

En otras publicaciones como en: *Ecology and Environment*, del año 2000 queda definido como:

“Un sistema global complejo, de múltiples y variadas interacciones, dinámico y evolutivo en el tiempo, formado por los sistemas físico, biológico, social, económico, político y cultural en que vive el hombre y demás organismos” (*Ecology and Environment*, 2000)

En el caso de Cuba (y será la definición tomada como referencia en la presente investigación) según la *Ley No. 81 del Medio Ambiente* aprobada en Julio de 1997 se plantea que: “El medio ambiente es un *sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades*”. (A.N.P.P., 1997).

A pesar de que todavía es habitual una interpretación más restringida del concepto, similar a la primera acepción de La Real Academia Española, que asocia al medio ambiente exclusivamente al medio natural; así y en esta línea, el Derecho del Medio Ambiente se refiere “a las normas que tienen por finalidad la protección de la naturaleza, de los elementos naturales: agua, aire, suelo, flora y fauna” (Sánchez M., 1992, pág.15, en Cancero, L., 1999). Sin embargo, las variadas disciplinas que estudian al medio ambiente cada vez consideran más los aspectos culturales, económicos y sociales y sus relaciones con el medio natural.

Factores que degradan o deterioran al medio ambiente.

Aquellas acciones humanas o naturales que, en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, afectan negativamente la calidad ambiental en cualquier grado constituyen factores deteriorantes o degradantes del medio ambiente (*Ecology and Environment*, 2000). Cuando estas acciones humanas o naturales son estudiadas en sus diferentes fases sucesivas en el transcurso del tiempo constituyen procesos degradantes o deteriorantes.

La Calidad ambiental es el grado en que el estado actual o previsible de algún componente básico permite que el medio ambiente desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la Tierra. (*Ecology and Environment*, 2000)

Sin pretender en absoluto abordar este tema en profundidad y solo con el objetivo de mencionar algunos de los factores o procesos susceptibles de deteriorar o degradar el medio ambiente. Entre los más significativos se encuentran: (Ecology and Environment, 2000).

- a) La contaminación del aire, las aguas, el suelo, la flora, la fauna u otros componentes básicos del ambiente;
- b) La erosión, salinización, alcalinización, pestización, inundación, sedimentación y desertificación de suelos y tierras;
- c) La tala o destrucción injustificada o indiscriminada de árboles o arbustos; los incendios forestales; y la explotación extractiva de bosques, praderas de algas u otras formaciones vegetales;
- d) El sobrecultivo, el monocultivo en áreas inapropiadas, el sobrepastoreo, el regadío que contribuya a la erosión de los suelos y en general, cualquier práctica cultural de la que puedan seguirse efectos nocivos para los componentes básicos del ambiente;
- e) La expansión de las fronteras agropecuarias a expensas de suelos con vocación forestal;
- f) La alteración de las condiciones naturales de sedimentación en cursos, masas o depósitos de agua;
- g) Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas;
- h) La sobreexplotación de la fauna silvestre, su matanza y su captura más allá de los límites de su regeneración natural sostenible;
- i) La eliminación, destrucción o degradación del hábitat de las entidades taxonómicas florísticas o faunísticas consideradas en peligro, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas;
- j) La aplicación masiva o indiscriminada de plaguicidas o de fertilizantes;
- k) La introducción o propagación de enfermedades o plagas vegetales o animales;
- l) La utilización de productos o sustancias de muy lenta biodegradación;
- m) La acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras o desperdicios;
- n) La producción de ruidos, vibraciones molestas o nocivas;
- ñ) La modificación de los elementos o factores que determinen el clima;
- o) La destrucción o alteración innecesaria o antiestética del paisaje;
- p) El establecimiento de asentamientos humanos y la realización de actividades industriales o mineras en áreas bajo protección.
- q) La falta de servicios e instalaciones básicas de la vivienda;
- r) La mala localización de las áreas industriales;
- s) La falta y mala distribución de las áreas verdes;
- t) El inadecuado sistema de recolección, transporte y disposición final de la basura;
- u) El servicio de transporte público ineficiente;

- v) La urbanización en suelos agrícolas y en terrenos inapropiados desde el punto de vista de la resistencia mecánica y el saneamiento;
- w) La destrucción, alteración profunda o falta de prevención del cuidado del patrimonio histórico y cultural;
- x) Los desequilibrios regionales y la segregación socio-espacial que se observan en los asentamientos humanos.

I.3 Diferentes formas para estudiar la degradación del medio ambiente.

Los estudios de la degradación del medio ambiente se pueden llevar a cabo de diferentes formas, todas tienen un elemento en común que es el análisis de factores y/o procesos que degradan al medio ambiente; la diferencia radica en la unidad espacial utilizada como base o plataforma de los análisis y en los factores y procesos estudiados.

