

# ¿CUÁNTO VALE DESERTAR?

*María del Pilar Castillo\**

*Boris Salazar\*\**

Uno de los objetivos fundamentales de quienes se enfrentan en una guerra irregular es destruir las redes sociales y organizativas del enemigo. Una de las grandes dificultades que enfrenta un Estado que intenta destruir las redes rebeldes es lograr la cooperación de sus integrantes en la detección, localización y eliminación de nodos importantes y, en general, en el suministro de información acerca de la estructura, los planes y la situación de sus organizaciones. Una de las maneras más efectivas para lograrla es crear incentivos económicos, morales y de supervivencia para los alzados en armas, siempre que estén combinados con una

---

\* Magíster en Economía Cuantitativa, profesora del Departamento de Economía de la Universidad del Valle, Cali, Colombia, [macastil@univalle.edu.co]

\*\* Magíster en Economía, profesor del Departamento de Economía de la Universidad del Valle, Cali, Colombia, [bosalazar@gmail.com]. Los autores agradecen los valiosos comentarios de los integrantes del grupo *Conflicto, Aprendizaje y Teoría de Juegos* (Coaptar), y de dos evaluadores anónimos. Este documento hace parte del proyecto *Modelos de acción colectiva y georeferenciación del conflicto colombiano*, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle, mediante Convocatoria Interna 2007. Fecha de recepción: , fecha de modificación: , fecha de aceptación: .

fuerte presión militar. El problema que debe resolver el Estado es encontrar los incentivos que ayuden a revelar las preferencias de desertión y espionaje de los miembros de los grupos. En el caso de una recompensa económica, su monto debe ser tan alto que ayude a descubrir al menos un miembro para quien los beneficios de su acción sean mayores que los costos en los que está incurriendo. Sin embargo, los meros incentivos económicos, sin una presión militar continua, son inocuos. Sólo cuando la presión militar alcanza cierto umbral, y es continua, los combatientes consideran la oferta de incentivos económicos.

Las recompensas económicas suponen que cada miembro de la organización armada tiene un valor mínimo al que estaría dispuesto a cambiar de bando, traicionar a su organización y dar información crucial al enemigo. También suponen que ninguno conoce a priori su valor mínimo de desertión, y que éste sólo será revelado cuando los incentivos cumplan su tarea descubridora: cuánto vale la lealtad de cada uno dependerá de cuán bien sintonizados estén los incentivos

con los valores de reserva (desconocidos para todos) de los individuos objetivo y de su posición en la organización.

En un mundo de confrontación ideológica pura, con grados de cohesión muy altos y un valor mínimo de deserción infinito, la cooperación, en forma de espías o informantes incrustados en la estructura rival, es casi imposible, un albur, ocasionado por motivos personales difíciles de discernir analíticamente. Los grupos musulmanes radicales son un buen ejemplo de organizaciones cuyos miembros tienen valores mínimos de deserción infinitos: no hay precio que los haga cambiar de bando, pasar información al enemigo o traicionar a su organización y sus principios. Este valor mínimo de deserción es reforzado por la voluntad de morir en nombre de su causa. Dicho de otra manera: el valor mínimo de deserción infinito y la voluntad de morir por la causa son dos caras de la misma moneda. Ambas excluyen la negociación. Y la segunda plantea un problema adicional para las teorías de la decisión racional: cuando está dispuesto a morir por la causa, no en abstracto sino en una acción

concreta, la amenaza contra la supervivencia, que puede influir en ciertas confrontaciones, desaparece y deja de tener efecto.

En el otro extremo están los grupo con grados mínimos de cohesión y valores mínimos de deserción muy bajos, en los que cualquier miembro, situado en cualquier lugar de la jerarquía, está dispuesto a cambiar de bando, traicionar a sus camaradas y dar información interna a cambio de beneficios privados o de incentivos económicos y judiciales concretos. Ese es el caso de las bandas de delincuencia común, de las organizaciones de narcotraficantes y, hasta cierto punto, de paramilitares (combinadas con las segundas), cuyos miembros siempre están dispuestos a encontrar el precio (medido en libertad, poder, disminución de penas judiciales) al que traicionarán a sus colegas y asociados. Los relatos recientes (López, 2008; Reyes, 2007; Serrano, 2007, y Téllez y Lesmes, 2006) sobre las negociaciones de los narcotraficantes colombianos con el aparato judicial de Estados Unidos y la DEA, y los actos de traición, asesinato y deslealtad

correspondientes permiten ver que todos tienen un precio y que la cohesión de esas organizaciones es mínima. Al parecer, sólo los lazos de sangre más estrechos garantizan cierto grado de lealtad y de cohesión social en esos grupos. Los lazos de amistad y de colegaje se pueden romper con facilidad y, de hecho, se convierten en puentes o atajos para asegurar la traición y la deslealtad.

Entre los extremos se encuentran las combinaciones más realistas de cohesión interna y deserción. Hasta dónde predomine la cohesión interna estricta o la deserción depende de la percepción de los miembros de la organización sobre su estado y la evolución de la guerra. Esta percepción no es estática y no deja de cambiar con la transformación del estado de la guerra. Cambia, además, con el crecimiento de la organización, con sus métodos de reclutamiento y con las estructuras de red dominantes. Cuando el crecimiento es muy rápido y los nuevos reclutas llegan sin compromisos ideológicos y sin vínculos con miembros antiguos y, además, las estructuras de red empiezan a ser densas o a tener clusters a

los que pueden acceder nuevos miembros o ser infiltrados por agentes externos, crece la probabilidad de encontrar miembros cuyos valores mínimos de deserción son finitos o incluso bajos. Pero se trata de una combinación, no de un proceso generalizado de contagio.

Incluso en los procesos de deserción más catastróficos siempre habrá un núcleo básico que mantiene la cohesión de la organización, al que llamamos núcleo duro, que garantiza que su cohesión social no caiga por debajo de un umbral mínimo necesario para preservarla frente a las acciones del enemigo. Suponemos que el valor mínimo de deserción de los miembros del núcleo duro es infinito.

En organizaciones de larga duración, el núcleo duro está integrado por los fundadores (si aún viven), sus descendientes y familiares, los miembros de la segunda generación y sus familiares, hasta llegar a la última generación. Entre ellos se generan nuevas relaciones y lazos de consanguinidad que hacen más fuerte y sólido el entramado del núcleo duro. Al núcleo pueden acceder, por méritos y afinidades ideológicas, miembros sin

relación de consanguinidad con los fundadores. Con el tiempo, sus familiares y colaboradores más cercanos llegan a ser miembros del núcleo duro. El supuesto más fuerte es que el valor mínimo de desertión de un integrante del núcleo duro es infinito y, por tanto, su probabilidad de desertar es cercana o igual a cero. En organizaciones como las Farc, agraria y conservadora, el núcleo duro es una familia extensa con fuertes relaciones de consanguinidad y familiaridad que garantizan la lealtad de sus miembros. Es obvio que la probabilidad de encontrar un valor mínimo que incentive la deslealtad o el cambio de bando es cercana a cero.

Pero el núcleo duro de cualquier organización debe ser pequeño con respecto al número de miembros. Lo que interesa a quienes dirigen la guerra desde el Estado es encontrar los valores mínimos de desertión (o las ofertas ganadoras superiores a ese valor mínimo) de miembros cuya trayectoria conduzca a miembros del núcleo duro. Estos no tienen que pertenecer al núcleo duro. Basta que tengan relaciones con sus miembros o caminos que conduzcan a ellos. En

situaciones muy difíciles, esos vínculos tienden a romperse y el núcleo queda aislado de los demás miembros. Pero la tarea de destrucción no deja de ser efectiva. Cuando encuentra los valores mínimos de deserción de integrantes situados en distintas estructuras de la organización rebelde, el Estado puede desintegrar esas estructuras y destruir, de paso, puentes y enlaces entre ellas, y avanzar así hacia su desarticulación total.

Hay que hacer énfasis en la relación entre cohesión social y probabilidad de encontrar trayectorias que lleven a eliminar o detener miembros del núcleo duro o del mando de la organización. La teoría de la cohesión social en redes (Markovsky, 1998; Moody y White, 2003, y White y Harary, 2001) define la cohesión estructural como el número mínimo de miembros que desconectaría a un grupo si abandonaran el grupo. Detrás de esta definición formal está la idea intuitiva de que cuantas más sean las trayectorias que unen a dos de sus miembros, menos vulnerable será a ataques externos. Como plantea Markovsky (1998, 345):

La organización de los vínculos del grupo debe ser relativamente homogénea, es decir, los vínculos se deben distribuir de manera relativamente uniforme a lo largo de su estructura. Esto implica la ausencia de subestructuras que puedan ser vulnerables, a través de un pequeño número de "puntos de corte", a ser aisladas del resto de la estructura.

