

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE LA HABANA
FACULTAD DE GEOGRAFÍA

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LOS PAISAJES, EN LA PROVINCIA DE SANCTI SPÍRITUS

RESUMEN

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
GEOGRÁFICAS**

Autor: Lic. Alfredo Domínguez González
Facultad de Humanidades
Sede Universitaria Sancti Spiritus
Universidad Central de Las Villas

Tutor: Dr. José Manuel Mateo Rodríguez
Facultad de Geografía
Universidad de La Habana

Año

INTRODUCCION

Una de las provincias surgidas en Cuba con la división político-administrativa de 1976, es Sancti Spiritus, que con una superficie de 6731,9 km², ocupa el séptimo lugar entre las provincias cubanas. Situada en la región central del país, limita al Norte con el Océano Atlántico, al Sur con el mar Caribe, al Este con la provincia de Ciego de Avila y al Oeste con las de Villa Clara y Cienfuegos.

Al cierre del año 2000, su población total ascendía a 460 631 habitantes, con una densidad media de 68,4 hab./km² (OTE, 2001), aunque la mayor concentración se manifiesta en los municipios que ocupan las llanuras del centro, encabezados por Cabaiguán y Sancti Spiritus, con 112,8 y 110 hab./km², respectivamente.

Asiento de dos de las primeras villas fundadas por Diego Velázquez a principios del siglo XVI, su territorio constituye uno de los sectores de Cuba donde la modificación antrópica del medio natural comenzó más tempranamente, acentuándose en etapas posteriores por la expansión de la propiedad agraria, bajo un patrón de uso de la tierra que privilegiaba la eficiencia económica, a costa de la ecológica. Es en la etapa revolucionaria, que se establece una política de planificación de las actividades socioeconómicas, tendente a asegurar un uso racional de los recursos naturales (Iñiguez, 1988; 1989). Dicha política se enmarca actualmente en la concepción del “desarrollo sostenible”.

Este concepto, resultante del replanteo que ha experimentado la interpretación de las relaciones entre crecimiento económico y medio ambiente, en las últimas décadas (PNUD, 1992; Dalal-Clayton, *et.al.*, 1994; Odegard, 1994; Mateo, 1997,a,b), fue discutido en las reuniones preparatorias de la conferencia sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo, en 1972 y publicado por vez primera, en la World Conservation Strategy, en 1980, por la U.I.C.N. (Lane,1999) y posteriormente, en el informe “Nuestro Futuro Común”, de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en 1987 .

Independientemente de sus diversas interpretaciones (Pichs, 1997), la tesis de desarrollo sostenible ha alcanzado una gran difusión y aceptación en los últimos años, como expresión concentrada de un modelo de desarrollo armónico, equitativo y ambientalmente seguro. Al respecto, ya en 1994 surge el primer estudio de su factibilidad (Apel, 1996), al que le han sucedido diversos Planes de Desarrollo Sostenible (Ojeda y González, 1997).

La búsqueda del desarrollo sostenible, obedece a que las facultades de asimilación de los geosistemas naturales, ceden cada vez más, por la creciente exigencia de bienes y servicios naturales, la cual sobrepasa, en los modelos actuales, los límites de la satisfacción de las necesidades razonables (Rivas, 1999). Al respecto, Goodland y Daly (1995), admiten que el capital natural no es ya un bien ilimitado, sino al contrario, cada vez más es un factor limitante del desarrollo. Para la humanidad en general y para nuestra área geográfica en particular, encontrar tal modelo de desarrollo reviste un

carácter de supervivencia, ya que, como reconoce Gallopin (1995), la concepción predominante históricamente en la región, ha erosionado con rapidez sus propias bases ecológicas de sustentación y por tanto, no es viable a largo plazo. Por lo tanto, concebir el desarrollo sostenible implica aceptar al medio ambiente, como factor activo y estratégico del proceso de desarrollo, ya que él proporciona las condiciones básicas de subsistencia que requiere la humanidad, para existir y perfeccionarse (Mateo,1997c). Es por esto que para articular la explotación de los recursos de los territorios, con las potencialidades y propiedades de los sistemas naturales, se hace necesario incorporar la Planificación Ambiental al proceso de toma de decisiones (Salinas,1991,1997; Kostrowicki,1990).

En este sentido, resulta oportuno destacar que en la Estrategia para el Futuro de la Vida "Cuidar la Tierra", se habla de sustentabilidad como: "mejorar la calidad de la vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan"(1).

¿Cómo puede la Ciencia del Paisaje, contribuir a la incorporación de la sustentabilidad al proceso de desarrollo?

La Ciencia del Paisaje se ocupa de uno de los problemas cruciales de la teoría y práctica del desarrollo sustentable: el estudio de la constitución y estructura del sistema biofísico, que es el soporte material del proceso de desarrollo y al propio tiempo, el portador de la sustentabilidad, inherente a los sistemas naturales. Pero además, ella puede explicar cómo se origina y por qué se deteriora ese capital natural.

Los atributos sistémicos del paisaje, sintetizan los mecanismos y vías mediante las cuales, surge y se sustenta la eficiencia ecológica del sistema. Los paisajes son, como argumenta J. Mateo (2000), la base geocológica espacio - temporal de los sistemas políticos, económicos y sociales, en los que se pretende incorporar la sustentabilidad ambiental.

Forman (1989), agrega que para alcanzar la sustentabilidad, debemos lograr una estabilidad en lo que llama "variables básicas que caracterizan la integridad ecológica" (como suelo y biodiversidad) y de esa manera, los paisajes serán sostenibles a largo plazo. En resumen, es preciso considerar a la sustentabilidad geocológica inherente a los paisajes, como concepto clave en la construcción teórica del proceso de desarrollo sostenible.

Tal conclusión tiene una significación particular en el caso de Cuba, país tropical sometido a un sistema colonial y neocolonial durante más de cuatro siglos, donde la utilización de los recursos y servicios ambientales, se produjo de una manera espontánea y anárquica, lo que explica el surgimiento de un conjunto de procesos de degradación ambiental, que se reflejaron tanto en la pérdida de las funciones geocológicas de los sistemas ambientales naturales (Mateo, 1998), como en el deterioro de las condiciones higiénico-sanitarias para la vida de la población.

Entre esos procesos sobresalen: erosión y salinidad de los suelos; contaminación de ríos, embalses y acuíferos por el vertimiento de residuales sin tratamiento; salinización de acuíferos subterráneos; surgimiento de áreas de relieve devastado por la extracción de materiales para la construcción; destrucción de ecosistemas riparios, costeros y montañosos, con afectaciones a la diversidad biológica; entre otros. Todo esto, agravado por la insuficiencia de leyes y acciones administrativas que garantizaran la producción y reproducción de los recursos naturales.

Consciente de su connotación ambiental, el país se ha planteado entonces el reto de reestructurar la concepción del desarrollo, por la necesidad de incorporar la sostenibilidad a todas las esferas socioeconómicas. En particular, encontrar una alternativa a la agricultura tradicional de los últimos 30 años (Cabrera,1997), donde el uso racional de la tierra, resultante de una correcta planificación y gestión ambiental en el medio rural, debe ser el primer objetivo del desarrollo sostenible en Cuba (Mateo, 1998, *op.cit.*), puesto que todavía falta concertación económica y de gestión ambiental a nivel local, tanto en la ciudad como en el medio rural (Valdés, *et.al.*, 1995).

¿Cómo lograr un ordenamiento ambiental de los ecosistemas y geosistemas que sostienen la agricultura, que contribuya a modificar su estado actual y optimizar su uso?. Evidentemente, semejante proyección se fundamenta en la investigación científica, como se reconoce en la literatura internacional y esto refleja la ACTUALIDAD CIENTÍFICA de la investigación orientada en esta dirección.

Insuficiencias en el proceso de planificación, en parte derivadas del conocimiento incompleto de esos sistemas ambientales y la evaluación de su estado, determinan la NECESIDAD CIENTÍFICA de la investigación, como vía para contribuir al perfeccionamiento de los instrumentos de gestión, dirigidos a la protección ambiental. Ello queda definido en el Capítulo II, artículos 21 y 22 y en el Capítulo VII, Artículo 57.d, de la Ley del Medio Ambiente (ANPP, 1997), así como en la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 1997) y en la Estrategia Ambiental de la provincia de Sancti Spiritus (U.M.A., 1998).

Reconociendo que la Planificación Ambiental es: "El instrumento dirigido a planear y programar el uso del territorio, las actividades productivas, la organización de los asentamientos humanos y el desarrollo de la sociedad, en congruencia con el potencial natural de la tierra, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y humanos y la protección y calidad del medio ambiente" [2], la Geoecología del Paisaje puede convertirse, como señalara Acevedo (1996), en un elemento indispensable para la elaboración de los programas de desarrollo socioeconómico y para la optimización de los planes de uso, gestión y manejo, de dichas unidades geoespaciales.

De acuerdo con la definición de P. Shishenko (1988,b), la Geoecología del Paisaje constituye un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, que brindan un conocimiento integral del medio natural en que se desarrollan las actividades humanas y permiten evaluar los efectos de esas actividades, sobre los sistemas geográficos receptores.

En la investigación geoecológica, el análisis paisajístico es el instrumento metodológico principal, ya que brinda el conocimiento sobre las regularidades de la génesis, desarrollo y diferenciación espacio-temporal de los mismos, en su contexto histórico-natural. Para ello, utiliza los enfoques estructural, funcional e histórico-genético, en el estudio de los paisajes, concibiendo a éstos como sistemas manejables y dirigibles.

Partir del paisaje, permite asumir la visión holística, dialéctica y sistémica que, como sostiene Mateo (1997c, *op.cit.*), es imprescindible como instrumento de política y gestión ambiental.

El contenido del término paisaje, ha sido objeto de diversas interpretaciones. Comúnmente, los seres humanos lo han visto como un espacio natural que la sociedad transforma (con una actitud tradicional de desconocimiento e ignorancia

de las propiedades de esos sistemas naturales), para producir, habitar, vivir y desplegar su espiritualidad. En la primera mitad del siglo XX, emergió la concepción del paisaje como una formación puramente natural. Sin embargo, actualmente se reconoce al paisaje contemporáneo como una formación antroponatural, como un sistema geoespacial constituido por elementos naturales y antropotecnógenos, con atributos sistémicos tales como: carácter estructural, funcionamiento, estabilidad, dinámica y otros que son ampliamente aceptados.

Esta es la acepción que el autor asume en la investigación.

De este modo, se asumen como OBJETO DE INVESTIGACIÓN, los geosistemas o paisajes naturales y antroponaturales que se han formado en el territorio - y que constituyen el tipo de sistema ambiental que sostiene la actividad agropecuaria -, para viabilizar que los nuevos proyectos de desarrollo transiten hacia la sostenibilidad, contribuyendo al propio tiempo, al reordenamiento de los ya establecidos.

El PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN que se aborda, viene dado por el hecho de que en los estudios de que ha sido objeto el territorio de la provincia, ha predominado un enfoque parcial, por componentes. Por tanto, la investigación se enmarca en la necesidad de perfeccionar el conocimiento de dichos geosistemas, como objetos en los que se fundamenta la planificación ambiental en el marco rural. En este sentido, se encamina a la búsqueda de soluciones para la planificación y gestión ambiental en el medio rural en la provincia, a partir de la utilización de los fundamentos de la doctrina geoecológica de los paisajes.

Desde esta posición, se concibe como una contribución al Ordenamiento Geoecológico, considerado por diversos autores (Méndez, 1992; Gómez Orea, 1994; Salinas, 1997, *op. cit.*), como el nivel más amplio y abarcador de la planificación ambiental, que se dirige a determinar un modelo constituido por tipos funcionales, con su régimen de utilización y el sistema de medidas para cada parte del territorio, así como sus entidades de operación y los instrumentos administrativos, legales y sociales, que aseguren su aplicación. El Ordenamiento Geoecológico tiene como principios básicos: maximizar el uso de los potenciales y recursos del territorio (oferta); minimizar la degradación e impactos de las actividades socioeconómicas a desarrollar (demanda) y mantener el equilibrio geoecológico, es decir, la configuración espacial (estructura), funcionamiento, dinámica y evolución de los geosistemas.

El proceso investigativo se orienta en función de comprobar la siguiente HIPÓTESIS: La utilización de los fundamentos teórico-metodológicos del análisis geoecológico en el estudio de los paisajes a escala regional, contribuirá al conocimiento de sus atributos sistémicos y al establecimiento de un diagnóstico geoecológico integrado, orientado al ordenamiento de esas unidades geoespaciales, en el medio rural.

Con el propósito de contribuir a la solución del problema científico, se determina el siguiente OBJETIVO GENERAL de la investigación: Aplicar el análisis geoecológico al estudio de los paisajes, para establecer un diagnóstico que contribuya al ordenamiento geoecológico del medio rural, en la provincia de Sancti Spíritus.

Derivados del objetivo general, se proyectan los OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

-Distinguir, cartografiar y caracterizar las unidades paisajísticas que conforman la geodiversidad del territorio, a partir del establecimiento de sus factores de formación.

- Analizar los principales atributos geoecológicos que poseen los paisajes.
- Evaluar la capacidad de uso potencial de los paisajes, para asumir las funciones agropecuarias y su correspondencia con la utilización actual.
- Inventariar los procesos de degradación que sufren los paisajes.
- Diagnosticar el estado geoecológico de los paisajes, para contribuir a dar respuestas a las demandas actuales de la Planificación y Gestión Ambiental.

Para la organización del trabajo científico en torno a la tesis, se desarrollan las siguientes TAREAS INVESTIGATIVAS:

- Estudio de las características y comportamiento de los factores formadores de los paisajes (incluida la actividad humana), a escalas local y regional.
- Inventario y caracterización de los paisajes, mediante la confección de los mapas tipológico y de unidades locales de los paisajes.
- Aplicación de diversos métodos para el estudio y evaluación de los atributos geoecológicos de los paisajes, incluida la determinación de su capacidad de uso potencial, para asumir las funciones asignadas.
- Evaluación del grado de compatibilidad entre el uso actual y la capacidad de uso potencial de los paisajes.
- Inventario y cartografía de los procesos geoecológicos de degradación de los paisajes (tanto de génesis natural, como antrópica), los principales factores que la determinan y su estado.
- Evaluación del estado geoecológico de los paisajes.

Entre los diversos MÉTODOS utilizados se encuentran: revisión documental, métodos expedicionarios de campo, desciframiento aerofotográfico, cartografía de campo de los paisajes, sus componentes y los procesos geoecológicos de degradación que manifiestan, métodos del análisis paisajístico, síntesis geográfica, método histórico-lógico y métodos estadístico-matemáticos.

La utilización de 244 documentos de reconocido valor referencial reportados en la bibliografía, constituyen la base en que se sustentan las premisas TEÓRICO - METODOLÓGICAS establecidas para la fundamentación científica del objeto de investigación. Estos documentos corresponden a fuentes en idiomas español, inglés, ruso, francés y portugués.

Durante el procesamiento de los títulos, se efectuó su lectura crítica reflexiva, lo que permitió caracterizar a los paisajes como objetos de las investigaciones geoecológicas, orientar las etapas de su estudio, enmarcar su análisis y evaluación y conocer estudios de caso. Los autores se agruparon según áreas geográficas y escuelas, estableciéndose los rasgos generales del proceso de evolución de la Ciencia del Paisaje en general y la Geoecología en particular.

Entre los principales especialistas internacionales consultados, se encuentran: D. L. Arman; G. Bertrand; M. de Bolos; Ch. Beringuier; V. N. Solntsev; G. N. Golubev; I. I. Mamai; A. Etter; R. T. T. Forman; M. Godron; F. González Bernaldez; A. G. Isachenko; Z. Naveh; A. S. Lieberman; V. S. Preobrazhenskii; T. Aleksandrova; G. Rougerie; N. Beroutchachvili; A. M. Riabchikov; P. G. Shishenko; V. B. Sochava; J. Tricart; J. Killian; A. Viktorov; A. Richling e I. S. Zonneveld.

El estudio de las fuentes, permitió comprobar que la experiencia mundial en el estudio de los paisajes geográficos, acumula más de cinco décadas de desarrollo teórico - metodológico ininterrumpido, tanto en el antiguo campo

socialista, como en otros países de Europa y América.

En la documentación bibliográfica referenciada, están contenidas las bases conceptuales y metodológicas que han sido utilizadas como teorías precedentes de la investigación. Pudo comprobarse la gran atención que se le presta a la problemática, por su connotación práctica para enfrentar los problemas ambientales derivados del desarrollo socioeconómico.

En el caso de Cuba, la experiencia acumulada en los estudios geoecológicos a escala regional, es limitada, aunque existen precedentes en el territorio de la provincia de Matanzas y en el subarchipiélago Sabana - Camagüey, así como algunas investigaciones a escala local. Al respecto, son incorporadas las experiencias de especialistas tales como: E. Salinas, J. Mateo, P. Acevedo, J. Quintela, L. González, A. Cabrera y otros.

En el país, actualmente se ejecutan investigaciones derivadas de los programas científico-técnicos aprobados por el CITMA, en las que se incorpora el análisis geoecológico como fundamento teórico-metodológico del estudio de los paisajes. Sin embargo, no se reportan investigaciones que abarquen el territorio de una provincia político-administrativa en su conjunto.

Al respecto, la ORIGINALIDAD CIENTÍFICA de la tesis está dada en que se aborda por primera vez - en un territorio geográficamente complejo como el de esta provincia central de Cuba -, un estudio de los paisajes contemporáneos, sus factores de formación y el diagnóstico integrado de su problemática geoecológica actual, ofreciéndose a partir de ello, un conjunto de recomendaciones dirigidas al perfeccionamiento de la utilización de esas unidades geoespaciales, que deben potenciarse en las actividades de mayor significación en el medio rural. El mismo se realiza, aplicando los diferentes enfoques del análisis geoecológico, a una problemática de máxima importancia e interés para el país, por lo que sus resultados pueden trascender a otros territorios con similar problemática de desarrollo, especialmente en su aspecto metodológico.

Al mismo tiempo, la investigación representa - por su marco contextual y los elementos metodológicos que incorpora, modifica y/o aporta -, la experiencia más completa en la aplicación de los postulados del análisis paisajístico, de las desarrolladas hasta el momento en Cuba, por lo que constituye una importante contribución al desarrollo de la Geoecología del Paisaje en el país. Esto define sintéticamente su NOVEDAD CIENTÍFICA.

El MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN, es la provincia político - administrativa de Sancti Spiritus, con una complejidad físico - geográfica y del proceso de modificación de su naturaleza, que es representativa tanto para Cuba, como para las islas tropicales de colonización hispánica (Santana, 1994).

Entre los aportes de la tesis, pueden mencionarse: la caracterización geoecológica integrada de los paisajes del territorio, que se logra a partir del análisis de sus factores de formación y diferenciación; la confección de los mapas de paisajes (tipológico y de paisajes del nivel local), que esclarecen la geodiversidad del territorio; el inventario, cartografía y caracterización de los procesos geoecológicos de degradación de los paisajes, incluyendo sus factores generadores y la evaluación del estado de esta problemática; el estudio y evaluación de la estructura (vertical, horizontal y funcional), de los paisajes y la confección del modelo funcional paragenético de los mismos; la evaluación de la estabilidad de los

paisajes y su vulnerabilidad o sensibilidad, ante el impacto de las actividades humanas; la determinación de la capacidad de uso potencial de los paisajes para las actividades agropecuarias, a partir de la integración de las evaluaciones realizadas por el autor para los suelos, el relieve y las condiciones climáticas; el análisis del grado de correspondencia existente entre el potencial y la utilización actual de los paisajes y el establecimiento del diagnóstico geoecológico integrado de los mismos.

Todos ellos se expresan cartográficamente a escala 1: 250 000, en distintos mapas temáticos.

Los resultados de esta investigación, se han utilizado en cursos de postgrado, diplomados y maestrías, además de haberse presentado y discutido por el autor, con resultados satisfactorios, en numerosos eventos científicos, entre los que sobresalen: Jornadas Científicas Nacionales por el Día Mundial del Medio Ambiente (Ciudad de La Habana, 1984, Cienfuegos, 1986 y Pinar del Río, 1990), Eventos Nacionales sobre Geoecología de los Paisajes (Matanzas, 1990) y Ordenamiento Geoecológico (La Habana, 1993), I Simposio Internacional de Ciencias Geográficas (La Habana, 1991), I Taller Nacional sobre Optimización del Medio Ambiente (Pinar del Río, 1991), Evento científico nacional Ecoturismo'92 (Sancti Spiritus, 1992), Forum Nacional de Ciencia y Técnica (La Habana, 1993 y 1999), Pedagogía '95 y Pedagogía '99, evento provincial (1994 y 1998), Evento de Arquitectura, Turismo y Medio Ambiente (Sancti Spiritus, 1995), Taller Internacional "Migración y Nacionalidad" (Sancti Spiritus, 1995), Conferencia Regional para América Latina y el Caribe, de la Unión Geográfica Internacional (La Habana, 1995), II Taller Internacional sobre Asentamientos Ibéricos en América (Sancti Spiritus, 1996), Jornadas Científicas del Museo de Historia Natural "Carlos de la Torre y Huerta" (1997, 1999, 2000 y 2001), II y III Talleres Nacionales de enseñanza de la Geografía (Sancti Spiritus, 1999 y Camagüey, 2000), I Seminario Latinoamericano de Geografía Física (La Habana, 2000), I Taller Internacional "Entorno Agrario'2001 (Sancti Spiritus, 2001), II y III Congresos de la Sociedad Cubana de Geografía (La Habana, 1996 y 2001), Convención Internacional de Medio Ambiente (La Habana, 2001) y los Eventos Científicos de los I.S.P. de Sancti Spiritus (1985, 1987, 1991, 1993, 1997, 1999 y 2001) y Granma (1986).

Por otra parte, esos resultados están siendo utilizados por diversas instituciones de la provincia, entre las que se encuentran la Dirección Provincial de Planificación Física; la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes del MINAGRI; GEOCUBA; la Delegación Territorial del CITMA; el MINED y el Ministerio de Turismo.

El CONTENIDO DE LA TESIS se estructura en tres capítulos, en los cuales se abordan las premisas científicas en que se sustenta la investigación; el estudio y caracterización de la diversidad paisajística de la provincia, como objeto de la investigación geoecológica, y el análisis paisajístico, como procedimiento metodológico para el diagnóstico de la problemática ambiental en el medio rural, y para el establecimiento de recomendaciones que contribuyan al ordenamiento geoecológico en el territorio (Fig. 1). Completan el contenido de la tesis, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En estos últimos, se incluyen cuatro textos, contentivos de explicaciones de resultados parciales, leyendas de mapas y precisiones metodológicas elaboradas para el análisis paisajístico. El contenido gráfico y cartográfico, está integrado por 6 gráficos, 14 figuras, 23 tablas y 8 mapas, que soportan los resultados científicos de la investigación.

Estos elementos del contenido temático de la tesis, sintetizan los resultados del estudio geoecológico de los paisajes de la provincia, como objetos modificados por la investigación. Los resultados, patentizan la complejidad de la estructura vertical, horizontal y funcional imperantes, así como de la estabilidad. Además, evidencian la susceptibilidad de los paisajes a la degradación, en condiciones de una baja compatibilidad entre uso y potencial, al imperar un patrón de uso que no corresponde en muchos casos, a las posibilidades del potencial. Asimismo, indican la dirección en que se podrá avanzar en el perfeccionamiento de la planificación y la gestión ambiental, con un fuerte fundamento ecológico, superando los modelos tradicionales de explotación de los paisajes y buscando una utilización sostenible de los recursos y servicios que brindan los mismos.

CONTENIDO DE LA TESIS

CAPÍTULO I - FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO - METODOLÓGICA

En este capítulo se plantean las posiciones teóricas y los procedimientos metodológicos que asume el autor de la tesis, en calidad de premisas científicas para abordar el estudio de los geosistemas o paisajes naturales y antropo- naturales, como objeto de investigación.

1.1- Antecedentes de la investigación.

A lo largo del siglo XX, mientras la Geografía experimentaba un vertiginoso desarrollo en el ámbito mundial, en Cuba se encontraba subdesarrollada, a pesar de tener una larga tradición, que se remonta a los primeros años del siglo XIX, con los trabajos de Alejandro de Humboldt, continuados desde entonces, por científicos cubanos como Esteban Pichardo, Salvador Massip, Sarah Isalgué, Pedro Cañas Abril, Antonio Núñez Jiménez, entre otros. Por otra parte, la mayoría de las investigaciones geográficas y las publicaciones resultantes, respondían a los intereses privados hacia los recursos naturales, por lo que eran aislados y parciales.

Pero a partir de 1959 - con la colaboración de prestigiosos especialistas de otros países, en especial de la ex Unión Soviética -, la investigación geográfica en el país experimentó un vertiginoso progreso, que se exhibe y sintetiza hoy en numerosas obras científicas, realizadas por geógrafos formados en su mayoría en la etapa revolucionaria. Para la Geografía cubana, esta etapa ha significado un reto muy importante: buscar las vías científicas necesarias para dar respuesta a los complicados problemas de la acción transformadora del hombre sobre el medio natural, tanto aquellos que se heredaron de más de cuatro siglos de explotación desmedida de los recursos naturales, como los surgidos durante la ejecución de los programas de desarrollo socioeconómico socialista.

Consciente de ello, el país ha trazado su política científica, de la que son exponentes la Resolución "Sobre la Ciencia y la Técnica", aprobada en el I Congreso del PCC y ratificada en los sucesivos, así como la aprobación por la ANPP en 1980, de la Ley de Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales, la que tuvo vigencia durante la década siguiente y sirvió de antecedente a otras legislaciones surgidas en los años 90, como el Decreto 118 de 1990, la creación del CITMA en 1995, la Ley del Medio Ambiente de 1997, el establecimiento de la citada Estrategia Ambiental Nacional y su adecuación para cada provincia del país, entre otras.

En este contexto, se han profundizado los estudios del medio natural como sistema integral; algo que se había planteado por vez primera en la Geografía cubana, en 1927, cuando S. Massip publicó un modelo de regionalización del territorio, el cual fue ampliado y completado por el propio Massip y S. Isalgué, en 1942, sirviendo de base, por más de medio siglo, a posteriores regionalizaciones, tales como las de A. Núñez Jiménez (1970 y 1972); P. Cañas, *et.al.* (1974); M. Acevedo (1970, 1976 y 1987); J. Mateo y L. Iñiguez, (1977); J. Mateo y M. Acevedo (1989); entre otras.

De manera que a partir de aquel trabajo inicial, no cesaron los intentos por identificar y clasificar las unidades naturales físico-geográficas que se han formado en Cuba durante su evolución paleogeográfica, y la influencia humana sobre

ellas. Estos estudios se propagaron mucho a partir de la década de 1980, cuando la teoría de los paisajes (González, 1981; Mateo, 1984; Salinas, 1991, *op.cit.*), comenzó a utilizarse como fundamento de la actividad de planificación (Avela y Trilla, 1987), algo que no era común en años anteriores, cuando para determinar áreas idóneas para cualquier actividad, la planificación se basaba en el estudio independiente de los distintos componentes y su ulterior superposición.

Al proveer a los interesados de una explicación sintética de las características físico - geográficas de los diversos territorios, los estudios de paisajes se constituyeron en el punto de partida para la planificación de diversas actividades socioeconómicas en el país (crecimiento urbano, desarrollo turístico, protección de la naturaleza, entre otras).

Sin embargo, la introducción y asimilación de la doctrina geoecológica de los paisajes en los años 90, le ha dado una nueva connotación a las investigaciones paisajísticas, al ofrecer un arsenal teórico-metodológico suficientemente coherente y amplio, para estudiar la sustentabilidad ambiental de los sistemas geospaciales que sostienen la producción agropecuaria, diagnosticar su estado y proponer alternativas de manejo que contribuyan a su optimización.

Los resultados del estudio de los paisajes naturales y antropo - naturales que forman la geodiversidad del archipiélago, se han publicado en numerosas obras, la más relevante de las cuales es el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, donde aparecen, entre otros, los mapas correspondientes a los tipos de paisajes y a los individuos físico - geográficos del territorio cubano.

Sin embargo, la escala de representación ha limitado su utilización en la planificación regional y, en el caso de la provincia espirituana, sólo ofrecen las regularidades generales de su geodiversidad. Por otra parte, en ella se ha ejecutado, durante todos estos años, un numeroso grupo de estudios científicos que involucran a uno o varios de los componentes y elementos del medio ambiente, pero con la excepción de algunos casos a escala local, dedicados a áreas aisladas (Dominguez, *et. al.*, 1986; Dominguez, 1991,a; 1996,a,b; 2001,b; Cuellar y Reyes, 1996; entre otros), en ellos no se ha utilizado la teoría de los paisajes, como fundamento de la planificación ambiental.

Por tanto, los estudios sobre el paisaje se encuentran en una etapa primaria de desarrollo y por su importancia para la comprensión integral de la complicada estructura natural de esta parte de Cuba y su trascendencia como base fundamental en la realización de los planes de desarrollo socioeconómico, resulta indispensable profundizar en su conocimiento, para poder enfrentar, con fundamentos científicos, las tareas de una planificación ambiental que garantice la preservación de los paisajes que integran el patrimonio natural espirituano (Acosta y Contreras, 2000).

Ello puede considerarse como el primer factor que determina la necesidad científica, en relación con este problema, para lo cual el autor inició estudios físico - geográficos en el territorio, desde principios de la década de 1980.

Un segundo factor, es el hecho de que actualmente se conoce sólo de manera parcial, la magnitud y profundidad de la influencia humana sobre los paisajes de esta parte del país (especialmente por las manifestaciones de degradación que exhiben algunos componentes de la estructura vertical de los mismos, tales como los suelos y la vegetación). Sin embargo, desde inicios del siglo XVI, el territorio constituye un escenario importante del impacto antrópico en Cuba, con un patrón de uso de la tierra basado en la obtención de eficiencia económica, a cualquier costo.

En efecto, desde la fundación de las villas de Trinidad y Sancti Spíritus, comenzó el otorgamiento de mercedes de tierras por parte de los cabildos, para el fomento de la ganadería principalmente, con manifestaciones locales de agricultura y explotación forestal, que con el tiempo se fueron extendiendo a nuevas áreas. La instauración de la República significó, para la actual provincia, una brusca acentuación del proceso de modificación de sus geosistemas, especialmente por:

- el surgimiento de latifundios azucareros y ganaderos, a partir de pequeñas fincas (muchas veces aisladas) y de nuevas áreas no transformadas.
- la construcción de numerosas vías de comunicación, asentamientos, centrales azucareros y otras obras de infraestructura.
- la extensión areal de la agricultura no cañera, con técnicas más modernas.
- la ampliación de la asimilación de las montañas.

Independientemente de que el triunfo revolucionario de 1959, marcó un cambio radical en las concepciones acerca de la relación Hombre - Naturaleza, las actividades humanas sobre los sistemas naturales (particularmente en el sector agropecuario), debieron intensificarse bruscamente, para superar las condiciones de subdesarrollo en que se encontraba todo el país y en particular, el actual territorio provincial.

Esto ocurrió bajo el paradigma de una agricultura intensiva - industrial, tipo "Revolución Verde", que desde inicios de los años 90, con el Período Especial, se ha ido transformando en una agricultura de bajos insumos, más autodependiente y orientada al aprovechamiento de los recursos locales.

Sin embargo, las décadas anteriores habían marcado grandes cambios en todos los aspectos de la vida social y económica de los espirituanos, operados en las direcciones siguientes: reorganización agropecuaria, con el surgimiento de grandes planes agrícolas y ganaderos; desarrollo hidroeconómico, con un gigantesco crecimiento en la construcción de embalses y sistemas de riego y drenaje, y el consiguiente crecimiento urbano - industrial y de las vías de comunicación. Resulta evidente que la velocidad imprimida a estas transformaciones, unido al insuficiente conocimiento de las propiedades de los sistemas ambientales que sostienen la producción agropecuaria, no permitieron siempre establecer regímenes de manejo, que garantizaran detener la prolongada degradación en muchos de los geosistemas y acometer su necesaria rehabilitación.

1.2- Bases conceptuales que sustentan la investigación.

1.2.1- El paisaje como tipo de geosistema.

La noción básica de la Ciencia del Paisaje, es el reconocimiento de la Esfera Geográfica o Geosfera (Envoltura Geográfica, según Riábchikov, 1976), y su geodiversidad paisajística, entendida como la variedad de paisajes de un territorio dado.

La geodiversidad constituye el fundamento material sobre el cual se sostienen y desarrollan otras categorías de la diversidad del planeta, tales como la biodiversidad y la diversidad socio - cultural. Pero además, la geodiversidad en sí

misma, constituye un recurso (por los valores científico - cognoscitivos, estético - escénicos, histórico - culturales o de otro tipo, que pueden contener los paisajes), por lo que puede ser gestionada, de acuerdo a ese criterio (Moreira y Rodríguez, 2001; Halffter, *et.al.*, 2001)).

Como se explicó anteriormente, a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo de la Ciencia del Paisaje como disciplina integradora (Rougerie y Beroutchatchvili, 1991), el término "paisaje" ha sido objeto de diversas interpretaciones, desde una concepción inicial en la que se le consideraba como una formación puramente natural, condicionada por factores sólo naturales en interrelación dialéctica (concepción propia de las ciencias ecológicas, que habían alcanzado un alto nivel de desarrollo, desde la introducción por Tansley, en 1936, del concepto de "ecosistema"), hasta la concepción del paisaje contemporáneo, como una formación antropo - natural, como un sistema geoespacial constituido por elementos naturales y antropotecnógenos.

Al respecto, resulta ilustrativa la definición de este término, que aparece en el Artículo 1 de la Convención Europea del Paisaje (C. E., 2000), donde se le considera como un área de la superficie terrestre, cuyo carácter es el resultado de la acción e interacción de factores naturales y/o humanos.

La interpretación del paisaje como una formación antropo - natural, aparece en la ciencia desde la década de los años 60 del siglo XX, en publicaciones dedicadas a analizar los componentes del geosistema (Bertrand, 1968; Beroutchachvili y Bertrand, 1978).

Por otra parte, su materialidad y carácter sistémico (que le confieren atributos como estructura, funcionamiento, dinámica y otros), son ampliamente aceptados.

De esta manera, los paisajes actuales o contemporáneos abarcan desde aquellos que se encuentran en estado natural o muy próximo a él, hasta los paisajes completamente antropogénicos, pasando por los antropo-naturales, en un amplio espectro de categorías, en dependencia de su cercanía a uno u otro extremo. No obstante, nadie pone en duda que en cualquiera de ellas, está presente un "fondo natural"- dado por la interacción e interdependencia de los componentes naturales -, que imprime sus huellas a la transformación que hace el hombre.

El activo papel de los componentes antropogénicos en la formación de los paisajes contemporáneos, está determinado por su capacidad para modificar las propiedades de los paisajes naturales originales, reforzando cada vez más con sus actividades, la heterogeneidad propia de los mismos, o simplificándola mediante la homogenización artificial de esa geodiversidad.

Precisamente, la consideración del factor cultural humano en la formación de los paisajes actuales, trajo a la luz la noción de paisaje cultural (López, 2001; Tarín y Fajardo, 2001), entendido como el resultado de la influencia sobre el medio natural, de un modelo cultural dado, a lo largo del tiempo; es decir, como una marca o huella que refleja a una determinada civilización y que pone de manifiesto una determinada relación entre la Naturaleza y la Sociedad.

Visto de esta forma, el paisaje cultural es - como sostiene Beringuier (1991) -, una imagen sensorial, afectiva, simbólica y material de los territorios, con un condicionamiento participativo social, muy considerable.

Resulta lógico entonces que un análisis holístico del paisaje en un territorio dado, exige la articulación de las diversas

categorías de paisajes: la natural, la antropo - natural, la social y la cultural. Por tanto, el análisis del paisaje natural o del antropo - natural, es sólo el punto de partida para lograr un entendimiento global de la interrelación entre la Naturaleza y la Sociedad.

De esta manera, la utilización del término "paisaje" y del enfoque paisajístico, han ocupado un lugar cada vez más importante, no sólo en el campo científico, sino también entre el público en general y los políticos en particular. Así, actualmente en el ámbito europeo existe una creciente atención hacia este recurso, como lo demuestran la Carta del Paisaje Mediterráneo, de 1993; la Perspectiva Europea de Ordenación del Territorio, de 1999 y la citada Convención Europea del Paisaje, establecida por el Consejo de Europa, en Octubre del año 2000.

El cambio en el contenido del término "paisaje" (desde la concepción estrictamente natural, a la antropo - natural), se puso de manifiesto con el surgimiento de otro término, también muy recurrente en la literatura de las últimas décadas: el "geosistema" (Ortigosa, 2002).

Este último - inspirado, según G. Bertrand (1990), en la Geografía soviética, en la Ecología norteamericana y en los "land use" y la landscape science" anglosajones -, fue utilizado por vez primera por Sochava, en la URSS, durante 1963 y poco después en Gran Bretaña, por Stodart (1967) y en la antigua RDA, por Neef (1969).

Comenzó así, la rápida asimilación de la teoría sistémica por la Geografía y ya en 1968, Saushkin y Smirnov plantean que el geosistema está integrado por el sistema naturaleza-economía-población, cuya integridad ésta dada por vínculos directos e indirectos, aunque no le concedían propiedad espacial. Pero en 1971, Kobrinski y Mijaieva plantean que el geosistema es la unidad jerárquica de interacción entre la naturaleza, la economía y la población, como subsistemas interactuantes en un espacio concreto.

Esto implica que los geosistemas constituyen formaciones territoriales complejas que incluyen, en calidad de subsistemas, a la Naturaleza y la Sociedad, con sus diferentes tipos de actividad (productiva, cultural, recreativa, etc). Entre ellos, se producen relaciones objeto (medio) - sujeto (actividades humanas).

El creciente interés por el estudio del proceso de formación de nuevas categorías de geosistemas (desde los antropo-naturales, hasta los que son totalmente tecnógenos), como resultado de la intervención humana, ha conducido al surgimiento de diversas clasificaciones de los mismos. En este sentido, resulta ilustrativa la que establecieron Preobrazhenskii y Aleksandrova (1988), quienes diferencian al menos cinco tipos de geosistemas, dentro de los cuales distinguen los geosistemas naturales y los técnico-naturales o antropo - naturales.

Por tanto, los paisajes naturales y antropo - naturales objeto de la investigación, constituyen tipos de geosistemas (los llamados geosistemas paisajísticos).

Otros tipos de geosistemas que dichos autores proponen, son los Integrales (que incluyen como subsistemas, a la Naturaleza, la Población y la Economía; o la Naturaleza y la Sociedad); los Ramales (por ejemplo, el geosistema turístico, que incluye entre sus componentes o subsistemas, los espacios naturales, los histórico - culturales, los técnicos y otros) y finalmente, los Antropoecológicos. Estos últimos, considerados por Gallopin (1986), como una variante de los geosistemas Integrales, son sistemas antropocéntricos o biosociales, donde el hombre es el elemento

central y los elementos restantes, dependen - lógica y funcionalmente -, del hombre como centro del sistema, por lo que forman el medio ambiente humano (Raij, 1984).

En los paisajes o geosistemas naturales y antroponaturales, la manifestación de las relaciones sistémicas *dentro y entre* ellos, determinan su comportamiento simultáneo, como:

- Monosistemas: son los geosistemas formados por la interacción entre relieve, litología, suelos, vegetación, uso, clima y aguas, en sentido vertical. En este caso, el carácter de los componentes y las relaciones entre ellos, han condicionado la identidad del geosistema y aseguran su funcionamiento como una unidad.
- Parasistemas o Sistemas Paisajísticos Vectoriales: son los complejos de rango taxonómico inferior, que distinguen la organización espacial de los paisajes y sus relaciones funcionales horizontales (son, por ejemplo, los sistemas paisajísticos geoquímicos, de barreras, de núcleos, de ecotonos, de cuencas y otros establecidos en la literatura).

El enfoque sistémico, aplicado al estudio de estas unidades geoespaciales, permite analizar una gran cantidad de variables y estudiar situaciones complejas, mediante métodos y enfoques que superan las concepciones tradicionales, predominantemente descriptivas.

La concepción sistémica se fundamenta en que cualquier diversidad de la realidad, se puede considerar como una unidad (un sistema), que se manifiesta mediante categorías sistémicas tales como estructura, elemento o componente, relaciones, intensidad, medio y otras. De tal modo, un *sistema* es un conjunto energético - substancial de componentes interrelacionados, agrupados de acuerdo a relaciones directas e inversas, en una cierta unidad. O sea, es un todo complejo, único, organizado, formado por el conjunto o combinación de objetos o partes.

Dentro de los autores que han abordado el tema, resaltan las conclusiones de Solntsev (1981) y Gallopin (1986, op.cit.), quienes coinciden en que un objeto sistémico debe tener, entre sus peculiaridades, las siguientes: que sea una formación integral constituida por varios elementos; poseer un conjunto múltiple de interrelaciones entre esos elementos, que garanticen su funcionamiento como un todo; tener subordinación sistémica y manifestar cualidades propias de un sistema (sus propiedades no pueden estudiarse en los elementos por separado).

Desde mucho antes de la consolidación del enfoque sistémico como metodología científica, una inmensa mayoría de las ideas geográficas, tenían en sí una esencia sistémica. Por ejemplo, el enfoque sistémico para el estudio de los paisajes, ha sido inherente a la Ciencia del Paisaje, prácticamente desde su surgimiento; sin embargo, no fue hasta los años 60 del siglo XX, gracias a los trabajos de Sochava, que se comenzó a introducir, de manera más orgánica y coherente, la terminología y la concepción sistémica.