En este sentido los estudios de la degradación del medio ambiente se pueden llevar a cabo:

- 1) *De forma individual (Estudio de un proceso o factor determinado)*
- 2) *A partir del análisis integrado de un conjunto de procesos o factores.*

En el primero de los casos el objetivo es siempre el estudio de un proceso o factor determinado (de forma individual), en la literatura nacional e internacional existen numerosos ejemplos de este tipo de trabajo. En la actualidad encontramos una gran aplicación de las técnicas de teledetección y de los S.I.G. en este tipo de estudios, a continuación citamos tres ejemplos de trabajos desarrollados en Cuba y en el extranjero en los que se estudia un proceso de forma individual a partir del empleo de estas tecnologías:

- *Enfoque metodológico para el monitoreo de la salinidad del suelo empleando imágenes de satélite. Edel B. García Reyes. Cuba (Congreso de Geomática, La Habana 2002)*
- *Seguimiento de la sequía en España mediante técnicas de teledetección espacial. Federico González Alonso España (Congreso de Geomática, La Habana 2002)*
- *Degradación de los paisajes forestales de la isla grande de Chiloe en Chile austral. Víctor Quintanilla Pérez. Chile (Evento Internacional Paisajes y Turismo, Facultad de Geografía, La Habana 2002).*

El segundo caso presupone el análisis de forma integrada de un conjunto de procesos o factores seleccionados en el marco de una unidad espacial determinada. De este tipo de estudios también existen numerosos ejemplos:

- *Análisis y Diagnóstico Geoecológico de los Paisajes Naturales en la provincia Sancti Spiritus.* Alfredo Domínguez. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, 2003, inédito).
- *Estudio de los procesos de degradación ambiental de los Andes para la conservación de las áreas de montañas de Perú, Bolivia y Argentina.* (Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria, 2000).
- *Cuba, Consulta Nacional Río + 10. Recopilación de informes de los Organismos, Delegaciones Territoriales y Organizaciones No Gubernamentales.* CITMA, La Habana 5-7 de abril del 2001.
- *Protección de la biodiversidad y establecimiento de un desarrollo sustentable en el ecosistema Sabana-Camaguey* (Proyecto GEF/PNUD, 1996)

En esta segunda forma en el estudio de la degradación del medio ambiente se pueden utilizar diferentes enfoques, entre los más utilizados encontramos:

El enfoque ecologista.

El enfoque geoecológico.

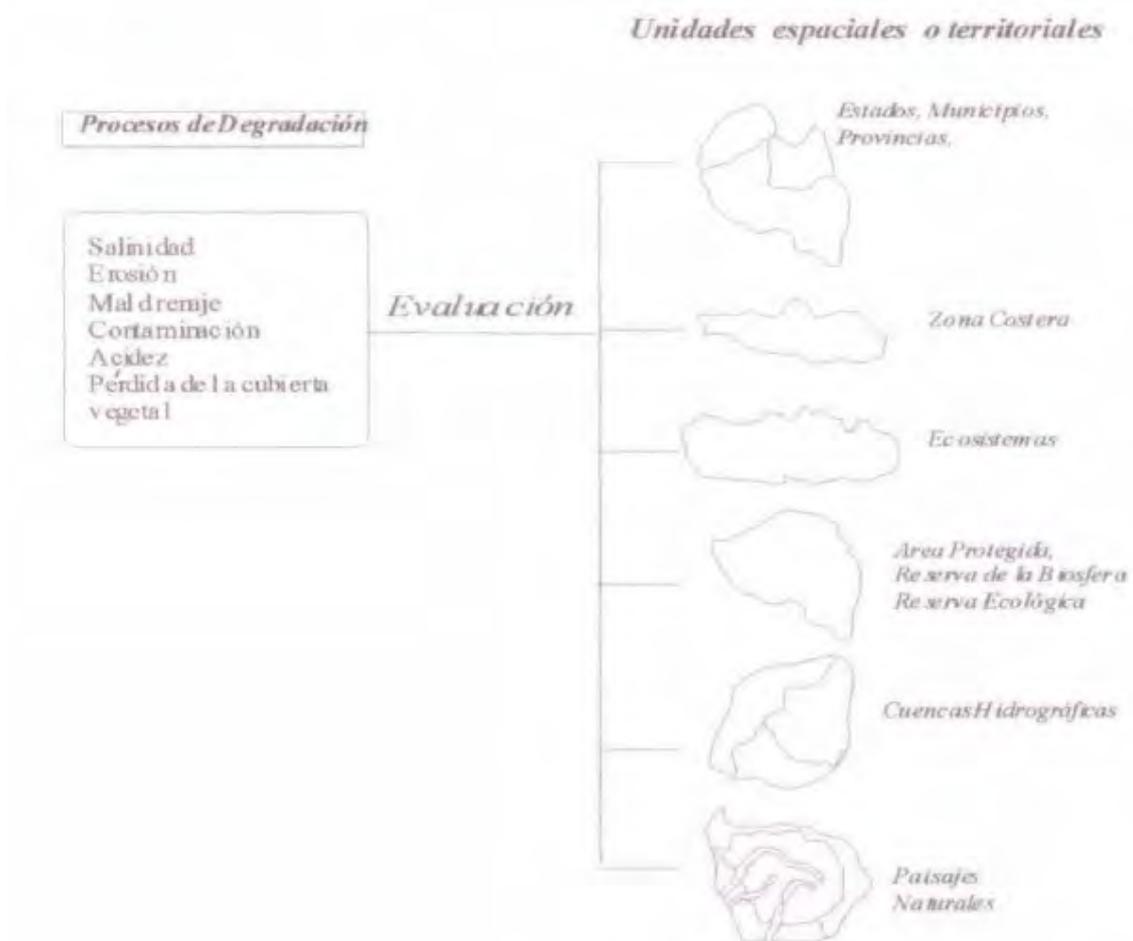
El enfoque ecologista utiliza como base o plataforma para el estudio del medio ambiente el ecosistema, mientras que el enfoque geoecológico utiliza como plataforma de los análisis al paisaje³ o geosistema.

