

# Tendencia actual de la ciencia del paisaje en la Unión Soviética: El estudio de los geosistemas en la estación de Martkopi (Georgia)

por NICOLAS BERUTCHACHVILI \* y JOSE M.<sup>a</sup> PANAREDA CLOPES \*\*

La ciencia del paisaje está ampliamente desarrollada en la Unión Soviética. Sus bases teóricas y su metodología son enseñadas en todas sus universidades y han sido objeto de miles de publicaciones. Tiene como objeto fundamental el estudio de los complejos territoriales y naturales y de los geosistemas (figuras 1 y 2).

El *complejo territorial natural* (PTK) es la combinación, en una superficie determinada, de un geoma (litomasa, hidromasa, aeromasa) y de una biocenosis. El PTK subraya la dimensión espacial del paisaje.

El *geosistema* es la combinación de un geoma y de una biogeocenosis, a la que se le añaden los efectos de la acción antrópica. El geosistema es independiente de la escala espacial e insiste en la naturaleza global y total del paisaje.

Tradicionalmente los geógrafos soviéticos han estudiado la morfología, la tipología, la estructura y la dinámica del paisaje. La morfología del paisaje puede definirse como la ciencia del paisaje que estudia las leyes de la división espacial interna del mismo, de las relaciones mutuas y de la interacción de sus componentes. Se interesaban fundamentalmente por la estadística del paisaje: inventario de unidades morfológicas, sus clasificaciones, el establecimiento de relaciones jerárquicas y sus leyes de distribución espacial. Su método principal es la cartografía sobre el terreno.

A partir de 1960, diversos estudios sobre geosistemas se orientan hacia el análisis de sus propiedades espaciales y temporales. Las expediciones y los trabajos de corta duración realizados no bastaban para el estudio de las propiedades temporales de los geosistemas y de sus componentes. Para ello se establecieron diversas estaciones físico-geográficas, en donde fueran posibles las mediciones y las observaciones permanentes de todos los componentes básicos de los geosistemas: en 1960-1970 el Instituto Geográfico de Siberia y de Extremo Oriente estableció seis estaciones en diferentes zonas geográficas de Siberia; el Instituto de Geografía de Moscú tomó como base de estudio el Parque Nacional de Zapovednic, en Kursk; hacia el 1973, el Instituto de Geografía del Océano Pacífico creó, con la

\* Estación físico-geográfica de Martkopi, Universidad de Tbilisi, Georgia.

\*\* Departamento de Geografía, Universidad de Barcelona.

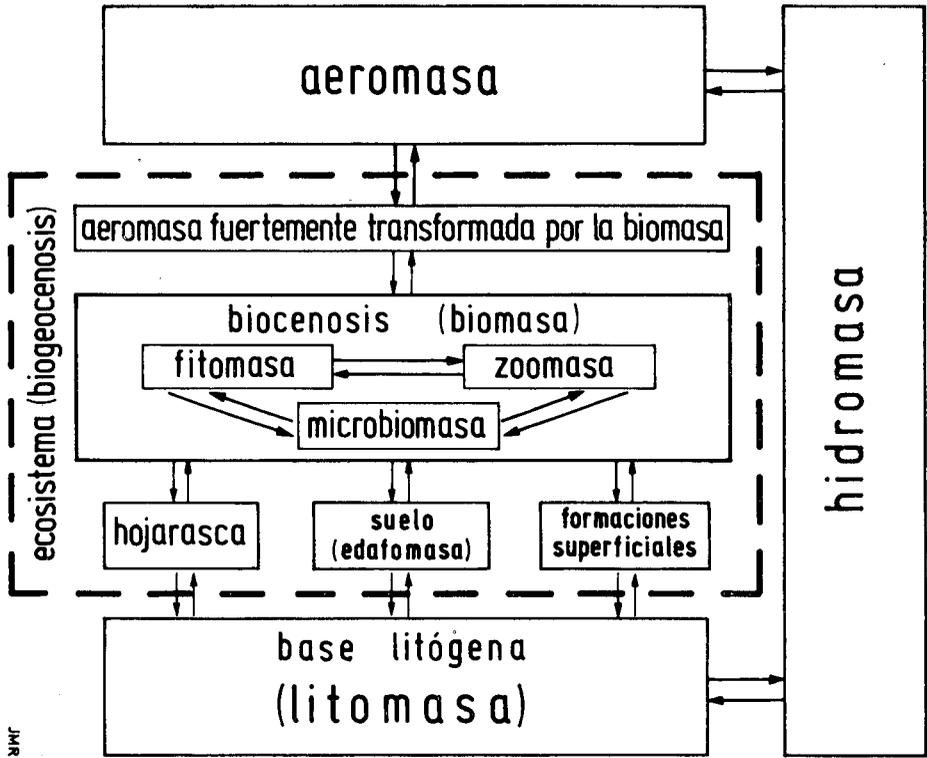


Figura 1. — Complejo territorial natural y ecosistema.