Según Mamai (1999), este proceso se ha caracterizado por dos rasgos positivos:

- la posibilidad de la Ciencia del Paisaje, de lograr una comunicación más estrecha con otras ciencias, lo que ha contribuido a introducir en ella, las ideas y métodos elaborados por la Matemática, la Física y la Biología.
- el logro, por la Ciencia del Paisaje, de un riguroso esquema de comprensión de los geosistemas, tanto de su estructura jerárquica (que va desde la Geosfera, hasta las facies), como de las relaciones y procesos (entre los elementos del geosistema y entre un geosistema dado y su medio circundante).

Como se demuestra en el análisis de muchas regionalizaciones de Cuba, obviar esta idea o concepción, lleva a que cualquier investigación paisajística sea incompleta y a veces hasta errónea, como ocurre cuando se realiza la descripción aislada de los componentes, sin analizarse su papel como factores de formación y desarrollo de los paisajes y sin describirse las unidades morfológicas del paisaje (las unidades de nivel jerárquico inferior).

Los avances experimentados por la Ciencia del Paisaje, han dado un impulso al uso generalizado y al perfeccionamiento de los métodos de investigación estacionarios, semiestacionarios, geoquímicos, geofísicos y matemáticos, a los métodos de modelación y a la introducción de información paisajística en los Sistemas de Información Geográfica.

1.2.2- La Geoecología del Paisaje, como eje conductor de la investigación.

Dirección de reciente desarrollo en el estudio científico del paisaje geográfico, surgida como resultado de la evolución de las ideas de la Geografía Física Compleja, las Ciencias Ecológicas y las actuales concepciones biológicas y geográficas sobre los paisajes, la Geoecología ha tenido en los últimos años, un gran desarrollo en Europa y Norteamérica, siendo sus exponentes principales: I. S. Zonneveld, R. T. T. Forman, Z. Naveh, A. S. Lieberman, K. F. Schreiber, L. Miklos, P. Dansereau y otros. En los últimos tiempos, ha sido considerada en Europa como la base científica de la planificación, manejo, conservación y desarrollo de las tierras y el paisaje (Salinas, 1991, *op.cit.*).

Aunque los primeros postulados teórico - metodológicos para enfrentar el estudio de los aspectos espacio - funcionales de los paisajes, aparecieron en la primera mitad del siglo XX, en trabajos de autores como K. Troll, su consolidación como disciplina científica, se produjo esencialmente a partir de los años 1970, asociada al protagonismo alcanzado por la cuestión ambiental. Ello puso a la orden del día, la necesidad de integrar las corrientes geográfico - espacial y ecólogo - funcional, al estudiar el paisaje.

En opinión de G. Bertrand (1972), la Ciencia del Paisaje se situó en la confluencia de la Geografía y la Ecología.

En efecto, la necesidad de incorporar los fundamentos teóricos y los resultados de las investigaciones de la Ecología, a la Planificación y la Gestión Ambiental, exigieron introducir el análisis de la dimensión espacial de los fenómenos. Pero la Ecología es - de acuerdo con este mismo autor (1990, *op.cit.*) -, una ciencia *unívoca*, con una finalidad biológica, que no puede pretender responder al análisis de todos los aspectos de la naturaleza y aún menos, de los hechos sociales.

Ello condujo a usar la noción de paisaje, como concepto básico en los estudios ecológicos y como resultado de esto, se comenzó a reconocer la existencia de ecosistemas concretos, que tenían una cierta extensión espacial y que eran cartografiables. Se tomó entonces la noción de paisaje, como unidad ecológica y como expresión espacial de los ecosistemas (De Haes y Klijn, 1994).

Al respecto, Salinas y Middleton (1998), coinciden en que "cuando estudiamos los ecosistemas con relación al área de la superficie terrestre que ocupan, hablamos de geosistema. Un geosistema es un ambiente natural, un complejo viviente dinámico que depende del espacio geográfico y genera efectos en él y en la vida de los seres humanos que lo habitan. En un geosistema se interrelacionan diversos factores, tales como: localización territorial, clima, relieve, suelos, vegetación, fauna, población humana y actividades económicas"(3). Por tanto, representa un sistema espacio - temporal

abierto, de cualquier dimensión, formado por la interacción de componentes o elementos físicos que, en diferentes grados, pueden ser modificados o transformados por las actividades humanas.

En calidad de objetos, la Geoecología toma a los paisajes o geosistemas, por ser ellos el marco espacial de manifestación de las relaciones entre el medio natural y el socioeconómico. Concebir así al paisaje como una categoría particular de sistemas (los sistemas geoecológicos), significa tener una percepción del todo, comprendiendo las interrelaciones entre las partes del sistema (Rubio Romero, 1995; Miranda, 1997).

Al tomar como objeto de estudio al paisaje, la Geoecología basa su análisis en las propiedades de los mismos y su cuerpo teórico - conceptual, como disciplina científica, descansa en el conjunto de leyes y regularidades que le son inherentes a los paisajes, particularmente las leyes generales de la Geosfera o Envoltura Geográfica, como objeto de estudio más general de esta disciplina (Riabchikov, 1976, *op.cit.*).

Actualmente, existen diversos enfoques en la interpretación del contenido y las tareas de la Geoecología del Paisaje. Entre ellos, sobresalen las que la consideran:

-como la ciencia sobre los cambios antropogénicos del medio natural y sobre las respuestas del medio en su conjunto y de sus componentes, a esos impactos (Kasimov, 1998).

-como dirección científica interdisciplinaria, que estudia la Ecosfera, en el proceso de su integración con la sociedad, o sea, estudia sólo un nivel de los paisajes como geosistemas antropo-naturales: el nivel planetario (Golubev, 1998, *op.cit.*; 1999).

Cualquiera que sea la interpretación, ella está llamada a dar respuestas a lo que, en diversas publicaciones (Sachs, 1994; Manero, *et. al.*, 2001; J. A. Pascual, 2002), se reconoce como una nueva necesidad social: la de reacomodar las actividades y comportamientos humanos, a las posibilidades de los sistemas naturales del planeta, de forma que vuelva a ser posible la sustentabilidad de la humanidad, en sus múltiples aspectos.

La necesidad de buscar nuevos equilibrios espaciales, teniendo en cuenta que las mismas actividades humanas pueden generar impactos ecológicos y sociales diferentes, según sea su localización, trajo a la palestra otro requerimiento: considerar conjuntamente la planificación socioeconómica y el fomento de los recursos de un país (Sachs, 1994, *op.cit.*). Esta posición quedó refrendada en la primera Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992), que estableció, como una de las dimensiones del desarrollo sustentable, la necesidad de alcanzar un nuevo equilibrio espacial del desarrollo socioeconómico (Sachs,1992), el cual sólo es posible, mediante un nuevo enfoque de la planificación, con modelos que incorporen la sustentabilidad al proceso de desarrollo.

Es a partir del reconocimiento de esta necesidad social, que la noción de sustentabilidad, como expresión de la utilización racional del espacio donde vive del hombre y con ello, de calidad de vida, pasa a ocupar una posición de máxima prioridad. En ese contexto, la planificación y la gestión del paisaje, vistos como elementos dimensionadores del espacio, se constituyen en el fundamento teórico-metodológico y práctico para alcanzar la sustentabilidad espacial a mediano y largo plazo y el instrumento para posibilitar que los recursos naturales renovables, puedan continuar siendo utilizados por las futuras generaciones.

De este modo, las concepciones científicas dirigidas a la evaluación integral del territorio con fines de planificación, surgidas desde mediados del pasado siglo XX, tienen actualmente un incuestionable protagonismo para la consecución del Desarrollo Sustentable.

Las primeras experiencias en la evaluación integral de los territorios con fines de planificación, datan de la década de 1940, con los "Levantamientos de tierras" realizados por la C.S.I.R.O. en Australia, pero no es hasta la década de 1960, que las investigaciones de este tipo experimentan un gran impulso, asociado al surgimiento del concepto de Ordenación del territorio y a la aplicación de la teoría de las islas biogeográficas, en las condiciones del paisaje cultural (Bucek, 1989).

En la siguiente década, surge en Francia la "Planificación Ecológica" (Salinas, 1991, *op.cit.*), la cual presupone, para cada componente del medio natural, la determinación de su aptitud frente a cada tipo de utilización posible y la confección de los mapas de aptitudes. Posteriormente, por superposición, se elabora el mapa sintético, el cual se correlaciona con la demanda social de espacios para distintos usos y esto permite proponer finalmente, una planificación en la utilización del espacio.

Más tarde, también en Francia, J. Tricart y J Killian (1982), desarrollan la "Integración Dinámica", que propone la integración de los estudios del medio natural con los aspectos humanos, a partir de un trabajo interdisciplinario dividido en etapas: conocimiento inicial, diagnóstico, búsqueda de soluciones y aplicación de las soluciones al ordenamiento.

Mientras tanto, en los países anglosajones se consolida la Planificación del Paisaje (Landscape Planning), definida como la parte de la Planificación Ambiental que se refiere al proceso de programación y diseño técnico, derivados del inventario, clasificación y destino del paisaje, para efectos de la ordenación territorial y el uso racional de los recursos naturales disponibles en el espacio geográfico presente y futuro (Sarmiento, 2001).

Estas reflexiones, permiten comprender el papel que la Geoecología puede desempeñar en la evaluación del potencial de los recursos contenidos en el paisaje y en la formulación de acciones para la optimización de los usos y el manejo más adecuado, de esas unidades geoespaciales.

Por tanto, como se reconoce en la literatura especializada (Preobrazhenskii y Alexandrova, 1988, *op.cit.*; Zonneveld, 1995; Mateo, 1991, *op.cit.*; 2000, *op.cit.*), ella resulta esencial para la elaboración de las bases teóricas y metodológicas de la Planificación y Gestión Ambiental, en particular para establecer las políticas de Ordenamiento territorial, durante la construcción de modelos para incorporar la sustentabilidad, al proceso de desarrollo.

En este sentido, puede contribuir al éxito de las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (Martínez, 2001), definidas como el proceso sistemático de evaluación de las consecuencias sobre el medio ambiente, de las actividades implícitas en una política, plan o programa propuesto, con el objeto de lograr que éstas queden plenamente incorporadas y sean tenidas en cuenta en la fase más temprana del proceso de discusión, en las mismas condiciones que las consideraciones de índole económico o social (Sadler y Verheem, 1996).

2- Metodología aplicada en la investigación.

Como el paisaje es un espacio físico y un sistema de recursos naturales, en los cuales se integran las sociedades en un binomio inseparable entre Sociedad y Naturaleza, las demandas de recursos y servicios ambientales de la sociedad, generan actividades antrópicas que asignan al paisaje, determinadas funciones socioeconómicas, con sus correspondientes sistemas técnicos y formas propias de uso y transformación. Según sea su aptitud o potencial para asumir esas funciones, así será la respuesta que se produzca en el paisaje.

Lamentablemente, la espontaneidad de la asimilación, sólo ha acarreado problemas de deterioro y agotamiento de las condiciones y recursos naturales del paisaje, que deben ser enfrentados sobre la base - en primer lugar -, del conocimiento de la estructura paisajística del territorio; de la evaluación de sus atributos sistémicos principales; del análisis de sus potencialidades para asumir las funciones socioeconómicas actuales o perspectivas; de la investigación de los problemas de deterioro acumulados en el mismo durante el proceso histórico de asimilación y del diagnóstico de su estado.

A diferencia de la Ecología (Jongman; Ter Braak y Van Tongeren, 2001), los principios metodológicos de la investigación geocológica de los paisajes, están determinados por la interrelación dialéctica que se produce entre las condiciones naturales y la producción social. Sobre la base de este razonamiento, se han establecido las distintas etapas de este tipo de investigación (Mateo, *et. al.*, 1994; Salinas, 1988, 1997, *op.cit.*), las cuales se han resumido en un sugerente esquema metodológico propuesto por J. Mateo (1998,*op.cit.*; 2000,*op.cit.*). Según este autor, dichas etapas son las siguientes:

a) Estudio de la *organización paisajística*: Comprende la clasificación y taxonomía de las estructuras paisajísticas, sobre la base del esclarecimiento de los factores que forman y transforman los paisajes. Por tanto, se debe partir de la caracterización de esos factores - entre los que resulta esencial la actividad humana -, para lograr inventariar, caracterizar y cartografiar la geodiversidad del territorio en estudio.

b) *Análisis de los paisajes*: Incluye la determinación de sus atributos sistémicos, para lo cual se hace necesario utilizar, entre otros, los enfoques estructural, funcional, e histórico - genético.

Paralelamente, el análisis de las consecuencias de la modificación antropogénica, conduce a la comprensión de los procesos degradantes que sufren los paisajes, así como de los factores que los desencadenaron y/o intensificaron.

c) *Diagnóstico geocológico de los paisajes*: Constituye una síntesis de las etapas anteriores, al demandar la articulación de los resultados obtenidos en las mismas, como premisa para obtener un criterio holístico acerca del paisaje, que permita determinar su estado geocológico.

Para el diagnóstico, una tarea básica es la determinación del potencial de uso de los recursos y servicios ambientales (potencial natural para determinado tipo de uso).

Como puede apreciarse, el término "potencial", se interpreta como sinónimo de aptitud o capacidad de uso - en este caso de los paisajes -, para asumir determinado tipo de utilización. A partir de ello, se correlaciona el potencial con el uso actual, para establecer la compatibilidad de la utilización del paisaje.

Esta es la acepción asumida por el autor de la tesis (Fig. 2).

Las siguientes etapas, se incorporan cuando la investigación geocológica se dirige hacia la solución de las tareas de la Planificación y la Gestión Ambiental:

d) *Etapa propositiva*: Incluye, entre otras cuestiones, el análisis de alternativas en función de las propiedades y el estado de los paisajes; el diseño de la organización estructuro-funcional óptima de los mismos (a partir del pronóstico geográfico que arrojan los diferentes usos que se pretende asignar), así como el establecimiento de la zonificación funcional.

Esta última, consiste en la distribución espacial de las funciones que debe cumplir cada paisaje (de acuerdo con su potencial y las necesidades de uso que la sociedad le asigne), así como la elaboración del plan definitivo, que conjuga los resultados del estudio de la naturaleza, con los estudios socioeconómicos, demográficos y otros, estableciendo cómo usar integralmente el territorio.

e) *Monitoreo geocológico*: Indispensable para mantener un análisis sistemático del estado de los paisajes y de las variaciones más importantes que van experimentando sus propiedades sistémicas, con el decursar del tiempo.

Teniendo en cuenta el alcance de los objetivos propuestos, la tesis recorre las tres primeras etapas mencionadas, por lo cual su autor esboza a continuación, una caracterización más detallada de cada una de ellas:

La posición de partida para el estudio de la organización paisajística (etapa de Inventario), es que el mosaico de paisajes de diverso orden, complejidad y tamaño que constituyen la Esfera Geográfica, está estructurado en tres niveles: el planetario, el regional y el local (Haase y Neumeister, 1986), por lo que el estudio de los mismos, se estructura en esos tres niveles (cada uno con su escala de representación gráfica específica).

De esta manera, la etapa de inventario implica la distinción y estudio de las unidades geoespaciales que integran la diversidad paisajística en el territorio objeto de investigación, como premisa para el análisis de sus propiedades sistémicas. En tal sentido, se parte de la identificación de los paisajes de *categoría regional* que en él se han formado, incorporando los dos tipos de sistematización científica, reconocidos internacionalmente: *la regionalización y la tipología*.

El procedimiento científico de regionalizar, consiste en determinar el sistema de división territorial de unidades espaciales de cualquier tipo (administrativas, económicas, naturales, u otras). En el caso de la regionalización físico-geográfica, también conocida como regionalización geocológica o de los paisajes (Mateo, 1984 *op.cit*; 2000, *op.cit.*), se trata del análisis, clasificación y cartografía, de los complejos físico - geográficos individuales (paisajes), tanto los naturales, como los modificados por la actividad humana. Ellos se han formado, en la superficie terrestre, como resultado de la acción conjunta de los factores zonales y azonales de la diferenciación geográfica.

Estos complejos, que abarcan desde los continentes hasta las regiones, se caracterizan por la irrepitibilidad en el espacio y el tiempo, la unidad genética relativa y la integridad territorial. Para su estudio, se ha establecido un Sistema de Unidades Taxonómicas, que enmarca la jerarquía y la taxonomía de las unidades individuales, utilizado para esclarecer la regionalización físico - geográfica de Cuba, vigente actualmente (Mateo y Acevedo, 1989).

La misma, es asumida como antecedente de la investigación.

En cambio, el procedimiento científico de tipificar, consiste en determinar el sistema de división territorial de los objetos semejantes o análogos, de acuerdo a determinados rasgos comunes. Así, los paisajes tipológicos son repetibles en espacio y tiempo, distinguiéndose de acuerdo a los principios de analogía, homogeneidad relativa, pertenencia a un mismo tipo y discontinuidad territorial.

De tal manera, la tipología de los paisajes abarca el esclarecimiento, clasificación y cartografía, de los complejos físico-geográficos o paisajes de rango tipológico (tanto naturales, como modificados por la actividad humana) y la comprensión de su composición, estructura, relaciones, diferenciación y desarrollo. La importancia metodológica de la clasificación tipológica, es resaltada por J. Mateo (1984, *op.cit.*), tanto por ser el procedimiento principal para establecer generalizaciones y determinar regularidades de la evolución y diferenciación de los paisajes, como por su valor en los trabajos aplicados, ya que los paisajes tipológicos poseen condiciones y recursos naturales parecidos y reaccionan de modo similar a la actividad humana.

La diferenciación paisajística que se obtiene como resultado científico de los estudios tipológicos, se refleja en un sistema de clasificación que incluye las unidades taxonómicas subordinadas, siguientes: Clases, Tipos, Grupos, Especies y Subespecies. Como destacan Richling y Mateo (1991), ellas aparecen en mapas de tipos de paisajes, que se elaboran a pequeñas escalas (1: 2 500 000, o menores) y a escala media.

Estos mapas, caracterizan la estructura de la Esfera Geográfica en un territorio dado y constituyen un punto de partida para la regionalización, pues sobre la base de la homogeneidad que representan los tipos distinguidos, es posible aclarar la heterogeneidad del área en estudio: tanto los paisajes tipológicos como los regionales, tienen - simultáneamente -, rasgos comunes e individuales (por la influencia de los factores de integración y diferenciación de la Esfera Geográfica, que actúan en los paisajes *desde el nivel planetario, hasta el local*).

Lo anterior evidencia la profunda conexión que existe entre ambos tipos de sistematización científica de los paisajes: *ambos se complementan y se condicionan mutuamente.*

Sobre la base de esta realidad, en la tesis se adopta el procedimiento de determinar las unidades locales de mayor jerarquía taxonómica (Localidades), de acuerdo al carácter de la asociación espacial de las unidades tipológicas.

Los paisajes de nivel local o topológico, son la expresión de la diversidad interior de las regiones. En su origen, además de los factores planetarios o zonales, influye el autodesarrollo interno del paisaje (determinado por la interacción entre los diversos geocomponentes).

Así, en las investigaciones a escala grande, lo más frecuente es la existencia de paisajes colindantes, con contrastes muy grandes, lo que no puede explicarse por la influencia de los factores zonales, ya que en estos casos, la diversidad hay que buscarla en la diferenciación físico-geográfica local, conocida también como diferenciación morfológica o topológica de los paisajes (Isachenko, 1991), la cual ocurre bajo la influencia de factores de diferenciación tales como: la composición de las rocas, las peculiaridades de las precipitaciones, los regímenes de alimentación hídrica y de radiación, el tiempo, la incidencia de los factores litorales y otros. En el caso del relieve, desempeña un papel de

redistribución de la energía, la materia y la información.

Todos ellos interactúan y dan lugar a procesos geosistémicos a escala local, entre los que pueden mencionarse: la formación del topoclima y del escurrimiento, el intemperismo, el desarrollo del mundo orgánico y la formación de los suelos. Por eso, se les conoce como "factores geocológicos de formación de los paisajes".

Al poseer rasgos comunes principales, los paisajes de nivel local se repiten en una gran cantidad de representantes concretos. En tales casos, como apuntara Mateo (1984, *op.cit.*), los rasgos individuales pasan a ocupar un lugar secundario y tienen más importancia los índices tipológicos. Eso explica que, como regla, *las unidades locales se estudien en el plano tipológico*, pues "no tiene sentido estudiar cada facie o cada comarca en concreto, sino agruparlas y determinar sus características tipológicas" (4).

N. A. Solntsev (1948), hacía énfasis en que la organización espacial que tienen estos paisajes, determina la estructura morfológica, planar u horizontal, definida por este autor como la difusión e interacción de los complejos naturales de diverso rango, que se evidencia mediante su ordenamiento espacial.

La influencia de distintos investigadores y escuelas científicas, en lo concerniente a la denominación de las unidades locales, es resumida por H. T. Verstappen (1983). En el caso de las unidades empleadas en la investigación, pertenecen al sistema soviético y su equivalencia con las restantes denominaciones, es la siguiente:

- Localidad: Land System, Patrón del Terreno, Sistema de Terreno, Unidad Fisiográfica Principal y Unidad Geomorfológica Principal.
- Comarca: Land Facet, Land Unit, Terrain Unit, Unidad Fisiográfica, Unidad Geomorfológica.

La comarca es la más importante de las unidades locales y por tanto, la unidad principal en las representaciones cartográficas, a escalas grande y media.

En resumen, la tipología (como base para la regionalización) y ésta última (como antecedente de los estudios locales), son fundamentales para el análisis paisajístico, pues constituyen el punto de partida para el estudio de los atributos espacio - temporales de los geosistemas. La representación cartográfica de los mismos, constituye el resultado de las investigaciones y al mismo tiempo, es el basamento de análisis ulteriores.

Para la etapa de Análisis paisajístico, se parte de reconocer que éste constituye un nivel superior de integración o síntesis en el estudio de la Naturaleza, al incorporar la interacción e interdependencia entre los fenómenos naturales y los sociales.

Precisamente, el análisis paisajístico ha sido definido como aquel conjunto de métodos y procedimientos técnicos y analíticos, que permiten conocer y explicar las regularidades de la estructura y funcionamiento de los paisajes, estudiar sus propiedades y determinar los índices y parámetros sobre la dinámica, la historia del desarrollo, los estados, los procesos de formación y transformación, así como los aspectos relacionados con la autorregulación e integración de los paisajes (Mateo, 2000, *op. cit.*).

Como la formación y funcionamiento de los paisajes contemporáneos, ocurre bajo los efectos del impacto de la actividad antropogénica, el análisis paisajístico se convierte en la vía principal para el conocimiento del surgimiento, desarrollo,

estado actual y perspectivo, de la estructura espacio - temporal de estos paisajes, considerados como sistemas de tipo antropo - natural.

El análisis de los paisajes contempla diferentes enfoques, asociados a los conceptos y métodos de estudio que se emplean: estructural, funcional, evolutivo-dinámico, histórico - antropogénico e informacional. Estos enfoques, permiten esclarecer sus propiedades sistémicas, dedicando la atención a los problemas relacionados con la estructura vertical y horizontal, las funciones geoecológicas, el estado, la transformación antropogénica y otras cuestiones, que son esenciales para cualquier trabajo de Planificación Ambiental.

Los diversos investigadores consultados, sugieren que el análisis de los paisajes se realice de manera integrada y esté dirigido, en lo fundamental, a esclarecer la organización del paisaje o geosistema. Por organización geosistémica, entienden la presencia del sistema (con su carga de unidades locales y regionales en un territorio dado), así como el proceso genético de dichas unidades, en una articulación compleja entre sus atributos sistémicos principales: la estructura, el funcionamiento y la evolución (Diakonov y Solntsev, 1998).

Como reconocen Cervantes y Alfaro (2001), para una integración sistémica, la diferenciación del paisaje debe basarse en las relaciones de interacción funcional de las estructuras vertical y horizontal, en tiempo y espacio. Esa organización geosistémica se refleja en la geodiversidad, con su carga de unidades con diferentes características de la estructura vertical y en particular, de la estructura horizontal (composición, fraccionamiento, heterogeneidad, organización, forma de la imagen, contrastividad y vecindad).

El análisis de este tema, es extremadamente importante, por cuanto, como plantea Dürr, (1999), la Naturaleza nos enseña que sólo el ordenamiento dinámico, establecido mediante la autoorganización basada en el principio de ensayo - error, puede alcanzar el alto grado de flexibilidad y adaptabilidad necesarios.

Seguidamente, se analizan los diferentes enfoques abordados durante el análisis de los paisajes, en el escenario estudiado en la tesis.

Enfoque estructural.

Según diversos autores (Neviazhskii, 1987a,b ; Mateo,1990,1991, *op.cit.*; Mateo, *et. al.*,1994,*op.cit.*; Etter, 1991; Acevedo, 1996,*op.cit.*; Quintela, 1996), el enfoque estructural en el estudio de los paisajes, reconoce que éstos poseen los índices y las propiedades de los objetos materiales estructurales; por tanto, la estructura es un elemento relativamente estable (inherente a su organización como sistema), que garantiza su integridad y coherencia.

La organización estructural inherente al paisaje, comprende la presencia en él, de geoestructuras parciales (la morfotogenética, la hidroclimatogénica y la biopedogénica), cuya interrelación determina la llamada *poliestructura* de los paisajes. (V. N. Solntsev, 1997). La combinación de esas geoestructuras, determina la integridad del paisaje.

Es decir, la estructura del paisaje caracteriza la *forma* de su organización interna y las *relaciones* entre los componentes que lo forman y entre las unidades de paisajes de categoría inferior. Esas relaciones propician el funcionamiento y la capacidad de producción del paisaje (el funcionamiento, depende de la estructura). Determinar e investigar la estructura del paisaje, significa conocer su esencia, descubrir los patrones organizativos existentes entre los componentes y

elementos del sistema. En este sentido, el análisis estructural consiste en explicar cómo se combinan sus componentes, para dar lugar a las formaciones integrales y a la organización estructural del sistema paisajístico como un todo. Por tanto, la estructura es un reflejo de la diversidad paisajística.

Dentro de un nivel jerárquico dado, la homogeneidad relativa de la estructura del paisaje, se manifiesta mediante la estabilidad en relación con los impactos y cargas (tanto naturales como antropogénicas), que recibe; el carácter de las reacciones que experimenta y la capacidad de restablecer su propia estructura y su régimen de funcionamiento.

La estructura espacial puede ser de tres tipos:

➤ Estructura vertical:

Está determinada por el conjunto de componentes del paisaje y el carácter de las relaciones entre los mismos, en el sentido vertical, es decir, considera el contenido físico-geográfico del contorno. Estos componentes pueden considerarse como geohorizontes del paisaje.

Diversos procedimientos se han propuesto para el análisis de la estructura vertical (Richling, 1983). Entre ellos, se seleccionaron para la investigación, los siguientes:

. Medición de la frecuencia de las relaciones: El procedimiento de la medición de la frecuencia de relaciones, se lleva a cabo por medio de la elaboración de una matriz de relaciones por pares de componentes, con el fin de expresar las dependencias entre los mismos.

. Determinación de la potencia de las relaciones entre los componentes: Medida que expresa la potencia o fuerza mediante la cual están interrelacionados, los componentes de la estructura vertical del paisaje.

. Cálculo de la Coherencia Interna de las relaciones.

La coherencia, definida como la correspondencia de los diferentes componentes del paisaje, unos con otros, es reconocida por Perelman y Kasimov (1999), como una propiedad estructural fundamental de los paisajes.

La coherencia interna de las relaciones entre los componentes, se determina sobre la base de la media aritmética (valor promedio), del índice de potencia de las relaciones entre los rasgos de los componentes, y constituye la medida de la solidez (Mateo, 1991, *op.cit.*, Mateo, *et.al.*, 1994, *op.cit.*).

El concepto de coherencia, también puede utilizarse al analizar los paisajes antropogénicos, en los cuales a veces la coherencia crece por la influencia humana (como ocurre, por ejemplo, al convertir los desiertos en oasis), pero en la mayor parte de los casos, los efectos de las actividades del hombre, hacen que disminuya fuertemente, generándose procesos de degradación en los paisajes.

➤ Estructura horizontal:

Está dada por el conjunto de los geosistemas formados en cualquier territorio, como resultado de las diferencias en el carácter e interacción entre los componentes, en el sentido horizontal. Ella constituye la imagen del paisaje (Viktorov, 1986; Beroutchashvili, 1986).

La estructura horizontal de los paisajes, también conocida como estructura morfológica, genético - morfológica o planar, está constituida por la integración espacial de aquellos, desde el rango inferior, al rango superior. La estructura

horizontal se estudia mediante el análisis de la imagen del paisaje del territorio, considerada como el mosaico en planta, del conjunto de unidades presentes en él. (N. A. Solntsev, 1948, *op.cit.*).

La imagen del paisaje es monovalente, si se compone de paisajes de un mismo rango taxonómico, pero es polivalente, si se combinan unidades de diferentes rangos. Un concepto fundamental al estudiar la imagen, es el de *contorno* de los paisajes, que es el componente elemental de la imagen del paisaje, constituyendo un área de la superficie terrestre, que corresponde con un paisaje de un rango taxonómico determinado.

Al estudiar la imagen del paisaje, se le presta una atención especial a sus particularidades geométricas, que son el conjunto de propiedades que abarcan sólo las características geométricas de la imagen, es decir, que formalmente no se refieren al contenido físico-geográfico o geoecológico.

Para estudiar las particularidades de la imagen, se han propuesto diversos índices (Viktorov, 1986, *op.cit.*; Forman, 2001). En el caso de las características más complejas de la composición de la imagen, se plantean indicadores de medición tales como: Índice de desmembramiento paisajístico (Kd); Coeficiente de Complejidad (Kc); Índice de diversidad paisajística (IDP) e Índice de fraccionamiento paisajístico (Kfp).

Los tres primeros, son aplicados en la investigación.

➤ Estructura funcional o vectorial:

La estructura funcional está dada por el conjunto de interacciones que se producen entre los sistemas paisajísticos, lateralmente, en sentido horizontal. Es decir, relaciones funcionales de intercambio de sustancias, energía e información genética, entre los factores formadores de los paisajes y con ello, entre los paisajes como sistemas interconectados.

De esta manera, ellos funcionan a través de una secuencia de procesos (Bastian, 1993), que actúan permanentemente, garantizando la conservación de un estado del paisaje (característico para un corte de tiempo dado), o sea, un determinado régimen de funcionamiento.

Como sostiene Diakonov (1988), esto ocurre desde el nivel global, hasta el local.

La conexión de paisajes de niveles jerárquicos diferentes, en lo que Zvonkova (1995), denomina "una red de paisajes funcionales", unidos por corrientes laterales (geocorrientes), que le confieren una integridad funcional, determina su estructura funcional, conceptualizada como el intercambio de energía, sustancias e información, que se produce entre los diversos geosistemas (Mateo, 1991, *op.cit.*; Cabrera, 1994; Acevedo, 1996, *op.cit.*), lo cual se acompaña de la transformación de esa energía, materia e información, y de las propiedades de los paisajes, integralmente.

A partir de ello, Delpoux (1972), caracterizaba tres tipos de paisajes: los que se hallan material y energéticamente equilibrados, los exportadores y los importadores.

Según Shvebs y colaboradores (1986), la estructura funcional presenta tres tipos principales: dinámico-posicional, paragenética y de cuencas. Al seleccionar en la tesis el enfoque paragenético para el análisis de la estructura funcional, su autor se basa en el hecho - reconocido ampliamente en la literatura, como elemento esencial de la concepción sistémica -, de que las unidades locales que estudia, no pueden existir como objetos autónomos, sino que conforman sistemas funcionales dentro de cuyos límites, ellas se agrupan en un todo mediante procesos como el escurrimiento, la

migración de elementos químicos, la comunidad de condiciones zonales y azonales, así como mediante una misma historia de desarrollo.

De esa forma, la estructura paragenética se establece como resultado de la activa interacción entre paisajes que tienen un mismo origen, ya sean unidades regionales o tipológicas. Así es que surgen los Sistemas Paisajísticos Paragenéticos, interconectados por flujos horizontales o geocorrientes de sustancias, energía e información.

Muchas veces, dentro de un sistema, varios de sus componentes - vinculados a un tipo particular de situación físico-geográfica -, forman una Hilera Paragenética, a la que le es propia una intensidad particular de dichos flujos o geocorrientes.

Las hileras de los paisajes, se conforman con paisajes contiguos, cada uno de los cuales constituye un eslabón o fase, de una misma tendencia genética (por ejemplo, paisajes formados en diferentes terrazas marinas, situados de manera contigua espacialmente).

Las funciones que desempeñan los paisajes en una Hilera Paragenética, han sido ampliamente destacados en la literatura especializada internacional. En función de ellas, se distinguen tipos funcionales de paisajes:

- ◆ Ventanas:

Son los paisajes con participación más activa en la formación de los sistemas geodinámicos físico-geográficos. De acuerdo a su situación respecto a las geocorrientes dominantes, juegan el papel de áreas nodales o de entrada del material energético - sustancial a las estructuras paisajísticas, diseminando los productos del funcionamiento y también el impacto antropogénico (emisores), o acumulándolos (colectores).

De manera subordinada, juegan además muchas veces el papel de barreras, que limitan la intensidad de los flujos.

- ◆ Corredores de tránsito:

Son las vías o conductos principales, mediante los cuales se lleva a cabo el intercambio entre las ventanas de un mismo sistema. Han sido definidas (Etter, 1991, *op.cit.*), como franjas angostas y alargadas, de forma y dirección variables, que atraviesan una Matriz (Ventana) y difieren de ella. También se conocen como corredores ecológicos, conceptualizándose como estructuras funcionales del paisaje, que incrementan la conectividad espacial y con ello, disminuyen los efectos del proceso de fragmentación antrópica de las áreas naturales.

Al papel que desempeñan los corredores en el funcionamiento, se le presta una singular importancia en la literatura internacional actualmente (Noss y Csuti, 1997; Montes, 1999; Serrano, 2000; Prat, *et.al.*, 2001; Ortiz, 2001; 2002; Forman, 2001). Los corredores también pueden constituir barreras entre Fajas Buffer.

La Red Natura 2000, que propugna la Unión Europea, se fundamenta en el papel de los corredores ecológicos (Ortiz, *et.al.*, 2000)

- ◆ Fajas Buffer:

Zonas que circundan los Corredores de tránsito, con un rol menos importante dentro del intercambio (actúan especialmente como fajas de amortiguamiento).

- ◆ Areales o Núcleos:

Son unidades de pequeñas dimensiones, aisladas, que funcionan muchas veces de modo autónomo y representan los elementos individuales del paisaje, en forma de núcleos o biotopos.

Pueden actuar como polos emisores o colectores.

◆ **Geoecotonos:**

Constituyen paisajes situados en la transición entre paisajes contrastantes. Se forman con la participación activa de dos tipos de medios contrastantes diferentes. Por ejemplo, los paisajes litorales (playas, dunas, terrazas marinas bajas, llanuras "piamontinas" y otros).

Las corrientes o flujos energético - substanciales, también conocidas como geocorrientes o geoflujos, constituyen la vía fundamental de intercambio entre los geosistemas y al mismo tiempo, son los principales conductos para la difusión de los impactos antropogénicos en la Naturaleza.

Precisamente, la relación que se establece entre la unidad paisajística y las geocorrientes dominantes (hídricas, aéreas, bióticas, etc.), determinan la variante de funcionamiento del paisaje: Nodal (Colector, Diseminador o Emisor); Nodal vecino (Colector, Diseminador o Emisor); De Tránsito; De Inversión; Lineal de Tránsito y Polar (Colector, Diseminador).

Estabilidad de los paisajes

La estabilidad de un sistema, depende de su resistencia o capacidad para contrarrestar los efectos de la inestabilidad causada por los factores de alteración o impacto, y la fuerza de los mismos (capacidad para volver al equilibrio, una vez que ha sido perturbado).

Objeto de gran atención por parte de los investigadores, la estabilidad de los paisajes se ha definido como la capacidad de estos sistemas de funcionar normalmente, conservando su estructura y propiedades, en un determinado diapásón de magnitudes de las condiciones naturales y de los impactos o cargas antropogénicas (Zonneveld, 1986; Shishenko, 1988,a). Es un período de tranquilidad relativa del paisaje, durante el cual se observa la reversibilidad de los procesos y de los cambios temporales de su estructura (Martsinkievich, *et.al.*,1986).

El análisis de su definición, permite constatar que la estabilidad de los paisajes tiene carácter histórico, por cuanto depende del tipo e intensidad de los factores naturales transformadores (que destruyen la estructura de los mismos) y de los impactos antrópicos (con su escala de manifestación, tiempo de actuación y formas concretas de utilización de los recursos). Por ello, es preciso evaluarla desde ambos puntos de vista.

Justamente para eso, se han desarrollado los conceptos de:

◆ Estabilidad potencial o genética (estabilidad natural):

Es la capacidad del paisaje de mantener su estructura y régimen de funcionamiento, independientemente de los agentes y procesos naturales desestabilizadores que lo afecten. Depende de las propiedades intrínsecas del paisaje, los factores naturales externos que lo afectan (factores de riesgo externo o impacto natural) y la coherencia interna de las relaciones entre sus componentes.

◆ Estabilidad tecnógena:

Definida como la capacidad del paisaje para funcionar normalmente, bajo determinados tipos e intensidades de impactos generados por el uso humano (Zvonkova, 1995, *op.cit.*; Mateo, *et.al.*, 1994, *op.cit.*), depende del tipo concreto de impacto antropogénico, su escala de manifestación, su magnitud y su tiempo de permanencia en el paisaje.

Dentro de los autores que le han dedicado su atención a estos elementos, especialmente al tipo de impacto, su intensidad y el tiempo de permanencia, resaltan los trabajos de Shishenko (1988, a, *op.cit.*) y Milanova y Riábchikov (1988).

Estas concepciones acerca de la estabilidad, sirvieron de marco teórico para el análisis realizado en la tesis, acerca de esta propiedad de los paisajes.

Sensibilidad de los paisajes.

En la literatura consultada sobre sistemas, se reconoce que un sistema se encuentra en crisis, cuando muestra agotamiento en su capacidad de responder con eficacia, a las funciones que está llamado a cumplir (la crisis es un momento de viraje y por lo tanto, de peligro, por cuanto su eventual supervivencia, depende mucho de lo acertado de las opciones de cambio que se decidan).

Aunque la crisis es una etapa de transición de un sistema a otro, en ocasiones la transición va desde su existencia, hacia su desaparición, lo que demanda cambios, que podrán ser obra de decisiones conscientes o, como sostiene Blanco (1998), podrán emerger de la evolución del propio sistema.

En el análisis de la estabilidad de los paisajes, este estado temporal se conoce como sensibilidad, aunque el término se utiliza también con otras acepciones en los momentos actuales.

Al respecto, se aprecian dos enfoques (con cierta similitud), acerca del contenido del término "sensibilidad": desde un punto de vista, es entendida como diversidad ecológica (ecosistémica y geosistémica en general), es decir, como vulnerabilidad ecológica de un territorio, dada por la riqueza, diversidad y endemismo de su biota; su diversidad paisajística; la fuerte inclinación de las pendientes; la intensidad de los procesos geomorfológicos y otros elementos (Proyecto GEF/ PNUD, 1999).

Desde la perspectiva geoecológica, la sensibilidad de los paisajes se interpreta como la susceptibilidad de aquellos, a la degradación y pérdida de su capacidad productiva, como resultado de su situación de estabilidad integral. (Mateo, *et.al.*, 1994, *op.cit.*). Esta es la acepción asumida por el autor, en la investigación.

De tal manera, el análisis de la estabilidad de los geosistemas, tiene un inestimable valor práctico, en particular, como base para calcular su capacidad de uso potencial, así como para determinar el estado geoecológico que presentan.

De acuerdo al alcance de los objetivos planteados, la etapa conclusiva de la investigación geoecológica realizada, se centra en la obtención de un Diagnóstico geoecológico de los paisajes.

En esta etapa, resulta indispensable la evaluación del potencial del paisaje, la cual permite diferenciar en él, unidades discretas, diferenciadas de acuerdo a su capacidad de acogida de una actividad socioeconómica específica. Ellas constituyen unidades de potencial del paisaje, cuya determinación puede basarse, según algunos autores, en la identificación de "unidades naturales de respuesta a los impactos socioeconómicos" (González Otero, 1990), o

"unidades geocológicas de los paisajes" (Mateo, *et.al.*,1994, *op.cit.*), a partir de la correlación de ciertos parámetros, previamente seleccionados.

Estas unidades poseen, entre sus características, las siguientes:

- Tienen un conjunto de condiciones y recursos naturales específicos, apropiados para determinado tipo de utilización.
- Son utilizadas por el hombre, con fines productivos, según los patrones de utilización del territorio (de lo que se deriva, muchas veces, la falta de correspondencia del uso imperante, con su potencial).
- Representan las bases para la adecuación de los usos en el territorio, en aras de lograr la Optimización de los Paisajes (C.E.N.,1987).

La optimización de los paisajes se traduce, para la Planificación Ambiental, en lo que S. González, (1991) y A. Ramos, (1991), consideran como la búsqueda de una articulación entre las características del territorio (que definen su capacidad, aptitud o potencial para asumir determinada función socioeconómica) y las actividades implícitas en esa función, tanto las ya implantadas, como las de posible implantación, que constituyen los impactos. De acuerdo con J. Tricart y J. Killian (1982, *op.cit.*), este proceso constituye una "evaluación integrada del medio ambiente", para la cual sugieren distintas variantes metodológicas.