La unidad espacial o territorial utilizada en los estudios de la degradación del medio ambiente estará en dependencia del enfoque y de la forma de llevar a cabo el estudio. En el gráfico I.1 se representan algunas de las unidades espaciales o territoriales más utilizadas.

Ecosistema: "Complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, hongos, y microorganismos y el medio ambiente no viviente vinculados con el, que hace del mismo una unidad ecológica." (WRI, 1998).

El paisaje es un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona justamente en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura y funcionamiento, dinámica y evolución reflejar la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnicos económicos y socio-culturales." (Marek, J., 1991)

Gráfico I.1 Diferentes unidades espaciales o territoriales utilizadas para el estudio de la degradación del medio ambiente.



Fuente: Elaborado por el autor

En el presente trabajo se pretende, mediante el enfoque geocológico que utiliza como plataforma a los paisajes, estudiar la degradación a que han sido sometidos diferentes territorios de Cuba como resultado de los procesos naturales y de la influencia antrópica.

I.4 El Enfoque Geocológico en el estudio de la degradación

Fundamentos del enfoque Geocológico.

El enfoque geocológico se fundamenta en la extensa historia de desarrollo teórico-metodológico de la Geocología; y en el considerable número de investigaciones realizadas bajo este enfoque, que con una visión integradora, holística del medio, permite el análisis y la toma de decisiones de carácter espacial, contribuyendo a una adecuada gestión ambiental de los territorios (Salinas, E., 1997).

La Geoecología se concibe principalmente como una base para el ordenamiento territorial y la planificación ambiental y se fundamenta sobre un sistema de medidas, procedimientos y técnicas de investigación (Prebrazhensky A., 1989 en Quintela, J., 1996).

El Ordenamiento geoecológico (gráfico I.2, anexos) tiene un carácter medular en los objetivos de la planificación y gestión ambiental de los territorios. La tesis actual no pretende realizar un ordenamiento, sino que siguiendo algunas etapas de este esquema general, se persigue diagnosticar el estado de degradación de los paisajes, a partir del análisis espacial de un conjunto de procesos e indicadores lo que constituye un primer resultado de una fase mucho más amplia.

Como se deduce de los planteamientos anteriores, el enfoque geoecológico ofrece múltiples ventajas para el conocimiento de los sistemas naturales, y su interacción con los componentes técnico-económicos y socio culturales presentes en los territorios. Ventajas que han sido expuestas en tesis anteriores que han utilizado este enfoque en el estudio del medio ambiente, y que están dadas para el estudio de la degradación a partir de la utilización de una concepción más integradora lo que permitirá desarrollar un diagnóstico más completo del estado de degradación de los territorios, al integrar a través de los paisajes componentes del medio natural y elementos antrópicos.

Una de las etapas de este esquema (gráfico I.2, anexos), parte de la diferenciación, clasificación y cartografía de las unidades de paisaje, que representan la base del ordenamiento geoecológico, y que son entidades espaciales resultado de la interacción de los componentes naturales y antrópicos como se define en el siguiente concepto:

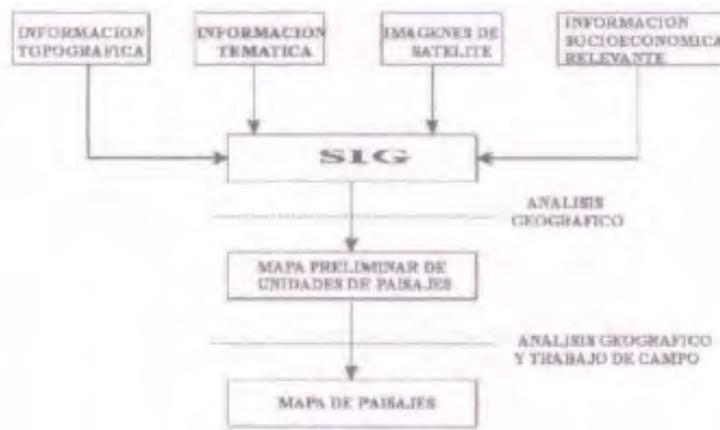
"El paisaje es un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona justamente en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura y funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales" (Mateo, J., 1991)

La generación del mapa de Paisajes a partir de la representación, modelamiento y análisis de los componentes naturales, económicos y sociales

a través de los Sistemas de Información Geográfica, ha sido objeto de estudio durante varios años por la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana

