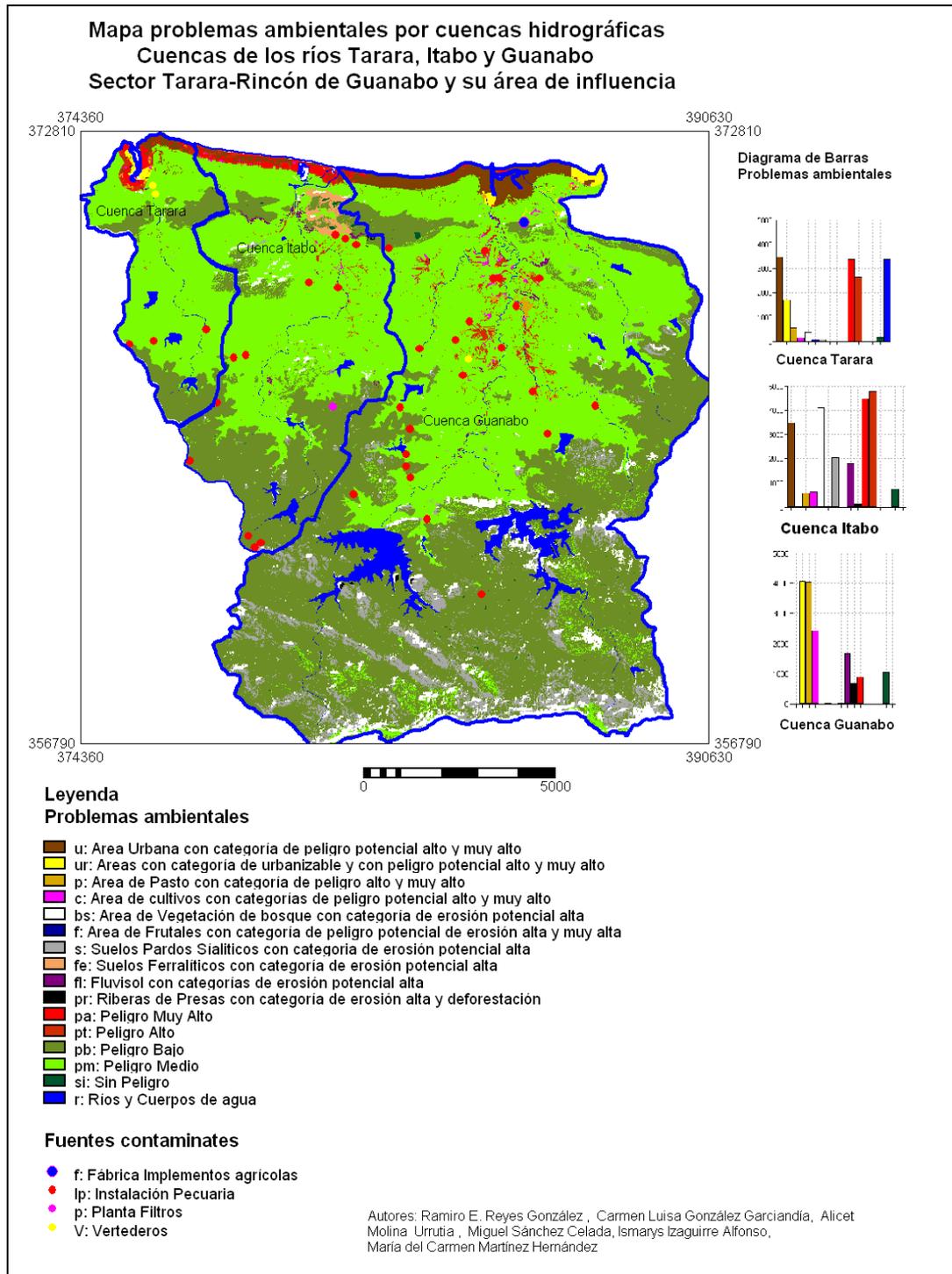


Figura 40. Mapa de Problemas ambientales en las cuencas Tarará, Itabo y Guanabo