La idea de Markovsky tiene una fuerte implicación. Todo grupo que se aleje de la estructura uniforme ideal –es decir, con muchas trayectorias y clusters entre sus miembros, de grado y conectividad uniformes y sin puentes y puntos de corte– es más vulnerable cuanto más alejado esté de esa estructura cohesionadora. ¿Qué ocurre con un grupo integrado por un núcleo duro, poco vulnerable, y clusters y componentes vulnerables? Depende del número y de la longitud de las trayectorias entre el núcleo duro y el resto de integrantes. Si hay un número suficiente de trayectorias y si, además, éstas son más o menos cortas, la probabilidad de llegar a un miembro del

núcleo duro o de la dirección a través de otros miembros crece rápidamente, lo que abre camino a la deserción, a la eliminación de líderes y jefes, y a la frustración de sus planes. Es decir, cuando una organización se aleja de la estructura óptima, la existencia de muchas trayectorias entre el núcleo duro y el resto se convierte en un talón de Aquiles. Aún peor, la existencia de al menos una trayectoria entre un desertor, o un desertor potencial, y el núcleo duro aumenta la probabilidad de deserción y el valor de la recompensa que puede pedir en su negociación con el Estado. Aunque no hubiese un núcleo duro, la existencia de trayectorias entre miembros del grupo y de valores de deserción no infinitos abre espacio para incentivar la deserción. Nuestra hipótesis es que el Estado intenta descubrir las trayectorias que llevan a miembros del núcleo duro y de la dirección buscando, en la periferia o en zonas intermedias, desertores que hagan parte de esas trayectorias.

Una manera de apreciar la efectividad de la política de incentivos que adoptó el Estado colombiano es comparar el número

de guerrilleros abatidos en combate con el número de desmovilizados durante los años en que se ha recurrido a esa política. La evidencia no es concluyente y sólo tiene valor heurístico y exploratorio debido a dos factores. Primero, porque no se puede decir exactamente cuál es la proporción de desmovilizados atribuible a los incentivos económicos. Segundo, porque la desmovilización también es producto de la presión militar en las distintas regiones del país. Aun así, muestra diferencias en la evolución del número de abatidos y de desmovilizados antes y después de que se adoptara la política de incentivos.

Queremos subrayar dos puntos que se deben tener en cuenta al juzgar las cifras. El primero es la creación de un ambiente de confianza en el que los guerrilleros puedan pasar de ser enemigos a ser protegidos y amigos de las fuerzas armadas del Estado. Al desvanecerse la división fundadora entre amigo y enemigo, emerge la posibilidad de que cualquier rebelde sea protegido por el Estado, con graves consecuencias para la mística y la moral de los combatientes de la guerrilla.

El segundo es económico. Si además de salvar la vida y dejar la lucha armada reciben recompensas económicas, relacionadas directamente con su esfuerzo, los agentes racionales con un valor de desertión finito considerarán las ofertas del Estado.

Desde que se adoptó la política de seguridad democrática, las organizaciones guerrilleras han perdido tantos hombres en combate como a través de desmovilizaciones individuales y colectivas. Es una relación uno a uno que da una idea aproximada de la efectividad de la política de incentivos económicos y morales: cada peso invertido en incentivos ha producido tantas “bajas” (hombres que dejan de combatir) como cada peso invertido en preparar, mantener y enviar soldados. Entre 1999 y 2008 se abatieron 12.324 guerrilleros y se desmovilizaron 12.883<sup>1</sup>. Entre 1999 y 2001, cuando no se incentivó la desmovilización, no se desmovilizó ninguno mientras que se

---

<sup>1</sup> Isaza y Campos (2009) ponen en duda la exactitud de los datos que presenta el gobierno y la pertinencia de su política. Aunque cuestionan las cifras, no ponen en duda que la política de incentivos de los últimos siete años haya logrado desmovilizaciones. Sugieren dos alternativas: una gran capacidad de recuperación de la guerrilla o una grave imprecisión de los datos oficiales. Se requeriría un análisis más preciso y datos más finos y confiables para llegar a una conclusión bien fundada.

abatieron 818 en 1999, 1.990 en 2000 y 1.029 en 2001 (Ministerio de Defensa Nacional, 2008). La desmovilización no ha dejado de aumentar desde 2002, con altibajos, hasta alcanzar un pico en 2007, cuando 3.037 guerrilleros se retiraron de sus organizaciones. Es interesante que en 2008 cayera el número de desmovilizados y de abatidos, 1.427 y 651 respectivamente. Con respecto a esta brusca caída del número de desmovilizados, sólo llamamos la atención sobre el posible efecto del núcleo duro: los que quedan en las Farc y en el Eln son miembros del núcleo (y un número menor de nuevos reclutas), dispuestos a morir en su ley y con valores de deserción infinitos.

El artículo consta de cuatro secciones. La primera analiza por qué los agentes revelan sus preferencias de deserción. La segunda presenta un modelo de incentivos en red. La tercera expone y discute los equilibrios a los que se llega cuando se inicia el proceso de deserción, y la quinta sintetiza las conclusiones.

## **REVELACIÓN DE LAS PREFERENCIAS DE DESERCIÓN**

En el modelo que presentamos en esta sección una organización estatal intenta destruir las redes de una organización rebelde creando incentivos económicos, morales y vitales que conduzcan a los rebeldes a revelar sus preferencias de deserción. Los rebeldes están organizados en estructuras de red, con un núcleo duro de difícil acceso desde el exterior y muchas estructuras (bloques, frentes, guerrillas, escuadras) de acceso menos difícil. La idea básica es encontrar cuánto vale un vínculo entre un rebelde y el Estado y, así, cuál es el incentivo para que un soldado rebelde rompa el vínculo con su organización y establezca uno nuevo con el Estado. Esta idea tiene una variante más sofisticada y de más difícil concreción: tener espías o informantes entre los rebeldes. En este caso, la pregunta es cuánto vale que un rebelde mantenga ambos vínculos con alto riesgo de ser descubierto y de morir a manos de sus camaradas.

Cuando hablamos de valor nos referimos a intercambios que no siempre incluyen sumas de dinero. Bien sea entre

la vida de un familiar de un rebelde, de un lado, y la entrega de información al Estado o su deserción, del otro; o la promesa de libertad y de una vida nueva en la ciudad a cambio de la deserción o de información valiosa. Haya o no dinero de por medio, siempre hay un intercambio y un valor mínimo de deserción que definen la situación de los agentes comprometidos.

El Estado envía una lista de señales que representan  $L$  incentivos  $I = (I_1, I_2, \dots, I_L)$  y se supone que entre los rebeldes hay un conjunto de  $n$  valores mínimos de deserción  $(v_1, v_2, \dots, v_n)$  suficientemente amplio para que surjan pares de incentivos y de valores mínimos "correctos". Es decir, para cada tipo de rebelde  $(T_1, T_2, \dots, T_n)$  hay un incentivo que lo haga revelar su valor mínimo de deserción y crear un par  $(I_i, v_i)$  que revela el valor de reserva de la deserción de los soldados rebeldes "sensibles" a los incentivos. El valor del incentivo no tiene por qué ser igual al valor mínimo de reserva. En realidad, los individuos propensos a desertar esperarán hasta recibir ofertas superiores a su valor mínimo. Cabe recordar que no hay un valor de reserva de la deserción único y

que los integrantes del núcleo duro, e incluso individuos que no lo son, tienen un valor de reserva de deserción infinito. La efectividad de la lista de incentivos para captar los tipos correctos de individuos depende de cuán diversa sea.

En un momento dado cada rebelde sólo está conectado a cierto grupo de camaradas que conforman su vecindad. La idea es simple: cada rebelde participa en un grupo pequeño que, aunque es parte de la organización, tiene más relaciones dentro que fuera de ella. Ese grupo puede ser una célula, una escuadra, una guerrilla o un frente. Las decisiones de cada individuo dependen de sus ganancias propias y de las acciones de los integrantes de su vecindad, es decir, de aquellos con los que tiene contacto directo. La lógica es que cada vez que un miembro de una vecindad encuentra su valor mínimo de deserción, o una oferta superior y ganadora, y deja a la organización, los que tienen contacto directo con él se enteran y reconsideran su decisión de no desertar, teniendo en cuenta la nueva información.

## UN MODELO DE INCENTIVOS EN RED

Sean  $G^t$  una red formada por nodos y vínculos en el periodo  $t$ ,  $N = \{1, \dots, n\}$  el conjunto de nodos en el que cada nodo es un agente y  $E = \{(i, j) | g_{ij} = 1, \text{ donde } i \neq j\}$  el conjunto de vínculos. Cada agente  $i$  tiene al menos un vínculo no dirigido con otro agente de la red, de modo que existe una trayectoria entre cualquier par de agentes  $i, j \in N$  y la red es conexa. Sea  $v_i^t = \sum_{k \in N_i} v_i^k$ , donde  $v_i^k \geq 0$ , la valoración del agente  $i$  acerca de su vínculo con el agente  $k$  en el periodo  $t$ , valoración que está definida por su posición en la red. En el conjunto  $N$  habrá un subconjunto de agentes,  $N^\phi$ , con un valor de deserción infinito, a los que denominamos nodos del núcleo duro de la organización.

Sea  $I$  el sistema de incentivos que ofrece el gobierno a los  $i$  agentes de la red  $G$  para que rompan sus vínculos con la organización.  $I$  es el vector con  $L$  elementos finitos  $(I_1, \dots, I_l, \dots, I_L)$  y  $V$  el conjunto de valoraciones de los  $i$  agentes que pertenecen a  $N/N^\phi$ . Cada agente conoce el sistema de incentivos que ofrece el gobierno, su propia valoración y la

función que asigna a cada valoración un incentivo único. Por tanto, la función  $f: V \rightarrow I$  asigna a cada valoración  $v_i$  un incentivo mínimo para desertar,  $I_i$ .