Con las herramientas de los S.I.G. es posible analizar las relaciones espaciales entre los componentes naturales y económicos y generar una serie de modelos y representaciones que resultan de gran utilidad para cartografiar las unidades de paisajes. Múltiples investigaciones en Cuba y en otros países han utilizado el esquema metodológico general para la generación del mapa de paisajes mediante el empleo de las herramientas de los S.I.G, diseñado por el Dr. Jorge Quintela Fernández, que se presenta a continuación:

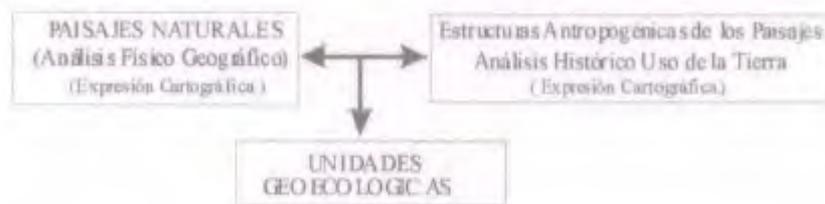
Gráfico I.3 Generación del mapa de Paisajes mediante los S.I.G.



Fuente: Tomado de Quintela, J., 1996.

Como resultado de la interacción entre el mapa de paisajes naturales y el mapa de uso de la tierra, se determinan los paisajes antroponaturales a partir de incorporar el uso u ocupación predominante a cada unidad, este nuevo mapa es considerado también por algunos autores como mapa de unidades geoecológicas. (Gráfico I.4)

Gráfico I.4 Generación del mapa de unidades geoecológicas



Fuente: Tomado de Mateo J., Bollo M., 1998

En la presente investigación partiendo de la utilización de mapas de paisajes elaborados y publicados previamente, que fueron consultados y convertidos a formato digital para su análisis dentro del S.I.G.; se decidió mantener el termino de: "paisajes" tal y como aparecía reflejado en sus títulos, aún cuando existen autores que utilizan el término de "paisajes antroponaturales" o "unidades geocológicas". (Mateo, J., 1991).

I.5 La degradación de los paisajes

El concepto de degradación

En la actualidad la creciente degradación de los paisajes es un problema de extrema gravedad para la supervivencia de la vida en nuestro planeta. Las actividades humanas en muchas ocasiones han ocasionado un efecto devastador sobre los paisajes, efecto que amenaza con incrementarse dada la permanencia de los sistemas y procesos económicos y sociales que le dieron lugar.

Esta situación preocupa especialmente en el presente a partir de la intensidad del problema en muchas regiones del planeta, motivado por la creciente capacidad tecnológica desarrollada por el hombre para transformar el espacio, la cual conlleva a consecuencias ambientales negativas.

La degradación del paisaje no interesa desde planteamientos científicos, únicamente como la pérdida de la calidad visual o estética, sino en tanto que va unida al deterioro del funcionamiento de los geosistemas afectados, por esta razón, en los análisis referidos a la degradación del paisajes deben tenerse en cuenta tanto los aspectos visibles como los de su funcionamiento, aunque estos últimos resultan más difícil de evaluar (Cancer, L., 1999).

Desde las ciencias del medio ambiente el estado de degradación está relacionado con la pérdida de calidad de los componentes del geosistema ,que imbricados según un conjunto de interrelaciones complejas, constituyen el paisaje. (Cancer, L., 1999).

Utilizando la concepción sistémica del paisaje, el estado de degradación del paisaje está relacionado con el empobrecimiento cuantitativo y cualitativo del mismo, con la pérdida de su calidad; como reflejo de la pérdida de calidad de uno o varios de sus componentes. (Puyol A., 1986).

Este empobrecimiento es el resultado de acciones antrópicas directas sobre el paisaje o de la aparición de un conjunto de procesos de degradación, que pueden ser de origen natural o producto de la influencia directa o indirecta del hombre sobre los componentes naturales.

Los procesos degradantes del paisaje pueden ser de origen natural como: los deslizamientos, volcanes, terremotos, etc; o pueden surgir como consecuencia de la interacción Naturaleza-Sociedad. Por lo que para una comprensión integral del fenómeno es necesario tener en cuenta las condiciones naturales, pero sin dejar al margen los sistemas o modos de producción que han tenido lugar a lo largo de la historia del hombre sobre la Tierra. Sin embargo, según el criterio de algunos autores, la sucesión de procesos naturales de todo tipo (climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, biogeográficos...) que a menudo han supuesto la destrucción total o parcial de los elementos paisajísticos preexistentes, es la responsable de los paisajes actuales.

Si se presta una especial atención a la degradación como resultado de la influencia antrópica es por varias razones: (Cancer, L., 1999)

En primer lugar, porque se puede atenuar o minimizar (mientras que en los procesos naturales es prácticamente una tarea imposible en la mayoría de los casos)

En segundo lugar, es sin duda alguna, la responsable fundamental de las pérdidas de calidad y diversidad que afectan a amplios territorios de nuestro planeta, con la consiguiente degradación de un recurso natural como es el paisaje, bien de forma general o afectando a algunos de sus componentes.