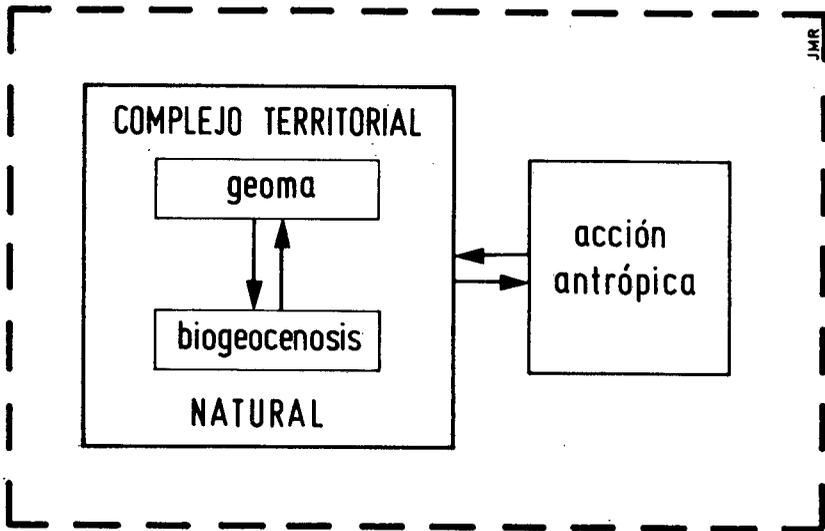


Figura 2. — El geosistema.

ayuda de la Universidad de Moscú, la estación de Kavalerovo, cerca de Vladivostok; la Universidad de Tbilisi ha creado una estación físico-geográfica en Martkopi, a 30 km al NE de Tbilisi.

## LA ESTACION DE MARTKOPI

La estación físico-geográfica de Martkopi está situada sobre el flanco sur del Cáucaso, en contacto con la cresta Segurano-Ialoni y con la meseta de Iori.

La estación inició sus actividades el 20 de mayo de 1965, con un equipo de tres investigadores permanentes. En aquel entonces todavía no estaba claramente establecida la lista de parámetros a registrar. Las mediciones estaban limitadas por el material disponible. Se contaba con un equipo meteorológico completo, por lo que mayormente se registraban, sobre todo, los datos climatológicos. Se efectuaban, en un primer momento, tres mediciones diarias de cada parámetro (temperatura, humedad, nubosidad, velocidad del viento, etc.). A partir de 1966, y disponiendo ya de seis investigadores fijos, se registran ocho mediciones diarias de cada parámetro meteorológico.

Simultáneamente se inició el estudio espacial de los geosistemas. La confección de mapas climáticos, geomorfológicos, botánicos, etc., permitió llegar a una aproximación precisa de los geosistemas.

A partir de 1968-1969, y bajo la influencia de la Ecología y de la Biogeocenología, los trabajos se orientaron hacia el estudio del funcionamiento de los geosistemas. En esta etapa se va perfilando la especificidad de los estudios de la estación y se definen con mayor rigor los parámetros a registrar, necesarios para el análisis de los geosistemas de la estación físico-geográfica de Martkopi.

Hacia 1971-1972, los trabajos de la estación de Martkopi se alejaron de los estudios ecológicos y biogeocenológicos y se orientaron hacia el estudio de la geofísica y de la geoquímica del geosistema. Paralelamente se desarrollaron estudios sobre la etología del geosistema, por medio del análisis de sus estados y de su comportamiento. Asimismo, se inició la modelización matemática de la dinámica del geosistema y se realizaron los primeros trabajos aplicados a la ordenación del territorio. Es en este sentido que se prosiguen los actuales trabajos.

Actualmente trabajan 16 investigadores en la estación, y las observaciones se realizan en dos bases de mediciones. Una está situada a 930 m de altitud sobre un pie de monte arcillo-arenoso, con una vegetación de estepa sobre suelos castaños. La segunda está instalada a 1.700 m de altitud, en una montaña media con una vegetación de tipo subalpino.

Las observaciones y las mediciones realizadas permiten obtener unos 5.000-6.000 datos diarios de los 100 parámetros registrados. A partir de estos resultados se distinguen los diferentes estados del geosistema a lo largo del año, y se estudian sus estructuras y su funcionamiento. En el cuadro 1 se numeran algunos de los principales parámetros registrados en la estación de Martkopi.

## LA GEOFISICA DEL PAISAJE

La geofísica del paisaje estudia los complejos territoriales naturales según los principios y los métodos de la Física. A continuación se exponen algunos de los temas y conceptos fundamentales de la investigación geofísica de la estación

Cuadro 1. Lista de algunos parámetros registrados en la estación físico-geográfica de Martkopi.

---

Qp	Radiación solar global (1)
Qd	Radiación solar directa (1)
Qi	Radiación solar difusa (1)
Qr	Radiación reflejada (1)
Qa	Albedo (1)
Rr	Balance de la radiación (1)
Rc	Balance de la radiación de onda corta (1)
Rl	Balance de la radiación de onda larga (1)
Rs	Flujo de calor entrante en el suelo (1)
Ra	Flujo de calor entrante en el aire (1)
Re	Flujo de calor utilizado para la evapotranspiración (1)
Rt	Flujo de calor utilizado para la transpiración (1)
Rp	Radiación fotosintética activa (1)
Op	Precipitaciones (2)
Os	Escorrentía y goteo debajo la vegetación (2)
Ov	Retención por la vegetación (2)
Oi	Infiltración en el suelo (2)
Hp	Cantidad de agua en la vegetación (3)
Ee	Evapotranspiración (4)
Ef	Evaporación (4)
Et	Transpiración (4)
Hn	Altura de la cobertura de nieve (5)
Hd	Densidad de la nieve (6)
Hs	Cantidad de agua en la nieve (2)
Pif	Fitomasa verde fresca (7)
Pnf	Fitomasa muerta
Ppf	Fitomasa total sobre el suelo (7)
Plf	Hojarasca fresca (7)
Pis	Fitomasa verde seca (7)
Pns	Fitomasa muerta
Pps	Fitomasa total debajo el suelo (7)
Pls	Hojarasca seca (7)
Pic	Elementos de ceniza en la fitomasa verde (7)
Pnc	Elementos de ceniza en la fitomasa muerta
Ppc	Elementos de ceniza en la fitomasa total (7)
Plc	Elementos de ceniza en la hojarasca (7)
Piz	Cantidad de cenizas en la fitomasa verde (7)
Pnz	Cantidad de cenizas en la fitomasa muerta
Plz	Cantidad de cenizas en la hojarasca (7)
Nn	Nebulosidad (8)
Ww	Velocidad media del viento para 24 h (9)
Ta20	Temperatura del aire a 2 m (10)
Tamx	Temperatura máxima del aire (10)
Tamn	Temperatura mínima del aire (10)
Tsoo	Temperatura al nivel del suelo (10)
Ts01	Temperatura a 0,1 m del suelo (10)
Ts02	Temperatura a 0,2 m del suelo (10)
Ts04	Temperatura a 0,4 m del suelo (10)
Ts08	Temperatura a 0,8 m del suelo (10)
Ts16	Temperatura a 1,6 m del suelo (10)
Haa	Humedad absoluta del aire (11)
Har	Humedad relativa del aire (12)
Had	Déficit higrométrico (11)

