

# REVISTA DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

Año 15 N° 60

Octubre - Diciembre de 2005

TARIFA POSTAL REDUCIDA N° 1419 DE ADPOSTAL • VENCE DICIEMBRE DE 2006

Publicación  
admitida por  
Colciencias en el Índice  
Nacional de Publicaciones  
Seriatas, Científicas y  
Tecnológicas colombianas  
-Publindex- Clasificación tipo C

## Edificio Ignacio Umaña de Brigard



**Entrevista**

Fernando Enrique Plata Gamboa  
Gerente Regional Sysgold Wireless



# Por qué no firmar el TLC

Eduardo Sarmiento Palacio

Desde la primera reunión, se puso de presente que el país no tenía criterio ni estrategia para enfrentar el TLC. Las directrices generales del tratado las fijó la comisión norteamericana en un documento sustantivo en el que se replicaban las experiencias de estos tratados. El documento no tuvo respuesta en otro equivalente y no se modificó mayormente en las negociaciones. Las grandes teorías del tratado no se discutieron. En este artículo volveré sobre los grandes temas para demostrar que el tratado es contrario a los intereses nacionales y, en consecuencia, no se debe firmar, o al menos, se debe someter su aprobación a un referendo público. El artículo se dividirá en cinco partes.

1. La experiencia de la apertura en Colombia y en América Latina.
2. Incidencia del TLC sobre el desarrollo económico.
3. Repercusiones sobre derechos intelectuales, la agricultura, las comunicaciones, la educación y la cultura.
4. Integración por bloques constituye una mejor alternativa para el desarrollo nacional que las negociaciones que se están perfilando en este momento.
5. Alternativa: desarrollo liderado por la nueva industrialización.

Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia; Ph. D. en economía de la Universidad de Minnesota. Ha sido decano de economía en la Universidad de los Andes; asesor de la Junta Monetaria; jefe de Planeación Nacional. Columnista de *El Espectador*, autor de varios libros y de múltiples ensayos y artículos. En la actualidad se desempeña como director del Centro de Estudios Económicos de la Escuela Colombiana de Ingeniería. [esarmien@escuelaing.edu.co](mailto:esarmien@escuelaing.edu.co)

## ANTECEDENTES

El acuerdo de libre comercio no es nuevo; por el contrario, es una etapa de la apertura económica que se inició en el país hace varios años. Las dos reformas están basadas en las mismas teorías de ventaja comparativa. Lo que se examina y se anticipa sobre el TLC se realizó en los años 1989 y 1990, cuando importantes economistas realistas nos presentaban el experimento como la panacea que se materializaría en altas tasas de crecimiento, pleno empleo, inserción internacional, mejora de salarios, etc. En los trece años que siguieron a la apertura, el país se vio abocado a una serie de acontecimientos infortunados para la sociedad colombiana. En el período 1990-2002 la economía tuvo el crecimiento más bajo del siglo; el desempleo alcanzó la

tasa más alta; los índices de equidad de la sociedad colombiana se destruyeron, la pobreza pasó de 52 a 66%, y el coeficiente de Gini de la distribución del ingreso aumentó de 0,45 a 0,60.

Las predicciones hechas en los organismos internacionales, Planeación Nacional y el Banco de la República sobre la economía colombiana en la década de los noventa fracasaron estruendosamente. En lugar de la panacea que significaba la adopción del modelo del Consenso de Washington, el país registró un monumental retroceso económico y social.

La explicación es relativamente sencilla y se anticipó en su momento: la política de desmonte arancelario se fundamenta en el principio de la ventaja comparativa, que no es válido en la economía colombiana. De acuerdo con este principio, la liberación de las economías conduce a especializarse en aquellas actividades que están en condiciones de realizar más fácilmente. De esta manera, los países se limitan a producir los bienes de menores costos relativos y el resto lo obtienen en los mercados internacionales a través del intercambio. La propuesta es de un enorme atractivo: dediquémonos a

El acuerdo de libre comercio no es nuevo; por el contrario, es una etapa de la apertura económica que se inició en el país hace varios años.

producir aquellas cosas que producimos a los costos relativos más bajos, abandonemos el resto y, por ese camino, obtenemos una ganancia espectacular que redundará en mayores ingresos,

crecimiento económico, empleo y salarios.

Esta teoría, que tiene un enorme prestigio económico y en los libros de texto se considera una verdad irrefutable, no se cumplió en Colombia ni en América Latina, por una razón muy sencilla: estos países tienen ventaja comparativa, es decir, están en capacidad de elaborar los bienes a menores costos relativos en aquellas actividades que carecen de demanda mundial. Así, Colombia tiene ventaja comparativa en la maquila y la agricultura tropical, como papa, yuca, arracacha y uchuvas.

Entonces, ¿qué ocurrió con la apertura? El desmonte arancelario ocasionó una entrada masiva de importaciones, la cual se aplaudía porque los bienes se podían adquirir a menores costos en los mercados internacionales. A su turno, la destrucción de la industria y la agricultura era bienvenida porque significaba desplazar actividades ineficientes.

Al mes de adoptada la apertura, se presentó una avalancha de productos agrícolas que se llevó en dos años la tercera parte del área sembrada del sector; se perdieron más de 700.000 hectáreas en arroz, maíz, soya, algodón, trigo, cebada, etc. Luego, se presentó una entrada masiva de importaciones en la industria que desmanteló las empresas de bienes intermedios.

La primera parte del teorema se cumplió. La apertura provocó una entrada masiva de importaciones que desplazó la industria y la agricultura, supuestamente ineficientes, porque se elaboran a precios y costos más altos que en el exterior, y luego la estructura y la economía se movilizan hacia las actividades de ventaja comparativa. Más tarde, viene la tragedia. Como estas actividades carecen de demanda mundial, la economía se ve abocada a una pérdida del mercado interno mayor que el aumento de las exportaciones, que contrae la demanda efectiva y ocasiona un déficit en cuenta corriente que se manifiesta en un saldo creciente de la deuda externa en relación con el PIB.

Así las cosas, la apertura desplaza la tercera parte del área agrícola, sustituye las actividades de bienes intermedios y luego genera un exceso de las importaciones sobre las exportaciones. La economía se vio abocada a un proceso de endeudamiento que la tornó inviable. Cada año es necesario contratar crédito externo para pagar el endeudamiento del pasado. Ahora, el peso de las erogaciones de la deuda externa en el presupuesto nacional implica aumentos excesivos de impuestos, que se pretenden subsanar por la vía indirecta, y en los ingresos del trabajo y, para completar, como esos recursos son insuficientes, los excedentes financieros de la economía se van para el sector público.



El desmonte arancelario ocasionó una entrada masiva de importaciones, la cual se aplaudía porque los bienes se podían adquirir a menores costos en los mercados internacionales.