De este modo, para cualquier territorio resulta muy útil, la elaboración de un modelo que divida al mismo, en sectores o unidades de distinta capacidad o potencial, para acoger cierta actividad. Sólo así, las decisiones que se tomen estarán en función de proteger la naturaleza, pues - como advierte González (1991, *op. cit*), la Protección de la Naturaleza, va mucho más allá de la delimitación y localización de territorios o áreas protegidas.

En la presente tesis, la capacidad de uso potencial se interpreta como la cualidad de los paisajes para asumir la producción agropecuaria, determinada a partir de las particularidades de los suelos, el relieve y el humedecimiento climático, en una evaluación integral única.

Este potencial natural inherente a un paisaje, puede resultar modificado por la aparición en él, de procesos que degradan su aptitud para sustentar las actividades económicas que - en su estado original -, podía asimilar.

Algunos de estos procesos forman parte del funcionamiento natural del paisaje, y se asocian especialmente a la circulación de sustancias, energía e información genética, tanto de carácter monosistémico, como parasistémico.

Sin embargo, la manifestación continua y creciente de los impactos antropogénicos, a la cual sólo han escapado parcialmente aquellos paisajes de más difícil asimilación, ha producido dos tipos de fenómenos:

- la intensificación de los procesos naturales propios del funcionamiento de los paisajes, hasta niveles en que se modificaron algunas de sus funciones.
- el desencadenamiento de otros procesos completamente antrópicos que, en condiciones de ausencia de impactos socioeconómicos, no se manifestaban.

Esto ocurre producto de la asignación al paisaje, de funciones socioeconómicas que sobrepasan su capacidad para asimilarlas, es decir, cuando el uso es incompatible con el potencial. En dependencia de la modalidad, intensidad y

tiempo de permanencia de ese uso en el paisaje, se transita desde el deterioro paulatino, hasta el agotamiento de los recursos y condiciones naturales que aquel contiene.

Esta situación puede comprometer seriamente el cumplimiento de la función productiva asignada por la sociedad y con ello, el desarrollo socioeconómico. Es por eso que su consideración, también debe formar parte del diagnóstico geocológico.

Así, el diagnóstico representa la síntesis de toda la información obtenida, en relación con:

- los atributos sistémicos del paisaje.
- la correspondencia entre el uso actual y la capacidad potencial que tiene el paisaje para asumirlo.
- el estado de degradación del paisaje, sobre la base de los tipos de procesos geocológicos existentes, su magnitud y extensión.

En el contexto del diagnóstico, son diversas las clasificaciones propuestas para caracterizar el estado geocológico o ambiental de los paisajes. Al respecto, resultan ilustrativas la de Glushko y Ermakov (1988) y la de Glazovskii y colaboradores, (1998), retomada por Mateo y Martínez (1999); Sebastiani, *et.al.* (2001); Etter, *et.al.* (2001) y utilizada también en México y otros países.

El criterio básico de diferenciación de los estados geocológicos en estos trabajos, es la situación específica que presenta el paisaje (en un corte temporal dado), en relación con el carácter y amplitud de los procesos de degradación. Dicha situación dependerá del tipo y grado del impacto antropogénico que ha recibido históricamente, así como de la capacidad de reacción y absorción de esos impactos, por parte del geosistema.

Pero evidentemente, el estado geocológico de un paisaje depende también de las peculiaridades de sus atributos sistémicos. Por tanto, las etapas de la investigación geocológica anteriormente caracterizadas, permiten arribar a un diagnóstico de la problemática ambiental del territorio, en un sector económico que fue seleccionado, en virtud de su larga historia de ocupación del espacio paisajístico y de su peso en la producción mercantil.

Para clasificar los estados geocológicos, en la tesis se parte de la relación entre Sensibilidad y Compatibilidad entre el uso actual y el potencial de los paisajes, a lo que se agregan los criterios derivados del estudio de las particularidades estructuro-funcionales de los mismos y su estado de degradación.

El diagnóstico geocológico, constituye la base para establecer un cuerpo de recomendaciones, de utilidad para la planificación y la gestión ambiental de los paisajes, que se dirigen básicamente a aquellos cuyo estado geocológico es más crítico: los Alterados y los Agotados.

El análisis bibliográfico y documental realizado en este capítulo, permite establecer algunas conclusiones parciales acerca del problema de investigación:

- El análisis de la literatura consultada, muestra que para enfrentar la situación actual de deterioro de los sistemas ambientales en la Esfera Geográfica, se necesita ante todo, del conocimiento de aquellos sistemas que conforman su medio biofísico, la comprensión de sus atributos sistémicos, sus potencialidades y sus limitantes. Sobre esa base, se podrían establecer las pautas necesarias, con el objetivo de optimizar la relación entre los sistemas naturales y los

sociales.

- Ese conocimiento sólo puede lograrse, asumiendo como objeto de investigación, a los geosistemas o paisajes naturales y antropo - naturales, por ser ellos el tipo de sistema ambiental que sostiene la actividad agropecuaria y estar insuficientemente estudiados a escala regional, como sucede en el marco contextual de la investigación. Por tanto, la construcción de un modelo de desarrollo sostenible en el escenario rural de la provincia de Sancti Spíritus, requiere de resultados científicos (derivados del estudio de sus geosistemas), que fundamenten la toma de decisiones en esa dirección, en el marco de la planificación ambiental.

- En este sentido, la Geoecología del Paisaje ofrece un amplio basamento teórico - metodológico para el conocimiento de la génesis, características y distribución territorial de los geosistemas existentes en el escenario objeto de estudio, así como para la comprensión de sus atributos sistémicos e indicadores geoecológicos (estructura, funcionamiento, estabilidad, sensibilidad y otros) y para la evaluación de su estado actual, todo lo cual puede ser aprovechado en la Planificación y Gestión Ambiental del territorio.

El siguiente capítulo, aborda precisamente los factores que han conformado la diversidad paisajística en esta parte de Cuba y su expresión actual.

CAPÍTULO II - DIVERSIDAD PAISAJÍSTICA DE LA PROVINCIA DE SANCTI SPÍRITUS

En este capítulo se analizan los diferentes factores que han conducido a la formación de la actual diversidad paisajística del territorio objeto de estudio, tanto los de índole natural, como la actividad antrópica por más de 400 años. Como resultado se distinguen, cartografían y caracterizan, los paisajes naturales y antropo - naturales que integran esa diversidad, como paso previo para el estudio de sus propiedades y el diagnóstico de su estado actual, aspectos que son tratados en el capítulo siguiente.

2.1- Factores formadores de la geodiversidad.

2.1.1- Factor geólogo - geomorfológico.

Aunque los conocimientos geólogo-geofísicos sobre la región Mexicano - Caribeña son aún insuficientes, diversos autores reconocen su semejanza con los arcos insulares del océano Pacífico, con sus grandes movimientos horizontales hasta el Eoceno medio, sustituidos desde entonces por movimientos verticales (Iturralde, 1988; Hernández, *et. al.*, 1989; Hernández, *et. al.*, 1995).

Así, la irregular evolución de Cuba dentro del arco insular de las Antillas, en la zona de interacción de las placas Norteamericana y Caribeña, originó una gran complejidad tectónica y litológica, muy evidenciadas en Cuba Central, donde se halla la provincia de Sancti Spiritus. Justamente aquí, aparece una gran diversidad de secuencias rocosas intensamente dislocadas, sobrecorridas unas sobre otras y hasta mezcladas caóticamente, las cuales se hallan parcialmente rodeadas y en parte cubiertas, por depósitos post-orogénicos poco deformados.

Sobre esa heterogeneidad y bajo la influencia conjunta de los movimientos neotectónicos, los agentes exógenos tropicales y las oscilaciones glacioeustáticas del Cuaternario, se han conformado las morfoestructuras y morfoesculturas que definen su relieve contemporáneo, acerca del cual se han sistematizado sus principales rasgos genéticos y tipológicos, aunque - como admiten Magáz y colaboradores (1989) -, todavía no está bien estudiado.

De este modo, los rasgos geólogo - geomorfológicos principales que han condicionado la diversidad físico - geográfica del área de estudio, son los siguientes:

- El emplazamiento, en su porción septentrional, de una potente secuencia de rocas sedimentarias, constituida por mantos de sobrecorrimiento superpuestos, donde predominan las rocas carbonatadas y evaporíticas.

Estos depósitos se han correlacionado tectónicamente con la Plataforma de Bahamas y su Talud Continental, pero las diferencias en los ambientes geodinámicos en que se acumularon, permiten diferenciar varias zonas estructuro-faciales: Canal Viejo de Bahamas, Cayo Coco, Remedios, Camajuaní y Placetas. Por su significado para la parte emergida de la provincia, se analizan brevemente sólo las tres últimas:

La *zona Remedios*, que ocupa la llanura emergida septentrional, está integrada por gruesas series de rocas carbonatadas de aguas poco profundas, que desde fines del Eoceno superior, fueron sepultadas por nuevas secuencias - típicas de un ambiente tectónico tranquilo -, constituidas en lo fundamental por calizas, margas y rocas terrígenas. En el Pleistoceno superior y Holoceno, estas rocas fueron recubiertas por los sedimentos de la formación Camacho

(Kartashov, *et. al.*, 1976; MINBAS, 1989) y depósitos palustres.

Ello explica la formación de llanuras lacuno - palustres en el borde costero y fluvio - marinas en el resto.

La continuidad de estos depósitos, se interrumpe en los afloramientos de Caguanes, Guayarúes y Judas, constituidos por calizas rosadas del Mioceno medio, buzantes al SW entre 45° y 55°, atribuidos por A. Núñez Jiménez (1982), a un sistema de cerros calcáreos que existían al norte de Cuba Central, antes de las transgresiones, los que actualmente conforman cayos y promontorios costeros, en forma de superficies colinosas carsificadas, que subsisten como testigos abrasivos de llanuras marinas, aunque su morfoalineamiento, altitud y litología similares a los Cayos de Piedra, apoyan el criterio de este autor.

Por otra parte, la formación en el Paleógeno de cuencas superpuestas sobre el Margen Continental, propició la deposición del llamado complejo turbidítico - carbonatado - detrítico, representado en esta área por la formación Piedras, del Eoceno superior (que aflora entre Yaguajay y Júcaro, producto del ascenso relativo de algunos bloques aparentemente individualizados). Sobre estas rocas se ha modelado una llanura marina abrasiva con reelaboración denudativa, a 20 - 30 m de altitud, con pendientes de 3 - 5° y una densidad de cauces, inferior a 1 km/km² (Domínguez, *et. al.*, 1986, *op.cit.*).

En la parte occidental de esta llanura, el afloramiento de calizas cretácicas conocido por "Tasajera", debe su presencia, en opinión de este autor, a la exhumación de la secuencia superior de la zona Remedios, lo que se evidencia por su buzamiento de 25° a 50°, su alineamiento siguiendo fracturas y su aislamiento dentro de los depósitos cuaternarios, como alturas tectónico - estructurales intensamente carsificadas.

Por último, en el sur de la llanura aflora una estrecha faja de calizas biogénicas y detríticas del Mioceno medio, que marcan el contacto con las alturas: son las formaciones Yaguajay y Güines, ocupadas por llanuras marinas, donde son comunes los afloramientos carsificados, con un 25 - 50% de la superficie cubierta de lapiez desnudo, así como algunas dolinas.

La zona *Camajuaní*, al sur de la anterior, forma otro cinturón longitudinal compuesto por secuencias rocosas de aguas profundas (silíceo-carbonatadas), típicas del Talud Continental, más deformadas que las de Remedios, que yacen en contacto tectónico mediante un sobrecojamiento hacia el norte, sobre las secuencias de aquella.

Los sedimentos de esta zona, han sido separados en dos subzonas (Jatibonico y Las Villas), diferenciadas por la presencia de sedimentos de aguas poco profundas en la primera y de aguas profundas en la segunda. Grandes fallas lineales delimitan a estas subzonas (Las Villas, Camajuaní, Jatibonico y Yaguajay), determinando pliegues comprimidos lineales con buzamiento al SW, que dan la impresión de un falso monoclinial.

Las causas de esta compresión de las secuencias rocosas por movimientos horizontales procedentes del sur, han sido ampliamente reconocidas en la literatura geológica (Furrazola, *et. al.*, 1964; Knipper y Cabrera, 1974; Iturralde-Vinent, 1988, *op. cit.*; Hernández *et. al.*, 1989, *op. cit.*; entre otros).

En general, la zona Camajuaní presenta secuencias silíceo - carbonatadas, en tanto en Remedios son evaporítico - carbonatadas (Shopov, 1982; Vishnevaskaya, *et. al.*, 1982).

El relieve es de alturas tectónico - estructurales de horsts y bloques, carsificadas, formadas por empujes verticales, a partir de mantos de sobrecorrimiento verticalizados y cuñas tectónicas. Conocidas como Alturas del Nordeste, están delimitadas al norte y al sur, por escarpes tectónicos, diferenciados por la resistencia de la roca madre a los procesos exógenos (en rocas débiles, son suaves y aparecen denudados y erosionados, pero en las calizas cristalinas, son abruptos y están muy carsificados).

En las cimas aplanadas, a 100 - 240 m de altitud, se emplazan superficies carsificadas con escalonamiento ascendente de Norte a Sur, que morfológicamente son llanuras ("Altiplanicie de Meneses", "Valle de Las Llanadas" y "Valle de Alunado"), interrumpidas por colinas carsificadas, en forma de litomorfoestructuras. La configuración de estas superficies, los escalones actualmente enmascarados por la actividad exógena, el desarrollo cársico y la existencia de cortezas de intemperismo maduras, son indicadores de que estas llanuras son restos de superficies de nivelación (Acevedo, 1982), de génesis cársico - denudativa, fragmentadas por neotectónica.

La *zona Placetas*, cuyas secuencias son muy semejantes a Camajuaní, tanto litológica como facialmente (Iturralde, 1981), se distingue por la amplia difusión de los afloramientos de ofiolitas, intercalados con secuencias vulcano - sedimentarias cretácicas y sedimentarias cretácico-paleógenas, que en su conjunto yacen como un melange alóctono sobre las rocas del Margen Continental de las Bahamas.

Debido a ello, las secuencias del tipo Placetas aparecen hoy desmembradas en una serie de cuñas tectónicas rodeadas de ofiolitas, que el propio Iturralde-Vinent (1988, *op.cit.*; 1990) y otros investigadores como Podrachansky y colaboradores (1990), opinan que representan el substrato oceánico de un antiguo mar marginal. Las ofiolitas afloran inmediatamente el sur de las Alturas del Nordeste.

Es evidente que la existencia del melange de ofiolitas con secuencias de las zonas Placetas y en parte Zaza y Camajuaní, resulta de los intensos movimientos horizontales con sobrecorrimientos dirigidos hacia el norte, ocurridos durante la formación del substrato plegado de Cuba, los cuales mezclaron tectónicamente a rocas genéticamente diversas, para formar lo que Knipper y Cabrera (1974, *op.cit.*), definieron como una brecha tectónica gigante - circunscrita por ellos al sector Jarahueca - San Felipe -, a la que denominaron "zona San Felipe".

De este modo, el relieve del centro - norte de la provincia, se distingue por la alternancia de cadenas de alturas de diversa génesis, con llanuras estructuro - denudativas, modeladas indistintamente sobre las ofiolitas y las vulcanitas. En diversas publicaciones (Magáz y Díaz, 1986; Díaz, *et.al.*, 1990), se destaca la interdigitación que caracteriza a las morfoestructuras alineadas de NW a SE, expresada en el relieve como depresiones longitudinales ocupadas por llanuras a 150 - 200 m de altitud, separadas por cadenas de alturas, muy contrastantes litológicamente.

- El predominio, en la porción central de la provincia, de los afloramientos de rocas ígneas, especialmente las efusivas y efusivo-sedimentarias, pertenecientes al "arco volcánico cretácico".

Es la llamada "*zona Zaza*", cuyos depósitos en parte están sepultados bajo sedimentos carbonatado - terrígenos más jóvenes. De modo que, como apuntara Iturralde-Vinent (1995), en la zona Zaza aparecen, junto a sus formaciones típicamente magmáticas, aquellas que se acumularon en ambientes continental o marino.

A partir del análisis de los cortes geológicos, numerosos autores han interpretado la existencia de un archipiélago volcánico durante el Cretácico (Knipper y Cabrera, 1974, *op. cit.*; Iturrealde-Vinent, 1981, *op.cit.*; 1988, *op.cit.*; 1990, *op. cit.*; 1996, b), el que se distinguió por el intenso vulcanismo submarino a distintas profundidades, con emisión de lavas basálticas y andesito-basálticas en su etapa inicial y de lavas andesíticas posteriormente. Los mayores espesores se han detectado en la llamada Cuenca Central, delimitada por la falla La Trocha, con unos 8000 metros de rocas volcánicas.

Sobre estas secuencias rocosas del centro y centro-norte de la provincia, se distribuyen llanuras de génesis denudativa, modeladas directamente sobre el substrato plegado y algunas de sus cuencas superpuestas. Esas llanuras están interrumpidas por alturas aisladas, en grupos, o en morfoalineamientos de dirección NW - SE, que siguen el plano morfoestructural general y que reflejan sucesivas etapas de aplanamiento en las que actuaba la erosión diferencial (Domínguez, 1991,a, *op.cit.*; 1996,b, *op.cit.*), simultáneamente con la actividad neotectónica diferenciada.

Aunque para Cuba no se ha podido establecer un cuadro evolutivo correcto del relieve y de la intensidad y distribución de los procesos antiguos (Magáz, *et. al.*, 1989, *op. cit.*), sí se ha definido que el territorio que ocupan actualmente las llanuras denudativas, ha permanecido en condiciones subaéreas desde el Cretácico en una parte considerable de él y al menos desde el Oligoceno superior en el resto, lo que permitió la formación - entre el Oligoceno y el Mioceno -, de una superficie de génesis denudativa, conocida como "peniplano miocénico" (Iñiguez y Mateo, 1980; Acevedo, 1982, *op.cit.*; ACC, 1989; Díaz, *et. al.*, 1990, *op. cit.*), cuyos restos han sido desmantelados por los procesos exógenos durante el Plioceno - Cuaternario, conservándose sólo algunos en las divisorias más altas de los actuales sistemas montañosos.

Así, las actuales superficies denudativas son jóvenes, aunque conservan la herencia morfoestructural dejada por los procesos tectónicos que originaron el basamento plegado.

Teniendo en cuenta la influencia de la complejidad genética que presentan las llanuras, en la génesis de los paisajes estudiados (tanto las formadas sobre las rocas del substrato plegado y sus cuencas superpuestas, como las que se han modelado en los depósitos de cobertura platafórmica y en las superficies afectadas por la acción fluvial), el autor ha esbozado una caracterización de los diferentes niveles morfoesculturales que ha distinguido en las mismas, durante la preparación de la tesis, incluyendo los valores predominantes de algunos de los índices morfométricos estudiados, en cada caso (Tabla 1).

Esos niveles se corresponden con cambios en la expresión morfológica de los procesos exógenos.

En la propia Tabla, se reflejan los niveles distinguidos en las llanuras formadas sobre rocas intrusivas ácidas, que se distribuyen en toda la periferia septentrional de las montañas de Sancti Spiritus, desde el río Agabama, hasta la capital provincial.

- La amplia difusión de las rocas metamórficas asociadas al macizo de Guamuha, en la porción suroccidental de la provincia, constituyendo el mayor sistema montañoso del centro de Cuba.

Según los criterios más aceptados (Millan y Somin, 1981; Hernández, *et. al.*, 1989, *op.cit.*; Iturrealde-Vinent, 1981; 1988 y

1990, *op. cit.*; ACC, 1989, *op. cit.*), rocas depositadas sobre un substrato continental denominado Caribe, sufrieron en el Cretácico superior, un metamorfismo regional con carácter invertido, que determinó las características estratigráficas actuales.

Tanto el metamorfismo invertido, como la presencia de rocas de la zona Zaza rodeando al macizo se explican, según estos autores, a partir del criterio de que las rocas volcánicas se desplazaron sobre aquellas que componen el macizo y posteriormente, un empuje dirigido verticalmente levantó al mismo como una gran cúpula, se erosionaron las rocas volcánicas de su cima y quedaron al descubierto las rocas del substrato. De este modo, el llamado "macizo siálico del Escambray", aflora como una ventana tectónica, cubierto por el Complejo Mabujina y las rocas del arco volcánico cretácico (Millán, 1996).

Así, predominan actualmente dos complejos rocosos diferenciados: el primero, constituido por eclogitas, esquistos cristalinos y anfibolitas, de las formaciones Algarrobo, Yayabo y otras, y el segundo, integrado por rocas metaterrígenas, metacarbonatadas y metavulcanógenas. En el área de estudio, ambos están bien representados.

En el Mioceno superior, fuertes movimientos verticales levantaron al sistema como una gran cúpula, fragmentando las secuencias rocosas en una multitud de pequeños bloques, los cuales fueron desplazados verticalmente, de manera muy diferenciada. No obstante, ellos forman dos grandes conjuntos: el macizo de Trinidad y el de Sancti Spiritus, separados por la depresión graben del río Agabama.

De este modo, el modelado se ha producido bajo un fuerte control estructural, durante toda la etapa de formación del relieve actual y se ha caracterizado especialmente, por el amplio desarrollo de las morfoesculturas cársicas, erosivas y fluviales, todas ajustadas a morfoestructuras de bloques.

R. Magáz (1994), destaca la prolongada evolución que muestran las morfoestructuras cársicas, que en todas partes se han desarrollado sobre las rocas metacarbonatadas jurásicas de los grupos San Juan y Jibacoa, muchas veces como sistemas cársicos colgados (Pico Potrerillo) y otras como sistemas lenticulares someros (interfluvios de los ríos Cabagán y Cañas), o profundos (premontañas de San Juan de Letrán).

En los esquistos metaterrígenos y metavulcanógenos, son típicas las formas erosivas, las que alcanzan magnitudes notables en virtud de la delezabilidad de las rocas, las fuertes pendientes y las condiciones pluviométricas propias de las montañas. Así, la densidad de cauces supera frecuentemente los 4.5 km/km².

A altitud superior a 500 metros, son típicas las montañas pequeñas en forma de cadenas, unas veces con cumbres blindadas por un casquete de rocas metacarbonatadas carsificadas y otras constituidas totalmente por esas rocas, formando grandes escarpes tectónicos (Fig. 3), que indican - como señalaran Núñez y colaboradores (1988), su estructura monoclinial. El punto culminante se alcanza en el Pico Potrerillo, a 936 metros de altitud.

En el interior de ambos grupos montañosos, las llanuras se ubican en depresiones estructuro - fluviales como Polo Viejo, Pitajones, Banao (Fig. 4), Cacahual y Yayabo, o estructuro - cársicas (La Veintitrés y Llanadas de Mota). En las primeras, el fondo está constituido por llanuras fluviales erosivas onduladas; pero en las segundas, es más plano y las formas fluviales son intermitentes, debido al efecto del carso en el drenaje de las aguas pluviales. Las formas cársicas

abundan en todas las depresiones y en sus laderas.

Al metamorfismo en Guamuhaya, se asocia también el cinturón de anfibolitas que ocupa el borde septentrional del macizo (Complejo Mabujina) y los cuerpos de serpentinitas, anfibolitas y gabros, dispersos dentro de él. Este Complejo, contacta mediante fallas abruptas, con los intrusivos de la zona Zaza por el norte y con las metamorfitas por el sur. Dado que las anfibolitas yacen en la base de la secuencia de Zaza, Millan y Somin (1981, *op.cit.*); Iturralde-Vinent (1990, *op.cit.*, 1996,a) y otros autores, sostienen que ellas pueden constituir la sección inferior metamorfizada, del arco volcánico.

Como consecuencia de la disposición concéntrica de sus pisos altitudinales y de la distribución periférica de las anfibolitas y otras rocas no vinculadas al macizo siálico, pero que contactan tectónicamente con él, las montañas de Trinidad y de Sancti Spíritus están bordeadas por un escalón de premontañas que - de acuerdo a su litología -, pueden clasificarse como tectónico - litológicas y tectónico - erosivas.

- La amplia difusión de los afloramientos pertenecientes a la Cobertura de la Plataforma Moderna, depositadas discordantemente sobre el substrato plegado, entre el Eoceno superior y el Holoceno, en condiciones marinas o continentales.

Estos depósitos homogenizaron la complejidad litológica del basamento y se localizan hoy en toda la llanura septentrional, en la llanura suroccidental y en la mitad suroriental de la provincia, o sea, en todas aquellas áreas donde el estilo vertical de los movimientos neotectónicos, mantuvo una tendencia dominante al hundimiento, en algún momento de la etapa de desarrollo platafórmico, lo que permitió la acumulación de dichas secuencias, que afloran en forma de cinturones o bandas paralelas, disminuyendo en edad desde el centro de la provincia (Oligoceno), hasta sus costas (Holoceno), como se deduce del análisis de las formaciones litológicas distinguidas (MINBAS, 1989, *op.cit.*).

Sobre esa cobertura sedimentaria poco deformada, se han modelado llanuras escalonadas desde el nivel del mar, hasta unos 100 m en el interior, pasando a superficies denudativas a mayor altitud. Ese escalonamiento, es consecuencia de la discontinuidad de los movimientos neotectónicos, con alternancia de etapas de ascenso y disección, con etapas de estabilidad y aplanamiento (Díaz, *et. al.*, 1990, *op.cit.*).

El basamento litológico, el tipo genético de llanura - siguiendo la clasificación de Spiridonov (1981) -, y los procesos exógenos que lo caracterizan, varían entre un escalón y otro, como se refleja en la Tabla 1.

Las *llanuras fluviales*, que se han desarrollado epigenéticamente (Díaz, *et. al.*, 1990, *op. cit.*), se asocian tanto a la cobertura platafórmica - donde se encuentran sus niveles inferiores, que se han formado a partir de superficies de génesis marina -, como a las estructuras del substrato plegado, donde aparecen los niveles superiores, formados a partir de superficies de génesis denudativa (Domínguez, 1991,a, *op.cit.*). Se distribuyen a lo largo de los ríos principales: Agabama, Zaza, Jatibonico del Sur, Jatibonico del Norte y sus tributarios.

Los niveles superiores de las llanuras fluviales, se caracterizan por la fuerte contrastividad entre:

a) el área del plano de inundación antiguo, donde los depósitos están consolidados, las pendientes generalmente tienen inclinación inferior a 3° , la densidad de cauces es muy débil ($0.3 - 1 \text{ km/km}^2$) y se distinguen hasta dos niveles de terrazas acumulativas.

b) el resto de la llanura fluvial, caracterizada por la presencia de varios niveles de terrazas erosivas diseccionadas, que se reflejan en el relieve como colinas aplanadas o fuertemente onduladas. Este sector se formó allí donde la densidad de cauces fue superior, debido a la inclinación de la superficie denudativa sobre la cual se establecieron las redes de drenaje durante los periodos húmedos del Pleistoceno y finalmente, la red actual. Por ello, son comunes los elevados valores morfométricos, como ocurre al Este del embalse Zaza, donde las pendientes se inclinan entre 8 y 15° y la densidad de cauces se aproxima a los $4,5 \text{ Km/Km}^2$.

De este modo, en los niveles superiores de las llanuras fluviales, pueden diferenciarse tres superficies, simétricas con respecto a los cauces:

- la superficie acumulativa plana, con pendiente de $0 - 1^{\circ}$ y disección casi nula.

- la superficie transicional acumulativo - erosiva, con pendientes entre 1 y 3° , raramente hasta 5° , ligeramente diseccionada.

- la superficie erosiva alta, con pendientes entre 5 y 15° , muy diseccionada.

Los cauces aparecen profundamente encajados en los depósitos aluviales (hasta más de 15 metros) y en sus márgenes se están formando nuevos niveles de terrazas acumulativas.

Por otra parte, los niveles inferiores de las llanuras fluviales, se emplazan a altitudes entre 5 y 80 m , sobre depósitos aluviales sueltos de gran espesor. Contienen entre dos y tres niveles de terrazas acumulativas (con pendientes generalmente inferiores a 1° y muy escasa disección), separadas por suaves taludes. El encajamiento de los cauces, no supera los 5 metros, en la generalidad de los casos.

Como se aprecia, el carácter de los depósitos y la posición geomorfológica, han determinado una gran variedad de tipos de llanuras, especialmente durante la etapa Plioceno - Cuaternaria.

2.1.2- Factor hidroclimatológico.

Por efecto de su posición geográfica y de las peculiaridades de su relieve, las condiciones climáticas de Sancti Spíritus, no difieren sustancialmente de las que imperan en otras regiones del país, con características semejantes: predominio de condiciones tropicales marítimas, con un verano relativamente húmedo; incremento del promedio anual de precipitaciones desde las costas ($1\ 000 - 1\ 200 \text{ mm}$), hacia las llanuras interiores, donde se intensifica la convección ($1\ 400 - 1\ 600$) y hacia las montañas de Guamuhaya (superior a $1\ 800 \text{ mm}$, con un máximo de casi $2\ 100 \text{ mm}$, en las de Trinidad); la mejor distribución - en esa misma dirección -, de las precipitaciones durante el año, favorecida por la influencia en el período menos lluvioso, de frentes fríos que aportan lluvias en todo el territorio (aunque con una reducción hacia la llanura costera del sur).

Es decir, se corresponde con la subregión Caribe Noroccidental, en la que predominan los vientos estacionales y

calmas, con influencia continental en invierno (Barranco y Díaz, 1989). Dentro de esta subregión, estos autores diferencian tres tipos de clima, todos representados en la provincia:

1-Tropical con verano relativamente húmedo (sabanas), en las llanuras y alturas.

2-Tropical húmedo con lluvias todo el año (selvas tropicales), en áreas de las montañas de Sancti Spiritus y en la mayor parte de las de Trinidad.

3-Templado cálido con lluvias todo el año, en las cimas de las montañas de Trinidad (Tabla 2).

Como en el resto de Cuba, en la formación del clima tropical de Sancti Spiritus, juega un papel determinante la radiación solar incidente, la cual es alta durante todo el año, aunque muestra una disminución en su magnitud media anual, desde las costas (más de 17 MJ/m^2), hacia las llanuras interiores ($16.0 - 16.5 \text{ MJ/m}^2$) y de éstas a las montañas, donde decrece con la altitud, para llegar a $15.0 - 15.5 \text{ MJ/m}^2$, en las cimas. Como es de suponer, el efecto de la orografía en la inclinación de las pendientes y en la nubosidad se acentúa en esa dirección, ya que provoca la reducción de la suma anual de horas - luz y con ello, de la radiación solar global.

Todo esto se refleja en variaciones espaciales en el campo térmico: en el régimen anual, las diferencias esenciales se manifiestan entre la llanura costera suroccidental, donde se registran las máximas medias (Trinidad, con 26.1° C y Pojabo, con 25.6° C , son representativos del sector) y el resto del territorio de llanuras, con valores entre 24.0° C y 25.0° C . De manera excepcional, las temperaturas medias rebasan los 25.0° C , como se aprecia en la Tabla 3.

Las mínimas medias, se relacionan con la influencia altitudinal y coinciden con las montañas, donde decrecen hasta 20.8° C en Topes de Collantes.

El análisis de la Tabla 3, muestra que entre áreas aledañas, el comportamiento térmico anual sufre modificaciones, relacionadas con factores locales tales como la cercanía al mar, la ausencia de barreras orográficas y otros.

Aunque en Cuba la variación media diaria de la temperatura del aire supera significativamente a la anual, la carencia de información, no permitió analizar las particularidades de este fenómeno, en el área objeto de estudio.

En cuanto al inicio de la temporada invernal, que se relaciona con el paso de la temperatura media por debajo de los 25.0° C , las estadísticas indican que - como en el resto de Cuba -, en la mayor parte del territorio, coincide con la fecha del mes de noviembre. Sin embargo, en algunos sectores de las llanuras interiores y en la costa Sudeste, tal fenómeno sólo se manifiesta en diciembre, mientras que en las montañas, la influencia altitudinal adelanta dicha fecha con la altura, de tal manera que en las cimas del bloque de Trinidad, la temperatura media nunca supera los 25.0° C .

Durante el período invernal y en correspondencia con el paso de los frentes fríos de diversos tipos, son frecuentes las mínimas entre 7 y 10° C , en estaciones ubicadas en las llanuras del centro, donde se evidencian rasgos de continentalidad, derivados de su mayor distancia respecto al mar (Centro Meteorológico Provincial, 1995). En contraste, las máximas diarias de la temperatura en el verano, superan los 30° C en esas mismas regiones, produciendo frecuentemente, sensaciones de calor sofocante en horas del mediodía, cuando la temperatura y la humedad relativa del aire, exceden ciertos valores críticos (Lecha, 1987).

Las precipitaciones, consideradas el elemento meteorológico de mayor importancia al estudiar el clima cubano (Lecha,

et. al., 1994,a), se concentran en el llamado "período lluvioso", de mayo a octubre, en el cual ocurre más del 80 % del total de precipitación anual en las llanuras costeras y entre el 70 y 80 % en las restantes áreas, incluidas las montañas (donde resulta significativo que durante ese período, se produzcan entre el 72 y el 76 % del total anual de precipitaciones).

El volumen anual de precipitaciones, calculado para el territorio provincial, es de 1 472.36 mm, aunque su distribución espacial muestra diferencias muy significativas, debido principalmente a la altitud y la diferenciación exposicional.

Así, por ejemplo, el promedio anual en el área costera de Trinidad, situada a sotavento del macizo de Guamuhaya, es de solo 1 119 mm, mientras que en Topes de Collantes, ubicado en las cimas del bloque montañoso de Trinidad, llega a 2 062.8 mm y en Alto Jobo (Gavilanes), también en la cima, pero del bloque montañoso de Sancti Spíritus, es de 1 844.1 mm, en tanto que en la capital provincial, cerca de la macrovertiente de barlovento, es de 1 556.0 mm. Hacia las llanuras costeras, se producen ligeros descensos del volumen anual de precipitaciones, acentuados al Nordeste y al Sudeste, como se deduce del análisis de la Tabla 3.

Dado que el mayor volumen de precipitaciones se produce en el período lluvioso, es oportuno destacar la génesis de las mismas durante el llamado "régimen normal de verano", que se caracteriza por la ocurrencia de tormentas en horas de la tarde y primeras horas de la noche, las que aportan la mayor parte del volumen anual de precipitaciones (Lecha, *et.al.*, 1994,a, *op.cit.*) y que responden a la formación de una zona de convergencia diurna, por la interacción entre los sistemas de brisas de ambas costas.

Esa zona de convergencia, comunmente ubicada hacia las llanuras interiores, sufre desplazamientos hacia el Norte y el Sur, que se acompañan del incremento de la ocurrencia de turbonadas en las llanuras costeras: cuando se desplaza al Norte, ocurre un reforzamiento de la brisa en la costa sur, el viento gira al Este y Sudeste y se generan tormentas en la llanura septentrional; mientras que al desplazarse al Sur, se refuerza la brisa en la costa norte, con vientos del Nordeste al Este, se frena la penetración de la brisa en la costa sur y se originan tormentas allí y también en la vertiente de barlovento de las montañas.

La ocurrencia de tormentas de verano, tiene una estrecha relación con la influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte: al aumentar esa influencia, disminuyen las condiciones para la formación de tormentas. Así, durante los meses de enero a abril, etapa en la que el centro del anticiclón se halla con mayor frecuencia en las inmediaciones de las islas Azores, se facilita la penetración de frentes fríos y otros procesos de origen extratropical, mientras que de mayo a diciembre, cuando generalmente se halla en el centro del océano, se produce una alta influencia, con tipos de tiempo soleados y cálidos, con poca precipitación y cambios del régimen de vientos superficiales, que propician o no, el establecimiento de condiciones para la formación de tormentas (Lecha, *et. al.*, 1994,b).

La influencia de las condiciones climáticas en la formación y diferenciación de los paisajes del territorio estudiado, se puede expresar sintéticamente mediante el cálculo del humedecimiento, cuya variabilidad espacial responde a la heterogeneidad de las temperaturas y, principalmente, de las precipitaciones.

Contando con la información de 14 estaciones (4 climatológicas y 10 hidroclimatológicas), se efectuó el cálculo del

Coefficiente de Humedecimiento medio (K), tanto mensual como anual, para cada una de esas estaciones (Tabla 4).

Tabla 4: Condiciones de humedecimiento medio mensual y anual, en las estaciones analizadas (elaborada por el autor).

Estaciones seleccionadas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Presa Legrije	0,44	0,56	0,51	0,56	2,02	3,09	1,52	1,74	2,52	2,03	0,95	0,28	1,35
Jatibonico del Sur	0,36	0,54	0,44	0,42	2,07	3,17	1,78	2,15	2,85	2,63	0,58	0,17	1,4
Pojabo	0,34	0,47	0,43	0,44	1,61	3,02	1,96	2,29	3,28	2,24	0,59	0,26	1,35
Paso Ventura	0,45	0,57	0,51	0,66	2,07	3,76	2,07	2,28	3,1	2,78	1,06	0,34	1,6
Presa Zaza	0,37	0,61	0,49	0,49	2,17	2,91	1,88	2,43	3,41	2,01	0,74	0,26	1,46
Ciudad S.Spiritus	0,38	0,59	0,57	0,55	2,89	2,81	2,0	2,76	3,62	2,77	0,95	0,95	1,59
Trinidad	0,31	0,36	0,34	0,33	1,78	1,16	1,05	1,39	1,98	1,25	0,58	0,23	0,88
El Jibaro	0,33	0,46	0,36	0,65	2,05	2,21	2,02	2,22	3,22	2,1	0,7	0,31	1,34
Alto Jobo	1,01	0,82	1,0	0,9	3,34	3,22	2,27	2,77	3,81	2,62	2,31	0,87	2,04
Top. de Collantes	1,48	1,46	1,02	1,53	5,53	5,16	2,89	3,69	6,61	4,9	3,08	1,06	3,15
Caibarién	0,43	0,53	0,61	0,72	1,71	1,79	0,97	1,57	1,75	2,75	1,18	0,44	1,22
C.Cfgos(Falla)	0,44	0,58	0,63	0,48	2,3	2,35	1,19	1,67	2,35	2,81	1,25	0,41	1,49
Venezuela	0,28	0,32	0,36	0,38	1,54	2,58	1,42	1,8	2,2	2,06	0,66	0,19	0,97
Júcaro	0,34	0,45	0,32	0,29	1,62	2,15	1,29	1,54	2,43	1,91	0,52	0,29	1,1

Nota: El Índice de Humedecimiento mensual y anual (según la ecuación de Ivanov), se determina sobre la base de la información reportada por la red de estaciones de la provincia y zonas aledañas.

Para ello se utilizó la ecuación propuesta por G. N. Vysotski y N. N. Ivanov (Díaz, 1989).

Aunque el humedecimiento no es sólo climático, la selección del coeficiente estuvo determinada por la información disponible y porque éste constituye un índice integral de humectación global (Riabchikov, 1976)

Este coeficiente, relaciona la precipitación media mensual en milímetros, con la evapotranspiración potencial y proporciona una valiosa información acerca del humedecimiento, tanto anual como mensual, lo que a su vez permite proyectar las acciones de manejo, con un criterio científico.

El procesamiento de los resultados obtenidos en dicho cálculo, permitió clasificar el comportamiento espacial del humedecimiento en el territorio, en cuatro categorías:

- Insuficiente ----- $K < 1.0$
- Moderado ----- $K = 1.0 - 1.4$
- Suficiente ----- $K = 1.4 - 1.7$
- Abundante ----- $K > 1.7$

Al insertar el método de cálculo (Trujillo, *et.al.*, 1983), para analizar la distribución espacial del indicador, se logró también confeccionar los mapas de humedecimiento medio (anual y del período menos lluvioso), de la provincia en su conjunto, los cuales resultaron de gran utilidad, como mapas auxiliares para el análisis paisajístico.

En la tesis, la información utilizada para elaborar esos mapas, se llevó a una expresión gráfica (Gráficos 1 y 2).

Como se aprecia en el Gráfico 1, la mayor parte del territorio provincial, presenta condiciones de humedecimiento medio anual "Suficiente", en tanto las llanuras costeras tienen un déficit ligero (el humedecimiento es "Moderado") y en el

sector de llanura Cabagán - Agabama, es "Insuficiente". En cambio, para las montañas es "Abundante" (sobrehumedecimiento), con un máximo en el área de Topes - La Felicidad, donde el valor del índice llega a 3.15 y una disminución muy brusca en la vertiente de sotavento, hasta alcanzar 0.88, en Trinidad (estos son los valores extremos del coeficiente, en la provincia).

En el caso del comportamiento espacial del indicador, durante el período menos lluvioso (Gráfico 2), se aprecia que el humedecimiento es Insuficiente en toda el área no montañosa de la provincia, durante esa época del año. En este período, los valores más bajos del indicador, permiten definir el carácter de la sequía, la cual resulta clasificada como:

Intensa ----- cuando $K < 0.5$
 Moderada ----- cuando $K = 0.5 - 1.0$
 Débil ----- cuando $K > 1.0$

La propia Tabla 4, evidencia que los paisajes de llanuras del nordeste de la provincia y de todo el sector centro - oriental y meridional, sufren los efectos de la sequía intensa durante esa época del año, con un carácter más acentuado en las llanuras meridionales y especialmente, las de Trinidad (en el norte, la sequía intensa es menos severa, por los aportes de precipitaciones asociados a los frentes fríos).