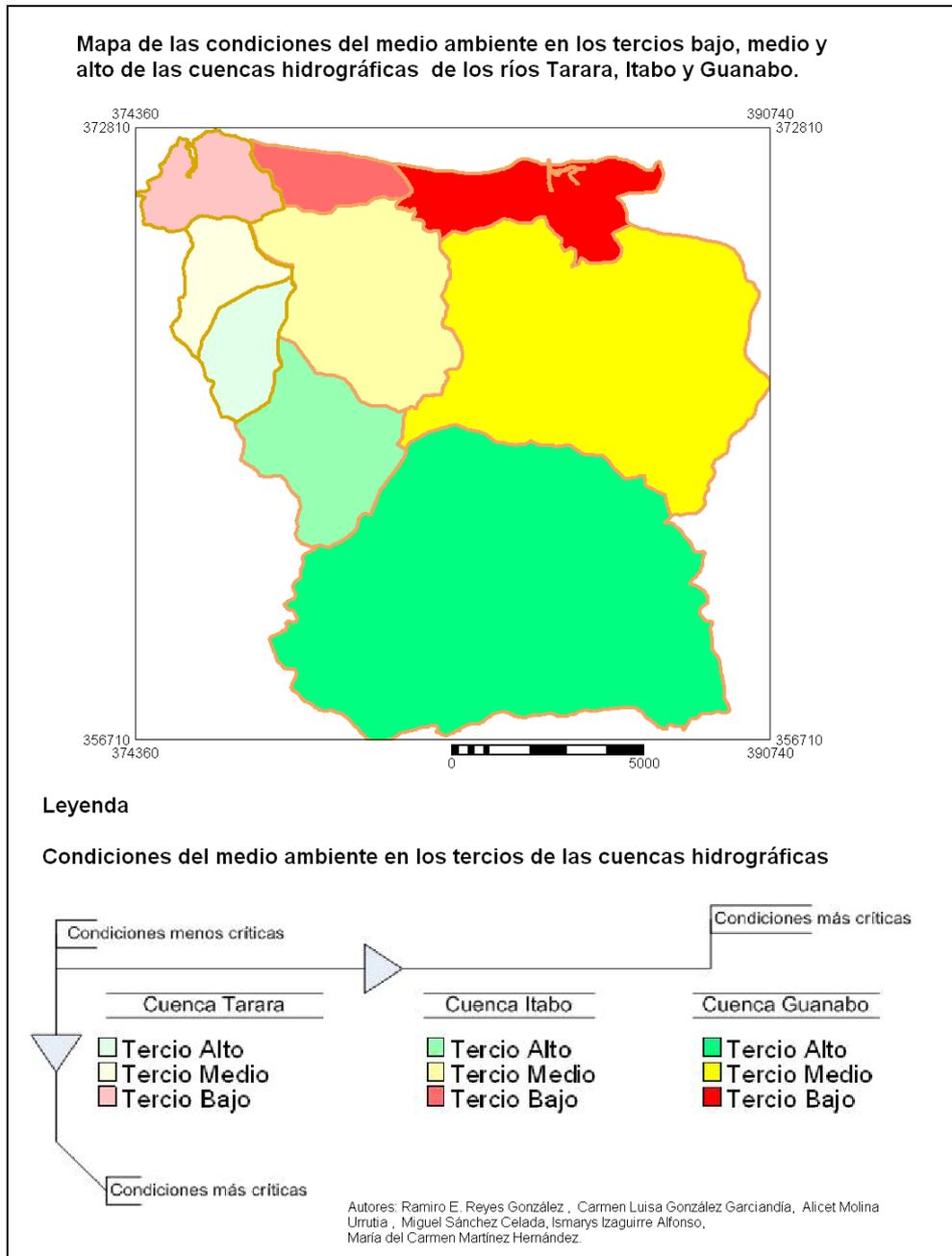


Figura 41. Mapa esquemático de las condiciones del medio ambiente en los tercios de las Cuencas Tarará, Itabo y Guanabo