El balance es claramente insatisfactorio. La destrucción de la industria y la agricultura, las enormes necesidades de recursos para pagar la deuda externa y la contracción de la demanda, en su conjunto, redujeron la capacidad de expansión de la economía y dejaron el empleo como primer damnificado. El país lleva más de siete años con tasas de desempleo por encima de 15%, tasas de subempleo por encima de 30% y tasas de crecimiento inferiores a 3,8%.

La historia anterior no es exclusiva de Colombia. Lo mismo sucedió en Argentina, Brasil y México. Tal vez la única excepción es Chile, pero no porque lo hayan hecho bien, sino porque el país tiene una serie de características especiales que se escapan de esta presentación.

Esta realidad se rechazó durante muchos años. Nuestras anticipaciones y denuncias eran desatendidas, descalificadas y muchas veces controvertidas con datos falsos. Pero hoy en día existe un movimiento casi mundial que acepta que estos procesos de apertura en América Latina no dieron los resultados previstos. Recientemente apareció un documento, titulado la agenda de Barcelona, firmado por un grupo muy importante de académicos de Estados Unidos y de América Latina, en el que reconocen los

resultados e inconvenientes del Consenso de Washington y, en particular, de la apertura. Entre los firmantes se encuentran personajes como los profesores Krugman y Sachs —grandes promotores de estas aperturas—, exmi-

nistros de Hacienda, gestores de las reformas y, lo más irónico de todo, aparece en primera línea el gran promotor y fundador del Consenso de Washington, John Williamson.

Estamos ante un acto de contrición perfecto. Los mismos que presentaron el Consenso de Washington como una panacea, fundamentada en una teoría que era válida en todas partes, ahora denuncian los malos resultados del modelo y, sin hacerlo explícito, están insinuando otros caminos mejores.

Infortunadamente, esta manifestación es incompleta. Se acepta que los resultados del modelo son malos, pero no se señalan los factores que causaron el fracaso ni tampoco dicen cuáles son las teorías más adecuadas, aparte de que

nos dejan sin saber cuál es el modelo alternativo. De todas maneras es un avance, porque al fin y al cabo se está reconociendo que las reformas de libre mercado no dieron los resultados prometidos y que las grandes teorías que las justificaron no se cumplieron en los países de América Latina y, en general, en el mundo en desarrollo.

### EL ACUERDO BILATERAL

El acuerdo bilateral con Estados Unidos en materia comercial es la amplificación de la apertura, la cual redujo los aranceles de 37 a 13%, y ahora, el acuerdo bilateral implica bajarlos de 13 a 0%.

Las relaciones son totalmente desequilibradas. El desmonte arancelario no tiene en cuenta el desarrollo relativo de los países y los sectores. Los aranceles de Estados Unidos que se aplican a Colombia están entre 0 y 5%, incluso mucho menos. Más aún, muchos de ellos ya desaparecieron con el Aptdea. En cambio, Colombia tendrá que bajar sus aranceles de 13 a 0%, y en algunos casos en más de 25%. De modo que los beneficios del TLC no van mucho más allá de lo que ya se obtuvo con el Aptdea.

No menos preocupantes son los arreglos en materia de desgravación. El país se comprometió a reducir los aranceles de los bienes producidos en diez años y de los restantes en cinco años. En el período de transición los aranceles de las materias primas serán muy inferiores a los de los bienes finales. Las multinacionales quedarán a sus anchas para adquirir los productos intermedios en las casas matrices y agregar lo mínimo posible, lo que propiciará la maquila e irá en contra del empleo y la industrialización. La inversión extranjera deja de ser un medio para aumentar las exportaciones y reducir las importaciones para convertirse en un despropósito que ocasiona el efecto contrario.

Pero ahí no está lo más grave. No se puede hacer un acuerdo bilateral y mantener un arancel externo común con los vecinos. El país no sólo tendrá que bajar los aranceles que quedan en los bienes protegidos sino que se verá obligado a prescindir del Pacto Andino.



Las exportaciones a Venezuela, que están representadas en productos de alto valor agregado y de cierta complejidad, quedarán a la deriva. Si Colombia desmonta los aranceles en relación con Estados Unidos y Venezuela hace lo propio con Brasil, Venezuela preferirá adquirir las importaciones en otros lugares.

El balance es sencillo y aquí no nos podemos equivocar con la retórica. Colombia se verá beneficiada por la reducción de los aranceles de Estados Unidos que propiciará la ampliación de las exportaciones tradicionales, pero tendrá que bajar mucho más sus aranceles, ocasionando la pérdida del mercado interno. Adicionalmente, el país verá resquebrajadas las exportaciones que en este momento realiza al Pacto Andino, en particular a Venezuela y Ecuador. Al final, lo que Colombia ganará en exportaciones a Estados Unidos será mucho menos que lo que perderá por la entrada de importaciones y por el desplazamiento de las exportaciones al mercado andino.

Se repite la experiencia de la apertura. En mi libro *Cómo construir una nueva organización económica*, muestro cómo en la mayor parte de los sectores la pérdida del mercado interno causada por el incremento de las importaciones fue mucho mayor que el aumento de las exportaciones. Por eso la apertura fue un mal negocio, es el típico juego en que los costos superan los beneficios.

Lo mismo sucede con el TLC. La ampliación de las exportaciones a Estados Unidos, que están representadas por bienes rudimentarios tradicionales, será mucho menor que lo que se perderá por el desplazamiento del mercado interno y la contracción de las exportaciones al Pacto Andino.

La apreciación anterior se ratificó en un estudio posterior de Planeación Nacional. En este estudio se muestra que el TLC le significará al país un aumento de importaciones de 11% y otro de exportaciones de 5%. Como ocurre usualmente con los estudios que no coinciden con los dogmas oficiales, el trabajo fue materia de serias reprimendas y finalmente se recogió. Pero si se revisan los aspectos analíticos del ejercicio, se encuentra que éstos son correctos y que su rechazo no es técnico sino político.

### AGRICULTURA

La relación entre el libre comercio y la agricultura no se ha logrado entender. A principios de la década de los años noventa los economistas ortodoxos predecían que el agro sería la actividad más favorecida por la apertura y a los pocos días de iniciado el experimento se vio que era la más perjudicada. Ahora, se está repitiendo la experiencia con el TLC.

Los economistas ortodoxos sostienen que la mejor solución para los países del sur es abandonar la producción de estos bienes para beneficiarse de los menores precios al consumidor, y posteriormente destinar las áreas agrícolas a otros productos. El experimento se realizó con lujo de detalles en la apertura económica, cuando se procedió a desmontar los aranceles de los cereales. Los resultados son bien conocidos. El sector se vio expuesto a una entrada masiva de importaciones que ocasionó una pérdida de 750.000 hectáreas, que nunca pudieron compensarse con la expansión de la agricultura tropical y la industria bovina. La participación de la agricultura en el producto nacional se desplomó y la pobreza rural superó el 80%.

