

Julio - Septiembre de 2011

ISSN 0121-5132

P.V.P. Colombia \$12.000.00



02

Publicación admitida por Colciencias en el Índice Nacional de Publicaciones Seriadas, Científicas y Tecnológicas colombianas - Publindex - Clasificación tipo C
Publicación incluida en Ulrichsweb.com™
Tarifa postal reducida No. 2010-107
4-72 la Red Postal de Colombia
Vence 31 de diciembre de 2011

- Carbon Fiber Reinforced Polymer's like reinforcement and cathodic protection in structures.
- Introducción al legado de Smith, Owen y Babbage al desarrollo del comportamiento organizacional.
- RSE: en busca de una definición globalizada y la delimitación de sus fronteras.
- Impacto de la investigación aplicada sobre la sostenibilidad de una empresa de transporte ferroviario.
- Illegal business, conflict and economic development. A sustainable perspective.

ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

REVISTA DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE

Ingeniería

83

CONSEJO DIRECTIVO DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

PRESIDENTE GERMÁN EDUARDO ACERO RIVEROS

VOCALES LUIS GUILLERMO AYCARDI BARRERO
SANDRA XIMENA CAMPAGNOLI MARTÍNEZ
MARÍA DEL ROSARIO MONTEJO PERRY
ARMANDO PALOMINO INFANTE
RICARDO QUINTANA SIGHINOLFI
HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ
GERMÁN RICARDO SANTOS GRANADOS
JAIRO URIBE ESCAMILLA
JUAN MANUEL LUNA GORDILLO
(Representante de los profesores)
SERGIO CAMILO DÍAZ FUENTES
(Representante de los estudiantes)

RECTOR ROBERTO RÍOS MARTÍNEZ

SECRETARIO RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA

REVISTA DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

DIRECTOR JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS

COMITÉ EDITORIAL GERMÁN EDUARDO ACERO RIVEROS
CLAUDIA RÍOS REYES
PAULA XIMENA RÍOS REYES
HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ
RICARDO SALAZAR FERRO
GERMÁN RICARDO SANTOS GRANADOS

DIRECCIÓN EDITORIAL CRISTINA SALAZAR PERDOMO

EDICIÓN **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**
JORGE CAÑAS SEPÚLVEDA
CORRECCIÓN DE ESTILO
ELKIN RIVERA GÓMEZ

DIRECCIÓN COMERCIAL EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

Versión digital disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

AUTOPISTA NORTE AK 45 N.º 205-59
TEL.: (091) 668 3600, EXTS. 533 Y 397
revista@escuelaing.edu.co
BOGOTÁ, D.C., COLOMBIA

LA ESCUELA Y LA REVISTA NO SON RESPONSABLES DE LAS IDEAS Y CONCEPTOS EMITIDOS POR LOS AUTORES DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS. SE AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS ARTÍCULOS DE LA REVISTA SI SE CITAN LA FUENTE Y EL AUTOR.

Contenido

5 / EDITORIAL

La acreditación internacional

Eduardo Silva Sánchez

7-14

Carbon Fiber Reinforced Polymer's like reinforcement and cathodic protection in structures

*William Aperador Chaparro, Jorge Hernando Bautista Ruiz
y Óscar Fernando Avilés*

In this article was carried out a literature review on the Carbon Fiber Reinforced Polymers (CFRPs), which is used like reinforcement in structures as well as cathodic protection of metallic elements in reinforced concrete. Revision of several works is shown, all those using different conductive resins, varying quantity, and longitude carbon fibers, those added to modify the resins ionic/electrical conductivity.

15-20

Introducción al legado de Smith, Owen y Babbage al desarrollo del comportamiento organizacional

Jairo Raúl Chacón Vargas

Esta es una perspectiva general de los aportes que hicieron Adam Smith, Charles Babbage y Robert Owen al comportamiento organizacional. Para comprender el legado de estos pensadores a la administración, se empieza por explicar en forma breve el comportamiento organizacional, de manera que el lector pueda entender más adelante los vínculos entre los planteamientos de los anteriores autores y ese campo de la administración de las organizaciones.

21-26

RSE: en busca de una definición globalizada y la delimitación de sus fronteras

Andrés Felipe Cortés Ortiz y Sebastián Cortés Mejía

En el presente artículo se pretende evidenciar la importancia de la responsabilidad social empresarial (RSE) fortaleciendo su significado con principios aplicables a cualquier país, para lo cual es necesario aclarar ciertos conceptos que se han confundido con este término, como filantropía, administración e ingeniería. Lo anterior con el fin de responder a la siguiente pregunta: ¿hasta dónde puede llegar la RSE? En el desarrollo se mostrarán algunas definiciones de RSE, se discutirá su diferencia con la aplicación de la ingeniería y la administración, y se expondrá por qué se confunde con filantropía y misión empresarial.

Contenido

27-32

Impacto de la investigación aplicada sobre la sostenibilidad de una empresa de transporte ferroviario

Alejandra Betancourt Latorre, Germán Betancur Giraldo, Leonel Castañeda Heredia y Mauricio E. Palacio L.

La empresa Metro de Medellín, en conjunto con la Universidad Eafit y el apoyo de Colciencias, ha venido desarrollando diversos proyectos de investigación en el área de mantenimiento industrial, con la finalidad de mejorar la operación y la mantenibilidad del sistema de transporte metro. Durante el desarrollo de estos proyectos se ha logrado generar un impacto positivo tanto en la empresa como para la comunidad, puesto que se ha mejorado la seguridad y el confort para los usuarios del metro, lo cual beneficia a la compañía en cuanto a buenas prácticas de mantenimiento dentro de la organización.

33-44

**Illegal business, conflict and economic development.
A sustainable perspective**

Nicolás González Espinosa

This study attempts to test the relationship between regions based on natural resources and conflict levels in Colombia. Specifically, it shows that regions with high coca crop production are related to higher violence measures, i.e. there is a “coca curse”. Extra revenues coming from illegal activities are perpetuating conflict and are not channeled to other social priorities.

Editorial

La acreditación internacional

EDUARDO SILVA SÁNCHEZ

Exrector de la Escuela Colombiana de Ingeniería

eduardo.silva@escuelaing.edu.co

Recientemente, el programa de Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería recibió la comunicación de la Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (Riaces) por medio de la cual se reconoce, ahora con lineamientos de carácter internacional, que este programa posee la fortaleza suficiente para garantizar un alto nivel de calidad y una sostenibilidad que cubre toda esta década.

Para la Escuela, este reconocimiento tiene varios significados. En primer lugar, representa el acceso de la institución a los espacios internacionales, en particular al mundo iberoamericano al cual pertenece, de acuerdo con la historia. En segunda instancia, se da un paso en la dirección de hacerse presente en la aldea global ahora que se celebra el centenario del nacimiento de Marshall McLuhan, sociólogo canadiense que acuñó este término hace 50 años y de cuya visión del futuro hoy nadie duda. No sobra recordar que en su tiempo no había internet ni redes sociales, ni China era la fábrica del mundo.

Riaces representa la puesta en marcha de la internacio-

nalización de las agencias acreditadoras de los países de Suramérica, tipo CNA en Colombia, con el propósito no solamente de que tales agencias sean equivalentes sino también de abrir el espacio para la homologación de los títulos profesionales.

Con este protocolo de acreditación internacional se señala una preferencia por formar parte de la región latinoamericana, de considerar esta región su espacio propio, y no desdice en nada de que su vocación siga siendo Colombia y su compromiso con el desarrollo del país, centrado en la solución de los problemas de marginamiento de más del 50% de sus habitantes.

Felicitaciones a la Escuela Colombiana de Ingeniería por este logro, y mil gracias al programa, a los estudiantes, a los egresados y a los profesores de Ingeniería Civil por haber ayudado a alcanzarlo, a lo largo de estos 39 años de existencia.

Carbon Fiber Reinforced Polymer's like reinforcement and cathodic protection in structures

**WILLIAM APERADOR CHAPARRO¹, JORGE HERNANDO BAUTISTA RUIZ²,
ÓSCAR FERNANDO AVILÉS³**

1. Universidad Militar Nueva Granada, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia.

g.ing.materiales@gmail.com

2. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

jbautistaruz@yahoo.es

3. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

oscar.aviles@unimilitar.edu.co

Recibido: 05/05/2011 Aceptado: 09/06/2011

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Abstract

In this article was carried out a literature review on the Carbon Fiber Reinforced Polymers (CFRPs), which is used like reinforcement in structures as well as cathodic protection of metallic elements in reinforced concrete. Revision of several works is shown, all those using different conductive resins, varying quantity, and longitude carbon fibers, those added to modify the resins ionic/electrical conductivity. The CFRPs, fabricated with resins selected and used as cathodic protection, were placed on concrete elements and connected electrically with reinforcement bars; the CFRPs can be

used as well as printed current anodes. An electric current is applied between the CFRPs (anode) and the reinforcement bars (cathode) in different magnitudes. The results obtained by several researchers have demonstrated that composites of carbon fiber base, used as reinforcement elements of concrete, can work also as a system of cathodic protection (CP).

Keywords: Carbon Fiber Reinforced Polymer's, cathodic protection, reinforcement bars, corrosion.

INTRODUCTION

The reinforced concrete with steel bars is one of the most used construction materials around the world; however it is susceptible to fail due to the corrosion phenomenon. When reinforcements embedded in the concrete are corroded, a passive layer of the steel surface is damaged what leads to the formation of a coating of corrosion products (Iron oxides or hydroxides) around the perimeter of the bars. The volume occupied by the expansible oxides is bigger than the one occupied by the original steel what creates pressure against the concrete that circles the steel. This propitiates cracks and detachments in the concrete [1,2]. These consequences are not only unsightly but they can diminish the steel anchorage and potentially the resistance of the structural element. Long experience and extensive knowledge that we have nowadays about the concrete have confirmed that it is a reliable and durable material when it is exposed to normal or even moderately aggressive atmospheres. One of the most important properties in the concrete is its alkalinity which provides a protective mechanism, a safe environment, and is anticorrosive for the embedded reinforcing steel. However, in spite of these inherent advantages the reinforcement corrosion has become the main cause of deterioration and sometimes of premature flaws in structures of reinforced concrete [1-8].

In this context, the reinforcement technology with fibers has had an outstanding progress in recent years. For example, the reinforcement plates stuck on the surface of the elements made of concrete are now used as an efficient and profitable method for structural rehabilitation. More recently, the Fiber Reinforced Polymers (RFP's), and particularly, the Carbon Fiber Reinforced Polymers (CFRP's) have been considered and used as an alternative to steel, mainly due to their nimbleness as well as their resistance to chemical attacks and other favorable characteristics in engineering with regard to steel. The sheets of CFRP are a combination of fibers of carbon with a matrix of epoxy resin. Those fibers have a very high resistance and rigidity, and behave excellent when fatigue failure, sometimes even better than the steel and its density is lower. The fibers are placed in longitudinal direction as required, thus, sheets have an unidirectional structure where the fibers provide additional loading capacity, and the epoxy matrix joins

the fibers which allows loading transfer among the fibers, protecting them from the environment.

The fibers' strength is low in transverse direction and in shear, but they have shown a high yield point in tensile test. Mechanical characteristics in longitudinal direction are determined by the fiber type and its content in volume. The external reinforcement with carbon fibers can be applied in many ways such as: increasing loading capacity; rehabilitation of structural elements damaged by earthquakes, impacts and aging; correcting wrong designs or construction mistakes.

Cathodic Protection (CP) is a system that fights the degradation process of the metallic devices that are made for a long-time-use in facilities and infrastructures, and due to their operation conditions they require absolute integrity [5,8-10]. In the last three decades, CP has been used as a protection system in reinforced concrete structures. It is given the name because the protected metallic device is forced to behave as a cathode, it means the area where the reduction reaction is carried out. The corrosion or oxidation is explained in practical terms as loss of electrons in the metal, causing formation of metallic ions in the very metal surface. Therefore, the main purpose of the CP is to provide to the metal the electrons that has lost because of the oxidation process. The supply of the electrons can be carried out in 2 ways:

1. Sacrifice anodes: It consist on an electrical connection between the reinforcement steel, that is protected, with a metal that has more activity or is more susceptible to be oxidized; this way, the electrons that have been lost by the sacrifice anode keep the reinforcement steel in good condition.
2. Printed current (through an electrons source): The metallic reinforcement is forced to maintain an electric potential (excess of electrons) to assure its integrity. The printed current system gives to the metal the necessary current for its protection so that the reinforcement stays in passive or immune state. This is made by means of an external power source which supply an electrons flow to the metallic structure. In such a way will be favored the reduction reaction on the metallic surface, in which the iron ion becomes iron metallic [11-16].

This kind of systems are the most commonly used in concrete structures; the high electrical resistivity of

these systems can be overcome by using electric generators with adjustable power [17-23]. Because of this, there are still numerous structures using this kind of protection systems, even under adverse environmental conditions; however, their use implies an expensive initial installation to require current rectifier and a continuous monitoring system [23].

So, the literature review talks about a “double system”: A structural reinforcement system that uses a composite material made up of carbon fibers (CFRP's) as reinforcement agent can work also as printed current anode through the adherence of CFRP to the structural element by means of a conductive epoxy polymer adherent [24-31]. The conductive polymer is manufactured adding carbon fibers to a commercial epoxy resin adherent; this is used to stick the carbon sheets to the element of reinforced concrete. This review presents the results that so far have been obtained of the behavior of this kind of cathodic protection system in its initial phase, using laboratory specimens.

Conditioning to Accelerated Corrosion

Reinforcement corrosion occurs in conductive environments when the surface layer of the reinforcement is depassivated either by carbonation of the concrete's cover or by excessive chloride concentration in the pore solution. In bridge structures the primary cause of depassivation is the adsorption of chlorides used for deicing (figure 1). Oxygen is essential to sustain the corrosion process, which consists on the iron dissolu-

tion into ferrous oxides (Fe_2 ions) and ferric oxides (Fe_3 ions) (red rust). Therefore, the partially saturated conditions in the chloride contaminated concrete represent the ideal environment to promote the chemical process of corrosion. Under such conditions, corrosion of steel is an expansive process where the reaction products usually occupy a bigger volume than the original material did (Under limited oxygen supply, the resulting corrosion products are not necessarily expansive, but can be a soft, black, water-soluble compound)[32-38]. If the corroding steel is embedded in concrete, then the magnitude of tensile stresses, generated by the displaced volume of red rust material, is high enough to cause cracking and subsequent delamination of the concrete's cover. In conditioning the specimens, the objective was to generate similar corrosion products, as would occur in nature at an accelerated pace, so as to enable systematic study of the corrosion process and product accumulation in a realistic time frame. Accelerating the corrosion was achieved electrochemically by applying a fixed potential of 6V between the anode (reinforcement cage including transverse steel) and the cathode (central bar) of each specimen. At the initial stages of this phase, the specimens were immersed in plastic containers filled to three fourths of their height in 2% Cl_2 solution. After 5 days, the solution level was reduced to about 50 mm and the specimens were covered with plastic sheets to maintain a high level of humidity. During the exposure period, which lasted about 5 to 6 months, the voltage, current, and diametric expansion readings (at mid height and 675 mm above and below that section)

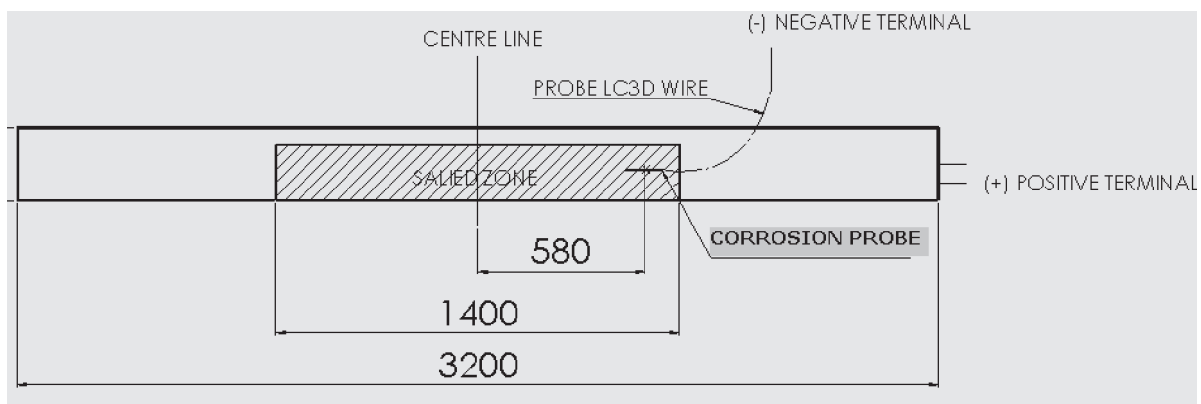


Figure 1. A schematic for the location of a corrosion intest specimen [39].

were taken periodically. Steel loss was calculated from the recorded corrosion current, using Faraday's equation (equation 1)

$$W(g) = \frac{I * t * Am}{z * F} \quad (1)$$

Where Am = metal's atomic mass (for iron 55.85 g); z = valency [assuming that the rust product is mainly $Fe(OH)_2$, z is taken as 2]; t = time since corrosion initiation (s); and F = Faraday's constant [94,486.7 coulombs (g/equivalent)]. [As a point of reference, note that 1 amp hr consumes 1.04 g of iron] [39-42].

Monitoring of the corrosion activity

The corrosion activity, within the test specimens, was monitored during this process using non-destructive and destructive techniques. Non-destructive, included measurement of the half-cell potential using internal probes and external instrumentation. Destructive techniques, included measuring the mass loss of the main reinforcing bars due to corrosion.

Half-cell potential measurements

The corrosion potential of the corroding reinforcement was measured relative to a standard silver/silver-chloride (Ag/AgCl) half-cell. The ASTM C876-91 Standard guide 3, for interpretation of the half-cell potential measurements, is given relative to a standard copper/copper-sulphate (CSE) half-cell. Therefore, the values given by this guide were converted to a standard Ag/AgCl half-cell to enable the interpretation of the measured half cell potentials using the probes embedded in the test specimens. The probe was attached close to one of the tension reinforcing bars and a plastic spacer was inserted between the probe and the bar to ensure electrical insulation between them. Plastic ties were used to tie the probe to the bar for the same reason. The probes had long lead wires that were used as negative terminals during half-cell potential measurements.