---

(1) 10 calorías/m<sup>2</sup>/24 h. (2) 10<sup>3</sup> g/m<sup>2</sup>. (3) g/m<sup>2</sup>. (4) 10 g/m<sup>2</sup>. (5) cm. (6) g/cm<sup>3</sup>. (7) g/cm<sup>2</sup>. (8) en puntos. (9) m/segundo. (10) °C. (11) mb. (12) %.

Cuadro 2. Distribución de las masas en distintos geosistemas de la estación de Martkopi (kg/m<sup>2</sup>).

	<i>Litomasa</i>	<i>Hidromasa</i>	<i>Aeromasa</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Total</i>
Geosistema 1	46830	5320	1,7	1,2	52152,9
Geosistema 2	42990	8000	2,8	2,8	50995,6
Geosistema 3	41210	6630	5,6	6,4	47852,0
Geosistema 4	46860	6270	2,2	1,3	53133,5
Geosistema 5	38940	7380	17,6	7,0	46344,6
Geosistema 6	31240	5760	2,2	2,9	37005,1
Geosistema 7	49825	4000	1,7	0	53826,7

de Martkopi: los límites verticales del geosistema, y las relaciones entre masa y estado y entre energía interna y energía externa. La explicación de cada uno de estos conceptos facilitará la comprensión de las diferencias entre geosistema, objeto de la Ciencia del paisaje, y ecosistema, objeto de la Ecología.

Uno de los principales objetivos de la geofísica de los geosistemas es el estudio de las propiedades espaciales y temporales del mismo y de sus límites en el tiempo y en el espacio. El estudio de los límites horizontales ha sido ampliamente desarrollado por la ciencia del paisaje. Sin embargo, el estudio de los límites verticales, inferior y superior, es reciente.

El límite inferior del geosistema se define por el nivel en donde la temperatura es constante a lo largo del año, y corresponde al límite de penetración de la radiación solar. La posición de este nivel está en estrecha relación, por una parte, con la amplitud térmica de la superficie del suelo, y, por otra, con las características de la litomasa (densidad, humedad, composición química de las rocas), que determinan su conductibilidad térmica. En general, la litomasa es un factor más importante que las condiciones climáticas para la definición de este límite.

El límite superior de una unidad dada corresponde al nivel donde la influencia de esta unidad es imperceptible sobre las condiciones de la velocidad del viento, de la humedad y de la temperatura del aire. Se sitúa por encima del límite superior de la vegetación.

Mientras los ecólogos limitan el ecosistema al espacio ocupado por los seres vivos, la ciencia del paisaje incluye en un geosistema todo el espacio en donde existen movimientos de masa e intercambios energéticos.

Las relaciones entre la masa de cada componente y el estado del geosistema son otro de los grandes temas de investigación de la estación de Martkopi. Por una parte, se establecen cuantitativamente los valores de la masa de cada componente base del geosistema, y, por otra, se estudian sus variaciones en función de los cambios de estado del geosistema y de los intercambios que tienen lugar. El cuadro 2 muestra la distribución de las masas en diferentes geosistemas estudiados en Martkopi.

La litomasa ocupa cuantitativamente el primer lugar en la constitución de la masa, con un 84-93 % de la masa total, y en la mayoría de los casos constituye, por su inercia y estabilidad, un criterio de base para la individualización de los

geosistemas. Esta es la principal diferencia del geosistema frente al ecosistema, en el cual la biomasa es el factor determinante de diferenciación.

El estudio cuantitativo está acompañado del análisis de la dinámica de estas masas, la proporción de cada componente que se moviliza en tal o cual estado del geosistema y las relaciones que existen entre las distintas masas según el estado y su duración.

Las situaciones de las masas durante un estado de un geosistema se caracterizan en tres tipos:

*Masa activa:* se caracteriza por un movimiento en el espacio (viento, infiltración, caída de hojas, desprendimientos).

*Masa pasiva:* Se caracteriza por una ausencia de movimientos, pero existen modificaciones de los parámetros y de los datos que la caracterizan.

*Masa inerte:* Se define por una ausencia de movimientos y por una constante de los parámetros característicos.

Hasta una situación dada del geosistema, la masa activa es menor que la masa pasiva. Sin embargo, después de un cierto tiempo, la cantidad de masa de un componente que entra en acción puede superar la masa total media de este componente. Así, en una pradera sobre una vertiente con pendiente suave, en dos o tres años la producción total de biomasa es superior a la biomasa media total presente. Igualmente, en ocho o diez años, la cantidad de agua evaporada supera la hidromasa presente.

La mera cantidad de la masa de un componente no permite caracterizar el funcionamiento de un geosistema. Es necesario conocer si la masa es activa, pasiva e inerte y cómo evoluciona y se modifica. Las modificaciones de las masas activas y pasivas de los diferentes componentes son los determinantes del funcionamiento del geosistema para los estados de duración diversa.