Muchos imaginamos que la lección se había aprendido. Cuando se inició la negociación del TLC, el gobierno anunció por todos los medios que defendería la agricultura. Sin embargo, no ha tenido teoría ni estrategia para lograrlo. Ni siquiera ha avanzado en aceptar la realidad del comercio de productos comunes. Se ha persistido en la concepción clásica de concentrarse en productos de menor costo relativo. Primero aceptó la imposición de Estados Unidos de no negociar los subsidios en el marco del TLC y luego renunció a las franjas de precios (aranceles variables), que es el mecanismo más idóneo para compensarlos. A cambio de ello acogió una distribución sectorial de cupos, en que el país abre los mercados a los cereales subsidiados a cambio de concesiones menores en las flores, hortalizas y cigarrillos.

Curiosamente, los países de América Latina no escapan del modelo neoliberal que los estanca y empobrece. Como se resisten a modificar las teorías y las instituciones que lo sustentan, terminan recayendo en los mismos errores. Luego de que la apertura

ocasionó mayores estragos en la agricultura que cualquier catástrofe natural, Colombia está en la antesala de repetir la historia con el TLC.

### TELECOMUNICACIONES

El país inició la apertura de las telecomunicaciones con el desmonte del monopolio de Telecom. El gobierno de ese entonces eliminó la limitación a la entrada de llamadas de larga distancia internacional. Al mismo tiempo, se les dio acceso al mercado y a los equipos a dos operadores por una concesión de US\$300 millones.

Las cosas ocurrieron tal como se previó. En un principio, Telecom perdió el control sobre las llamadas entrantes de larga distancia internacional, es decir, la compensación que recibía en el pasado a través de las llamadas de salida; los ingresos por este concepto cayeron en forma sistemática. Luego, se vio sometida a una competencia totalmente desequilibrada con los operadores nacionales de larga distancia nacional. Hoy en día Telecom sólo tiene la tercera parte del mercado. Así, después de haber operado durante treinta años con una gran holgura financiera y acumulado un sólido patrimonio nacional, la empresa entró en un proceso de reducción de ingresos y de desvalorización.

En las negociaciones del TLC se va más lejos. Los países renunciarán a los cargos por los costos fijos. Las multinacionales no sólo tendrán las ventajas de las economías de escala sino de acceder a un factor de producción de precio cero.

El sector de comunicaciones tiene muchas de las características de los bie-

nes públicos. La mayor parte de los costos son fijos y están representados por las redes y satélites. Si desaparecen los cargos por su utilización, los países pequeños o, si se quiere, los importadores del servicio quedan en completa desventaja. El país de mayor tamaño o la multinacional de mayor ramificación internacional adquiere el privilegio de ofrecer el producto a menor precio, tomarse el mercado y no pagar los costos fijos, y así reducir aún más las tarifas. En un mundo de esta naturaleza pueden subsistir únicamente unas pocas empresas de gran tamaño. Los operadores nacionales quedan condenados a perder progresivamente los mercados de telefonía tanto fija como móvil.

Las condiciones del sector de comunicaciones se replican en aquellos sectores dominados por bienes públicos, como las empresas de bebidas y tabaco en el sector manufacturero, y la cultura y la educación en el sector social. En todas estas áreas las instituciones norteamericanas quedan en posición de no pagar

---

**Las condiciones del sector de comunicaciones se replican en aquellos sectores dominados por bienes públicos, como las empresas de bebidas y tabaco en el sector manufacturero, y la cultura y la educación en el sector social.**

---

por los bienes públicos y ofrecer los productos a menores precios. El proceso de desmantelamiento de la industria y la agricultura que se presentó en la apertura se extenderá a muchas otras áreas de la vida nacional

### PROPIEDAD INTELECTUAL

De tiempo atrás se abrió camino la tesis de que la innovación y los descubrimientos son insuficientes porque sus gestores no pueden apropiarse de los beneficios. Progresivamente surgió una legislación internacional que concede todo tipo de privilegios en forma de patentes y monopolios a las innovaciones.

Ahora, Estados Unidos pretende ir más allá en los acuerdos bilaterales. En primer lugar solicita, y lo está consiguiendo, que la protección en el caso de los derechos intelectuales sea de más de veinte años y, lo más grave de todo, que ha sido muy mal tratado en las negociaciones, se aspira a que las patentes no sólo se apliquen a las innovaciones sino a los primeros y segundos usos de las mismas. Por ejemplo, en el caso de un químico que genera el efecto dominante sobre la tensión arterial, la protección no sería para ese químico sino para toda la pastilla; más aún, si en un momento se encuentra que el químico no sólo sirve para la atención arterial sino también para la disfunción sexual, la nueva droga también se patentaría.

En realidad, no se busca asegurar únicamente la recuperación de la inversión y la innovación, sino adquirir un poder monopólico para establecer precios por encima de los costos. Así lo ilustra la información del sector farmacéutico. En muchos casos, la diferencia entre el precio de la droga de marca y la genérica es de más de cien veces, lo que supera con creces el margen normal para recuperar cualquier inversión fija. Es el mundo al revés. En aras del libre mercado, se justifica la protección para crear rentas monopólicas y, lo más grave, para alejar a los países en desarrollo de las actividades de complejidad tecnológica.

La política está en abierta contradicción con la teoría de la industria infantil, que fue la base para el desarrollo de la mayor parte de los países que hoy en día se encuentran en la cima. Los países no solamente quedan fuera de la tecnología por el atraso y la innovación sino por la legislación que impide emplearla, de acuerdo con sus realidades propias.

### INTEGRACIÓN POR BLOQUES

El país está en la antesala de un experimento parecido al que ya hizo, que generará grandes dificultades a la industria y la agricultura, aumentará las necesidades de endeudamiento externo y agravará las condiciones de empleo. El retroceso de los últimos trece años se acentuará.

El acuerdo de libre comercio con Estados Unidos fue mal concebido. No había razón para realizar un acuerdo con el país más poderoso del mundo. Las relaciones comerciales favorecen al país que va adelante porque tiene mayor productividad absoluta. Tampoco tenía sentido negociar en forma aislada, cuando los países podían agruparse para actuar con miras comunes.

De ninguna manera se trata de rechazar la integración ni el comercio internacional, sino su orientación. El drama del acuerdo bilateral con Estados Unidos consiste en que

está fundamentado en el mismo principio de la ventaja comparativa que no funcionó. Se pretende que los países se especialicen en las cosas que hacen más baratas, pero estos productos no tienen demanda mundial, no garantizan el desarrollo industrial y agrícola y mucho menos el equilibrio de la balanza de pagos, y para completar implican grandes endeudamientos.

Como alternativa se plantea una integración entre países similares, como sería fortalecer el mercado andino y no desmontarlo, la unión con los países del Mercosur y, una vez sobre las bases de una asociación de esta naturaleza, intentar ensayar un convenio con Estados Unidos.