Half-cell potential measurements using Galvapulse instrument (external)

Galvapulse is a rapid non-destructive polarization instrument that can be easily used in the laboratory and in the field to determine the half-cell potential and the corrosion rate of reinforcement in concrete. Half-cell measurements are obtained relative to a standard silver/silver-chloride half-cell. The Galvapulse instrument is manufactured by Germann Instruments, Denmark. The instrumentation includes a handheld electrode system, a handheld computer having a 2 MB RAM (called PSION), a galvanostatic pulse generator and a response analyzer mounted on the backside of the PSION computer [1, 2, 22, 23, 43].

Measurements were taken following the procedure recommended by the manufacturer (figure 2) [43]. Measurements were taken at four locations along the test specimen: (a) at the centre of the specimen where the concrete is salted (location 1); (b) just before (location 2), and (c) just after the transition zone between the salted and the unsalted concrete (location 3); and (d) at the edge of the specimen where the concrete is unsalted (location 4).

Mass loss measurements (destructive)

The mass loss of the reinforcing bars as a result of corrosion was determined by removing coupons from the reinforcing bars, and following the ASTM G1-90 Standard 4 to clean and prepare these coupons (figure 3). The weight of the steel reinforcing bars before corrosion was determined, so that the weight of the

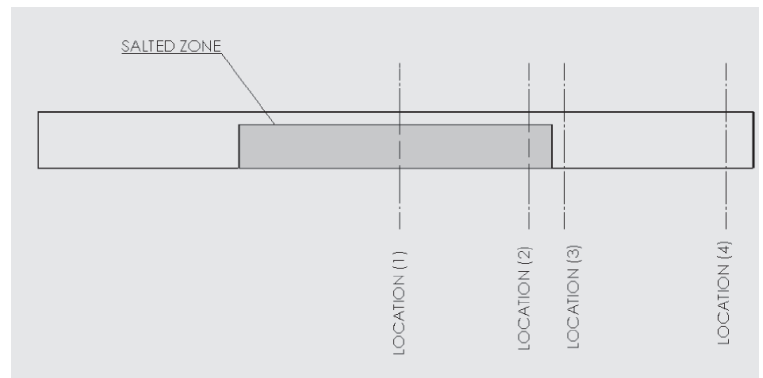


Figure 2. Galvapulse measurement locations along a test specimen [42].

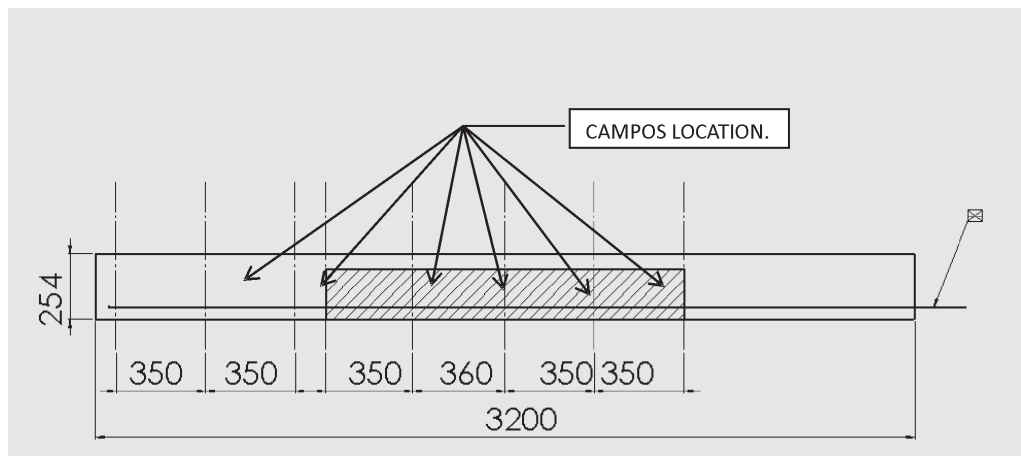


Figure 3. A schematic for the typical locations of steel coupons for mass loss estimation [42].

extracted coupons after corrosion can be compared to the original weight, and the mass loss due to corrosion can be estimated. After loading the test specimens to failure (refer to [10]), some randomly selected specimens were crushed and steel coupons were taken from the main reinforcing bars for the purpose of mass loss estimation. Steel coupons were taken from the middle salted zone, close to the transition zone, and the unsalted zone. Preparation of the steel coupons included cleaning the samples and then immersing them in an acidic solution to remove the corrosion products, without removing the base metal. The acidic solution used was a 50% solution of hydrochloric acid (HCl) to which hexamethylene tetramine was added with a concentration of 3.5 g per liter. Steel coupons were immersed in this solution for about 10-15 minutes, depending on how much they were corroded, and then were taken out to measure their weights. This process was repeated many times (usually five to seven times), until the weight of the coupons stabilized to ensure that all the corrosion products were removed. The final weights of the coupons were compared to original weights of the steel bars to determine the mass loss [1-5, 44-49].

PROCEDURE RECOMMENDED FOR THIS WORK

The first stage of experimental procedure in most of these works consists on developing a conductive epoxy resin adhesive. To achieve that the polymer epoxy resin adhesive becomes a conductive polymer, it must be

added carbon fibers as electric-ionic conductive material (filler). The fibers added are generally obtained from a structural reinforcement system made up of a carbon fiber fabric.

The carbon fiber fabric must be cut until obtaining individual carbon fibers with different longitudes. Then, they must be blended at the moment of the epoxy preparation; thus, an adhesive element is obtained. That adhesive element allows at the same time the electrons flow, due to the presence of the carbon fibers.

After that, the electrical resistivity of different epoxy resin adhesives must be evaluated, before it starts the production of test specimens of reinforced concrete. The sort of cement used for the production of these



Figure 4. It polymeric resin used as protection against the corrosion [50].

specimens, and the water cement ratio can be chosen by the researcher [50]. It is recommended to add NaCl to activate the reinforcement bars corrosion [5, 6, 9, 50-51].

Once characterized the conductive polymers that are used and the test specimens are manufactured, it should proceed to stick the structural reinforcement system using the selected conductive polymer adhesive over one of the faces of each specimen. After it has been stuck, it should proceed to the hardening stage of the epoxy resin adhesive; this process obtains its maximum hardness in a period no longer than five days.

When the epoxy resins reach their maximum hardness, the specimens are placed in cameras of controlled humidity. Into the cameras, it is recommended to place the necessary electric connections to make the electrochemical test measurements required without moving the specimen, this way the inside atmosphere is the least possible disturbed [6, 7, 27, 28, 29, 52-54].

The measurements that should be made to determine the system effectiveness in general are: (1) half cell potentials; (2) electric resistivity among the cathode (rebar) and anode (CFRP); (3) electric resistance among bars protected and not protected, (4) system depolarization, (5) electric current flow among anode and cathode.

The reinforcements half cell potential measurements are carried out to know the corrosion activity of the bar. They should be obtained using a high internal impedance voltmeter (10 to 200 M Ω); as reference electrode was used a Calomel electrode, copper /copper sulfate or silver / silver chloride. Electric current measurements should only be made in the connection stage of the cathodic protection system [1, 4, 16, 17, 30, 55-56].

Those measurements can be made using a graphic multimeter with null internal resistance. The system of cathodic protection must be disconnected for some seconds to measure the current's value that is flowing in the cathodic protection system (Instant on-off). Also, it should be carried out electric resistivity mensurations in the system, using the electric resistance method between two electrodes. When the half cell potential measurements become stable (their variation approach to zero) inside the controlled humidity cameras, it should proceed to apply the protection electric current

among the CFRP (anode) and the selected reinforcement bar (cathode).

According to several studies, electrochemical monitoring of the test specimens of reinforced concrete and the cathodic protection system can be done in different stages. These stages can be: (A) cured: the specimens are humidified inside their molds by a period of 4 weeks (day 0 to 28); (B) stabilization in laboratory: they are placed in a laboratory atmosphere (% of relative humidity, °C) to dry off and later to stick the CFRP (day 31 to 220); (C) stabilization in controlled humidity cameras: they are placed in the controlled humidity cameras to simulate an atmosphere with characteristic of a marine area (day 221 to 295); (D) connection to different magnitudes of protection currents (day 296 to 480) and (E) disconnect the test specimens from the protection current (day 481 to 512, approximately).

For the depolarization tests, the reinforcement bars protected were disconnected in several occasions in order to measure the half cell potentials vs. the IRE (Inner Reference Electrode). It is important to note that the first value should be taken two seconds after disconnecting; this value is called potential "Instant Off". After that, the potential should be measured at the four and twenty-four hours from the time they were disconnected. When concluding the twenty-four hours period, it is recommended to reconnect the protection system to continue the studies. These tests can be carried out at the 311, 345 and 401 days since the test specimens production, during the interconnection of the system [6, 7, 9, 31, 32].

Adherence force measurements in the proposed system can be done using a hydraulic machine. To be able to do the adherence tests in general, is necessary to build a mechanical device to hold the concrete test specimens to the test machine. The purpose is to obtain through the tension test the maximum loading value of adherence for the system proposed before failure.

CONCLUSIONS

In general, the values that have been referred as potentials can damage structurally the reinforcement steel because they can generate hydrogen in steel/concrete interface, which would be harmful to structural element resistance. For this reason, these potential values should be avoided.

The studies demonstrate that when the conductive resin is detached from the structural element, the electric resistivity between the reinforcement and the CFRP is increased.

In the first place, using the results of adherence tests carried out in this investigation, was verified the effect of percentage of added fibers in the adherence of the hybrid system proposed. Without variation of the values of current applied (100 mA/m²) and the type of epoxy resin adhesive, the adherence test values obtained did not show significant differences when the percentage of added fibers into the adhesive resin was modified,

It can be determined that if the resin is more flowed, the adherence strength measured just before the detachment between the protection system and specimen (failure) is the maximum. Seemingly, this high fluidity in the resin allows a better distribution on the contact area, diminishing the air bubbles when the resin is placed on the concrete; therefore, the contact area between the system and the concrete is increased.

Without changing the percentage of added fibers and the epoxy resin adhesive type, and starting from these values, it is possible to observe a discreet rise in the maximum adherence strength, when the current is greater. This indicates that the mechanical properties in the system Concrete/Resin/CFRP are not affected by the application of the current protection current; the system resistivity's changes could be effect of the corrosion in the connections and not of the system's detachment.

The carbon fiber composite as a mixed system, like external structural reinforcement, can also work as a system of cathodic protection (CP).

It is possible to infer from the adherence tests that the quantity of fibers added to the conductive resin do not affect significantly the adherence of the CFRP to the concrete specimen. The maximum adherence strength of the studied system was greater when the conductive resin presented a greater fluidity. Likewise a marginal increase was observed in the adherence strength when the current applied to the system was greater.

REFERENCES

1. Alagusundaramoorthy, P., Harik, I.E., Choo, C. C., (2006). "Structural Behavior of FRP Composite Bridge Deck Panels", *Journal of Bridge engineering* © ASCE, july - august , 384-394.
2. Alonso, C., Andrade, C., Castello, M., and Castro, P. (2000). "Chloride threshold values to depassivate reinforcing bars embedded in a standardized OPC mortar". *Cement and Concrete Research*, 30, 1047-1055.
3. Andrade, C., Alonso, C. (1996). "Progress on Design and Residual Life Calculation with Regard to Rebar Corrosion in Reinforced Concrete", *Techniques to Assess the Corrosion Activity of Steel Reinforced Concrete Structures*, ASTM STP 1276, Philadelphia, PA, USA.
4. Arya, C., Clarke, J.L., Kay, E.A., O'Regan, P.D. (2002). "Design Guidance for Strengthening Concrete Structures using Fibre Composite Materials: a Review", *Engineering Structures*, 24, 889-900.
5. ASTM International (2002). "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete". *ASTM C876-91*, West Conshohocken, PA, USA.
6. ASTM International. "Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens". *ASTM G1-90*, West Conshohocken, PA, USA.
7. Bencardino, F. et al. (2006). "The problem of shear in RC beams strengthened with CFRP laminates" *Construction and Building Materials*, doi:10.1016/j.conbuildmat.2006.05.056 in press.
8. Braam, C.R., Walraven, J.C. (1991). "Control of Crack Width in Deep Reinforced Concrete Beams". *IABSE Colloquium Structural Concrete*, Stuttgart, IABSE-report, V.62, 111-116.
9. Breitenbücher, R. (1998). "Developments and applications of high-performance concrete". *Mater Struct*, 31, 209-215.
10. Broomfield, J. (1997). *Corrosion of Steel in Concrete; Understanding, Investigation and Repair*. London (UK), E&FN Spon.
11. BS EN 1992-1-1: Eurocode 2 (2004). *Design of Concrete Structures. General Rules and Rules for Buildings*.
12. Buchan, P.A., Chen, J.F. (2007). "Blast resistance of FRP composites and polymer strengthened concrete and masonry structures". *Composites: Part B*, doi:10.1016/j.compositesb.2006.07.009 in press.
13. CEB-FIP. Model code for concrete structures. CEB-FIP International Recommendation, Comite Euro-International du Beton, 1990.
14. CEB. Cracking and deformation. Bulletin d'Information N.158, Comite' Euro-International du Beton, 1985.
15. Claesson, C., Johansson, M. (1999). "Finite Element Analysis of Confined Concrete Columns". *Fifth International Symposium on Utilization of High-Strength/High-Performance Concrete*. Sandefjord, Norway, June 20-24.
16. Colotti, V. (1991). "Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Panels". In: *Procs, Giornate AICAP, Italian Association of Reinforced and Prestressed Concrete Structures*, Spoleto, Italy, 81-96.
17. CSTR49. (1998). *Design Guidance for High Strength Concrete*. Concrete society, technical report 49. Singapore: The Concrete Society.
18. Debaiky, A., Green, M., Hope, B. (2002). "Carbon Fiber-Reinforced Polymer Wraps for Corrosion Control and Rehabilitation of Reinforced Concrete Columns", *ACI Mater J*, 99(2), 129-37.
19. Desayi, P., Rao, K.B. (1987). "Probabilistic Analysis of the Cracking of RC Beams", *Mater Struct*, RILEM , 20 (120), 408-17.
20. Ekenel, M., Myers, J. (2007). Durability performance of RC beams strengthened with epoxy injection and CFRP fabrics", *Construction and Building Materials*, 21, 1182-1190.
21. Eurocode 2. (1991). *Design of Concrete Structures, Part 1, General Rules and Rules for Buildings*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.

22. Farnam, Y., Moosavi, M., Shekarchi, M., Babanajad, S.K., Bagherzadeh, A. (2010). "Behaviour of Slurry Infiltrated Fibre Concrete (SIFCON) Under Triaxial Compression". *Cement Concrete Res*, 40(11), 1571-1581.
23. Frosch, R.J. (1999). "Another look at cracking and crack control in reinforced concrete". *ACI Struct J*, 96(3), 437-42.
24. Held, M., König, G., Hochfester, B. (1992). "125-Eingeeigneter Baustoff für hochbelastete Druckglieder". *Beton und Stahlbetonbau*, 87(2-3), 41-52.
25. Hsu, T.T.C. (1997). "ACI Shear and Torsion Provisions for Prestressed Hollow Girders". *ACI Struct J*, 94(6), 787-99.
26. Hsu, T.T.C. (1993). *Unified Theory of Reinforced Concrete*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.
27. Iori, I., Dei Poli, S. (1985). "Sulla torsione di elementi strutturali in cemento armato". *La Industria Italiana del Cemento*, (2), 121-9.
28. Kawada, H., Kobiki, A., Koyanagi, J., Hosoi, A. (2005). "Long-term durability of polymer matrix composites under hostile environments", *Materials Science and Engineering*, A 412, 159-164.
29. Kuder, K.G., Ozyurt, N., Mu, E.B., Shah, S.P. (2007). "Rheology of Fiber-Reinforced Cementitious Materials". *Cement Concrete Res*, 37, 191-199.
30. Lawler, J.S., Zampini, D., Shah, S.P. (2002). "Permeability of Cracked Hybrid Fiber-Reinforced Mortar Under Load". *ACI Mater J*, 4(99), 379-385.
31. Leonhardt, F. (1977). *Crack Control in Concrete Structures*. IABSE Surveys, S-4/77.
32. Magnusson, J., Hallgern, M. (2004). "Reinforced High Strength Concrete Beams Subjected to Air Blast Loading". In Jones, N., Brebbia, C.A., editors. *Structures Under Shock and Impact VIII*, WIT Press.
33. Makhlof, H.M., Malhas, F.A. (1996). "The effect of Thick Concrete Cover on the Maximum Flexural Crack Width Under Service Load". *ACI Struct J*, 93(3), 257-65.
34. Mansur, M.A., Chain, M.S., Wee, T.H. (1997). "Flexural Behavior of High Strength Concrete Beams". *ACI Struct J*, 94(6).
35. Masoud, S., Soudki, K. (2006). "Evaluation of corrosion activity in FRP repaired RC beams, Cement and Concrete". *Composites*, 28,969-977.
36. Masoud, S., Soudki, K., Topper, T. (2001). "CFRP-Strengthened and Corroded RC Beams Under Monotonic and Fatigue Loads", *ASCE J Compos Construct*, 5(4), 228-36.
37. Mayer, L. (2002). *Neue Entwicklungen beim Einsatz von Hochleistungsbeton*. Presentation at the Deutschen Betontag in Hamburg, Proceedings.
38. Navy, E.G. (2001). *Fundamentals of High-Performance Concrete*. 2nd ed. Inc: John Wiley & Sons.
39. Oh, B.H., Kang, Y.J. (1987). "New Formulas for Maximum Crack Width and Crack Spacing in Reinforced Concrete Flexural Members". *ACI Struct J*, 84, March-April, 103-12.
40. Pantazopoulou, S., Bonnaci, J., Sheikh, S., Thomas, M., Hearn, N. "Repair of Corrosion-Damaged Columns with FRP Wraps". *ASCE J Compos Construct*, 5(1), 3-11.
41. Rahal, K.N., Collins, M.P. (1995). "Effect of Thickness of Concrete Cover on Shear-Torsion Interaction-an Experimental Investigation". *ACI Struct J*, 92(3), 334-42.
42. Ramadan, O.M.O., Kansouh, S.F. "An Empirical Model for Curvature Ductility of Reinforced High-Strength Concrete Sections". *Proceedings of the seventh international conference on computational structures technology*, Paper No.176, Lisbon, Civil-Comp Press.
43. Rangan, B.V., (1998). *High-Performance High-Strength Concrete: Design Recommendations*, Concrete Int, November.
44. Rasmussen, L.J, Baker, G. (1995). "Torsion in Reinforced Normal and Highstrength Concrete Beams-Part 1: Experimental Test Series". *ACI Struct J*, 92(1), 56-62.
45. Schmidt, M., Fehling, E., Geisenhanslücke, C. (2004). "Ultra High Performance Concrete (UHPC)". *Proceeding of the international symposium on ultra high performance concrete*. Kassel, Germany, September, 13-15. Kassel University Press GmbH, Schriftenreihe Baustoffe und Massivebau, Structural Materials and Engineering Series, Heft 3, no. 3, 2004.
46. Shah, A.A. (2004). *Experimental Investigation of High Performance/High Strength Concrete Columns with Intervening Normal Strength Concrete Slabs*. PhD Thesis. Leipzig University; Pendyala, R., Mendis, P.A, Patnaikuni, I. Full range behavior of high-strength reinforced concrete flexural concrete members. *ACI Struct J*, 93, 108.
47. Shah, S.A, Ribakov, Y. (2005). "Experimental and Analytical Study of Flat-Plate Floor Confinement". *Mater Des*, 26(8), 655-659.
48. Shehata, I.A.E.M., Shehata, L.C.D., Mattos, T.S. (2000). "Stress-Strain Curve for the Design of High-Strength Concrete Elements". *Mater Struct*, 33, 411-418.
49. Sherwood, E., Soudki, K. (1999). "Confinement of Corrosion Cracking in Corrosion Damaged Reinforced Concrete Beams with CFRP Laminates". *ACI SP-188 on non-metallic (FRP) reinforcement for concrete*, 591-603.
50. Tan, K.H, Mansur, M.A., Huang, L.M. (1996). "Reinforced Concrete T-Beams with Large Web Opening in Positive and Negative Moment Regions". *ACI Struct J*, 93(3), 277-89.
51. Voigt, T., Bui, K.B., Shah, S.P. (2004) "Drying Shrinkage of Concrete Reinforced with Fibers and Welded-Wire fabric". *ACI Mater J*, 2(101), 233-41.
52. Wallenfels, J. (2004). *GFRP Bar Transverse Coef?cient of Thermal Expansion Effects on Concrete Cover*. Civil Environ Eng, Virginia Tech, USA
53. Wiche, M. (1991). "Cracking and Deformation in Structural Concrete". *IABSE Colloquium Structural Concrete*, IABSE report, Stuttgart, V.62, 49-57.
54. Xiao, Y., Yun, H.W. (2002). "Experimental Studies on Full-Scale High-Strength Concrete Columns". *ACI Struct J*, 99(2), 99-207.
55. Xie, J., Elwi, A.E., MacGregor, J.G. (1995). "Mechanical Properties of Three High Strength Concretes Containing Silica Fume". *ACI Mater J*, 1995; 92(2), 135-145.
56. Yoon, Y.S., Cook, W.D., Mitchell, D. (1996). "Minimum Shear Reinforcement in Normal, Medium, and High-Strength Concrete Beams". *ACI Struct J*, 93(5), 576-84.