Desde el punto de vista metodológico, es preciso fijar qué cambios de masa y qué componentes hay que estudiar para cada estado, en función de su duración. En los trabajos estacionales se trata sobre todo de la cantidad de hidromasa, de biomasa y de litomasa pasivas, y de la aeromasa, de la hidromasa y de la biomasa activas. Para los estados con cambios rápidos son significativas las modificaciones de las masas aéreas activas y de la biomasa pasiva. Para los estados de frecuencia media interesa conocer la biomasa, la litomasa y la hidromasa pasivas. Para los estados de baja frecuencia hay que estudiar las modificaciones de la litomasa activa.

Se pueden considerar los geosistemas como sistemas termodinámicos abiertos que reciben una entrada de energía en forma de corrientes energéticas externas, energía solar y energía gravitacional, y que son sede de corrientes y de intercambios de energía interna, la energía potencial y cinética de cada componente del geosistema.

La problemática de la energía solar está bastante estudiada y es registrada a través de diversos parámetros en la estación de Martkopi (véase cuadro 1). La energía interna del geosistema es calculada con los métodos específicos de cada componente. Sin entrar en detalle, los métodos utilizados en la estación de Martkopi son: cálculo de la energía de las redes cristalinas de los minerales de las rocas y del suelo según los métodos de U. P. Volobuev; cálculo de la hidromasa según el método propuesto por Kovda; en cuanto a la aeromasa, se calcula la energía interna de los gases; para la biomasa se utilizan los métodos caloríficos.

En el cuadro 3 se detalla la energía de cada componente. Los geosistemas corresponden a los del cuadro 2.

## LOS ESTADOS DEL GEOSISTEMA

La estructura y el funcionamiento del geosistema cambian a lo largo del año. Estos cambios se presentan en una sucesión de períodos más o menos largos, durante los cuales la estructura y el funcionamiento presentan una cierta unidad y unas características comunes. Cada uno de estos períodos puede ser definido como un estado del geosistema. Así pues, el estado de un geosistema puede definirse como un tipo determinado de sus características variables, concretadas en el estudio presente en los parámetros de estructura y de funcionamiento, en un intervalo de tiempo definido y que, a partir de un aporte de energía exterior (entrada del geosistema) determina una cierta función resultante (salida del geosistema). Diversos ejemplos ayudarán a precisar estos conceptos.

La figura 3 muestra el estado de complicación de la estructura, en primavera, en un geosistema de estepa de pie de monte. Esta complicación está relacionada con el arranque del crecimiento y de las actividades de la vegetación, lo que conduce a un aumento del número de biogeohorizontes, antes de alcanzar un estado de estabilización de la estructura.

El esquema muestra el funcionamiento del geosistema a partir de los datos concretos observados. La anchura de las flechas es proporcional al flujo de energía, de materia y a las masas representadas. La flecha de la izquierda y sus derivaciones muestran la entrada y las transformaciones de energía solar en el geosistema. Obsérvese la reducción del flujo energético al aproximarse a la base litógena, a causa de las absorciones efectuadas a lo largo del geosistema. Las flechas marcadas con rayas inclinadas representan la distribución y las transformaciones de la hidromasa en el perfil vertical del geosistema: transpiración en los diferentes horizontes de la fitomasa y el comportamiento del agua en el suelo (intercambios con la litomasa, obtención por las raíces, evaporación). La distribución de la fitomasa en el perfil vertical aparece en las partes representadas con punteado fino. Se observa que las relaciones entre la fitomasa y los otros componentes del geosistema (energía solar, agua, etc.) son diferentes en cada biogeohorizonte. En la parte inferior se representan las distribuciones de la materia orgánica y de la masa

Cuadro 3. Energía interna de los componentes de distintos geosistemas (Kcal/m<sup>2</sup>).

	<i>Energía interna</i>				
	<i>Litomasa</i>	<i>Hidromasa</i>	<i>Aeromasa</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Total</i>
Geosistema 1	1640000000	117600000	96	4800	1757604896
Geosistema 2	1510000000	168000000	130	11200	1678011330
Geosistema 3	1450000000	163800000	390	25600	1613825990
Geosistema 4	1640000000	138600000	96	5200	1778605296
Geosistema 5	1330000000	172200000	960	28000	1502228960
Geosistema 6	1100000000	151200000	96	11600	1251211696
Geosistema 7	1740000000	840000000	64	0	1824000084