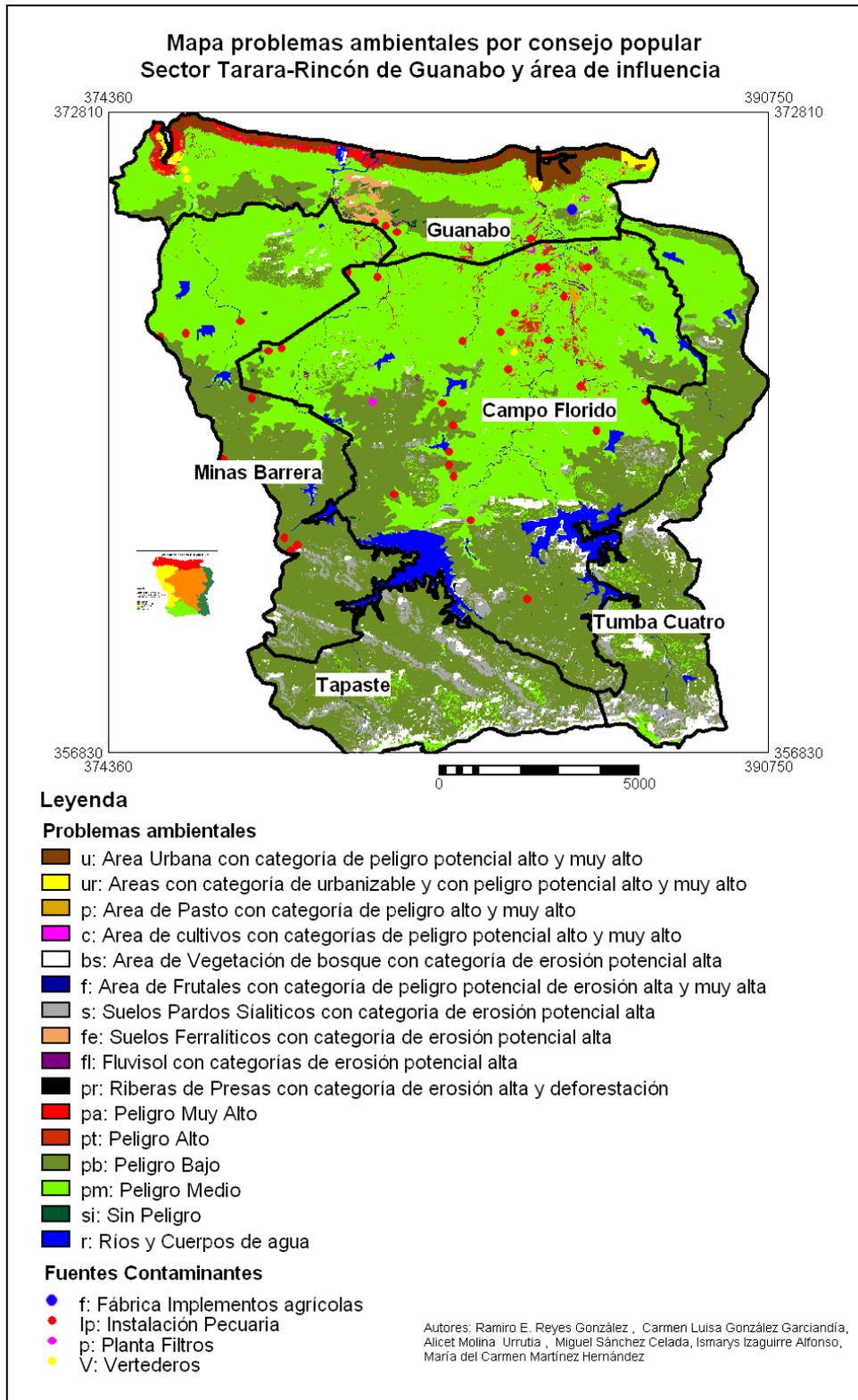
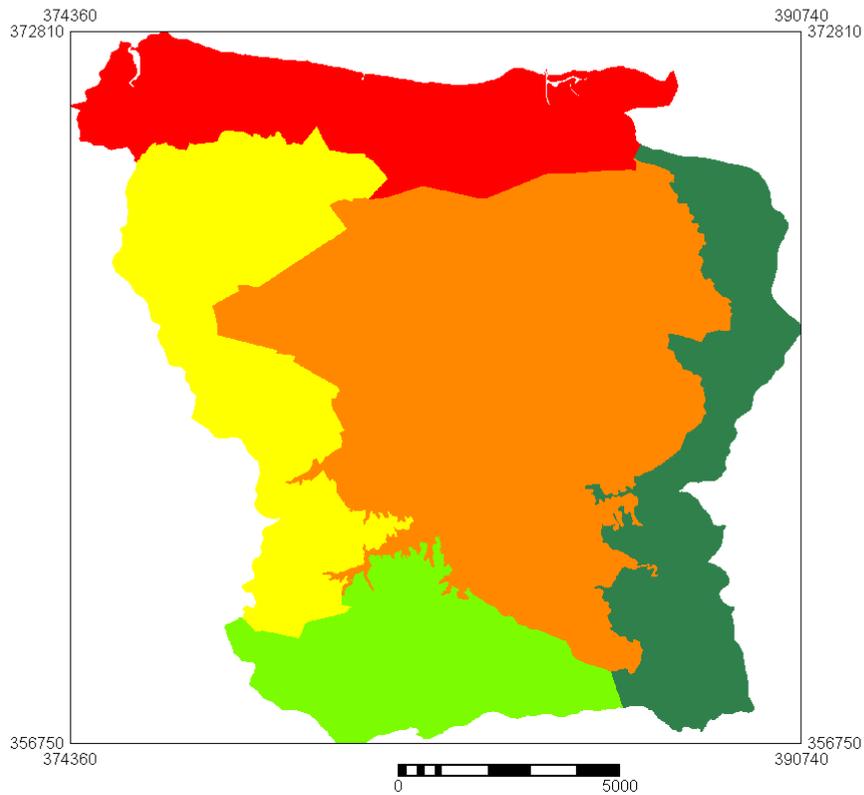


