

# Structural analysis for the identification of key variables in the Ruta del Oro, Nariño Colombia

Aida Mercedes Delgado-Martínez <sup>a</sup> & Freddy Pantoja-Timarán <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Profesional Especializada CORPONARIÑO, Colombia. [adelgado@corponarino.gov.co](mailto:adelgado@corponarino.gov.co), [aidamercedesdelgado@yahoo.com](mailto:aidamercedesdelgado@yahoo.com)

<sup>b</sup> Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. [fpantoja@udenar.edu.co](mailto:fpantoja@udenar.edu.co), [fpantoj@gmail.com](mailto:fpantoj@gmail.com)

Received: September 12<sup>th</sup>, 2014. Received in revised form: January 20<sup>th</sup>, 2015. Accepted: February 09<sup>th</sup>, 2015

## Abstract

As proposed by Michael Godet, an Structural Analysis exercise applied to achieve a representation of the system as close to reality as possible, and reducing its complexity to its essential macrovariables in the research on sustainable tourist called “Ruta del Oro” in Nariño Colombia, which seeks to conjugate the geologic mining patrimony with other resources existing in the field. It was discovered that the macrovariables that determine the system are the geology, the geomorphology and the climate; those on which it is possible to intervene to equilibrate it are, the water, the territorial structure, the vegetation and to a lesser extent, the soil. The dependent macrovariables are the landscape, the cultural resources and the fauna. These results were contrasted with the correspondent cartography, secondary information and fieldwork. It is concluded that the macrovariables of the investigation and the role identified each one are the adequate.

*Keywords:* research variables; influence and dependence map; “Ruta del Oro” Nariño Colombia; structural analysis; thematic route.

# Análisis estructural para la identificación de variables claves en la Ruta del Oro, Nariño Colombia

## Resumen

Conforme a lo propuesto por Michael Godet, se realizó un ejercicio de análisis estructural para lograr una representación lo más cercana a la realidad y reducir su complejidad a las macrovariables esenciales en la investigación de turismo sostenible denominada “Ruta del Oro” en Nariño Colombia, la cual busca conjugar el patrimonio geológico minero con los demás recursos existentes en el medio. Se encontró que las macrovariables que determinan el sistema son la geología, la geomorfología y el clima; aquellas sobre las cuales es posible intervenir para equilibrarlo son el agua, la estructura territorial, la vegetación y en menor medida, el suelo; las macrovariables dependientes son el paisaje, los recursos culturales y la fauna. Estos resultados fueron contrastados con la cartografía e información disponible y trabajo en campo. Se concluye que las macrovariables de investigación y el rol identificado para cada una es el adecuado.

*Palabras clave:* variables de investigación; mapa de influencia dependencia; “Ruta del Oro” Nariño Colombia; análisis estructural; ruta temática.

## 1. Introducción

La técnica de Análisis Estructural está basada en ver la realidad como un sistema, una estructura y un fenómeno complejo, en el establecimiento de las relaciones de causalidad entre las diferentes variables [1].

El Análisis Estructural, conforme lo expresa Godet (1999), ofrece la posibilidad de describir un sistema mediante el uso de una matriz de doble entrada que interconecta todos

sus componentes, estudia las relaciones entre éstos e identifica las variables, factores o componentes esenciales. Permite poner de relieve la estructura del sistema, es decir, la red de relaciones entre sus elementos [2].

Según Michel Godet [2] entre los objetivos del Análisis Estructural se encuentra el de ayudar a un grupo para plantearse las buenas preguntas y construir su reflexión colectiva, lograr una representación lo más exhaustiva posible del sistema estudiado y reducir la complejidad del

sistema a sus variables esenciales. En la práctica, se han desarrollado dos formas de utilización del Análisis Estructural:

En la forma de decisiones (investigación, identificación de las variables y actores sobre los cuales es necesario actuar para alcanzar los objetivos fijados).

En el proceso prospectivo (investigación de las variables clave sobre las cuales debe basarse prioritariamente la reflexión sobre el futuro) [2].

Este método, generalmente se utiliza para la segunda opción en la formulación de planes prospectivos. En esta investigación se lo aplica para la determinación de las macrovariables claves para la investigación, encontrando que también es potente en este aspecto. Específicamente se busca determinar las macrovariables relevantes que inciden en el territorio para el diseño y posterior puesta en marcha de una propuesta de turismo sostenible, que se ha denominado Ruta del Oro, la cual busca poner en valor los recursos que ofrece el medio: geológicos, mineros, biodiversos, históricos y culturales, con énfasis en la minería del oro a pequeña escala que se desarrolla en el departamento de Nariño-Colombia, en la Cordillera de los Andes, considerado ecosistema de importancia internacional pero que a su vez se encuentra muy amenazado.