Al considerar la Frecuencia de este fenómeno (número de meses en los que el índice de humedecimiento es inferior a 0.5), los paisajes de la llanura meridional, son los que reciben este impacto natural. En el resto de la provincia, predomina la Frecuencia Débil (menos de dos meses de sequía intensa).

Por otra parte, el hecho de que se halla calculado el humedecimiento medio mensual para cada estación, permitirá elaborar los mapas mensuales de toda la provincia, muy útiles en la toma de decisiones acerca de la época más apropiada para las siembras, la organización del calendario de riego y otras relacionadas.

Una de las variables que intervienen en el humedecimiento (las precipitaciones), constituyen la única fuente de alimentación que determina el comportamiento de los procesos asociados al escurrimiento fluvial, tanto de manera directa, como a través de la alimentación subterránea. Este fenómeno - propio también para el resto de Cuba (Batista y Rodríguez, 1986; Batista, 1987) -, se refleja en el irregular régimen hídrico de los ríos, con crecidas y estiajes, coincidentes con los períodos lluviosos y menos lluviosos, respectivamente.

Esto, aún cuando la alimentación subterránea, asegura un régimen permanente para la mayoría de los ríos espirituanos, que interactúan de una u otra forma a través de su curso, con rocas carsificadas, donde se encuentra una notable reserva de aguas subterráneas.

Sin embargo, la diversidad de condiciones litológico - estructurales y geomorfológicas imperante, ha contribuido a la formación de una densa red de drenaje superficial y de numerosas cuencas hidrogeológicas, que le confieren a Sancti Spiritus, la particularidad de ser una de las provincias cubanas más ricas, en cuanto a disponibilidad de recursos hídricos.

Otra particularidad, radica en que aunque la red fluvial está organizada en dos vertientes fundamentales: la norte y la sur, con el parteaguas principal al centro-norte, la mayor parte del escurrimiento superficial se produce a través de

sistemas fluviales notables para Cuba: Jatibonico del Norte, Agabama, Zaza y Jatibonico del Sur.

En el caso de la densidad de la red fluvial o densidad de cauces, que expresa la relación entre la longitud total en kilómetros de los cauces permanentes e intermitentes que drenan una cuenca, respecto al área de la misma, se calculó su valor para todo el territorio provincial, utilizando hojas topográficas a escala 1: 50 000 de diferentes épocas (para reconstruir las redes que han sido parcialmente modificadas), así como fotografías aéreas y un minucioso levantamiento de campo.

En los sectores del Nordeste y el Sudeste, donde la escasa red de drenaje natural que existía, fue totalmente reconstruida mediante un complejo sistema de drenaje y riego artificial, este indicador no fué cuantificado.

Los resultados - utilizados en la evaluación del relieve para las actividades agropecuarias -, reflejan la estrecha relación que existe entre la organización de los sistemas fluviales y los restantes factores físico - geográficos, tales como la litología; la carsificación; la altitud de la cuenca y otras especificidades del relieve local; la distribución de las precipitaciones; entre otros (Tabla 5).

Así, en la llanura septentrional - caracterizada por su escasa pendiente, suelos impermeables, poca altitud respecto al nivel del mar y cercanía de las Alturas del Nordeste a la costa -, la formación del escurrimiento se dificulta, atravesándola solo pequeños arroyos (muchos de ellos intermitentes), que nacen en las alturas y tienen cuencas muy reducidas, como por ejemplo: Seibabo, Cristobal, Los Lazos, Caguanes, Máximo y Urbaza. En las alturas, donde tienen su nacimiento, la carsificación les confiere un carácter intermitente, e incluso ocasional (asociado a la ocurrencia de lluvias torrenciales).

Por otra parte, las cuencas ubicadas en la llanura costera del sur, tienen similares características, excepto en la periferia meridional de las montañas de Sancti Spíritus, donde la densidad se incrementa como resultado de la combinación de varios factores, especialmente el relieve suavemente ondulado y el mayor número de precipitaciones, los que originan corrientes caudalosas en las cuencas, como ocurre en los ríos Cayajaná, Yagua, Guasimal, Mayabuna, Salado (afluentes del Zaza), Banao, Tayabacoa, Higuanojo, San Pedro y otros.

Al sur de las montañas de Trinidad, el drenaje se produce a través de las formas cárnicas en la llanura costera, la cual es atravesada por ríos alóctonos, cuyas cuencas - durante su recorrido por la llanura -, se reducen prácticamente al área del cauce.

Una situación completamente diferente se presenta en las llanuras interiores, con otras condiciones para la formación del escurrimiento, como son: la mayor altitud de las cuencas; las gradientes de pendientes de la superficie ondulada o colinosa, que facilita el movimiento superficial del agua; la ausencia de superficies de carso desnudo; la presencia de extensos afloramientos de rocas deleznales y otros. Allí, la densidad de cauces es mucho mayor, así como el número de subcuencas de orden inferior (casi todas vinculadas a las cuencas principales de los ríos Agabama, Zaza, Jatibonico del Sur y - en menor medida -, Jatibonico del Norte).

Por último, en las montañas, con altos volúmenes de precipitaciones, pendientes muy fuertes y rocas deleznales como los esquistos metaterrígenos, se obtienen los mayores valores de la densidad de la red fluvial, superiores incluso a los

obtenidos por J. L. Batista (1987, *op.cit.*), en un análisis de 632 cuencas, distribuidas en las islas de Cuba y de la Juventud, lo que se explica por el hecho de que en nuestro caso, se determinó el índice para cuencas de tercero y cuarto orden, cuya densidad es a veces mayor que la imperante en la cuenca receptora a la que se subordinan (Carmenate y González, 1994). Las áreas carsificadas de las montañas, se excluyeron del cálculo.

Dado que la intensidad de la erosión hídrica, aumenta desde las costas hacia las llanuras del interior y de éstas hacia las montañas (por efecto del escurrimiento líquido generado por las precipitaciones), es evidente que el módulo del escurrimiento sólido, muestra un comportamiento similar.

Sin embargo, en aquellas áreas de llanuras onduladas dedicadas a cultivos temporales con roturado periódico, como la de Cabaiguán - Jatibonico, su valor crece de manera vertiginosa, llegando a magnitudes entre 100 y 200 ton/km²/año (Pérez y Karasik, 1989), lo que pone de manifiesto la importancia de la erosión inducida en el territorio de la provincia, especialmente hacia estas llanuras onduladas y en las alturas y montañas, así como la gravedad de la problemática de los azolves, que reducen drásticamente la capacidad de los embalses (en especial de los pequeños, construidos para satisfacer la demanda de riego para cultivos como tabaco, granos y hortalizas) y afectan la calidad del agua de abasto humano, en los que se destinan a ese propósito.

En el caso de las ciénagas, carecen de escurrimiento fluvial organizado; su alimentación proviene no sólo de las precipitaciones y los ríos que en ellas desembocan, sino también del escurrimiento subterráneo de las llanuras aledañas. En ellas son comunes las lagunas de agua salobre, concentradas en su mayoría en las formaciones deltaicas de los ríos Agabama, Higuanojo y Zaza. La drástica reducción del suministro de agua dulce a las ciénagas en el sector Sudeste, debido a la construcción de complejas obras de riego, ha generado diversos procesos de degradación en las lagunas y el litoral, principalmente.

2.1.3 - Factor edafo-biogénico.

Como factor de formación de la geodiversidad, el mosaico de suelos del área de estudio, con su correspondiente variedad de formaciones vegetales, han desempeñado un significativo papel.

Tales condiciones naturales, derivadas de la gran diversidad litológica y de relieve, en un territorio insular tropical, han sido reconocidas por edafólogos, biogeógrafos, botánicos y otros investigadores. En las publicaciones resultantes, tanto las relacionadas con los suelos (Mesa y colaboradores, 1992; MINAGRI, 1984; 1986), como las dedicadas a la flora y vegetación (Capote y Berazaín, 1985; Borhidi, 1985; 1996; Borhidi y Muñiz, 1986), se enfatiza en esas conclusiones, destacándose la presencia en Sancti Spíritus, de la mayoría de los tipos de suelos y de formaciones vegetales, distinguidos en Cuba.

Así, resalta la amplia distribución de los suelos Ferralíticos en las llanuras meridionales, las cimas aplanadas de las Alturas del Nordeste y el interior de Guamuhaya.

En el primer caso, suelos Ferralíticos rojos ocupan las terrazas abrasivas modeladas en calizas y biocalcarenititas, en la llanura costera entre los ríos Cabagán y Guaurabo. Al parecer, en su formación influyeron los sedimentos terrígenos

procedentes de las montañas, lo que explicaría su discontinuidad, delgadez y presencia en los depósitos aluviales de los ríos que atraviesan esta llanura. Alternando con ellos y vinculados genéticamente a las calizas, se han identificado suelos de Rendzina roja.

Sobre ellos se desarrolla un bosque semideciduo micrófilo, condicionado principalmente por la posición a sotavento de las montañas de Trinidad, donde las precipitaciones no superan los 1 200 mm anuales y el humedecimiento es Insuficiente ($K < 1$), así como por el substrato carsificado.

Este bosque sufre una creciente degradación por la tala sistemática para fabricar carbón vegetal, lo que incrementa su fragilidad ecológica, como apuntara Borhidi (1995).

En el sector litoral de esta llanura, a partir de la parte alta del primer nivel de terraza, dominan las superficies carsificadas desnudas, con Rendzina roja sólo en las oquedades. Esto, unido a la acción constante de vientos fuertes y a la sequedad climática y fisiológica, determinan el carácter arbustivo y xerófito de la vegetación, que está constituida por un matorral xeromorfo costero y subcostero, con abundancia de suculentas (manigua costera), actualmente sustituido por matorrales secundarios. En Caguanes y los Cayos de Piedra, la manigua costera se ha conservado.

En tanto, en la porción inferior del primer nivel de terraza, se desarrolla el complejo de vegetación de costa rocosa, sobre un substrato de calizas organógenas muy carsificadas. Los fuertes y continuos vientos cargados de sales, la invasión del oleaje durante las tormentas y la ausencia de una cubierta de suelos, hacen de ésta, una vegetación de arbustos achaparrados aislados, intercalados con numerosas suculentas, que aparece además, en Caguanes y los Cayos de Piedra.

También existen suelos Ferralíticos rojos en el sector comprendido entre los ríos Guaurabo y Zaza, desarrollados sobre sedimentos rojos, transportados desde las montañas. Ellos recubren a las rocas terrígenas y carbonatadas del Mioceno (propias de la cobertura platafórmica) y proceden de un eluvio ferralítico que durante las fases áridas del Pleistoceno, fue trasladado por erosión hídrica y eólica, hacia su emplazamiento actual (Ortega y Acevedo, 1987; Ortega, 1994).

Al Este del embalse Zaza, alterna con el Ferralítico amarillento, emplazados ambos sobre margas y depósitos aluviales, lo que expresa una disparidad total con los procesos edafógenos de estas rocas, e induce la posibilidad de que procedan de materiales redepositados provenientes del Nordeste. La vegetación original establecida sobre ellos, era de bosque semideciduo mesófilo típico, actualmente desaparecidos por los impactos antrópicos.

Entre Trinidad y La Sierpe, un cinturón de suelo Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, ocupa los escalones intermedios de la llanura marina, alternando localmente con el Ferralítico rojo lixiviado y el Ferralítico cuarcítico amarillo-rojizo lixiviado. Su vegetación característica, representada por sabanas naturales, sólo se conserva en Casilda, como sabanas seminaturales arbustosas (Orozco, 1999).

En las Alturas del Nordeste, ocupando superficies planas a 200 - 250 m y en el fondo de las depresiones cársicas, los suelos Ferralíticos rojos se hallan sobre calizas, que al parecer constituyen su roca madre. Sobre ellos pudieron establecerse, a partir del volumen de precipitaciones y el humedecimiento Abundante ($K > 1.7$), bosques siempreverdes mesófilos de baja altitud (de llanura), como pensaron E.García y colaboradores (1989).

Un reducto de esta formación, fue cartografiado recientemente por el autor de esta tesis, durante los estudios realizados en el Area Protegida Jobo Rosado (Orozco y Domínguez, 2000).

En las montañas, suelos Ferralíticos rojos formados in situ, ocupan los interfluvios denudativos. Sobre los 700 m de altitud, conservan restos de bosque pluvial, como ocurre en las cercanías de Topes de Collantes, así como en Gavilanes, La Sabina, Tetas de Juana y otras pequeñas áreas de las divisorias no carsificadas.

En los interfluvios que no alcanzan dicha altitud, así como en las pendientes y el fondo de las depresiones, estos suelos sustentan focos de bosque siempreverde mesófilo submontano, que se conservan como "cayos de monte" dentro de la vegetación secundaria predominante (Fig. 5). Precipitaciones que superan los 1 800 mm anuales y un humedecimiento Abundante ($K > 1.7$), favorecieron su establecimiento.

Las montañas constituyeron el centro de dispersión de la flora espiritana, durante el establecimiento del Óptimo Climático Postglacial, pues - como destacan diversos investigadores (Ortega y Arcia, 1982; Ortega, 1983, 1994, *op.cit.*; Shubert, 1989) -, en ellas la aridización no alcanzó la magnitud de las llanuras, permaneciendo siempre más húmedas y con vegetación forestal (contrastante con los espacios abiertos de vegetación xerofítica de aquellas).

Acerca del origen de los suelos Ferralíticos de Cuba, los criterios más difundidos se resumen en publicaciones de autores como Peñalver y colaboradores (1982); Formell y Buguelsky (1974); J. L. Díaz y colaboradores (1986); Ortega y Acevedo (1987, *op.cit.*). Su análisis permite constatar dos puntos de vista:

- Que los sedimentos rojos son productos redepositados del intemperismo de las serpentinitas.
- Que los suelos Ferralíticos proceden de la disolución cársica de calizas con alto contenido de sedimentos insolubles, procedentes de las ultrabasitas y esquistos.

Analizando ambas posiciones, puede asumirse que en el área estudiada, existen evidencias de ambos orígenes, por lo que el autor coincide con Formell y Buguelsky (1974, *op.cit.*).

Vinculados a estos suelos, se distribuyen ampliamente los Ferralíticos pardo-rojizos, cuyo origen es complicado - como admite M. Bollo (1992) -, por proceder de la redeposición de sedimentos rojos y silíceos mezclados.

En cambio, el suelo Ferralítico rojo - pardusco ferromagnesial, refleja un fuerte control litológico sobre el complejo suelo-vegetación, al originarse sobre rocas serpentinizadas y sus eluvios ricos en elementos ferromagnesiales. Esto explica su presencia en las colinas de Pedro Barba - Las Minas y Jobosí - San Felipe, así como en pequeños afloramientos serpentínicos de las llanuras denudativas más altas y de las montañas de Sancti Spíritus.

Aunque las precipitaciones corresponden al bosque siempreverde, su xerofitismo se asocia al denominado "efecto de serpentina", analizado por diversos autores (Avila, *et.al.*, 1985; Berazaín, 1981; Bordács y Borhidi, 1995; Borhidi, 1996, *op.cit.*; entre otros). Su rasgo más importante, es la abundancia de palmas pequeñas, pertenecientes a los géneros *Coccothrinax* y *Copernicia*, muy resistentes a los impactos antrópicos (pastoreo, quema, etc).

Los Pardos, son los suelos mejor representados en Sancti Spíritus, con una diferenciación en tipos, que depende estrechamente de la litología: los Pardos sin Carbonatos, sobre el complejo vulcanógeno - sedimentario (tobas y lavas); los Pardos con Carbonatos, sobre las rocas calcáreas (margas, areniscas calcáreas y otras) y los Pardos grisáceos,

sobre granitoides y esquistos metaterrígenos, principalmente.

De este modo, en las llanuras denudativas y colinas residuales del centro de la provincia, se difunden suelos Pardos sin Carbonatos, generalmente poco a muy poco profundos, debido a la erosión que han experimentado (en parte inducida por la deforestación y el prolongado uso intensivo) (Fig. 6). En Guamuhaya, ocupan la periferia septentrional, en colinas y alturas premontañas, sobre rocas vulcanógenas y ofiolitas, con evidencias de mayor degradación aún.

Sin embargo, mucho más difundidos están los suelos Pardos con Carbonatos, que son los predominantes, con amplia representatividad en llanuras, alturas y montañas.

Comunmente, se han formado a partir de rocas terrígenas y carbonatadas - tanto en las cuencas superpuestas del interior, como en los depósitos de cobertura posteocénicos de las llanuras subcosteras -, aunque en Guamuhaya aparecen sobre esquistos carbonatados y sus productos de meteorización.

Por último, los suelos Pardos Grisáceos se circunscriben a las montañas y su periferia septentrional, formados sobre esquistos metaterrígenos y granitoides, respectivamente. Sus principales áreas de distribución, son la llanura Sopimpa - Sancti Spíritus, la llanura de Banao y las elevaciones submontañas de la periferia Sudeste de las montañas de Sancti Spíritus.

La situación geográfica de los suelos Pardos, condicionó el establecimiento de uno u otro tipo de vegetación sobre ellos, especialmente por el régimen de pluviosidad y el humedecimiento. Así, aunque dominaba el bosque semidecíduo mesófilo típico, localmente surgieron bosques siempreverdes mesófilos de baja altitud, en las montañas y sus llanuras periféricas.

La utilización económica de las valiosas especies maderables de los bosques siempreverdes y semidecuidos fundamentalmente, constituyó la causa más importante de la continuada reducción de sus áreas de distribución, tanto en la época colonial, como en la primera mitad del siglo XX.

Esto explica la supervivencia de especies con escaso valor económico, cuyos ejemplares jóvenes son comunes en el centro del territorio: *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Cordia gerascanthus*, *Zanthocylum martinicensis*, *Trichillia hirta*, *Trichillia havanensis* y otras.

Los suelos Oscuros Plásticos, cuyas propiedades vérticas y el alto contenido de arcilla montmorillonita le confieren un drenaje deficiente, se desarrollan en las llanuras costeras bajas, formando catenas con los suelos Hidromórficos, que se ubican en los niveles más bajos (en las ciénagas) y con los Pardos con Carbonatos, de los niveles superiores. No obstante, como admiten Hernández y colaboradores, (1982), aparecen también en el interior, asociados a antiguos depósitos aluviales, como los existentes en los planos de inundación antiguos de los ríos Zaza, Calabazas, Tuinucú y otros, donde alterna con los suelos Aluviales.

El subtipo predominante, es el gleyzado, típico en los municipios de Yaguajay, La Sierpe y el sur de Sancti Spíritus, al que se vinculaban los "bosques semidecuidos mesófilos de humedad fluctuante", que crecían en áreas estacional u ocasionalmente inundadas, con escurrimiento superficial desorganizado y lento. Actualmente, han desaparecido por la expansión agrícola y ganadera, quedando en esas llanuras, un exponente de su composición florística que - por

razones económicas -, se conservó mejor: los palmares de *Roystonea regia* y (principalmente hacia el centro de la llanura meridional), los palmares de *Copernicia* (Fig. 7), todos los cuales constituyen indicadores para la determinación de la vegetación potencial (Borhidi y Muñiz, 1979).

Esta formación, no se reconoce en la más reciente clasificación de los tipos de vegetación de Cuba (Borhidi, 1996, *op.cit.*).

En el borde interior de las ciénagas costeras, sobre suelos Halomórficos del tipo Solonchack, como los del sector suroriental, era típico el bosque siempreverde de ciénaga. Avila y colaboradores (1985, *op.cit.*), coinciden en que ocupaba originalmente un cinturón longitudinal estrecho, paralelo al manglar, pero fuera de la zona de intercambio mareal, generalmente sobre suelos con alta salinidad, derivada de la influencia del manto freático.

La presencia de especies de madera de elevada demanda, como *Bucida buceras*, *Buchenavia capitata*, *Annona glabra* y otras, motivaron su destrucción y el confinamiento actual de este bosque, a algunas áreas aisladas, como los deltas fluviales del Agabama y el Zaza, así como el sur y sudeste de La Sierpe.

Los litorales cenagosos con llanuras acumulativas lacuno - palustres y deltaicas, se distinguen por sus suelos Hidromórficos, formados sobre depósitos turbo - margosos y arcillo - limosos, en una posición geomorfológica muy baja. En ellos, se desarrolla el bosque siempreverde de mangle, como formación propia de la zona de interacción tierra-mar, con inundación permanente y una zonación característica de las especies que lo componen, que son en lo fundamental: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*. La primera, crece sobre turba salinizada profunda, mientras las restantes lo hacen sobre suelo Hidromórfico pantanoso, acompañadas por herbazales de *Batis marítima*.

Como se expuso al abordar los suelos Ferralíticos, los litorales rocosos con llanuras abrasivas carsificadas, presentan sus oquedades ocupadas por suelos Húmicos calcimórficos del tipo Rendzina roja, como ocurre en Caguanes, Judas y los Cayos de Piedra, donde sustentan la misma vegetación que las superficies de carso desnudo circundantes: bosque semideciduo micrófilo.

Este suelo es propio además, de las alturas y colinas cársicas diseminadas dentro de las llanuras del interior, donde se halla cubierto por bosques semideciduos mesófilos, en los que la asimilación económica ha resultado limitada, debido al difícil acceso, conservándose como lo que Hernández (2000), denomina "islas de caliza en un mar de agroecosistemas".

En estas elevaciones, alterna con la Rendzina negra y con suelos Poco Evolucionados.

Estos últimos, condicionados genéticamente por la inclinación de las pendientes, el intenso desarrollo cársico o el substrato arenoso de las dunas litorales, sustenta diversas formaciones vegetales. En las montañas, esa cobertura vegetal depende de la diferenciación altitudinal y exposicional:

- los bloques carsificados con cúpulas y conos cársicos, propios de las zonas de Pico Potrerillo, Sierra de Banao y Boquerones, se hallan cubiertos por los complejos de vegetación de carso submontano (a menos de 700 m) y montano (a mayor altitud) (Fig. 8).

- los bloques no carsificados, sostienen focos de bosque siempreverde mesófilo submontano (hasta 700 m) y de bosque

pluvial (a mayor altitud). No obstante, en pequeñas parcelas de Pico Potrerillo y Tetas de Juana, en los que la pendiente ha permitido la retención de los materiales constituyentes del suelo, aparecen elementos del bosque nublado.

- en la vertiente meridional, el bosque semidecíduo mesófilo típico, alcanza los 450-500 m, cediendo su espacio al siempreverde, sólo a esa altitud.

Por otra parte, en las dunas arenosas interiores de la península de Ancón y del tramo costero Tayabacoa-Punta Caney, Orozco y Domínguez (2001), han reportado bosques siempreverdes micrófilos sobre substrato arenoso. Descrito sobre calizas principalmente, bajo la denominación de "monte seco" (Capote y Berazaín, 1985, *op.cit.*), se caracteriza por la alternancia de especies siempreverdes y semidecíduas arbóreas, que conviven con arbustos espinosos y cactáceas. En el litoral de estas dunas, al igual que en Punta Ladrillo, Playa Bonita y algunos cayos de la costa sur, como Cayo La Boca, Cayo Blanco de Casilda y Cayo Zaza Afuera, el complejo de vegetación de costa arenosa, está suficientemente desarrollado.

2.1.4 - El hombre como factor de modificación de los paisajes.

Aunque la actividad modificadora de los paisajes de este territorio comenzó antes de la llegada de los colonizadores, como lo evidencia la abundancia de indicios de asentamientos aborígenes diseminados por toda la provincia, la débil densidad de población y las limitaciones propias del escaso desarrollo de sus fuerzas productivas - que se tradujeron en sistemas de explotación de las condiciones y recursos naturales, compatibles con el Medio Ambiente (Emilo, 1992) -, permitieron que en el momento del inicio de la conquista y colonización, el grado de naturalidad de los mismos, fuese prácticamente total.

Como reconoce L. Iñiguez (1983; 1989, *op.cit.*), las prácticas culturales de los pueblos agroalfareros, sólo produjeron modificaciones de importancia, a una escala local.

Pero como se conoce, la dominación española se caracterizó desde un inicio, por la repartición de mercedes de tierras por parte de los cabildos, independientemente del carácter realengo de aquellas. De acuerdo a los conocimientos actuales, el origen de la propiedad agraria en Cuba, se halla en Sancti Spíritus (Pino, 1999), cuyo cabildo otorgó la primera de estas concesiones, en 1536.

Surgía así, un patrón de uso de la tierra que tuvo siempre, como rasgo distintivo, una marcada tendencia a la asignación a los paisajes de una función socioeconómica específica, que se tradujo en el predominio del monocultivo.

El hecho de que la mercedación se realizara principalmente para la crianza de ganado mayor (hatos o haciendas) y menor (corrales), implicó desde el principio, el surgimiento de estancias para cultivos de subsistencia (que con el tiempo crecieron, para dar paso a los cultivos comerciales), así como la explotación forestal para obtener maderas preciosas con destino a la construcción de barcos, palacios, etc.

En esta parte de Cuba, el efecto combinado del desarrollo socioeconómico a partir de tres de las siete primeras villas fundadas (Trinidad, Sancti Spíritus y San Juan de los Remedios), se tradujo - por sus respectivas posiciones geográficas respecto a la actual provincia -, en un factor potenciador de la degradación ambiental, ya que fueron centros de

expansión para una colonización interna (inicialmente relacionada con la ganadería y la explotación forestal, pero más tarde, con la expansión de la industria azucarera) .

Trinidad constituye un buen ejemplo de ello, con sus producciones de trigo y después caña de azúcar (en las montañas), tabaco (en los planos aluviales), madera, ganado, café y otras (Domínguez, *et. al.*, 1999).

El boom azucarero iniciado en 1792, tuvo un impacto aún más fuerte sobre los geosistemas naturales, por las razones siguientes:

- Aumento vertiginoso del ritmo de la deforestación, para satisfacer las demandas de nuevas tierras para cultivar caña y al mismo tiempo, alimentar de leña, a las pailas de los trapiches.
- Introducción del ferrocarril, especialmente para el servicio a la industria azucarera.
- Aparición de los latifundios cañeros, surgidos con la penetración norteamericana desde finales del siglo XIX, con sus modernos centrales.

De este modo, al final del siglo XIX, en el territorio estudiado ya se manifestaban numerosos focos de modificación antrópica, asociados a actividades económicas específicas:

<u>Focos</u>	<u>Actividades económicas</u>
Periferia del poblado de Yaguajay	Cultivo de la caña de azúcar.
Llanuras de Fomento-Cabaiguán-A. Blanco	Ganadería, tabaco y cultivos menores.
Norte de la ciudad de Sancti Spíritus	Ganadería y cultivos menores.
Sur de la ciudad de Sancti Spíritus	Ganadería, caña y cultivos menores.
Llanuras al norte de Trinidad	Caña de azúcar.
Cayos de Piedra	Fabricación de carbón vegetal.
Montañas de Trinidad	Café y caña de azúcar.

Como puede apreciarse, en esta parte de Cuba confluyen las características del occidente cubano (azucarero y esclavista) y el oriente (ganadero y minifundiaro, asentado en el trabajo libre). Trinidad es un ejemplo del primero y Sancti Spíritus, del segundo.

Segun el mapa militar de 1899, en 1896 las líneas férreas comunicaban a Casilda con Güinía de Soto, pasando por Trinidad; a Sancti Spíritus con Tunas de Zaza, pasando por Paredes y Guasimal, en tanto desde Yaguajay, partían ramales hacia las áreas cañeras de su periferia: Carbó, Júcaro, Muelle de Vitoria y Jobo Rosado. En este sentido, el enlace por ferrocarril de los poblados de Placetas y Cabaiguán, en 1879, marcó el inicio del arribo de los agricultores canarios a este territorio.

Los caminos principales, ya enlazaban a Casilda con Fomento, pasando por Trinidad, Güinía de Soto, Sopimpa y Jíquima; a Fomento con Ciego, pasando por Pozas, Cabaiguán, Guayos, Sancti Spíritus, el oeste de Zaza del Medio y el caserío de Ciego Abajo de Caballo; a Buenavista con Mabuya, pasando por Meneses, Jobo Rosado, Llanadas y Alunado.

En esa época, se cuantificaban un total de 27 asentamientos poblacionales, señalados como “pueblos importantes,” que

seguían los ejes direccionales marcados por las vías de comunicación; el resto eran caseríos unidos por caminos vecinales.

Sin embargo, la instauración de la República y los cambios que ello significó, acentuaron en gran medida la antropogenización de los paisajes:

- se inaugura el ferrocarril central en 1902, propiciando la masiva afluencia de inmigrantes canarios a las llanuras del centro de la provincia, para fomentar el cultivo de tabaco principalmente. Según E. García (1997), sólo en el poblado de Cabaiguán, que tenía 2 000 habitantes aproximadamente en 1902, la población creció por este concepto, hasta 19 416, en 1919.

- se construye el ferrocarril Caibarién-Yaguajay, que unido a los ramales existentes en el siglo XIX y que partían desde Yaguajay hasta localidades cercanas, abre a la explotación agrícola - particularmente cañera -, extensas áreas de la llanura septentrional, talándose e incendiándose sus bosques, para sembrar caña. Esto implicó también, el incremento de la tala de maderas duras de la ciénaga costera, para su uso como traviesas de ferrocarril. Agréguese a ello, la construcción de un complicado sistema de canales de drenaje, en la parte más baja de esa llanura.

- se inaugura el ferrocarril Caibarién - Nuevitas, que atraviesa la llanura de Jarahueca - Perea, aumentando con ello su uso pastoril, el cual se extendió a las Alturas del Nordeste, con la consiguiente destrucción de bosques en sus porciones no carsificadas. Tanto los ferrocarriles como el mejoramiento de los caminos existentes y la construcción de otros muchos, motivó la movilización de grandes volúmenes de material de relleno, que se transportaba en vehículos de tracción animal (mulos).

- se abren nuevos sectores al cultivo de caña de azúcar, en las llanuras de Meneses, a expensas de la tala y comercialización de sus bosques.

- la actividad pastoril y el cultivo de tabaco, que ya estaban establecidos desde el siglo XIX en la mayor parte de la llanura Fomento - Cabaiguán - Arroyo Blanco, continuaron creciendo, en áreas la primera (al comenzar a utilizar las alturas), mientras la segunda mantuvo el mal manejo del recurso suelo. Al respecto, resultan ilustrativos los datos que ofrece E. Acosta (1995), sobre la intensidad de utilización de la tierra a mediados del siglo XIX, en la jurisdicción de Sancti Spíritus (Fig. 9).

- súmese a ello, el cultivo de caña para abastecer cuatro centrales azucareros: Escambray, La Vega, Tuinicú y Jatibonico. Este último, coloso desde su fundación, abrió al cultivo grandes espacios en las llanuras del sureste de la actual provincia (que abastecían también al central Algodones, en la vecina provincia de Ciego de Avila).

- la llanura del sur, se dedicó a caña en su parte oeste, mientras el resto se destinó a pastos.

- el norte de Trinidad, que había visto decrecer su florecimiento económico de mediados del siglo XIX y arruinarse sus ingenios, continuó siendo cultivado de caña, ahora para el central Trinidad.

Allí se construyó el ferrocarril Trinidad - Fomento - Placetas y la carretera Trinidad - Sancti Spiritus, que sacaron a esa villa de su aislamiento.

- la asimilación de las montañas, se caracterizó inicialmente por la extracción de madera y la siembra de trigo (en las

de Trinidad), pero su mayor importancia, la adquiere a partir de inicios del siglo XIX: café, maderas, tala para pastizales, caña de azúcar. Del abandono y destrucción causados por las guerras de independencia, comenzaron a recuperarse desde principios del recién finalizado siglo XX, especialmente desde 1927, en que resurge la producción cafetalera, con sus numerosas fincas donde, además del café, se sembraron arboledas y proliferaron las “tumbas” para sembrar cultivos de subsistencia. Paralelamente, se extendieron los pastizales para engorde de ganado mayor, acentuando la deforestación y la invasión de gramíneas y arbustos (los pastizales artificiales, ya existían en las montañas de Sancti Spiritus, desde la primera mitad del siglo XIX).

A partir del triunfo de la Revolución en 1959, los esfuerzos se orientaron a alcanzar el necesario desarrollo socioeconómico del país, con una intencionalidad racionalista en el aprovechamiento de los recursos disponibles y una estrategia de desarrollo en la que el elemento regional y local, cobran un significado especial (Venega y Páez, 1995). No obstante, la presión sobre los sistemas ambientales en el territorio, se multiplicó inevitablemente, poniéndose esto de manifiesto en todas las ramas económicas y especialmente en la agricultura cañera, a partir del incremento de las áreas destinadas a este cultivo, en la década de 1970.

Algunas evidencias significativas de todo este proceso, son las siguientes: la construcción de ocho embalses (entre ellos el mayor de Cuba); numerosas micropresas y tranques; ampliación de los sistemas de riego y drenaje; construcción de nuevos asentamientos poblacionales e instalaciones industriales, agrícolas y turísticas; ampliación de la red de ferrocarriles, carreteras y caminos; intensificación de la explotación de acuíferos subterráneos; entre otras. Todo ello, ha supuesto la movilización de crecientes volúmenes de material de canteras, con sus consiguientes modificaciones locales de relieve.

Dentro del conjunto de transformaciones practicadas, resulta significativo el caso del sector Sur del Jíbaro, donde se estableció un extenso complejo arrocero, que cuenta hoy con uno de los sistemas de canales para riego y drenaje, más grandes de Cuba. Allí, la modificación de las redes de drenaje, ha ocurrido del siguiente modo (I.N.R.H., 1991):

Los ríos Las Nuevas, Majagua y otros arroyos, tienen sus cauces desviados por el dique de protección del Canal Magistral Zaza - Camagüey, construido entre los años 1974 y 1976. Estas corrientes fluviales, vierten sus aguas al río Los Negros, el cual desemboca al mar en el embarcadero de Palo Alto, en el límite con Ciego de Avila. Como resultado, la zona comprendida entre los ríos Jatibonico del Sur y Los Negros, carece de corrientes fluviales naturales y sólo recibe el agua de drenaje del riego de la arrocera Las Nuevas y de la caña de azúcar en el sector Majagua - Los Negros.

El río Jatibonico del Sur, ha sido objeto de la construcción de decenas de embalses en su cuenca (Felicidad, Lebrije, Dignora, Cachopo, Cristales I y II, Derivadora Sur del Jíbaro y otros). Agréguese a ello, que este río tiene dos diques de protección, construidos entre 1972 y 1975, a partir de la Derivadora Sur del Jíbaro, hasta la costa, con lo cual se evita la influencia lateral al cauce, del escurrimiento superficial producido por las lluvias o por el drenaje artificial.

Entre el Jatibonico del Sur y el Zaza, todas las corrientes naturales hacia el mar, han sido cortadas y desviadas por el corredor hidráulico del río Naranja, vertiendo en la ensenada de Las Guásimas. Por tanto, sólo fluye hacia la costa, el agua de drenaje de la arrocera. Por otra parte, el río Zaza está muy represado y por ello, el escurrimiento libre al mar,

está muy regulado.

Entre los ríos Zaza y Agabama, se proyectó la construcción del Canal Magistral Agabama - Zaza, que desviaría el cauce de muchas corrientes naturales que hoy vierten al mar, incorporándolas al Canal (sin contar las regulaciones y las rectificaciones de cauces, ya existentes).

Este ejemplo, ilustra la situación imperante actualmente en toda la llanura suroriental de la provincia.

De este modo, fueron surgiendo los paisajes contemporáneos del área estudiada, donde a expensas de los Naturales y Seminaturales, se distribuyen ampliamente los Antropo - naturales (que ocupan el 77,3 % de la superficie total) y localmente, los Antrópicos (Urbanos, Urbano - Industriales y de Embalses, principalmente).

2.2 - Estructura de la zonalidad natural.

El análisis de los factores de formación de la geodiversidad de Sancti Spíritus, evidencia claramente la influencia de los factores zonales y azonales, en la organización paisajística.

La zonalidad natural, se manifiesta del siguiente modo:

- Las llanuras muy cálidas y secas, se distribuyen en el extremo nordeste de la provincia (ciénaga de Guayaberas – Caguanes - Judas - río Jatibonico del Norte), en los Cayos de Piedra y en toda la llanura costera meridional (con condiciones zonales más acentuadas, en el sector Trinidad - Cabagán, por su situación a sotavento del macizo montañoso).

En estas llanuras, cuya temperatura media oscila entre 25 y 26°C, resulta insuficiente el humedecimiento medio anual - como se refleja en la citada Tabla 4 -, y la sequía intensa se prolonga durante más de cuatro meses (las estaciones de Trinidad, Júcaro y Venezuela, son representativas).

- En cambio, las llanuras subcosteras son cálidas y medianamente húmedas, tanto en el norte (Yagüey -Yaguajay - Mayajigua), como en el sur (Condado - Pojabo - La Sierpe) y en la periferia del embalse Zaza. Aquí, la temperatura media oscila alrededor de los 25° C y tanto el humedecimiento medio anual, como la sequía intensa, son moderados (véanse los respectivos valores del índice, en las estaciones de Caibarién, Pojabo y El Jíbaro).
- Todas las llanuras interiores, incluyendo las Alturas del Nordeste en su totalidad, así como la depresión graben del Agabama, son medianamente cálidas y húmedas. En ellas, la temperatura media anual oscila entre 24 y 25° C y el humedecimiento en el año resulta suficiente, con una duración de la sequía intensa, inferior a dos meses (véanse los valores de las estaciones Jatibonico del Sur, Paso Ventura y Ciudad Sancti Spíritus).
- Las montañas comprendidas en los bloques de Sancti Spíritus y Trinidad, tienen una fuerte influencia de la zonalidad altitudinal, lo que las hace frescas y muy húmedas (el humedecimiento es abundante y la sequía se categoriza como débil). En este sentido, la Tabla 6 es representativa del espectro que adopta la zonalidad altitudinal, en el sector de montañas de Guamuhaya, perteneciente a la provincia.

Las Fajas (condicionadas por la temperatura) y las Zonas (por las condiciones de humedad), se determinan a partir del análisis del comportamiento espacial de estas variables, en un mapa de isotermas e isoyetas de Cuba Central, a escala 1: 250 000, elaborado para la tesis, sobre la base de la información de la red de estaciones disponible.

Tabla 6: Estructura de la zonalidad altitudinal, en las montañas de Guamuhaya, pertenecientes a la provincia de Sancti Spiritus (elaborada por el autor).

PISO ALTITUDINAL	ESPECTRO PARTICULAR DE LA ZONALIDAD ALTITUDINAL		Expresión en los suelos y la vegetación, de la interrelación entre las condiciones zonales y azonales.		
	FAJA	ZONA	Rocas carsificables	Rocas no carsificables	
Colinoso o planar (0 – 400m)	Tropical	Muy cálida (> 25 ^o C)	Seca (< 1200 mm)	Suelos de Rendzina y Esqueléticos, con bosque semideciduo micrófilo.	No se presenta.
		Cálida (24 – 25 ^o C)	Medianamente húmeda (1200–1400 mm)	Suelos Esqueléticos y de Rendzina, con bosque semideciduo mesófilo típico.	Suelos Pardos y Fersialíticos, con bosque semideciduo mesófilo típico y siempreverde mesófilo de baja altitud.
		Medianamente cálida (23 –24 ^o C)	Húmeda (1400-1800mm)	Suelo Esquelético, con complejo de vegetación de carso submontano.	Suelos Ferralíticos lixiviados, con bosque siempreverde mesófilo submontano
Submontano (400 – 700m)	Subtropical	Fresca (< 23 ^o C)	Muy Húmeda (1800-2100 mm)	Suelo Esquelético, con complejo de vegetación de carso montano.	Suelos Ferralíticos, sobre potentes cortezas de intemperismo, con bosque pluvial y elementos de bosque nublado.

2.3- Sistematización de la geodiversidad.

Asumiendo como antecedentes, trabajos de tesis de grado (Pentón, 1985; Yera y Brito, 1985), sobre regionalización físico-geográfica del territorio, la sistematización sintetiza los resultados de más de 15 años de investigación de los paisajes en los diferentes municipios, de los que resultaron mapas a escalas 1: 100 000 y 1: 50 000, basados en los criterios derivados de un exhaustivo análisis bibliográfico y una intensa actividad de campo y de interpretación de fotografías aéreas, todo lo cual permitió la distinción, cartografía y caracterización de los paisajes de la provincia y su reflejo en mapas temáticos, a escala 1: 250 000.

Los resultados se presentan, adoptando los dos enfoques para la sistematización científica de los paisajes: el tipológico y el regional (Mateo, 1984, *op.cit.*; Acevedo, 1987a, b), con sus unidades taxonómicas e índices diagnóstico.

2.3.1-Tipología de los Paisajes.

Los paisajes de Sancti Spiritus, se han formado bajo la influencia conjunta y diferenciada de: un amplio mosaico de rocas madres; una prolongada diversificación de las formas del relieve, debido a la actividad de los movimientos verticales neotectónicos; un clima tropical periódicamente húmedo, que aporta el agua requerida para procesos como la carsificación, el intemperismo, la gleyzación y otros, así como para la formación de sistemas fluviales que han acentuado el papel diversificador ejercido por otros factores; una gran variedad de condiciones edafo - biogénicas y

un proceso de modificación antropogénica, durante más de 400 años.

De los procedimientos utilizados para la estructuración y representación de los paisajes, se selecciona el sintético, que permite concebir como un todo único, cada unidad de paisaje distinguida. En el mismo, se representan contornos únicos, para cada unidad, diferenciando la jerarquía taxonómica, mediante letras y números subordinados. Cada unidad, en dependencia del nivel jerárquico que le corresponde, se describe de forma escrita en la leyenda, la cual responde a la subordinación de las unidades.