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Introducción al legado de Smith, Owen y Babbage al desarrollo del comportamiento organizacional

An Introduction to the Development of Organizational Behavior: The Legacy left by Smith, Owen and Babbage

JAIRO RAÚL CHACÓN VARGAS

Ingeniero industrial, MSc. Docente de planta del programa de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería

Recibido: 07/05/2011 Aceptado: 31/05/2011
Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

Esta es una perspectiva general de los aportes que hicieron Adam Smith, Charles Babbage y Robert Owen al comportamiento organizacional. Para comprender el legado de estos pensadores a la administración, se empieza por explicar en forma breve el comportamiento organizacional, de manera que el lector pueda entender más adelante los vínculos entre los planteamientos de los anteriores autores y ese campo de la administración de las organizaciones. Posteriormente se abordan las contribuciones de Adam Smith sobre la división del trabajo y las motivaciones humanas en la toma de decisiones en una organización, institución o sociedad. Acto seguido, se ofrece la contribución de Charles Babbage al diseño del trabajo y se finaliza con el legado de Robert Owen sobre la productividad de una organización y su relación con las condiciones y el trato que se les dé a las personas que trabajan en ella.

Palabras claves: comportamiento organizacional, administración, teoría de la organización, organizaciones.

Abstract

The article provides an overview of the contributions made by Adam Smith, Charles Babbage and Robert Owen to organizational behavior. In order to understand the legacy left by these social thinkers to management, the text gives a brief explanation for the organizational behavior, so that the reader can relate the approaches of these authors to organizations (as a field of management). Subsequently, the article encompasses the Adam Smith contributions to the Division of Labor and the human motivation in the decision making process, in an organization, institution or society. Thereupon, we illustrate the contribution of Charles Babbage to the designing of work, and finally, the legacy of Robert Owen on a organization productivity and its connection with the conditions and treatment given to workers.

Keywords: organizational behaviour, management, organization theory, organizations.

INTRODUCCIÓN

Con el presente artículo de reflexión se pretende ilustrar desde una perspectiva general las ideas de Adam Smith, Charles Babbage y Robert Owen sobre comportamiento organizacional. Para comprender los aportes hechos por tales pensadores a este campo de la administración, resulta útil primero tener una aproximación conceptual de lo que es el comportamiento en las organizaciones y su estructura, de manera que una vez que se entienda de qué trata esta materia será más fácil establecer los vínculos entre los planteamientos de los anteriores pensadores y esa estructura.

Se hizo una revisión de la bibliografía especializada para entender y exponer de manera breve el discurso que esgrimieron los anteriores autores; de allí se extrajeron aquellos planteamientos que ejercieron una influencia sobre la teoría del comportamiento organizacional, con la esperanza de que el lector tenga una perspectiva histórica de la evolución de esa disciplina de la administración de empresas. Si bien esta perspectiva no es completa, porque se deja de lado el aporte de otros pensadores, le permite al lector tener una primera aproximación de las razones por las cuales hoy el comportamiento organizacional es un cuerpo de conocimientos maduro por haberse nutrido del pensamiento de Smith, Babbage y Owen, desarrollado hace cerca de 200 años.

QUÉ ES EL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL

Para entender las ideas de Smith, Owen y Babbage que ejercieron una influencia significativa en el comportamiento organizacional, resulta útil tener una aproximación conceptual de qué trata este campo de la administración de empresas, de modo que al comprender sus elementos se pueda establecer el vínculo de los trabajos de los anteriores personajes con estos componentes.

De acuerdo con Hellriegel et ál. (1999, p. 26), el comportamiento organizacional tiene como finalidad conocer y aplicar el conocimiento de la conducta individual y grupal de las personas dentro de las organizaciones. Estos mismos autores plantean que existen cuatro componentes que ayudan a entender dicho comportamiento y a identificar formas por las cuales pueden mejorarse las capacidades de la gente para que logre mejores resultados: *influencias ambientales, procesos in-*

dividuales, procesos de grupo e interpersonales y procesos organizacionales. A continuación se da una breve explicación de lo que significa cada uno de estos aspectos.

En cuanto a las *influencias ambientales*, se sabe que las organizaciones operan en unos contextos culturales, económicos, políticos y ambientales específicos que las impactan de diversas maneras (Benoît et ál., 2009, p. 19), y a su vez las empresas impactan también estos aspectos externos. Un ejemplo es el papel cada vez más importante que desempeñan las denominadas *partes interesadas*¹. Como lo señalan Darnall et ál. (2009, pp. 174-175), en ciertas situaciones algunas partes interesadas externas tienen la capacidad de regular a las compañías, obligándolas a cumplir las normas ambientales; de no hacerlo, las organizaciones se vuelven más vulnerables en aspectos tales como su imagen corporativa y la relación con los clientes. A su vez, un ejemplo de cómo las empresas pueden impactar su entorno son los impactos sociales o ambientales ocasionados por la elaboración de sus productos o sus prácticas de gestión (Benoît et ál., 2009, p. 44).

Los *procesos individuales*, entendidos como los comportamientos de las personas en las organizaciones (Hellriegel et ál., p. 28), también es importante comprenderlos por cuanto son los que pueden contribuir al logro de los objetivos y la misión de las empresas.

Los *procesos de grupo o interpersonales* tienen que ver con el conocimiento de los procesos que se producen en el interior de las organizaciones cuando las personas interactúan, y a partir de esa dinámica pueden surgir actitudes, por ejemplo, que pueden contribuir a mejorar el desempeño global de la empresa o, por el contrario, a deteriorarlo.

Los *procesos organizacionales* se refieren a la forma como los administradores toman decisiones para diseñar estructuras que contribuyan al logro de los objetivos de las empresas, como la asignación de responsabilidades y su relación con la organización (también denominada estructura organizacional), la asignación de recursos para el desarrollo de tareas, la forma de manejar los conflictos con los empleados y la administración del cambio.

1. "Cualquier grupo o individuo que puede afectar o ser afectado por el logro de los objetivos de una organización" (Darnall et ál., 2009, p. 174).

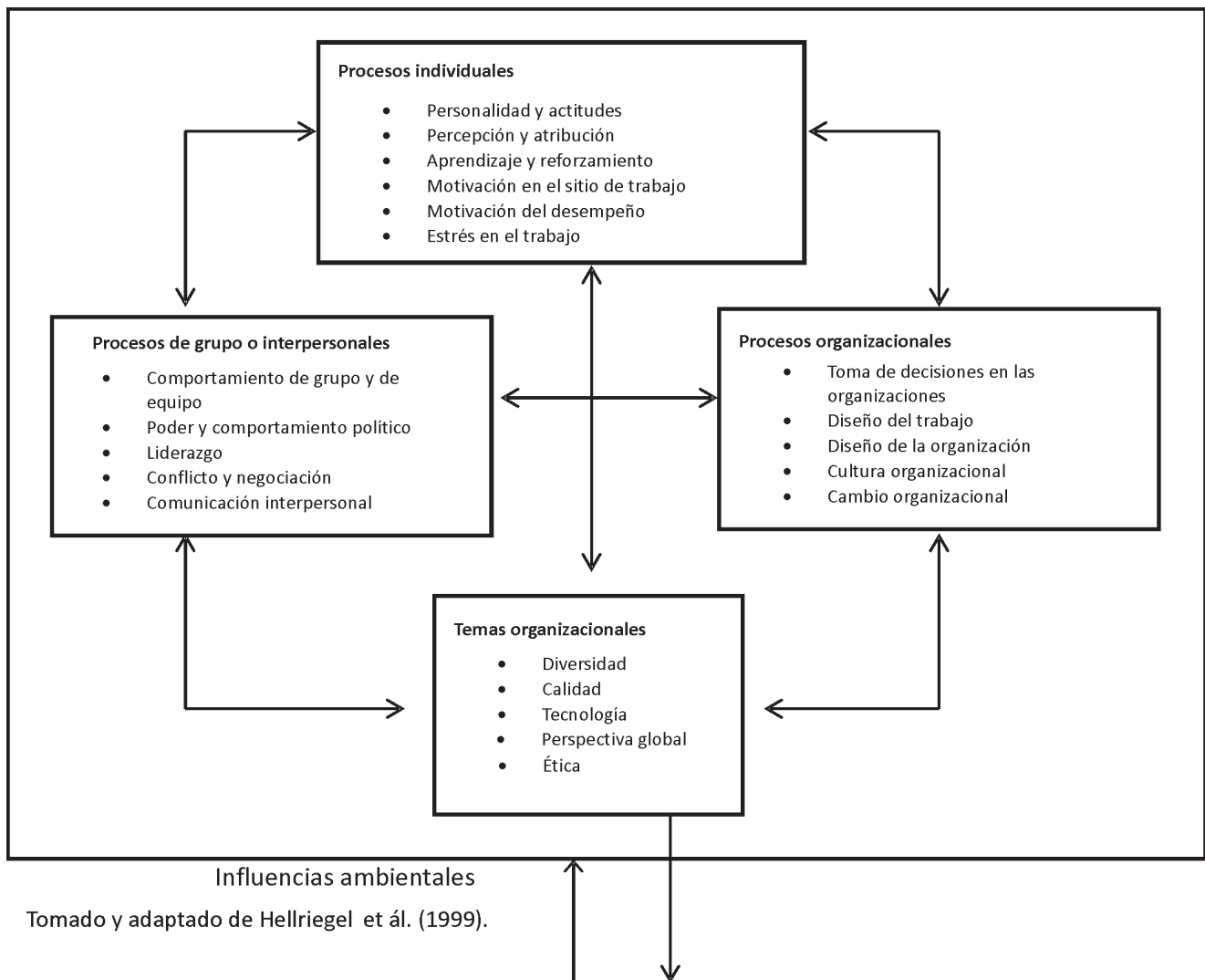


Figura 1. Estructura del comportamiento organizacional.

En la figura anterior se ilustran los componentes de la estructura del comportamiento organizacional, lo que facilita entender cómo pensadores de la talla de Smith, Owen y Babbage ayudaron de manera importante a sentar las bases para un desarrollo más maduro de esa estructura.

ADAM SMITH Y SU CONTRIBUCIÓN AL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL

A Adam Smith (1723-1790), economista nacido en Escocia, suele conocerse por sus grandes aportes, que sirvieron de base para la nueva ciencia sobre economía política (Tribe, 2001, p. 95).

Entre sus obras más reconocidas están *Teoría de los sentimientos morales* (*The theory of moral sentiments*) (Tajima, 2007, p. 578; Zak, 2011, p. 53), *Ensayo sobre la riqueza de las naciones*² (*An inquiry into nature of the wealth of nations*) (Rashid, 1998) y *Teoría de las instituciones y la acción colectiva* (*Theory of institutions and collective action*). En el primero y el tercer libro, Smith plantea los principios que guían a las personas al dar respuestas emocionales a las necesidades del otro (lo que algunos llamarían empatía), lo que sería el fundamento del comportamiento moral

2. También conocida de manera abreviada como *La riqueza de las naciones*.

(Zak, 2011, p. 54), mientras que en el segundo libro argumenta que el egoísmo humano es suficiente para que las naciones incrementen su riqueza, sin que se requiera la intervención del Estado (Zak, 2011, p. 54). Esta aparente contradicción del pensamiento de Smith sobre la naturaleza humana ha sido “resuelta” por algunos autores (Zak, 2011, p. 54) al haber evidencia de que el interés propio y el deseo de ayudar al prójimo no se excluyen mutuamente. Un ejemplo de esto son las donaciones que ha hecho Bill Gates después de muchos años de haber contribuido al nacimiento y auge de la empresa Microsoft.

Una vez expuesto el anterior contexto, se explicará a continuación cuál ha sido el aporte de Smith al comportamiento organizacional. La primera respuesta se halla en el primer capítulo del libro *La riqueza de las naciones*, que trata sobre *la división del trabajo*³. Vale la pena señalar que los planteamientos que hace Smith en este capítulo se relacionan con el componente *procesos organizacionales* y más específicamente con una de las actividades allí indicadas, denominada *diseño del trabajo* (figura 1); esto no significa que las otras actividades de este componente no deban tenerse en cuenta, pues existe una relación entre éstas; por ejemplo, el diseño de los puestos de trabajo puede obedecer a un cambio organizacional o a la toma de decisiones de política sobre la gestión del personal de la organización.

El *diseño del trabajo* busca, entre otros objetivos, que las tareas que allí se desarrollen se hagan de manera efectiva y que se logren los resultados que espera la administración. Al respecto, Smith aporta algunos elementos interesantes al defender las ventajas económicas y una mayor productividad que tendría para una empresa *la división del trabajo* o la especialización de los trabajadores. La fuerza de su argumento la ilustra con un ejemplo sobre la elaboración de alfileres (Rashid, 1998, p. 15; Nagishi, 2000, p. 6): si cada obrero hiciera una tarea especializada para la fabricación de cada alfiler, esto llevaría a una alta producción diaria de alfileres; de lo contrario, si cada trabajador deseara hacer por sí solo el alfiler, el conjunto de trabajadores produ-

cirían una cantidad ínfima de alfileres al día. Hoy en día, en muchos procesos de producción y sectores industriales (la especialización de empresas dentro de la misma industria) se sigue aplicando en lo fundamental el concepto de Adam Smith (Negishi, 2000, pp. 5-11), aun cuando para la producción de un bien específico se han introducido otros factores para que las tareas no se tornen aburridoras para el trabajador y, por el contrario, puedan volverse más interesantes, retadoras y con sentido para éste.

La segunda respuesta se encuentra en su obra *Teoría de los sentimientos humanos*, donde Smith explora las motivaciones del ser humano en cuanto a la naturaleza analítica y lógica del pensamiento económico⁴ (Frantz, 2000, p. 2), para lo cual parece existir un acuerdo de la confirmación de que el egoísmo del hombre está condicionado por la virtud de la prudencia y la utilidad que se obtiene al servirles a otros (Tajima, 2007, p. 577; Frantz, 2000, p. 3; Paganelli, 2011, p. 247). Aquí los planteamientos de Adam Smith aportan interesantes ideas al comportamiento organizacional en el componente sobre *procesos individuales* (figura 1), y permiten entender las motivaciones humanas en la toma de decisiones en una organización, institución o sociedad.

CHARLES BABBAGE Y SU CONTRIBUCIÓN AL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL

Charles Babbage (1791-1871) nació en Gran Bretaña. Durante su existencia tuvo una actividad intelectual prolífica en varios campos del conocimiento, publicó seis monografías extensas y al menos 86 artículos (Lewis, 2007, p. 249). Sin embargo, a este matemático se le conoce generalmente porque fue una de las primeras personas en tratar de diseñar con mucho ingenio máquinas capaces de hacer cálculos. La primera la diseñó en el año 1820 y la llamó *máquina diferencial*; tenía como propósito generar automáticamente tablas con valores

3. Que por cierto, como lo anota Rashid (1998, p. 14), ha sido la parte más popular del libro y la más impresa.

4. Si bien este tema también lo trata Smith en su obra *Ensayo sobre la riqueza de las naciones* (Tajima, 2007, p. 578), considero que en la *Teoría de los sentimientos morales* dedica el suficiente tiempo para una explicación quizás más profunda sobre la naturaleza humana y su incidencia en las decisiones económicas que toma el hombre.

numéricos de funciones matemáticas. Más adelante, en 1833, emprendió la tarea de diseñar y construir otra máquina igual o más compleja que la anterior, denominada *máquina analítica*, la cual nunca se construyó (Belanger & Stein, 2005, pp. 77 y 85).