Este Análisis Estructural también permitió establecer las macrovariables que han sido determinantes para la existencia hoy de esta riqueza en biodiversidad, lo cual fue validado con la información y cartografía disponible.

La Cordillera de los Andes, por altitud, es la segunda más importante del mundo después de la Himalaya, por longitud la primera, bordea el Océano Pacífico en aproximadamente 7.500 km y hacen parte de ella 7 países. Hasta hace pocos años se indicaba que se formó por el movimiento de subducción de la placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana hace unos 40 millones de años; sin embargo, según estudios recientes [3,4], los Andes se elevaron de manera progresiva durante decenas de millones de años y luego, repentinamente, el macizo montañoso sufrió un brusco salto geológico entre hace 6 y 10 millones de años, es decir, mucho más rápido que lo sugerido por la teoría sobre el engrosamiento de las capas tectónicas.

El levantamiento de los Andes fue el evento más importante de la evolución biogeográfica de la flora en América del Sur, no sólo favoreció la diversificación de especies de montaña sino que también afectó a los animales y plantas de las llanuras amazónicas [5].

## 2. Materiales y métodos

Para llevar a la práctica el análisis estructural, se utilizó el método de Michel Godet [6] denominado Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación. Se tomó como base las macrovariables registradas en la Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico (España) [7].

El método MICMAC, es un programa de multiplicación matricial aplicado a la matriz de análisis estructural que permite estudiar la difusión de los impactos y, por consiguiente, jerarquizar las variables por orden de

motricidad, teniendo en cuenta la influencia ejercida por cada variable, y por orden de dependencia, teniendo en cuenta la influencia recibida por cada una de ellas [6].

Para determinar cuáles de estas macrovariables explican el sistema que controla la Ruta del Oro a proponer, y dado que el análisis es fundamentalmente técnico, el análisis estructural se lo realizó a través de un taller con expertos, quienes conocen el territorio (retomando a Godet [6], se utiliza el término «taller», para designar sesiones organizadas de reflexión colectiva). La función de los expertos consiste en verificar si un factor está afectando a los otros, es decir si lo está modificando [1].

De otra parte, es importante tener en cuenta que, con relación a la minería a pequeña escala, como es el caso de la región de estudio, no existe una definición única en la legislación colombiana, se encuentran algunas referidas a:

- *Herramientas que manejan*, en este sentido se entiende como aquella que se realiza con herramientas e implementos simples de uso manual, accionados por la fuerza humana
- *Legalidad*, la mayoría no tiene título minero.
- *Naturaleza jurídica*: personas naturales.
- *Ingresos*: de subsistencia [8].

### 2.1. Macrovariables

Una vez evaluadas las macrovariables relacionadas en la Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico mencionada, se llegó a la conclusión que estas son las fundamentales para el diseño de la Ruta, con algunas pequeñas modificaciones (Tabla 1).

A continuación se explican las modificaciones introducidas:

- Con relación a la primera macrovariable, Geología, puesto que ésta incluye los recursos mineros, se considera que dado el tema de investigación, en donde el patrimonio geológico y minero son el eje principal de la Ruta, es preciso enfatizarlo en el enunciado.
- Con relación a la segunda macrovariable, la Geomorfología, se modifica por geoformas y procesos del relieve para que sea más explícito su contenido.
- Con relación a la quinta y sexta macrovariables relacionadas con el agua, se considera no separar las aguas superficiales de las subterráneas, ya que no hay información disponible sobre el área de estudio, las aguas subterráneas no son aprovechadas en el área de investigación y no existen atractivos con base en ellas. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [9], el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la mayor parte del territorio colombiano es todavía muy incipiente. Nariño hace parte de dos provincias hidrogeológicas: Tumaco y Cauca Patía. La mayor parte del territorio de Nariño se encuentra ubicado en el área que se ha considerado como barrera impermeable (se refiere a la Cordillera de los Andes) que afecta la continuidad de las unidades regionales.
- Respecto a la fauna, se especifica que se trata de la fauna silvestre, excluyendo de esta manera a los animales domesticados.