El orden general de la descripción de los componentes, es el siguiente: relieve - estructura geológica y litología - clima - drenaje - vegetación y/o uso de la tierra - suelos.

El mapa de paisajes de la provincia, que resultó de estos trabajos, reafirma los criterios antes expuestos: desde el punto de vista tipológico, la geodiversidad está constituida por 2 Clases, 4 Tipos, 12 Grupos, que incluyen a 22 Especies y 18 Subespecies de paisajes (Mapa 1: Tipología de los Paisajes).

Las unidades taxonómicas empleadas en la investigación y sus índices diagnóstico (que constituyen los factores de integración, en virtud de los cuales se agrupan diversas unidades en un mismo escalón jerárquico de la taxonomía), se corresponden con los criterios contenidos en la literatura consultada, acerca de la clasificación de los paisajes como formaciones naturales o antropo - naturales:

- *Clase de paisaje*: Comprende un elemento del megarelieve, en el cual la manifestación de la zonalidad (especialmente la vertical), tiene un carácter específico. Así, en la provincia se diferencian nítidamente, dos Clases de paisajes: la de llanuras y la de alturas y montañas. Las peculiaridades de la zonalidad dentro de esta unidad jerárquica de la clasificación tipológica - que se reflejan en la Tabla 6 -, permiten diferenciar los tipos de paisajes dentro de cada Clase.

- *Tipo de paisaje*: Para su distinción se emplean, como índices diagnóstico, las particularidades de la zonalidad natural en el territorio estudiado, las cuales determinan varios tipos de condiciones climáticas (expresadas en Fajas y Zonas), a las que generalmente se asocia una vegetación específica (real o potencial). De este modo, los Tipos de paisajes de Sancti Spíritus, son:

A- Llanuras secas, con bosques semidecíduos y siempreverdes micrófilos y formaciones arbustivas xerófitas.

B- Llanuras medianamente húmedas, con bosques semidecíduos.

C- Llanuras, colinas y alturas húmedas, con bosques siempreverdes.

D- Depresiones intramontañosas, colinas, alturas y montañas muy húmedas, con bosques siempreverdes, pluvial, elementos de bosque nublado y complejos de vegetación de carso montano y submontano.

- *Grupo de paisajes*: Los índices diagnóstico, están determinados por las condiciones azonales, en particular: una combinación específica de tipos genéticos de relieve y de rocas madres, así como asociaciones de tipos de suelos y de formaciones de vegetación (o en su lugar, un conjunto peculiar de formas de utilización de la tierra).

- *Especie de paisaje*: Se determina según la génesis que ha tenido el paisaje, es decir, el conjunto de procesos que han influido en su diferenciación dentro del Grupo al que pertenecen, y que hoy le confieren: un tipo genético de relieve, una comunidad litológica genéticamente homogénea, un régimen de humedecimiento también homogéneo y una asociación

común de suelos y vegetación.

- *Subespecie de paisaje*: Se definen sobre la base de la altitud, la inclinación de la pendiente, el tipo específico de roca madre y la modalidad de antropogénesis que se manifiesta en el paisaje contemporáneo.

En el **Suplemento 1**, se caracteriza cada una de las unidades taxonómicas de la tipología de los paisajes de Sancti Spíritus.

Si los factores de integración presentes en los paisajes, permitieron elaborar el mapa tipológico, los factores de diferenciación constituyeron la base para la distinción de las unidades locales de los paisajes, proceso que se ejecutó, tomando como antecedente la regionalización físico-geográfica de Cuba.

2.3.2- Regionalización geoecológica de los paisajes.

Partiendo del mapa de regionalización físico-geográfica vigente actualmente en Cuba (Mateo y Acevedo, 1989, *op.cit.*), se extrapolan las unidades taxonómicas de: Subprovincias, Distritos, Subdistritos y Regiones. Pero en el caso de las unidades que expresan la diversidad interior de las regiones (Localidades), fueron distinguidas y cartografiadas un total de 93: 39 de llanuras, 35 de alturas, 6 de montañas y 13 de depresiones intramontañosas. La mayoría de estas últimas, están ocupadas por sistemas fluviales, de los que toman el nombre. (Tabla 7).

A su vez, el desmembramiento interior de las Localidades, se expresa en la distinción y cartografía de 987 comarcas complejas individuales, que el autor agrupa - como explicó oportunamente en el Capítulo I -, en 151 tipos de comarcas.

El Mapa 2: Paisajes del nivel local, que constituye una reducción a escala 1: 600 000 del mapa homónimo original, muestra las localidades individuales y los tipos de comarcas más importantes en cuanto a extensión superficial, en el territorio estudiado (la leyenda descriptiva del mapa original, aparece en el **Suplemento 2**).

Para conocer la manifestación de la *dominancia* espacial de las diferentes unidades, en la composición de la estructura paisajística del territorio, se utilizó un procedimiento propuesto por J. Mateo (2000, *op.cit.*), quien sugiere emplear para ello, el Indicador de singularidad, que se obtiene dividiendo la unidad, entre el número de contornos que tiene un tipo de paisaje dado. A partir de esto, fundamenta la distinción de cuatro categorías de dominancia: Paisajes *Dominantes*, *Subdominantes*, *Raros* y *Únicos*.

Para ejecutar el análisis y teniendo en cuenta que a las unidades locales es más factible estudiarlas en el plano tipológico, que en el individual (como se explicó en el Capítulo I), las 93 Localidades individuales cartografiadas en Sancti Spíritus, se agrupan en 13 "Tipos de Localidades". Para su agrupamiento se utilizan, como índices diagnóstico: la homogeneidad genética, físico-geográfica y de las correspondientes modalidades de asimilación socioeconómica en cada una de ellas, como se aprecia en la Tabla 8.

De esta manera, se procedió al análisis de la dominancia, cuyos resultados se expresan en el Gráfico 3. Como se aprecia en el mismo, los paisajes *Raros* son numerosos en el territorio, con una distribución dispersa, que comprende desde los llamados Cayos de Piedra, situados en la Bahía de Buenavista, hasta las llanuras de terrazas del litoral suroccidental y las cumbres cársicas de las montañas de Banao. Sin embargo, los paisajes *Únicos* tienen una

distribución más restringida, evidenciando muy diverso grado de conservación de sus propiedades originales. En este sentido, resultan de interés como fondo genético, algunas unidades locales vinculadas a zonas de muy difícil acceso, como ocurre en los bloques de montañas carsificadas de Pico Potrerillo y Tetas de Juana.

El análisis de la dominancia, se ejecuta con el propósito de obtener elementos para la concepción de medidas de protección que incluyan no sólo los elementos bióticos, sino al geosistema como unidad integral a proteger, es decir, como fondo genético.

El estudio realizado por el autor acerca de los factores de formación de la diversidad paisajística en esta parte de Cuba, le permite establecer algunas consideraciones finales, esbozadas a modo de conclusiones parciales del capítulo:

- La presencia en el área estudiada, de uno de los complejos estructuro - litológicos más importantes de Cuba, con gran diversidad de secuencias rocosas de distinto origen (intensamente dislocadas, sobrecorridas y mezcladas caóticamente durante la etapa orogénica), unido a la acción sobre el relieve de los movimientos neotectónicos desde el Eoceno superior y la variabilidad horizontal y altitudinal del clima -, constituyen los principales factores que determinaron la formación de un verdadero mosaico edafo-biogénico en Sancti Spiritus.
- Esa variabilidad de tipos de condiciones climáticas que introduce el macizo montañoso de Guamuhaya, genera un espectro particular de la zonalidad altitudinal en esas montañas, que se refleja en la distinción de 4 Fajas y 4 Zonas, diseminadas en los tres pisos altitudinales, diferenciados en ellas: Colinoso o Planar, Submontano y Montano.
- Como resultado, la diversidad paisajística existente cuando comenzó el desarrollo de las actividades humanas (especialmente a partir de la colonización, con la mercedación de tierras), era muy considerable. Los siglos siguientes, marcaron una creciente homogenización de esa geodiversidad, asociada a la continua extensión areal de la ganadería y la agricultura de plantaciones, bajo un patrón de uso de los recursos naturales, que privilegiaba la eficiencia económica, a costa de la ecológica.
- Esta diversidad resulta sistematizada, tipológicamente, en 2 Clases, 4 Tipos, 12 Grupos, 22 Especies y 18 Subespecies de paisajes naturales y antro - naturales. A partir del mapa tipológico y asumiendo como antecedente la regionalización físico - geográfica de Cuba, vigente actualmente, se logran inventariar los paisajes del nivel local, cuya expresión cartográfica refleja la presencia de 93 Localidades individuales, subordinadas a las diferentes regiones.
- La complicada estructura morfológica de esas localidades, queda demostrada por la distinción de 987 comarcas complejas individuales, que el autor agrupa en 151 tipos de comarcas, atendiendo a la utilidad de la tipología, para el estudio de los paisajes del nivel local.

El conocimiento de los atributos sistémicos de esos paisajes y la evaluación de su estado, mediante los procedimientos del análisis geoecológico, se realiza en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III - ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO GEOECOLÓGICO DE LOS PAISAJES

En este capítulo, se presentan los resultados alcanzados por el autor, durante el estudio de los atributos sistémicos de los paisajes distinguidos en el territorio estudiado, incluyendo la determinación de su capacidad de uso potencial. Tomando como antecedentes esos conocimientos y el inventario y evaluación de los procesos de degradación presentes en los paisajes, el autor establece el diagnóstico geoecológico (que sintetiza la información precedente) y ofrece un conjunto de recomendaciones para la planificación y gestión ambiental, enmarcadas en aquellos estados geoecológicos que expresan una problemática más comprometedora: los paisajes Alterados y Agotados.

3.1- Análisis paisajístico

3.1.1- Atributos sistémicos de los paisajes

3.1.1.1- Análisis estructural.

Estuvo dirigido, en lo fundamental, a esclarecer la organización del paisaje o geosistema (con su carga de unidades con diferentes características de la estructura vertical y horizontal), a partir de la aplicación de los métodos propuestos en el enfoque estructural.

Como la estructura espacial de los paisajes comprende tres niveles o tipos interrelacionados, que son: la estructura vertical, la estructura horizontal y la estructura funcional, se aborda su estudio desde esas perspectivas.

3.1.1.1.1- Estructura vertical: Está determinada por el conjunto de componentes del paisaje y el carácter de las relaciones entre los mismos, en el sentido vertical, es decir, considera el contenido físico - geográfico del contorno. Estos componentes, pueden considerarse como geohorizontes de los paisajes.

Con el propósito de ejecutar el análisis, se utilizan los 13 "Tipos de Localidades" que resultaron del agrupamiento de las localidades individuales, explicado en el Capítulo II.

La utilización de las unidades locales de mayor jerarquía taxonómica (Localidades), se recomienda para la escala de representación utilizada en la investigación y por la considerable superficie del área estudiada (Richling, 1983, *op.cit.*).

De este autor, son los procedimientos seleccionados para el análisis de la estructura vertical, en el marco de la investigación:

a) Medición de la frecuencia de relaciones entre los componentes.

Su análisis se realiza, a partir de la elaboración de una matriz de relaciones por pares de componentes, para cada "tipo" de localidad. En las casillas de la matriz, se muestra el porcentaje de relaciones entre los diferentes rasgos de los componentes, es decir, el número de tipos de geosistemas (en este caso, comarcas), donde está presente cada par de rasgos y el porcentaje que representa ese número de tipos, dentro del total de geosistemas tipológicos de la localidad.

De la determinación de la frecuencia de relaciones se obtuvo, para cada localidad, la Matriz de Relaciones y la Matriz de Frecuencia de Relaciones, lo que permitió clasificar las frecuencias en las categorías siguientes (Tabla 9):

- Débil ----- < 10 % del total de interacciones entre los rasgos de los componentes.
- Moderada----- 11-35 %.

- Alta ----- > 35 %.

La Tabla expresa la dependencia que tiene la frecuencia de relaciones, respecto a la complejidad tipológica y la extensión superficial. Así, en los tipos de localidades de reducida extensión, con relativa simplicidad tipológica (reducido número de tipos de comarcas), la frecuencia es Moderada a Alta, mientras que en aquellas caracterizadas por ocupar grandes áreas y poseer una elevada diferenciación, predomina la frecuencia Débil (lo que indica que más del 50 % de las relaciones entre los rasgos, se manifiestan sólo en uno o dos representantes, del total de tipos de comarcas).

El análisis de la frecuencia de relaciones, permite determinar las cadenas dominantes de relaciones en cada tipo de localidad. Ellas reflejan cuáles son y cómo se interrelacionan, los componentes naturales que le confieren los rasgos comunes a las localidades de un tipo dado. Por ello, pueden tratarse como regularidades de las relaciones entre los componentes de los paisajes en el territorio estudiado:

- En las llanuras abrasivo - acumulativas (cayos del norte y llanuras costeras aterrazadas), las relaciones más frecuentes forman las cadenas dominantes siguientes:
 - a) Biocalcarenititas y calizas arrecifales en terrazas muy bajas, suave a medianamente inclinadas y muy intensamente carsificadas, con escurrimiento subterráneo, Rendzina roja y vegetación de costa rocosa y matorral xeromorfo costero y subcostero, en condiciones de humedecimiento Insuficiente.
 - b) Calizas en terrazas bajas, suave a medianamente inclinadas y muy intensamente carsificadas, con escurrimiento subterráneo, Rendzina roja y vegetación de bosque semidecíduo micrófilo, en condiciones de humedecimiento Insuficiente.
- En las llanuras acumulativas palustres, parcialmente deltaicas (ciénagas costeras):
 - c) Depósitos turbo-margosos y arcillo-limosos en llanuras planas muy bajas, permanente o estacionalmente inundables, con suelo hidromórfico y vegetación de manglar, herbazal y bosque de ciénaga, en condiciones de humedecimiento Insuficiente.
- En las llanuras acumulativas aluvio-marinas (llanuras costeras y planos de inundación antiguos):
 - d) Depósitos aluviales en terrazas bajas a medias, suavemente inclinadas y ligeramente diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal en parte regulado, suelo Oscuro Plástico y pastos naturales, plantaciones de caña de azúcar o de arroz.
 - e) Depósitos aluviales en terrazas de planos de inundación antiguos, planos a suavemente inclinados, ligera a medianamente diseccionados, con inundación estacional u ocasional, suelos Aluviales u Oscuros Plásticos y pastos naturales, plantaciones de caña o cultivos temporales.
- En las llanuras acumulativas y acumulativo-erosivas (llanuras marinas subcosteras):
 - f) Margas y calizas en interfluvios suave a medianamente inclinados y diseccionados, con escurrimiento superficial lineal, suelos Ferralíticos o Pardos y pastos naturales o cultivos de caña de azúcar y frutales.
 - g) Arcillas y arenas arcillosas rojas en terrazas bajas, suavemente inclinadas y ligeramente diseccionadas, con escurrimiento mixto, suelos Ferralíticos o Arenosos cuarcíticos y pastos naturales o plantaciones de caña y frutales.

- En las llanuras interiores, sobre rocas sedimentarias carbonatadas y terrígeno-carbonatadas, con procesos genéticos erosivo-denudativo y denudativo (centro y centro-este de la provincia):
 - h) Margas y calizas arenosas o arcillosas, en interfluvios y superficies denudativas suave a medianamente inclinadas y ligera a medianamente diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y/o laminar, suelos Oscuros Plásticos, Ferralíticos y Pardos y pastos naturales o plantaciones de caña de azúcar, cultivos temporales y tabaco.
 - i) Conglomerados, areniscas y calizas en interfluvios y superficies de cuevas, suave a medianamente inclinadas y mediana a fuertemente diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y/o laminar, suelos Pardos con Carbonatos y pastos naturales o plantaciones de caña, tabaco y cultivos temporales.
- En las llanuras estructuro - denudativas interiores, sobre rocas vulcanógenas y metamorfitas (centro - oeste y centro- norte):
 - j) Depósitos aluviales en cauces erosivos muy fuertemente inclinados y diseccionados, con inundación estacional u ocasional, suelos Aluviales o Pardos y pastos naturales o bosque ripario degradado.
 - k) Rocas ígneas ácidas, en superficies denudativas inclinadas y medianamente diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelo Pardo grisáceo y pastos o restos de bosque siempreverde.
- En las llanuras cársicas muy altas y escalonadas del norte:
 - l) Calizas y dolomitas en superficies cársico-denudativas y depresiones cársicas, generalmente poco inclinadas, carsificadas, con escurrimiento mixto o exclusivamente subterráneo, suelos Ferralíticos o Fersialíticos, con pastos naturales o plantaciones de caña y de cultivos temporales, o con focos de bosques semidecuidos y siempreverdes.
 - m) Calizas en colinas muy inclinadas, intensamente carsificadas, con escurrimiento subterráneo, suelos de Rendzina o Fersialítico y bosque semidecuido.
- En las macrovertientes meridionales de las montañas:
 - n) Esquistos en interfluvios y cimas de inclinación muy fuerte y disección media, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelos Pardos o Rendzinas y pastos naturales con focos de bosque semidecuido.
- En las colinas y alturas cársico-denudativas, aisladas o en sistemas:
 - ñ) Margas y calizas margosas en colinas, alturas y cuevas fuertemente inclinadas, diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelos Húmicos o Pardos y pastos naturales con focos de bosque semidecuido degradado, o plantaciones de cultivos temporales.
- En las colinas y alturas denudativas, aisladas o en sistemas:
 - o) Depósitos aluviales, en cauces erosivos muy inclinados y diseccionados, con escurrimiento superficial lineal, suelo Aluvial y bosque ripario degradado, con focos de pasto natural.
 - p) Serpentinitas en colinas fuertemente inclinadas y diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelo Fersialítico y cuabales, con focos de pastos naturales o de plantaciones forestales.
- En las llanuras de las depresiones intramontañosas:

q) Rocas metacarbonatadas en pendientes y cauces fuertemente inclinados, diseccionados y en parte carsificados, con escurrimiento mixto, suelos Fersialíticos o Esqueléticos y pastos naturales, o bosques siempreverdes y riparios degradados.

➤ En las colinas y alturas denudativas de la periferia montañosa:

r) Calizas margosas y margas, en premontañas y submontañas muy inclinadas y diseccionadas, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelo Pardo con Carbonatos y pastos naturales, o matorrales secundarios alternando con bosque siempreverde.

➤ En las montañas:

s) Rocas metaterrígenas, en interfluvios muy fuertemente inclinados y diseccionados, con escurrimiento superficial lineal y laminar, suelos Ferralítico rojo o Esquelético y bosques siempreverde y pluvial, alternando con pastos naturales.

t) Calizas marmóreas y esquistos carbonatados, en cimas cupulares muy inclinadas e intensamente carsificadas, con escurrimiento mixto, suelo Esquelético y complejo de vegetación de carso montano.

La importancia de las cadenas dominantes, en la formación de las estructuras paisajísticas en el territorio estudiado, es muy considerable, pues determinan el 64,11 % del total de tipos de comarcas identificadas, e involucran al 61,07 % de las individuales (Tabla 10).

b) Determinación de la potencia de las relaciones entre los componentes.

El método aplicado para calcular la potencia o fuerza de las relaciones entre los componentes que conforman la estructura vertical de los paisajes, consistió en la utilización de una medida entrópica:

$$J_{(x, y)} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{p_{ij} \log_2 p_{ij}}{p_i p_j}$$

donde:

J = Potencia de las relaciones entre los rasgos "X" y "Y".

Pi = Probabilidad i = 1 m , rasgo del componente "i".

Pj = Probabilidad j = 1 n , rasgo del componente "j".

Las probabilidades Pi y Pj se definen, relacionando el número de relaciones entre las parejas de rasgos, con el número global de relaciones que se tuvieron en cuenta, en la matriz de cada uno de los tipos de localidad. El método presupone el empleo de la Matriz de Relaciones, situando en cada casilla, un valor probabilístico (siempre inferior a 1), que expresa la parte que le corresponde a esa pareja de rasgos, dentro del conjunto de parejas de la localidad.

Las sumatorias de probabilidades de las casillas en los sentidos horizontal y vertical, se consideró como las probabilidades Pi y Pj, respectivamente.

El cálculo de la potencia o fuerza de las relaciones entre los componentes que conforman la estructura vertical, se refleja en una matriz elaborada para cada tipo de localidad, así como en la Tabla 11. En ellas, se constata que:

- la multiplicidad de relaciones en una localidad - reflejo de su gran diversidad físico-geográfica (presencia de muchos geosistemas individuales y tipológicos de rango taxonómico inferior) -, se traduce en magnitudes bajas del índice de potencia de relaciones. Tal situación, se manifiesta nítidamente, en las localidades tipo III, V y VI.

- en cambio, aquellas localidades con una mayor homogeneidad de individuos y tipos de rango inferior, manifiestan una considerable potencia de las relaciones entre los componentes, o sea, una mayor interdependencia entre ellos, consecuencia lógica de una más prolongada evolución paleogeográfica y de la correspondiente simplicidad de la estructura vertical (localidades tipo I, X, XI, XII y XIII). Es por ello que resultan más coherentes, como se demuestra más adelante en esta tesis.

- en el caso de la localidad tipo II, que comprende las ciénagas costeras, la potencia de las relaciones es igualmente elevada, a pesar de ser paisajes jóvenes. Ello se explica, por el carácter de los geohorizontes que forman la estructura vertical en ellos y por la relativa conservación de sus propiedades originales.

- los componentes más fuertemente relacionados con los demás son, en orden de importancia: la litología, el relieve, la hidrografía, los suelos y la vegetación. Ellos se presentan - en todos los tipos de localidad -, con elevada potencia de relaciones, conformando las cadenas:

.Litología-relieve-hidrografía.

.Litología-hidrografía-suelo-vegetación

.Litología-relieve-suelo-vegetación

Los tres primeros son, en el territorio, los componentes más importantes y determinantes de los demás, al crear las premisas para el establecimiento de las cadenas restantes. Esto está confirmado por la regionalización, en la que se evidenció que los límites regionales, están determinados justamente por estos componentes.

- además, los cálculos indican que los componentes más estables (fijos), se interrelacionan con mayor fuerza o potencia que los componentes cambiantes en el tiempo (tales como el humedecimiento, los suelos y la vegetación).

c) Cálculo de la Coherencia Interna de las relaciones.

La coherencia interna de las relaciones entre los componentes, se determina sobre la base de la media aritmética (valor promedio), del índice de potencia de las relaciones entre los rasgos de esos componentes.

Los resultados del cálculo de la coherencia interna de las relaciones entre los componentes de la estructura vertical de los paisajes, se reflejan en la Tabla 12, en la que se puede comprobar que, en la mayor parte de los paisajes antropo-naturales del área estudiada, las actividades del hombre hacen que la coherencia disminuya fuertemente. La situación constatada, es la siguiente:

- los valores más bajos de coherencia interna, se relacionan con aquellos paisajes de llanuras interiores con gran diversidad individual y tipológica, que han estado sometidos a una prolongada asimilación socioeconómica por la

actividad agropecuaria, lo que ha supuesto profundas modificaciones de la estructura vertical y el surgimiento y desarrollo de procesos de degradación.

- con valores bajos, aparecen los paisajes de llanuras subcosteras, donde ese proceso comenzó más tardíamente, al igual que en las macrovertientes meridionales de las montañas (víctimas de la tala indiscriminada y el desplazamiento de los pastizales hacia ellas, por el empuje de la industria azucarera trinitaria, en el siglo XIX).

Sin embargo, también se pudo constatar que, cuando existe gran extensión superficial, aunque la coherencia sea baja, la multiplicidad de relaciones existentes, garantiza cierta resistencia al cambio, dada la menor dependencia de unos rasgos, respecto a otros (es lo que ocurre en las localidades tipo III, V y VI).

- con valores medios, se encuentran las colinas y alturas que, aisladas o en sistemas, se distribuyen por la provincia, formadas en rocas carbonatadas. La ausencia de carsificación en una parte de ellas, permitió su asimilación forestal y pecuaria, lo que explica en parte, su actual coherencia moderada.

- las unidades con menor diversidad individual y tipológica, resultan ser las más coherentes (las más sólidas), como es el caso de las cayerías, franjas costeras, alturas serpentínicas y montañas (Fig. 10). Esto es también el reflejo de la mejor conservación de la estructura vertical en ellas.

Resulta evidente que la estrechez de las relaciones (mayor dependencia de unos rasgos respecto a otros), propicia una mayor resistencia a los impactos antrópicos, como ocurre en las localidades de tipo I, X, XI, XII y XIII.

La coherencia interna de las relaciones, constituye un indicador de solidez, porque su valor refleja la fuerza o potencia de las relaciones entre los componentes de la estructura vertical y por ello, la menor susceptibilidad del paisaje a los cambios.

Por consiguiente, ella depende de:

- . la fuerza o potencia de las relaciones entre los componentes.
- . la complejidad físico-geográfica.
- . la extensión superficial.
- . las peculiaridades del proceso de asimilación, que altera la estructura vertical.

3.1.1.1.2- Estructura horizontal, planar o morfológica:

Al estar dada por el conjunto de los geosistemas formados en el territorio, como resultado de las diferencias en el carácter e interacción entre los componentes en el sentido horizontal, la estructura morfológica es un indicador de la complejidad geográfica de esta parte del país, resaltada por O. Escobio y R. Montañés (1992).

La Tabla 7, muestra los indicadores principales que fueron utilizados en el análisis de la estructura horizontal, para cada localidad individual: área que ocupa; número de contornos, polígonos o individuos; número de tipos del nivel jerárquico inferior (comarca) y área media de los contornos que caracterizan la imagen de la localidad.

Los índices seleccionados para el análisis, teniendo en cuenta el propósito del mismo y las particularidades del objeto estudiado, permiten descubrir las peculiaridades de la composición de la imagen. Estos índices fueron propuestos por Viktorov (1986, *op.cit.*) y son los siguientes:

a) Índice de desmembramiento paisajístico (Kd): Expresa la relación entre el número de contornos de una localidad (n) y el área que ocupa (s), es decir, indica el fraccionamiento o desmembramiento físico - geográfico de la localidad, en el sentido individual o regional.

Se determina por la ecuación $Kd = n / s$ y sus resultados se expresan en el Gráfico 4, que refleja el agrupamiento de los valores obtenidos, en las siguientes categorías de desmembramiento:

- Muy Bajo ----- $Kd < 0.11$
- Bajo ----- $Kd = 0.11 - 0.17$
- Medio ----- $Kd = 0.17 - 0.23$
- Alto ----- $Kd = 0.23 - 0.31$
- Muy Alto ----- $Kd > 0.31$

El análisis del Gráfico, pone de manifiesto que:

- el número de contornos en la imagen de los individuos analizados (localidades), manifiesta cierta paridad entre los que tienen un desmembramiento Muy Bajo o Bajo (40,86 %) y aquellos que presentan el índice Muy Alto o Alto (37,63 %).
- los valores más bajos, se relacionan con localidades de llanuras donde la imagen contiene muchos contornos, pero la extensión superficial es considerable, así como en algunas alturas, generalmente denudativas y poco diseccionadas.
- sin embargo, las localidades de llanuras y alturas carsificadas, de depresiones intramontañosas (unas carsificadas y otras diseccionadas) y las llanuras intensamente diseccionadas por la acción fluvial, presentan los valores más altos del desmembramiento. Esto indica que los factores fundamentales que condicionan la dinámica de la diferenciación en el área estudiada, son: la actividad cársica, favorecida por la distribución de las rocas carbonatadas y la disección fluvial, compulsada por la altitud e inclinación del relieve.

b) Coeficiente de Complejidad paisajística (Kc): Expresa la relación existente entre el número de contornos presentes en una localidad (n) y el tamaño promedio de los mismos (So). El tamaño promedio, se determina dividiendo el área (S), entre el número de contornos (n).

El índice permite comprender el grado de complejidad alcanzado durante el proceso de evolución y consiguiente diferenciación físico-geográfica interna, en cada localidad individual.

Se expresa mediante la ecuación $Kc = n / So$.

En este caso, los valores se agruparon en las siguientes categorías:

- Muy Baja ----- $Kc < 0.31$
- Baja ----- $Kc = 0.31 - 0.64$
- Media ----- $Kc = 0.64 - 1.0$
- Alta ----- $Kc = 1.0 - 1.41$

- Muy Alta ----- $Kc > 1.41$

En el Gráfico 5, se reflejan los resultados del cálculo. En el mismo, es posible apreciar que:

- la provincia en su conjunto, tiene una estructura compleja, ya que el 54,83 % de sus individuos (localidades), tienen valores Altos o Muy Altos en este coeficiente. Ello indica que el área media de los contornos que conforman la imagen de dichos individuos, es reducida y que el número de contornos en ellos es elevado, como consecuencia de su desmembramiento.

- así, los valores más altos del coeficiente, se relacionan con localidades de llanuras carsificadas, depresiones intramontañosas, alturas cársicas y llanuras interiores fuertemente disecionadas. También es compleja la imagen, en las localidades de las montañas, de las ciénagas litorales y de aquellas alturas formadas en rocas efusivas deleznable.

- en contraste, las localidades de alturas formadas en rocas ígneas resistentes y serpentinitas, así como de llanuras con igual carácter del basamento, tienen valores reducidos de complejidad.

c) Índice de diversidad paisajística (IDP): Expresa la diversidad tipológica, por cuanto relaciona el desmembramiento (Kd), con la cantidad de tipos de comarcas o comarcas tipológicas (M), de una localidad; es decir, permite comprender la variabilidad tipológica existente.

Se expresa por la ecuación $IDP = (n/S) M$, cuya aplicación reveló que la diversidad paisajística de las localidades, puede clasificarse del siguiente modo:

- Muy Poco Diversificada ----- $IDP < 0.36$

- Poco Diversificada ----- $IDP = 0.31 - 0.73$

- Medianamente Diversificada ----- $IDP = 0.73 - 1.0$

- Diversificada ----- $IDP = 1.0 - 1.35$

- Muy Diversificada ----- $IDP > 1.35$

El Gráfico 6, representa estos resultados. De su análisis se infiere que:

- la diversidad de tipos de comarcas diseminadas en las distintas localidades, es predominantemente baja, pues un 58,06 % de estas últimas, se clasifican como Muy Poco y Poco diversificadas (con un elevado número de contornos individuales en su imagen, pero pertenecientes a muy pocos tipos).

Esto obedece a que en muchas localidades de reducida extensión superficial, especialmente las de alturas no carsificadas, la homogeneidad litológica y de relieve, unido a la escasa organización de las redes hidrográficas, introducen poca diversificación desde el punto de vista tipológico (el contenido de la Tabla 12, confirma esta conclusión).

Otro elemento que confirma lo anterior, es que los 151 tipos de comarcas identificadas, sólo representan el 15,3 % de las 987 comarcas individuales que se inventariaron.

La baja diversidad tipológica, repercute negativamente en la estabilidad natural inherente a los paisajes, ya que el fondo genético disponible (la variabilidad de tipos), para garantizar el mantenimiento de la estructura y el funcionamiento del paisaje - independientemente del tipo de impacto y su fuerza -, es reducido.

- la excepción de esta regularidad, está constituida por 16 localidades individuales (17,2 % del total), en las que dicha variabilidad es elevada. Ellas se relacionan con llanuras carsificadas, llanuras muy onduladas y diseccionadas de la periferia de las montañas, depresiones intramontañosas y algunas alturas que son completamente carsificadas o simultáneamente, cársicas y erosivas.

3.1.1.1.3- Estructura funcional o vectorial.

Dada por el conjunto de interacciones que se producen entre los sistemas paisajísticos, lateralmente, en sentido horizontal, la estructura funcional hace que paisajes de niveles jerárquicos diferentes, se unan mediante la acción de corrientes laterales (geocorrientes), que le confieren una integridad funcional, la que se manifiesta mediante procesos de funcionamiento y productos del funcionamiento (suelo, humus, turba, biomasa y otros).

El análisis de la estructura funcional paragenética de los paisajes de la provincia, se realizó con la ayuda de los mapas de estructura genético-morfológica y el estudio de una amplia información recopilada, acerca del carácter funcional de los paisajes y sus componentes, lo que permitió esclarecer la estructura funcional general, incluyendo los tipos funcionales de unidades, las geocorrientes más importantes y la variante de funcionamiento de cada unidad.

El Mapa 3: Estructura Funcional de los paisajes, contiene las unidades taxonómicas de este tipo de sistematización científica de los paisajes (Shvebs, *et. al.*, 1986, *op.cit.*; Mateo, 1990, *op.cit.*):

- **Región Paragenética o Sistema Paisajístico Paragenético:** Conjunto de unidades regionales o tipológicas vecinas, vinculadas por una génesis común, que se manifiesta básicamente en la homogeneidad relativa de los patrones climatológicos, del tipo de estructura geológica general y del complejo geomorfológico resultante de su evolución.

Se distinguieron un total de 11 regiones paragenéticas:

- I - Llanura Septentrional.
 - II - Alturas del Norte.
 - III - Llanuras y alturas interiores.
 - IV - Llanura Suroriental.
 - V - Llanura Suroccidental.
 - VI - Montañas de Trinidad.
 - VII- Montañas de Sancti Spíritus.
 - VIII- Llanura del río Agabama.
 - IX - Llanura del río Higuanojo.
 - X - Llanura del río Zaza.
 - XI - Llanura del río Jatibonico del Sur.
- **Faja Paragenética:** Alineamiento funcional dentro de una región, de las unidades paisajísticas de similar fundamento litológico y tipo de relieve, que han generado una comunidad edafo - biogénica característica.

Casi siempre, las fajas constituyen hileras paragenéticas paralelas entre sí, cada una con su situación dinámico - posicional propia y una intensidad particular de los procesos de intercambio de sustancias y energía.

Su continuidad territorial, sólo se interrumpe por la interposición de regiones de cuencas fluviales de desarrollo epigenético, que las atraviesan perpendicularmente, o por sectores de intensa mezcla de litologías (melange ofiolítico), en los que las hileras se fragmentan.

Se distinguieron 54 fajas paragenéticas en el territorio, distribuidas en las diferentes regiones (Tabla 13):

- **Sector Paragenético:** Constituye la unidad taxonómica inferior para la escala de trabajo empleada, aunque no en la taxonomía aplicada. Por ello, presenta la misma homogeneidad genético - funcional y constituye el taxón principal en el análisis estructuro - funcional efectuado.

Cada unidad tipológica identificada (tipo de comarca), constituye un sector paragenético, con un tipo funcional propio y una variante de funcionamiento específica. De este modo, las Fajas constan de un número variable de Sectores paragenéticos.

En el Capítulo II de esta tesis, se argumentan los índices diagnóstico, empleados.

Como información principal, el mapa contiene los tipos funcionales de paisajes de la provincia, con la variante o papel que desempeña cada Faja y Sector en el funcionamiento, así como los Flujos o Geocorrientes más importantes y su Intensidad.

Para determinar la intensidad de los flujos o geocorrientes, se empleó, como complemento del análisis, un índice cuantitativo: el Coeficiente de Contrastividad Paisajística (Kcp), lo que obedece a las razones siguientes:

En los paisajes se distinguen dos tipos de contraste fundamentales: el vertical y el horizontal. El primero se refiere a las diferencias en la composición de los componentes del paisaje o geohorizontes, en sentido vertical. En cambio, el contraste horizontal está dado por las diferencias que se manifiestan en la composición, entre unidades de paisajes vecinas, situadas en el plano horizontal.

A los efectos del contraste, se le presta una gran atención en la literatura geoecológica, ya que éste condiciona los flujos de energía, materia e información (flujos EMI). Particularmente, en el contacto entre unidades contrastantes, se lleva a cabo el aumento de la intensidad del intercambio de materia y energía, lo cual se conoce como *efecto de límite*. Sobre esta base, se ha desarrollado el concepto de geocotono.

Este constituye uno de los índices principales para evaluar las relaciones de posición (relaciones que se manifiestan producto de la interconexión entre unidades paisajísticas limítrofes). La contrastividad es el grado de oposición entre dos paisajes que hacen contacto y es mayor, cuanto mayores sean las diferencias físico-geográficas entre ellos.

Su determinación es fundamental para el análisis del funcionamiento, por cuanto la estructura funcional se manifiesta mediante sistemas paisajísticos vectoriales, entre los que existe una notable contrastividad y cuyos límites horizontales pueden ser hipsométricos, litológicos, o de otra índole, pero que actúan generalmente de manera simultánea (como límites físico-geográficos entre Hileras). Generalmente, cuanto mayor sea el contraste entre los paisajes, mayor es el gradiente entre ellos y más intensos los flujos (Etter, 1991).

El coeficiente se calculó, utilizando la siguiente expresión matemática (Mateo, 1991, *op.cit.*):

$$K_{cp} = B / P$$

En el Suplemento 3 y las Tablas 14 y 15, se reflejan, respectivamente, el procedimiento seguido y los elementos cuantitativos empleados en el cálculo del Coeficiente de Contrastividad Paisajística, en el área objeto de estudio.

Los resultados, que se muestran en la Tabla 16, ponen de manifiesto, en primer lugar, que:

- como regla, el K_{cp} es alto, allí donde el rango de contrastividad es más notable y el conjunto de anillos paisajísticos que participan en cada combinación, es reducido (sea esto porque es poco el fraccionamiento interior de la localidad, o porque aún con alto fraccionamiento, el total de anillos en cada combinación es escaso, como ocurre en la llanura de El Jíbaro y las alturas de La Lumbre - Santander y Limones Cantero).

- en el conjunto de localidades individuales analizadas, la contrastividad paisajística refleja una paridad entre las que presentan valores elevados del índice (44,08 % del total) y aquellas cuyo valor es bajo (43,01 %), manteniéndose esta tendencia, en las localidades de alturas, de depresiones intramontañas y en menor medida, en las localidades comprendidas en el área de montañas.

- en cambio, en las llanuras el índice tiende a ser casi siempre bajo, como consecuencia de la presencia en ellas, de gran cantidad de anillos o contornos tipológicos, con numerosos representantes en cada combinación y un rango de contrastividad entre ellos, generalmente pequeño. Esto ocurre porque las llanuras se hallan muy fraccionadas (tanto tipológica como individualmente), pero los anillos vecinos que contactan lateralmente, tienen - como regularidad -, una contrastividad reducida, algo que es característico precisamente para este tipo de territorios.

- en el caso de las localidades de alturas, predominan los valores elevados del coeficiente, porque en ellas es común la existencia de anillos combinados, que tienen un alto rango de contrastividad (por fuertes diferencias hipsométricas, geomorfológicas, litológicas, etc.), una escasa diversidad tipológica y poca cantidad de anillos en cada una de las parejas. Constituyen excepción, aquellos casos en que la localidad carece de fraccionamiento interior ($K_{cp} = 0$), o que tiene numerosos anillos, en las escasas combinaciones que provoca su reducida diversidad.

- las depresiones estructuro-fluviales, son localidades con un alto valor del índice, ya que a la presencia de varios anillos en la combinación "pendiente montañosa - cauce", se une el valor característico del rango en este tipo de vecindad. No ocurre así, en las depresiones estructuro - cársicas, también con varios anillos en cada pareja, pero con un rango mucho más reducido.

- en las montañas, aunque el rango entre las parejas es siempre reducido, predominan las localidades con valores elevados, coincidiendo con aquellas donde el número de anillos en cada pareja o combinación, es pequeño. En cambio, desciende bruscamente en las montañas más fraccionadas desde el punto de vista individual o regional, como ocurre en las de Sierra Alta - Pico Tuerto y Topes - La Felicidad.

Por último, es oportuno destacar que los resultados de la Tabla, permiten calcular el K_{cp} , para cada una de las parejas de anillos por separado, lo que resultaría muy útil para el análisis paisajístico, e escalas más detalladas.

En segundo lugar, al determinar el Gradiente de Contrastividad entre las localidades (diferencia cuantitativa entre los

valores del Kcp, de dos localidades limítrofes), se logró precisar la intensidad de los flujos o geocorrientes. Los rangos de significación obtenidos en este análisis, son los siguientes:

<u>Valor del gradiente</u>	<u>Intensidad</u>
< 0.18	Muy Baja
0.18 - 0.37	Baja
0.38 - 0.60	Media
0.61 - 0.81	Alta
> 0.81	Muy Alta

Así, en el 54,1 % de los límites entre Fajas, la intensidad se clasifica como Muy Alta o Alta, lo que evidencia un carácter particularmente dinámico de los procesos de funcionamiento entre los paisajes, en esta parte de Cuba, regidos principalmente por el relieve, el intercambio de humedad y el mosaico litológico, que generan los flujos más importantes. Justamente, la migración de los impactos antrópicos, adquiere también ese dinamismo.

3.1.2 - Estabilidad de los paisajes.

3.1.2.1 - Estabilidad potencial o genética:

Como se argumenta oportunamente en la tesis, depende de las propiedades intrínsecas del paisaje, los factores naturales externos que lo afectan (factores de riesgo externo o impacto natural) y la coherencia interna de las relaciones entre sus componentes, por lo que tiene una base natural.

En el caso de las propiedades intrínsecas, fueron seleccionadas - aplicando criterio de expertos -, las siguientes:

A - Carácter del substrato, dado por el tipo de litología, que determina la susceptibilidad natural de este componente del paisaje.

B - Inclinación de la pendiente, expresada en por ciento.

C - Susceptibilidad del suelo a la degradación natural, dada por las propiedades del subtipo de suelo característico, especialmente su compacidad, textura y desarrollo del perfil.