En términos monetarios, el incentivo elegido debe cumplir la condición mínima de racionalidad  $I_i \geq v_i$ . Supongamos que romper el vínculo o desertar es costoso. El costo  $c$  depende del número de conexiones que tiene ese agente dentro de la organización. Sea  $c_i = \sum_{k \in N_i} c_k^i$ , donde  $c_k^i$  es el costo para  $i$  de romper su vínculo con  $k$ . Es decir, cuanto mayor sea el número de conexiones de un agente mayor será el costo  $c_i$  de romper los vínculos. Así, si tuviéramos en cuenta todas las trayectorias que pasan por el agente y conducen a otros miembros de la organización, sobre todo a miembros de la dirección o del estado mayor –del secretariado, en el caso de las Farc–, el costo de desertar aumentaría con el número de trayectorias que pasan por él.

### **¿QUÉ ES LO QUE DECIDEN LOS AGENTES?**

Cada agente  $i$ , elegido al azar, decide si rompe o conserva su vínculo con la

organización. Vista de manera individual, la decisión depende del sistema de incentivos que ofrece el gobierno, y de sus propias valoraciones y costos. Pero como pertenece a una organización – representada por una estructura en red– sus decisiones también están determinadas por las que tomaron sus vecinos en el pasado. Si un agente debe decidir sabiendo que sus vecinos han desertado, su valoración baja y la probabilidad de desertar aumenta. Dado que el agente conoce las decisiones que tomaron sus vecinos en periodos anteriores, surge una medida que capta los efectos del cambio en la estructura con respecto a la estructura original. El número de agentes que pertenece a la red de una organización armada se denomina  $N$  y el cardinal de este conjunto no cambia en el modelo. Si el agente debe elegir en el periodo  $t + k$ , contará los miembros de la red que han desertado hasta  $t + k - 1$  y cuántos eran vecinos.

No tenemos en cuenta la amenaza a la vida de cada miembro de la organización ilegal como factor determinante de la decisión de desertar,

pues es permanente y hace parte del contexto en que actúan los individuos que se comprometen a arriesgar la vida en una guerra irregular. Nuestro objetivo, en cambio, es tratar de entender cómo cambian las decisiones de acerca de la desertión cuando el Estado ofrece incentivos económicos y morales.

Sea  $A_i = \{\text{romper el vínculo (D), no romperlo (ND)}\}$  el conjunto de acciones del agente  $i$  y  $F_i^{t+k-1} = \{j \in N: A_j^{t+k-1} = D\}$  el conjunto de agentes que pertenecen a  $N$  y desertaron en  $t+k-1$ , es decir, los  $j$  que eligieron  $D$  en periodos anteriores. Sea  $N_i$  el conjunto de vecinos de  $i$  y  $N_i^{t+k-1} = \{j | g_{i,j} = 1 \text{ para todo } j \neq i: A_j^{t+k-1} = D\}$  conformado por el conjunto de vecinos de  $i$  que desertaron y  $\delta_i^{t+k-1}$  el efecto sobre el agente  $i$  de la desertión de agentes de su red (vecinos y no vecinos), definido como la fracción de desertores en el periodo anterior:

$$\delta_i^{t+k-1} = \frac{|F_i^{t+k-1}|}{|N|}$$

El segundo elemento es el efecto de la desertión de un vecino sobre el agente.

Sea  $\gamma_i^{t+k-1}$  la proporción de vecinos que desertaron:

$$\gamma_i^{t+k-1} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{N_i^{t+k-1}}{N_i} \right\rfloor & \text{cuando al menos uno deserta} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

El pago por desertar para el agente  $i$  es una función que depende de los incentivos que ofrece el gobierno, de su valoración y de los costos de romper el vínculo:

$$\Pi_i^{t+k}(D|I, v_i, c_i) = f(v_i) - \left(1 - \sum_{k=1}^T \delta_i^{t+k-1} - \sum_{k=1}^T \gamma_i^{t+k-1}\right) c_i = I_i - \left(1 - \sum_{k=1}^T \delta_i^{t+k-1} - \sum_{k=1}^T \gamma_i^{t+k-1}\right) c_i$$

Por tanto, el agente  $i$  decide romper el vínculo si:

$$\Pi_i^{t+k}(D|I, v_i, c_i) \geq \Pi_i^{t+k}(ND|I, v_i, c_i)$$

Cuando un agente deserta se afectan sus pagos y los pagos de quienes permanecen en la red. Por tanto, el pago de los que quedan en la red se define una vez ocurre la desertión. Sean  $\rho_i$  el número de vínculos en su red, y  $B_G$  y  $C_G$  los beneficios y costos

de mantenerse en red, respectivamente, donde  $B_G > C_G$ . El beneficio del agente  $i$  está relacionado positivamente con el número de vínculos que tiene. Su confianza y su seguridad para combatir dependen de que esos vínculos se mantengan a lo largo del tiempo.

$$\Pi_i^{t+k}(G) = \left( \rho_i - \sum_{k=1}^T \delta_i^{t+k} \sum_{k=1}^T \gamma_i^{t+k} \right) B_G - C_G$$

El pago cae a medida que el combatiente pierde vínculos debido a la deserción de sus vecinos. Si queda aislado el pago es 0.

### **¿POR QUÉ SON INTERESANTES LOS DESERTORES?**

Vamos a introducir una idea simple para modelar el comportamiento de los individuos en una red sometida a ataque. Para que se produzca el emparejamiento entre el incentivo del gobierno y el tipo de rebelde, debemos introducir el concepto de esfuerzo: a cada incentivo debe corresponder cierto esfuerzo de los guerrilleros que desertan. Cuanto mayor sea el esfuerzo (medido por la importancia de la información que entregan) mayor la

recompensa. El esfuerzo también se puede representar por el poder de intermediación (el número de trayectorias que pasan por el agente) o posición del individuo en la red (el número de vínculos o contactos que tiene en la organización). Por ello, cuanto mayor sea el esfuerzo de los desertores, mayor el daño sobre la estructura de la red y mayor la probabilidad de que los miembros restantes opten por la deserción, a menos que pertenezcan al núcleo duro.

La clave de la interacción es que el gobierno, o las fuerzas de seguridad, detecten y revelen –mediante ofertas cercanas o superiores a los valores de reserva de los miembros situados en posiciones de privilegio– la mayor cantidad de información posible. Cuando la oferta del Estado es compatible con las aspiraciones de un miembro con alto grado de conectividad o intermediación (acceso a un mayor número de combatientes y de estructuras), el golpe al enemigo es mayor.

La función  $h: I \rightarrow E$  asigna a cada incentivo un esfuerzo del desertor. La relación compuesta de las funciones  $f$  y  $h$

relaciona entonces su esfuerzo con su valoración:  $h(f(v_i)) = e_i$ . En la interacción con el gobierno, el individuo  $i$  intercambia su  $e_i$  por un incentivo  $I_i$ . El gobierno observa  $e_i$  y decide si acepta el arreglo y lo recompensa, o no lo acepta. La decisión del gobierno depende de cómo valore la información que le ofrecen el individuo y qué tan creíble es, en términos de desarticular la organización, debilitar su estructura o llegar a nodos importantes (los nodos del núcleo duro). Por tanto, los pagos del gobierno dependen de la información que reciben de los desertores potenciales.

Antes de analizar el efecto de las deserciones sobre la estructura de la red hay que definir la noción de componente.

**Definición.** *Un componente de un grafo  $G$  es un subgrafo conectado  $H$  tal que no hay ningún otro subgrafo conectado de  $G$  que lo contenga. Es decir, un componente es un subgrafo conectado máximo. Un subgrafo es conectado cuando uno de sus pares de nodos está conectado al menos por una trayectoria o secuencia de vínculos.*

Intuitivamente, un componente es la estructura conectada más grande de una organización. La aparición de un nuevo componente indica separación o desarticulación de su estructura. Cuando los bloques, y aun los frentes, terminan como componentes individuales, sin trayectorias que los unan a la dirección central (el secretariado o el comando central), la unidad y la capacidad operativa quedan en grave peligro.

Sean  $A_g = \{\text{aceptar (A)}, \text{no aceptar (NA)}\}$  el conjunto de acciones del gobierno  $g$ , y  $\lambda^{t+k-1}$  un parámetro que representa la eficacia de la política de incentivos, es decir, la contribución de las deserciones a debilitar la estructura de la organización y llegar al núcleo duro;  $\lambda^{t+k-1}$  toma el valor de 1 si la deserción de un rebelde deja a un nodo del núcleo duro sin vínculos;  $B$  es el beneficio que recibe el gobierno si la deserción crea nuevos componentes (la mayor estructura conexas de un grafo) y nodos aislados, desarticulando a la organización, y  $\beta$  es un parámetro que toma el valor del número de componentes y nodos aislados resultantes por la supresión de un nodo o un conjunto de

nodos, y de 0 si no crea ningún componente. Por último,  $I_i$  es el incentivo que paga el gobierno al agente  $i$ . Así, el pago para el gobierno por aceptar, en cada periodo, se define como:

$$\begin{aligned} \Pi_g^{t+k}(A|e_i) &= (1 + \lambda^{t+k-1})g(f(v_i)) + \beta^{t+k} \\ B - I_i &= (1 + \lambda^{t+k-1})e_i + \beta^{t+k} B - I_i \end{aligned}$$

El gobierno  $g$  decide aceptar si:

$$\Pi_g^{t+k}(A|e_i) \geq \Pi_g^{t+k}(NA|e_i)$$

La idea implícita en el pago del gobierno es que no todos los guerrilleros son iguales. La importancia de cada uno depende de su posición en la red. Cuantos más contactos tenga un guerrillero, más información pase por sus manos y más personas se relacionen por su intermediación, más importante será su papel en la organización y más graves las consecuencias de su deserción. Una manera de medir la importancia de un miembro de una organización es contar el número de componentes que aparecen a causa de su retiro. Cuantos más componentes aparezcan, más decisivo es

el papel de ese individuo o conjunto de individuos en la cohesión de la estructura. En general, las organizaciones subversivas o clandestinas deben minimizar sus puntos de corte y puentes, y el número de vínculos entre cada miembro. Algunas definiciones formales permiten ver con mayor claridad de dónde proviene la importancia relativa de los individuos en una red.