Tabla 1.  
Grupos de macrovariables base para el análisis estructural

Grupos de macro Variables	Macrovariables iniciales	Macrovariables finales	Registro en MICMAC
La Tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Geología</li> <li>✓ Geomorfología</li> <li>✓ Suelos</li> </ul>	✓ Geología y recursos mineros	GEO
		✓ Geoformas y procesos del relieve	GEOM
		✓ Suelos	SUE
La atmosfera	✓ Clima	✓ Clima	CLI
El agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Superficiales</li> <li>✓ Subterráneas</li> </ul>	✓ Agua	AGU
Medio biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vegetación</li> <li>✓ Fauna</li> </ul>	✓ Vegetación	FLO
		✓ Fauna silvestre	FAU
El paisaje	✓ Paisaje natural y humano	✓ Paisaje	PAI
El paisaje de influencia Humana	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recursos culturales</li> <li>✓ Estructura territorial</li> </ul>	✓ Recursos culturales	REC C
		✓ Estructura territorial	EST T

Fuente: Elaboración propia con base en: [7,10]

En la Tabla 1 se retoma el grupo de macrovariables y las macrovariables registradas en el libro ya citado, Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico, las macrovariables finales que se utilizan para esta investigación acordes con las modificaciones que se acaban de mencionar y el nombre corto con el que se registran en el software MICMAC.

De otra parte, según el procedimiento establecido para adelantar un Análisis Estructural, es importante tener consenso sobre el significado de cada una de las variables a considerar; para ello, igualmente se partió de lo señalado en la Guía mencionada y se complementó o adaptó a las condiciones del territorio y de la investigación, con los aportes de los participantes en el taller y con fuentes secundarias. A continuación se presenta una síntesis de las definiciones dadas a cada macrovariable.

**Geología y recursos mineros (GEO).** Geología: Estudia la forma exterior e interior del globo terrestre; la naturaleza de las materias que lo componen y su formación; los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen, y la colocación que tienen en su actual estado [11].

**Recursos mineros:** son yacimientos y ocurrencias minerales de valor económico que podrían ser sujetas a explotación y todos aquellos elementos mineros que presenten un valor social, científico, paisajístico, patrimonial y/o didáctico. Definición adaptada de Mata-P y Mata, L. [12].

**Geoformas y procesos del relieve (GEOM).** Las formas del relieve sólo pueden entenderse de modo global e integradas en la totalidad a la naturaleza. Da cuenta de la génesis del relieve y tipifica sus geoformas: explica fuerzas y

procesos y clasifica resultados [13].

**Suelos (SUE).** Es la capa más superficial de la corteza terrestre que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos. Es el producto de la interacción entre la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera.

**Clima (CLI).** Conjunto de condiciones atmosféricas que se presentan típicamente en una región a lo largo de los años.

**Agua (AGU).** Se considera tanto en disponibilidad como en calidad. De sus formas superficiales, propiedades, distribución y circulación.

**Vegetación (FLO).** Mosaico de plantas que cubre el suelo en un territorio dado.

**Fauna silvestre (FAU).** Especies animales en estado salvaje que viven en una región determinada, que forman poblaciones estables e integradas en comunidades estables.

**Paisaje (PAI).** Incluye dos aspectos: Indicador y síntesis de las relaciones entre los elementos inertes y vivos del medio y expresión espacial y visual del medio.

**Recursos culturales (REC C).** Aquellos que tienen un significado cultural y representación física.

**Estructura territorial (EST T).** Incluye elementos con características más dependientes de la actividad del hombre que naturales.

La Tabla 1 y las definiciones de las variables son importantes en el proceso de análisis estructural por ser el punto de partida. La claridad que se tenga en su contenido, orienta la calificación de influencia o dependencia que se dará posteriormente a cada una de ellas.

De otra parte, y muy relacionado con la Geología, se encuentra el concepto de patrimonio geológico que, si bien no está considerado variable clave en este estudio, es preciso conocerlo; los expertos lo han definido como el conjunto de recursos naturales geológicos con valor científico, cultural y/o educativo, paisajístico o recreativo ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: el origen y evolución de la tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente y el origen y evolución de la vida [14,15].

## 2.2. Motricidad y dependencia

Según Mojica [1], el Análisis Estructural maneja dos conceptos: motricidad y dependencia. La motricidad es la influencia que una variable ejerce sobre las demás, la cual puede ser fuerte, moderada, débil, nula o potencial, según lo constaten los expertos. La dependencia es la incidencia de las diferentes variables sobre una en particular, es la subordinación al impacto de las demás.