Expuesto lo anterior, se explicará cuál ha sido la influencia de los trabajos de Babbage en el comportamiento organizacional. La respuesta se encuentra en el libro *Sobre la economía de la maquinaria y las manufacturas*⁵ (*On the economy of machinery and manufactures*). En las primeras páginas de este libro, digitalizado por Google Books (Babbage, 1832), Babbage deja claro que su obra tiene como fin plantear algunos principios mecánicos que regulan la aplicación de la maquinaria a las artes y fabricantes, así como las ventajas y desventajas del empleo de herramientas y maquinaria y su influencia sobre el trabajo y la fuerza humana.

El capítulo que es relevante por el impacto que tuvo en la construcción del cuerpo de conocimientos sobre comportamiento organizacional es el número 18, “Sobre la división del trabajo”, por cuanto tiene que ver con el componente *procesos organizacionales*, en particular con la actividad denominada *diseño del trabajo* (figura 1). Con la lectura de este capítulo, Babbage piensa que el principio más importante para la economía de una organización es la especialización del trabajo entre las personas. Su argumento se basa en que cada individuo, mientras trabaja, se da cuenta por sí mismo de que puede hacer tareas simples mejor y con un mayor rendimiento, cosa que no sucedería si tuviera que hacer varias tareas al mismo tiempo; esta última situación deriva en un mayor tiempo de aprendizaje, la pérdida de tiempo al cambiar de una actividad a otra, despilfarro posible de materiales, menor destreza, entre otros factores negativos.

Como bien lo resume Merryll (1986), Babbage mostró la existencia de principios administrativos que pueden encontrarse con la experiencia y que posteriormente se convirtieron en los “cimientos” para las construcciones que luego habría de levantar Frederick W. Taylor, quien a su vez transmitió ese legado que contribuyó al

desarrollo de los conocimientos que hoy se tienen sobre comportamiento organizacional.

Si bien es cierto que la filosofía de Babbage sobre la división del trabajo se sigue aplicando en la actualidad, se reitera que las nuevas condiciones que imperan en las economías globales han llevado a que esta división del trabajo tenga variaciones que incorporan todavía una mayor productividad y que en muchos casos le permiten al trabajador realizar tareas poco monótonas; es más, le dan mayor autonomía y le reducen la fatiga y el aburrimiento en el puesto de trabajo, siempre y cuando se mantenga la decisión de emplear al ser humano en tareas de producción y no se piense en prescindir de la mano de obra para reemplazarla por sistemas automatizados (como robots, por ejemplo).

ROBERT OWEN Y SU CONTRIBUCIÓN AL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL

Robert Owen (1771-1858) nació en Gran Bretaña (Hill, 1949). Son bien conocidas obras suyas como *La formación del carácter humano* (*The first essay on the principle of the formation of character*) y *Una nueva visión de la sociedad* (*A new view of society*); de esta última se destaca *Alocución a los directores de fábricas* (*Address to the superintendents of manufactories*), que incorporaba planteamientos poco comunes –por no decir revolucionarios– para la época, relacionados con el trato y la gestión de la mano de obra (Merryll, 1986).

A continuación se explica la influencia de las ideas de Owen sobre el comportamiento organizacional. El siguiente texto, tomado de una de sus obras antes mencionadas, puede ofrecer la clave del aporte que este pensador hizo a la administración de organizaciones:

“... Por estos detalles veréis que desde el comienzo de mi administración consideré al personal, a la técnica y a cada parte del establecimiento, como un sistema compuesto de muchas piezas; y combinarlas era mi obligación y mi interés, de suerte que cada trabajador, así como cada resorte, palanca y rueda, cooperasen eficazmente a producir una mayor ganancia pecuniaria para los propietarios” (Owen, 1825; incluido en Merryll, 1986, p. 25). En otros apartes de este mismo documento, Owen expone lo siguiente:

“... Entonces, si la debida atención por el estado de vuestras máquinas inanimadas puede producir esos resultados beneficiosos, ¿qué no puede esperarse si se

5. Según el *Diccionario de la lengua española*, (22 ed., 2001), manufactura es toda “obra hecha a mano con auxilio de máquina”.

consagra igual atención a vuestras máquinas vitales, mucho más maravillosamente construidas?” (Owen, 1825; incluido en Merryll, 1986, p. 26).

Una lectura de los anteriores textos muestra que, para la época, Owen ya reconocía que la productividad de una organización tiene una marcada influencia por las condiciones y el trato que se les dé a las personas que trabajan en ella (si bien a Owen puede rotularsele como humanista, tenía un sentido práctico que lo hacía entender que era también crucial generar valor agregado a los inversionistas o propietarios de las empresas); esto indudablemente también sentó las raíces para que después otros científicos de la administración, como Abraham Maslow, Elton Mayo y Douglas McGregor, pudieran construir sus teorías alrededor de la importancia del ser humano en el desempeño de las organizaciones y que, por extensión, contribuyeron también al cuerpo de conocimientos sobre comportamiento organizacional, que tiene relación directa con los componentes *procesos individuales y procesos de grupo e interpersonales* (figura 1).

CONCLUSIONES

Las consideraciones expuestas anteriormente han buscado mostrar que el cuerpo de conocimientos, discursos e instrumentos que conforman lo que se denomina el comportamiento organizacional ha incorporado las ideas que propusieron y desarrollaron Adam Smith, Robert Owen y Charles Babbage, lo que evidencia que el conocimiento alcanzado sobre esta materia no se ha hecho de manera improvisada sino que, por el contra-

rio, refleja un nivel de madurez importante desde el punto de vista científico.

REFERENCIAS

- Babbage, C. (1832). *On the economy of machinery and manufactures*. London: Charles Knight, Pall Mall East (digitalizado por Google Books).
- Belanger, J. & Stein, D. (2005). Shadowy vision: spanners in the mechanization of mathematics, 32, pp. 76-93.
- Benoit, C. (ed.) (2009). *Guidelines for social life cycle assessment of products*. Unep-Setac Life Cycle Initiative.
- Darnall, N., Seol, I. & Sarkis, J. (2009). Perceived stakeholder influences and organizations' use of environmental audits. *Accounting, Organizations' and Society*, 34(2), pp. 170-187.
- Hellriegel, D., Slocum, J.W., Jr. & Woodman, R.W. (1999). *Comportamiento organizacional*, 8.ª ed. México, D.F.: International Thomson Editores.
- Hill Harvey, R. (1949). *Robert Owen-Social idealist*. London: Cambridge University Press (digitalizado por Google Books).
- Lewis, M.A. (2007). Charles Babbage: reclaiming an operations management pioneer. *Journal of Operations Management*, 25, pp. 248-259.
- Merryll, H.F. (1986). *Clásicos en administración*, 6.ª reimpresión. México, D.F.: Editorial Limusa.
- Negishi, T. (2000). Adam Smith's division of labor and structural changes. *Structural Change and Economic Dynamics*, 11, pp. 5-11.
- Owen, R. (1813). *Address to the superintendents of manufactures*.
- Paganelli, M.P. (2011). The same face of two Smiths: Adam Smith and Vernon Smith. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 78, pp. 246-255.
- Rashid, S. (1998). *The myth of Adam Smith*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Tajima, K. (2007). The theory of institutions and collective action in Adam Smith's theory of moral sentiments. *The Journal of Socio-Economics*, 36, 578-594.
- Zak, P.J. (2011). The physiology of moral sentiments. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 77, pp. 53-65.

RSE: en busca de una definición globalizada y la delimitación de sus fronteras

CRS: Requiring a Global Definition and Delimitation

ANDRÉS FELIPE CORTÉS ORTIZ¹ Y SEBASTIÁN CORTÉS MEJÍA²

1. Estudiante de doble programa, octavo semestre de Ingeniería Industrial y quinto semestre de Economía y Finanzas Internacionales en la Universidad de La Sabana. Integrante del semillero de investigación interdisciplinario en responsabilidad social (Sirs) de la Universidad de La Sabana. andres.cortes1@unisabana.edu.co.

2. Estudiante de doble programa, séptimo semestre de Ingeniería Industrial y cuarto semestre de Administración de Negocios Internacionales en la Universidad de La Sabana. Integrante del semillero de investigación interdisciplinario en responsabilidad social (Sirs) de la Universidad de La Sabana. sebastian.cortes@unisabana.edu.co.

Recibido: 15/05/2011 Aceptado: 01/06/2011

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

En el presente artículo se pretende evidenciar la importancia de la responsabilidad social empresarial (RSE) fortaleciendo su significado con principios aplicables a cualquier país, para lo cual es necesario aclarar ciertos conceptos que se han confundido con este término, como filantropía, administración e ingeniería. Lo anterior con el fin de responder a la siguiente pregunta: ¿hasta dónde puede llegar la RSE? En el desarrollo se mostrarán algunas definiciones de RSE, se discutirá su diferencia con la aplicación de la ingeniería y la administración, y se expondrá por qué se confunde con filantropía y misión empresarial. Finalmente, se presentarán datos actuales que permiten ilustrar las fronteras de aplicación del concepto y obtener así las conclusiones pertinentes.

Palabras claves: responsabilidad social empresarial, administración, ingeniería, filantropía, fronteras, misión empresarial.

Abstract

This article intends to show the importance of the Corporate Social Responsibility (CSR), enforcing its meaning with applicable principles to any country by clarifying concepts that have been confused with it, such as Philanthropy, Administration and Engineering. All this, in order to answer the question: ¿How far can Corporate Social Responsibility go? Across the article, some definitions of CSR will be shown, as well as the discussion of its difference with the application in the Engineering-Administration field, and the confusion between philanthropy and corporate mission. Finally, current data that allows to illustrate the borders for the application of the concept will be presented in order to obtain the appropriate conclusions.

Keywords: Corporate Social Responsibility, Administration, Engineering, Philanthropy, Borders, Corporate Mission.

INTRODUCCIÓN

La responsabilidad social empresarial (RSE) surge en la actualidad como el reto de las compañías del siglo XXI para innovar y mejorar sus procesos a lo largo de su ciclo de vida. Se habla de este nuevo carácter en el interior de la organización como el principal requisito para entrar en el mercado mundial contemporáneo y para lograr el reconocimiento como un ente sostenible en la ejecución de sus actividades.

Como todo concepto que se introduce en el sector empresarial, es importante saber limitar su accionar y su alcance, ya que se corre el gran riesgo de no definirlo lo suficiente y, por tanto, no tener la percepción de su correcta aplicación, o limitarlo excesivamente como para no poder explicarlo en su totalidad. En este contexto, la RSE ha tenido una creciente aceptabilidad mundial y una ampliación en qué tan delimitado está el concepto. Sin embargo, ante los profesionales interesados en desarrollarlo aparecen un sinnúmero de variantes y formas que necesariamente generan una inmensa inquietud: ¿hasta dónde puede llegar la responsabilidad social empresarial?

DESARROLLO

Cuando un estudiante de ingeniería o de una carrera administrativa se entera del concepto de RSE, se encuentra ante una contradicción entre lo que ha aprendido en las aulas y lo que se entiende por el término. Esto se debe a que el concepto abarca gran parte de las teorías y las investigaciones realizadas por padres de la ingeniería y de la administración, tomándolos como suyos e incluso abarcándolos en su totalidad. Así las cosas, la RSE y estas teorías no parecen converger hacia un modelo de empresa altamente eficiente y tampoco surgen como temas separados; por el contrario, parece que la RSE estuviera absorbiéndolas, cambiando completamente lo que conocemos como productividad-eficiencia por actividades necesarias para construir una compañía con alto enfoque hacia el sentido social.

La International Standard Organization (ISO) definió así la responsabilidad social empresarial: “La responsabilidad de una organización ante los impactos que sus decisiones y actividades¹ ocasionan en la sociedad

y en el medio ambiente, a través de un comportamiento transparente y ético que:

- contribuya al desarrollo sostenible, incluyendo la salud y el bienestar de la sociedad;
- tome en consideración las expectativas de sus partes interesadas;
- cumpla con la legislación aplicable y sea coherente con la normativa internacional de comportamiento; y
- esté integrada en toda la organización y se lleve a la práctica en sus relaciones”² (International Standard Organization, 2008).

En esta definición vemos que cumplir con las expectativas de todas las partes de influencia es coherente con responsabilidad social. Sin embargo, siguiendo las conclusiones de Argandoña (Argandoña, 2007) se supone que la RSE debe ser un complemento, un valor agregado para las personas, algo que no esperan como obligación de la organización pero que ellas sí pueden exigir y controlar una vez que se ha implementado. Consecutivamente, la ISO afirma que para tener RSE se requiere cumplir con la legislación del lugar donde se aplica, es decir, que cualquier empresa que cumpla la ley es socialmente responsable. Es obvio que este punto está restringiendo el alcance de la RSE; no se debe permitir que a cualquier organización que sigue las normas exigidas por un Estado se la llame socialmente responsable, ya que cumplir con la ley es una acción obligatoria y la RSE tiene un horizonte mucho más amplio.

Otra definición se puede encontrar en la *Guía de aprendizaje sobre implementación de responsabilidad social empresarial en pequeñas y medianas empresas*, que ha sido una iniciativa emprendida por el MIF Fomin, la Fundación Ecología y Desarrollo y el Ministerio de Economía y Hacienda de España, en la que se afirma que dependiendo de la sociedad y el ámbito cultural donde se aplique el concepto, es diferente el enfoque que tiene la RSE. Esto lleva a los autores a buscar una definición más cercana al sector latinoamericano, en la cual se asevera que la RSE se aplica en todos los ámbitos de la

1. Las actividades incluyen productos, servicios y procesos.

2. Las relaciones se refieren a las actividades de una organización dentro de su esfera de influencia.

organización, transformándose en un concepto lo suficientemente amplio como para poder alimentar todas las áreas de ésta (como es el concepto de calidad³), sin llegar a lo que el área de la empresa tiene que ser por defecto (Fomin, 2004). Es decir, son mejoras a los procesos que le dan fuerza a la situación competitiva de la compañía.

No obstante, cuando se considera responsabilidad social empresarial a todo tipo de esfuerzo que la compañía hace por mejorar la condición laboral, del medio ambiente o de la sociedad, se estaría expresando que cualquier mejora nacida del alma de la ingeniería en el puesto de trabajo, en la línea de producción, en la red de distribución, en la cadena de suministro, en los sistemas de apoyo o en el modelo administrativo para incrementar la productividad de la empresa, constituiría RSE.

Esto llevaría a que la ingeniería, vista desde la eficiencia, quedara en un segundo plano para convertirse en una herramienta que fomenta la responsabilidad social empresarial, y a afirmar que todos los trabajos que realizaron grandes padres de la administración y de la ingeniería, como Frederick W. Taylor, Henri Fayol o Elton Mayo, en torno a la empresa, a los socios, a los directivos y a los trabajadores, eran en su tiempo responsabilidad social empresarial, pero sus aportes se conocieron como tales sólo hasta ahora. Entonces, ¿es la RSE un concepto que evoca la época de estos grandes administradores e ingenieros y que hasta ahora se ha podido agrupar un solo nombre, o es una tendencia actual que pretende tomar estos avances de los inicios de la administración y la ingeniería industrial para formar sobre ellos un nuevo concepto que los complemente?

Pues bien, si el propósito consiste en delimitar la RSE y evitar el mayor número de contradicciones que se presenten en su aplicación, es imperativo decir que los administradores e ingenieros que optimizan los procesos no hacen, en definitiva, RSE. Una empresa podría llamarse socialmente responsable tan sólo si su acción mejora una condición de los grupos de interés, satisfaciendo una necesidad no exigida por ellos y que a su vez incrementa la rentabilidad debido a un proceso no misional de la organización.

3. El concepto de calidad es aplicable a cualquier área de la empresa y está orientado a mejorar los procesos con miras a una mayor satisfacción para el cliente.

Existe además otra inmensa confusión internacional, ligada directamente a la relación entre filantropía y RSE, por lo que no es posible determinar si son lo mismo, si se complementan o si son conceptos diferentes. En el documento de Fomin para las pymes se menciona la diferenciación entre las dos así: “(...) la RSE, a diferencia de la filantropía, pretende, además de contribuir al bienestar social, contribuir a la obtención de ventajas competitivas a través de la adopción de prácticas vinculadas a la estrategia de negocios, en contraposición a las prácticas filantrópicas que se desarrollan al margen del mismo” (Instituto Ethos, 2008). Argandoña (2007) diría, citando a J.M. Lozano, que “No se limita a la caridad, la acción social o la filantropía, que pueden formar parte de ella, pero que no se identifican con ella”. Pero, por otro lado, Lamb (2009), en su libro de mercadeo, propone que “La responsabilidad social corporativa total tiene cuatro componentes: económico, legal, ético y filantrópico”.

Al analizar lo anterior, la duda con respecto a la filantropía y la RSE corresponde visiblemente a un problema de composición. Las organizaciones no tienen claro si están practicando alguna de las dos sencillamente porque no se ha determinado si una forma parte de la otra o si definitivamente se excluyen. En este caso es conveniente examinar que la filantropía, en la esencia de su concepto, se encuentra relacionada con las acciones realizadas para el bienestar de los demás, sin pretender algún tipo de interés implícito. Una organización de caridad o una fundación se considera organización filantrópica precisamente porque en su misión se establece mejorar alguna condición de su grupo de interés sin ánimo de lucro. Por tanto, la RSE no es filantropía ya que, a pesar de tener procedimientos y acciones similares, en sus objetivos sí se encuentran altamente contemplados la rentabilidad y el posicionamiento fuerte de la empresa en el mercado. Argandoña (2007), al referirse a la RSE, menciona que “es, por tanto, voluntaria, pero no discrecional, sino que tiene la obligatoriedad de la ética”. Es decir, que al ser la filantropía una acción optativa que no tiene obligatoriedad de la ética empresarial, no se constituye como RSE.