**Definición.** *Un conjunto de corte es un conjunto  $X \subset N - \{i, j\}$  cuya supresión de  $G$  deja a  $i$  y  $j$  en componentes distintos.*

Pensemos en una red en la que un individuo (nodo) es el jugador clave. En este caso, la estrategia de suprimir el conjunto de corte se concreta en suprimir un punto de corte: el individuo cuya deserción desconecta la red en al menos dos componentes.

**Definición.** *Un punto de corte es un nodo  $N - \{i\}$  cuya supresión de  $G$  genera al menos dos componentes.*

Imaginemos ahora que el vínculo entre dos individuos es lo que mantiene conectados a los demás miembros de una

red. Ese vínculo se denomina puente y su supresión lleva a la aparición de al menos dos componentes.

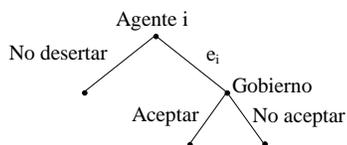
**Definición.** *Un puente es un vínculo  $\{i, j\}$  cuya supresión de  $G; E - \{i, j\}$ ; desconecta la red.*

## **UN JUEGO EN ESTRUCTURAS DE RED**

En esta sección describimos la interacción entre los miembros de una organización rebelde y el gobierno como un juego entre dos jugadores, uno que representa al miembro  $i$  y el otro al gobierno (gráfica 1). El juego ocurre en una estructura de red, representada por un grafo (gráfica 2). La estructura de red representa las relaciones entre los miembros de la organización ilegal. El jugador rebelde es un nodo en una estructura de grafo definida. El juego entre el agente  $i$  (los nodos que no pertenecen al núcleo duro) y el gobierno es de información completa y perfecta por etapas; cada jugador cuenta con un solo conjunto de información. En la primera etapa de acuerdo con su valoración, el agente  $i$  decide, si deserta o no. Si decide

desertar, debe elegir el nivel de esfuerzo  $e_i$ . Después de observar esta decisión, el gobierno, en la segunda etapa, decide si acepta o no dar el incentivo a cambio de  $e_i$ . Los resultados de estas decisiones modifican la estructura de la red y ésta se va transformando a lo largo del juego.

Gráfica 1  
Esquema del juego



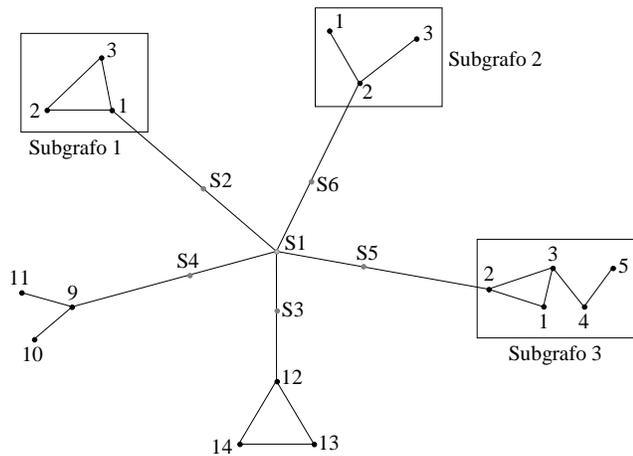
## **DESERCIÓN Y TIPOS DE ESTRUCTURAS**

Gráfica 2  
Núcleo duro de la organización



número de conexiones, y el agente 1 tiene un vínculo más, que lo conecta a un nodo del núcleo duro, S2. La segunda es acíclica, en forma de estrella, y su nodo 2 es el de mayor centralidad dentro del grafo (tiene tres vínculos, uno de ellos con un nodo del núcleo duro, S6). La tercera es un grafo conectado que representa la estructura que resultaría de unir los subgrafos 1 y 2 (y que, a través de 2, está conectada al nodo S5 del núcleo duro). El subgrafo 3 es el resultado de añadir un nuevo vínculo que une a los subgrafos 1 y 2, y representa en forma muy simple una posible trayectoria de crecimiento de la organización.

Gráfica 2a  
Tipos de estructuras



## TRANSFORMACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Las gráficas siguientes muestran las transformaciones de las estructuras y los pagos de los agentes cuando uno de los jugadores inicia el proceso de deserción (gráfica 3).

Gráfica 3

	Pago de los agentes
	Estructura inicial (subgrafo 1)
·S2	Pago del agente 1 cuando deserta:



	<p> <math>k = 1, \delta_1^t = 0, \gamma_1^t = 0; \Pi_1^{t+1}</math>  <math>(D, A) = I_1 - (c_1^2 + c_1^3 + c_1^{s2}) &gt;</math>  <math>0</math> </p> <p> Pagos de los agentes 2 y 3 de  la red:  <math>\delta_i^{t+1} = 1/23, \gamma_1^{t+1} = 1/2, I =</math>  <math>2, 3</math>  <math>\Pi_2^{t+1}(G) = \Pi_3^{t+1}(G) = (2 -</math>  <math>(1/23)(1/2)) B_G - C_G</math> </p> <p> Pago del gobierno cuando  acepta:  <math>\lambda^t = 1; \beta^{t+1} = 2; \Pi_g^{t+1}(D, A) =</math>  <math>2e_1 + 2B - I_1 &gt; 0</math> </p>
<p>•3</p> <p>Situación 2</p>	<p> El agente 2 deserta:  En <math>k = 2, \delta_2^{t+1} = 1/23, \gamma_2^{t+1}</math>  <math>= 1/2; \Pi_2^{t+2}(D, A) = I_2 -</math>  <math>(1/3)c_2^3 &gt; 0</math> </p> <p> Pago del agente 3 en la red:  <math>\Pi_3^{t+2}(G) = 0</math> </p> <p> Pago del gobierno cuando  acepta:  <math>\lambda^{t+1} = 0; \beta^{t+2} = 0; \Pi_g^{t+2}(D,</math>  <math>A) = e_2 - I_2 &gt; 0</math> </p>

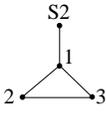
En el periodo  $k = 1$  (situación 1), el agente 1 inicia el proceso ( $\delta_1^t = 0, \gamma_1^t = 0$ , ya que antes no ha habido deserciones). Su recompensa es el incentivo que da el gobierno,  $I$ , e incurre en los costos de romper el vínculo con 2, 3 y S2 ( $c_1^2, c_1^3, c_1^{s2}$ , respectivamente). En este caso, esa deserción implica que la organización – representada por el nodo S2– se desconecta de 2 y 3. Las consecuencias son claras: ahora 2 y 3 forman un subgrafo sin relación alguna con la red principal y un agente del núcleo duro (S2) queda sin protección dentro de la estructura. Para quienes siguen en la red, el pago  $\Pi_i^{t+1}$ ,  $i = 2, 3$ , depende de la proporción de agentes que desertaron,  $\delta_1^{t+1} = 1/23$  y del efecto sobre sus vecinos,  $\gamma_i^{t+1} = 1/2$  (el número de vecinos que desertó en el periodo anterior). El pago del gobierno se define mediante la eficacia de su política de incentivos,  $\lambda^t = 1$ , pues deja un nodo del núcleo duro con un vínculos menos, y  $\beta^{t+1} = 2$ ; porque la deserción genera dos componentes en la estructura de la red. En la ronda siguiente (situación 2), 2 deserta y convierte a 3 en un nodo aislado (eso mismo habría ocurrido si el

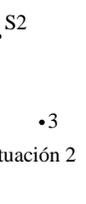
desertor hubiese sido 3). En este caso, el pago del jugador 2, en  $k = 2$ , se representa mediante el incentivo del gobierno y el costo de romper el vínculo con 3. El efecto de la deserción de 2 sobre los pagos del gobierno es muy pequeño. Todo lo que podía obtener en este proceso, lo obtuvo cuando 1 desertó. La deserción de 2 o 3 no crea componentes adicionales ni deja al descubierto ningún agente del núcleo duro de la organización.

El resultado no es igual si 2 o 3 es el que inicia el proceso (gráfica 4). Debido al tipo de estructura, la decisión de desertar de cualquier de ellos deja al otro conectado a la estructura principal, sin afectar a los nodos del núcleo duro. En los pagos de 1 y 3 (en el periodo siguiente,  $k = 2$ ) hay una disminución del beneficio, debido a la deserción del jugador 2, determinada por el efecto global ( $\delta_i^{t+1} = 1/23$ ) y el efecto local ( $\gamma_i^{t+1} = 1/2$ ). El proceso sería igual si el desertor fuera el miembro 3. El pago que recibe el gobierno es menor que el pago que recibiría si el desertor fuese el agente 1, porque la supresión de cualquiera de esos nodos no genera componentes aislados ( $\beta^{t+2} = 0$ ) y

no permite llegar directamente al núcleo básico, ( $\lambda^{t+1} = 0$ ). Finalmente, si deserta 1 (situación 2), el nodo 3 queda aislado y se pierde el vínculo con el nodo del núcleo duro, S2, lo que hace más efectiva la política de incentivos del gobierno ( $\lambda^{t+1} = 1$ ) pues crea un componente y un nodo aislado ( $\beta^{t+2} = 2$ ).