Figura 42. Mapa de los Problemas ambientales por Consejo Popular. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

Condiciones del medio ambiente por consejo popular
Sector Tarara-Rincón de Guanabo y su área de influencia



Leyenda

El color rojo indica el de condición más crítica
Disminuye del color rojo al verde

- Guanabo
- Campo Florido
- Minas Barreras
- Tapaste
- Tumba Cuatro

Autores: Ramiro E. Reyes González, Carmen Luisa González Garciandía, Alicet Molina Urrutia, Miguel Sánchez Celada, Ismarys Izaguirre Alfonso, María del Carmen Martínez Hernández

Figura 43. Mapa esquemático de las condiciones del medio ambiente por Consejo Popular. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

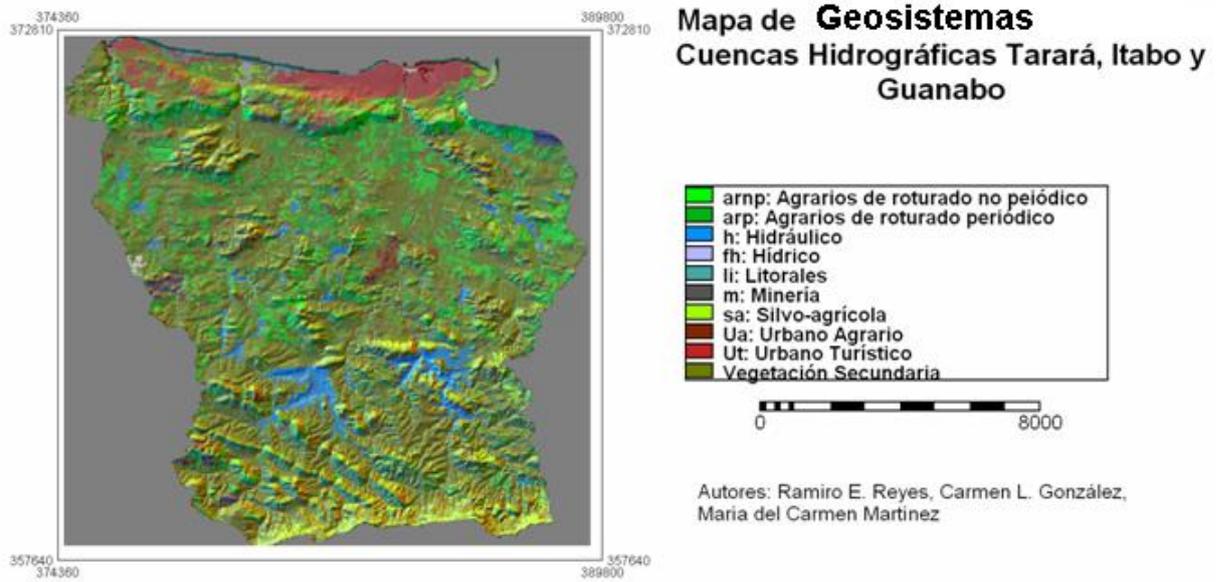


Figura 44. Mapa de Geosistemas. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