En tercer lugar, las transformaciones en muchos casos implican transformaciones medioambientales irreversibles, al menos a la escala humana del tiempo.

Las relaciones que se establecen entre los dos grandes subsistemas constitutivos del medio ambiente (el antrópico y el natural) son a menudo defectuosas, pues prevalecen las influencias negativas del primero sobre el segundo, lo cual explica la degradación paisajístico-medioambiental que secularmente ha sufrido la Tierra, fenómeno que se ha ido incrementando en los últimos años.

En el gráfico I.5 se representan las interrelaciones entre los dos subsistemas, la degradación ambiental derivada de la acción humana, se produce, en términos ecológicos, por los desequilibrios energéticos derivados de agentes mal integrados en el geosistema (ODUM, E. 1992); y el hombre, aún siendo parte del mismo, frecuentemente puede considerarse como deficientemente integrado, sobre todo por su tendencia antropocéntrica, que se traduce en un escaso respeto o "desconocimiento" en algunos casos, del funcionamiento de los restantes componentes geosistémicos (Cancer, L., 1999).

Algunas causas de la degradación paisajística del mundo actual y sus consecuencias (según Cancer, L., 1999) quedaron resumidas en el gráfico I.6

Gráfico I.6 Algunas causas explicativas de la degradación paisajística.

Causas		Consecuencias
Presión demográfica	→	Explotación de recursos naturales
Abandono del medio rural	→	Degradación de paisajes agrarios tradicionales
Crecimiento de las grandes ciudades	→	Modificación de cinturones periurbanos, usos desordenados
Nuevos complejos residenciales	→	Degradación de paisajes de gran calidad natural y/o cultural
Infraestructura de gran impacto ambiental	→	Alteración de los componentes físicos del geosistema y de los procesos naturales
Aprovechamientos agrarios intensivos	→	Perdida de la biodiversidad
Transformación de redes hidrológicas, humedales, contaminación de las aguas	→	Degradación paisajística
Minería a cielo abierto	→	Alteraciones geomorfológicas, hidrológicas y vegetales
Actividades de recreo o vacacionales muy concentradas	→	Superación de capacidad e acogida del territorio
Contaminación atmosférica	→	Nieblas, lluvias ácidas
Vertimiento de residuos	→	Deterioro visual, contaminación de los componentes y del geosistema.

Fuente: Cancer, L., 1999.

Para el estudio y análisis de la degradación paisajística, el conjunto de procesos de degradación que actúan de forma simultánea en los paisajes, pueden ser agrupados en una serie de problemas geocológicos® (Mateo, J., 2000.)

Los Problemas geocológicos: son la colección de defectos de racionalidad, de procesos que desarticulan la estructura y funcionamiento de los paisajes trayendo como consecuencia dificultades en el cumplimiento las funciones socioeconómicas y deficiencias generales de sustentabilidad en los grupos sociales. (Mateo, J., 1991).

Según (Mateo, J., 2000), existen tres categorías de problemas geocológicos:

1-Problemas de la gestión de recursos: Pérdida de potenciales naturales, pérdida de hábitats ecológicos y biodiversidad, pérdida y degradación de los suelos (erosión, quimización, salinización, acidez); deterioro de los recursos hídricos (deterioro del manto de agua subterránea, pérdida de aguas superficiales; aumento de inundaciones, salinización de las aguas); deterioro de los recursos costeros y litorales (erosión y abrasión de las playas y litorales, alteraciones en la dinámica litoral).

2- Problemas de calidad ambiental: impacto ambiental de actividades mineras, desarticulación geosistémica, deterioro ambiental urbano (expansión, homogeneización, pérdida de calidad higiénico - sanitaria, pérdida de áreas verdes y naturales); contaminación del medio, deterioro de los recursos estético-escénicos.

3- Problemas de la integridad del geosistema: alteración de la estructura territorial, desarticulación de la funcionalidad del geosistema, imposibilidad de cumplir las funciones ambientales a escala regional e interregional, disrupciones de la estructura que garantiza el cambio secuencial de los estadios de desarrollo, influencia negativa en la dinámica y funcionamiento de regiones y territorios circundantes.

I.6 Determinación del estado de degradación de los paisajes

Una gran parte de los trabajos relacionados con el estudio del estado de degradación de los paisajes consultados, se apoyan en la observación de los procesos de degradación, y en el cálculo de indicadores como métodos principales para evaluar su estado.

En otros, se estudia la relación entre el potencial natural y el uso predominante y se comparan estos resultados con el grado de sensibilidad de los paisajes; mientras que existen algunos que evalúan el estado de degradación de los paisajes considerando solamente los aspectos estéticos del mismo, a partir de medir la calidad visual. Aunque estas formas de

estudiar el estado de degradación de los paisajes han representado un aporte importante al conocimiento de esta problemática en los territorios estudiados, en ocasiones existen altos niveles de subjetividad sobre todo en la determinación del área de manifestación de los procesos de degradación dentro de cada unidad de paisajes, recurriendo en ocasiones a métodos que se apoyan en la observación y que consideran en mayor medida los aspectos cualitativos y visuales del paisaje.