Gráfica 4

	Pago de los agentes
	Estructura inicial (subgrafo 1)

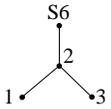
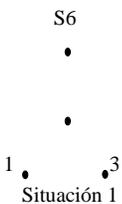
 <p>Situación 1</p>	<p>Pago del agente 2 cuando deserta:</p> $K = 1, \delta_1^t = 0, \gamma_1^t = 0; \Pi_2^{t+1}(D, A) = I_1 - (c_1^1 + c_1^3) > 0$ <p>Pagos de los agentes 1 y 3 en la red:</p> $\delta_i^{t+1} = 1/23, \gamma_1^{t+1} = 1/2, i = 1, 3$ $\Pi_1^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(1/2))B_G - C_G$ $\Pi_3^{t+1}(G) = (1 - (1/23)(1/2)) B_G - C_G$ <p>Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^t = 0; \beta^{t+1} = 0; \Pi_g^{t+1}(D, A) = e_1 - I_1 > 0$
 <p>Situación 2</p>	<p>El agente 1 deserta:</p> <p>En <math>k = 2, \delta_i^{t+1} = 1/23, \gamma_1^{t+1} = 1/2;</math></p> $\Pi_1^{t+2}(D, A) = I_1 - ((1/23)(1/2))(c_1^3 c_1^{S2}) > 0$ <p>Pago del agente 3 en la red:</p> $\Pi_3^{t+2}(G) = 0$ <p>Pago del gobierno cuando acepta:</p>

	$\lambda^{t+1} = 1; \beta^{t+2} = 2; \Pi_g^{t+2} (D, A) = 2e_2 + 2B - I_2 > 0$
--	--

El subgrafo 2 (gráfica 5) es una estructura simple, en línea, de tamaño 3: si deserta el agente 1, el subgrafo se mantiene conectado a la red, igual ocurre si deserta el agente 3. El proceso es interesante cuando deserta el nodo 2. En  $k = 1$ , la desertión del agente 2 convierte a 1 y 3 en nodos aislados y deja al descubierto el nodo s6 del núcleo duro. Su pago está representado por la diferencia entre el incentivo que da el gobierno y los costos de los tres vínculos que rompe con su decisión. Por su parte, los agentes 1 y 3, en su condición de nodos aislados que dejan de pertenecer a la organización, obtienen un pago igual a cero. El gobierno recibe un pago determinado por la mayor efectividad de la política de incentivos ( $\lambda^{t+1} = 1$ ) y la creación de un componente y dos nodos aislados ( $\beta^{t+1} = 3$ ). En estructuras de estrella basta una sola desertión (la del agente central) para llegar al núcleo duro. Dada la estructura jerárquica de las células, guerrillas, escuadras y frentes de los grupos

guerrilleros, la desertión del jefe –situado en el centro de la estrella– puede llevar a la desarticulación de los nodos restantes.

Gráfica 5

	<p>Estructura inicial (subgrafo 2)</p>
 <p>Situación 1</p>	<p>El agente 2 deserta:          En <math>k = 1, \delta^t = 0, \gamma^t = 0; \Pi_2^{t+1}(D, A) = I_2 - (c_2^1 + c_2^3 + c_2^{S6}) &gt; 0</math></p> <p>Agentes 1 y 3 quedan aislados:  <math>\Pi_1^{t+1}(G) = \Pi_3^{t+1}(G) = 0</math></p> <p>Pago del gobierno cuando acepta:  <math>\lambda^{t+1} = 1; \beta^{t+1} = 3; \Pi_g^{t+1}(D, A) = 2e_2 + 3B - I_1 &gt; 0</math></p>

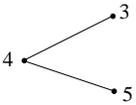
En el tercer grafo de la gráfica 6, situación 1, si 1 es el primero en desertar, la

estructura resultante se mantiene unida a la red (por su vínculo con S5). Igual ocurre con la deserción de 4 y 5: la estructura resultante no deja de mantener su cohesión; de hecho, es la ruta de deserción menos efectiva. En la segunda ronda ( $k = 2$ ) deserta 2; con esta decisión el subgrafo formado por 3, 4 y 5 se convierte en un componente y S5 queda con un vínculo menos. Es razonable suponer que el incentivo que ofreció el gobierno fue suficiente para revelar el tipo del agente situado en ese nodo y lograr un acuerdo de deserción con él. La decisión de 2 favorece al gobierno en términos estratégicos porque, además de crear dos componentes, permite descubrir un nodo del núcleo básico a través de la trayectoria más corta. Esta deserción, la más importante dentro de la estructura, inducirá más deserciones de los agentes vecinos y de sus vecinos, sin que el gobierno incurra en costos muy altos por el pago de incentivos. La consecuencia visible es que una vez suprimido 2, los costos de deserción, de cualquiera de los cuatro individuos que permanecen en los dos componentes, caerán hasta  $c_1$ . La

deserción podría ser incluso simultánea, dada la caída de los costos y la pérdida del canal de comunicación a través de 2.

### Gráfica 6

	<p>Estructura inicial (subgrafo 3)</p>
<p>Situación 1</p>	<p>El agente 1 deserta:  En <math>k = 1</math>, <math>\delta_1^t = 0</math> ; <math>\gamma_1^t = 0</math>; <math>\Pi_1^{t+1}(D, A) = I_1 - (c_1^2 + c_1^3) &gt; 0</math></p> <p>Pago de los agentes 2, 3, 4 y 5 en la red:</p> $\delta_2^{t+1} = 1/23; \gamma_2^{t+1} = 1/3; \Pi_2^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(1/3))B_G - C_G;$ $\delta_3^{t+1} = 1/23; \gamma_3^{t+1} = 1/3; \Pi_3^{t+1}(G) = (3 - (1/23)(1/3))B_G - C_G;$ $\Pi_4^{t+1}(G) = (2 - 0)B_G - C_G;$ $\Pi_5^{t+1}(G) = (2 - 0)B_G - C_G;$ <p>Pago del gobierno cuando</p>

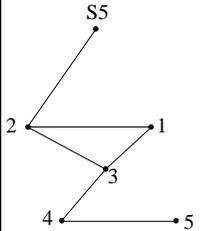
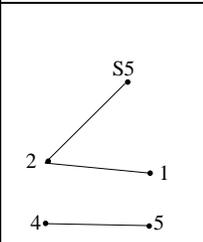
	<p>acepta:  <math>\lambda^t = 0, \beta^{t+1} = 0; \Pi_g^{t+1}(D, A) = e_1 - I_1 &gt; 0</math></p>
<p>•S5</p>  <p>Situación 2</p>	<p>El agente 2 deserta:  En <math>k = 2, \delta_2^{t+1} = 1/23; \gamma_2^{t+1} = 1/3;</math>  <math>\Pi_2^{t+2}(D, A) = I_2 - (1 - 1/23 - 1/3)(c_2^3 c_2^{S5}) &gt; 0</math></p> <p>Pago de los agentes 3, 4 y 5 en la red:  <math>\delta_3^{t+2} = 2/23; \gamma_3^{t+2} = 2/3; \Pi_3^{t+2}(G) = (3 - (2/23)(2/3))B_G - C_G;</math>  <math>\delta_4^{t+2} = 2/23; \gamma_4^{t+2} = 0; \Pi_4^{t+2}(G) = (2 - (2/23)(0))B_G - C_G;</math>  <math>\delta_5^{t+2} = 2/23; \gamma_5^{t+2} = 0; \Pi_5^{t+2}(G) = (1 - (1/5)(0))B_G - C_G;</math></p> <p>Pago del gobierno cuando acepta:  <math>\lambda^{t+1} = 1, \beta^{t+2} = 2; \Pi_g^{t+2}(D, A) = 2e_2 + 2B - I_2 &gt; 0</math></p>
<p>•S5</p>  <p>Situación 3</p>	<p>El agente 3 deserta:  En <math>k = 3, \delta_3^{t+2} = 2/23; \gamma_3^{t+2} = 2/3;</math>  <math>\Pi_3^{t+3}(D, A) = I_3 - (1 - 2/23 - 2/3)c_3^4 &gt; 0</math></p>

	<p>Pago de los agentes 4 y 5 en la red:</p> $\delta_4^{t+3} = 3/23; \gamma_4^{t+3} = 1; \Pi_4^{t+3}(G) = (2 - (3/23)(1))B_G - C_G;$ $\delta_5^{t+3} = 3/23; \gamma_3^{t+2} = 0; \Pi_5^{t+3}(G) = (1 - (3/23)(0))B_G - C_G$ <p>Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^{t+2} = 0, \beta^{t+3} = 1; \Pi_g^{t+3}(D, A) = e_3 + B - I_3 > 0$
<p>.55 .5 Situación 4</p>	<p>El agente 4 deserta: En <math>k = 4</math>, <math>\delta_4^{t+3} = 3/23; \gamma_4^{t+3} = 1/2;</math>  <math>\Pi_4^{t+4}(D, A) = I_4 - (1 - 3/23 - 1/2)c_4^5 &gt; 0</math></p> <p>Pago del agente 5 en la red:  <math>\Pi_5^{t+4}(G) = 0</math></p> <p>Pago del gobierno cuando acepta:  <math>\lambda^{t+3} = 0, \beta^{t+4} = 1; \Pi_g^{t+4}(D, A) = 4e_4 - I_4 &gt; 0</math></p>

En esta estructura (gráfica 7) quien decide desertar es el agente 3. Su deserción genera dos componentes de diferente

tamaño (situación 1). En primer lugar se suprime el nodo 3, que sin ser el más importante de la red porque no tiene vínculos con un nodo del núcleo duro, en el subgrafo genera componentes: 1 y 2 que siguen perteneciendo a la organización, y 4 y 5 aislados en su subgrafo. En la ronda 2 (situación 2, gráfica 7), el agente 2 decide desertar y produciendo los efectos descritos en la gráfica anterior. En este caso, se producen tres componentes, la organización, un nodo aislado y un subgrafo de dos nodos. Finalmente, en la ronda 3 (situación 3, gráfica 7), el agente 4 deserta y lleva a que 1 y 5 terminen como nodos aislados. La secuencia representada por el conjunto de gráficas permite ver los efectos de la desertión de individuos situados en distintas posiciones sobre la estructura de la red y los pagos de ambas partes.