Parece que la teoría de la RSE, a pesar de las confusiones que surgen en todo el mundo debido a la ausencia de una definición globalizada, puede tener determinadas características, aplicables en cualquier territorio.

rio. La diferencia con la ingeniería y la administración, y con la filantropía, es un avance muy significativo para facilitar los esfuerzos que hacen las empresas para interpretar e implementar adecuadamente la RSE.

Sin embargo, no sólo en la teoría se tiende a confundir la RSE; en la práctica, es también contradictorio su ejercicio. A raíz de una serie de entrevistas gestionada en España (Puerta & Arizón, 2011) sobre la aplicabilidad de la norma SA 8000 de responsabilidad social corporativa y el funcionamiento del Pacto Mundial en España, se cuestionaba acerca de la utilidad de estas herramientas en dicho país. Pues bien, la norma SA 8000, basada en nueve principios para su aplicabilidad enfocados en el respeto de los derechos infantiles y del trabajador, sólo tenía 21 empresas certificadas con la norma en el 2008, en tanto que firmantes del Pacto Mundial, basado en nueve puntos enfocados en los derechos humanos, medio ambiente y corrupción, tenía 1198 firmantes hasta la primera mitad del año 2011.

Era conveniente, entonces, verificar las razones del pronunciado desbalance entre las dos iniciativas. Pues bien, la respuesta general de las personas entrevistadas se orientaba a que actualmente la legislación en España ya regula de hecho todo lo referente a los derechos humanos y del trabajador, por lo cual una norma de este tipo sería inocua. Ante esto, se plantean como preguntas de vuelta: ¿entonces por qué sí se hacen firmantes del pacto global, sabiendo que el 60% de la iniciativa regula lo que supuestamente ya asegura la legislación en derechos humanos y del trabajador? ¿Acaso las empresas sólo lo hacen por un reconocimiento que les proporcione una ventaja competitiva, basándose en unos procesos eficientes asegurado anteriormente por la ingeniería y la administración?

De igual forma, es evidente que un país del primer mundo como España debe tener un estatus mucho más elevado en el cumplimiento de condiciones laborales y en el control de los derechos humanos en su territorio. Pero aun así, gran parte de los productos españoles no son hechos en España, dado que el 22,4% del PIB son importaciones (Fondo Monetario Internacional, 2011), el 20% de las cuales provenían de China en el 2007 (IberChina, 2007). ¿Conocen las empresas españolas cómo se producen en China sus importaciones?

A raíz de la expansión de las ideas por el respeto de los derechos humanos desde el siglo pasado, se han denunciado abusos de utilización de mano obra infantil en países con un crecimiento económico importante, actualmente denominados los Bric: Brasil, Rusia, India y China, en los que la tasa para dicho fenómeno es elevada y creciente en India y China⁴ (Maplecroft, 2010). Este fenómeno es tan preocupante y grande que se han generado grandes reportes e informes sobre él. Por ejemplo, periódicamente *China Labour Bulletin* actualiza en su base de datos noticias e información acerca de la evolución de la mano de obra infantil, entre ellos un reporte citado en *Periodismo en la Red* sobre China en el que se explica que la mano de obra infantil tiende a crecer porque los menores son más dóciles, no es necesario pagarles seguridad social (es una actividad ilegal), no demandan horas extras, siguen órdenes del empleador más fácilmente, se adaptan en forma sencilla y tienen condiciones físicas (tamaño de manos, facultad de visión, motricidad, agilidad, etc.) que los hacen más productivos en ciertos trabajos, así exista disponibilidad de mano de obra extranjera adulta que pueda ser más barata que la infantil. Igualmente, se afirma que la mayor parte de la mano de obra infantil se utiliza principalmente en producción de electrodomésticos, plásticos, ropa, zapatos y manufactura de juguetes, al igual que en la industria alimentaria y de bebidas, donde las labores son altamente repetitivas y demoradas, pero que no requieren un nivel cognitivo elevado (*Bulletin*, 2007). Estos productos se exportan a todo el mundo, y las empresas que contratan su fabricación en esta nación, así como aquellas que los distribuyen, ¿qué acciones de RSE toman para evitar dicha explotación?

Con esta información se hace evidente que la mano de obra infantil está relacionada con la ingeniería, la administración y especialmente con la responsabilidad que las empresas tienen con la sociedad. En este orden de ideas, es pertinente preguntarse por qué hay mano de obra infantil trabajando en grandes industrias del mundo, cuando existen ingenieros, administradores y empresas socialmente responsables produciendo en los

4. En la página web de Maplecroft se habla que, de acuerdo con la International Labour Organization (ILO), hay 215 millones de niños trabajando en todo el mundo, principalmente en Bangladesh, China, India, Nigeria y Pakistán.

diferentes países. Es verdad que esta práctica se lleva a cabo en países con una legislación y cultura diferentes, y que por la misma situación social se proporciona el ambiente adecuado para que este tipo de abusos ocurran. Pero es igualmente cierto que hoy en día China es el mayor comerciante de bienes del planeta al exportar más del 35% (US Bureau of Economic Analysis and Economist Intelligence Unit, 2010) de su producto interno bruto (PIB) a casi todos los lugares de la Tierra.

El trabajo infantil no es un asunto relacionado solamente con la política y la regulación de los gobiernos, es un problema mundial (de países industrializados que demandan la producción de naciones con este problema), el cual los grandes empresarios y mandatarios ignoran porque saben lo que representa la producción de China para el mundo y el poder que actualmente ejerce coacción sobre su *statu quo*. Las empresas continúan tercerizando algunos de sus procesos a países donde es claro que se utiliza la mano de obra infantil, desconociendo dicha condición, que les representa más utilidades. Tales hechos muestran una gran incoherencia entre la teoría de la RSE y su práctica, que al igual que el trabajo infantil y la ausencia de RSE en países como China, es responsabilidad de todas las empresas que intervengan o se beneficien por sus productos.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), en Colombia hay 1.050.457 niños entre 5 y 17 años que trabajan principalmente en el sector primario (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, octubre-diciembre de 2009), que son sustentados por empresas de todo el país que demandan sus productos, violando uno de los pilares de la RSE que es la sinergia positiva con los proveedores, donde tanto cliente como provisor se comprometen a llevar procesos socialmente responsables a lo largo de su cadena productiva, sobre todo cuando se opera en un país donde la mano de obra infantil es altamente participativa.

Estos casos constituyen un ejemplo en el que se aprecia que la RSE no solamente sufre una incoherencia teórica entre las personas que la estudian, sino que también se genera una incoherencia mundial en la forma de ejecutar los procesos productivos, relativizando la RSE a las condiciones que el mundo impone. No aclarar cuál es la esencia de la RSE conlleva la construcción de una definición inadecuada, donde cada em-

presa la utiliza como mejor se adapta a su cadena de valor en determinado territorio.

Las organizaciones deben exigir, a lo largo de su cadena de valor, una aplicación de la RSE. Una empresa en Colombia podría ser socialmente responsable cuando exista retroalimentación en RSE con sus proveedores, ya que se sabe que la mano de obra infantil es una realidad en áreas rurales donde se produce la materia prima que requieren algunas organizaciones.

Estas incongruencias muestran claramente que aunque las fronteras de la RSE son demasiado grandes para cada organización porque dependen de su actividad económica, sus principios deben permanecer claros en todo el mundo, pues su gran importancia como factor diferenciador se convertirá en algo socialmente apreciable para sus grupos de interés. La RSE es uno de los mejores caminos que ha tomado la industria para armonizar su propósito principal de generar utilidades con el compromiso de ayudar a todos los involucrados en su misión, y la significación de este alcance merece que el concepto se expanda y tome una fuerza capaz de ser genérica en cualquier empresa del planeta.

CONCLUSIONES

La RSE no debe considerarse como filantropía, porque todas las acciones que lleva a cabo, aunque mejoren alguna condición para los grupos de interés, tienen el claro objetivo de la rentabilidad.

Además, optimizar un proceso no misional, cuya acción mejora una condición de los grupos de interés, satisfaciendo una necesidad no exigida por ellos y que a su vez incrementa la rentabilidad, es una clara aplicación de la RSE que no debe confundirse con teorías de ingeniería o administración.

Estará en las manos de las compañías y teóricos que creen en la responsabilidad social empresarial y que la construyen, que se cree y se expanda una coherencia teórica y práctica para su ejercicio en el mundo, sabiendo que el concepto de RSE puede cambiar dependiendo del país, pero conservando los principios fundamentales que la singularizan y caracterizan: el medio ambiente, la relación con los grupos de interés y las condiciones laborales. Estos principios, a su vez, construyen el objetivo explícito de la RSE: incrementar la rentabilidad de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Argandoña, A. (2007, septiembre). La responsabilidad social de la empresa a la luz de la ética. *Publicaciones IESE*, p. 7.
- [2] Bulletin, C. L. (2007). *Small hands: a survey report on child labour in China*. www.clb.org.hk. Hong Kong, *China Labour Bulletin*, cap. 3, p. 12.
- [3] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (octubre-diciembre). Cuadro 5A. *Población de 5 a 17 años que trabaja, por afiliación según sexo, grupos de edad y áreas*.
- [4] Fomin (2004). *Plan de acción del clúster del Fomin: promover la competitividad a través de la responsabilidad*. From <http://idbdocs.iadb.org>: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=844357>.
- [5] IberChina (2007). *El comercio de España con China en 2007*. From <http://www.iberchina.org/>: http://www.iberchina.org/index.php?Itemid=38&id=500&option=com_content&task=view
- [6] Instituto Ethos (2008). *Preguntas frecuentes*. From <http://www.ethos.org.br/>:<http://www.ethos.org.br/DesktopDefault.aspx?TabID=3344&Alias=Ethos&Lang=pt-BR>.
- [7] Fondo Monetario Internacional (FMI). (2011). *External sector indicators-Spain*. Retrieved 2011 20-8 from <http://www.principalglobalindicators.org>: <http://www.principalglobalindicators.org/default.aspx>.
- [8] International Standard Organization (ISO). (2008). *Guía sobre responsabilidad social empresarial ISO 26000*: Borrador. Ginebra: ISO.
- [9] Kalenatic, D., González, L., López, C. & Arias, L. (2009). El sistema de gestión tecnológica como parte del sistema logístico en la era del conocimiento. *Cuadernos de Administración*, 22 (39): 257-286.
- [10] Lamb, C. W. (2009). *MKTG4*. Texas: Cengage Learning Academic.
- [11] Maplecroft (2010 1-12). <http://maplecroft.com>. From <http://maplecroft.com/about/news/child-labour-index.html>.
- [12] Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- [13] Puerta, J. F. & Arizón, J.E. (2011, marzo). Aplicabilidad de la norma SA 8000 y el Pacto Mundial en España (S. C. Mejía, interviewer).
- [14] Robbins, S.P. & Coulter, M. (2007). *Management*. Upper Saddle River: Person Education.
- [15] US Bureau of Economic Analysis and Economist Intelligence Unit (2010). *U.S. and China Exports as a Percentage of GDP, 1980-2030*. <http://www.futureofuschinatrade.com/fact/us-and-china-exports-percentage-gdp-1980-2030>.

Impacto de la investigación aplicada sobre la sostenibilidad de una empresa de transporte ferroviario

Applied Research Impact on the Sustainability of a Rail Transport Company

ALEJANDRA BETANCOURT LATORRE¹, GERMÁN BETANCUR GIRALDO², LEONEL CASTAÑEDA HEREDIA³, MAURICIO E. PALACIO L.⁴

Universidad Eafit, Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi).

1. Asistente de investigación. abetanc9@eafit.edu.co.

2. Asistente de investigación. gbetanc4@eafit.edu.co.

3. Profesor investigador. lcasta@eafit.edu.co.

4. Profesional 1 de Ingeniería, Metro de Medellín. mpalacio@metrodemedellin.gov.co.

Recibido: 01/06/2011 Aceptado: 15/06/2011

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

La empresa Metro de Medellín, en conjunto con la Universidad Eafit y el apoyo de Colciencias, ha venido desarrollando diversos proyectos de investigación en el área de mantenimiento industrial, con la finalidad de mejorar la operación y la mantenibilidad del sistema de transporte metro. Durante el desarrollo de estos proyectos se ha logrado generar un impacto positivo tanto en la empresa como para la comunidad, puesto que se ha mejorado la seguridad y el confort para los usuarios del metro, lo cual beneficia a la compañía en cuanto a buenas prácticas de mantenimiento dentro de la organización.

En este artículo se plasman los impactos generados sobre la economía, el ambiente y la sociedad, ejes centrales de la sostenibilidad, a lo largo de la ejecución de tales trabajos.

Palabras claves: sostenibilidad, investigación, mantenimiento industrial, transporte ferroviario.

Summary

The company “Metro de Medellín”, in conjunction with the Eafit University and the support of the Colciencias organization, has been developing several research projects in the Industrial Maintenance area, in order to improve the operation and maintainability of the massive transportation system known as Metro de Medellín.

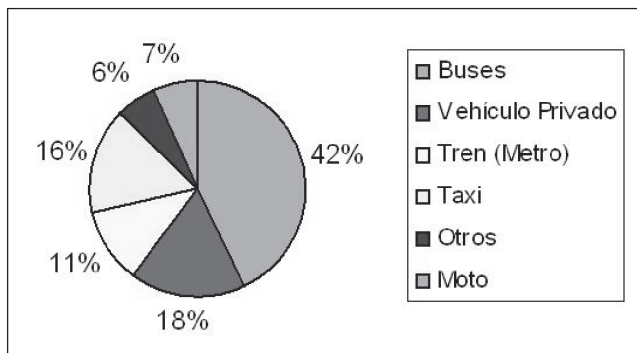
During the development of these projects, the group has accomplished a positive impact on both the company and the community, since they have been benefited from the improved Metro system, that now offers to the users more safety and comfort thanks to the successful development of these projects; which benefits the company on good maintenance practices within the organization.

In this article we show the impacts that these projects have had on the economy, environment and society, which are the three pillars of sustainability.

Keywords: Sustainability, Maintenance, Environment, Society, Economy.

INTRODUCCIÓN

El sector del transporte cumple un papel clave en la consolidación de los procesos de globalización y de competitividad en Colombia. En este sentido, se está presenciando una transformación dentro de este sector, acentuada por el crecimiento de la población urbana (Tobón & Galvis, 2009); es importante saber que el transporte está en el centro del desarrollo humano y la actividad económica, pero los patrones actuales, basados fundamentalmente en transporte automotor impulsado por combustibles fósiles, generan múltiples impactos sociales, económicos y ambientales negativos, y no son sostenibles (figura 1).



Fuente: Martínez Ruiz, 2009.

Figura 1. Partición modal motorizada en el valle de Aburrá.

Se requiere entonces un cambio de paradigma, que privilegie la accesibilidad antes que la movilidad, que se enfoque en los modos de transporte más eficientes, y que promueva vehículos, combustibles y operaciones de transporte limpio y de bajo carbono.

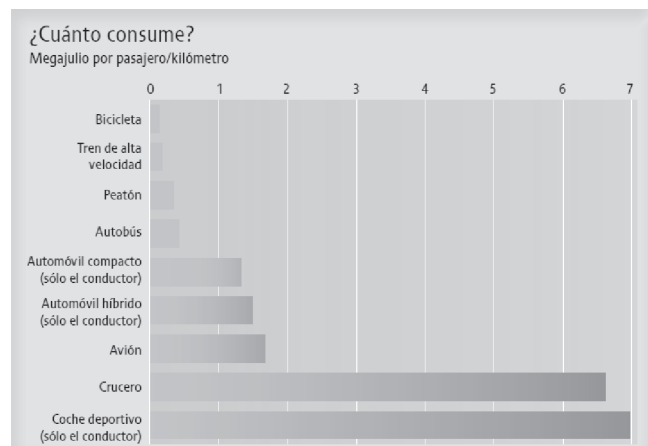
El cambio de paradigma puede resumirse en tres tipos de acciones: evitar viajes motorizados largos e innecesarios, cambiar la tendencia de crecimiento de los viajes en vehículos individuales motorizados, y mejorar la tecnología y la gestión operativa de las actividades de transporte (Hidalgo, 2011).

Uno de los ejes estructurales de una política de transporte sostenible es el transporte público. Éste puede estar compuesto por sistemas de transporte sobre rieles, sistemas de bus rápido, transporte público tradicional (colectivo) y sistemas de taxis, y en algunos casos bicitaxis. Una regla general de todos estos servicios de transporte público es que deben estar integrados, es

decir, que tengan un mismo medio de pago y un esquema de tarifa homogéneo entre todos los modos (Rogat, 2009).

El sistema de transporte ferroviario, como el metro de Medellín, sobresale frente a los otros medios de transporte público terrestre porque usa combustible limpio para realizar su operación, la cual no genera emisiones de dióxido de carbono, mientras que los buses y taxis utilizan gasolina (combustible fósil), que es muy contaminante e influye directamente en el calentamiento global; también cabe destacar que la empresa Metro de Medellín se preocupa por el bienestar de la comunidad, por lo que creó un programa institucional conocido como Cultura Metro, en desarrollo del cual se hacen actividades para las personas que utilizan este servicio y cuyo objetivo principal es educar culturalmente a la ciudadanía.

El sistema de transporte público de una ciudad es un componente fundamental de una política de transporte sostenible, la cual debe orientarse al beneficio a corto plazo para sus usuarios y a largo plazo para la ciudad, teniendo en cuenta implicaciones en materia de desarrollo sostenible y la relación que éste tiene con uno u otro proyecto de transporte. A continuación se muestra cuánta energía es consumida por los usuarios, de acuerdo con el medio de transporte empleado (figura 2).