El resultado de esta calificación se registra en una matriz de doble entrada; los expertos determinan la motricidad de cada variable verificando la causalidad que cada uno de ellas ejerce sobre las demás. La dependencia aparece indicada automáticamente cuando se estima la motricidad. Como resultado, cada variable posee dos calificaciones: una de motricidad (y) y otra de dependencia (x) [1].

En consideración a que entre las limitaciones del Análisis

Estructural se encuentra la del carácter subjetivo tanto de las macrovariables seleccionadas como de las relaciones entre ellas [6], se validó los resultados con el análisis de la cartografía disponible de geología, geomorfología, cobertura del suelo, intervención antrópica, topografía y red hídrica, utilizando la técnica de superposición de capas.

### 3. Resultados

A continuación se registra las salidas obtenidas en el análisis estructural, al aplicar el método MICMAC. Las matrices son los resultados que reporta el método, la interpretación registrada en texto es la realizada por el grupo de expertos.

El método MICMAC, opera a partir de la matriz de influencias directas (MDI, por su sigla en inglés) que el grupo de experto califica.

Siguiendo lo especificado en el software del MICMAC, la influencia que una macrovariable puede ejercer se la calificó de la siguiente manera:

- 3: influencia fuerte
- 2: influencia moderada

1: influencia débil

P: potencial

La influencia que cada una de las macrovariables ejerce sobre las demás se registra en las filas. La influencia recibida se registra en las columnas. Los resultados obtenidos en esta investigación, se reportan en la Tabla 2, en la cual, con el propósito de facilitar su comprensión, se han integrado dos salidas del programa denominadas Matrix of Direct Influences MDI y Row and Column Sum.

Esta matriz MDI, junto con la Matriz de Influencia Directa Potencial (MPDI) son las matrices fundamentales para la obtención de los demás resultados que reporta el MICMAC. En el caso de estudio, no se obtuvo ninguna calificación de “Potencial”. Por lo tanto, MPDI no tiene diferencia con la matriz de influencia directa MDI.

#### 3.1. Mapa de influencia/dependencia directa

Los valores obtenidos en la MDI en suma total por filas y total columnas se llevan al plano cartesiano conforme aparece registrado en la Fig. 1 y se denomina mapa de influencia dependencia directa.



Figura 1. Mapa de influencia dependencia directa  
Fuente: Elaboración propia utilizando software MICMAC

Tabla 2.  
Matrix of potential indirect influences (MPII)

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total rows
1 GEO	0	3	2	0	1	2	0	2	1	2	13
2 GEOM	0	0	3	2	2	1	1	3	2	3	17
3 SUE	0	0	0	0	1	3	2	1	1	3	11
4 CLIM	0	3	2	0	3	3	3	3	1	2	20
5 AGU	1	3	2	1	0	3	3	2	1	3	19
6 FLO	0	1	2	1	3	0	3	3	2	1	16
7 FAU	0	0	1	0	1	3	0	1	2	0	8
8 PAI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
9 REC C	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
10 EST T	0	1	2	0	2	2	2	3	2	0	14
Total columns	1	11	15	4	13	18	15	18	13	16	

Fuente: Elaboración propia utilizando software MICMAC

Según este mapa, en el primer cuadrante se ubican las variables motrices. Estas variables ejercen mucha influencia y son poco influenciadas por las demás variables. Estas son consideradas las variables que determinan el sistema pero no se pueden tomar acciones sobre ellas para mejorarlo, ya que son muy poco influenciadas, para este proyecto de investigación son las macrovariables clima y geología.

Con relación a la geología, están las acciones recomendadas hacia la conservación de los sitios considerados de importancia geológica o de patrimonio minero.

Con respecto al clima, las acciones pueden estar encaminadas hacia la adaptación al cambio climático y, si es posible, hacia la mitigación de sus impactos. Sin embargo, estas acciones recaen directamente sobre las demás variables como los factores bióticos o los factores productivos y de manera indirecta y en el largo plazo sobre el clima.