Por otro lado existe muy poca aplicación de los S.I.G y la teledetección en estos estudios, solamente relacionada con la representación y edición cartográfica de los resultados y no en el análisis, aspecto principal que distingue a estos programas informáticos de la cartografía automatizada.

El uso de los S.I.G y la teledetección en estos estudios representan un conjunto de ventajas, entre ellas:

Poder desarrollar operaciones de análisis para el estudio de la manifestación de los procesos de degradación e indicadores, que no están al alcance de los métodos tradicionales o que su proceder resultaría en una serie de pasos engorrosos y con bajos niveles de precisión. (Entre estas operaciones que forman parte del análisis espacial y que se pueden desarrollar con una gran eficiencia y altos niveles de precisión con las herramientas de los S.I.G, están: *operaciones de superposición, interpolación (generación de modelos digitales) clasificación, cálculo de distancias, análisis de proximidad, cálculo de magnitudes geométricas (áreas, perímetros, volumen), generación de perfiles, etc.*

- Poder integrar en una plataforma única a partir de la creación de las bases de datos georeferenciadas con parámetros comunes, información de diversas fuentes como: las imágenes de satélite, fotografías aéreas y la identificación y representación espacial de procesos e indicadores de degradación a través de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). Lo que permite sin duda elevar la calidad de los resultados obtenidos, su aplicación y objetividad.

- Poder representar, modelar y analizar de forma integrada en un mismo espacio y tiempo, componentes del paisaje, procesos de degradación, fuentes de contaminación, infraestructura y asentamientos, y otros elementos de

interés que sean cartografiables, lo que sin duda nos permite desarrollar un estudio más completo e integral de esta problemática.

- Disminuir el costo en tiempo y en recursos de la investigación.

Poder generar de forma repetida los análisis de acuerdo al estado cambiante de la manifestación e intensidad de los procesos de degradación e indicadores en los territorios estudiados, a partir de contar con una base de datos actualizada sobre los mismos.

- Representar cartográficamente los resultados obtenidos, mediante, mapas, modelos, tablas y gráficos, lo que contribuye a una mejor exposición y comprensión de los mismos.

En la presente investigación, sin pretender restarle importancia a las decisiones subjetivas que son necesarias y que están presentes en todo el proceso investigativo, (aún cuando se utilicen estas nuevas tecnologías), se pretende determinar el estado de degradación de las unidades de paisajes mediante el empleo de los S.I.G., en la representación, la modelación y en el análisis espacial de la manifestación de los procesos e indicadores de degradación; lo que permitirá realizar un diagnóstico más preciso y objetivo de forma cuantitativa, del estado de degradación de los territorios estudiados. Por otro lado a partir de la utilización del enfoque geocológico (enfoque sistémico), se considera al hombre como parte del geosistema y se mide su influencia sobre el paisaje, mediante un conjunto de indicadores denominados: "Indicadores de la influencia antrópica."

Como procesos de degradación fueron considerados un conjunto de acciones humanas o naturales (en su fase más actual de tiempo) que, en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, afectan negativamente al paisaje o alguno de sus componentes.

Los indicadores de la influencia antrópica, se refieren a los cambios, alteraciones, modificaciones que se han producido en los paisajes como resultado de la acción antrópica directa, a partir de la incorporación al paisaje de algún elemento construido como las carreteras, embalses, asentamientos y la existencia de focos contaminantes.

La mayor parte de los trabajos relacionados con el estudio de la degradación consultados (Domínguez, A., 2003; Quintanilla, V., 2002; Espinoza, G., 1994; Lal, R., 1990 y otros), se basan en el estudio de los procesos e indicadores del estado de degradación de los componentes: suelo, vegetación, agua y aire. Estos constituyen los componentes de mayor fragilidad, considerando por fragilidad el grado de susceptibilidad al deterioro, la facilidad para que un componente del paisaje se degrade ante eventos naturales o influencias humanas. (Gómez Orea D., 1992).

Para el análisis de forma cuantitativa del estado de degradación de los paisajes a través de los componentes: agua, y aire; se requiere de realizar una serie de mediciones relacionadas principalmente con su calidad⁴ y contaminación⁵, mediciones que no estuvieron al alcance de la presente investigación. Ante esta limitación el estudio del estado de degradación de los paisajes estuvo basado en la afectación de los componentes suelo y vegetación principalmente, considerados por algunos autores entre los más frágiles y representativos del estado de degradación de los paisajes.