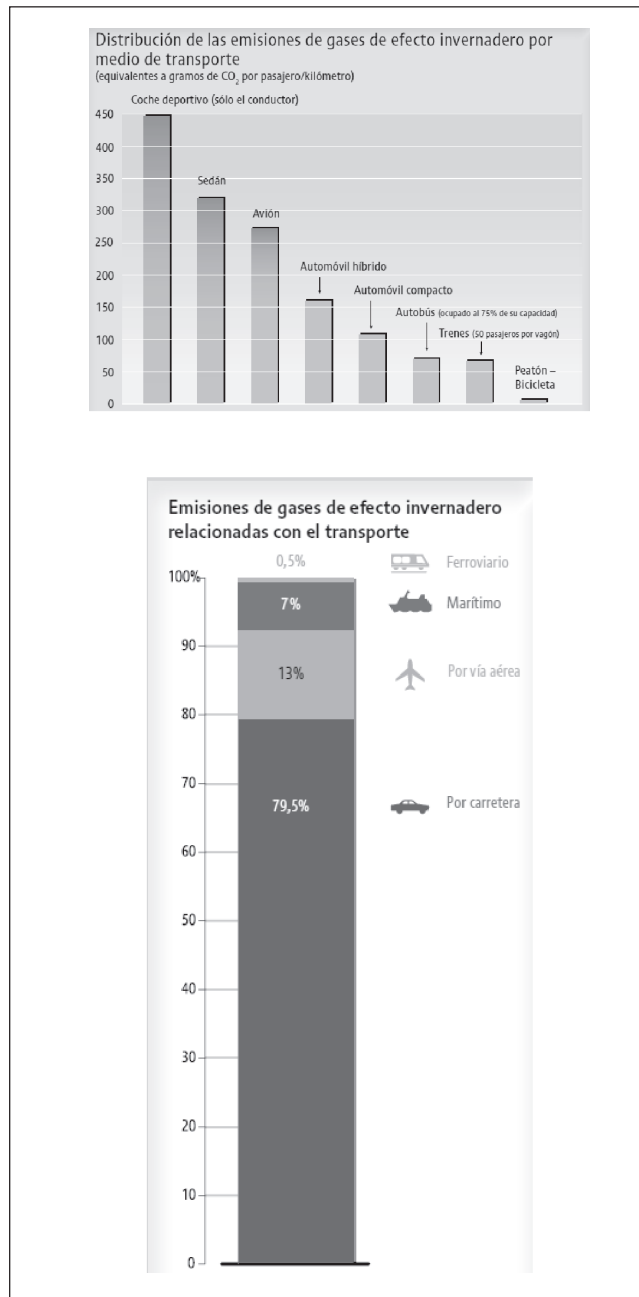


Fuente: PNUMA, 2009.

Figura 2. Consumo energético.

El desarrollo sostenible ha sido un concepto de desarrollo desde hace varias décadas, cuyos componentes principales son los económicos, ambientales y so-

ciales (Rogat, 2009); sus principales funciones son el uso del suelo que incorpore las necesidades de movilidad, la restricción de la utilización de vehículos privados y la promoción de un sistema de transporte público. El impacto ambiental se mide de acuerdo con las emisiones de CO₂ generadas por el medio de transporte. A renglón seguido se muestra la clasificación de dichas emisiones (figura 3).



Fuente: PNUMA, 2009.

Figura 3. Generación de emisiones de CO₂ y de gases de efecto invernadero, de acuerdo con el medio de transporte.

La mejora en la operación y el mantenimiento de los sistemas de transporte público impacta directamente en la sostenibilidad del sistema de transporte, como puede verse en los proyectos de investigación aplicada desarrollados por la Universidad Eafit para el Metro de Medellín, con el apoyo de Colciencias. Éstos tienen como objetivo común facilitar las labores diarias del personal del Metro de Medellín, principalmente aquellos que buscan generar criterios para la toma de decisiones en la operación y el mantenimiento del sistema ferroviario. Lo anterior repercute en la sostenibilidad de la empresa, generando impactos económicos, ambientales y sociales.

Sistema portátil de diagnóstico (SPD)

Este sistema permite evaluar la condición del vehículo y de la vía, y orienta la planeación de las acciones de mantenimiento. El diagnóstico de dichos elementos garantiza altos niveles de seguridad y confort para los usuarios del medio de transporte.

Modelado dinámico y geométrico de la interfase vía-vehículo (Modivim)

Este proyecto generó dos resultados principales: un modelo dinámico virtual de los vehículos de pasajeros y una evaluación del contacto entre la rueda y el riel. El modelo dinámico permite evaluar nuevas condiciones de operación del sistema de transporte, como estudiar el aumento de la velocidad de marcha o evaluar el rediseño de componentes. La evaluación de la interfase rueda - riel busca planear acciones de mantenimiento sobre estos elementos.

Sistema de pesaje

Es un sistema de conteo de usuarios que busca producir información clave, como número de usuarios, densidad de pasajeros y ocupación de los trenes para la planeación del despacho de éstos hacia las estaciones.

En la realización de cada uno de estos proyectos se ha planteado como objetivo generar un impacto positivo en los usuarios que se benefician del servicio que presta el Metro de Medellín. Por ello es importante hacer un buen mantenimiento a los trenes que brindan el ser-

vicio a la comunidad, ya que esto es parte esencial de una buena aplicabilidad de la teoría de la sostenibilidad, pues de acuerdo con un buen desempeño de éste va a causar un impacto positivo en las variables que se generan durante el proceso (ahorro de tiempo, reducción de emisiones, generación de empleo indirecto, ahorro económico, disminución de ruido, entre otros); además, está en la búsqueda constante de garantizarles a los usuarios seguridad para mantener su integridad física y confort, y por ende mejorar su calidad de vida.

IMPACTO ECONÓMICO

Las empresas deben reconocer que es del máximo interés a largo plazo que la compañía y la comunidad mejoren los recursos y la calidad de vida de sus miembros. Por tanto, la empresa debe fomentar relaciones mutuamente benéficas entre la corporación y la comunidad en las cuales es sensible a la cultura, contexto y necesidades de la comunidad (Epstein, 2009); entre estas últimas se encuentra el servicio de transporte, ya que es una necesidad básica de las personas. Debido a esto, la eficiencia de una ciudad se refleja en la facilidad de movimiento a lo largo de sus calles. El tiempo de viaje de un ciudadano se puede relacionar tanto con su bienestar como con su rendimiento laboral (Rogat, 2009).

Luego de implementar los resultados de la investigación, se obtuvieron los siguientes beneficios para el Metro de Medellín que impactan directamente en el aspecto económico de su sostenibilidad.

Dada una reducción del desgaste de perfil de la rueda y el riel, se logró una disminución de la frecuencia de remplazo de los dispositivos de suspensión, generando una mejora en los costos operativos, costos de aseguramiento y costos de mantenimiento. Además, se produjeron un incremento de la productividad y la calidad, lo que se ve reflejado en la mayor disponibilidad de los vehículos, y un aumento en la eficiencia de la prestación del servicio, la cual es percibida por la ciudadanía.

IMPACTO AMBIENTAL

Vale la pena aclarar que la protección del medio ambiente hoy en día cumple un papel muy importante en todo el planeta, y desde el principio las compañías deben definir su compromiso con el ambiente natural, donde deben buscar proteger y restaurar el ambiente. Ésta se tiene que comprometer con minimizar el uso de energía y de los recursos naturales, como también disminuir los desechos y las emisiones de gases contaminantes (Epstein, 2009).

En materia de consumo de energía, el transporte público masivo es el más eficiente, porque supera en costos, consumo de espacio y de combustible al transporte privado y al transporte público individualizado (Duque-Escobar).

Se puede apreciar que en materia de reducción del impacto ambiental se ha logrado disminuir el desgaste de perfil de la rueda y el riel en un 13%, mermando así los efectos negativos (vibraciones, ruido, partículas contenidas, otros) del sistema de transporte sobre los usuarios y el entorno.

IMPACTO SOCIAL

Los aspectos sociales son uno de los componentes que normalmente se relegan al último lugar en una política de transporte, y los proyectos de transporte que incluyen aspectos sociales lo hacen de manera muy reducida. No obstante, la equidad, accesibilidad, salud y bienestar general de una población también van a tener efectos sobre la economía e incluso el medio ambiente de una ciudad.

Los aspectos sociales incluyen la reducción de pobreza (por medio de la mejoría de acceso a trabajo, educación, salud, bienes y servicios), la reducción de accidentalidad (mediante la disminución de situaciones de alto riesgo para peatones y otros usuarios de la vía, y en este caso la implementación de un sistema de transporte público eficiente y seguro), la mejoría de la salud de la población (tanto por su mayor actividad física como por su menor exposición a los problemas de contaminación al reducir las emisiones del transporte) y la mejoría de la calidad de vida general en la ciudad (Rogat, 2009).

Debido a esto, el Metro de Medellín tiene como finalidad garantizar la seguridad y el confort a los usuarios de tal sistema de transporte, ya que estas dos ca-

racterísticas inciden directa y positivamente en mejorar la calidad de vida de los usuarios. A continuación se muestran algunos de los indicadores presentados en el proyecto corporativo de la organización para el año 2010, los cuales pudieron resultar afectados de manera directa o indirecta por la realización de estos proyectos (tabla 1).

Tabla 1
Metro en cifras y externalidades

Metro en cifras	
Indicador	Valor
Ahorró el sistema a los usuarios en desplazamiento	\$29.000.000/hora
Ingresos por negocios asociados	\$11.353.000
Contaminación evitada	180.068 ton
Tecnologías limpias, por ahorro de diésel	18.788.000 gal

Metro en externalidades	
Indicador	Valor
Ahorros de tiempo	\$88.526.000
Generación de empleos indirectos	\$7.413.000
Reducción de emisiones de CO ₂	\$20.386.000 mil
Reducción de uso de combustibles fósiles	\$96.722.000
Ahorro económico por uso del metro	\$151.518.000
Generación de empleos	1427 directos

Fuente: Metro de Medellín, 2010.

DISCUSIÓN

Estas acciones no sólo equilibran un sistema de transporte financiera y económicamente, sino que generan unas condiciones más adecuadas para la utilización de transporte público (Rogat, 2009), beneficiando así a las personas que directa o indirectamente están ligadas a la empresa, ya que al realizar estos proyectos de investigación se están creando nuevas posibilidades tanto para las entidades que trabajan por un mismo objetivo como a los usuarios y comunidades que utilizan este servicio.

A nivel institucional se está creando una política de transferencia de conocimiento, debido a que intervienen diversas partes que comparten los resultados que se obtengan para beneficio común; también se está brindando formación para las personas que hacen estudios superiores con el aval de estos proyectos.

Se mejoran las condiciones laborales para las personas ligadas directamente a la prestación del servicio.

No sólo beneficia económicamente al sistema de transporte sino a los usuarios que dependen de él, al disminuir los ruidos, vibraciones y movimientos bruscos se logra mejorar la seguridad y brindar mayor confort a los pasajeros que diariamente se desplazan en el tren.

Por otro lado, al disminuir los ruidos y las vibraciones, se está reduciendo la contaminación ambiental, brindando a las comunidades que viven cerca de las vías del metro una mayor tranquilidad.

Como ya se ha indicado, la sostenibilidad del sistema requiere compatibilizar el desarrollo económico y social con las exigencias medioambientales que el bienestar social reclama. Ello implica que a la hora de formular una política de transporte sea necesario dar un tratamiento análogo a las preocupaciones medioambientales a largo plazo —el cambio climático, el uso de la energía, la degradación del entorno y sus repercusiones para la salud humana—, que a las de tipo económico y social. La dificultad, en el caso concreto del transporte, radica principalmente en el control y la reducción de los efectos externos, de modo que las necesidades de desplazamiento de los ciudadanos no se vea reducida (Izquierdo, 2003).

Es importante tener en cuenta que al realizar estos proyectos siempre se ha buscado mejorar la seguridad y brindar confort a los usuarios, por lo que ambas se logran con un sistema de mantenimiento bien estructurado, y éste se ha logrado desarrollar de manera satisfactoria; el Metro de Medellín tiene como objetivo ser una empresa líder en el servicio de transporte público de pasajeros y ser una organización de categoría mundial (Metro de Medellín).

Agradecimientos

Este artículo pudo hacerse gracias a la colaboración del Metro de Medellín y a Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia), entidades que estuvieron presentes durante todo el desarrollo de los diversos proyectos hechos por el Grupo de Investigación en Mantenimiento Industrial (Gemi).

BIBLIOGRAFÍA

- Duque-Escobar, G. (s.f.). Introducción a la Economía del Transporte. Recuperado el 10 de 07 de 2011, de http://www.galeon.com/economia_y_transportes/int-ecnm-transp.pdf.
- Hidalgo, D. (19 de 06 de 2011). Transporte sostenible para América Latina: situación actual y perspectivas. Foro de Transporte Sostenible FTS de América Latina, 1-30.
- Izquierdo, R. (2003). Transporte sostenible y sostenibilidad energética. Madrid.
- Mckeown, R. (07 de 2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. 178. Tennessee, Estados Unidos.
- Metro de Medellín. (s.f.). Recuperado el 5 de agosto de 2011, de Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada: http://www.metrodemedellin.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=52&id_link=154&parent_link=153&Itemid=154&lang=es.
- Metro de Medellín (2010). Informe Corporativo 2010. Medellín.
- PNUMA (2009, septiembre). Nuestro planeta. Transporte sostenible, por el camino correcto, 36. Progress Press.
- Rogat, J. (2009, marzo). Planificación e implementación de un sistema de Bus Rápido en América Latina: resumen orientado a tomadores de decisiones. 31.
- Tobón, A. & Galvis, D. (2009). Análisis sobre la evolución reciente del sector de transporte en Colombia. *Perfil de Coyuntura Económica* (13), 147-163.

Illegal business, conflict and economic development. A sustainable perspective

NICOLÁS GONZÁLEZ ESPINOSA

Profesor de los programas de Ingeniería Industrial y Economía de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
nicolas.gonzalez@escuelaing.edu.co

Recibido: 12/06/2011 Aceptado: 25/06/2011
Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Abstract

This study attempts to test the relationship between regions based on natural resources and conflict levels in Colombia. Specifically, it shows that regions with high coca crop production are related to higher violence measures, i.e. there is a “coca curse”. Extra revenues coming from illegal activities are perpetuating conflict and are not channeled to other social priorities. Regions with elevated coca cultivation have no better health and education indicators and do not receive higher public investment. All in all, regions with a high proportion of coca crops have to suffer of soaring violence.

Keywords: coca, conflict, economic development, violence.

INTRODUCTION

Rich and poor

Several attempts have been made by economists during the last 50 years in order to explain the cause(s) of poverty¹ and describe neatly the differences between the rich and the poor nations. Although there are plenty of explanations², varying by the degree and emphasis between specific factors, a theory that relies on geographical factors has gained great importance. The main idea is based on the thought that environmental conditions, within a specific location, shape its economic development and performance. As mentioned earlier, the degree of importance of these factors shaping economic activity varies among economists³, however, there is general agreement that such factors, in fact, do influence people's behaviors, due to the inevitable interaction, and the shaping institutions (formal and informal)⁴, which, consequently, direct the economic performance and the sustainability.

Factor Endowments

One of the most popular academic concepts that has emerged, having geography as its fundamental building block or starting point, is Factor Endowments. Every

nation possesses a set of factor endowments that have enable it to develop economically in a specific way. Tropical countries have a set of features not found on high or low latitudes and vice versa; every type of economic structure evolves differently. For instance, food production, access to markets, diseases, soil quality, general weather and natural resources, just to name some aspects, differ significantly⁵. Each one of these aspects set up the environment where people live, and create the appropriate incentives. Easterly et al. (2002), found that factor endowments, in every country, mold the economic development via institutions and only through this way. Others, like Engerman and Sokoloff (1997 and 2000) argue that economic inequality is due to these factors or rather, to the differences of these factors.

At the center of the factor endowment theory there are the natural resources. Natural resources are of particular interest because of the features they entail: namely, the high implicit and inherent economic value. For instance, oil, minerals, gems or drugs can serve as examples of such commodities. Nations with plenty of these resources should be able, in principle, to exploit them and take advantage of them (they have, at least, a competitive advantage with other countries that do not have them). Thus, empirically, countries with more natural resources should be doing well.

The Curse

Unfortunately, research over the past 40 years has growing and mixed evidence to deny the above argument⁶. In fact, the "Natural Resource Curse" concept emerged from the literature to describe how the nations highly dependent on its natural resources have suffered from poor economic growth and development. Indeed, many of the developing countries have, paradoxically, high levels of natural resources and have grown slower than their resource poor counterparts.

* I am grateful to Fabio Sánchez, who provided almost all the data contained in this document.

1. It should be more appropriate to talk about the cause of richness, and not of poverty, since, as Maddison (2001) noted, earlier history is characterized by the homogeneity of low living standards in the world, i.e. most human population faced survival levels before civilization (or mass food production). Thus, development economics should focus on explaining how richness appeared rather than poverty.
2. Among the possible explanations, include: cultural differences, geographic conditions and/or factor endowments, institutions, enforcement of property rights and, even in some cases, evolution of genes. However, all of the above factors are highly correlated and the process to disentangle them proves to be complex.
3. Probably, the most influential advocate of the geographical theory is Jeffrey Sachs. He is currently the Director of the Earth Institute and Professor at Columbia University.
4. Formal and informal institutions are mentioned since both are important. Informal institutions and norms are particularly important in developing countries. These concepts follow North (1990) definitions.

5. For a great review of how these differences shaped up economic development around the world, see Diamond (1997).
6. Sachs and Warner (1995) found, based on standard cross-growth regressions, that countries with high natural resource ownership grow, on average, 1 percent per year, slower than their counterparts.

In theoretical economic literature⁷, the relation between abundant natural resources and low economic growth states: natural resources generate rents which leads to voracious rent-seeking. This, in turn, leads governments to use their natural resource revenue to “release social pressure that might otherwise lead to demands for greater accountability”⁸. This may happen since most revenues come from natural resource based economy, thus reducing the tax based system on the constituents, therefore people would be less likely to demand accountability. This could potentially lead to higher government corruption (Mauro 1995)⁹ which adversely affects long run growth.

A second relation between natural resources and low economic growth correspond to higher volatility exposure, especially on commodity prices. This effect has a negative impact on growth, particularly if the Dutch Disease¹⁰ appears, which leads to a tradable sector contraction. In effect, a nation’s budget and balance of payments should not be highly dependent on commodity prices to avoid vulnerability of foreign market fluctuations, and thus impede unnecessary pressure. A vast appreciation of local currency affects both exports and domestic firms competing against imports.