En este marco, que es el que están buscando Argentina y Brasil, no puede predominar el comercio. Los dos países ya expresaron claramente que no están dispuestos a especializarse en los productos baratos y a renunciar a la producción de las actividades complejas. En su lugar, están propiciando una integración orientada a ampliar los mercados, algo así como la integración de la comunidad europea.

La ventaja es clara. Colombia no estaría sometida a una competencia para quedarse en los productos más baratos, que luego no puede vender, sino que se integraría para colocar sus productos en el mercado andino, en el resto de América Latina, e incluso en Estados Unidos, en el entendido de que lo importante no es tanto el comercio sino la demanda mundial. Así, en un momento dado Colombia estaría dispuesta a comprar los bienes a precios un poco más altos en Venezuela, a cambio de que Venezuela hiciera lo mismo.

### MODELO DE INDUSTRIALIZACIÓN

El error de América Latina, el gran error de los señores de la agenda de Barcelona, es que pensaron que el desarrollo económico se podía hacer a través del intercambio comercial. Al fin y al cabo, era el camino facilista. Todo lo que había que hacer era especializarse en lo más barato, la agricultura tropical y la maquila, y luego los productos complejos, de comunicaciones, automóviles, computadores, etc., resultaban del mercado internacional.

Insisto en que este esquema de libre comercio, que inspiró el Consenso de Washington, que en forma no explícita están rechazando los firmantes de la agenda de Barcelona, no funcionó porque la teoría de ventaja comparativa no se cumple en estos países. La mayor parte de las economías de América Latina tienen ventaja comparativa en productos que carecen de demanda mundial.



La alternativa es un desarrollo gestado en nuestras propias raíces. En lugar de esperar que el progreso venga de especializarse en lo fácil e importar lo complejo, es necesario pasar a actividades más complejas para que el desarrollo resulte del esfuerzo propio. A finales del siglo XIX se consideraba que el progreso era un patrimonio de los países avanzados; que sólo esos países, por razones de tradición, cultura, e incluso de raza, podían crecer, y por eso las únicas naciones que avanzaban por encima de la población eran Estados Unidos y unos pocos países privilegiados de Europa.

Esta concepción quedó sin piso en el siglo XX. Lo normal pasó a ser que los países crezcan, y que la dimensión del crecimiento resulte de la capacidad de los países para aprovechar la revolución industrial.

En diversos estudios se muestra que, a diferencia de lo que se decía en el siglo XIX, la fuerza de trabajo con máquinas, capital humano, es decir, adiestramiento, acceso a la transformación de la tecnología y empresas, está en capacidad de producir exactamente igual en cualquier lugar del mundo. El otro hallazgo sobresaliente es que la producción de actividades tecnológicas no está condicionada por las características de los países. No hay ninguna razón para que unos países estén predestinados a producir bienes complejos y otros elementales. Las investigaciones de casos revelan que la productividad de los trabajadores no depende de la dotación de los factores, de la geografía del clima, sino de la producción acumulada.

De esta suerte, cualquiera que sea capaz de producir en una actividad y acumular experiencia puede aumentar la productividad, tal como está ocurriendo en China e India. Nadie se imaginaba que esos países pudieran competir con Estados Unidos y Europa en las actividades de alta tecnología, y lo están haciendo porque crearon las condiciones para entrar en áreas complejas y aprender en el oficio.

Los dos elementos: primero, los trabajadores con capital físico, adiestramiento y acceso a la transformación de la tecnología en usos, están en condiciones de producir igual en cualquier lugar del mundo, y segundo, la productividad de los sectores no está determinada por sus características especiales sino por la experiencia acumulada, constituyen los pilares centrales de la teoría de la industrialización. En este contexto, todos los países están en condiciones de sacar ventajas de los descubrimientos de la revolución industrial y entran en las actividades más complejas, que dan el mayor crecimiento de productividad y salarios y el único camino efectivo para reducir las desigualdades mundiales. Así ocurrió en Japón y en los Tigres Asiáticos, y ahora en China y la India.

La principal restricción para realizar un desarrollo de estas características es el TLC. Tal como está concebido el tratado en la desgravación arancelaria, la propiedad inte-

lectual, las comunicaciones y la agricultura, conduce a una especialización en actividades elementales. El país quedaría excluido de las oportunidades de la revolución industrial.

Nada de esto implica abandonar el desarrollo exportador ni la integración. El problema del desarrollo exportador en el modelo tradicional propicia la producción de bienes que no tienen demanda mundial. En cambio, en el marco de industrialización provendría de la selección de sectores, el avance tecnológico, el empleo calificado y la protección selectiva, lo que redundaría en una estructura de creciente complejidad y diversidad. Por lo demás, la integración con el Mercosur abrirá el camino para una organización orientada más a ampliar los mercados mediante la configuración de bloques conformados por países similares.

El panorama no podía ser más alarmante. El TLC fue concebido por Estados Unidos dentro de los principios de libre mercado. En un mundo que no es regulado por las ventajas comparativas sino por las ventajas absolutas, el acuerdo resulta desfavorable por completo para los países como Colombia, y más cuando se introducen excepciones a favor de la tecnología y subsidios a los productos agrícolas comunes. Como era totalmente predecible, el país está en la antesala de acoger un programa que lo llevará a especializarse más en las actividades tradicionales y maquila, entregar la agricultura comercial, abandonar el Pacto Andino, alejarse de la transformación de la invención tecnológica en usos, y enfrentar una competencia desigual en la educación, la cultura y las comunicaciones. Sin duda, se trata de un juego que genera mayores costos y beneficios y que, seguramente, la opinión pública rechazará en cualquier referendo.

---

La alternativa es una industrialización, en la que el progreso no se busque a través del simple intercambio de bienes, sino en el aprovechamiento del aprendizaje en el oficio y de las grandes complementariedades que ofrece la industria.

---

La alternativa es una industrialización, en la que el progreso no se busque a través del simple intercambio de bienes, sino en el aprovechamiento del aprendizaje en el oficio y de las grandes complementariedades que ofrece la industria en el amplio sentido de la palabra.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sarmiento, E. (2000). *Cómo construir una nueva organización económica*. Bogotá: Oveja Negra-Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarmiento, E. (2002). *El modelo propio*. Bogotá: Norma-Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarmiento, E. (2004). "Acuerdo bilateral con los Estados Unidos". Concejo de Bogotá

# Coeficiente de Pulimento Acelerado (CPA)

## Una mirada a la norma de ensayo INV E-232

Sandra Ximena Campagnoli Martínez\* y Óscar Andrés Rico G.\*\*

En este artículo se presentan los conceptos asociados con el Coeficiente de Pulimento Acelerado (CPA), junto con una visión general del mismo, y se revisa la norma de ensayo propuesta por el Instituto Nacional de Vías, INV E-232, "Pulimento acelerado de los agregados", realizando una comparación con la norma de ensayo propuesta en los estándares europeos, EN 1097-8, "Tests for mechanical and physical properties of aggregates – Part 8: Determination of the polished stone value". Para la comparación de las normas se realizaron ensayos en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Escuela Colombiana de Ingeniería, sobre seis muestras de agregados pétreos, empleados comúnmente para la elaboración de mezclas asfálticas usadas en la construcción de capas de rodadura de estructuras de pavimento y procedentes de diferentes fuentes de materiales de la ciudad de Bogotá. Los procedimientos propuestos por las normas de ensayo y los resultados obtenidos con ellos se analizaron, concluyendo en la necesidad de revisar la normativa vigente en Colombia y de realizar ensayos cruzados de CPA con otros laboratorios que posean mayor experiencia en la determinación de este coeficiente.