D - Profundidad del suelo.

E - Capacidad protectora de la cubierta vegetal, ya sean las formaciones naturales con distinto grado de conservación, o la cobertura antrópica que la ha sustituido.

F - Carácter del drenaje natural en el paisaje (concentrado, difuso, o sus combinaciones).

G - Densidad de disección del relieve, por las corrientes hídricas superficiales.

H - Presencia y particularidades del anegamiento (referidas a su periodicidad).

I - Estadío evolutivo del paisaje.

Cada una de ellas, se pondera en cinco categorías, asignándose en cada caso, el correspondiente valor cuantitativo. El procedimiento seguido al efecto, se refleja en la Tabla 17.

Con este precedente, se evaluó la influencia de las propiedades intrínsecas de cada tipo de comarca, en su estabilidad potencial o genética, a partir de una matriz elaborada al efecto (Tabla 18), en la que se expresan también, los valores sumario y promedio de este atributo, para cada una de ellas.

En el caso de los factores naturales externos que ejercen mayor influencia en la estabilidad potencial de los paisajes, fueron seleccionados - también con criterio de expertos -, los siguientes:

A- Afectación por huracanes y tormentas tropicales, tanto en relación con su intensidad, como con la frecuencia de estos organismos meteorológicos.

B- Afectación por frentes fríos, también en consideración a su intensidad y frecuencia.

C- Afectación por sequía, según el comportamiento espacial del índice de humedecimiento en el período poco lluvioso, que determina una clara diferenciación entre los paisajes en cuanto al déficit de humedecimiento (o sea, la intensidad de la sequía) y el número de meses cuyo índice refleja sequía intensa (su frecuencia).

D- Ocurrencia de altas precipitaciones, según la intensidad de las lluvias (en milímetros por minuto) y su frecuencia temporal.

A las variables consideradas en cada factor, se le asignó un valor cuantitativo, de acuerdo a su manifestación en el territorio estudiado (Tabla 19). Esto permitió evaluar la influencia de los factores externos o de impacto natural, en la estabilidad potencial o genética, como se refleja en la matriz correspondiente (Tabla 20), donde se expresan igualmente, los valores sumario y promedio del atributo, en cada tipo de comarca.

Como se aprecia en la Tabla, aquellos tipos de comarcas que presentan individuos dispersos por la provincia, son evaluados teniendo en cuenta esa peculiaridad.

El valor promedio obtenido al efectuar la sumatoria en las Tablas 18 y 20, permitió determinar el comportamiento de la estabilidad potencial o genética, para el conjunto de las unidades seleccionadas (Tabla 21).

Los rangos de significación obtenidos, para este índice ponderado, son los siguientes:

- Valores inferiores a 1.95 ----- Muy Estable.
- Valores entre 1.95 y 2.10 ----- Estable.
- Valores entre 2.11 y 2.34 ----- Medianamente Estable.
- Valores entre 2.35 y 2.60 ----- Inestable.
- Valores superiores a 2.60 ----- Muy Inestable.

Como se aprecia en la tabla, el 56,95 % de los tipos de comarcas, son genéticamente inestables (como consecuencia lógica del amplio espectro de condiciones naturales, bajo las cuales surgieron y evolucionaron los paisajes de esta parte de Cuba, en especial, la complejidad estructuro - litológica y de relieve, la diversidad edáfica y la variabilidad espacial de los indicadores climáticos). En tanto, sólo el 21,84 % de las citadas unidades, resultan ser estables.

Sin embargo, al considerar los resultados del estudio de la Coherencia Interna de las relaciones entre los componentes del paisaje, expuestos en la Tabla 12, se evidencia que en el análisis de la estabilidad potencial o genética, no puede obviarse la influencia que ejerce sobre ella la coherencia interna, indicadora del grado de resistencia que puede ofrecer

un paisaje dado, a los diferentes tipos de impactos naturales que recibe (o sea, el grado de respuesta), así como de su capacidad para desarrollar la autorregulación.

El análisis de la Tabla 21, permite esbozar algunas conclusiones importantes, en relación con la estabilidad potencial o genética:

- en los cayos rocosos y las llanuras costeras carsificadas de la provincia, independientemente de la existencia de algunos individuos paisajísticos inestables, predominan las condiciones de estabilidad natural y se presentan altos valores de coherencia interna de las relaciones, lo que permite pronosticar un adecuado desarrollo de los mecanismos autorreguladores naturales. Una situación similar, presentan los paisajes de las llanuras ubicadas dentro de las Alturas del Nordeste.
- las llanuras costeras cenagosas, aunque son genéticamente inestables, también presentan altos valores de coherencia interna, con lo que su capacidad de autorregulación natural, es igualmente mayor que en aquellos paisajes con reducida coherencia interna.
- en cambio, las llanuras subcosteras y fluviales, caracterizadas por ser estables o medianamente estables, se distinguen por su baja coherencia interna y por ello, sus procesos de funcionamiento son más vulnerables frente a los agentes y procesos desestabilizadores de carácter natural que los afecten.
- la principal zona de conflictos en cuanto a este atributo, se halla en las llanuras y alturas del interior o centro de la provincia, cuyos paisajes son inestables o muy inestables y la coherencia interna es muy baja, lo que los convierte en los más vulnerables frente a los agentes y procesos desestabilizadores de origen natural que los afectan. Lo mismo ocurre en las macrovertientes meridionales de las montañas.
- en el interior del macizo montañoso, los paisajes también son genéticamente inestables, pero su prolongada evolución en condiciones subaéreas, ha asegurado altos valores de coherencia interna en las relaciones entre los componentes y con ello, una menor vulnerabilidad a los impactos naturales.

3.1.2.2 - Estabilidad tecnógena: Para su determinación, se emplean diversos índices cuantitativos, entre los cuales fue seleccionado el llamado Coeficiente de Transformación Antropogénica, propuesto por P.G. Shishenko (1988, a). La expresión matemática concebida al efecto, es modificada por el autor de la tesis, buscando una mayor aproximación a la realidad estudiada. Con este fin, surge el Índice de Intensidad de Uso Antrópico del Paisaje, que se expresa por la siguiente ecuación:

$$IU_j = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i m_i) A_i}{AT_j} \quad \text{donde, } m_i = \frac{Q_i + R_i + RE_i}{9}$$

Variables y parámetros de la ecuación:

"IU_j" ---- Intensidad de uso del paisaje " j " .

"r_i" ----- Rango de transformación antropogénica de los paisajes del tipo " i " de utilización.

"m_i" ----- Magnitud del impacto ocasionado por el tipo " i " de utilización.

"i" ----- Índice del tipo de utilización de la naturaleza, " i " = 1,n .

"Q_i" ----- Intensidad de aplicación de aditivos químicos en la utilización " i " .

"R_i" ----- Intensidad de aplicación de roturado de la tierra en la utilización " i " .

"RE_i" ----- Intensidad de aplicación de regadío para el tipo de utilización " i " .

"t_i" ----- Índice de implicación del factor tiempo, en la transformación del paisaje provocada por la utilización " i " .

Al respecto, se asume que:

ti = 0,99 si el uso " i " permanece en el paisaje desde el siglo XIX.

ti = 0,66 si el uso " i " permanece desde la primera mitad del siglo XX.

ti = 0,33 si el uso " i " se instauró en la segunda mitad del siglo XX, permaneciendo hasta hoy.

"A_i" ----- Área dedicada al tipo de utilización " i " .

"AT_j" ----- Área total que ocupa el paisaje " j " .

En el Suplemento 4, se describe el procedimiento seguido en la ponderación de las variables y parámetros para el cálculo. Como se aprecia, la modificación del índice se refiere, básicamente, a lo que el citado autor denomina "índice de profundidad de transformación del paisaje", que caracteriza el "peso" de cada uno de los tipos de utilización de la naturaleza, en la transformación sumaria del paisaje dado ("m_i", en nuestra propuesta).

En el caso de los paisajes de génesis antrópica, los valores de "m_i" se asignaron en correspondencia con el criterio dominante en la literatura consultada:

- Embalses artificiales ----- 1,125.
- Asentamientos urbanos ----- 1.25.
- Canteras ----- 1,375.
- Asentamientos urbanos con instalaciones industriales---- 1,50.

También se introduce en el modelo la variable "t_i", que implica considerar el factor tiempo de permanencia de un tipo de utilización, en la transformación del paisaje.

La profundidad del impacto tecnógeno sobre el paisaje, depende del tiempo de establecimiento del tipo dado de utilización de la naturaleza, en una región concreta, pues en la etapa inicial de la asimilación, el paisaje experimenta bruscos impactos, que en muchos casos conducen a una transformación radical; con el decursar del tiempo, el desarrollo tecnológico tiende a aumentar la capacidad de intervención del hombre y con ello, multiplicar los cambios.

Es por esto de suma importancia, considerar la estrecha relación estabilidad - largo e intensidad de las acciones antrópicas (Milanova y Riabchikov, 1988, *op.cit.*).

Los resultados del cálculo de la estabilidad tecnógena de los paisajes, a partir del conocimiento de la intensidad de uso, se reflejan en la leyenda del Mapa 4: Sensibilidad geocológica de los paisajes, donde se presentan las categorías propuestas, a partir de los rangos de significación obtenidos en dicho cálculo, que son los siguientes:

- Valores inferiores a 0,05 ----- Muy Estables.
- Valores entre 0,05 y 0,10 ----- Estables.
- Valores entre 0,11 y 0,20 ----- Medianamente Estables.
- Valores entre 0,21 y 0,30 ----- Inestables.
- Valores superiores a 0,30 ----- Muy Inestables.

El mapa muestra que el 29,85 % de las unidades paisajísticas que conforman la estructura horizontal, morfológica o planar en el territorio espirituano, están sometidas a intensidades de uso que implican una elevada inestabilidad (Fig. 11); esto representa el 36,55 % del área total y está condicionado principalmente por los impactos que provocan aquellos tipos de utilización, caracterizados por una estructura vertical homogenizada, como son:

- plantaciones de cultivos temporales compactas, incluyendo el tabaco y otros cultivos de alta demanda de aditivos químicos y regadío, como papa, ajo, cebolla y plátano.
- plantaciones de caña de azúcar con sistemas de drenaje artificial, o extensas plantaciones compactas de este cultivo.
- plantaciones de arroz.
- embalses artificiales.
- asentamientos urbanos, muchas veces aledaños a instalaciones industriales.
- canteras y préstamos de tierra, en uso o abandonados.
- grandes pastizales, aún cuando ninguno mantiene de manera estable, una alta densidad de cabezas de ganado por hectárea.

A ello debe agregarse, que el tiempo de permanencia ininterrumpida de los tipos de uso analizados, es de más de 100 años en muchos de los casos y de más de 50 años, en su inmensa mayoría.

Especialmente, la mayor concentración de unidades paisajísticas con problemas de inestabilidad tecnógena, se halla en las llanuras y alturas del centro de la provincia, entre Fomento y Jatibonico, escenario más importante de las principales obras de infraestructura socioeconómica (asentamientos urbanos, instalaciones industriales, viales, multitud de embalses de distintos tamaños) y de las plantaciones más compactas y extensas de cultivos temporales, incluyendo el tabaco (cuyo crecimiento actual, supone el aumento incesante de la construcción de micropresas y de los llamados "tranques", para satisfacer la demanda de riego, así como la incorporación de nuevas generaciones de aditivos químicos).

Otros sectores con similar carácter del atributo, son:

- la llanura de La Sierpe, donde se ubica el CAI Arrocerero Sur del Jíbaro.
- la llanura de Pojabo, con plantaciones de plátano, papa, cebolla y otros cultivos temporales.
- la llanura de Banao, foco principal del cultivo de ajo y cebolla en la provincia.

- el conocido Valle de los Ingenios, que permanece aún con extensas plantaciones de caña de azúcar (ahora compactas) y las llanuras del sureste de Trinidad.
- la altiplanicie de Meneses, con plantaciones considerables de papa y plátano.
- la llanura subcostera de Yaguajay, con grandes macizos cañeros.

La estabilidad tecnógena es mayor, en las restantes llanuras costeras y en las montañas de Guamuhaya, principalmente. En este último caso, la utilización actual es esencialmente ganadera (con pastizales naturales insuficientemente atendidos, lo que permite el crecimiento de matorrales y bosque secundarios jóvenes), además de cafetalera y forestal.

Esto asegura ciertas limitaciones a la continuación del deterioro ocasionado por la tala masiva, la cría y engorde de ganado mayor en pastizales artificiales y la proliferación de "tumbas" para cultivos temporales como la malanga, que constituyeron otras variantes de asimilación de las montañas espirituanas, desde el siglo XIX.

3.1.3 - Sensibilidad geoecológica.

Como se argumenta en el Capítulo I, la sensibilidad de los paisajes se interpreta, desde la perspectiva geoecológica, como la susceptibilidad de aquellos a la degradación y pérdida de su capacidad productiva, como resultado de su situación de estabilidad integral.

Así, el análisis de los tipos de estabilidad, se convierte en el indicador para evaluar la Sensibilidad geoecológica de los paisajes.

Al correlacionar los resultados del estudio de la Estabilidad potencial o genética, con la Estabilidad tecnógena, se lograron definir las categorías de Sensibilidad siguientes:

- Paisajes Muy Sensibles.
- Paisajes Sensibles.
- Paisajes Medianamente Sensibles.
- Paisajes Poco Sensibles.
- Paisajes Muy Poco Sensibles.

En el Mapa 4: Sensibilidad geoecológica de los paisajes, se representa la sensibilidad geoecológica de los mismos en el territorio, pudiendo constatarse que los que tienen alta susceptibilidad (Sensibles o Muy Sensibles), ocupan una superficie de 2249,61 Km², es decir, el 33,35 % del área total estudiada. Se corre el riesgo de que a estas categorías, puedan sumarse en un futuro, 1026,96 Km², ocupados por paisajes clasificados como Medianamente Sensibles (15,22 % del total), que tienen escasa estabilidad potencial o genética (natural), pero todavía presentan reducida inestabilidad tecnógena.

De aumentar en ellos la intensidad de uso, su sensibilidad crecerá inevitablemente, con las consecuencias que de ello se derivan, para su degradación geoecológica y pérdida de su capacidad productiva actual.

La situación más crítica, se presenta en los paisajes de llanuras interiores de la provincia, así como en los de alturas y

algunos de las montañas, donde el mal manejo de modo consecutivo durante mucho tiempo, ha generado una pérdida creciente de la productividad en esos paisajes. Estos resultados del estudio de la Sensibilidad, se corresponden con los obtenidos al realizar el análisis comparativo de los datos aportados por el Censo Agrícola de 1945, con las investigaciones de campo y gabinete realizadas por el autor, durante los últimos años, en las cuales se pudo constatar el acelerado proceso de deterioro de los paisajes en varios sectores de la provincia, especialmente en relación con uno de sus recursos con más intensa utilización: el suelo.

3.2 – Diagnóstico geoecológico de los paisajes.

3.2.1 – Cálculo de la Capacidad de uso potencial de los paisajes, para las actividades agropecuarias.

3.1.1.1- Bases para la evaluación de la capacidad de uso potencial.

El fuerte componente agropecuario y forestal de la provincia, con sus conocidos problemas de degradación, determinó la orientación de los esfuerzos investigativos hacia la evaluación del potencial de los paisajes para esas formas de utilización.

El proceso de análisis para la evaluación integral de los potenciales de los paisajes para la actividad agropecuaria, se realizó a partir de la síntesis de evaluaciones que se realizaron previamente en los componentes de mayor influencia en la conformación de los recursos y servicios ambientales que el paisaje brinda a esta actividad, en el contexto estudiado: las propiedades de los suelos, las peculiaridades morfométricas del relieve, los procesos exógenos predominantes y la influencia de las condiciones climáticas, expresadas a través del humedecimiento.

La correlación de los potenciales parciales de cada uno de los componentes seleccionados, constituye una de las direcciones de la evaluación integral de los territorios, con fines de planificación.

Estas evaluaciones, para el territorio que nos ocupa, son las siguientes:

3.2.1.2- Resultados de la evaluación.

3.2.1.2.1.- Evaluación de los suelos para las actividades agropecuarias.

Es conocido que en ocasiones, suelos con un adecuado balance de elementos químicos y orgánicos, no son adecuados para la agricultura, por sus limitaciones físicas, tales como profundidad efectiva, pedregosidad, rocosidad, entre otras. Como consecuencia de un riguroso estudio de los suelos, se dispone del mapa de suelos a escala 1: 25 000, para cada municipio (MINAGRI, 1986, *op.cit.*). Los estudios realizados, permiten constatar que la provincia tiene un 67,5 % de los suelos comprendidos en el fondo agrícola, evaluados con categorías agroproductivas I y II para los 10 cultivos fundamentales; en tanto sólo el 32,5% restante, posee categorías III y IV.

Sin embargo, no se había establecido una evaluación integral que incluyera, además de la fertilidad natural, los tipos, intensidades y combinaciones existentes, de los llamados factores limitantes de cada tipo y subtipo genético de suelo, de modo que permitiera a los organismos de planificación y de la agricultura, tener una visión rápida y confiable del estado en que se encuentra este valioso recurso, a través de mapas que abarcaran todo el territorio o parte de él

(un municipio, por ejemplo).

Con este precepto y teniendo como antecedentes de la investigación, trabajos realizados para los municipios de Los Palacios, Pinar del Río (ACC, 1990); Taguasco, Sancti Spíritus (Dominguez, 1991,a, *op.cit.*) y para el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, el autor realizó la evaluación de los suelos de cada uno de los municipios (a escala 1: 50 000), para finalmente, expresar la situación de la provincia en su conjunto (a escalas de representación, 1: 100 000 y 1: 250 000). La información de que se dispone, a escala 1: 25 000, contiene - para cada subtipo de suelo -, las propiedades fundamentales que lo identifican y que en muchas ocasiones, constituyen los llamados factores limitantes: erosión, graviliosidad, pedregosidad, rocosidad, gleyzación, salinidad, profundidad efectiva y concrecionamiento.

A continuación, se exponen los criterios que el autor tuvo en consideración en el análisis de cada una de las variables. Evidentemente, sólo se utilizaron las categorías que representan una mayor magnitud de la problemática de los suelos, de acuerdo a la Leyenda Descriptiva del citado mapa de suelos:

Erosión: Se utilizaron las categorías que implican una mayor magnitud del proceso erosivo, manifestado en la pérdida parcial o total de horizontes edáficos:

- Muy Fuerte, cuando existe pérdida total del horizonte A y parcial del B, (entre el 25 y el 75 %).
- Fuerte, cuando se ha perdido desde un 75 % del horizonte A, hasta un 25 % del B.
- Media, cuando existe pérdida del horizonte A, entre el 25 y el 75 %.

Graviliosidad:

- Muy Fuerte, cuando es superior al 90 %.
- Fuerte, cuando oscila entre 51 y 90 %.
- Media, cuando oscila entre 16 y 50 %.

Pedregosidad:

- Excesiva, cuando oscila entre 16 y 90 %.
- Mucha, cuando oscila entre 4 y 15 %.

Rocosidad:

- Extrema, cuando hay más del 50 % de rocas en afloramiento.
- Muy rica, cuando oscila entre 26 y 50 %.
- Rocosidad, cuando oscila entre 11 y 25 %.

Gleyzación:

- Muy fuerte, cuando aparece en todo el perfil.
- Fuerte, cuando aparece entre 20 y 40 cm de profundidad.
- Media, cuando aparece entre 41 y 60 cm de profundidad.

Salinidad: En este caso, se consideran todas las categorías, dada su gran influencia en la agricultura, pues aún cuando es débil, demanda cultivos especiales.

Profundidad Efectiva: Se incluyeron las tres categorías influyentes en la gran mayoría de los cultivos:

- Muy poco profundo, cuando la profundidad es inferior a 25 cm.
- Poco profundo, cuando la profundidad oscila entre 26 y 50 cm.
- Medianamente profundo, cuando la profundidad oscila entre 51 y 90 cm.

Concrecionamiento: Se incluye porque constituye una manifestación de drenaje vertical deficiente en el suelo, considerándose las dos categorías principales:

- Muy concrecionario, cuando existe entre el 21 y el 50 % de concreciones en el suelo.
- Poco concrecionario, cuando existe entre el 5 y el 20 %.

La información se llevó a una matriz de doble entrada en la que, por análisis de similitud, se categorizaron los suelos en: Óptimos, Muy Favorables, Medianamente Favorables, Poco Favorables, Desfavorables y Muy Desfavorables para la agricultura (incluido el cultivo artificial de pastos).

Es de destacar que la provincia dispone de áreas reducidas de suelos Óptimos, pues en la mayoría del territorio, los mismos se categorizan entre Muy y Medianamente Favorables, con problemas de profundidad efectiva, erosión y graviliosidad. En algunos suelos de llanuras, así como en las alturas dispersas o en grupos y en las montañas, los suelos no son apropiados para la agricultura, exceptuando para cultivos especiales.

3.2.1.2.2- Evaluación del relieve para las actividades agropecuarias.

Este tipo de evaluación, analiza complejamente la influencia de las condiciones geomorfológicas (expresadas mediante índices morfométricos y procesos exógenos predominantes), en el drenaje, la mecanización, el riego y otras actividades agrícolas, ofreciendo recomendaciones para perfeccionar el manejo, desde la perspectiva del relieve local.

Comprende el estudio morfométrico del territorio, considerando aquellos índices de más influencia en las actividades agropecuarias: el valor del ángulo de las pendientes, la disección vertical o profundidad de disección y la disección horizontal o densidad de disección (conocido también como densidad de cauces).

Al no existir información cartográfica sobre los parámetros de mayor incidencia en las actividades agropecuarias y forestal, se elaboraron los mapas de disección vertical, densidad de disección, pendientes y procesos exógenos predominantes, durante los trabajos en los municipios, a escala 1: 50 000, lo que permitió finalmente, sintetizar la evaluación integral del relieve, en categorías cualitativas que informan acerca de la potencialidad de cada área, para asumir una función productiva (agricultura de roturado periódico o no periódico, pastos, etc.), y las medidas fundamentales a tomar, para disminuir la inducción de procesos exógenos degradantes y/o reducir el incremento de los ya existentes, en cada tipo de utilización recomendada. En el caso del uso forestal, se asume que las áreas sin potencial para otro tipo de uso, pueden tener ese destino, como alternativa de aprovechamiento del paisaje.

Como en el caso anterior, se trabajó a escala semidetallada (1: 50 000).

Las categorías de aptitud del relieve para el territorio provincial en su conjunto, con las respectivas recomendaciones, aparecen en la Tabla 22 y son las siguientes: Óptimo, Muy Favorable, Medianamente Favorable, Poco Favorable, Desfavorable, Muy Desfavorable y Extremadamente Desfavorable. Como resultado del análisis, resalta el hecho de que

el relieve produce fuertes modificaciones en la aptitud o potencial de los suelos para estas actividades socioeconómicas, aún en lugares donde existe homogeneidad en el resto de los factores considerados.

3.2.2 - Capacidad de uso potencial de los paisajes, para las actividades agropecuarias.

Es la síntesis de todo el trabajo de evaluación.

La correlación de los potenciales parciales antes mencionados, pone de manifiesto que en el perímetro de una misma unidad paisajística, las condiciones de acogida pueden estar modificadas por la variación espacial de las propiedades de los suelos, las pequeñas diferencias en los parámetros morfométricos, las peculiaridades de la actividad exógena e incluso, por el carácter del humedecimiento.

De esta manera, los paisajes del territorio estudiado se diferencian interiormente según su capacidad para asumir las distintas variantes de utilización agrícola y pecuaria (como se explicó oportunamente en el Capítulo I, el uso potencial de la tierra, para estos fines, se expresa en términos de capacidad de uso).

Estas diferencias internas, constituyen las unidades de potencial del paisaje, las cuales se agrupan en las categorías principales: Óptimo, Muy Favorable, Medianamente Favorable, Favorable, Poco Favorable, Desfavorable y Muy Desfavorable para el uso agropecuario.

Aunque no se realiza un análisis técnico-económico de los usos actuales y los que se proponen en cada lugar, sí se resaltan las consecuencias que en la mecanización, el riego y el drenaje, provocan las variaciones del potencial entre los diferentes paisajes y aún dentro de cada uno de ellos (en sus unidades de potencial). (Mapa 5: Capacidad de uso potencial de los paisajes).

Al reflejar la distribución geográfica de las diferentes categorías de capacidad de uso potencial, el mapa constituye la base para realizar la zonificación funcional de esas actividades económicas, en cada uno de los paisajes de la provincia.

La superficie provincial determinada como apta para la agricultura de roturado periódico y no periódico, tiene igualmente potencialidad para la realización de prácticas de ganadería intensivas, mediante el establecimiento de pastizales cultivados.

Por otra parte, el mapa permite sustentar las medidas de reordenamiento agropecuario y forestal, así como cualquier proyecto de rehabilitación de áreas agrícolas degradadas, de construcción de obras hidrotécnicas y sistemas de riego, definir la ubicación de cultivos y su época más probable de plantación de acuerdo al régimen de humedecimiento, entre otras posibilidades. En la elaboración del mapa, se asume que las áreas de destino forestal, pueden establecerse a partir de aquellas que no tienen vocación agrícola o pecuaria, dadas sus fuertes limitaciones de potencial, pudiéndose establecer diferentes tipos de uso forestal, en dependencia de las diversas manifestaciones de los factores anteriormente estudiados (suelo, relieve y clima).

El análisis del mapa, permite constatar la amplia extensión de áreas potencialmente apropiadas (algo que se ha traducido en una fuerte ocupación del espacio y un uso intensivo en muchas de ellas). Pero al mismo tiempo, resalta

el hecho de que - excepto en sectores como el Nordeste y Este de Mayajigua, Batey Colorado, el Norte de la ciudad de Sancti Spíritus y otros aislados, - la generalidad de los paisajes de la provincia, demandan un régimen de utilización que tenga en cuenta sus condiciones específicas de potencial.

Ello sólo es posible, mediante el reordenamiento de estas actividades, con un criterio que conjugue los intereses socioeconómicos de la agricultura, la ganadería y la silvicultura de cada lugar, con la capacidad específica de sus paisajes, para asumir esas funciones.

3.2.3 – Compatibilidad del uso actual de los paisajes.

3.2.3.1 - Uso actual de la tierra.

En el proceso de la transformación antropogénica de los paisajes, se manifiestan dos tendencias en cuanto a la modificación de la estructura paisajística natural, por parte del hombre. Justamente, la actividad humana en el territorio, especialmente a partir del momento de la conquista y colonización, ha modificado la geodiversidad, de dos maneras fundamentales:

- Mediante la homogenización de los paisajes: Imponiendo determinado tipo de uso sobre grandes extensiones de terreno, en las que existen paisajes diferentes (como ocurrió a partir de la introducción de la economía de plantaciones, con la caña de azúcar), lo cual implicó, de forma paralela, la homogenización del grado de modificación de los geosistemas implicados, ya que la tecnología aplicada en cada momento histórico, tenía también ese carácter. Todo esto condujo a la simplificación de la estructura paisajística original y la reducción de la geodiversidad.

Esta tendencia, ha sido característica para la actual provincia, hasta finales de la década de los 80, del pasado siglo XX (grandes plantaciones estatales de caña, arroz, plátano y otros cultivos).

- Mediante la heterogenización de los paisajes: Imponiendo diferentes tipos de uso, sobre pequeñas extensiones de terreno, en las que existe un solo paisaje (como ocurrió a partir de la desagregación de las haciendas comuneras, en pequeñas fincas y la consiguiente diversificación de los cultivos, por las exigencias de la comercialización). En estos casos, se manifestaron al unísono, diversos grados de modificación y variadas herramientas tecnológicas (según los requerimientos de cada cultivo). Obviamente, la multiplicidad de usos, produjo una mayor complicación de la estructura paisajística y un incremento de la geodiversidad.

Esta tendencia, es característica para las llanuras interiores.

Actualmente, el sector agropecuario aporta en Sancti Spíritus el 32,9 % de la producción mercantil, al tiempo que la provincia juega un significativo papel en la producción agropecuaria del país, por sus importantes producciones de arroz, azúcar de caña, tabaco, granos, hortalizas, raíces y tubérculos, frutas y productos de la ganadería.

A partir de la utilización de los mapas de Uso y Tenencia de la tierra de cada municipio, correspondientes al año 2000, elaborados por la Agencia GEOCUBA Sancti Spíritus, a escala 1: 50 000, se obtuvo el mapa de los Tipos de Utilización predominantes en el área rural de la provincia, a escala 1: 250 000. Como corresponde a la variabilidad de condiciones del potencial, los paisajes son utilizados en una amplia variedad de funciones agrícolas, por lo que se establecieron un

total de 23 tipos de utilización fundamentales:

- 1- Bosques naturales y seminaturales, con focos de matorrales seminaturales.
- 2- Plantaciones forestales (aisladamente con plantaciones de café).
- 3- Matorrales secundarios.
- 4- Plantaciones de caña de azúcar compactas (con canalizaciones de drenaje, en zonas bajas).
- 5- Plantaciones de caña, con focos de cultivos temporales y tabaco (relación > 80%, <20%, respectivamente).
- 6- Plantaciones de caña, con focos de pastos naturales (en relación >80%, <20%, respectivamente).
- 7- Plantaciones de cultivos temporales, con tabaco incluido.
- 8- Plantaciones de cultivos temporales, con focos aislados de pastos naturales.
- 9- Plantaciones de ajo y cebolla, alternando con otros cultivos temporales.
- 10- Plantaciones de tabaco (con más del 80% de cobertura).
- 11- Plantaciones de arroz.
- 12- Plantaciones de papa, alternando con cultivos temporales.
- 13- Plantaciones artificiales de pastos.
- 14- Plantaciones de frutales.
- 15- Plantaciones de café y cultivos temporales.
- 16- Plantaciones compactas de café.
- 17- Pastos naturales, con focos de bosques y matorrales seminaturales.
- 18- Pastos naturales, con focos de plantaciones de café.
- 19- Pastizales naturales.
- 20- Pastos naturales, con focos de cultivos temporales (en una relación > 80%, < 20%, respectivamente).
- 21- Pastos naturales, con cultivos temporales y focos de tabaco (relación >80%, <20% respectivamente).
- 22- Canteras y préstamos de tierra.
- 23- Embalses artificiales.

Los valores cuantitativos en paréntesis, reflejan el grado de cobertura - expresado en porciento -, de un tipo de uso respecto a otro, dentro de un mismo contorno.

3.2.3.2- Compatibilidad entre el potencial y el uso actual de los paisajes.

La correspondencia entre el uso actual y la capacidad de uso potencial que tiene cada una de las unidades de potencial presentes en el paisaje, se refleja en el Mapa 6: Compatibilidad del uso actual de los paisajes, en el cual se pone de manifiesto la problemática contemporánea del territorio, en cuanto a compatibilidad entre ambas variables de la gestión ambiental.

En el mapa se presentan tres categorías principales de compatibilidad:

- I. Paisajes Subutilizados: Donde el uso actual puede ser incrementado con explotaciones complementarias, ya

que la capacidad de uso potencial que presentan, admite una mayor variedad de tipos de utilización. Es el caso, por ejemplo, de unidades paisajísticas dedicadas a pastos naturales, que admiten cultivos permanentes e incluso, temporales.

II. Paisajes Utilizados adecuadamente, pues en ellos se evidencia una plena correspondencia entre el uso actual y las potencialidades que presentan, para acoger la función que se les ha asignado.

III. Paisajes Sobreexplotados: Aquellos en los que el uso actual, es superior a la capacidad que tienen para asumirlo, de acuerdo a sus potencialidades. Son éstos, los paisajes en los que se manifiestan los conflictos de uso en la actualidad y por tanto, los que más sufren los procesos de degradación ambiental, causados por las actividades humanas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales se exponen en la Tabla 23, el grado de compatibilidad en la utilización de los paisajes del territorio - calculado sobre la base de la superficie paisajística en la cual el uso actual se corresponde con la capacidad para asumirlo, es de sólo el 33,5%, o sea, BAJO, ya que un 31,6% de dicha superficie, se encuentra Sobreexplotada y un significativo 34,9%, lo ocupan paisajes Subutilizados, donde la capacidad de acogida permite un incremento de las explotaciones por parte del sector agropecuario y por tanto, hacia ellos pueden dirigirse las acciones de ordenamiento que integren los programas de desarrollo prospectivos.

El análisis de la Tabla 23, pone de manifiesto asimismo, las particularidades que presenta la compatibilidad en cada una de las regiones físico - geográficas y sus localidades subordinadas. Así, resulta especialmente interesante la situación de algunas localidades, caracterizadas por una considerable extensión superficial y una elevada ocupación del espacio por la agricultura y la ganadería, donde dicha compatibilidad no alcanza el 30% de su superficie, como ocurre, por ejemplo, en las señaladas con los nombres de: Llanura de Seibabo - Aridanés, Llanura de Jarahuéca - Perea, Llanura de Arroyo Blanco, Llanura de La Ferrolana - El Majá, Llanura del río Agabama, Llanura de Pojabo - Paredes, Llanura de Pedro Barba, Llanura de Fomento, Llanura de Sipiabo - Sancti Spíritus y Llanura de Banao.

Como evidencia la propia Tabla, esto se explica en unos casos, por el grado de subutilización que ellas tienen (42,6% en Seibabo - Aridanés; 59,2 % en Jarahuéca - Perea; 58,7 % en Arroyo Blanco; 60,9 % en La Ferrolana - El Majá; 79,8 % en la del río Agabama y 67,3 % en Pojabo - Paredes) y en otros por la sobreexplotación a que están sometidas (69,0 % en Pedro Barba; 39,1 % en Fomento; 51,2 % en Sipiabo - Sancti Spiritus y 71,6 % en Banao).

3.2.3 - Procesos geocológicos de degradación en los paisajes.

Evidentemente, esa situación de incompatibilidad se refleja en la manifestación de procesos degradantes.

El análisis de los procesos geocológicos de degradación que tienen una mayor implicación en el estado actual de los geosistemas distinguidos en el contexto regional objeto de estudio, incluye necesariamente - por su extensión y consecuencias -, los siguientes (Dominguez, 1999,b; 2001,b, *op.cit.*):

- Erosión: Tanto la erosión laminar como la lineal, constituyen el proceso más generalizado en los geosistemas de gran parte de la provincia. En su desarrollo, concurren varios factores, entre los que sobresalen: el predominio del relieve

ondulado y montañoso, la deforestación y el manejo inadecuado del recurso suelo durante siglos, las peculiaridades climáticas, las características del roturado periódico y de los cultivos a él asociados, el pastoreo y otros. Sólo del fondo agrícola, el 59,4% está incluido en las categorías de erosión laminar de Fuerte o Muy Fuerte (con pérdidas de hasta un 50% y un 25%, respectivamente, del rendimiento potencial).

- Incremento de la graviliosidad, pedregosidad y rocosidad en los suelos: Es una consecuencia de la prolongada actividad erosiva derivada del uso intensivo de la tierra, con cultivos de roturado periódico, particularmente hacia las llanuras interiores, las alturas y las montañas. El roturado periódico, al dejar a los suelos sin cobertura vegetal durante un determinado período, los expone a la acción de las aguas pluviales o de irrigación, con lo que aumentan los riesgos de remoción y arrastre del material edáfico, así como la aceleración de procesos exógenos degradantes.

En aquellos territorios donde el uso tradicional de la tierra se caracteriza por el predominio de los cultivos que demandan roturado anual, como las llanuras del centro de la provincia, los procesos anteriormente mencionados, se manifiestan con mayor agudeza.

- Desertización: Condicionado en gran medida por la actividad humana, afecta hoy unas 830 caballerías; de ellas, existen 600 donde los rendimientos agrícolas son bajos, y otras 230 donde ya no se puede cultivar. El proceso se manifiesta actualmente en cuatro sectores principales: el Nordeste, entre el vial a Caguanes y el río Jatibonico del Norte; el Central, en el norte de los municipios de Cabaiguan, Taguasco y Jatibonico; el Suroeste, entre Ancón y el río Higuanojo y el Sureste, en la llanura subcostera de La Sierpe.

La situación más crítica se evidencia en este último caso, principalmente porque la actividad ganadera destruyó casi totalmente el bosque de ciénaga que cubría originalmente a los suelos Halomórficos, por lo que se incrementó fuertemente la evaporación y desde el manto freático muy poco profundo, las aguas ascendieron capilarmente, evaporándose y aumentando la concentración de sales en el suelo (téngase en cuenta además, que aquí es muy largo el período del año con muy escasas o nulas precipitaciones).

- Salinidad: Asociada en gran medida a la tala de los manglares, el riego sin obras de drenaje de los suelos y el empobrecimiento de acuíferos por sobreexplotación, en las llanuras costeras bajas han penetrado cuñas salinas, que han convertido en salinizados al 20 % de los suelos del fondo agrícola (de ellos, el 10.8% son débilmente salinos); a ellas se vincula también, la salinización de los acuíferos costeros subterráneos.

- Hidromorfismo: Acentuado por la construcción arbitraria y el mal manejo de redes de drenaje artificial, este proceso está acompañado, en la mayoría de los casos, por la gleyzación, ampliamente extendida en las llanuras costeras, todo lo cual se traduce en una enorme extensión de los suelos con drenaje deficiente, que alcanza el 44% del fondo agrícola.

- Compactación: Vinculada generalmente a problemas de sobreexplotación de los suelos, la compactación afecta actualmente al 32% de los suelos del fondo agrícola, contribuyendo a crear condiciones de drenaje deficiente, o acentuando las mismas, donde ya existen.

- Empobrecimiento de la diversidad biológica: además del que ocurrió por la deforestación (actualmente se cuenta sólo con 50 000 hectáreas de bosques naturales, de ellos el 93.9 %, constituidos por bosques semidecíduos sobre calizas,

manglares y bosques lluviosos en general), en la provincia ha sido característica la tala selectiva, que redujo enormemente el número de especies de maderas preciosas y de otras especies útiles para la fabricación de embarcaciones, de carbón, etc.

El establecimiento de espacios protegidos, que constituyen el núcleo de la biodiversidad y la sede de los geosistemas estratégicos, como Caguanes - Cayos de Piedra, Jobo Rosado, Lebrije, Alturas de Fomento, Alturas de Banao y Tunas de Zaza, unido al perfeccionamiento de la legislación correspondiente (CNAP, 1999), tienden a detener este proceso, aunque - como admiten Berovides y Gálvez (1997) -, aún falta un desarrollo más pleno de las investigaciones y los planes de manejo, en esas áreas.

- Eutrofización, azolvamiento y contaminación de los embalses: en muchos de los construidos en la provincia, es característico el incremento de los azolves (por la carencia de bosques de protección y la magnitud de la erosión en sus cuencas), así como la contaminación por el vertimiento de desechos industriales y urbanos sin tratamiento, o insuficientemente tratados.

- Modificaciones antrópicas del relieve: A ellas se vincula la destrucción parcial o total de la estructura de los paisajes y la modificación radical del régimen de funcionamiento. Tienen manifestación local en el territorio y deben su existencia a la construcción de embalses; explotaciones mineras a cielo abierto (para obtener principalmente, materiales de construcción), así como a la construcción de infraestructuras para el riego y el drenaje, en las zonas arroceras y cañeras de ambas costas.

El examen de la distribución espacial de estos procesos geoecológicos en los paisajes, unido al hecho de que los sectores agropecuario y silvícola, constituyen los principales poseedores de tierras - dado por la ocupación de grandes extensiones -, evidencian la necesidad de lograr una mejor comprensión del estado actual de la degradación de los paisajes, para lo cual el autor utiliza una expresión matemática, que puede ser incorporada para lograr tal propósito (A. Ruíz y colaboradores, 2000):

$$EDP = \frac{(T_i + I_i) \frac{1}{A_i}}{M_i}$$

donde:

EDP --- Estado de degradación de los paisajes.

T_i ----- Tipo de proceso de degradación presente en el paisaje.

I_i ----- Intensidad del proceso en cuestión.

A_i ----- Area o superficie del paisaje, ocupada por el proceso.

i ----- Proceso objeto de análisis.

M ----- Total de procesos que convergen en el paisaje.

Mediante un análisis ponderado - sobre la base del criterios de expertos -, similar al que aparece en el Suplemento 4, se

logra obtener el EDP para cada unidad paisajística. El procesamiento correspondiente de esa información, permitió establecer las diferentes categorías que aparecen en el Mapa 7: Degradación de los paisajes, donde se puede distinguir el estado del fenómeno en ellos, lo que repercute en su capacidad de uso potencial para asumir determinado tipo de utilización.

El mapa muestra también, la diversidad de procesos geocológicos de degradación que se manifiestan actualmente, su distribución espacial, así como los principales factores que han generado la aceleración o el desencadenamiento de los mismos.

Igualmente, evidencia que en los paisajes de más temprana asimilación humana, incluyendo los de las montañas, se concentra actualmente la problemática de la degradación, tanto cuantitativa, como cualitativamente. Asimismo, territorios asimilados más tarde, como las llanuras costeras, sufren los efectos de diversos procesos vinculados a la sobreexplotación de sus recursos, sin un previo conocimiento de la capacidad que esos paisajes tienen, para asumir las funciones socioeconómicas asignadas.

3.2.5 - Resultados del diagnóstico.

Para obtener una visión integral de la problemática que debe enfrentar el ordenamiento geocológico en el medio rural, de modo que se pueda fundamentar una estrategia de organización espacial de las actividades agrícola, pecuaria y forestal, se realizó el diagnóstico de la problemática ambiental de los paisajes.