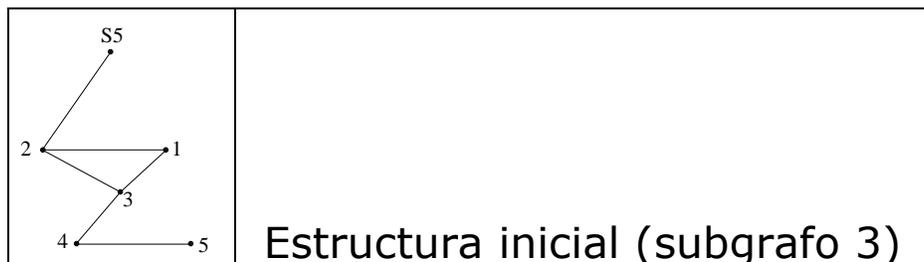
Gráfica 7

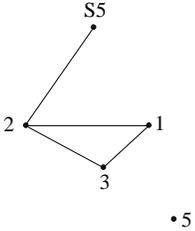
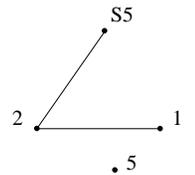
	<p>Estructura inicial (subgrafo 3)</p>
 <p>Situación 1</p>	<p>El agente 3 deserta:  En <math>k = 1</math>, <math>\delta_3^t = 0</math>; <math>\gamma_3^t = 0</math>;  <math>\Pi_3^{t+1}(D, A) = I_3 - (c_3^1 + c_3^2 + c_3^4) &gt; 0</math></p> <p>Pago de 1, 2, 4 y 5 en la red:  <math>\delta_i^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_i^{t+1} = 1/2</math>; <math>i = 1, 4</math>  <math>\Pi_1^{t+1}(G) = \Pi_4^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(1/2))B_G - C_G</math>  <math>\delta_2^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_2^{t+1} = 1/3</math>; <math>\Pi_2^{t+1}(G) = (3 - (1/23)(1/3))B_G - C_G</math>  <math>\delta_5^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_5^{t+1} = 0</math>; <math>\Pi_5^{t+1}(G) = (1 - 0)B_G - C_G</math></p> <p>Pago del gobierno cuando acepta:  <math>\lambda^{t+1} = 0</math>, <math>\beta^{t+1} = 2</math>; <math>\Pi_g^{t+1}(D, A) = e_3 - + 2B - I_3 &gt; 0</math></p>
	<p>El agente 2 deserta:  En <math>k = 2</math>, <math>\delta_2^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_2^{t+1} =</math></p>

<p>•S5</p> <p>1</p> <p>4 → 5</p> <p>Situación 2</p>	<p>1/3;</p> $\Pi_2^{t+2}(D, A) = I_2 - (1 - 1/23 - 1/3)(c_2^1 + c_2^{S5}) > 0$ <p>Pago de 1, 4 y 5 en la red:</p> $\Pi_1^{t+2}(G) = 0$ $\delta_4^{t+1} = 2/23; \gamma_4^{t+1} = 1/2; \Pi_4^{t+2}(G) = (2 - (2/23)(1/2))B_G - C_G$ $\delta_5^{t+1} = 2/23; \gamma_2^{t+1} = 0; \Pi_5^{t+2}(G) = (1 - 0)B_G - C_G$ <p>Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^{t+1} = 1, \beta^{t+2} = 3; \Pi_g^{t+2}(D, A) = 2e_2 + 3B - I_2 > 0$
<p>•S5</p> <p>1 • 5</p> <p>Situación 3</p>	<p>El agente 4 deserta:</p> <p>En k = 3, <math>\delta_4^{t+2} = 2/23; \gamma_4^{t+2} = 1/2;</math></p> $\Pi_4^{t+3}(D, A) = I_4 - (1 - 2/23 - 1/2)c_4^5 > 0$ <p>Pago de 1 y 5 en la red:</p> $\Pi_1^{t+3}(G) = \Pi_5^{t+3}(G) = 0$ <p>Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^{t+2} = 1, \beta^{t+3} = 1; \Pi_g^{t+3}(D, A) = 3e_4 + B - I_4 > 0$

El proceso empieza con el agente 4 (gráfica 8), cuya deserción deja un componente y un nodo aislado afectando los pagos del gobierno. Con  $\beta = 2$ , el pago del gobierno crece de forma inmediata. La deserción de 5 no tendría ningún efecto sobre la estructura debido a su posición periférica. El punto es que el conjunto de incentivos del gobierno debe ser suficientemente diverso para que incluya un incentivo al menos igual al valor mínimo de deserción del individuo clave (2). Recordemos que 2 es el que mantiene el vínculo entre la estructura a la que pertenece y el núcleo duro de la organización. El daño que causa su deserción es mucho mayor que el produce la de cualquier otro miembro de su estructura.

Gráfica 8



 <p>Situación 1</p>	<p>El agente 4 deserta:  En <math>k = 1</math>, <math>\delta_4^t = 0</math>; <math>\Pi_4^{t+1}(D, A) = I_4 - (c_4^3 + c_4^5) &gt; 0</math></p> <p>Pago de 1, 2, 3 y 5:  <math>\delta_1^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_1^{t+1} = 0</math>; <math>\Pi_1^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(0))B_G - C_G</math>  <math>\delta_2^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_2^{t+1} = 1/3</math>; <math>\Pi_2^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(1/3))B_G - C_G</math>  <math>\delta_3^{t+1} = 1/23</math>; <math>\gamma_3^{t+1} = 1/3</math>; <math>\Pi_3^{t+1}(G) = (3 - (1/23)(1/3))B_G - C_G</math>  <math>\Pi_5^{t+1}(G) = 0</math></p> <p>Pago del gobierno cuando acepta:  <math>\lambda^t = 0</math>, <math>\beta^{t+1} = 2</math>; <math>\Pi_g(D, A) = e_4 + 2B - I_1 &gt; 0</math></p>
 <p>Situación 2</p>	<p>El agente 3 deserta:  En <math>k = 2</math>, <math>\delta_3^{t+1} = 2/23</math>; <math>\gamma_3^{t+1} = 1/3</math>;  <math>\Pi_3^{t+2}(D, A) = I_3 - (1 - 2/23 - 1/3)(c_3^1 + c_3^2) &gt; 0</math></p> <p>Pago de 1, 2 y 5:</p>

	$\delta_1^{t+2} = 2/23; \gamma_1^{t+1} = 1/2; \Pi_1^{t+2}(G) = (2 - (2/23)(1/2))B_G - C_G$ $\delta_2^{t+2} = 2/23; \gamma_1^{t+1} = 1/3; \Pi_2^{t+2}(G) = (3 - (2/23)(1/3))B_G - C_G$ $\Pi_5^{t+2}(G) = 0$ <p style="text-align: center;">Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^{t+1} = 0, \beta^{t+2} = 0; \Pi_g^{t+2}(D, A) = 2e_3 - I_3 > 0$
<p style="text-align: center;">•s5 5• •1 Situación 3</p>	<p style="text-align: center;">El agente 2 deserta:</p> <p>En <math>k = 3</math>, <math>\delta_2^{t+2} = 2/23; \gamma_2^{t+2} = 1/3;</math></p> $\Pi_2^{t+3}(D, A) = I_2 - (1 - 2/23 - 1/3)(c_2^1 + c_2^{S5}) > 0$ <p style="text-align: center;">Pago de 1 y 5:</p> $\Pi_1^{t+3}(G) = \Pi_5^{t+3}(G) = 0$ <p style="text-align: center;">Pago del gobierno cuando acepta:</p> $\lambda^{t+2} = 1, \beta^{t+3} = 2; \Pi_g^{t+3}(D, A) = 2e_2 + 2B - I_2 > 0$

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez iniciado el proceso de deserción, algunos agentes estarán más incentivados

a desertar que a mantenerse en la red. La decisión está directamente ligada a la que tomaron sus vecinos en el pasado. Este proceso tiene dos consecuencias. La primera es el efecto de esa decisión sobre la red en su conjunto a través del tiempo – cambios en la estructura y en el papel de los nodos– y la segunda es el efecto sobre el comportamiento de sus vecinos inmediatos ante la opción de romper o no vínculos con la organización, dado que cualquier agente puede iniciar el proceso de deserción. En el modelo, el primero en desertar es un agente escogido al azar que, luego de evaluar los incentivos que ofrece el gobierno a la luz de su valoración de seguir en la red, rompe los vínculos con la organización armada. El análisis se hace más interesante a medida que las decisiones de los desertores son imitadas por sus vecinos y generan un mecanismo determinístico de destrucción en cadena de la red o de descubrimiento de los nodos del núcleo duro. Por ejemplo, si de acuerdo con su valoración un agente encuentra que el incentivo para desertar es suficiente, el efecto de su decisión sobre las decisiones futuras de sus vecinos

será evidente y, marginalmente, sobre las decisiones de los que no son sus vecinos.