### Palabras claves

Pulimento acelerado, resistencia al deslizamiento, agregados, pavimentos, rodadura.

\* Ingeniera civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería, especialista en geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia. Profesora asociada de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

\*\* Estudiante de ingeniería civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

### INTRODUCCIÓN

En ingeniería de carreteras las exigencias, cada día más estrictas, sobre las condiciones de seguridad para la circulación de los vehículos han conducido a numerosas investigaciones acerca de las propiedades que ha de tener la superficie de rodadura del pavimento. Entre estas investigaciones se encuentran aquellas relacionadas con el estudio de los materiales constitutivos de las capas de rodadura y su relación con la resistencia al deslizamiento.

En 1948, durante el 7º Congreso y Exhibición de Salud Pública e Ingeniería Municipal, en Londres, Giles y Lee anotaban que "... la naturaleza de los agregados empleados en las capas de rodadura de las carreteras es un factor importante en la resistencia al deslizamiento y se requiere un ensayo que indique el comportamiento del agregado en relación con las propiedades anti-deslizantes de la carretera". El anterior requerimiento se tradujo en el desarrollo de investigaciones que condujeron a la implementación del ensayo de pulimento acelerado, como una forma de medida de la resistencia al deslizamiento.

En el ensayo, se pretende reproducir el pulimento de los agregados que se sucede en la carretera bajo la acción de las ruedas de los vehículos. Desarrollado en 1952 por Maclean y Shergold, se constituyó en el primer método satisfactorio para cuantificar la resistencia al pulimento de los agregados que se utilizan en la elaboración de las mezclas asfálticas, empleadas para

la conformación de capas de rodadura en las estructuras de pavimento.

En 1960, el ensayo de pulimento acelerado se incluyó en los estándares británicos con la designación BS-812, y se revisó posteriormente en los años de 1965 y 1968, incorporándose algunas modificaciones

para mejorar el procedimiento de manufactura de las probetas de ensayo, al igual que la repetibilidad y reproducibilidad de los resultados. Entre las modificaciones más significativas se presenta el uso de resinas sintéticas de endurecimiento rápido en lugar de mortero de cemento, con el cual era necesario disponer de un período de curado de siete a catorce días.

A través de los años las condiciones del ensayo, los factores que afec-

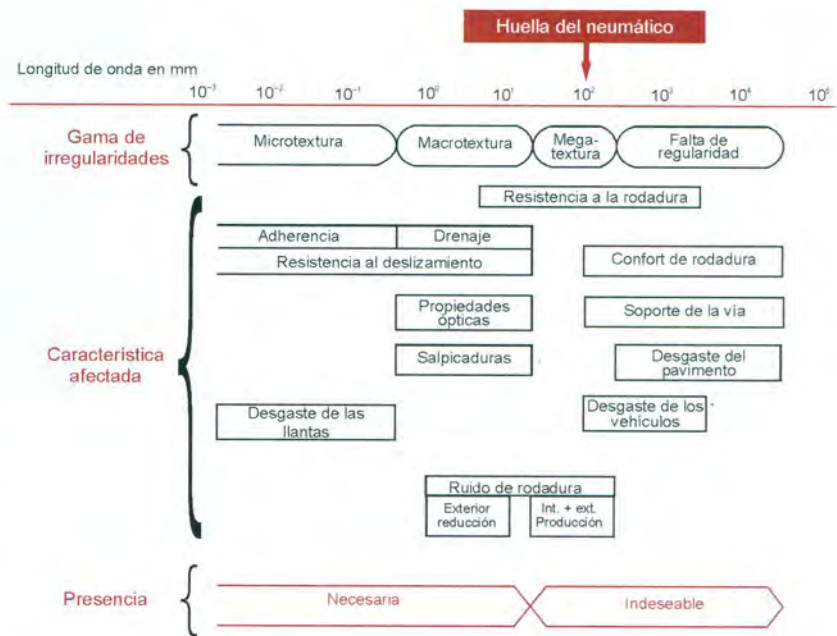
En ingeniería de carreteras las exigencias, cada día más estrictas, sobre las condiciones de seguridad para la circulación de los vehículos han conducido a numerosas investigaciones acerca de las propiedades que ha de tener la superficie de rodadura del pavimento.



tan los valores del CPA, así como correlaciones de éste con otras propiedades de los agregados, han sido motivo de investigaciones, desarrolladas especialmente por el Transport Research Road Laboratory (TRRL) del Reino Unido. Estos estudios han conducido al ajuste y adopción de la norma de ensayo en los estándares europeos, a los cuales se acogen países como Austria, Francia, Alemania, España y el Reino Unido, entre otros. La norma correspondiente es la EN 1097-8, "Test for mechanical and physical properties of aggregates – Part 8: Determination of the polished stone value". Igualmente, en estos países se cuenta con especificaciones del CPA para los agregados usados en las mezclas empleadas para la conformación de capas de rodadura.

Como puede apreciarse de lo hasta aquí expuesto, aun cuando en la ejecución del ensayo de pulimento acelerado se han ganado más de 40 años de experiencia y el ensayo se ha constituido en una prueba de utilización mundial para la obtención de un parámetro de medida para la evaluación de la resistencia al deslizamiento de las superficies de rodadura de los pavimentos, en Colombia tan sólo se introdujo en las normas de ensayo –Pulimento acelerado de los agregados INV E-232–, y en las especificaciones generales de construcción de carreteras –artículo 400-96–, propuestas por el Instituto Nacional de Vías (Invías) en el año de 1996, ganando el ensayo y la exigencia para su realización mayor vigencia con la introducción del reglamento técnico para la ejecución de obras en el sector vial de Bogotá, D.C., propuesto por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el 2002.

Aun cuando entre la normativa europea y la colombiana se encuentran similitudes en los equipos y en general en los procedimientos de ensayo, también se presentan diferencias en la



**Figura 1.** Campo de influencia de las irregularidades superficiales sobre las interacciones carretera - vehículo.

metodología para la elaboración de las probetas con las muestras de ensayo, en su disposición en la prueba de pulimento y en la manera de calcular el valor del CPA, diferencias que sumadas a la escasa experiencia en Colombia sobre la ejecución de este ensayo y sobre la magnitud de los resultados con agregados propios, condujeron a la realización del presente estudio en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

### RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO Y EL PULIMENTO DE LOS AGREGADOS






Entre las características funcionales que debe cumplir una superficie de pavimento están las de poseer una buena adherencia con las llantas de los vehículos que transitan sobre ella, ofrecer una adecuada resistencia al deslizamiento o fricción superficial y un bajo desgaste de las llantas. Todas estas características se encuentran asociadas con

la microtextura del pavimento, definida como la desviación que presenta la superficie de rodadura en relación con una superficie plana de dimensiones características en sentido longitudinal inferiores a 0,5 mm.