Lastly, a third repercussion among high natural resource nations (“cursed”) is the relationship between this feature and civil conflict. Collier and Hoeffler (2002) showed that the effect of natural resources on conflict is strong and nonlinear, suggesting that natural resources affect institutional quality¹¹. However, other research

provides inconclusive evidence of this relationship such as Elbandi and Sambanis (2002) and Hegre (2002), while others search for different types of conflict, like ethnic and non-ethnic civil wars (Reynal-Querol (2002)). As stated earlier, the evidence is mixed and varies according to the data set and variable definitions or indexes used.

However, many war-torn nations or regions embroiled in civil conflict depend to a large extent on natural resources, especially those related to illegal economic activities¹². The regional concentration of these activities raises the question of whether economic activity in conflict areas promotes or dampens conflict.

The Coca Example

Coca Crop

Traditionally, coca leaves have been used by indigenous people in order to overcome high altitude effects, such as dizziness, and relieve the sensations of hunger. Sometimes, they were also used as an anesthetic. In its original form, tribes used them as medicines and tea, or by simply chewing up the leaves¹³. Coca has been grown in numerous countries around the world, however, by the mid 1900s, coca growing was virtually abandoned in all areas except South America. There are more than 250 varieties of the coca plant, but only three are widely used in the illegal cocaine drug trade: Huanuco coca, grown in Bolivia and Peru, Amazonian coca, grown in the Amazon River basin and Colombian coca, grown primarily in Colombia.

Each coca plant is adapted to different growing conditions. For example, Colombian coca can be grown in hot, dry places while other coca plants cannot. Coca can be grown at many different elevations below 2000 meters, depending on the type of plant; however, no coca plant will survive in places where the temperature drops below freezing point.

Coca grows and is harvested year round, but the greatest growth takes place during and just after the rainy season¹⁴, and is harvested 3-8 times per year, depending on the kind of coca bush. Leaves are

7. For further review see Sala-i-Martin et al. (2003).

8. Ross, M. “Does Oil Hinder Democracy?”, *World Politics*, No. 53, April 2001.

9. In addition, governments may spend huge amounts on social spending which in turn may dampen political pressure for democratization. or simply use part of these resources to prevent group formation that demands political power and political rights. Authoritarian governments should be more likely under such conditions.

10. Dutch Disease is the event on which the real exchange rate is overly appreciated in response to positive price shocks.

11. Natural resource curse has other effects such as the “repression effect” and “modernization effect”, which hampers democratization processes by higher social spending and blocking democratization demands and group formation. For further information see Ross, M. “Does Oil Hinder Democracy?”, *World Politics*, No. 53, April 2001.

12. Two examples are the drug trade in Latin America and the diamond trade in Africa.

13. The correct terminology in Spanish is “mambear”.

14. Rainy seasons are roughly November through April in Bolivia and December through May in Peru. Colombia’s period of least rainfall is January and February.

harvested only when mature, and coca plants grown at high altitudes are harvested less frequently than those grown at low altitudes. The recollection process consists on picking the mature leaves out of the coca bushes. It can take up to almost 300 days to harvest one hectare of coca bushes¹⁵. Coca leaves must be dried or processed within three days after picking or they will mold and become unusable. Coca is usually picked in the late afternoon and then allowed to “sleep” overnight before it is spread out to dry the next day. Coca leaves are usually spread out on tarps or netting and stirred while drying. In Colombia, the leaves are converted directly into “base”, the main ingredient from which cocaine is made. Producing “paste” was originally the first step in making cocaine. Now, farmers-or nearby processing labs-process the leaves into something called “base”. The base is screened and impurities removed and then taken to a chemical plant owned by large drug traffickers where chemicals are added in order to convert it into cocaine. Overall, it is a 17-step process that covers extraction, purification and conversion¹⁶. Depending on the country where grown, coca leaves from a 1 hectare field can be processed into 4.0 to 7.4 kilograms of cocaine.

It's worth mentioning that coca cultivation and, of course, cocaine production is an illegal business in Colombia, one that is persecuted by the Colombian police and authorities.

The Coca Curse - a “lootable” commodity

Coca crop or leaves are a natural resource that can highly influence country's economic performance for two main reasons: First, cocaine is a highly profitable market, which puts enormous pressure on agricultural sector. Farmers' opportunity cost is increased in the presence of coca leaf buyers (mainly drug dealers or illegal armed groups). Thus, peasants might switch to other kind of crop cultivation only if the latter can provide the same expected income value, i.e. the

expected revenue¹⁷ due to alternative cultivation is higher than coca growing. Additionally, in developing countries, households may be more concern not about the level of income but about its variability¹⁸. Coca crops may reduce farmers' income variability since the demand for such product fluctuates less than other food commodities. This is especially true since the price of raw coca leaf makes up a small fraction of the price of cocaine. Therefore, coca cultivation might be helpful in providing rural population less income variability, which might be reflected on better socio-economic variables, like nutrition, health and education. Asset accumulation should increase and so farmers could soften better external (or exogenous) shocks, like acute weather changes (for instance, drought or flooding).

Secondly, coca leaves are transformed into cocaine, which constitutes an enormous illegal business. Illegal activities may serve as a catalyst for social conflict and foster unstable and insecure environments which, consecutively, affects economic performance. Higher income due to coca cultivation may be channeled to the wrong organizations (illegal armed groups or a very corrupt government), which may use these resources to finance more social conflict. In this case, farmers are not helped by higher forms of income and, quite the contrary, might be hurt by unsafe conditions and violence. Economies at war are very unstable and uncertainty becomes the common denominator. Drug dealers or illegal armed groups may persuade farmers by violence harassment and pressure, creating the wrong incentives to build a healthy economy, at least in the rural sector¹⁹. In addition, illegal activities provoke the development of black markets and contraband resources that influences directly economic development at a regional basis. On the other hand, there may be useful repercussions on a regional basis if illegal businesses have an incentive to protect these regions

15. That's the equivalent of 300 men working one day or 1 man working for 300 days. In addition, most coca fields are less than 1 hectare in size.

16. See Graph 1 on Appendix for further details of the cocaine process.

17. The expected value takes into account the probability of the occurrence to happen. Thus, in this case it makes reference to the probability that the farmer indeed receives revenue from crop cultivation.

18. Udry (1990) addresses this question of variability to household in Nigeria with the study of weather shocks.

19. It is not clear that this type of behavior is good for the illegal groups since, in a more collaborative approach, they may optimize long term profits.

in order to maximize their profit. This matter is going to be addressed later on the paper.

LeBillion (2001) defines commodities such as gemstones, drugs and timber as “lootable” commodities. He links them to common civil wars since they can be a natural source of financing a specific group. Although insufficient data predominates in testing this hypothesis, most evidence suggests that gemstones have no statistically significant relationship with civil wars, but drugs such as opium and coca perpetuate conflict, although they don’t initiate it²⁰. In other words, Ross (2003) finds that “narcotics had little to do with the initiation of these conflicts (civil). In each of the countries (Afghanistan, Burma, Colombia and Peru), the rebel movements had no role in the drug trade when the war began”²¹. In essence, drugs allow the weaker party to raise money and therefore continue fighting.

Economical/Social Outlooks

Coca cultivation should affect, as discussed earlier, ongoing economic development and the formal and informal institutions formation. Most estimates suggest that cocaine plays a large enough role in the Colombian economy since changes in the demand for coca have a perceptible national economic effect²². Coca crop, as a natural resource, stimulates and forms economic incentives that should be reflected on people’s actions. However, there are four key cases of economic/social possibilities that could be the result of the cultivation of coca crops and its respective illegal management of activities:

- Coca crops perpetuate social conflict and elevate socio-economic indexes in regions. The logic behind this option relies on the basis that an easy form of raising money enables the illegal groups to maintain an aggressive position that prolongs the conflict.

This means that illegal armed groups and/or drug dealers are not a money constraint (or may not be a binding constraint). In addition, this alternative suggests that the extra revenues are channeled and spent on high priority goals, such as health and education, i.e. it employs a social approach. This may be the case of a highly organized community system that appropriates most of the revenues of the coca crop cultivation and decides to spend on public or common goods (water systems, nutrition, hospitals, etc.). Although the nature of business is illegal, the way it is constructed and handled may indeed pass some (big chunk) of the resources to households directly or to the construction of infrastructure (hospitals, schools, bridges, etc.). In order for this to happen, business managers and owners have an incentive to foster regions development, which can be the case if these sets of actions help them protect their business, maximize their profits or protect them from possible enemies²³. In particular, the illegal armed groups may employ this long-term strategy of paying the community, via enhancement of socioeconomic factors (education, security or alike) in order to be protected by them. In this line of reasoning, a subperfect game equilibrium may be, in which the illegal groups extract financial benefits from the coca cultivation and exports, developing the zone with the purpose of going unnoticed and protected. On the other hand, the community protects these groups since some of the benefits are transferred to them; perhaps it is more than what the government has done for them in the past.

- Coca crops perpetuate social conflict yet reduce socio-economic indexes. Illegal activities produce

20. For more information see Ross, M. “What do we know about natural resources and civil wars?”, *Journal of Peace Research*, 2003.

21. Ross, M. “What do we know about natural resources and civil wars?”, *Journal of Peace Research*, 2003.

22. Steiner (1998) estimates that Colombian income from illegal drugs accounts 4-6 percent of GDP in the first half of the 90s.

23. For instance, during the 1990s, the drug dealer and Medellín Cartel leader, Pablo Escobar, spent a considerable amount of money on social issues surrounding his neighborhood and city, Medellín and Envigado. It actually got to a point where near neighbors defended him, despite his illegal activities. For instance, there was a popular story that described how Pablo Escobar gave away free cabs to unemployed people on his region. Two goals were achieved: build protection around him (creating a communications network to avoid police and enemies) and helping his neighborhood by reducing unemployment.

negative externalities such as violence, lack of safety and overall uncertainty. The extra resources are spent on criminal activity and extortion, and little is left to social spending on a regional basis. It does not initiate conflict, but prolongs ongoing conflict, as Ross (2003) states. The extra revenue is appropriated only by drug lords or illegal groups, and a very low proportion is channeled to farmers, thus living standards remain low or diminish in the presence of the first. Therefore, socio-economic indicators for the region remain low or are reduced due to criminal activity and high uncertainty²⁴.

- Coca crops do not affect conflict and perhaps might, in fact, facilitate peaceful agreements and, in addition, elevate basic socio-economic indexes on regions. Although this and the next alternative are unlikely to happen, there can be a case where extra revenues may perhaps be spent on the peace building process, thus contributing to solve social unrest. During this process, the region and community enjoy as a whole the benefits (as positive externalities and spillovers) of these actions (contribution to peace building process), elevating essential socio-economic indicators. New revenues are channeled through a social approach and correctly spent on high priority factors, such as health and education.
- Coca crops do not affect conflict and, additionally, reduce basic socio-economic indexes on regions. This alternative is perhaps more likely to happen than the third one, although, the connection between an illegal business and reducing or not having and effect on social conflict is partially weak. There can be the case where the extra money of the illegal business does not contribute to the peace building process but it doesn't aggravate it either. Violence indicators remain at current levels perhaps because drug dealers prefer to pass under the radar, trying not to be noticed. Additionally, effects of illegal business lead to lower basic socio-economic indicators, for instance, corruption may spark and extra resources can be spent on ways that promote higher inequality. Health and education in these regions remain very low, or even lower, in the presence of

24. Typically, there is no state presence and thus justice system is weak, i.e. political institutions on the rural regions are weak.

coca crops and the illegal activities but for reasons other than higher violence conditions.

Political Implications - Dilemma

At the heart of this context, it appears a political dilemma. As discussed earlier, coca curse may promote different scenarios depending on economic/ political conditions and actors. Government may face different situations, which can be summarized as the following²⁵:

- Coca crops producing regions have higher income and socio-economic indicators than their counterparts. Illegal activity (drug dealers or illegal armed groups)²⁶ operate but overall effect promotes economic growth on a regional basis.
- Coca growing regions have lower economic development, reflected on their socio-economic indicators, due to violence and political instability caused by illegal activity (persuasion and extortion), than their counterparts.

In the first case, the scenario is quite complex. Government should attempt to combat illegal activity, more so if such business is related to human rights violations. However, regions without coca cultivation and low socio-economic values should be awarded a considerable proportion of social spending in order to alleviate poverty (which is another kind of human rights violation). Government is also committed to eradicate poverty and increase population's living standards, particularly of the poor (which typically coincide with the rural population in the developing nations). Thus, a trade off occurs if budget is constraint, between military spending and social spending. Is government determined to allocate scarce resources into social spending on regions that show low economic development, or spend the extra resources on

25. There may be other possible situations but this paper is focusing on those where coca crops and subsequence illegal activity do perpetuate violence. Whether this augments or reduces basic socio-economic measures is undecided and explored in next stages of the paper.

26. In some cases, the illegal armed groups are the same drug traffickers or dealers.

combating the illegal group forces?²⁷ This is an interesting dilemma since the trade off mentioned has high ethical components; who should be awarded? Who deserves the extra resource more?

In the second scenario, regions cultivating coca also show lower socio-economic measures. Most likely, these circumstances arose because of the higher violence and instability, although it can be argued that causation can go both ways, i.e. poverty and low living standards result in higher illegal activity or the other way around, high illegal behaviors lead to greater poverty and reduce economic development. Either way, the scenario shows how regions with coca cultivations are repressed economically and socially. Still, Government faces trade offs, since coca crops is an illegal activity, thus at the margin; how extra resources should be allocated is determined by a political call. Government may be undecided between allocating resources to poor regions with no illegal activity and regions with coca cultivation, which ultimately rests as a political judgment call (although pressured by various groups, including drug dealers).

There are other seemingly good explanations of why illegal armed groups became more powerful, in the economic sense, besides the drug trafficking business. Keaton (2005) elaborates a theory that suggests how the decentralization process, that Colombia adopted in the 1990s²⁸, contributed to the financing schemes of these illegal groups. As money transfers from central government to regional branches became larger, the illegal armed groups became linked with regional political power and had a taste of these resources. Additionally, government auditing, enforceability and control were not sufficient and very weak, enabling these groups to organize better and take advantage.

27. I am focusing on the decision at the margin, i.e. using Microeconomic rationality. This is the important question, since the rationale at the margin will describe actor's economical behavior.

28. It first started on 1986, when law enabled mayors and governors (Departments) to be elected on local elections. Afterwards, there was the adoption of the new Constitution (1991), under President Gaviria, which was a strong advocate in favor of decentralized power.

Colombia under the microscope

In order to test the hypothesis described in the last section, this paper uses a huge database from Colombian regions. Colombia is an excellent place to investigate these kinds of relationships because of its history and the key role it played and is still playing to combat cocaine business.

Colombia's Setting

Despite ongoing civil conflict, Colombia is, paradoxically, regarded as one of the oldest democracies in the developing nations²⁹. It is commonly viewed that coca cultivation has financed illegal armed groups and have maintain social conflict, although testing this perception is one of the central points of this document. Colombia is also perceived as a violent country, and correctly so, with violence indicators reaching unprecedented values during the 1990s, since the "violencia" period in the 1950s. All in all, there are 3 main illegal armed groups that play a commanding role in Colombian social conflict: Colombian Revolutionary Armed Forces (FARC), the National Liberation Army (ELN) and the Paramilitaries (AUC)³⁰.

The fight against drugs has been going since the 1970s. The US has financed key eradication projects in order to reduce the supply of coca crops at the same time as Colombian government spends a considerable proportion of the national budget in fighting this war.³¹ In addition, Colombia has been fighting coca crop production, either by promoting substitution of other crops to the farmers³², or by the highly contro-

29. Colombia has the lowest number and duration of dictatorships in Latin America. Also, it has the lowest number of constitutions (2) since 1880. For further details see Departamento Nacional de Planeación DNP, "2019, Visión Colombia, II Centenario, Propuesta para Discusión", 2005.

30. AUC stands for "Autodefensas Unidas de Colombia, that originally initiated as a self-defense group in regions where there was lack of state presence.

31. Colombia faces two wars, one against drugs and other against illegal armed groups. Both are strongly related but actors have differed in the past.

32. Citrus, coffee, and fruit are frequently grown for supplemental income in the coca areas. In some areas, poultry (chickens, ducks and other birds that people can eat), pig, fish, and dairy farms are being investigated as al-

versial³³ eradication programs (mostly done by small planes). Eradication programs in Colombia are currently targeted against coca and opium poppy, but marijuana has been eradicated in the past. Colombia employs an ongoing aerial eradication program involving turbo-thrush aircraft (T-65) and OV-10B Mohawks³⁴. Ultra Glyphosate (Roundup) is the herbicide currently being used for eradication.

Colombia can be identified as a coca leaf net producer since mid 1990s. Before then, Colombia was considered to be an intermediary between the major coca crop producers, Peru and Bolivia, and the demand, mainly USA and European markets. This intermediary role consisted on further chemical processing (final stages) to elaborate cocaine, and served as the strategic geographic location in order to connect high demanding markets with the former product. Political leverage in the mid-1990s and US pressure combined, enable the rupture of the “air bridge” between the producer nations to Colombia. However, this event had an effect on Colombian farmers, since the incentives to cultivate coca crops increased in Colombian rural areas. Thus, coca leaf production increased as the supply shifted from the South American neighbors to rural regional Departments³⁵.

Cross Country Comparison - a Municipal Approach

The database analyzed comprehends municipal detail information about violence, level of coca cultivation and basic socioeconomic indicators (health and education). It also includes public investment disaggregate by basic goods/services, namely health, water, education and unsatisfied basic needs. In total, there are 1062 municipalities over 4 years (4248 observations).

alternative ways for coca farmers to make money. Poor transportation to big cities, lack of refrigeration, and a lack of factories to process non-coca products make it difficult, however, for coca farmers to make money in other ways.

33. The debate arises because the environmentalists argue that the insecticides used may be very harmful to the ecosystem.

34. For more information visit CIA website.

35. For further information see Angrist et al. (2005).

Period

The timeframe that the dataset provides goes from 1999 until 2002. Therefore, it is a data-panel database disaggregated by regions (municipalities) and time (4 years [1999-2002]).