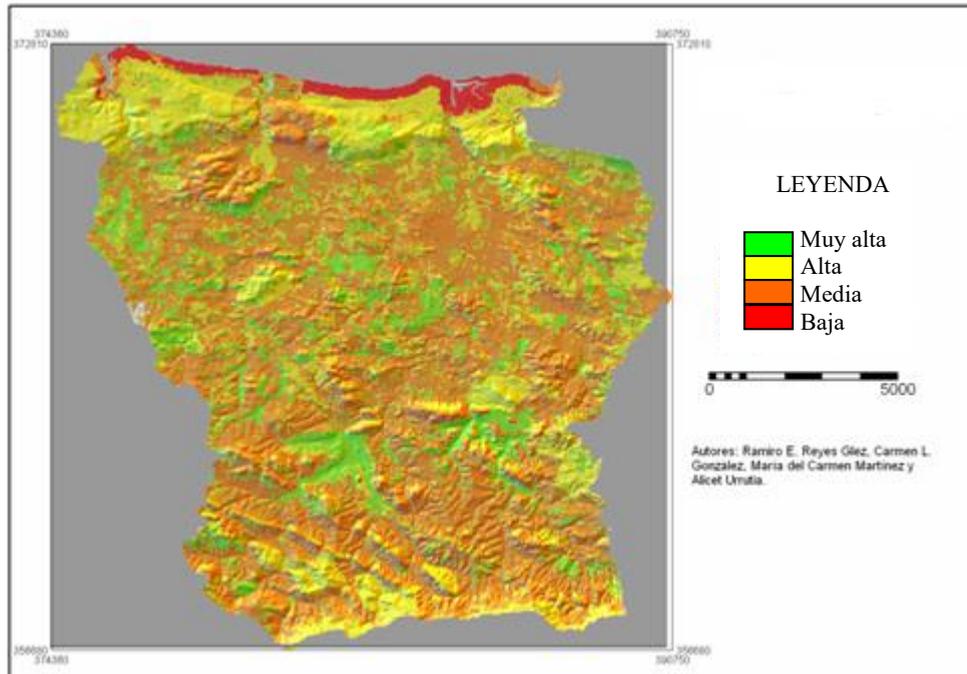


Figura 45. Mapa Compatibilidad de uso. Sector Tarará-Rincón de Guanabo y su área de influencia

ANEXO 3

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Barrio: a finales del siglo pasado, se considero barrio a la división político administrativa inferior a municipio y distrito con funciones administrativas y electorales. Esta división estuvo vigente oficialmente hasta el año 1959, siendo modificada a partir de ese año por los cambios político – administrativos en el territorio; no obstante, muchos de ellos se han perpetuado por tradición del pueblo y han llegado hasta nuestros días con su nombre y limites originales y otros, han sido olvidados, fusionados, reducidos o sustituidos por otros nombres (Comité Estatal de Estadística, 1986).

La denominación de barrio que en la presente publicación se expone es el resultado de esa evolución histórica cuyo protagonista principal ha sido el pueblo con su uso, costumbre y tradición.

Capacidad de carga: Biomasa máxima que puede mantener un ecosistema con la que se obtiene la mayor producción. Capacidad de un territorio para soportar un nivel o intensidad de uso

(<http://www.ambientum.com/Diccionario/c.asp>)

Capacidad de uso del suelo: Apreciación de la aptitud actual de un suelo y su potencial de ser modificado ante la presentación de limitantes

(<http://www.ambientum.com/Diccionario/c.asp>)

Circunscripción: Se consideró la delimitación territorial con una determinada proporción de personas residentes en ella, ambas fijadas por la ley, que constituye una unidad del Registro Electoral, a los fines de elegir los delegados a las Asambleas del Poder Popular.

Las Circunscripciones Electorales del municipio se determinan para cada elección por la Comisión Electoral Provincial, a propuesta de la municipal correspondiente, según la cantidad de habitantes del municipio (Oficina Nacional de Estadísticas, 2005).

Consejo Popular: Es el órgano del Poder Popular local, de carácter representativo, investido de la más alta autoridad para el desempeño de sus funciones; comprende una demarcación territorial dada; apoya a la Asamblea Municipal en el ejercicio de sus



atribuciones y facilita el mejor conocimiento y atención de las necesidades de los pobladores de su área de acción.

Se crea en ciudades, pueblos, barrios, poblados y zonas rurales y comprende cinco circunscripciones como mínimo, aunque puede tener un número menor atendiendo a causas que lo justifiquen (Oficina Nacional de Estadísticas, 2005).