Para ello se utilizaron los conocimientos alcanzados sobre los atributos sistémicos de los paisajes de Sancti Spiritus y los mecanismos de interacción Naturaleza - Sociedad, durante las etapas precedentes de la investigación.

De este modo, la determinación del estado geocológico en que se encuentran los paisajes, se obtuvo a partir de la correspondencia entre la compatibilidad uso - potencial y la sensibilidad geocológica, incorporando al análisis, el estado de la degradación. La utilización de una matriz propuesta por J. Mateo (2000), sirvió de base para establecer la correspondencia entre los indicadores objeto del análisis, lo que permitió reconocer los cuatro tipos principales de paisajes, de acuerdo a su estado geocológico:

1- Paisajes Optimizados: Son paisajes cuya sensibilidad geocológica es baja y se les ha asignado una o varias funciones socioeconómicas, compatibles con su capacidad para asumirlas. Se incluyen también, aquellos en los que la actividad humana ha potenciado diversas medidas de rehabilitación y/o conservación, para elevar su capacidad de producción y reproducción de recursos.

Generalmente, estos paisajes conservan la estructura original, en unos casos enriquecida por las escasas modalidades de uso asignadas y en otros, inalterada, dado el carácter muy reducido de la influencia antrópica en ellos. Por tanto, no presentan problemas significativos de deterioro.

2- Paisajes Compensados: Son aquellos donde aún con niveles altos de sensibilidad geocológica, el uso de la tierra está balanceado con el potencial (o se halla por debajo de los umbrales que éste impone a la utilización humana). A pesar de las modificaciones antrópicas de la estructura vertical y horizontal, continúan cumpliendo sus funciones

geoecológicas.

3- Paisajes Alterados: Aquellos cuya sensibilidad es de mediana a baja, pero donde el uso actual está sobredimensionado debido a la ausencia de una capacidad de uso potencial adecuada para asumirlo, sin sufrir degradación. En ellos, se han producido fuertes alteraciones de la estructura y cambios sustanciales en el funcionamiento, debilitándose las relaciones inter e intrapaisajísticas. La sobreexplotación de los recursos, se ha traducido en la disminución de su capacidad productiva (incluida la productividad biológica) y en el desarrollo de procesos de degradación, manifestados especialmente en los suelos y el régimen hídrico.

Los principales factores que generan esta situación, son el uso agrícola intensivo, con cultivos temporales que conllevan roturado periódico, así como las prácticas pecuarias extensivas, sin concepciones de manejo adecuadas y las modificaciones radicales del régimen hídrico, con fuerte incidencia en el funcionamiento.

En este grupo, el autor propone incluir también un conjunto de unidades paisajísticas que actualmente permanecen ociosas (y por ello, el análisis de compatibilidad las incluye entre las Subutilizadas), pero hasta hace pocos años, tuvieron una utilización intensiva, que generó una pérdida de su capacidad productiva (a veces causante de que hoy estén abandonados) y su estado de degradación fue estimado como Degradado, en el mapa correspondiente. Es el caso, por ejemplo, de los pastizales de montaña, que actualmente están ocupados por matorrales secundarios.

4- Paisajes Agotados: Aquellos en los que la sensibilidad es alta y el régimen de explotación sobrepasa las limitaciones que impone el potencial. Es decir, las funciones socioeconómicas asignadas, son completamente ajenas a las posibilidades del paisaje, para ofrecer una respuesta productiva prolongada.

Estos paisajes sufrieron una prolongada utilización agrícola, especialmente con cultivos temporales, que se ha traducido en una profunda transformación en su estructura vertical, manifestada no sólo por los sustanciales cambios en la vegetación y las propiedades de los suelos originales, sino que abarca también la disponibilidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, la conformación de un microrelieve antrópico y una fuerte disminución de la humedad en los suelos por la deforestación y el laboreo continuo, entre otras consecuencias. Como resultado, presentan un descenso muy significativo de su capacidad productiva, que obliga a aplicar grandes insumos de fertilizantes, plaguicidas y agua, para obtener las producciones que se les siguen exigiendo.

Es evidente que la distribución de los procesos geoecológicos de mayor significación, se corresponde con estos paisajes.

En el Mapa 8: Estado geoecológico de los paisajes, se pueden distinguir las diversas categorías de geosistemas existentes actualmente en la provincia, de acuerdo al diagnóstico.

Como evidencia el mapa, el territorio estudiado dispone de un espectro de situaciones ambientales diferentes, cada una de las cuales, requiere de una atención específica por parte de quienes ejecutan la Planificación y la Gestión Ambiental en el ámbito territorial, así como por parte de las entidades productivas encargadas de la explotación de los recursos y servicios ambientales, contenidos en los paisajes.

De este modo, por una parte se constata la existencia de amplias áreas que soportan un régimen de utilización más

intensivo, aunque con diferenciación entre ellas, de acuerdo a las propiedades que tienen los geosistemas distinguidos en cada una.

Por otra parte, se expresan cartográficamente aquellas áreas donde el diagnóstico resulta adverso para las aspiraciones productivas actuales, dado por el grado de deterioro geoecológico alcanzado en los geosistemas, la manifestación de los procesos de degradación, la incompatibilidad de la utilización actual y/o por la vulnerabilidad que ellos tienen, de acuerdo con otras propiedades o atributos sistémicos estudiados.

Finalmente, y a partir del reconocimiento de que la escala de representación es más orientativa que proyectiva, el autor esboza algunas recomendaciones específicas a considerar en el ordenamiento, principalmente para esos paisajes donde el diagnóstico resulta adverso para el cumplimiento satisfactorio de las funciones productivas asignadas:

1. Las llanuras denudativas onduladas del centro de la provincia, con un alto nivel de asimilación económica desde etapas tempranas de la colonización, apoyada en sus fértiles suelos Pardos, sostienen extensos pastizales y plantaciones cañeras, esencialmente de propiedad estatal, que alternan con áreas más reducidas, dedicadas al policultivo, con propiedad cooperativa y campesina.

En estos paisajes - genéticamente inestables -, tanto la frecuencia como la potencia de las relaciones entre los componentes de la estructura vertical, son Débiles, de lo que resulta una baja coherencia interna de dichas relaciones y con ello, una escasa capacidad para autorregularse. En ellos, la intensidad de uso es muy alta y además, la estructura y el régimen de funcionamiento geosistémico, están amenazados por la baja diversidad tipológica que presentan.

Esto explica que actualmente constituyan paisajes predominantemente *Alterados*, donde se manifiestan diversos síntomas de agotamiento, que demandan una atención especial, con la implementación de medidas tales como:

- Ejecutar un reordenamiento territorial, a partir de adecuar los usos a la diversidad de sus paisajes, promoviendo al máximo la agricultura de bajos insumos, para continuar garantizando las producciones vitales que ofrecen (Fig. 12). En este sentido, sería conveniente priorizar la atención a las unidades de producción pequeñas, ya que la heterogeneidad de condiciones del potencial, así lo aconseja. Además, porque en la agricultura a escala reducida, las pequeñas fincas tienen la más alta productividad total por unidad de área (Rosset y Bourque, 2001).
- Aprovechar mejor las posibilidades que ofrecen muchas áreas subutilizadas existentes como parches dentro de los pastizales, como apoyo a la alimentación de la población y al propio autoabastecimiento de las empresas poseedoras de esas tierras.
- Eliminar las plantaciones de caña de aquellas áreas con suelos muy poco profundos y erosionados, donde los rendimientos no se corresponden con las aspiraciones productivas de los Complejos Agroindustriales azucareros que las explotan.
- Privilegiar la aplicación y control de las medidas antierosivas, en particular en las áreas dedicadas a tabaco y cultivos de roturado periódico.
- Garantizar una estricta supervisión de la explotación de las aguas superficiales, eliminando especialmente la

construcción arbitraria de pequeños embalses, sin medidas de protección de sus vasos. Aprovechar esos embalses en la acuicultura familiar y comunitaria.

- Potenciar al máximo la tradición campesina en el uso de la tracción animal, la rotación de cultivos, el uso de cercas vivas y demás ventajas de la finca tradicional. En el caso de la rotación de cultivos, que permite restituir al suelo sus componentes de manera natural, no rotar cultivos que requieran roturado y quimización durante el período de crecimiento.
- Rehabilitar las arboledas con frutales y cafetales intercalados, que constituyen hábitats para numerosas especies, además de favorecer la protección de los suelos y cumplir su función económica.
- Priorizar la aplicación de medidas sustentables como el control biológico, el laboreo mínimo, la fertilización orgánica, la selección de semillas y otras, tendentes a alcanzar una agricultura sostenible. La reducción de agroquímicos debe operarse mediante cambios en el manejo, que aseguren una adecuada nutrición y protección a las plantas, mediante el empleo de fuentes orgánicas de nutrientes y el manejo integrado de plagas, respectivamente.
- Rehabilitar los casi desaparecidos bosques riparios, con una protección estricta de los mismos, por su papel en la protección de las riberas fluviales.
- Incrementar la densidad de ganado por hectárea en las áreas apropiadas, para hacer un mejor uso de los pastizales existentes.
- Potenciar el turismo rural, basado en las potencialidades de la cultura tradicional campesina.

Dentro de esta llanura, los paisajes de alturas aparecen diseminados, diferenciándose sus propiedades, básicamente a partir del basamento litogénico.

Así, los formados sobre serpentinitas poseen una mayor interdependencia entre los componentes, lo que los hace muy coherentes (con una gran capacidad de autorregulación), pero son genéticamente inestables. La presión antrópica sobre ellos, fue creciendo por la necesidad de incorporar nuevas áreas a la ganadería, lo que conllevó a un incremento paulatino de la intensidad de uso, que se mantiene actualmente.

Es preciso que en estos paisajes, cuyo estado es generalmente *Alterado*:

- Se habiliten medidas de protección y rehabilitación del matorral original (por su importancia ecológica, relacionada con el endemismo y riqueza florística), el que está muy degradado por la tala indiscriminada y el sobrepastoreo.
- Potenciar la silvicultura semi - intensiva en las alturas de los municipios más deforestados (como Cabaiguán y Taguasco), aprovechando la presencia de especies originales en los matorrales secundarios.
- Eliminar el uso pecuario, manteniendo su presencia sólo en la periferia.

En tanto, los formados sobre calizas carsificadas, han conservado mejor sus condiciones naturales, aunque el bosque original ha sido sustituido parcialmente por matorrales o bosques seminaturales, debido principalmente a la tala y la actividad ganadera.

Es preciso que en estos paisajes, clasificados como *Compensados* en el diagnóstico:

- Se establezca una protección a escala local, para los que se hallan en estado semi - natural, como las “sierras” de

Las Damas, Gabino, Caja de Agua, Monte Oscuro, Hornos de Cal y otras, por sus valores estético - escénicos, biogeográficos, espeleológicos y especialmente, genéticos (constituyen los únicos enclaves para el establecimiento de corredores ecológicos). Ellos se han convertido en los únicos refugios de la flora y fauna original de las llanuras centrales (especialmente en los municipios más deforestados).

- Aprovechar su diversidad de condiciones geoecológicas, en actividades científico - cognoscitivas y turístico - recreativas de la población local, pero bajo estrictas regulaciones, ya que hoy se operan sistemáticamente, de manera espontánea.
- Completar los estudios ecólogo - paisajísticos necesarios para acometer acciones de ordenamiento, especialmente por su ubicación en la cuenca hidrográfica del río Zaza (de interés nacional), con una problemática particular (Domínguez, *et.al.*, 1999,d)..

Por último, en los paisajes de alturas sobre rocas efusivas, muy inestables y con muy alta intensidad de uso, la coherencia resulta débil y con ello, las posibilidades de autoregulación, muy bajas. Esto implica que estos paisajes ofrecieron una menor resistencia a los impactos antrópicos, por lo que muchos de ellos no lograron soportarlos, degradándose al extremo de no poder sustentar prácticamente ningún tipo de uso, en la actualidad.

En el diagnóstico, se clasifican como *Agotados*, por lo que deberán ser priorizados en el ordenamiento, a partir de destinarlos únicamente para uso forestal, con protección estricta, para contribuir así a la restauración de sus condiciones ambientales originales.

2 - Las llanuras acumulativas marinas y fluvio - marinas del norte y el sur de la provincia, bajas y planas o poco inclinadas, tienen una función geoecológica de colectores y su coherencia interna es reducida, con baja capacidad de autorregulación. Ellas recibieron la intervención humana en una época más reciente (incluso en la primera mitad del siglo XX), pero sus suelos Oscuros Plásticos gleyzados, con drenaje deficiente, unido a la escasa inclinación de las pendientes, generaron fuertes modificaciones en los sistemas naturales de drenaje, para establecer grandes plantaciones cañeras y arroceras, que limitaron el flujo de agua a los litorales y demandaron una intensa explotación de los acuíferos subterráneos.

Aunque son estables genéticamente, actualmente la intensidad de uso allí es elevada. La intervención humana, aceleró el desarrollo en ellos de diversos procesos, especialmente la salinización y empobrecimiento de los acuíferos y los suelos, que a la larga han reducido considerablemente su productividad.

Actualmente, predominan allí los paisajes *Alterados*, en los que se requiere:

- Perfeccionar las medidas hidrotécnicas, para lograr un uso óptimo del agua destinada al riego, especialmente en las extensas plantaciones de arroz, pertenecientes al CAI arrocero Sur del Jíbaro. En tal sentido, resulta prioritario rehabilitar el funcionamiento de los canales que drenan dichas plantaciones, lo que permitiría además, incrementar el aporte de agua dulce a la ciénaga litoral (cuyas lagunas sufren un incremento paulatino de la salinidad del agua, vinculado a la modificación de las redes de drenaje natural).
- Lograr el aprovechamiento de las numerosas áreas ociosas existentes (con suelos no salinizados), para los

diferentes usos que permite su potencial. En este sentido, se precisa priorizar la diversificación agrícola (debido al monocultivo imperante), con estrategias tales como: rotación de cultivos; cultivos de cobertura; policultivos, e integración ganadería – agricultura – agroforestería (Fig. 13).

- En las áreas salinizadas, la textura arcillosa no aconseja el lavado del suelo, por lo que deberá priorizarse la siembra de cultivos tolerantes a la salinidad.
- Para la ganadería intensiva, la débil pendiente y la buena profundidad de los suelos, favorecen la aplicación de riego y la movilidad del ganado, pero el desarrollo de los forrajes puede limitarse localmente, por la salinidad.
- Restaurar el funcionamiento de los sistemas de drenaje construidos en las llanuras, actualmente obstruidos por la falta de mantenimiento sistemático, con afectación a las plantaciones cañeras en la época lluviosa.
- Reforzar al máximo la protección de los focos de palmares de *Copernicia* del sector sublitoral sur, por su gran valor florístico, eliminando la ganadería de su periferia.
- Rehabilitar los palmares de *Roystonea* y los bosques de ciénaga en el borde del manglar, por su función geocológica, la demanda del potencial y su enorme valor económico para alcanzar la sustentabilidad. En este sentido, es preciso reordenar los pastizales existentes en el borde del manglar, a partir de que ellos sólo pueden permanecer como parches dentro del uso forestal que debe predominar.
- En cuanto a las plantaciones cañeras - independientemente de que su establecimiento ha requerido de la creación de una especializada infraestructura no móvil -, deben ser reorientadas hacia áreas más apropiadas, como condición para lograr rendimientos agrícolas aceptables.

3- El sector de montañas, muestra una notable diferenciación entre las que están formadas sobre rocas metacarbonatadas y las modeladas sobre rocas metaterrígenas y metavulcanógenas.

En el primer caso, se trata de paisajes de montañas bajas estructuro - cársicas (áreas cársicas de Pico Potrerillo y Banao), donde la difícil asimilación socioeconómica, ha permitido la conservación del estado de estos paisajes, próximo al natural, por lo que en su mayoría están sometidos a protección estricta.

Por otra parte, son paisajes genéticamente inestables, pero coherentes, con amplia capacidad de autorregulación, una baja intensidad de uso y una función geocológica de emisores. Estos elementos, permitieron clasificarlos como *Optimizados*, pero por su importancia a escala regional, se incluyen algunas recomendaciones que - a juicio del autor -, resultan prioritarias:

- Lograr el completamiento de los estudios pertinentes y los planes de manejo, para las áreas sometidas a protección especial, que constituyen un enclave de endemismo, productividad biológica, hábitats diversos donde encontramos una alta diversidad biológica y, en definitiva, un sustento del equilibrio ecólogo - ambiental regional.
- Al respecto, resulta prioritario mantener una red de monitoreo que incluya a todos los paisajes de esta parte del sector montañoso.
- Eliminar los focos locales de ganadería y cultivos, para posibilitar la regeneración de los bosques originales y

adecuar el uso, a las condiciones del potencial.

- Lograr un mayor aprovechamiento en el ecoturismo, a partir del aprovechamiento de las enormes potencialidades estético - escénicas, bióticas, climatológicas y geomorfológicas de estos paisajes, así como de las particularidades de la cultura local, que preserva tradiciones de distintas épocas históricas, fuertemente amenazadas por el despoblamiento.
- Detener la presión que ejerce sobre la Reserva Ecológica "Alturas de Banao", la agricultura de roturado periódico (cultivos de hortalizas por el sector no estatal).
- Lograr una activa participación social de los pobladores de la periferia, en la toma de decisiones y su implementación práctica. Ello puede lograrse, a partir de la concepción de proyectos de intervención comunitaria, para lo cual existen las condiciones adecuadas.

En el segundo caso, son paisajes de montañas bajas estructuro - denudativas, mucho más ampliamente asimiladas en cultivos no compatibles con su capacidad de uso potencial: desde el siglo XVI, además de café, se utilizaron en cultivos temporales y más tarde, caña de azúcar y pastos artificiales (desde la primera mitad del siglo XIX). En la etapa revolucionaria, han sufrido un proceso de despoblamiento muy fuerte, por lo que la intensidad de uso, es reducida actualmente.

Estos paisajes son muy inestables genéticamente y aunque la coherencia interna de las relaciones entre los componentes de su estructura vertical es alta (con mayores posibilidades de autorregulación), los efectos de tan prolongada actividad humana, se evidencian en múltiples procesos de degradación, que afectan su estado geocológico, el cual es *Alterado* o *Agotado*.

En ellas se hace necesario:

- Estructurar las acciones necesarias para adecuar los usos actuales, a las condiciones del potencial, considerando siempre la magnitud de los procesos de degradación actuales. En particular, reordenar los pastizales naturales existentes, hacia áreas más idóneas, manteniendo siempre una baja densidad de cabezas de ganado por hectárea.
- Aprovechar las posibilidades de autorregulación de estos paisajes, para restaurar los bosques originales, los cuales comienzan a reaparecer en muchos lugares, como matorrales y bosques seminaturales, después de más de tres décadas de subutilización.
- Potenciar la entrega de tierras estatales ociosas, en condiciones de usufructo, para el fomento del cultivo de café y frutales.
- Priorizar la agrosilvicultura, como alternativa de utilización de las tierras forestales, lo que puede contribuir sustancialmente a la conservación de la diversidad biológica, al crear hábitats diferenciados y nichos ecológicos (Boada, 2001).
- Incrementar la reforestación, especialmente en las áreas muy degradadas, donde la regeneración natural se hace difícil, debido al estado geocológico de agotamiento que presentan esos paisajes.

4- Los paisajes de llanuras costeras del suroeste y de la península de Ancón, con sus litorales rocosos y playas,

presentan una elevada complejidad, desmembramiento y diversidad paisajísticas, así como un alto grado de coherencia interna. Por tanto, su estructura natural les confiere resistencia a los impactos antrópicos.

Por otra parte, la intensidad de los flujos que marcan el funcionamiento en estos paisajes litorales, es alta y la estabilidad, escasa.

La presencia de playas, unido a la cercanía de la ciudad de Trinidad y el Valle de los Ingenios (Patrimonio de la Humanidad) y a Topes de Collantes, les confiere un altísimo valor turístico - recreativo, generándose serios conflictos ambientales, especialmente en la península de Ancón, producto de los impactos asociados al desarrollo turístico que ha experimentado en las últimas décadas y que hoy se potencia aceleradamente. Esos conflictos se evidencian en: cambios del perfil de playa; destrucción de los valores estético - escénicos; rellenamiento del manglar; extracción de arena en las dunas litorales y otros.

De este modo, resulta apremiante allí, considerar medidas de conservación, mejoramiento, rehabilitación y educación ambiental, tanto en la península, como en las llanuras costeras periféricas.

En el caso de la península, cuyos paisajes presentan un estado *Alterado*:

- Rehabilitar con urgencia los sectores de playa más degradados (Domínguez, *et.al.*, 2001,d).
- Conservar el sector oriental de la península, a partir de su declaración como Área Protegida, por su unicidad, naturalidad, diversidad paisajística y potencialidades ecoturísticas para los visitantes.
- Eliminar definitivamente las extracciones de arena, de las dunas litorales.
- Restituir el manglar donde sea posible, eliminando los vertimientos de residuales en su interior.
- Emplear en la jardinería, especies del bosque siempreverde micrófilo y el matorral xeromorfo costero originales.
- Restituir la faja de uva caleta sobre la duna litoral.

En el segundo caso, con paisajes en estados *Alterado* o *Agotado*:

- En lo referente a la agricultura, extender y diversificar los frutales, para hacer una mejor utilización del potencial natural y ampliar las ofertas a la población local y el turismo.
- Rehabilitar las áreas de canteras abandonadas.
- Restituir los bosques de la periferia del vial Trinidad - Cienfuegos, particularmente en las colinas y alturas que evidencian una intensa degradación de sus condiciones naturales.
- Detener la destrucción por la minería, de la vegetación de sabanas sobre arena silíce al oeste de Casilda (Fig. 14), asignándole una categoría de protección estricta, por ser un paisaje único, con alto endemismo y presencia de valores ecoturísticos insuficientemente aprovechados (Orozco, 1999, *op.cit.*).
- Habilitar la infraestructura higiénico - sanitaria de los asentamientos humanos, en especial en La Boca (con la playa contaminada bacteriológicamente) y en Casilda.
- Mejorar el estado de las redes viales que prestan servicio al turismo.

Para todo el sector, es necesario potenciar al máximo la Educación Ambiental, aprovechando la sensibilización que ha alcanzado la población local, acerca de los múltiples valores que atesora el territorio y el atractivo turístico que ello representa.

Aún cuando el tema dista de considerarse agotado, las recomendaciones anteriores pueden constituir un punto de partida para - sobre la base de la comprensión del paisaje como el sistema ambiental de soporte de la producción agropecuaria -, transitar hacia una planificación y gestión ambiental sostenibles, en el territorio espinuano.

Como conclusiones parciales del Capítulo, obtenidas a partir de la inserción del análisis paisajístico como etapa fundamental de la investigación geocológica para solucionar el problema planteado, se establece que:

- En el territorio estudiado, la litología, el relieve y la hidrografía, son los componentes principales en la formación de las cadenas dominantes de relaciones y con ello, en la formación de la diversidad paisajística.
- En condiciones naturales, la menor diferenciación morfológica de un paisaje, determina una elevada coherencia interna, pues los componentes de su estructura vertical son muy interdependientes. Sin embargo, las alteraciones en la estructura vertical, ocasionadas por la actividad humana, provocan la disminución de esa coherencia y con ello, mayor vulnerabilidad del paisaje a los impactos, tanto de origen natural, como antrópico.
- Por otra parte, aunque la estructura horizontal en Sancti Spíritus es compleja, la diversidad de tipos de paisajes en muchas localidades es baja, por lo que la estabilidad intrínseca en esos sistemas, disminuye frente a los impactos humanos. Paralelamente, los procesos del funcionamiento entre esos paisajes son muy dinámicos, como lo demuestra el empleo del indicador de contrastividad.
- Al profundizar en la comprensión de la estabilidad de los paisajes y su reflejo en la sensibilidad o susceptibilidad a la degradación y pérdida de la capacidad productiva, se pone de manifiesto el carácter Sensible de los paisajes de montañas y de llanuras y alturas del centro, donde la intensidad de uso, ha sido elevada.
- La capacidad de uso potencial de los paisajes para las actividades agropecuarias, se determina sobre la base de la integración de evaluaciones realizadas a los tres componentes de la estructura vertical, que el autor considera básicos en su conformación: el suelo, el relieve y las condiciones climáticas. Al respecto, la evaluación de los suelos muestra que aunque la provincia tiene una elevada utilización de la tierra en la agricultura y la ganadería, las áreas de suelos Óptimos para esos usos, son reducidas, predominando las condiciones Favorables, con limitaciones de profundidad efectiva, erosión, hidromorfismo y salinidad, fundamentalmente.
- Sin embargo, la evaluación del relieve, obtenida mediante el análisis de los procesos exógenos y la correlación entre los diferentes índices morfométricos seleccionados, introduce cambios sustanciales en las posibilidades que brindan los suelos. Por ejemplo, su altitud e inclinación, generan notables magnitudes de la disección, como ocurre en las llanuras del centro, alturas y montañas; en tanto su escasa pendiente, provoca excesiva

humedad y mal drenaje, en las llanuras de Yaguajay y La Sierpe.

- Al realizar el cálculo de la capacidad de los paisajes para acoger los diferentes usos tradicionales asignados por el sector agropecuario, se diferencian varias categorías de potencial del paisaje, en las que se determina el grado de correspondencia entre el potencial y el uso actual, la cual resulta muy baja en esta provincia.
- El conjunto de estos conocimientos, sirvió de base para establecer el diagnóstico del estado geoecológico de los paisajes. En las distintas categorías de paisajes resultantes del diagnóstico (Optimizados, Compensados, Alterados y Agotados), se articula y sintetiza toda la información obtenida sobre los mismos, como objetos modificados por la investigación.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el esclarecimiento de la diversidad paisajística de la provincia de Sancti Spiritus y la aplicación del análisis geocológico en el estudio de esos paisajes, se arriba a las siguientes conclusiones:

1- La problemática ambiental actual en el medio rural, considerada como antecedente de la tesis, permitió constatar la necesidad del estudio de la organización paisajística, para contribuir a la Planificación y Gestión Ambiental, a escala territorial. En este contexto, la aplicación de un enfoque holístico como el que proporciona la Geoecología, corrobora el valor práctico de sus postulados teórico - metodológicos, para la comprensión integral del paisaje.

La inserción por el autor del enfoque paragenético en el estudio de la estructura funcional; de la intensidad de uso, en el análisis de la estabilidad tecnógena y del estado de la degradación, como procedimiento que sintetiza el efecto de los procesos que ocurren en el paisaje, reafirma esos criterios.

2- El contenido de esa diversidad, es estudiado mediante la utilización - en el nivel local -, de los dos enfoques considerados en la literatura especializada, para la sistematización científica de los paisajes: el tipológico y el regional. Los mapas elaborados a partir de la inserción de esos enfoques, constituyen el elemento básico de todo el análisis geocológico realizado y con ello, en la obtención de un diagnóstico geocológico de los paisajes, en cualquier territorio.

3- La aplicación del enfoque estructural para el análisis geocológico de los paisajes, permitió comprender las particularidades de la organización paisajística en el territorio. Al respecto, el análisis realizado pone de manifiesto el valor científico - cognoscitivo y práctico del conjunto de indicadores seleccionados y muy especialmente, de la coherencia interna de las relaciones entre los componentes de la estructura vertical, cuyo carácter evidencia un marcado grado de dependencia, respecto a las actividades humanas.

4- El análisis de la estructura funcional efectuado, permitió identificar la estructura paragenética de los paisajes y esbozar cartográficamente su organización funcional. En este sentido, el autor considera que el procedimiento utilizado para determinar la intensidad de los flujos o geocorrientes, demuestra que su empleo es fundamental en el análisis del funcionamiento, ya que una alta diversidad de tipos de comarcas dentro de una localidad, y un alto grado de contraste entre esas unidades subordinadas, representan indicadores básicos para el incremento de los flujos o geocorrientes, entre paisajes limítrofes, como se evidencia en los paisajes de alturas, montañas y depresiones intramontañosas.

5- El estudio de la estabilidad, muestra el carácter complejo del proceso de formación de los paisajes y las consecuencias de la modificación de su estructura natural, por las actividades humanas.

Así, al considerar la estabilidad potencial o genética, se comprueba el carácter inestable del 56,95 % de las unidades

paisajísticas inventariadas (resultado lógico de su evolución bajo un amplio espectro de condiciones naturales). En cuanto a esta propiedad, los resultados obtenidos patentizan que el análisis de la coherencia interna, debe ser parte esencial del estudio de la estabilidad genética, dada su influencia en la vulnerabilidad natural del paisaje.

6- Por otra parte, la determinación de la estabilidad tecnógena mediante el indicador de Intensidad de Uso Antrópico del paisaje, muestra que en el 36,48 % del área total estudiada, prevalecen actualmente condiciones de inestabilidad, asociadas a una elevada intensidad de uso (especialmente en las llanuras y alturas del centro de la provincia, seguidas de las llanuras de Banao, Pojabo y La Sierpe). En este sentido, el indicador puede constituir un mecanismo analítico de gran utilidad, en territorios cuyos paisajes tienen una utilización agrícola muy variada, como es el caso de Sancti Spiritus.

7- La correlación de los tipos de estabilidad, permitió obtener una visión integral de la sensibilidad de los paisajes, asumida como su susceptibilidad a la degradación y pérdida de su capacidad productiva. El mapa homónimo, refleja que en el 33,35 % de la superficie total analizada, los paisajes tienen actualmente una alta susceptibilidad y que existe el riesgo de que otro 15,22 % se agregue a este valor, de intensificarse la intensidad de uso actual. Esto conduciría a que casi el 50 % del territorio provincial, se encuentre en los próximos años en riesgo de deterioro de la productividad de sus paisajes, particularmente de la agrícola.

Espacialmente, la situación más crítica se evidencia en las llanuras y alturas del centro de la provincia.

8- La capacidad de uso potencial de los paisajes para asumir las funciones socioeconómicas que históricamente se les ha asignado, se refleja en el mapa correspondiente, el cual permite constatar la amplia disponibilidad de unidades paisajísticas, con un potencial apropiado (algo que se ha traducido en una fuerte ocupación del espacio y una gran variedad de tipos de uso). Pero al propio tiempo, resalta que la generalidad de ellas, demandan un régimen de utilización que tenga en cuenta las limitaciones que impone el potencial, para su asimilación agropecuaria.

9- Esa sería la vía para superar los conflictos entre el potencial y el uso, que se reflejan en la ocurrencia de procesos geocológicos de degradación en los paisajes, generalmente intensificados por actividades humanas implantadas en diferentes épocas históricas. Al evaluar el estado de la degradación y representarlo cartográficamente, el autor pone de manifiesto cuáles son los paisajes más degradados: montañas, llanuras y alturas del centro de la provincia y llanuras del nordeste y el sudeste.

10- La correlación entre la capacidad de uso potencial y el uso actual, realizada por el autor, permitió caracterizar la compatibilidad del uso actual de los paisajes en la provincia, la cual es Baja, pues alcanza sólo el 33,5 % de la superficie total. En el mapa correspondiente, se constata que en el 34,9 % de dicha superficie, los paisajes se hallan subutilizados

actualmente, mientras que en otro 31,6 %, ocurre una sobreexplotación de los mismos, asociada al predominio de tipos de utilización, que no se corresponden con la capacidad de sus paisajes, para asumirlos.

11- El conjunto de informaciones obtenidas durante el proceso investigativo, permitió establecer el diagnóstico geoecológico de los paisajes de la provincia, concebido como etapa final de la investigación. En el mismo, el autor clasifica los diferentes estados geoecológicos, tomando como elemento rector del análisis, el estado de la degradación y la correlación entre la sensibilidad (como expresión sintética de la estabilidad) y la compatibilidad del uso actual de los paisajes. En correspondencia con el estado que presentan los paisajes, se establece un conjunto de recomendaciones a tener en cuenta en la Planificación y Gestión Ambiental en el territorio, como contribución al tránsito hacia un modelo de desarrollo sostenible, en el medio rural de la provincia.

RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados alcanzados en la investigación, se proponen recomendaciones dirigidas a la utilización práctica de sus resultados en el territorio estudiado, a la vez que trazar las líneas en que deberá continuarse la misma:

1- Divulgar los resultados de la presente tesis, entre los diferentes organismos que se encargan de la planificación y gestión ambiental en el medio rural de la provincia de Sancti Spíritus, como vía para lograr un mayor acercamiento a la realidad que presentan los sistemas ambientales que soportan la producción agropecuaria y, en consecuencia, utilizar sus resultados como base para las acciones que se implementen a escala proyectiva.

2- Extrapolar los procedimientos metodológicos contenidos en la doctrina geoecológica de los paisajes, que se aplican en la tesis, a otros estudios sobre la misma problemática, tanto a escala semidetallada, como detallada, que se conciban en el país.

3- Continuar profundizando los estudios sobre los paisajes de la provincia, para complementar el conocimiento de sus atributos sistémicos, en particular, el comportamiento de los procesos que caracterizan su dinámica. Esto permitiría al mismo tiempo, conocer mejor los mecanismos de autorregulación que presentan y con ello, enriquecer las recomendaciones propuestas para la utilización de aquellos paisajes cuyo diagnóstico geoecológico resulta adverso para las aspiraciones de la sostenibilidad.

4- Valorar la posible incorporación de los resultados alcanzados en la tesis, como documento de consulta para las acciones de Educación Ambiental que se implementen por el CITMA y el sector educacional, en el territorio de la provincia.

BIBLIOGRAFIA

- 1- A.C.C. /1989/. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Editado por el Instituto Geográfico Nacional de España. Madrid.
- 2- A.C.C. /1990/. Monografía del tema: "Interrelación entre factores geográficos del medio ambiente y propuestas para su optimización, en un modelo regional en Cuba". Instituto de Geografía, A.C.C. (Inédito), La Habana, s/n pp.
- 3- Acevedo González, M. /1982/. Geografía Física de Cuba. Tomo 1. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 313 pp.
- 4- _____ /1987/. Tipología y regionalización físico-geográfica de Cuba. Facultad de Geografía. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, La Habana (Inédito), 68 pp.
- 5- Acevedo, P. /1996/. El análisis paisajístico en el sistema insular del archipiélago Sabana-Camagüey. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana (Inédito), 136 pp.
- 6- Acosta, R. E. /1995/. Sancti Spíritus: hombres y paisajes a mediados del siglo XIX. En: Revista Siga la Marcha, No. 3-4-5, 1994-1995, Sancti Spíritus, pp 18-22.
- 7- Acosta R. E. y O. Contreras. /2000/. Sitios naturales del patrimonio espirituano. En: Revista Siga la Marcha, No. 14-16, Sancti Spíritus, pp 44-45.
- 8- ANPP /1997/. Ley No 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición extraordinaria, 7, La Habana, pp 47-68.
- 9- Apel, H. /1996/. Desarrollo, medio ambiente y perdurabilidad - un cambio de perspectiva en la educación de adultos que se orienta hacia el desarrollo. En: Revista Educación de Adultos y Desarrollo, No 46, Alemania, pp 147-167.
- 10- Arman, D. L. /1975/. Nauka o Landshafte (Ciencia del Paisaje). Editorial Mysl, Moscú, 288 pp.
- 11- Avila, J.; I. García; E. González; J. Rodríguez y A. Durán. /1985/. Ecología y Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 289 pp.
- 12- Avella, A. y F. Trilla. /1987/. La planificación regional. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, 359 pp.
- 13- Barranco Rodríguez, G. y L. R. Díaz Cisneros /1989/. Mapa de regionalización climática y tipos de clima de Cuba (1). En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana: Sección VI, Epígrafe 1.2
- 14- Bastian, O. /1993/. The assesment of landscape habitat value at different scales. Acta Geographica Debrecina, T. XXX-XXXI, Debrecen, pp 29-45.
- 15- Batista Silva, J. L. y J. E. Rodríguez Rubio. /1986/. Influencia del carso en el régimen de escurrimiento de los ríos de Cuba. Resultados preliminares. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No.12, La Habana, pp 56 - 84.
- 16- Batista Silva, J. L. /1987/. Densidad de la red de fluvial en Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 13, La Habana.
- 17- Bertrand, G. /1968/. Paysage et geographie physique globale. Esquisse methodologique. En: Revue Geographique des Pirenées et du Sud-Ouest, Tome 3, fasc. 3, Toulouse, pp 249-272.

- 18- _____ /1972/. La " science du paysage", une "science diagonale". En: Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-ouest, Tome 43, fasc. 2, Toulouse, pp 127- 133.
- 19- _____ /1990/. "La Naturaleza en Geografía, un paradigma de interfase". Conferencia pronunciada en el Coloquio "La Geografía: situar, evaluar, modelar". Ministerio de la Investigación y la Tecnología, París, 26 pp.
- 20- Beroutchashvili, N. et G. Bertrand /1978/. Le Géosystème ou "système territorial naturel". En: Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-ouest, Tome 49, fasc. 2, Toulouse, pp 167- 180.
- 21- Beroutchashvili, N. L. /1986/. Las cuatro dimensiones del paisaje (en ruso). Editorial Misl, Moscú, 181 pp.
- 22- Berazaín, R. /1981/. Reporte preliminar de plantas serpentinícolas acumuladoras e hiperacumuladoras de algunos elementos. En: Revista del Jardín Botánico Nacional, (2), La Habana, pp 48-59.
- 23- Beringuier, Ch. /1991/. Manieres paysageres. Premiere Parte. Une methode d'etude. GEODOC, Document de Recherche 1, UFR Geographie et Amenagement. Universite de Toulouse, No 35, pp 2-58.
- 24- Berovides V. y X. Gálvez. /1997/. Para que no se extingan. En: Revista Flora y Fauna. Publicación de la Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. Año 1, No 1, La Habana, pp 13-15.
- 25- Blanco, S. P. /1992/. Bases para la clasificación de los procesos exógenos de Cuba. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana (Inédito), s/n pp.
- 26- Blanco, J. A. /1998/. Tercer Milenio. Una visión alternativa de la postmodernidad. Centro Félix Varela, La Habana, 175 pp.
- 27- Boada, M. /2001/. Sostenibilidad y cultura forestal. En: Revista de Medio Ambiente, N. 38, Junta de Andalucía, España, pp 24 - 29.
- 28- Bolos, M.; M.Tura; X. Estruch; R. Pena; J. Ribar y J. Soler./1992/. Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, Métodos y Aplicaciones. Editorial Masson,S.A.,Impreso por Gráficas Aleu, S.A.-Barcelona, España, 273 pp.
- 29- Bollo Manent, M. /1992/. Compendio de Geografía de los Suelos. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana, La Habana, 237pp.
- 30- Borhidi, A. y O. Muñiz. /1979/. Mapa de la vegetación potencial de Cuba. Acta Botánica de Hungría. Tomo 26 (1-2), Budapest, pp 25- 53.
- 31- Borhidi, A. /1985/. Estudio fitogeográfico de Cuba. Acta Botánica de Hungría.Tomo 31 (1-4), Budapest, pp 3-34.
- 32- Borhidi, A. y O. Muñiz. /1986/. The phytogeografic survey of Cuba II, Floristic Relationships and Phytogeografic Subdivision. Acta Botanica de Hungría, Tomo 32 (1 4), 3-48.
- 33- Borhidi, A. /1995/. Tipos de los ecosistemas costeros en Cuba, su aislamiento y fragilidad ecológica. Acta Botánica de Hungría (39), Budapest, pp 31-42.
- 34- Bordács, M. y A. Borhidi /1995/. Preliminary study on possible Ni-hyperaccumulators in the flora of Cuba. Acta Botánica de Hungría (38), Budapest, pp 447-454.
- 35- Borhidi, A. /1996/. Fitogeografía y Ecología Vegetal de Cuba. Versión abreviada en español de: Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. 2nd enlarged edition. Akadémiai Kiadó, Budapest, 959 pp.

- 36- Bucek, A. /1989/. Aseguramiento territorial de la estabilidad ecológica y sus condiciones en Cuba. En: Unidad Hombre-Naturaleza. Publicación especial del Instituto de Geografía de la ACC. Editorial Academia, La Habana, pp 9 - 24.
- 37- Cabrera Hdez, J. A. /1994/. Los paisajes geográficos de la provincia de Matanzas, Cuba: una concepción de sistemas para el diseño del desarrollo sostenible. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (Inédito), 126 pp.
- 38- Cabrera Trimiño, G. /1997/. Economía Ecológica, Demografía Ambiental y Desarrollo. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, 229 pp.
- 39- Capote, R. y R. Berazaín. /1985/. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. En: Revista del Jardín Botánico Nacional, Volumen 5, No. 2, La Habana, pp 27- 75.
- 40- Carmentate, O. y E. González. /1994/. Evaluación de las potencialidades geomorfológicas y de suelos para la actividad agrícola, en el municipio de Fomento. Departamento de Geografía, ISP de Sancti Spíritus. Trabajo de diploma (Inédito), 47 pp.
- 41- Castro Ruz, F. /1992/. Mensaje a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Junio de 1992. Rio de Janeiro, 53 pp.
- 42- Cavalcante, A. P. B. y J. Mateo /1997/. O meio ambiente: histórico y conceitualizacao. En: Desenvolvimento sustentavel e planejamento: bases teoricas e conceituais, UFC, Imprensa Universitaria, Fortaleza, pp 9 – 26.
- 43- C.E. (Consejo de Europa) /2000/. Convención Europea del Paisaje: Capítulo I, Artículo 1. Disponible en: [http://www.polito.it/archiuno/mat 12/ geografia/ 2.PDF](http://www.polito.it/archiuno/mat%2012/geografia/2.PDF)
- 44- C.E.N. (Comité Estatal de Normalización). /1987/. Norma Cubana 93-06-101: Paisajes. Términos y definiciones. La Habana, 16 pp.
- 45- Centro Meteorológico Provincial. /1995/. Variables climáticas de las estaciones climatológicas de Sancti Spíritus. Delegación Territorial del CITMA, Sancti Spíritus, s/n pp.
- 46- Cervantes Borja, J. F. y G. Alfaro. /2001/. La Ecología del Paisaje en el contexto del Desarrollo Sustentable: Ordenamiento Ecológico de la región de La Pesca, Tamaulipas, México. Disponible en la Red Mundial: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/borja.html>>
- 47- CITMA /1997/. Estrategia Ambiental Nacional. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, 43 pp.
- 48- CNAP. /1999/. Decreto Ley N. 201 del Sistema Nacional de Areas Protegidas. Gaceta Oficial de la República de Cuba, N. 84, La Habana.
- 49- Comisión Nacional de Nombres Geográficos /2000/. Diccionario Geográfico de Cuba. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia. La Habana, 386 pp.
- 50- Comité Técnico Inter-Agencial (PNUMA, PNUD, CEPAL, BIRD, BID)/1999/. Fundamentos Territoriales y Bioregionales de la Planificación. Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, 94 pp.