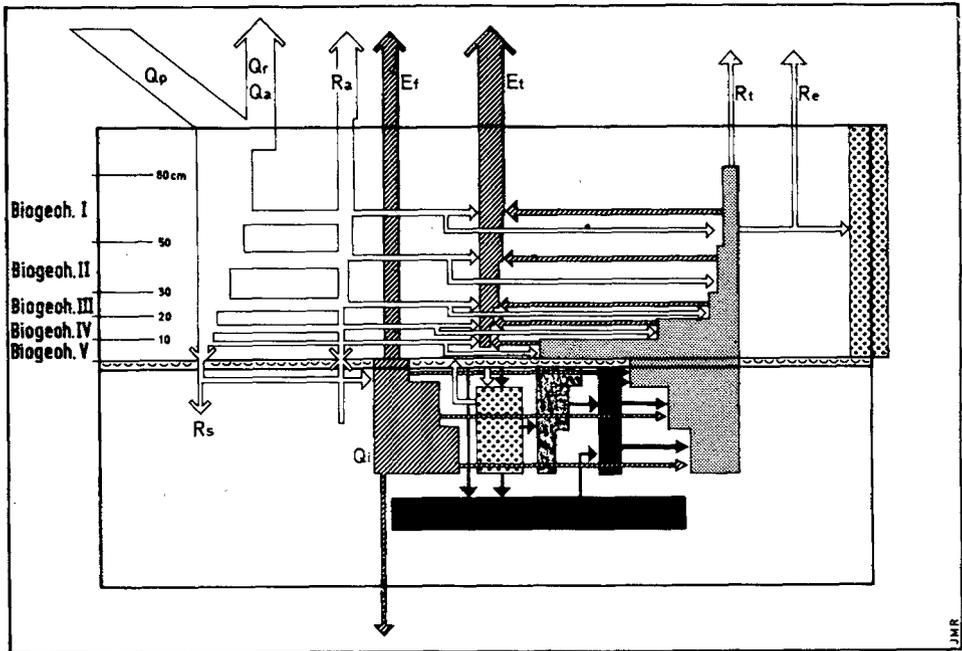


Figura 3.— Estado de la complicación de la estructura (31-V-1971). Las iniciales corresponden a las de los parámetros expresados en el cuadro 1. Para el significado de las tramas, véase la figura 5.

mineral total en el suelo. A la derecha del esquema se representan las distribuciones de la zoomasa en el geosistema y sus relaciones esenciales con la fitomasa.

En las figuras 4 y 5 se representan dos estados más simples y que se caracterizan por un funcionamiento diferente. En el primer caso (figura 4) la entrada del agua en el geosistema constituye el elemento fundamental y representa una presión tal sobre los demás componentes que atenúa el conjunto de los procesos normales, y las distinciones verticales que se habrían podido establecer a partir de los otros parámetros sin la presencia de la lluvia. La flecha con líneas oblicuas expresa el agua de lluvia. Se observa la intercepción de parte del agua por parte de los diferentes biogeohorizontes antes de llegar al suelo y el aumento correlativo del agua en el suelo debido a la infiltración. Eventualmente el agua de lluvia puede dar lugar a una arroyada superficial, tal como se señala en el esquema.

En la figura 5 se observa cómo la nieve y el hielo combinados actúan como un factor inhibitor del conjunto de relaciones y del funcionamiento. Buena parte de la radiación solar es reflejada. El esquema casi se reduce a la representación de la distribución de la fitomasa y de la hidromasa bajo el manto de nieve.

Las observaciones realizadas en la estación de Martkopi han permitido distinguir once estados del geosistema. Han sido definidos por sus características fundamentales, que no representan meras situaciones meteorológicas, sino una complejidad de estructuras, de funcionamiento, de relaciones y de procesos de los diferentes componentes del geosistema (figura 6).

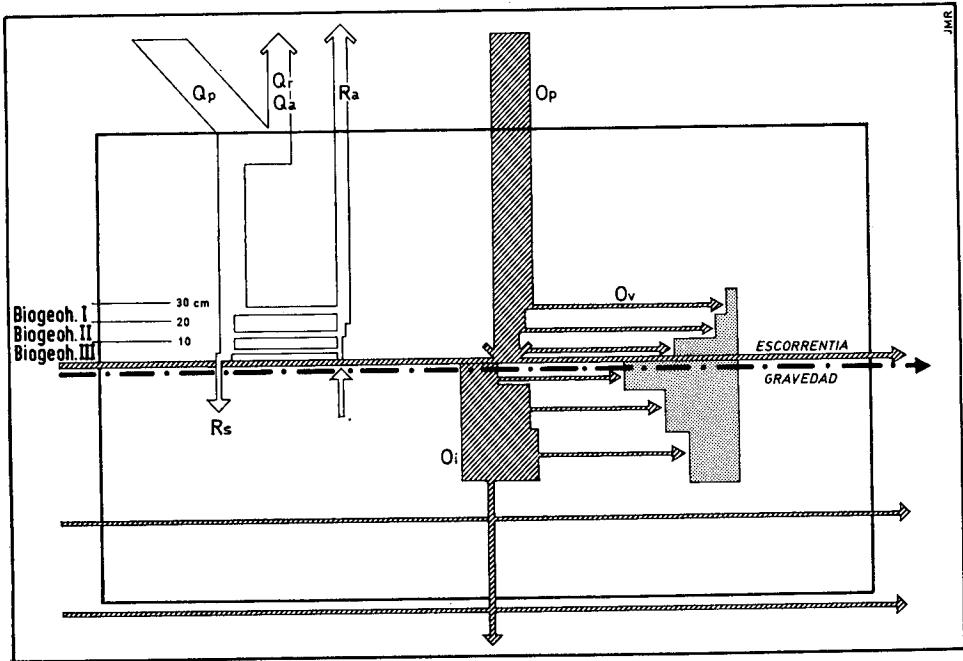


Figura 4.— Estado con lluvia (6-VIII-1971). Las iniciales corresponden a las de los parámetros expresados en el cuadro 1. Para el significado de las tramas véase la figura 5.

La clasificación de los estados del geosistema en función de su duración permite distinguir tres grandes tipos:

*Estados de corta duración:* Son los estados cuya duración es menor de 24 horas. Están determinados por cambios de alta frecuencia, con relación esencialmente con las variaciones de los parámetros de la aeromasa. Estos estados pueden estar motivados, por ejemplo, por el paso de una nube, por una lluvia o por una niebla.

*Estados de duración media:* Tienen una duración comprendida entre 24 horas y un año. El estado de 24 horas o «estexa» es uno de los más estudiados en la estación de Martkopi. Son estados de duración media, relacionados con la circulación general de la atmósfera o con los cambios estacionales.