Cuenca hidrográfica: Como el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar (Visión Mundial El Salvador, 2004).

Desarrollo sostenible: Proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Ministerio de Justicia, 1997).

Diagnóstico ambiental: Descripción de una situación ambiental, sobre la base de la utilización integrada de indicadores con origen en las ciencias naturales, exactas y sociales (<http://www.ambientum.com/Diccionario/d.asp>).

Ecosistema frágil: Aquel que por sus características propias responde con particular sensibilidad a impactos ambientales y la alteración de alguno o algunos de sus componentes puede romper fácilmente el equilibrio ecológico (Decreto-Ley No. 212, 2000).

Espacio: Se define como el conjunto indisociable, solidario y contradictorio de sistemas de objetos y sistema de acciones en la superficie terrestre. El sistema de objetos incluye los objetos naturales, los construidos y fabricados, los técnicos mecanizados y los cibernéticos. Las acciones son el conjunto de las relaciones sociales de producción, incluyéndose las acciones racionales instrumentales, las racionales valorativas, las tradicionales y las afectivas (Mateo, 2002).

Gestión Ambiental: Conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la



conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1997).

Geosistema: Considerados como unidades espacio temporales que constituyen tipos estables de medio ambiente y cuyos límites espaciales están determinados por el uso y función del territorio. En estas unidades tienen lugar las relaciones sociedad-naturaleza expresada mediante el proceso de impacto-cambio-consecuencia, producto de las actividades socioeconómicas que dan lugar, en ocasiones, a la perturbación de la estabilidad de los geosistemas por la aparición del estrés ecológico (Instituto de Geografía, 1989).

Medio ambiente: Sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1997).

Núcleo poblacional: denominase núcleo poblacional a los territorios que forman parte del lugar habitado urbano Ciudad de La Habana, que presentan características similares a pueblos, poblados o caseríos, conocidos por la población con un nombre que los identifica y separados del resto de otras zonas pobladas de la provincia.

El núcleo poblacional reúne los requisitos de la definición del "lugar habitado", pero por excepción, no posee esta clasificación por formar parte del territorio de la provincia Ciudad de La Habana, considerada en su conjunto un solo lugar habitado urbano (Comité Estatal de Estadística, 1986).

Peligro de desastre: Es un probable evento extraordinario o extremo, de origen natural o tecnológico, particularmente nocivo, que puede producirse en un momento y lugar determinado y que, con una magnitud, intensidad, frecuencia y duración dada, puede afectar desfavorablemente la vida humana, la economía o las actividades de la sociedad al extremo de provocar un desastre. En el campo tecnológico se refiere también a elementos con



fuerzas potencialmente peligrosas que al ser desencadenadas por alguna causa, pudieran provocar una situación de desastre (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, 2002).

Problema Ambiental: Situación o configuración de factores que amenaza el bienestar humano o la integridad del ecosistema, y que es percibida como tal por la sociedad o una parte de ella.

(<http://www.fortunecity.es/expertos/creativo/129/definiciones.html>)

Reparto: se considera "Reparto", para los efectos de esta investigación, a la parte del territorio de una metrópoli, ciudad o pueblo, con límites definidos y nombre, que lo identifique, que en su origen poseían características urbanísticas constructivas propias y regulaciones según las épocas, que fueron inscritos en el Registro de Repartos por sus propietarios (Repartistas) o que han surgido de una nueva creación producto del desarrollo urbano.

Estos repartos fueron microlocalizados originalmente en las zonas periféricas de las mencionadas categorías poblacionales y en la actualidad, producto del desarrollo del proceso de urbanización pueden aparecer geográficamente en las partes más céntricas y haber modificado sus límites y nombre, por el uso y costumbres del pueblo o por ajustes convencionales que se han realizado para su delimitación sobre la base de manzanas completas (Comité Estatal de Estadística, 1986).

Riesgo de desastre: Pérdidas esperadas, causadas por uno o varios peligros particulares que inciden simultánea o concatenadamente sobre uno o más elementos vulnerables en un tiempo, lugar y condiciones determinados.

Puede expresarse como una relación entre la frecuencia (probabilidad) de manifestación de un peligro particular de desastre y las consecuencias (pérdidas) que pueden esperarse.