En el segundo cuadrante, se ubican las variables que ejercen una influencia fuerte sobre las demás variables pero a su vez también son muy influenciadas, se denominan variables conflicto. Estas son el agua, la flora, la estructura territorial, el suelo, la geomorfología. Tiene mucho sentido su ubicación en este cuadrante ya que se pueden tomar acciones significativas para mejorar el sistema, especialmente orientadas hacia la conservación, descontaminación y mejora de los atractivos que cada una de ellas posee. Sin embargo, el grupo de expertos evalúa que tanto el suelo como la geomorfología pueden tener mayor influencia a través de las demás variables ubicadas en este mismo cuadrante por acciones que puedan realizar los actores sociales interesados en este proyecto.

En el tercer cuadrante, se ubican las variables explicadas o las variables que son más dependientes que motrices. Son el resultado de la actuación de todo el sistema, es decir, de las variables ubicadas en el cuadrante I y II. Las macrovariables que se ubican en este cuadrante son la fauna, los recursos culturales y el paisaje. Si se quiere conservar o mejorar lo que hoy existe con relación a estos recursos, es preciso realizar

diferentes intervenciones por intermedio de las demás macrovariables del sistema. Llama la atención especialmente el paisaje, la cual es una macrovariable completamente dependiente, que para el caso de esta investigación es la principal debido a la estrecha relación que existe entre paisaje y turismo.

En el cuarto cuadrante se ubican las variables que tienen poca motricidad y poca dependencia, para el caso de la presente investigación, no se ubica ninguna macrovariable; esto indica que hubo una buena selección de las macrovariables candidatas, ya que, en caso que alguna o algunas pertenecieran a este cuadrante, se descartan.

Teniendo en cuenta estos resultados de las influencias directas, el grupo de expertos concluye que el mapa es una muy buena representación de la realidad. Un examen de la matriz antes presentada permite identificar las variables que ejercen la mayor acción directa, pero no es suficiente; además de las relaciones directas, existen relaciones indirectas entre las variables, mediante cadenas de influencia, de retroalimentación [1].

Según Godet [6], Si la variable  $i$  influye directamente sobre la variable  $k$ , y si  $k$  influye directamente sobre la variable  $j$ , cualquier cambio que afecte a la variable  $i$  puede repercutir sobre la variable  $j$ . Hay entonces una relación indirecta entre  $i$  y  $j$ .

En la matriz de análisis estructural existen numerosas relaciones indirectas del tipo  $i \rightarrow j$  que no pueden tenerse en cuenta según la clasificación directa. La elevación al cuadrado de la matriz, pone en evidencia la relación de orden dos, entre  $i$  y  $j$ . Al calcular  $A^3, A^4, \dots, A^n$ , donde  $A$  es la matriz, se obtiene de la misma manera el número de caminos de influencia de orden 3, 4 que unen las variables entre sí. En cada repetición se deduce una nueva jerarquía de las variables, clasificadas esta vez en función del número de influencias indirectas que ejercen sobre las demás variables.

Se comprueba que a partir de una cierta potencia, en general a partir de la potencia 4 o 5, la jerarquía permanece estable. Esta jerarquía es la que constituye la clasificación MICMAC.

### 3.2. Influencia directa e indirecta de las macrovariables

El MICMAC permite juntar la calificación de la relación directa con la de los impactos indirectos y, de esta manera, determinar la verdadera calificación de la influencia de cada variable. Está basado en encontrar el verdadero valor de la motricidad de las variables, lo cual se obtiene elevando la matriz a una potencia. Por lo tanto, es indispensable encontrar esa potencia a partir de la cual la matriz ya no arroja más información [16] En el caso del sistema de La Ruta del Oro, este se estabiliza a partir de la tercera iteración, según reporte del MICMAC que se registra en la Tabla 3.

Tabla 3.  
Mdi stability

Iteration	Influence	Dependence
1	107 %	91 %
2	100 %	103 %
3	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia utilizando software MICMAC

Tabla 4.

Matrix of potential indirect influences (MPII)

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 GEO	2120	14200	25176	7401	22930	32191	29917	30956	26345	26822
2 GEOM	2471	17014	30843	9140	28305	38637	36204	38021	32274	32074
3 SUE	1732	11258	20047	6005	18155	25607	23820	24589	21023	21534
4 CLIM	3157	21393	38245	11286	34949	48484	45258	47068	40014	40409
5 AGU	3041	20163	35904	10685	32681	45631	42718	44121	37568	38341
6 FLO	2154	15201	27675	8168	25532	34436	32408	34165	28921	28546
7 FAU	1185	7894	14019	4116	12735	17979	16581	17230	14690	14885
8 PAI	228	1494	2691	812	2442	3417	3178	3299	2823	2878
9 REC C	636	4227	7543	2248	6877	9557	8971	9279	7893	8027
10 EST T	1806	12514	22494	6599	20651	28341	26497	27733	23513	23473

Fuente: Elaboración propia utilizando software MICMAC

En la Tabla 4, se presenta el reporte de MICMAC, en el cual se tiene en cuenta, además de las influencias directas, las influencias indirectas, resultado de aplicar tres interacciones entre las macrovariables.