*Estados de larga duración:* Corresponden a estados cuyo período varía desde algunos años a varios miles de años. Son estados relacionados con los ciclos de la actividad solar o con la evolución de la cobertura vegetal.

Esta división de los estados en función de sus propiedades temporales ha sido realizada a partir de los datos recogidos en la estación de Martkopi. Otras divisiones pueden ser establecidas con datos de otras estaciones, e incluso de la misma estación de Martkopi.

## EL COMPORTAMIENTO DE LOS GEOSISTEMAS

El cambio de estados de un geosistema en el tiempo no es desordenado, sino que obedece a ciertas reglas con relación a los procesos exteriores e interiores del geosistema. Estos cambios de estado en el tiempo son el objeto de la Etología.

En la figura 6 se ha representado el porcentaje de los diferentes estados (ordenadas) definidos en un geosistema con pendiente suave y con una vegetación de estepa durante el período 1970-1973 (abcisas). El análisis del esquema muestra que la dinámica de los estados se modifica cada año, pero que conserva sus características principales. La duración de la permanencia de un estado varía siempre dentro de unos límites precisos. Así, el estado con nieve sólo se observa durante el período noviembre-abril, y los estados de creación de la estructura pri-

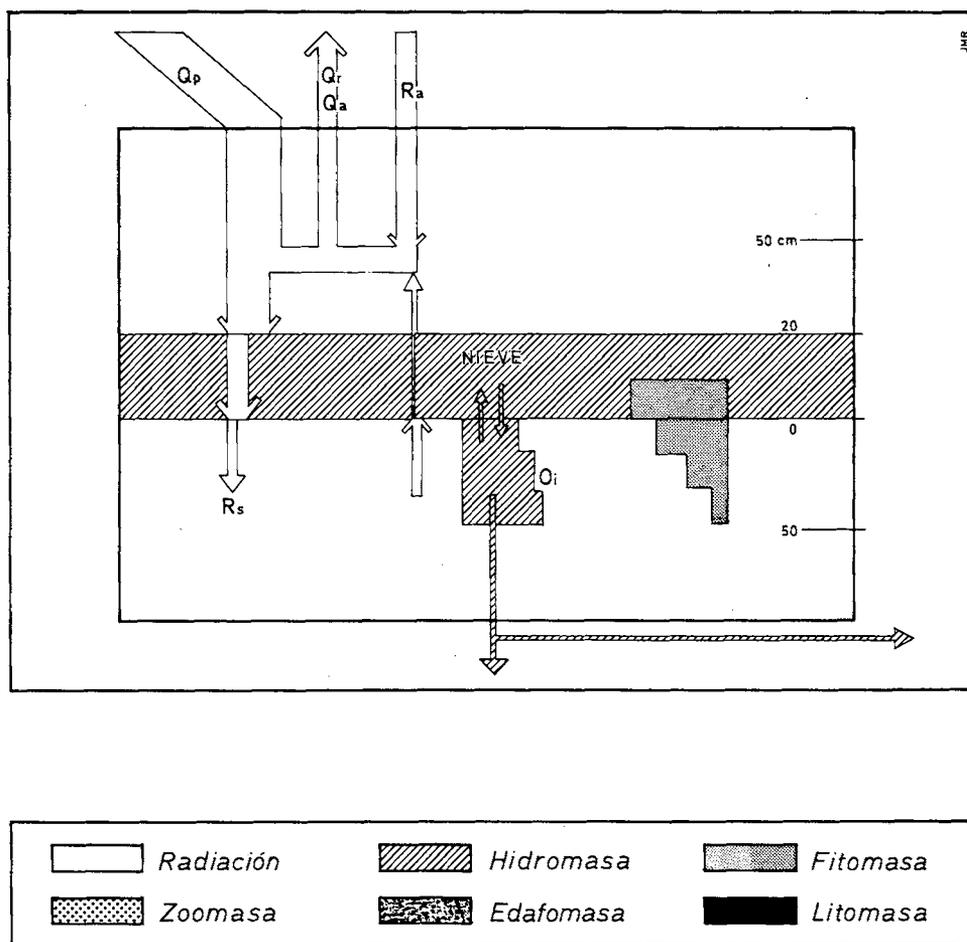


Figura 5.—Estado de estructura invernal con nieve e hielo (16-I-1971). Las iniciales corresponden a las de los parámetros expresados en el cuadro 1.

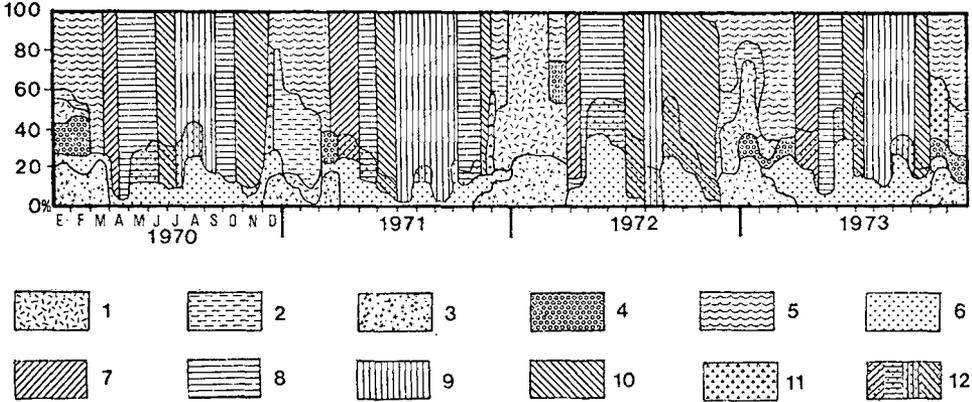


Figura 6.—Dinámica de los estados del geosistema con pendiente suave y vegetación de estepa. 1: estado de nieve con hielo; 2: estado con hielo y sin nieve; 3: estado con caída de nieve; 4: estado con nieve y sin hielo; 5: estado con estructura invernal sin nieve ni hielo; 6: estado con caída de lluvia; 7: estado con creación de estructura primavera; 8: estado con complicación de la estructura; 9: estado con estabilización de la estructura estival; 10: estado con simplificación de la estructura otoñal; 11: estado con destrucción de la estructura otoñal; 12: estados mixtos con caída de lluvia durante la noche.