Para determinar el estado de degradación de las unidades de paisajes en la presente investigación se proponen tres direcciones de análisis (gráfico I.7). En cada una de ellas el criterio utilizado se basó en el cálculo del área ocupada dentro de cada unidad de paisajes por los procesos de degradación e indicadores de la influencia antrópica. Aunque las dos primeras direcciones de análisis se concentran en el estudio de procesos de degradación que se desarrollan en componentes del medio natural (suelo y vegetación), esto no quiere decir que los procesos estudiados como: la erosión, la salinización, el lavado, el cambio en la cubierta vegetal, y otros, sean el resultado solamente de causas naturales; aún más, cuando los territorios estudiados son utilizados desde el punto de vista agrícola, pecuario y urbano con cierta intensidad y prácticas de tecnologías en ocasiones inadecuadas. En este sentido se quiere destacar que el estudio partió del análisis de la manifestación de los procesos reconociendo que son resultados de la combinación de causas naturales y antrópicas, aunque estas últimas, en ocasiones son más importantes a considerar por la

⁴ Calidad del agua: para el consumo humano, la agricultura y la industria

⁵ Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

magnitud del impacto de las mismas y la rapidez con que contribuyen a acelerar estos procesos. El tratamiento diferenciado de estas causas para un territorio como el estudiado, requeriría de un monitoreo permanente de estos procesos y el análisis a escala de detalle del uso de la tierra y las acciones antrópicas presentes, durante un periodo de tiempo.

La tercera dirección del análisis propuesta esta relacionada con la influencia antrópica y se refiere a los cambios y modificaciones que se han producido en los paisajes, como resultado de la acción directa del hombre. En la misma se consideraron indicadores que reflejen según autores como (Ortega, F., 1990): la degradación o destrucción del sustrato litológico y del suelo por: expansión urbana, obras de ingeniería, etc. y la contaminación de estos espacios.

La selección de los procesos de degradación e indicadores a considerar en cada una de las direcciones de análisis se desarrolló a partir de la consulta de una serie de trabajos publicados por el CITMA, el Instituto de Suelos, la Dirección de Planificación Física de la provincia La Habana, El Ministerio de La Agricultura y la entrevista a especialistas relacionados con esta temática.

El establecimiento de los intervalos y categorías de evaluación en cada una de las direcciones de análisis, se basó en el criterio de especialistas en: estadística, geocología y en el conocimiento que existe sobre los procesos en los territorios estudiados por investigadores del Instituto de Suelos del CITMA y del Instituto de Planificación Física Nacional. Si bien en la selección de estos intervalos existe un componente subjetivo, aspecto que puede variar en ocasiones en dependencia del criterio de los especialistas, y de la intensidad en la manifestación de los procesos dentro del área de estudio, las categorías establecidas nos permitieron lograr una diferenciación de las unidades de paisajes en los distintos territorios en cuanto a sus estados de degradación de forma satisfactoria.

Como resultado del análisis desarrollado en cada una de las direcciones se determina el estado de degradación de los paisajes, estas evaluaciones fueron integradas o sintetizadas a partir del cálculo del índice de degradación de los paisajes (I_d). Este índice propuesto refleja una visión

más completa al considerar aspectos relacionados con el suelo, la vegetación y la influencia antrópica.

A continuación se explica como se llevó a cabo el estudio en cada una de las direcciones de análisis.

I.6.1 Análisis de los procesos de degradación del suelo.

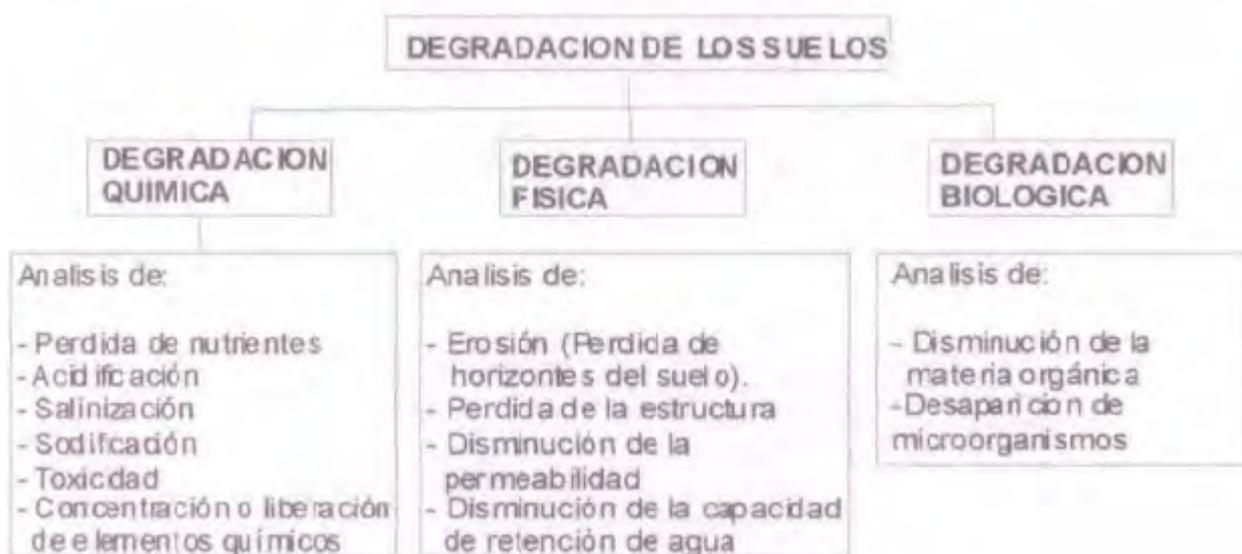
En esta primera dirección del estudio de la degradación se consideran un conjunto de procesos relacionados con el componente suelo. Entre los procesos analizados encontramos: *salinización, erosión, acidez, mal drenaje, lavado, pedregosidad, rocosidad, graviliosidad, concrecionamiento, gleyzación, etc.* La existencia de estos procesos y su manifestación en categorías extremas pueden ocasionar la disminución de los rendimientos agrícolas en áreas productivas y no en pocas ocasiones han conducido a la pérdida de este recurso.