De manera similar al mapa de influencias directas, se

obtiene el mapa de influencias indirectas al representar los resultados de la Tabla 4 en el plano cartesiano.

Al tener en cuenta las influencias indirectas, las variaciones más significativas la presentan la geomorfología y el suelo (Fig. 2). La primera cambia al cuadrante I por lo cual se aumenta la motricidad y se reduce la dependencia. Este resultado mejora la representación del sistema porque, efectivamente, la geomorfología puede ser poco modificada con acciones en el corto plazo que se tomen para conservar o superar lo que existe en la actualidad.

Con relación al suelo, aunque su variación es pequeña respecto al mapa de influencia directa, demuestra la tendencia a ser más una macrovariable explicada en el modelo que una macrovariable relevante frente al diseño de la Ruta del Oro; sin embargo se ubica casi en el límite de los dos cuadrantes por lo que es preciso tenerla en cuenta en especial en su relación con la flora, fauna y paisaje y estructura territorial.

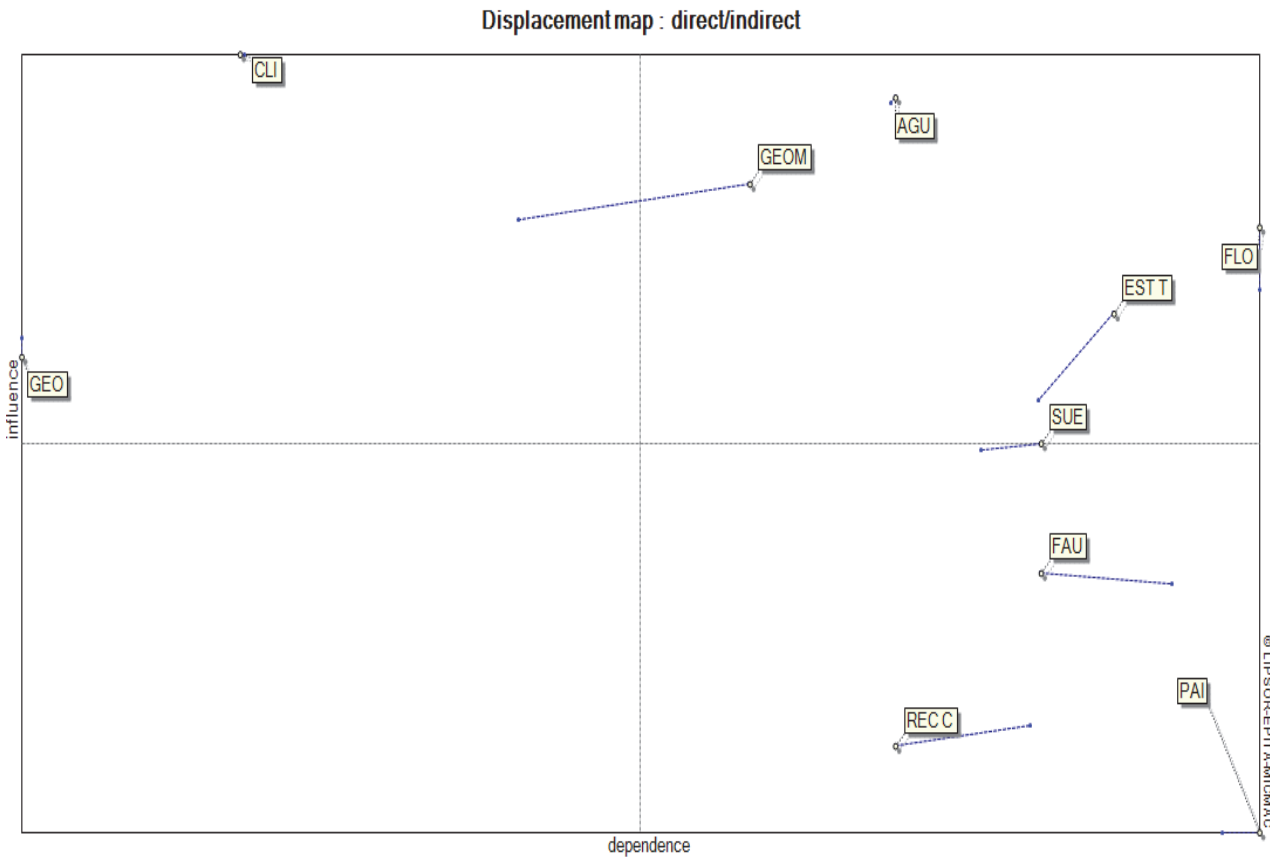


Figura 2 Mapa de desplazamiento influencias directas/indirectas

Fuente: Elaboración propia utilizando software MICMAC

#### 4. Resultados finales del Análisis Estructural

Como resultado de este ejercicio de análisis estructural destinado a determinar las macrovariables que inciden en el territorio, para el diseño y posterior puesta en marcha de una propuesta de turismo sostenible, que se ha denominado Ruta del Oro, en el cual se utilizó el método MICMAC y se lo

desarrolló con la participación de un grupo de expertos, se tiene que las macrovariables que determinan el sistema son: el clima, la geología y la geomorfología. Estas macrovariables, denominadas macrovariables motrices, son muy influyentes en todas las demás y, a su vez, las otras ejercen poca influencia sobre ellas. Lo anterior, implica que son muy escasas las acciones que se pueden tomar en torno a