La microtextura es una irregularidad que debe estar presente en la rodadura de un pavimento, confiriéndole una apariencia que varía entre áspera y muy pulida; normalmente es tan pequeña que no se puede apreciar a simple vista.

En la figura 1 se indica el campo de influencia de la microtextura de un pavimento, junto con otras irregularidades superficiales, sobre las interacciones carretera - vehículo, mientras que en la figura 2 se muestran de manera esquemática, para macrotexturas gruesa, fina y muy fina, las diferentes condiciones de la microtextura.

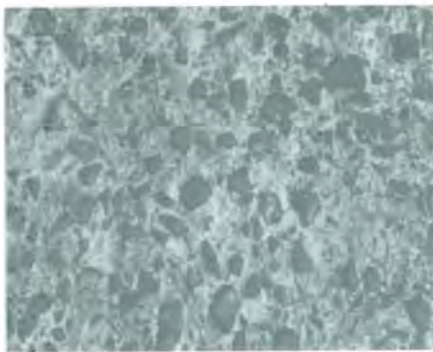
Los agregados que forman parte integral de las mezclas asfálticas utilizadas para la conformación de capas de rodadura en estructuras de pavi-

Esquema superficie	Textura	
	Macro	Micro
	Gruesa	Áspera
	Gruesa	Pulida
	Fina	Áspera
	Fina	Pulida
	Muy fina	Muy pulida

**Figura 2.** Representación de diferentes condiciones de microtextura.

mento son susceptibles al pulimento o pérdida de su microtextura superficial, por el efecto del paso repetido de las llantas de los vehículos. Cuando esto sucede, se reduce la capacidad de romper la película de agua que queda sobre la superficie de la carretera y se disminuye así, de manera importante, la capacidad de adherencia entre las llantas del vehículo y la superficie del pavimento, es decir, se afecta adversamente la resistencia al deslizamiento.

En la fotografía 1 se muestra el aspecto liso de una superficie de pavimento, originada por el pulimento de los agregados de la mezcla empleada en la conformación de la capa de rodadura.



**Fotografía 1.** Superficie lisa por pulimento de agregados.

La resistencia al deslizamiento varía con el tiempo, pero es elevada por lo general en capas de rodadura recién construidas. Igualmente, la resistencia es diferente dentro de una misma sección transversal a la superficie del pavimento, siendo en principio mayor en los bordes de la calzada que en las huellas de rodada de los vehículos.

La medida y el estudio de la resistencia al deslizamiento son claves en carreteras que van a estar sometidas a una alta intensidad de tránsito. Normalmente se determina la resistencia al deslizamiento de manera indirecta, midiendo el coeficiente de rozamiento entre el pavimento, artificialmente mojado, y una rueda de goma especial.

El coeficiente de rozamiento no solamente es función de la superficie del pavimento, ya que otros factores, tales como el usuario y el ambiente, tienen un papel preponderante. En términos generales, se puede decir que la demanda de rozamiento depende de la velocidad de circulación del vehículo, asociada con el usuario, y de la cantidad de agua sobre el pavimento, asociada con el ambiente, mientras que la oferta de fricción o la capacidad para responder a la demanda de rozamiento es función del tipo y estado de la superficie del pavimento.

Hay en la actualidad una amplia variedad de equipos y principios de medida del coeficiente de rozamiento, entre los que se encuentra uno muy simple, aun cuando con limitadas representatividad, eficiencia y repetibilidad. Se trata del péndulo portátil de fricción desarrollado por el Transportation Research Laboratory (TRL). Como se verá más adelante, este equipo complementa la máquina de ensayo de pulimento acelerado, ambos empleados en el ensayo para determinar el CPA.

El nivel de adherencia entre la superficie del pavimento y las llantas de los vehículos se especifica por lo ge-

neral a través de la exigencia que se hace a los agregados sobre su resistencia al pulimento, es decir, sobre el valor del CPA. Sin embargo, estas especificaciones son condición necesaria pero no suficiente para garantizar el nivel de adherencia, por lo que se recurre a la realización de medidas del coeficiente de rozamiento directamente sobre el pavimento terminado o el pavimento en servicio.

### DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPARACIÓN DE LAS NORMAS DE ENSAYO INV E-232 Y EN 1097-8

Las etapas principales del ensayo para determinar el CPA se resumen como sigue:

1. *Pulimento de los agregados.* Las muestras se someten a la acción de pulimento acelerado en una máquina diseñada para tal efecto.

2. *Determinación del coeficiente de rozamiento.* El grado de pulimento alcanzado por cada muestra se establece midiendo el coeficiente de rozamiento con la ayuda del péndulo de fricción.

#### 1. Pulimento de los agregados

Para el pulimento de los agregados se emplea una máquina especial, compuesta por una rueda de ensayo que gira a  $320 \pm 5$  r.p.m., a la cual se fijan catorce probetas en total, doce de las cuales corresponden a los agregados que hay que ensayar y dos al agregado patrón. Sobre las probetas fijadas a la rueda se pone en contacto una llanta de tipo industrial, de dimensiones, características y presión de inflado especificadas. Entre la llanta y las muestras de ensayo se alimentan con velocidades uniformes, en una primera etapa de tres horas de duración, esmeril granulado como material abrasivo y agua, y en una segunda etapa, con igual duración, polvo de esmeril y agua (fotografías 2 y 3).



Foto 2. Máquina de pulimento general.



Foto 3. Vista de la llanta y de la rueda de ensayo.

Se debe anotar que en la norma de ensayo INV E-232 sólo se especifica el uso de una llanta de tipo industrial, mientras que en el estándar europeo EN 1097-8 se trabaja con dos llantas de caucho sólido: una para usarse con el abrasivo de esmeril granulado y la otra para cuando se aplique el polvo de esmeril fino. De igual manera se presentan diferencias en el ancho y en la dureza especificadas de la llanta, ya que en la norma europea es menor el ancho y mayor el grado de dureza.

Las dos normas de ensayo coinciden en el empleo de agregados limpios y secos que pasen el tamiz de 10 mm y se retengan en el tamiz de 7,2 mm, sin la presencia de partículas planas ni alargadas. Las partículas, en un número de 36 a 46 según el estándar europeo o de 40 a 60 de acuerdo con el Invías, se distribuyen en un molde de manera aleatoria, en una sola capa y tan próximas como sea posible, llenándose los intersticios con arena fina.