maveral, entre finales de marzo y principios de mayo. El período invernal se caracteriza por el predominio de estados relacionados con situaciones meteorológicas. En cambio, en verano y parte del otoño y de la primavera, predominan los estados relacionados con la estructura. La dinámica de los estados es más variable durante el invierno que en verano. Algunos estados se observan durante todo el año (estado de lluvia); otros, en cambio, están relacionados con un período más o menos limitado del año (estado de creación de la estructura primavera).

El comportamiento del geosistema corresponde a la sucesión de estos cambios de estado. Esquemáticamente, se observan tres tipos principales de cambios de estado:

*Paso simple de un estado a otro:* Son cambios motivados por la presencia de un estímulo exterior (baja temperatura, lluvia, nieve), que provoca enseguida un cambio de estado. En Martkopi este tipo de cambios se observa sobre todo en los geosistemas simples, con débil biomasa, en especial, durante el invierno.

*Paso complejo de un estado a otro:* Son cambios caracterizados por una estructura diferente de los tipos de comportamiento. En este caso el estímulo sólo determina un cambio de estado cuando actúa sobre una estructura favorable a este cambio. Se crea una orientación del geosistema hacia un cierto tipo de comportamiento, pero sin producirlo directamente. Como ejemplo, un día claro y caluroso de invierno no puede conducir a la creación de un estado permanente, mientras que a inicios de primavera podrá ser el estímulo que conduciría al geosistema hacia un cambio importante de estado.

*Paso de un estado a otro con inercia:* Se presenta en los casos en que después de un estímulo se produce un retorno del geosistema hacia el estado precedente, antes de pasar a un nuevo estado. Es el caso corriente que se da después de una lluvia o una nevada.

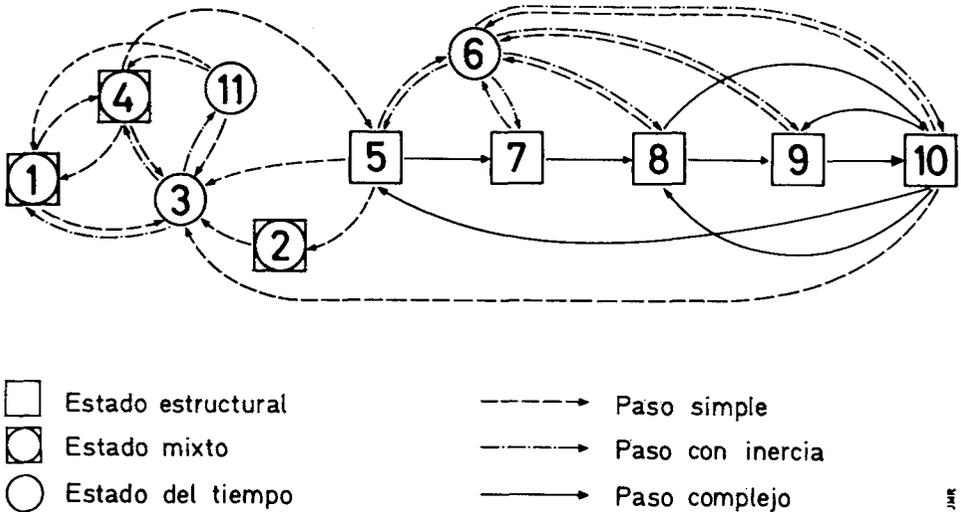


Figura 7.—Esquema general del comportamiento de un geosistema con pendiente suave y vegetación de estepa. Los números corresponden a los estados señalados en la figura 6.

La figura 7 muestra el esquema general del comportamiento del geosistema representado en la figura 6, indicándose los tres grandes tipos de cambio de estado. Los números corresponden a los estados de la misma figura 6. Las flechas indican el tipo de cambio de estado.

El análisis del esquema muestra la presencia de un cierto número de pasos privilegiados. Es el caso del comportamiento 5-7-8-9-10, entre finales de invierno y principios de otoño, con pasos complejos entre los estados. Se constata que ciertos estados pueden intervenir directamente o con inercia. Es el caso de la lluvia y de la nieve, afectando cada uno de ellos un número bien definido de estados. Es necesario notar la ausencia de unión entre algunos estados. Es evidente que entre el estado 1 (estado de nieve con hielo) y el estado 9 (estado de estabilización de la estructura estival) no exista ningún paso directo posible. El esquema muestra que éste es el caso de numerosos estados y que las posibilidades de comportamiento son bastante limitadas.

## APLICACIONES PRACTICAS DE LA ETOLOGIA

La etología de los geosistemas tiene numerosas aplicaciones prácticas. El conocimiento del comportamiento de los geosistemas puede ser utilizado para las previsiones geográficas. En la Unión Soviética estas previsiones son muy importantes para ciertas ramas de la economía y para la planificación del desarrollo de una región geográfica.

Estas previsiones pasan por el establecimiento de modelos matemáticos elaborados a partir del conjunto de datos y de los resultados obtenidos durante los trabajos estacionales. El tratamiento de datos es realizado por el Instituto de Matemática Aplicada o por el Instituto de Cibernética, que trabajan en unión con

la estación de Martkopi. Se establecen modelos específicos en relación con el tipo de previsión deseada, previsión a corto o a largo plazo.