éstas, con el fin de mejorar el sistema. Por su parte, las macrovariables agua, vegetación y estructura territorial, denominadas conflicto, se caracterizan por ser muy influyentes sobre las demás, pero también muy influenciadas. Sobre estas macrovariables se pueden desarrollar acciones para mantener o mejorar el sistema. La variable suelo, ejerce una acción similar, pero en menor medida por encontrarse en la frontera entre este grupo de macrovariables conflicto y entre las variables dependientes. Las macrovariables fauna, recursos culturales y paisaje, son macrovariables dependientes y son el resultado de las acciones de las motrices y de las conflicto. Al intervenir sobre estas últimas, estarían repercutiendo en las macrovariables dependientes. La variable paisaje representa a la variable que se explica en la investigación, lo cual es coherente con el concepto que dice que el paisaje es la síntesis de lo que pasa en el territorio.

El resultado más importante de este ejercicio de Análisis Estructural, es su contribución para determinar el rol que cada una de las macrovariables desempeñan en el territorio, representado en el mapa de influencias indirectas, en el cual se adelanta la investigación para el diseño de la Ruta del Oro.

Una de las limitaciones que tiene el método es la subjetividad que se puede presentar por parte de los expertos, por este motivo, para reducir el posible error que esto puede significar en la investigación, se contrastó los resultados de las macrovariables motrices y conflicto, a excepción del clima por no disponer de la información necesaria, con la cartografía disponible y trabajo en campo, confirmando el rol que cada una de ellas desempeña según lo encontrado en el Análisis Estructural.

La aplicación del Análisis Estructural, es más difundido como parte del proceso de formulación de planes prospectivos, sin embargo, con los resultados alcanzados en el caso de la Ruta del Oro, se encuentra que es igualmente muy potente para la determinación de las variables de cualquier investigación y por lo tanto contribuye a facilitar este trabajo, en especial en la fase de formulación. De otra parte, es importante tener en cuenta que es fácil de utilizar e interpretar sin perder la rigurosidad científica y técnica que se requiere ya que se cuenta con un software de respaldo.