De acuerdo con la norma INV, las partículas se ligan entre sí con un mortero de cemento y permanecen en el molde durante cuatro horas, después de lo cual se retiran y curan en cámara húmeda durante tres días, antes de someterse al proceso de pulimento. Para esta misma operación, el estándar europeo recomienda el uso de resina sintética, logrando disminuir el tiempo de preparación, desmolde y curado de las probetas a aproximadamente una hora.

Mientras que el Invías admite en la prueba de pulimento tres agregados diferentes, ensayándose en una misma prueba cuatro probetas por agregado, el estándar europeo establece que el ensayo se realice sobre seis agregados, empleando cuatro probetas por agregado, pero ejecutando dos pruebas por separado, es decir, utilizando dos probetas de cada agregado por prueba. En ambas normas se establece el uso de un agregado patrón, fabricando y sometiendo a pulimento dos probetas fabricadas con este material.

## 2. Determinación del coeficiente de rozamiento

La resistencia al deslizamiento o el coeficiente de rozamiento se determina con la ayuda del péndulo de fricción, desarrollado por el TRL. Con este aparato, se mide la pérdida de energía que sufre el péndulo cuando la zapata de caucho, de la cual está provisto, roza la superficie que se va a ensayar con una presión determinada y en una longitud fija (foto 4).

El ensayo se hace con las superficies de la zapata de caucho y de la probeta húmedas, efectuándose cinco disparos del péndulo de fricción y registrando las lecturas respectivas. El valor medio para cada probeta se toma como el resultante de las tres últimas lecturas obtenidas, siempre y cuando no difieran en más de cinco unidades.

### Cálculo del CPA

De acuerdo con la norma INV E-232, el CPA es el resultado de promediar los valores, también promedio, del coeficiente de rozamiento obtenidos en las cuatro probetas pulimentadas del mismo agregado, redondeando el resultado a la centésima. Por su parte, la norma EN 1097-8 establece la siguiente ecuación para el cálculo del CPA, expresándolo como un número entero:

$$CPA = S + 52,5 - C$$

en donde

S = corresponde al valor promedio de las medidas con el péndulo de fricción sobre las cuatro probetas de agregado.

C = valor promedio de las medidas con el péndulo de fricción de las cuatro probetas fabricadas con el agregado patrón.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS ENSAYADOS Y RESULTADOS DEL CPA

Para el estudio se evaluaron seis agregados, procedentes de diferentes fuentes, los cuales se utilizan frecuentemente en la ciudad de Bogotá para la elaboración de mezclas asfálticas empleadas para la conformación de capas de rodadura.



Foto 4. Péndulo de fricción.

**Tabla 1**  
Características de los agregados ensayados

Muestra No.	Desgaste M. A. (%)	(%) Pérdida Ensayo Solidez	Índices (%) aplanamiento/alargamiento	(%) Caras fracturadas
1	27	3,3	17 / 14	92
2	30	8,9	19 / 22	99
3	32	1,5	20 / 20	96
4	34	4,3	20 / 17	96
5	36	8,3	27 / 11	79
6	55	15,9	11 / 11	100

En general, los agregados ensayados provienen de rocas sedimentarias de tipo arenisca y areniscas calcáreas con formas angulares a subangulares, y presentan propiedades físicas y químicas muy similares.

Sobre las muestras de agregado se realizaron ensayos adicionales de desgaste Los Ángeles, solidez en sulfato de sodio, índices de aplanamiento y alargamiento, y caras fracturadas, entre otros. En la tabla 1 se presentan de manera resumida los resultados obtenidos en cada una de estas características.

De acuerdo con los resultados consignados en la tabla 1, las muestras de agregado 3, 4, 5 y 6 no cumplen con la especificación de desgaste establecida por el Invías en el artículo 400, de máximo 30% para agregados usados en mezclas densas en frío (MDF) o en caliente (MDC), empleadas en capas de rodadura. Con respecto a las demás características, todas las muestras cumplen con los requisitos exigidos por este mismo artículo, para índices de aplanamiento y alargamiento de máximo 35%, caras fracturadas de mínimo 75% y, con excepción de la mues-

tra 6, de porcentaje de pérdidas en el ensayo de solidez con sulfato de sodio de máximo 12%.

Las seis muestras de agregado fueron sometidas a pruebas de pulimento acelerado siguiendo la norma de ensayo INV E-232 o la norma de ensayo EN 1097-8 de los estándares europeos. En la tabla 2 se presentan las tres últimas lecturas, de los cinco disparos efectuados con el péndulo de fricción, de donde se obtienen los resultados de CPA de acuerdo con cada normatividad.

**COMENTARIOS SOBRE LA NORMA INV E-232 Y SOBRE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS**

En el desarrollo del ensayo aplicando la norma INV E-232 se encontraron limitaciones, en especial en la fabricación de las probetas de ensayo con el empleo de mortero de cemento, para el cual se especifica el uso de una arena fina, difícil de encontrar comercialmente.

Así mismo, las recomendaciones dadas en esta norma para la fabrica-

**Tabla 2**  
Resultados del CPA de acuerdo con cada normativa de ensayo

Norma de ensayo INV E-232																								
M	1				2				3				4				5				6			
P	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
L1	56	60	58	58	50	54	54	52	60	--	--	--	60	60	62	60	58	52	52	60	60	60	54	62
L2	56	60	58	58	50	54	54	50	58	--	--	--	58	62	62	60	58	50	50	60	60	60	52	60
L3	56	60	58	58	50	54	54	50	58	--	--	--	58	62	62	60	58	50	50	60	60	60	52	60
P.L.	56	60	58	58	50	54	54	51	59	--	--	--	59	61	62	60	58	51	51	60	60	60	53	61
Prom.	58				52,2				--				60,5				51				60,3			
CPA	0,58				0,52				--				0,60				0,51				0,60			
Norma de ensayo EN 1097-8																								
P	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Patrón	54	56	54	55	54	56	54	55	54	56	54	55	54	56	54	55	54	56	54	55	54	56	54	55
PPE	55				55				55				55				55							
C	54,8				54,8				54,8				54,8				54,8							
L1	52	52	60	54	48	52	54	50	56	58	60	54	60	60	54	56	52	44	50	56	56	62	62	52
L2	52	52	60	54	48	52	54	50	54	58	60	52	58	58	54	56	52	44	50	56	54	62	62	52
L3	50	52	60	54	46	50	54	50	54	58	58	52	58	58	54	56	52	44	50	56	54	62	62	50
P.L.	51	52	60	54	47	51	54	50	55	58	59	53	59	59	54	56	52	44	50	56	55	62	62	51
S	51,5				49				56,5				59				48*				58,5*			
Prom.	57				52				56				55				53				56,5*			
CPA	54,2				50,5				56,2				57				50,5				57,5			
	52				48				54				55				48				55			

M = Muestra P = Probeta L# = Lectura número P.L. = Promedio Lecturas Prom = Promedio  
 PPE = Promedio Patrón Ensayo C = Promedio patrones P.E. = Promedio Ensayo S = Promedio muestra  
 -- Desprendimiento de agregados durante el pulimento \* Diferencia superior a seis unidades

ción del mortero dan lugar a un material con una consistencia inicial seca y, por tanto, con poca manejabilidad. En varias probetas, la adherencia entre el mortero y los agregados fue deficiente, presentándose desprendimiento de partículas durante el proceso de pulimento, como sucedió con la muestra 3.