Para ver el impacto directo tomemos el grafo de la estructura 1 (gráfica 3): la desertión del agente 1 tiene consecuencias directas sobre los agentes 2 y 3 (situación 1). En este caso, el agente 2, o el 3, cuando deba decidir comparará su pago en el momento en que toma la decisión en la primera etapa,  $k = 1$ , con el pago que obtendrá en el futuro,  $-k = 2$ . La regla de decisión está determinada por las conjeturas que 3 haga acerca de las decisiones futuras de los vecinos con los que sigue conectado, es decir, su decisión depende de la comparación entre el pago de hoy y el pago que esperaría tener, dada su conjetura acerca de lo que harán sus vecinos mañana. Si cree que su vecino –el agente 2– no desertará en el futuro, su decisión depende de la comparación entre el pago que recibiría hoy si desertara,  $\Pi_3^{t+1}(D, A) = I_2 - (1 - 1/23 - 1/2)c_3^2$ , y el pago que recibiría si no deserta,  $\Pi_2^{t+1}(G) = (2 - (1/23)(1/2))B_G - C_G$ .

Si conjetura que su vecino desertará, convirtiéndolo en un nodo aislado, comparará el pago por desertar hoy,  $\Pi_3^{t+1}$

$^1(D, A) = \Pi_3^{t+1}(D, A) = I_2 - (1 - 1/23 - 1/2)c_3^2$ , con el pago por ser un nodo aislado mañana  $\Pi_3^{t+2}(\cdot, A) = 0$ . A su vez, la decisión del agente 2 de desertar en el futuro está mediada por sus conjeturas acerca de las decisiones del agente 3. Cuando un miembro de una estructura conectada deserta, la decisión de desertar de los que quedan se convierte en estrategia dominante porque existe la amenaza de convertirse en nodos aislados.

Veamos ahora los efectos marginales de la deserción de un agente sobre toda la red (gráfica 6, situación 1). Cuando el agente 1 inicia el proceso de deserción, los agentes 2 y 3 son los afectados directos, mientras que 4 y 5 no sufren un efecto directo visible. Pero hay un efecto marginal, en cuanto a que 4 sabe que la decisión de 1 afectó, de alguna forma, las decisiones de 3, con quien tiene conexión directa.

¿Qué razonamiento sigue el agente 4? Sabe que 1 desertó, y que 3 sabe que 1 desertó y también debe decidir. Si 4 fuera llamado a tomar la decisión una vez el agente 1 ha desertado, su decisión se basaría en los pagos que recibiría hoy si

desertara frente a los que recibiría si no desertara, dadas las conjeturas acerca de lo que harán sus vecinos mañana (3 y 5). Hasta aquí podemos decir que las conjeturas de 4 acerca del efecto de la decisión de 1 sobre las futuras decisiones de 3 tienen un efecto marginal sobre la regla de decisión de 4. Veamos cuál puede ser.

Cuando el agente 4 forma sus conjeturas sobre lo que podría hacer el agente 3, y sigue el razonamiento anterior, puede creer que 3 desertará porque uno de sus vecinos desertó, y desertará anticipándose a este agente. En este caso, 4 percibirá que la estructura ha cambiado y que la posición importante del agente 3 ha desaparecido. En esta nueva estructura, el agente 4 pasa a ser un centro y cualquier decisión que tome afectará directamente a todos los nodos de la estructura. Así mismo, si el agente 3 es llamado a decidir, él sabe que la estructura ha cambiado y que 4 puede convertirlo en un nodo aislado si no deserta. De nuevo, la predicción de quedarse desconectado lleva a que los agentes se anticipen al hecho y decidan

desertar.

¿Se puede aplicar el mismo razonamiento al agente 2? Creemos que sí, y los efectos son más rápidos y visibles. La posición central 2 –está conectado con un nodo del núcleo duro– seguirá un razonamiento similar al de 4 porque también está observando los efectos de la desertión de 1 en toda la red y podría anticiparse a ello. Lo que lleva a la observación final. La estructura de vecindad de la red lleva a que la decisión de sus miembros deje de ser puramente individual y se convierta en una decisión hasta cierto punto colectiva, en la que el grupo (en este caso la vecindad) es el agente que toma la decisión de desertar o no desertar. Aquí el agente ya es un miembro de la organización sino una estructura que toma las decisiones y elige una manera de razonar para tomarlas. En vez del yo de toda decisión individual, la decisión del grupo implica un nosotros que cambia en forma radical la manera de razonar y el resultado final al que convergen los individuos. Aunque cada uno sigue tomando una decisión individual ahora lo hace desde un nosotros que se

impone sobre él, dada su situación, y cambia la estrategia dominante y el equilibrio final al que eventualmente llegarán. Por supuesto, este giro hacia el nosotros depende del estado de la guerra, de la presión del enemigo, de la disponibilidad de provisiones y cuidado médico y, en general, de la moral de las tropas. También depende de la actitud del comandante de la unidad que enfrenta la desertión potencial. Si mantiene una actitud compatible con un valor de desertión infinito intentará imponer la disciplina. Puede ser derrotado y quedar solo o con un pequeño número de hombres. Si, por el contrario, siguiera la lógica de sus hombres, su valoración deja ser infinita y su retiro llevaría a la desertión de un número mayor.

Siguiendo las ideas de Michael Bacharach (2006) sobre juegos de coordinación, sugerimos que la decisión de desertar de una organización irregular, dada su estructura de red y sus formas colectivas de actuación, no depende de cada individuo en particular sino de la transformación de los individuos en grupo, sin importar su tamaño, cuando cada uno

debe decidir si deserta o no. El tamaño de los grupos puede variar desde una díada hasta un grupo más complejo y de mayor cardinalidad (un frente, una compañía), pasando por tríadas o por grupos de 4 o 5 miembros.

Aunque los resultados de equilibrio no indican cuáles deberían ser las estructuras eficientes, sí sugieren que, dada una estructura cualquiera, el proceso de deserción puede ser más rápido o más lento dependiendo del agente que inicie la deserción o, mejor, de su posición en la red. Al comparar la velocidad con la que se destruye o se desestabiliza la red en sus diferentes estructuras (subgrafos 1, 2, 3), se observa que depende del número de conexiones de los agentes que la conforman, de su estructura y de la posición del miembro que inicia el proceso en cada una de ellas.

Así mismo, cuando se considera cada estructura particular y se compara con las estructuras finales resultantes, la velocidad con la que se destruye la red o se llega a los nodos del núcleo duro, y la magnitud de la destrucción, varían con la posición del agente que inicia el proceso

de deserción. Cuando deserta primero un agente con mayor conectividad, el valor de  $k$  (el número de pasos para llegar al núcleo duro) es más pequeño y la red se desintegra en un número menor de pasos. La deserción de un comandante de frente tiene mayores efectos que la de un guerrillero de base o de un comandante de escuadra o de guerrilla. Debido al número de conexiones, como a la cantidad de trayectorias y de información que pasa por él, el efecto de su deserción es mucho mayor. La importancia de la posición del desertor también se puede ver en términos de las trayectorias que van de él a uno varios miembros del núcleo duro, incluso de su Estado mayor o secretariado. El asesinato del miembro más joven del secretariado de las Farc, Iván Ríos, por uno de sus escoltas, se puede interpretar como un caso de deserción en el que el asesino explotó su vínculo directo con Ríos para producir el mayor esfuerzo posible (la cabeza de un miembro del secretariado) a cambio del mayor incentivo económico.

El mecanismo de deserción muestra que los agentes tienden a desertar cuando otros desertaron en el pasado y con mayor

probabilidad si eran vecinos directos. El equilibrio es el resultado de una reacción en cadena que se inicia cuando un agente decide dejar la organización y sus vecinos lo perciben y toman decisiones similares. En el caso que se expuso más atrás, el equilibrio es la destrucción de la estructura en red en la que ocurre una deserción, y es el resultado de dos efectos: uno local (directo) y uno global (marginal). El primero depende de la influencia que ejerce la deserción de un vecino en el pasado sobre la decisión actual del agente llamado a jugar. El segundo depende del efecto de la deserción sobre las conjeturas que el agente se forma acerca de las futuras decisiones de sus vecinos, es decir, de las deserciones anteriores de agentes que no son sus vecinos directos, pero que pueden ser vecinos de sus vecinos.

Desde el punto de vista del juego de información completa y perfecta que presentamos, y siguiendo el método de inducción atrás, el perfil de equilibrio de Nash estaría dado por la decisión de aceptar del gobierno y la decisión de desertar del agente  $i$ , es decir, de aceptar la oferta del incentivo  $e$  (gráfica 1). El

efecto final sobre la estructura de la organización depende crucialmente de la posición del miembro que inicie el proceso de deserción. Cuantas más conexiones tenga, más trayectorias pasen por él y más central sea, mayor será el efecto directo de sus decisiones sobre los miembros de su vecindad y, en forma marginal, sobre la estructura en su conjunto. No sobra decir que una fuerte restricción a la magnitud del efecto de contagio desencadenado por deserciones en distintos nodos es el tamaño y la consistencia del núcleo duro que mantiene valores de deserción infinitos. En un sentido preciso, el núcleo actúa como barrera a la reacción en cadena generada por la deserción de miembros con valoraciones finitas. La reacción en cadena llega hasta donde lo permita la presencia del núcleo duro. En el campo ambiguo de las relaciones entre guerrilleros vulnerables y miembros del núcleo, la deserción puede tomar la forma letal de utilizar el vínculo directo con miembros del núcleo para asesinarlos si se ofrece el incentivo económico adecuado.