## Referencias

- [1] Mojica, F., La construcción del futuro: Concepto y modelo de prospectiva estratégica, territorial y tecnológica. Bogotá, Colombia, 2005. Convenio Andrés Bello – Universidad Externado de Colombia. 322 P. ISBN 958-616-929-4
- [2] Godet, M., De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Alfaomega S.A., 1999. 359 P. ISBN 958-682-004-1
- [3] Garzzone, C., et al., Rise of the Andes. *Science* [online] 320 pp. 1304-1307, 2008. [Date of reference: May 19th of 2013]. Available at: [http://www.ees.rochester.edu/SIREAL/CAUGHTwebsite/Publications/2008/Garzzone\\_et\\_al\\_2008.pdf](http://www.ees.rochester.edu/SIREAL/CAUGHTwebsite/Publications/2008/Garzzone_et_al_2008.pdf). DOI: 10.1126/science.1148615.
- [4] Leier, A, et al., Stable isotope evidence for multiple pulses of rapid surface uplift in the Central Andes, Bolivia. *Science* [online]. 371–372 pp. 49–58, 2013. [Date of reference: January 15<sup>th</sup> of 2014]. Available at: <http://authors.library.caltech.edu/39711/>. DOI: 10.1016/j.epsl.2013.04.025.
- [5] Antonelli, A. et al., Tracing the impact of the Andean uplift on neotropical plant evolution. *PNAS* [online]. vol. 106 (24), pp. 9749–9754. 2009. [Consulta August 19th of] 2. Available at: <http://www.pnas.org/content/106/24/9749.full>. DOI: 10.1073/pnas.0811421106.
- [6] Godet, M., Prospectiva estratégica: Problemas y métodos, con la participación de Prospektiker, en colaboración con Philippe Durance, Cuadernos de LIPSOR. [en línea]. Cuaderno N° 20, 2<sup>da</sup> Ed., 2007. [fecha de consulta: 12 de agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>
- [7] Ministerio de Medio Ambiente, España. Aguilo, M. et al., Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología. 3<sup>a</sup> Ed.: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica 1998. 508 P. ISBN 84-8320-054-6.
- [8] Güiza, L., La pequeña minería en Colombia: Una actividad no tan pequeña. *DYNA*, [en línea]. 80 (181), pp. 109-117. 2013. ISSN 0012-7353. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v80n181/v80n181a12.pdf>
- [9] Ministerio de Medio Ambiente. IDEAM., Estudio nacional del agua 2010 [en línea]. Bogotá DC. 2010. 52 P. [fecha de consulta: 12 de agosto de 2013]. ISBN: 978-958-8067-32-2. Disponible en: [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Agua/3\\_Estado/20120928\\_Estado\\_a\\_gua\\_ENA2010PrCap1y2.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Agua/3_Estado/20120928_Estado_a_gua_ENA2010PrCap1y2.pdf).
- [10] Delgado, A., Memorias del taller de análisis estructural, proyecto Ruta del Oro, Pasto, Colombia 2013. Inédito.
- [11] Glosario Geológico. En: Revista de Información Geológica [en línea]. [Consulta 20 de agosto de 2013] Disponible en: [http://www.icog.es/\\_portal/glosario/sp\\_resultado.asp](http://www.icog.es/_portal/glosario/sp_resultado.asp)
- [12] Mata, R., Mata-Perelló, J., Geología social: Una nueva perspectiva de la geología. En: SEDPGYM. Actas del Segundo Congreso Internacional sobre Geología y Minería en la Ordenación del Territorio y en el Desarrollo, Utrillas-España 5-10 de mayo 2009. [en línea]. Utrillas 2009. pp. 125-135. [fecha de consulta: 25 de agosto de 2013]. Disponible en: [http://www.sedpgym.es/descargas/libros\\_actas/UTRILLAS\\_2009/14\\_UTRILLAS.pdf](http://www.sedpgym.es/descargas/libros_actas/UTRILLAS_2009/14_UTRILLAS.pdf)
- [13] Duque-Escobar, G., Manual de geología para ingenieros [en línea]. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2003, versión revisada 2013. [fecha de consulta: 07 de mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/23/geo20.pdf>.
- [14] Rendón, R. A. et al., Propuesta metodológica para la valoración del patrimonio geológico, como base para su gestión en el departamento de Antioquia – Colombia.
- [15] Vegas J. et al., España, Ley 42/2007 en: Guía metodológica para la integración del patrimonio geológico en la evaluación del impacto ambiental. Instituto Geológico y Minero de España; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, España, 2012. ISBN 978-84-7840-912-9
- [16] Godet, M, y Durance, P., La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. [en línea]. Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, García-Cortina K [traducción]. 2011. [fecha de consulta 12 de agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.lapropective.fr/dyn/traductions/contents/1dunod-unesco-vspan-ext-15-06-2011.pdf>

**A.M. Delgado-Martínez**, Doctoranda. en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Cataluña, España; MSc. en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Profesional Especializada CORPONARIÑO, Pasto, Colombia.

**F.Pantoja-Timarán**, Dr. en Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Madrid, España; MSc. en Contaminación Ambiental de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Profesor asociado de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.