It is interesting to note this time interval, since it devoted high efforts in building a peace process. President Andres Pastrana was elected in 1998, succeeding the very controversial term of Ernesto Samper³⁶. President Pastrana was noted as a kind, peaceful person that was willing to take a chance with the illegal armed group in order to negotiate and reach a peace agreement. Under this approach and terms, President Pastrana enabled the demilitarization of 2 zones with the purpose to guarantee a secure and fair territory in which negotiation could take place. This program initiated in 1998 and covered 2 territories, which correspond to Meta and Caquetá Departments. Eventually, this strategy proved to be unsuccessful, ending in 2002. As a consequence, illegal armed groups became stronger and more powerful.

Model - Variables - Results

Since the focus question regards the relationship between coca crops and violence, and afterwards their relation with socio-economic factors, the model emphasizes these characteristics by municipality. The model framework looks like this³⁷:

$$Vio_i = \beta_0 + \beta_1 Coca_i + \beta_2 X_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Where Vio corresponds to violence indicator for municipality (i); $Coca$ is the amount of hectares of coca crop cultivation on municipality (i) and X is the control variable for i . For comparison reasons, we have dropped Bogotá, Medellín and Cali, the largest Colombian cities, since we wanted to avoid confounding effects of coca production with the secular decline in violence, in big cities, in the late nineties.

36. It was controversial in the sense that his campaign manager and himself were investigated because of an accusation regarding the involvement of drug trafficking money entering and financing his electoral campaign (“Proceso 8000” was called).

37. I have dropped the t subscript for practical reasons.

The results can be viewed on Table 1. I have used the rate of homicides per 100,000 habitats as the violence indicator³⁸, the number hectares of coca cultivation, and control variables (basic health, education, services and population), by municipality³⁹. As the table shows, the coefficient of coca cultivation is positive and significant at a 95% confidence level, implying that the more coca is grown in a municipality, the more the rate of homicides increases, if everything else remains constant.

Until now, we can attribute violence to illegal armed groups involved, in some way, in drug trafficking. However, violence indicators may be due to delinquency groups not related to cocaine business. To test for this possibility, the following regression was conducted⁴⁰:

$$Vio_i = \beta_0 + \beta_1 Farc_i + \beta_2 ELN_i + \beta_3 AUC_i + \epsilon_i \quad (2)$$

Where FARC, ELN and AUC indicate the presence of these groups on municipality (i). As it can be seen on Table 2, most violence measured by rate of homicides is related to illegal armed groups that are involved with drug trafficking, such as FARC, AUC and in less degree, ELN. I have dropped cities with a population higher than 30,000 since we want to focus on the impact on rural sectors, not urban zones.

Thus, the results show that higher crop cultivation is associated with higher violence, implying that this natural resource is not facilitating a peace building process. Even worse, coca crop cultivation is perpetuating social conflict. This is an interesting confirmation of intuition, since government can design policies on hard evidence that indeed coca crops are

38. There are other variables to measure violence, not just homicides. Violence is not only composed of homicides, there are also kidnappings, extortions and psychological pressures as forms of violence. I concentrate on rate of homicides because its simplicity and data availability.

39. Among the control variables there is NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) which means Unsatisfied Basic Needs. Health variables include Rate mortality before 1 year and between 1 and 4 years old. In addition, I included the number of affiliates to health subsidized regime. On education, the control variable was the Gross Primary Coverage.

40. Noticed how I left delinquency effects outside the model, since anything not attributable to the other 3 groups must come from delinquency groups.

Table 1

```
. reg thom hectreasconco nbi afi_rsb_sal cob_br_prim mort_lano mort_l4ano pob
if municipio != 5001 & municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS			
Model	728370.043	7	104052.863	Number of obs =	3521	
Residual	16751392.7	3513	4768.401	F(7, 3513) =	21.82	
Total	17479762.7	3520	4965.84169	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.0417	
				Adj R-squared =	0.0398	
				Root MSE =	69.054	

	thom	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
hectreasco-a		.0054379	.001278	4.26	0.000	-.0029323 .0079436
nbi		-.5747488	.0565805	-10.16	0.000	-.6856828 -.4638149
afi_rsb_sal		.0002221	.0002639	0.84	0.400	-.0002954 .0007395
cob_br_prim		12.66953	3.011223	4.21	0.000	6.765611 18.57346
mort_lano		-.0711215	.0130212	-5.46	0.000	-.0966514 -.0455916
mort_l4ano		-.0091931	.020334	-0.45	0.651	-.0490608 .0306746
pob		-.0000577	.0000422	-1.37	0.172	-.0001404 .000025
_cons		72.91042	4.567645	15.96	0.000	63.95492 81.86593

Table 2

```
. reg thom ip_farc ip_eln ip_auc if pob<30000
```

Source	SS	df	MS			
Model	836073.375	3	278691.125	Number of obs =	3380	
Residual	21083631.9	3376	6245.15163	F(3, 3376) =	44.63	
Total	21919705.3	3379	6487.03915	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.0381	
				Adj R-squared =	0.0373	
				Root MSE =	79.026	

	thom	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ip_farc		24.48392	4.268021	5.74	0.000	16.11576 32.85209
ip_eln		29.99809	5.508817	5.45	0.000	19.19714 40.79905
ip_auc		58.53768	5.241482	11.17	0.000	48.26088 68.81448
_cons		27.39111	3.242353	8.45	0.000	21.03393 33.74828

```
corr thom delin
(obs=4248)
```

	thom	delin
thom		1.0000
delin		0.0428 1.0000

affecting regional security. Eradication programs using Ultra Glyphosate to spread on the fields or crop substitution, may work on the basis of reducing coca production and violence; however, the possible side effects may be more troublesome than the remedy itself⁴¹. For now, is ample and sufficient to say that coca cultivating municipalities have to deal, on average, with higher violence in the form of homicides, i.e. perpetuating conflict.

The next stage is to determine if coca cultivation is related to better or worse basic socio-economic indicators. The model framework used is as follows:

41. The evaluation of these programs must be addressed on other study. Here, I simply found a very strong relation between coca crops and violence measures as rate of homicides.

For health:

$$\text{health}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Coca}_i + \beta_2 X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

I have used several health indicators to test for robustness, and found that none of them were associated with coca cultivation (see Tables 3a, 3b and 3c)⁴². Thus, extra resources due to illegal business activity on regions where coca crops grow are not channeled to raise health related factors. In fact, there is no statistical relation.

Table 3a

```
. reg afi_rsb_sal hectreasconco nbi cob_br_prim pob if municipio != 5001 &
municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 4160		
Model	4.6375e+11	4	1.1594e+11	F(4, 4155)	=	6746.99
Residual	7.1397e+10	4155	17183477.4	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8666
				Adj R-squared	=	0.8665
				Root MSE	=	4145.3

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hectreasco-a	.0034483	.0762152	0.05	0.964	-.1459742	.1528708
nbi	46.13321	3.018618	15.28	0.000	40.2151	52.05131
cob_br_prim	732.3626	165.0974	4.44	0.000	408.6834	1056.044
pob	.1499521	.000914	164.06	0.000	.1481601	.151742
_cons	666.7115	243.7503	2.74	0.006	188.8306	1144.592

Table 3b

```
. reg mort_lano hectreasconco nbi cob_br_prim pob if municipio != 5001 &
municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 3556		
Model	688187.839	4	172046.96	F(4, 3551)	=	13.72
Residual	44536237	3551	12541.8859	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.0152
				Adj R-squared	=	0.0141
				Root MSE	=	111.99

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hectreasco-a	.0014006	.0020718	0.68	0.499	-.0026614	.0054627
nbi	-.4195919	.0886731	-4.73	0.000	-.5934473	-.2457366
cob_br_prim	-1.125264	4.847322	-0.23	0.816	-10.62908	8.378552
pob	-.0001573	.000025	-6.29	0.000	-.0002063	-.0001083
_cons	80.53791	7.241706	11.12	0.000	66.33959	94.73624

Table 3c

```
. reg mort_l4ano hectreasconco nbi cob_br_prim pob if municipio != 5001 &
Municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 4064		
Model	99811.6559	4	24952.914	F(4, 4059)	=	1.72
Residual	58786722.7	4059	14483.0556	Prob > F	=	0.1420
				R-squared	=	0.0017
				Adj R-squared	=	0.0007
				Root MSE	=	120.35

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hectreasco-a	.0001433	.0022137	0.06	0.948	-.0041967	.0044834
nbi	-.073439	.0879943	-0.83	0.404	-.2459561	.099078
cob_br_prim	6.187196	4.771351	1.30	0.195	-3.167269	15.54166
pob	-.000059	.0000266	-2.22	0.027	-.0001111	-.6.84e-06
_cons	17.82078	7.161544	2.49	0.013	3.780222	31.86133

42. I have used the amount of people affiliated to the subsidized regime health, child mortality below 1 year and child mortality below 4 years. Even omitting the NBI variable, there are no significant relations between coca crop and health indicators.

For education:

$$\text{Education}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Coca}_i + \beta_2 X_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

I have used several education indicators to test for robustness, and found very interesting results. Using gross primary coverage, the coefficient is positive and significant, although the magnitude of the coefficient is very low. By contrast, when run the regression using gross pre-primary and secondary coverage, the coefficients are negative and statistically significant. This suggests that municipalities that grow coca crops are more vulnerable to less education on secondary and kindergarten levels. However, the magnitudes of coefficients are very low (see Tables 4a, 4b and 4c). It appears that coca leaf recollection impedes children going to secondary level, but it is a small effect, otherwise, it's hard to describe the dynamics between coca cultivation and educational indexes at a municipal basis.

Table 4a

```
. reg cob_br_prim hectreasconco afi_rsb_sal mort_lano mort_l4ano if municipio
!= 50 > 01 & municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 3521		
Model	4.95478705	4	1.23869676	F(4, 3516)	=	8.02
Residual	543.20481	3516	.154495111	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.0090
				Adj R-squared	=	0.0079
				Root MSE	=	.39306

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hectreasco-a	.0000369	7.03e-06	5.24	0.000	.0000231	.0000507
afi_rsb_sal	-.7.09e-07	5.51e-07	-1.29	0.198	-1.79e-06	3.71e-07
mort_lano	-.0000605	.0000739	-0.82	0.414	-.0002055	.0000845
mort_l4ano	.0001986	.0001157	1.72	0.086	-.0000281	.0004254
_cons	1.2932	.0091789	140.89	0.000	1.275203	1.311196

Table 4b

```
. reg cob_br_pre hectreasconco afi_rsb_sal mort_lano mort_l4ano if municipio
!= 50 > 01 & municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 3441		
Model	1.42958866	4	.357397166	F(4, 3436)	=	5.47
Residual	224.398185	3436	.06530797	Prob > F	=	0.0002
				R-squared	=	0.0063
				Adj R-squared	=	0.0052
				Root MSE	=	.25555

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
hectreasco-a	-.0000178	4.55e-06	-3.92	0.000	-.0000267	-.8.89e-06
afi_rsb_sal	5.07e-07	3.59e-07	1.41	0.158	-1.98e-07	1.21e-06
mort_lano	.000055	.0000485	1.13	0.257	-.0000401	.0001501
mort_l4ano	.0000895	.0000754	1.19	0.236	-.0000584	.0002373
_cons	.3134769	.0060388	51.91	0.000	.3016369	.325317

Table 4c

```
. reg cob_br_sec hectreasconcocafifi_rsb_sal mort_lano mort_l4ano if municipio
!= 50 > 01 & municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS			
Model	14.0897702	4	3.52244254	Number of obs =	3521	
Residual	241.34134	3516	.068640882	F(4, 3516) =	51.32	
Total	255.43111	3520	.072565656	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.0552	
				Adj R-squared =	0.0541	
				Root MSE =	.26199	

cob_br_sec	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
hectreasco-a	-.0000396	4.69e-06	-8.46	0.000	-.0000488 - .0000304
afifi_rsb_sal	4.32e-06	3.67e-07	11.75	0.000	3.60e-06 5.04e-06
mort_lano	.0000672	.0000493	1.36	0.173	-.0000295 .0001638
mort_l4ano	3.41e-06	.0000771	0.04	0.965	-.0001477 .0001546
_cons	.5435448	.0061182	88.84	0.000	.5315492 .5555404

The last question we face regards to the government judgment on where to allocate resources, i.e. to repressed municipalities with high coca production or to other poor regions with no or less coca involvement. In order to test for this, I have used the following model, Public Investment

$$PubInv_i = \beta_0 + \beta_1Coca_i + \beta_2X_i + \epsilon_i \quad (5)$$

Total public investment per municipality was included as the dependant variable. The results (see Table 5) show how there is no relation between coca production and public investment. It appears that government does not distinguish between coca producers on a municipality basis, and investments following other unrelated criteria. It is also possible that government knows that transfers devoted to security issues are taking care of illegal armed groups in each region, and so, does not incorporate this phenomenon when deciding where to invest..

Table 5

```
. reg inv_pub_total hectreasconcocafifi_rsb_sal cob_br_prim mort_lano
mort_l4ano > pob if municipio != 5001 & municipio != 11001 & municipio != 76001
```

Source	SS	df	MS			
Model	5.1737e+17	7	7.3911e+16	Number of obs =	3224	
Residual	1.3032e+17	3216	4.0523e+13	F(7, 3216) =	1823.89	
Total	6.4770e+17	3223	2.0096e+14	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.7988	
				Adj R-squared =	0.7984	
				Root MSE =	6.4e+06	

inv_pub_tot-1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
hectreasco-a	-196.1451	127.2696	-1.54	0.123	-445.6828 53.39261
nbi	8580.744	5497.633	1.56	0.119	-2198.477 19359.96
afifi_rsb_sal	167.7647	24.88265	6.74	0.000	118.9773 216.5522
cob_br_prim	1633972	303531.7	5.38	0.000	1038836 2229107
mort_lano	2414.561	1237.156	1.95	0.051	-11.13314 4840.256
mort_l4ano	548.3753	1935.106	0.28	0.777	-3245.791 4342.541
pob	136.4067	3.957857	34.46	0.000	128.6465 144.1669
_cons	-3262013	452864.2	-7.20	0.000	-4149945 -2374082

CONCLUSIONS

This study has focused on testing the relation between natural resource, specifically the coca crop, and conflict. Using Colombia as a setting and violence indicators, it was found that coca crop cultivation perpetuates conflict at a municipality basis. In effect, regions with higher coca production have higher levels of violence, principally due to illegal armed groups.

In addition, the relationship between coca production and basic socio-economic factors was investigated, trying to uncover a possible spillover effect or positive externality due to extra revenue from the illegal business. Unfortunately, municipalities that have higher coca cultivations have no better health measures than their counterparts as well as possible, although small, negative effects in terms of secondary enrollment. Thus, the extra revenues that come from drug dealing are not helping these communities, as a matter of fact, it has worsened them since violence indicators have raised.

Finally, to test government criteria attempting to deal with municipalities that have high coca production I found that it doesn't matter, i.e. it appears that government doesn't distinguish between coca crop producers and non-coca crop producers when deciding where to invest. The dynamics behind this process are complex and should be examined in forthcoming work. For now, we can say that there is no relation between public investment among municipalities that produce and not produce coca crops.

BIBLIOGRAPHY

Angrist Joshua, D., Kugler Adriana, D. (2005). "Rural Windfall or a New Resource Curse? Coca, Income and Civil Conflict in Colombia", National Bureau of Economic Research, *Working Paper*.

Cárdenas, M. (December 2001). "Economic Growth in Colombia: A Reversal of 'Fortune'?", *CID Working Paper*, No. 83, Center for International Development at Harvard University.

CIA website: http://www.cia.gov/saynotodrugs/cocaine_a.html

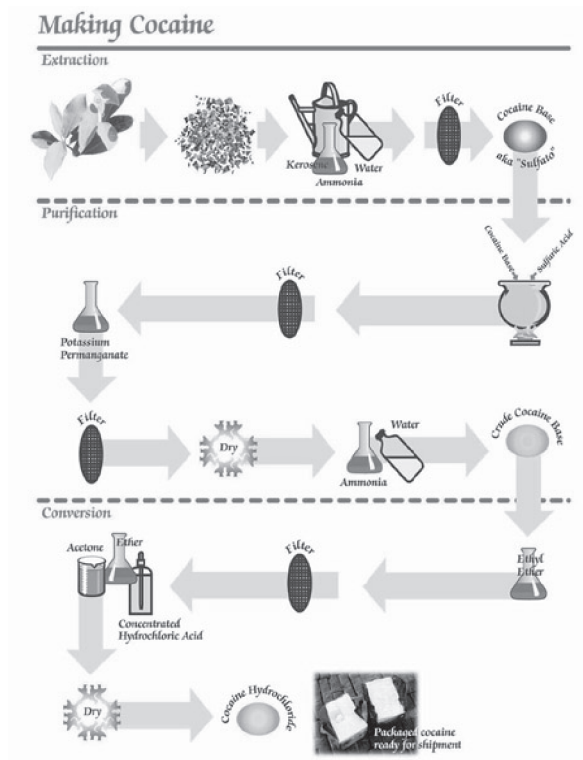
Departamento Nacional de Planeación DNP. (2005). *2019, Visión Colombia, II Centenario, Propuesta para Discusión*, Ed. Planeta.

Easterly, W., and Levine, R. (2002). "Tropics, Germs and Crops: How Endowments Influence Economic Development", NBER, *Working Paper*, 9106.

Jared, D. (1999). *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*, W.W. Norton & Co.

Gallup, J., Mellinger, A. and Sachs, D.J. (2000). "Climate, Coastal Proximity, and Development", *Oxford Handbook of Economic Geography*, edited by Gordon, L.C., Maryann, P.F., and Meric, S.G, Oxford University Press.

Gallup, J., Sachs, D.J., and Mellinger, A. (1999). "Geography and Economic Growth".
 Douglas, N. (1990). *Institutions, institutional change, and economic performance*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
 Michael, R. (April 2001). "Does Oil Hinder Democracy?", *World Politics*, No. 53, 325-61.
 Michael, R. (2003). "What do we know about natural resources and civil wars?", *Journal of Peace Research*.
 Sánchez, T.F., Núñez, M. J. (June 2000). "Geography and economic Development in Colombia: a Municipal Approach", Inter-American Development Bank, Latin America Research Network, *Research Network Working Paper*, #R-408.
 Steiner, R. (1998). "Colombia's Income from the Drug Trade", Fedesarrollo, Bogotá, Colombia.



Appendix