- 51- Cortés, H.M. /2001/. El Ordenamiento Territorial en Perú y el Ordenamiento Ecológico del territorio en México. Universidad Mayor de San Marcos, Perú, 28 pp.
- 52- Cuellar, I. y R. E. Reyes /1996/. Geomorfología y paisajes de la Sierra de Sancti Spiritus. Trabajo de Diploma, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (Inédito), 44 pp.
- 53- Cuétara, R. y M. Pérez./1999/. La Geografía en el mundo actual.Tendencias y enfoques. Editorial Academia. La Habana, 32 pp.
- 54- Dalal-Clayton,D. B.; S. Bass; K.Thomson; R.Sanbrook and R. Hughes. /1994/. National Sustainable Development Strategies: Experience and Dilemmas. Environmental Planning Issues. No 6. IIED, London, s/n pp.
- 55- De Haes, H. A. y F. Klijn /1994/. Environmental policy and ecosystem classification. In: Ecosystem Classification for Environmental Management. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Holanda, pp 1-21.
- 56- De la Uz Herrera, J. A. /1997/. Análisis de la estructura territorial del valle de San Vicente, como base para el planeamiento físico(Inédito). Tesis de Maestría. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, 75 pp.
- 57- Delpoux, M. /1972/. Ecosystème et paysage. En: Revue Geographique des Pirenées et du Sud-Ouest, Tome 43, fasc. 2, Toulouse, pp 157-174.
- 58- Delgado,C. J. /1999/. La educación ambiental desde la perspectiva política. En: "Cuba Verde". En busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XXI. Editorial José Martí, La Habana, pp 81-87.
- 59- Diakonov, K. N. /1988/. Geofísica de los Paisajes. Método de los balances (en ruso). Editora de la Universidad Estatal de Moscú, 96 pp.
- 60- Diakonov, K. N., y V. N.Solntsev. /1998/. El análisis espacio - temporal de la organización geosistémica: conclusiones principales y perspectivas (en ruso). En: Revista de la Universidad Estatal de Moscú, Serie Geografía, No. 4, Moscú, pp. 21 - 28.
- 61- Díaz, J. L.; A. Portela; P. Blanco y A. Magas /1986/. Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la región centro-oriental de Cuba. Publicación especial. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, pp 1-12.
- 62- Díaz, J.L; A. Magaz; A. Portela; O. Bouza y J.R.Hernández. /1990/. El relieve de Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 18, La Habana, pp 33 - 44.
- 63- Díaz Cisneros, L. R. /1989/ Mapa del Coeficiente de Humedecimiento medio anual de Cuba (41). En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana, Sección VI, Epígrafe 4.1
- 64- Dürr, H. P. /1999/ ¿Podemos edificar un mundo sustentable, equitativo y apto para vivir?. En: " Cuba Verde". Editorial José Martí, La Habana, pp 29-48.
- 65- Emilo, R. /1992/. La colonización no ha terminado todavía: evidencias en la degradación de la naturaleza y de la sociedad. En: Revista Islas, No. 104, UCLV, pp 179-189.
- 66- Escobio, O. y R. Montañéz. /1992/. Evaluación de las estructuras paisajísticas de Cuba Central, en el ejemplo

- de los territorios de Taguasco y La Sierpe. Departamento de Geografía, ISP de Sancti Spíritus. Trabajo de diploma (Inédito), 54 pp.
- 67- Etter, A. /1991/. Introducción a la Ecología del Paisaje. Un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Bogotá D.E.: pp/diversas.
- 68- Etter, A.; *et.al.* /2001/. Hacia una Planificación Transactiva del Uso del Paisaje: Integración de la Producción y la Conservación para la Recuperación del Paisaje en la cuenca del río Chicamocaha (Boyacá, Colombia): 1990-1996. Disponible en la Red Mundial: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/etter1.html>>
- 69- Formell Cortina, F. y Y. Y. Buguelsky. /1974/. Sobre la existencia en Cuba de lateritas ferroniquelíferas redepositadas sobre calizas. En: Contribución a la Geología de Cuba. Publicación especial No. 2, Instituto de Geología y Paleontología, ACC, La Habana, pp 117-139.
- 70- Forman, R. and M. Godron. /1986/. Landscape Ecology. Edited by John Wiley & Sons, New York, USA: 619 pp.
- 71- Forman, R. /1989/. Ecologically sustainable landscapes: The role of spatial configuration. IFLA Yearbook, Clause and Boss, USA, pp 85-93.
- 72- _____/2001/. Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions. New edition. Cambridge University Press, United Kingdom, 605 pp.
- 73- Frolova, M. /2002/. La evolución de la Geografía y del trabajo del geógrafo en Rusia. Contribución al IV Coloquio Internacional de Geocrítica, Barcelona, Mayo'2002. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/c4-mfrol/hm>
- 74- Furrázola-Bermúdez, G.; C.Judoley; M.Mijailovskaya; Y.Miroljubov; I.Novojatsky; A.Núñez y J.Solsona. /1964/. Geología de Cuba. Editorial Universitaria. La Habana, 239 pp.
- 75- Gallopin, G. /1986/. Ecología y ambiente. En: "Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo", Siglo XXI Editores, México D.F., pp 126 - 172.
- 76- _____/1995/. Medio Ambiente, Desarrollo y Cambio Tecnológico en la América Latina. En: El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de América Latina. Fondo de Cultura Económica. Lecturas, No 79. México, D. F., pp 483-539.
- 77- García, E. E. ; E. del Risco y R. P. Capote /1989/. Mapa de vegetación potencial de Cuba (7). En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía de la A.C.C., Sección X, Epígrafe 2.1
- 78- García, M. E. /1997/. La influencia canaria en el habla cabaiguanense. En: Revista Islas, No. 114, Editorial Feijoo, UCLV, pp 175-179.
- 79- GESAMP (Grupo Mixto de Expertos OMI / FAO / UNESCO – COI /OMM /OMS /OIEA / Naciones Unidas / PNUMA, sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino) /1999/. La contribución de la ciencia, al Manejo Costero Integrado. Inf. Estud. GESAMP, (61): 65 pp.
- 80- Glazovskii, N. F.; A. Shestakov; I. J. Van de Walt y C. Schoenfelder /1998/. Map of the state of the environment. A global overview, Bulletin I.G.U., 48 (11), pp. 29 - 34.

- 81- Glushko, B. V., y Y. V. Ermakov./1988/. Evaluación geocológica del impacto antropogénico sobre los paisajes contemporáneos a partir de sensores remotos. (en ruso) En: "Naturaleza y Recursos", Revista de la UNESCO, Paris, Año XXIV, No. 2 - 4, pp. 32 - 44.
- 82- Golubev, G. N. /1998/. La Geoecología y los cambios globales (en ruso). Revista de la Universidad Estatal de Moscú. Serie Geográfica, No 4, Moscú, pp 61-70.
- 83- _____ . /1999/. Geoecología. (en ruso). Editorial GEOS, Moscú, 337 pp.
- 84- Gómez Orea, D./1994/. Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el Medio Físico. Editorial Agrícola Española, S. A. Madrid, 238 pp.
- 85- González Bernáldez, F. /1981/. Ecología y Paisaje. Ediciones H. Blume. Madrid, 250 pp.
- 86- González Otero, L. /1990/. Enfoque geosistémico en la investigación geográfica del medio ambiente. Instituto de Geografía de la A.C.C., La Habana (Inédito), 18 pp.
- 87- González Alonso, S. /1991/. Metodología para la ordenación del paisaje. En: Revista Situación, N. 2, Banco Bilbao, Vizcaya, España, pp. 81-92.
- 88- Goodland, R. and V. Edmudson. /1994/. Environmental Assessment and Development. The World Bank. Washington DC, USA, p. Varias.
- 89- Goodland, R. and H. Daly. /1995/. Environmental Sustainability. In: Vanclay, F. And D. Bronstein (eds). Environmental and Social Impact Assessment. John Wiley and Sons, New York, pp 303-322.
- 90- Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda /2001/. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. CYTED- ORCYT – S.E.A., Zaragoza, 77 pp.
- 91- Hase, G. y H. Neumeister. /1986/. Some methodological outlines of landscape ecological research. In: Landscape synthesis foundations, classification and management. Hale, Alemania, pp 5-22.
- 92- Hernández, A.; H.Bouza; O.Agafonov y A.Salazar./1982/. Características morfológicas, distribución y propiedades de los suelos con drenaje deficiente en Cuba. En: Revista Voluntad Hidráulica, No. 58, Año XIX, La Habana, pp 38-45.
- 93- Hernández, J. R.; R. González y F.Arteaga. /1989/. Diferenciación estructuro-geomorfológica de la zona de sutura de la Microplaca Cubana con la Placa Caribe. Editorial Academia, La Habana, 48 pp.
- 94- Hernández, J. R. et. al. /1995/. Rasgos estructuro-geomorfológicos del fondo de los mares y océanos circundantes a Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 23-24, La Habana.
- 95- Hernández M. A. /2000/. Islas de caliza en un mar de agroecosistemas. En: Revista Siga la Marcha, No. 14-16, Sancti Spíritus, pp 46-49.
- 96- I.N.R.H. Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Villa Clara./1991/. Esquema de mejoramiento de las lagunas costeras al sur de la provincia Sancti Spíritus. Informe inédito. Sancti Spíritus, 34 pp.
- 97- I.N.R.H. Delegación Provincial. /1995/. Variables climáticas en las estaciones hidroclimatológicas de la provincia de Sancti Spíritus, Sancti Spiritus,s/n pp.

- 98- Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (INEGI)/1995/. Síntesis Geográfica del Estado de Baja California Sur, México, 52 pp.
- 99- Iñiguez, L. y J. Mateo. /1980/. Geografía Física de Cuba. Componentes naturales y paisajes geográficos. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. La Habana, 282 pp.
- 100- Iñiguez, L. /1983/. Aspectos geográficos de la protección de la naturaleza en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (Inédito), 146 pp.
- 101- _____ /1988/. La Protección de la Naturaleza en Cuba. En: La Transformación del Medio Geográfico en Cuba. Memorias del Primer Taller Internacional. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, pp 198-237.
- 102- _____ /1989/. Areas protegidas y mejoramiento del recurso tierra en Cuba. En: Revista geográfica, Eria, No. 18, Universidad de Oviedo, España, pp 67-73.
- 103- Isachenko, A. G. /1991/. La Ciencia del Paisaje y la regionalización físico- geográfica (en ruso). Editora de la Escuela Superior, Moscú, 366 pgs.
- 104- Iturralde Vinent, M. /1981/. Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 3, La Habana, pp 51-89.
- 105- _____ /1988/. Naturaleza geológica de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana: 146 pp.
- 106- _____ /1990/. Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio. No. 17. La Habana, pp 8- 26.
- 107- _____ /1995/. Cuencas sedimentarias del Paleoceno-Eoceno de Cuba. Boletín de la Sociedad Venezolana de Geología, Volúmen 20, Números 1- 2, Venezuela, pp 75 - 80.
- 108- _____ /1996,a/. Geología de las ofiolitas de Cuba. En: International Geological Correlation Programme: Project 364. Contribución N. 1. Printed in Miami, USA, pp 83 - 120.
- 109- _____ /1996,b/. El Arco de Islas Volcánicas del Cretácico. En: International Geological Correlation Programme: Project 364. Contribución N. 1 Printed in Miami, USA, pp 179 -189.
- 110- Jongman,R.H.G.; C.J.F. Ter Braak and O.F.R. Van Tongeren (eds)/2001/ Data Análisis in Community and Landscape. New edition. Cambridge University Press, United Kingdom, 219 pp.
- 111- Kartashov I.P., *et. al.* /1976/. Descripciones de algunas formaciones geológicas del sistema cuaternario de Cuba, reconocidas recientemente. ACC. Serie geológica. N. 26. La Habana, pp/diversas.
- 112- Kantshev, I.; *et. al.* /1976/. Geología de la provincia de Las Villas. Resultados de las investigaciones y levantamiento geológico a escala 1:250 000 (Inédito). Instituto de Geología y Paleontología. Academias de Ciencias de Cuba y Bulgaria, La Habana: 1480 pp, mapas.
- 113- Kasimov, N. S. /1998/. La Geografía en la Universidad Estatal de Moscú: movimientos conceptuales y estructurales en los umbrales del Siglo XXI (en ruso). Revista de la Universidad Estatal de Moscú, Serie Geografía, No. 4, pp. 5 - 11.
- 114- Knipper, A. L. y R. Cabrera./ 1974/. Tectónica y Geología Histórica de la zona de articulación entre el miogeo y

- eugeosinclinal y del cinturón hiperbasítico de Cuba. En: *Contribución a la Geología de Cuba*. Publicación especial No. 2, Instituto de Geología y Paleontología, ACC, La Habana, pp 15-77.
- 115- Kostrowicki, A. /1990/. *Ecological management of landscape*. AKAPIT- DTD. Warsaw, Poland, 195 pp.
- 116- Lane, P. A. /1999/. Cuatro observaciones convergentes sobre revolución: ciencia, sustentabilidad, Cuba y el siglo XXI. En: *Cuba Verde*. En busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XXI. Editorial José Martí. La Habana, pp 388.
- 117- Lecha Estela, L. /1987/. Las condiciones de calor sofocante en la región central de Cuba. En: *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, No.13. La Habana.
- 118- Lecha, E. L.; A. Fernández y J. Bueno. /1994,a/. Las precipitaciones diarias en la región central de Cuba y su relación con la influencia anticiclónica subtropical y el campo de viento predominante. En: *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*. No. 23 - 24. La Habana, pp 73-83.
- 119- Lecha, L.; V. S.Morozov; M. E.Nieves Poveda y M. E.Sardiñas. /1994,b/. El anticiclón subtropical del Atlántico Norte y sus efectos sobre el tiempo en Cuba. En: *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio* No. 23 - 24. La Habana, pp 84-93.
- 120- López O. A. /2001/. El reto de la protección y gestión de los paisajes rurales andaluces. Disponible en: <<http://www.junta-andalucia.es/nuevosiglo/ponenhtml/lopontant2.html>>
- 121- Luis López, M.H. /2000/. Evaluación para la protección de los mogotes de la Sierra de los Organos y el Pan de Guajaibón. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (Inédito), 105 pp.
- 122- Magáz, A. y J. L. Díaz. /1986/. Las morfoestructuras de la región centro - oriental de Cuba. En: *Los principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la región centro - oriental de Cuba*. Publicación especial. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 60 pp.
- 123- Magáz A., R.; *et. al.* /1989/. Principales problemas actuales de la Geomorfología de Cuba y su importancia en la economía nacional. En: *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, No. 15 - 16, La Habana, pp 104-114.
- 124 - Magáz, A. /1994/. Morfoestructura y sistemas kársticos en el ejemplo de las montañas de Trinidad, Guamuhaya, Cuba. En: *El Karst y los Acuíferos Kársticos*. Universidad de Granada, España, pp 81- 95.
- 125- Mamai, I.I. /1999/. El enfoque sistémico en la Ciencia del Paisaje. Logros y pérdidas (en ruso). *Revista de la Universidad Estatal de Moscú*, No 1, Moscú, pp 12-16.
- 126- Manero, F., *et.al.* /2001/. Estrategia de ordenación territorial en el marco de los procesos de integración económica: análisis comparado Unión Europea – MERCOSUR. Disponible en <http://www.fyl.uva.es/geoart.htm>
- 127- Martsinkievich, G. I. y colaboradores /1986/. *Dinámica del Paisaje*. En: *Fundamentos de la Ciencia del Paisaje*. Minsk, Ucrania, pp/diversas.
- 128- Martínez Camacho, R. /2001/. Evaluación Ambiental Estratégica: apuntes de la nueva directiva comunitaria. En: *Revista Medio Ambiente*, N. 38, Junta de Andalucía, España, pp 16- 22.
- 129- Mateo, J. /1984/. *Apuntes de Geografía de los paisajes*. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana, 470 pp.

- 130- _____/1988/. Fundamentación teórica. En: La transformación del medio geográfico en Cuba. Memorias del Primer Taller Internacional. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, La Habana, pp 7-13.
- 131- Mateo, J. y M. Acevedo /1989/. Mapa de regionalización físico-geográfica de Cuba (5). En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía de la A.C.C.: SecciónXII, Epígrafe 2.1.
- 132- Mateo, J. /1990/. Notas del curso de Geoecología de los Paisajes. (Inédito). Facultad de Geografía, Universidad de LaHabana, s/n pp.
- 133- _____ /1991/. Geoecología de los Paisajes. Apuntes para un curso de postgrado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela, 222 pp.
- 134- Mateo, J.; C. A. de Mauro; I. L. Russo; C. M. Dos Santos; R. Bolo; M. F. Pérez; V. L. Freitas. /1994/. Análise de paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental: Corumbatai, (SP) Revista de Geografia, Rio Claro, Vol. 20, No. 1(1995), pp 81 - 120.
- 135- Mateo, J.; C. Cruz; E. Ponce de León; R. González; E. Fernández y A. Fernández. / 1995/. Pensar el ambiente. En: Revista Temas, No 3, La Habana, pp 69-87.
- 136- Mateo, J. /1997a/. La concepción del Desarrollo Sostenible: una visión desde América Latina. (Conferencia). Primera Conferencia Internacional "Sociedad y Medio Ambiente". La Habana, Cuba, Febrero de 1997, 19 pp.
- 137- _____ /1997b/. La cultura de la sustentabilidad en el desarrollo rural cubano. En: Revista Temas, No 9, La Habana, pp 20-25.
- 138- _____ /1997c/. La Ciencia del Paisaje a la luz del paradigma ambiental. Conferencia impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geoecológico de los Paisajes. Cuba al día, Año VII, No 37 y 38, Diciembre de 1997, pp 7-11.
- 139- _____ /1998/. Perspectivas de implementación del desarrollo sostenible en Cuba. (Ponencia). Contribución al XXI Congreso de la Unión Geográfica Internacional. Chicago. Illinois. USA, 17 pp.
- 140- Mateo, J; y M. del C. Martínez /1999/. Determinación de la situación ambiental de Cuba a partir de la regionalización geoecológica. En: "El Caribe. Contribución al conocimiento de su Geografía". Instituto de Geografía Tropical, La Habana, pp 184 - 194.
- 141- Mateo, J. /2000/. Geografía de los Paisajes. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana (Inédito): 191 pp.
- 142- Méndez, E./1992/. Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, 184 pp.
- 143- Mesa, N. A.; C. Colom; A. J.Tremols; J. Pena y O. Suárez. /1992/. Características edafológicas de Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana, 155 pp.
- 144- Milánova, E. V. y A. M. Riábchikov /1988/. El papel de la Geografía en el desarrollo de la educación en la Protección de la Naturaleza. En: Revista de la Universidad Estatal de Moscú, Serie 5, No 3, Moscú, pp 8-14.
- 145- Millán, G. y M. Somin. /1981/. Litología, estratigrafía, tectónica y metamorfismo del macizo del Escambray. Publicado en 1987. Editorial Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, 104 pp.

- 146- Millán, G. /1996/. Geología del Complejo Mabujina. En: International Geological Correlation Programme: Project 364. Printed in Miami, USA, pp 147- 153.
- 147- MINAGRI. /1984/. Dirección General de Suelos y Fertilizantes. Suelos de la provincia de Sancti Spíritus. Editorial Científico - Técnica, La Habana, 222 pp.
- 148- MINAGRI. /1986/. Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes. Mapa de suelos de la provincia de Sancti Spíritus. Escala 1: 25 000. Sancti Spíritus.
- 149- MINBAS. /1986/. Instituto de Geología y Paleontología. Mapa geológico de Cuba a escala 1: 500 000. La Habana.
- 150- MINBAS. /1989/. Instituto de Geología y Paleontología. Mapa geológico de Cuba a escala 1:250 000. Impreso por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana.
- 151- Miranda, V. /1997/. Filosofía y medio ambiente: una aproximación teórica. Ediciones Taller Abierto, México D.F., 190 pp.
- 152- Montes, C. /1999/. Corredores ecológicos. En: Revista Medio Ambiente, No 31, Junta de Andalucía, pp 48-53.
- 153- Moreira, J. M. y M. Rodríguez /2001/. Geodiversidad y Geomorfología en Andalucía. En: Revista Medio Ambiente, No. 38, Junta de Andalucía, España, pp 6- 15.
- 154- Naveh, Z. and S. Lieberman /1984/. Landscape ecology: theory and application. Sprienger Verlag, New York, 358 pp.
- 155- Neviazhskii, I. /1987a/. Sobre las vías del análisis de las estructuras espaciales (en ruso). Revista de la Universidad Estatal de Moscú, No 1 de 1987, Moscú, pp 18-24.
- 156-_____ /1987b/. Fundamentos de la clasificación de las estructuras espaciales. En: Revista de la Universidad Estatal de Moscú, No 4, Moscú, pp 39-46.
- 157- Noss, R. and B. Csuti /2001/. Habitat Fragmentation. In: Principles of Conservation Biology. G.K.Meffe and R.Carroll (eds). Printed in USA by Sinauer Associates, Inc.,Massachussets, pp 269 – 304.
- 158- Núñez Jiménez, A. /1982/. Cuba, la Naturaleza y el Hombre. Tomo I: El Archipiélago. Editorial Letras Cubanas. La Habana, 691 pp.
- 159- Núñez Jiménez, A.; N. Viña; M. Acevedo; J. Mateo; M. Iturralde y A. Graña. /1988/. Cuevas y Carsos. Editorial Científico-Técnica. La Habana, 431 pp.
- 160- Nuñez, J. /1999/. La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales. Editorial Félix Varela. La Habana, 245 pp.
- 161- Odegard, H. /1994/. Sustainable Tourism in Parks and Protected areas. 2nd Global Conference, September 12-16. Montreal, Canadá, 12 pp.
- 162- Oficina Territorial de Estadísticas de Sancti Spíritus (OTE). / 2001/. Datos Económicos y Sociales de la Provincia. Sancti Spíritus, s/p.
- 163- Ojeda, J. F. y J. C.González /1997/. Desarrollo Sostenible en la comarca de Doñana. En: Revista Medio Ambiente, No 27, Junta de Andalucía, pp 18-21.

- 164- Orozco, A. /1999/. Flora y vegetación del área de arenas silíceas de Casilda, Trinidad. Tesis presentada en opción al Título de Máster en Botánica. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, 48 pp.
- 165- Orozco, A. y A. Domínguez. /2000/. Mapa de Vegetación del Area Protegida Jobo Rosado. En: Flora y Vegetación del Area de Recursos Manejados Jobo Rosado. División de Estudios Medioambientales, Grupo Empresarial GEOCUBA, Sancti Spíritus (Inédito), 21 pp.
- 166- Orozco, A. y A. Domínguez. /2001/. Flora y Vegetación del Area Protegida Tunas de Zaza. En: Estudio Geográfico Integral del Refugio de Fauna Tunas de Zaza. División de Estudios Medioambientales, Grupo Empresarial GEOCUBA, Sancti Spíritus (Inédito), 67 pp.
- 167- Ortega, F. y M. Arcia. /1982/. Determinación de lluvias en Cuba durante la glaciación de Wisconsin, mediante los relictos edáficos. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 4, La Habana, pp 85-104.
- 168- Ortega, S. F. /1983/. Una hipótesis sobre el clima de Cuba durante la glaciación de Wisconsin. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 7, La Habana, pp 57-68.
- 169- Ortega, S. F. y M. Acevedo /1987/. La evolución de los suelos de Cuba durante el Cuaternario. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No.14, La Habana, 150-157 pp.
- 170- Ortega, S. F. /1994/. La sedimentación en la plataforma insular cubana, en relación con los cambios climáticos pleistocénicos. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 23 - 24, La Habana, pp 21-31.
- 171- Ortiz, A.; R. Pinilla y J. M. Moreira. /2000/. Red Natura 2000. En: Revista Medio Ambiente, No 34, Junta de Andalucía, España, pp 9-15.
- 172- Ortiz, I. /2001/. Funciones de las Vías Pecuarias como Corredores Verdes. En: Revista Medio Ambiente, No 36, Junta de Andalucía, España, pp 9-15.
- 173- _____ /2002/. Conferencia Internacional de Vías Pecuarias y Corredores Verdes. En: Revista Medio Ambiente, N. 39, Junta de Andalucía, España, pp 20 - 24.
- 174- Ortigosa, L. /2002/. Geografía y Paisaje. Disponible en: <http://www.unirioja.es/dptos/dchs/geo/paisaje/geosistema.htm>
- 175- Page, T./1991/. Sustainability and the problem of valuation. In Ecological Economics: The science and management of sustainability. Columbia University Press, New York, pp 59-73.
- 176- Pascual Trillo, J. A. /2002/. De unas Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente a unas Ciencias de la Tierra y unas Ciencias Ambientales. Disponible en: <http://platea.pntic.mec.es/~jpascual/citima/ctma-aepect2.htm>
- 177- Pentón, F. /1985/. Paisajes de la provincia de Sancti Spíritus. Departamento de Geografía. ISP de Sancti Spíritus. Trabajo de diploma, 43 pp.
- 178- Peñalver, L.; J. R. Oro y A. Barrientos. /1982/. Las secuencias terrígenas del Plioceno superior-Pleistoceno "húmedo" de Cuba Occidental. En: Revista de la Ciencia de la Tierra y el Espacio, No. 5, La Habana, pp 43-61.
- 179- Pérez, W. y G. Y. Karasik. /1989/. El escurrimiento sólido y la erosión hídrica actual de Cuba. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 15-16, La Habana, pp 67- 76.

- 180- Perelman, A. I. y N. S. Kasimov /1999/. Geoquímica del Paisaje (en ruso). Editorial Astria Moscú: 768 pgs.
- 181- Pichs, R. / 1997/. Desarrollo sostenible: la dimensión global. En: Revista Temas, No 9, La Habana, pp 4-12.
- 182- Pino Santos, O. /1999/. La Ley de Reforma Agraria de 1959 y el fin de las oligarquías en Cuba. En: Revista Temas. No 16 - 17. La Habana, pp 42-60.
- 183- PNUD, /1992/. Manual y Guía para la Gestión Ambiental y el Desarrollo Sostenible. New York, 72 pp.
- 184- Prat, N. ; C. Solá; M. Plans; *et.al.* /2001/. La restauración del estado ecológico del río Guadiamar. En: Revista Medio Ambiente, N. 36, Junta de Andalucía, España, pp 50- 55.
- 185- Preobrazhenskii, V. y T, Aleksandrova./1988/. Fundamentos geoecológicos de la proyección y la planificación territorial. Editorial NAUKA, Moscú, 114 pp.
- 186- Proyecto GEF / PNUD Sabana – Camagüey /1999/. Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el ecosistema Sabana - Camagüey. CUB / 92 / G31. A. Edit. CESYTA S.L., Madrid, 145 pp.
- 187- Quintela, J. /1996/. El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el uso de los sistemas de información geográfica. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana (Inédito), 102 pp.
- 188- Raji, E. L. /1984/. Modelos en Geografía Médica (en ruso). Editorial Nauka, Moscú, 156 pp.
- 189- Ramos, A. /1991/. La metodología de la planificación física. Revista Situación, No. 2, Banco Bilbao, Vizcaya, España, pp 73-79.
- 190- Riábchikov, A. M. /1976/. Estructura y dinámica de la esfera geográfica. Editorial Mir. Moscú, 238 pp.
- 191- Richling, A. /1983/. Métodos de investigación del estudio de las interdependencias entre los componentes del medio geográfico. (en polaco). Prace i Studia Geograficzne, t. 4, Varsovia, pp 23-36.
- 192- Richling, A. y J. Mateo./ 1991/. Utilización de los métodos físico - geográficos complejos de las investigaciones de Cuba y Polonia. Actas Latinoamericanas de Varsovia., Varsovia, T. 9, pp. 21 - 45.
- 193- Rivas, H. /1999/. Propuesta de una estrategia metodológica para el desarrollo de la Educación Ambiental en la enseñanza básica secundaria de Tibú . Tesis presentada en opción al título de Master en Educación. San José de Cúcuta, Colombia (Inédito), pp 9.
- 194- Rougerie G. and N. Beroutchachvili /1991/. Geosystemes et Paysages. Bilan et Methodes, Collection Geographie, Edited by Armand Colin, Paris, 302 pp.
- 195- Rosset, P. M. y M. Bourque /2001/. Lecciones de la experiencia cubana. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, 285 pp.
- 196 - Rubio Romero, P. /1995/. Los estudios de paisaje y la Teoría General de Sistemas. En: "Cambios regionales a finales del siglo XX", XIV Congreso Nacional de Geografía (Comunicaciones), Salamanca, España, pp. 95 - 98.
- 197- Ruíz, A.; *et.al.* /2000/. Modelación matemática en las ciencias geográficas. Material didáctico para la educación de postgrado y las investigaciones. I.S.P. Silverio Blanco, Sancti Spíritus (Inédito), s/n pp.
- 198- Sachs, I. /1992/. Equitable development on a healthy planet. Transition Strategies for the 21st Century. Contribution

- to the Hague Symposium on "Sustainable Development: from concept to action". Netherlands, November '1991, 36 pp.
- 199- Sachs, I. /1994/. Le developpement reconsideré quelques réflexions inspirées par le Sommet de la Terre. En: Revue Tiers Monde, t. XXXV, n. 137, Enero-Marzo, París, pp 53 - 60.
- 200- Sadler and Verheem /1996/. Citados por Martínez Camacho, R. /2001/. Evaluaciones Ambientales Estratégicas: apuntes de la nueva directiva comunitaria. En: Revista Medio Ambiente, N. 38, Junta de Andalucía, pp 16- 22.
- 201 - Salinas Chávez, E. /1988/. Methodical contribution to landscape analysis and evaluation for territorial planning with special reference to Key Coco, Cuba. In Ecosystem Management in Developing Countries. Vol. II. UNEP, Nairobi, Kenya, pp 305-326.
- 202- _____ /1991/. Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana (Inédito), 187 pp.
- 203- _____ /1997/. Planificación Ambiental y Ordenamiento Geoecológico. Conferencia Magistral impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geoecológico de los Paisajes. En: "Cuba al Día", Año VII, (37-38), pp 7-11.
- 204- Santana, A. /1994/. Paisajes históricos de Gran Canaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Canarias, España, p/diversas.
- 205- Sarmiento, F.O. /2001/. Diccionario de Ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Disponible en: <http://ensayo.rom.uga.edu/critica/ecologia/diccionario/pa.htm>
- 206- Sebastiani, M.; M. Villaró, y H. Alvarez. /2001/. El enfoque de la Ecología del Paisaje aplicado en las evaluaciones ambientales. Caso en estudio: Análisis de sensibilidad ambiental en un proyecto de desarrollo petrolero en Venezuela, Sur América. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Disponible en la Red Mundial: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/sebastia.html>>
- 207- Serrano, J. /2000/. El Corredor Verde del Guadamar. En: Revista Medio Ambiente, No. 34, junta de Andalucía, pp 24-31.
- 208- Schubert, C. /1989/. Paleoclima del Pleistoceno tardío en el Caribe y regiones adyacentes: un intento de compilación. En: Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio, No. 15-16, La Habana, pp 40-58.
- 209- Shishenko, P. G. /1988,a/. Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas (en ruso). En: Geografía Física Aplicada. Editorial Escuela Superior, Kíev, Ucrania, 195 pp.
- 210- _____ /1988,b/. Geoecología de los Paisajes. (en ruso). Editorial Escuela Superior. Kíev, Ucrania, pp 32-54.
- 211- Shvebs, G. I.; P. G. Shishenko y M. D. Gradzinskii. /1986/. Tipos de estructuras territoriales paisajísticas (en ruso). En: Geografía Física y Geomorfología. Editorial Escuela Superior. Kíev, Ucrania, pp 110 - 114.
- 212- Sochava, V. B. /1978/. Introducción al estudio de los geosistemas (en ruso). Nauka, Novosibirsk, 318 pp.

- 213- Solntsev, N. A. /1948/. El paisaje geográfico natural y algunas de sus regularidades generales (en ruso). En: "Trabajos de la Segunda Reunión de los Geógrafos Soviéticos", Moscú, pp 53 - 57.
- 214- Solntsev, V. N. /1981/. La organización sistémica de los paisajes (en ruso). Editorial Misl, Moscú, 238 pp.
- 215- _____ /1997/. La concepción poliestructural del agropaisaje (en ruso). En: Cambios del medio natural. Aspectos globales y regionales. Editorial de la Universidad de Moscú, Moscú, pp 17-28.
- 216 - Somin, M. y G. Millán /1981/. Geología de los complejos metamórficos de Cuba. Editorial Nauka, Moscú, 219 pp.
- 217- Spiridonov, A. I. /1981/. Principios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. En tres tomos. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, La Habana, 658 pp.
- 218- Tarín, A. y A. Fajardo /2001/. Paisaje y patrimonio en los espacios naturales protegidos: Sierra de Aracena y Picos de Aroche. En: Revista de Medio Ambiente, N. 36, Junta de Andalucía, España, pp 14- 21.
- 219- Tricart, J. y J. Killian. /1982/. La Ecogeografía y la Ordenación del medio natural. Editorial Anagrama. Barcelona, España, 216 pp.
- 220- Tricart, J. y G. Kiewietdejonge. /1992/. Ecogeography and rural management: a contribution to the international geosphere - biosphere programme. Longman Scientific & Technical Co. , Burnt Mill, England, 263 pp.
- 221- Trujillo P. L., *et.al.* /1983/. Topografía General. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 224 pp.
- 222- Unidad de Medio Ambiente de la Delegación Provincial del CITMA (U.M.A.) /1998/. Estrategia Ambiental de la provincia de Sancti Spiritus, Sancti Spiritus, pp/ diversas.
- 223- Valdes, A., C. Cruz, E. Ponce de León, R. González, E. Fernández y A. Fernández. /1995/. Pensar el ambiente. En: Revista Temas, No. 3, La Habana, pp 70 - 87.
- 224- Vargas, G. /1993/. El análisis ecológico en Geografía y el ordenamiento del espacio. En: Paisajes Geográficos, Año XIII, No 27, Quito, Ecuador, pp 43-56.
- 225- Venegas, H. y G. Páez /1995/. La historia regional y local en Venezuela y Cuba. Un análisis comparativo. En: Revista Islas, No. 112, UCLV, pp 171-176.
- 226- Verstappen, H. T. /1983/. Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for environmental development, Elsevier, Amsterdam, Holanda, 435 pgs.
- 227- Viktorov, A. S. /1986/. La imagen del paisaje (en ruso). Editorial Misl, Moscú, 179 pp.
- 228- Yera, L. y J. Brito /1985/. Estudio de la diferenciación físico-geográfica de la provincia de Sancti Spiritus. Trabajo de Diploma. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana (Inédito), 43 pp.
- 229 - Zonneveld, J. /1986/. Remarks on stability and vulnerability of landscape systems. Landscape Synthesis. Halle-Wittenberg, pp 138-145.
- 230- Zvonkova T. V. /1995/. (Red.). Fundamentos geográficos del monitoreo ecológico. (en ruso). Editora de la Universidad Estatal de Moscú, Moscú, 352 pp.

CITAS

- [1] UICN, PNUMA y WWF /1991/. "Cuidar la Tierra". Estrategia para el Futuro de la Vida. (Resumen), Gland, Suiza: 28 pp.
- [2] Salinas Chávez, E. /2001/. El Desarrollo Sustentable desde la Ecología del Paisaje. Disponible en la Red Mundial: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>>
- [3] Salinas Chávez, E. y John Middleton /1998/. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina. Disponible en la Red Mundial: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/salinas.html>>
- [4] Mateo Rodríguez, J. /1984/. Apuntes de Geografía de los Paisajes. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana: pp 283.

BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR

- Domínguez, A.; E. Acosta; R. Rodríguez; R. Hernández y R. Brito. /1986/. Consideraciones sobre los paisajes del norte de Cuba Central. Departamento de Geografía, ISP de Sancti Spíritus, Sancti Spíritus (Inédito), p/diversas.
- Domínguez González, A. /1990/. La Educación Estética: un problema de todos. En: Revista Educación, No. 78, La Habana, pp 66-72.
- _____ . /1991,a/. Geografía y Agricultura en el municipio de Taguasco, provincia de Sancti Spíritus. Departamento de Geografía, ISP de Sancti Spíritus, Sancti Spíritus, (Inédito), 74 pp.
- _____ . /1991,b/. El Medio Ambiente y el Medio Geográfico, como categorías operativas. Material didáctico para la docencia de postgrado y las investigaciones. Ministerio de Educación, La Habana, 37 pp.
- _____ . /1996,a/. Los paisajes geográficos de la provincia de Sancti Spíritus. Evaluación de sus potencialidades. Informe de investigación. Departamento de Geografía. I.S.P. Silverio Blanco. Sancti Spíritus (Inédito), 85 pp.
- _____ . /1996,b/. Estudio de la localidad del municipio de Cabaiguán, Cuba. En: Revista Canoa, Año III, No. 2, La Habana (Resumen).
- Domínguez González, A.; I. González y D. de la Calle. /1999,a/. La transformación antrópica de los paisajes de Trinidad, entre los siglos XVI y XIX. En: Revista Siga la Marcha. No. 14 - 16. Sancti Spíritus, pp 41- 43.
- Domínguez González, A. /1999,b/. Problemas Globales, Regionales y Locales del Medio Ambiente (Material didáctico para la docencia de postgrado en la Maestría "Didáctica de la Geografía"). Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana (Inédito), 75 pp.
- Domínguez González, A. *et.al.* /1999,c/. Estudio de Línea Base y Factibilidad Ambiental en cuatro parcelas hoteleras de la península de Ancón. División de Estudios Medioambientales, Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 43 pp.
- Domínguez González, A. *et.al.* /1999,d/. Diversidad natural de la cuenca del río Zaza. Unidad de Medio Ambiente de la delegación provincial del CITMA. Sancti Spíritus (Inédito), 41 pp.
- Domínguez González, A.; *et.al.* /2000,a/. Estudio Geográfico Integral del Refugio de Fauna " Caguanes - Cayos de Piedra". División de Estudios Medioambientales, Grupo Empresarial GEOCUBA, Sancti Spíritus (Inédito), 45 pp.
- Domínguez González, A. /2000,b/. El Estudio de la Localidad, un principio inviolable en la enseñanza de la Geografía. En: Revista Electrónica Pedagogía y Sociedad, Volumen I, Número especial (Diciembre'2001), Sancti Spíritus.
- Domínguez González, A. *et.al.* /2000,c/. Estudio Geográfico Integral del Área de Recursos Manejados "Jobo Rosado". División de Estudios Medioambientales. Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 52 pp.
- Domínguez González, A. /2001,a/. Las Ciencias Naturales y la Educación Estética. En: Revista Electrónica Pedagogía y Sociedad, Volumen II, Número 4, Sancti Spíritus.
- _____ . /2001,b/. Paisajes y Agricultura Sostenible en Sancti Spíritus. Memorias en CD, del evento internacional "Entorno Agrario'2001", Sancti Spíritus, 15 pp.

- _____./2001,c/. Contribución a la educación estética desde la asignatura "El mundo en que vivimos". En: Hacia una Didáctica de la asignatura "El mundo en que vivimos". Editorial Pueblo y Educación, La Habana, pp 136-140.
- Domínguez, A. *et.al.* /2001,d/. Evaluación de impacto ambiental: Mejoramiento de la zona de sol y baño del hotel Costa Sur". Empresa GEOCUBA Villa Clara Sancti Spíritus, Sancti Spíritus (Inédito), 72 pp.
- Domínguez, A. *et.al.* /2001,e/. Estudio Geográfico Integral del Refugio de Fauna "Tunas de Zaza". División de Estudios Medioambientales, Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 67 pp.
- _____./2002,a/. Estudio Geográfico Integral de la Reserva Ecológica "Alturas de Banao". División de Estudios Medioambientales, Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 54 pp.
- _____./2002,b/. Estudio Geográfico Integral del Refugio de Fauna "Lebrije". División de Estudios Medioambientales, Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 32 pp.
- _____./2002,c/. Plan de Manejo del Refugio de Fauna "Cayos de las Cinco Leguas, Matanzas". División de Estudios Medioambientales, Empresa GEOCUBA Villa Clara - Sancti Spíritus (Inédito), 106 pp.