Recordemos la noción de un núcleo

duro con un valor de deserción infinito. Si el núcleo duro abarcara toda la organización, no habría forma de usar incentivos para lograr la deserción de sus miembros. Pero si el núcleo duro es muy pequeño con respecto al tamaño de la organización, la deserción se puede extender en la periferia hasta acercarse a la frontera del núcleo duro, poniéndolo en grave peligro. En situaciones de graves dificultades y amenazas, toda organización tiende a desarticularse y a fragmentarse en unidades más pequeñas, y una combinación de ofensiva militar y de incentivos puede provocar deserciones simultáneas en diversas unidades de la organización: en vez de actuar como grupos para combatir, defenderse y sobrevivir, tienden a actuar como grupos para sobrevivir y desertar, una vez que algún miembro del grupo decide desertar y el grupo no tiene fuerza suficiente para disuadirlo o castigarlo.

## **LOS EFECTOS**

Una lección inmediata es que a medida que las estructuras de red se hacen más

complejas, la importancia de los agentes se hace más diversa y jerarquizada, y más completo debe ser el vector de incentivos para que capte esas diferencias y se encuentre la trayectoria de deserción más efectiva. Por ejemplo, si la lista de de incentivos incluye una oferta aceptable para un agente que es punto de corte de la red, los costos de deserción de los nodos restantes deben disminuir. Es evidente que a medida que el número de deserciones crece, las valoraciones bajan y el sistema de incentivos se vuelve menos costoso para el gobierno (porque disminuyen los vínculos de la red y hay efectos de cascada o de contagio).

En términos cognitivos, cuando el gobierno fija la lista de incentivos debe tener en mente cierta estructura de la red rebelde. Si la estructura es plana, sin jerarquías evidentes, o con jerarquías no visibles, la fijación de los incentivos es más difícil. Estructuras jerárquicas, con largas tradiciones de jefes históricos, nombres conocidos y organigramas publicados por la misma organización hacen más sencilla la tarea de fijar los incentivos. Los incentivos más altos

tratarán de alcanzar la cúspide de la organización. Por supuesto, su fin no es encontrar el precio correcto de los jefes sino que permitan llegar a ellos a través de otros miembros con acceso a los líderes. El asesinato de Iván Ríos por uno de sus escoltas se puede interpretar como una fijación correcta de incentivos para que varios miembros de las Farc (una trayectoria hacia el objetivo) logaran llegar hasta él y asesinarlo. En esa trayectoria estuvo Karina, quien envió al futuro asesino como escolta, y quien al parecer ya había negociado su desertión con las Fuerzas Armadas, por la presión sobre su hija que vivía en una ciudad colombiana. No fue, entonces, un incentivo para que Ríos desertara, pues su valor de desertión era infinito, sino un incentivo para que lo asesinaran guerrilleros situados en trayectorias que llevaban a él.

La decisión de desertar depende de las decisiones de los vecinos inmediatos. Si un guerrillero deserta puede desencadenar una cascada de desertiones masivas de sus vecinos inmediatos, pero no de toda la red, pues el núcleo duro

actúa como una barrera efectiva a su expansión. Este efecto será mayor o menor dependiendo del tipo de estructura de la organización: celular, por frentes, jerárquica con pocos vínculos entre una capa y otra, aglomerada pero con escasos vínculos entre los clusters o absolutamente plana, con nodos decisivos invisibles para cualquier observador externo.

## **CONCLUSIONES**

Suponiendo que una proporción de miembros de una organización armada tiene un valor mínimo finito al que estarían dispuestos a desertar, y que el gobierno fija un sistema de incentivos que logre que esos miembros revelen su valor mínimo, presentamos un modelo en el que las interacciones entre agentes se representan mediante un juego entre los miembros de la organización –ubicados en una estructura de red– y el gobierno. Los miembros de la organización evalúan cuánta información acerca de su red entregan a cambio de la recompensa que ofrece el gobierno. El gobierno debe

aceptar o no la información que ofrece un desertor potencial a cambio de la recompensa. Los resultados del juego muestran que cuando un agente decide desertar genera, dependiendo de su posición, una serie de deserciones que lleva a la destrucción de la red local, por los efectos de su decisión sobre las decisiones de los que permanecen en ella.

El juego es iniciado por un agente elegido al azar y el gobierno, y ocurre en tres tipos de estructuras de red. La primera es un grafo cíclico de máxima densidad en el que cada agente tiene el mismo número de conexiones, y todos están conectados con todos. Cualquier agente que inicie el proceso de deserción generará el mismo resultado.

La segunda es una estructura acíclica, en forma de estrella, en la que la deserción del agente central lleva, en un periodo, a la destrucción total de la red. Las deserciones de los agentes conectados al nodo central no desintegran la estructura global de la vecindad.

La tercera es una estructura corresponde a la unión de la primera y la segunda. En este caso, el número de

conexiones de los agentes no es uniforme, lo que lleva a resultados diferentes dependiendo de la posición del primer agente que decide desertar y del razonamiento de los miembros restantes una vez conocen su deserción. Estos resultados concuerdan con los de Blume et al. (2007), que encuentran resultados heterogéneos, según sea la estructura del patrón de conexiones, en redes de intercambio con intermediarios.

Los equilibrios del modelo muestran que el proceso de destrucción de la red es inevitable cuando los agentes tienen valores mínimos de deserción finitos en estructuras conexas, es decir, cuando la decisión de desertar se extiende a través de la red produciendo un efecto de contagio en cada vecindad y, efectos aún mayores, de acuerdo con la conectividad de la red. La existencia de un núcleo duro de miembros con valores mínimos de deserción infinitos, que actúa como barrera efectiva a la expansión del proceso de deserción, asegura la supervivencia de organizaciones ilegales enfrentadas a políticas agresivas de incentivos y a una presión militar continua. El tamaño de ese

núcleo duro y el tipo de relaciones y de trayectorias que lo une con la periferia de la organización determinan, en últimas, el alcance de los incentivos y su efecto sobre la actividad de las organizaciones irregulares. Queda para el futuro investigar los efectos de las políticas de deserción sobre el núcleo duro, sus relaciones con el resto de la organización, su tamaño y su nivel de actividad.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Bacharach, M. "Beyond Individual Choice", N. Gold y R. Sugden, eds, *Teams and Frames in Game Theory*, Princeton, Princeton University Press, 2006.
2. Blume, L; D. Easley; J. Kleinberg y É. Tardos. "Trading Networks with Price-Setting Agents", Cornell University, 2007.
3. Douglas R. W. y F. Harary. "The Cohesiveness of Blocks in Social Networks: Node Connectivity and Conditional Density", M. Sobel y M. Becker, eds., *Sociological Methodology 2001*, Boston, Blackwell Publishers,

2001, pp. 305-359.

4. Isaza, J. F. y D. Campos. "Consideraciones cuantitativas sobre la evolución del conflicto colombiano", *Análisis Político* 65, 2009, pp. 3-12.
5. López, A. *El cartel de los sapos*, Bogotá, Planeta, 2008.
6. Markovsky, B. "Social Network Conceptions of Solidarity", P. Doreian y T. Fararo, eds., *The Problem of Solidarity: Theories and Models*, Amsterdam, Gordon and Breach, 1998, pp. 343-372.
7. Ministerio de Defensa Nacional. *Resultados fuerza pública, violencia y criminalidad, terrorismo*, Bogotá, Viceministerio para la estrategia y la planeación, 2008.
8. Moody, J. y D. R. White. "Structural Cohesion and Embeddedness: A Hierarchical Concept of Social Groups", *American Sociological Review* 68, 1, 2003, pp. 103-127.
9. Reyes, G. *Nuestro hombre en la DEA*, Bogotá, Planeta, 2007
10. Serrano, A. *La batalla final de Carlos Castaño*, Bogotá, Oveja Negra, 2007.
11. Téllez, E y J. Lesmes. "Los tratos

secretos de Estados Unidos con el narcotráfico", *Pacto en la sombra*, Bogotá, Planeta, 2006.

¿Cuánto vale desertar?

Palabras claves: redes sociales, deserción, teoría de juegos  
JEL: D85, D83.

Los miembros de las organizaciones armadas ilegales revelan su valor de deserción en respuesta a los incentivos que establece el gobierno. Cuando un agente de una organización armada decide desertar, dependiendo del tipo de estructura, el contagio se pondrá en marcha, y el proceso de destrucción de la red local ocurrirá más o menos rápido. A través de un juego entre miembros de la organización ilegal y el gobierno, con los primeros como nodos de una red, mostramos que la velocidad del proceso de deserción depende de la estructura de la red y de los valores de deserción de sus miembros.

What is the value of desertion?

Members of an illegal armed organization reveal their desertion minimum values in reaction to the incentives offered by a government. Depending on the organization's network structure, the desertion of an individual member will unleash a contagion process that will destroy the local network at a varying speed. Staging a game between a government and the members of an illegal organization, connected through a network structure, we show that the speed of the desertion process depends on the network structure and on its members' minimum desertion values.

Keywords: Social Networks, Desertion, Game Theory  
JEL: D85, D83.