Según el sistema de normas cubana para la protección del medio ambiente en la Norma Cubana 93-03-104, Suelos, Términos y Definiciones se plantea: (C.E.N., 1987).

“La degradación del suelo, es el cambio negativo de las propiedades del suelo en la dirección del cambio de su estructura y de cualquiera de sus funciones, se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro”.

El estudio de la degradación de los suelos puede llevarse a cabo considerando diversos tipos de degradación (gráfico I.8):

Grafico I.8 Tipos de degradación de los suelos

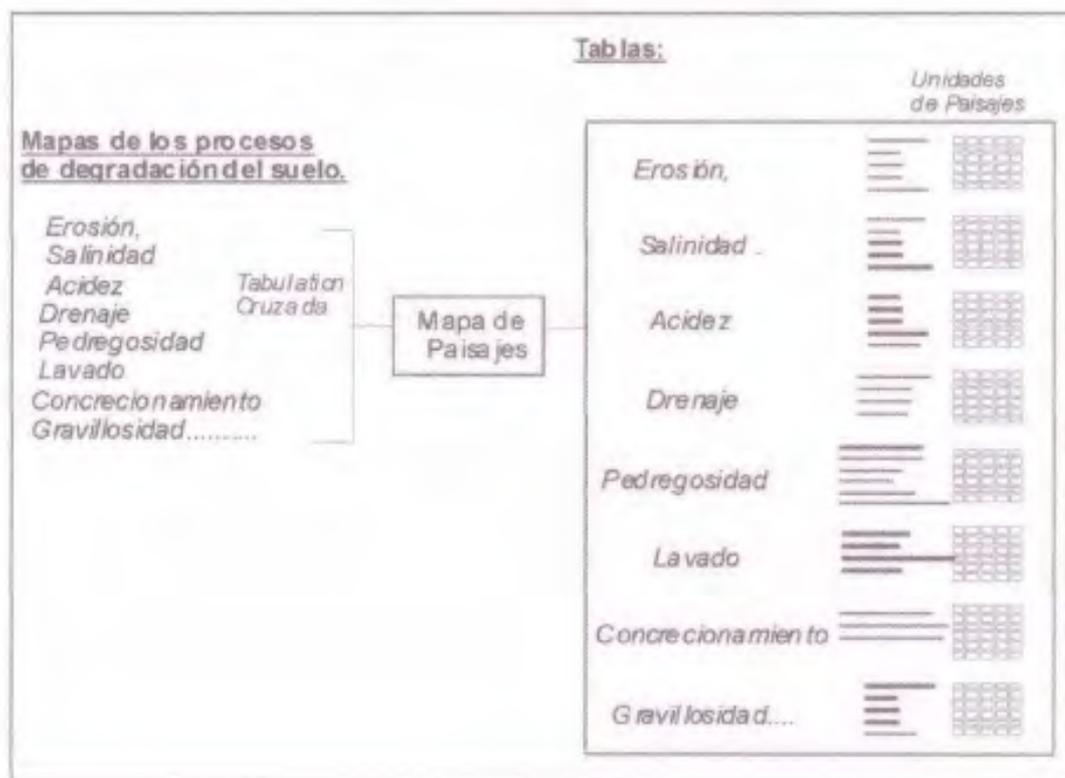


Fuente: Elaborado por el autor a partir de: Lal, R., and Steward, B. A. (1990).

Este trabajo se acerca más a lo que sería la degradación física y química de los suelos al considerar aspectos relacionados con estas propiedades.

El estudio de la degradación de este componente, partió del análisis del comportamiento de cada uno de los procesos degradantes seleccionados dentro de la unidad de paisajes (Gráfico I.9)

Gráfico I.9 Análisis de los procesos de degradación del suelo.



Fuente: Elaborado por el autor

Para estudiar la relación entre dos variables se utilizan en estadística un conjunto de técnicas que varían de acuerdo al tipo de variable. Muchas de estas técnicas han sido incorporadas a los Sistemas de Información Geográficas como es el caso de la creación de la *tabla de contingencia (cross tabulation)*. Utilizando esta técnica estadística, se determinó el porcentaje del área de cada unidad de paisajes en que se manifiestan los procesos de degradación estudiados, en sus diferentes categorías.

Una vez obtenidos estos resultados las unidades de paisajes fueron evaluadas, teniendo en cuenta el porcentaje del área total de cada una que estuviera ocupada o en la que se manifestaran en categorías de media a muy fuerte (o extrema) uno o varios de los procesos de degradación del suelo