Teóricamente el riesgo puede representarse mediante una sencilla ecuación matemática:

$$\text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} = \text{Riesgo de desastre}$$

Esto significa que si se acerca a "0" el peligro o la vulnerabilidad es muy poco probable que pueda producirse un desastre.

Según los elementos expuestos al riesgo, éste se expresa en el número de personas afectadas o daños y pérdidas económicas esperados y puede considerarse para un



momento dado o para un período de tiempo determinado (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, 2002).

Impacto: Efecto que una determinada actividad produce en los elementos del medio o en las unidades ambientales; efecto que puede ser beneficioso, es decir, positivo, o perjudicial, esto es, negativo. Pérdida o ganancia de valor del medio o de alguno de sus elementos, a causa de una influencia externa (Comisión Nacional Permanente Peruana, 1998).

Impacto ambiental: Toda repercusión en el medio ambiente producto de la acción del hombre o un elemento ajeno a dicho medio, que genera consecuencias significativas para el mismo, sean éstas negativas o positivas (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 1996).

Sistema de Información Geográfica: Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación, y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión “citado por National Center for Geographic Information and Análisis, 1990” (Bosque, 1992).

Suelo urbanizado: Es el que comprende los terrenos parcelados o no con calles, accesos viales, infraestructura hidrosanitaria completa o parcial y suministro de energía eléctrica, incluyendo las áreas urbanas con diferentes grados de conciliación desde las muy consolidadas, hasta las menos consolidadas como las zonas de la periferia urbana (Dirección Provincial de Planificación Física, 2001).

Suelo urbanizable a largo plazo: Se refiere a los suelos con aptitudes para ser urbanizados, independientemente de que en la actualidad no se recomiende la actuación sobre ellos por los altos costos que eso implicaría y por las posibilidades de utilizar las infraestructuras, el equipamiento y los servicios existentes, lo que permitirá aumentar el grado de consolidación de una parte importante del suelo urbanizado (Dirección Provincial de Planificación Física, 2001).



Suelo no urbanizable: Es en el que existe interés por preservarlo de la urbanización y otorgarle una especial protección en función de sus valores naturales, históricos y culturales. Incluye además los suelos donde no se aconseja urbanizar por sus características geomorfológicas o por estar sometidos a desastres, así como aquellos que deben ser excluidos del proceso de urbanización por razón de la estrategia territorial adoptada.

El hecho de que en este tipo de suelo este prohibida la urbanización no niega la tolerancia para la construcción de infraestructuras, instalaciones e incluso viviendas de forma aislada, necesarias para la explotación de esos territorios, siempre y cuando se autoricen y cumplan con las regulaciones establecidas.

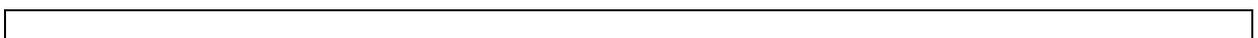
Reconsideran suelos no urbanizables:

- Los territorios destinados a la actividad agrícola.
- Los territorios destinados a la explotación agropecuaria.
- Las áreas naturales protegidas, constituyendo muestras representativas de las regiones biogeográficas y de las bellezas escénicas de la provincia.
- Las áreas del patrimonio forestal en su mayoría contenidas en las áreas protegidas, de parques o de uso agrícola.
- Los yacimientos minerales (áridos, materiales de construcción y arcillas fundamentalmente).
- Vertederos de todo tipo.
- Áreas especiales y otros aspectos como zonas con características geólogo-geomorfológicas desfavorables para la urbanización (Dirección Provincial de Planificación Física, 2001).

Territorio: Espacio considerado como una forma de gestión sometida al poder económico y político (Mateo, 2002).

Unidad de análisis ambiental: Ente homogéneo que presenta características ambientales similares (<http://www.ambientum.com/Diccionario/u.asp>).

Zona costera: La franja marítimo terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se



desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales (Consejo de Estado, 2000).

Zona de protección: Es el espacio terrestre y marítimo aledaño a la zona costera que amortigua los efectos negativos de las acciones antrópicas y cuyos límites se establecen atendiendo a la estructura y configuración de los distintos tipos de costas (Consejo de Estado, 2000).

Vulnerabilidad a los desastres: Es la predisposición a sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad. Se relaciona directamente con las cualidades y propiedades del o de los elementos en cuestión en relación con el peligro o los peligros que podrían incidir sobre ella. Incluye la vulnerabilidad física, estructural, no estructural, funcional y otras (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, 2002).