Las previsiones a corto plazo permiten pronosticar el comportamiento del geosistema durante algunos días, generalmente por un período inferior a 10 días. Esta previsión es realizada en la misma estación de Martkopi, a partir de las previsiones meteorológicas, del estado actual y del comportamiento del geosistema. Los modelos matemáticos permiten dar una previsión cuantitativa y obtener los parámetros no conocidos del estado previsto.

La estación de Martkopi ha ensayado la previsión bajo control de la utilización de los pastos en el geosistema de la estación. El objetivo era conocer la densidad óptima de corderos por kilómetro cuadrado, asegurando una máxima rentabilidad para un mínimo riesgo de cambio del geosistema.

Muchos geógrafos soviéticos trabajan actualmente en la problemática de la previsión a largo plazo: equipo del profesor Simonov de la Universidad de Moscú, laboratorio del profesor Zvoncova, el Instituto de Geografía de Siberia y de Extremo Oriente. La estación de Martkopi no ha trabajado directamente en este tipo de estudios; sin embargo, ha participado en una expedición cuyo objetivo era establecer una previsión para el año 2000 acerca de los geosistemas del Extremo Oriente soviético.

En las previsiones a largo plazo hay que tener presente que cada componente del geosistema tiene su propia escala de cambio en el tiempo. Es preciso determinar en qué componentes del geosistema deben basarse las previsiones.

En el ejemplo de la previsión para el año 2000 en el Extremo Oriente, la escala de cambio de base litógena es superior a la de la duración de la previsión (25 años). Sería vano intentar valorar las posibilidades de cambio para un tal período a partir de la base litógena. Lo mismo puede afirmarse en cuanto a los componentes con una variación de alta frecuencia, en los que la escala de los cambios rápidos no corresponde a la duración de la previsión deseada. Este es el caso de la aeromasa.

Es, pues, necesario escoger el o los componentes que tienen una escala de cambio, la más coherente posible, con relación a la duración de la previsión. En el territorio concreto de Primovié, región de Cavalerovo, en la taigá, la biomasa es el mejor componente a estudiar, ya que la escala de sus cambios sucesivos corresponde a la previsión establecida. A partir del conocimiento de las fases sucesivas del desarrollo de la vegetación es posible estimar los cambios de estado de los geosistemas que tendrán lugar.

## CONCLUSION

La presentación rápida de la problemática de los métodos y de los trabajos realizados en la estación de Martkopi muestra el interés que tiene para los geógrafos este tipo de trabajos. La posibilidad de utilizar los datos de la Etología del geosistema para una aplicación práctica es uno de los fundamentos de la escuela de «geografía constructivista», que se desarrolla actualmente en la Unión Soviética. Estos estudios, utilizados conjuntamente con los métodos de la percepción remota, permiten la evaluación de los recursos naturales y del potencial natural y económico.

## **Actual tendencies in the landscape science in the Soviet Union: The study of geosystems at the Martkopi Station, Georgia (abstract)**

The science of landscape is amply developed in the Soviet Union. Its theoretical bases and methodology are explained in all of their universities and have been the object of numerous publications.

This article presents the development of the landscape science at the Martkopi (Georgia) Station. After defining two of its fundamental concepts: natural territorial complex and geosystem, the article explains the development and objectives of the Martkopi Station since its foundation in 1965.

Following an initial stage dedicated to the spatial study of geosystems, influenced by ecology, investigation orients itself towards the study of the functioning of the geosystem, later orienting itself towards the development of the geophysics and geochemistry of the geosystem.

Within the geophysics of the landscape, or, study of the natural territorial complexes following the principles and methods of physics, investigation orients itself essentially to the study of the vertical limits of the geosystem, and the relations between mass and state, and between internal and external energy.

In a parallel direction, studies of the ethology of the geosystem developed, by way of the analysis of its state and behavior. In this way, the mathematical modelation of the dynamics of the geosystem, was initiated, and the first applied work on the organization of territory were realized.

NICOLAS BERUTCHACHVILI  
JOSÉ M.<sup>a</sup> PANAREDA CLOPÉS

## **Tendance actuelle de la science du paysage dans l'Union Soviétique: L'étude des géosystèmes a la Station de Martkopi, Georgia (résumé)**

La science du paysage est considérablement développée à l'Union Soviétique. Ses bases théoriques et sa méthodologie sont expliquées dans toutes les universités, et ont été l'objet de nombreuses publications.

Nous présentons dans cet article, le développement de la science du paysage à la station de Martkopi (Georgia). Après avoir défini deux de ses concepts fondamentaux, celui de complexe territorial naturel et celui de géosystème, on explique le développement et les objectifs de la station de Martkopi, depuis sa fondation en 1965.

Après le stage initial d'étude des géosystèmes du point de vue spatial, et sous l'influence de l'écologie, la recherche a été orientée vers l'étude du fonctionnement du géosystème, et postérieurement, les travaux, vers le développement de la géophysique et géochimie du géosystème.

Dans la géophysique du paysage, ou l'étude des complexes territoriaux naturels, d'après les principes et méthodes de la physique, la recherche est orientée essentiellement vers l'étude des limites verticales du géosystème, et des relations entre masse et état et entre énergie interne et externe.

En même temps et parallèlement, on développe des études de l'éthologie du géosystème à travers de l'analyse de ses états et de son comportement et la modélisation mathématique de la dynamique du géosystème, et sont réalisés aussi les premiers travaux appliqués à l'aménagement du territoire.

NICOLAS BERUTCHACHVILI  
JOSÉ M.<sup>a</sup> PANAREDA CLOPÉS