Con el procedimiento INV se logra una mayor repetitividad de los resultados entre probetas de una misma muestra, mientras que con la normativa europea se aprecian en algunos casos diferencias significativas (superiores a cinco unidades) entre las dos probetas de la misma muestra, sometidas simultáneamente a una prueba de pulimento. Lo anterior se aprecia sobre todo en las muestras 5 y 6, para las cuales debería repetirse el ensayo.

Aun cuando las dos normas expresan de manera diferente el CPA de los agregados, si para las muestras 2 y 4 se compara el valor de S, dado por la norma europea como



rated polishing of aggregates using the British Wheel”, llegan a proponer eliminar el empleo del agregado patrón durante la prueba de pulimento, en aquellos laboratorios en los que se disponga de una historia acumulada de valores de pulimento; por consiguiente, en caso de usar un agregado patrón, su valor de resistencia a la fricción no influye en el valor del CPA del agregado ensayado.

De acuerdo con los resultados encontrados con el procedimiento INV E-232, las muestras 1, 4 y 6 son las que presentan mayor CPA y, por tanto, mayor resistencia al deslizamiento. Con este mismo procedimiento, todas las muestras cumplen con las especificaciones establecidas en el artículo 400-96 de CPA mínimo de 0,45, para las diferentes aplicaciones del agregado en superficies de rodadura.

Algunas experiencias que se han llevado a cabo en otros países, especialmente en el Reino Unido, tratando de correlacionar los valores del CPA con otras características y propiedades de los agregados, han concluido que una alta resistencia al deslizamiento, en este caso un

valor alto del CPA, se puede obtener en agregados que pueden presentar otras propiedades deficientes, como por ejemplo su resistencia a la abrasión. En la experiencia desarrollada se aprecia esta condición en la muestra 6, en la cual se obtuvo un valor alto del CPA, pero igualmente su desgaste resultó inaceptable.

Algunas experiencias que se han llevado a cabo en otros países, especialmente en el Reino Unido, tratando de correlacionar los valores del CPA con otras características y propiedades de los agregados, han concluido que una alta resistencia al deslizamiento, en este caso un valor alto del CPA, se puede obtener en agregados que pueden presentar otras propiedades deficientes, como por ejemplo su resistencia a la abrasión.

el valor promedio de los resultados del péndulo de fricción para cada muestra, con el promedio respectivo de la norma INV se encuentran valores muy próximos, estando en general los valores encontrados por la norma europea entre dos y tres unidades por debajo de los determinados siguiendo el procedimiento INV.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta la expresión para el cálculo del CPA siguiendo el estándar europeo, si se emplea para el ensayo un agregado patrón con resistencia a la fricción medida en el péndulo de fricción superior a 52,5, como corresponde al patrón usado en esta experiencia, se esperaría siempre un valor inferior de CPA con respecto al determinado por la normativa INV.

No es clara la razón de utilizar, en la normativa europea, para la determinación del valor del CPA la resistencia a la fricción alcanzada por el agregado patrón. Otras normativas relacionadas, como la ASTM D3319-99, “Accele-

Finalmente, Won M.C. y Fu Ch. N., del Departamento de Transporte de Texas, evaluaron los procedimientos de laboratorio para la realización del ensayo de pulimento de los agregados, encontrando una serie significativa de factores que inciden en los resultados del coeficiente de pulimento, entre los cuales se destacan la curvatura del molde de fabricación de las probetas de ensayo, el grado de heterogeneidad del agregado, la longitud de la trayectoria de contacto y la carga de la zapata deslizante del péndulo de fricción, lo que permite deducir lo delicado del ensayo.

## CONCLUSIONES

- Independientemente de la norma de ensayo aplicada, el ensayo de pulimento acelerado es una prueba dispendiosa y de bastante cuidado, ya que en sus resultados inciden de manera significativa diferentes factores, humanos o inhe-

rentes a la condición de los equipos y al tipo de material que se ensaya.

- En Colombia no se cuenta con experiencia suficiente en el desarrollo de la prueba de pulimento acelerado, ni tampoco con órdenes de magnitud de los valores del CPA para los diferentes agregados, que se usan corrientemente en las mezclas empleadas para la conformación de capas de rodadura en las estructuras de pavimento.

- La norma de ensayo INV E-232, propuesta por el Invías para el caso colombiano en el año 1996, se deriva del estándar británico BS-812. Si se tiene en cuenta que el Reino Unido se acoge a la normatividad europea, en este caso específico al estándar de ensayo EN 1097-8, aprobado en diciembre de 1999, la respectiva norma colombiana se debe revisar y actualizar.

- Mientras se adopta en el país un estándar actualizado para la determinación del CPA, se recomienda seguir aplicando la norma INV E-232 pero empleando resinas sintéticas, en lugar

de mortero de cemento, para la elaboración de las probetas de ensayo.

- Finalmente, una vez que se revise y adopte la norma de ensayo, se recomienda emprender un programa de ensayos de CPA, evaluando agregados propios, que se hagan en conjunto con laboratorios reconocidos de otros países que cuenten con suficiente experiencia en la realización de la prueba, estableciendo así la reproducibilidad de los resultados en nuestro medio y órdenes de magnitud de los resultados con nuestros agregados.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rico G., Óscar A. (2004). El ensayo de Coeficiente de Pulimento Acelerado. Trabajo dirigido. Escuela Colombiana de Ingeniería.  
Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (1996). Normas de ensayo de materiales para carreteras. Normas INV E-232. Pulimento acelerado de los agregados INV E-792 Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento.

Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (1996). Especificaciones generales de construcción de carreteras, artículo 400.

Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (2002). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*.

European Standard EN 1097-8 (1999). *Test for mechanical and physical properties of aggregates – Part 8: Determination of polished stone value*. December.

American Society for Testing and Materials (ASTM) (1999). Normas de ensayo, ASTM D 3319-99. *Accelerated polishing of aggregates using the British Wheel* y ASTM E 303-93 (Reapproved 1998). *Measuring surface frictional properties using the British Pendulum Tester I*.

Giles, C.G. & Lee, A.R. (1948). *Non Skid Roads*. Londres: 7<sup>th</sup> Public Health and Municipal Engineering Congress and Exhibition, Final Report, pp. 591-610.

*The historical development of the British PSV test method* (1985). Highway Engineering Research Group (HERG), University of Ulster, U.K. [www.engj.ulst.ac.uk](http://www.engj.ulst.ac.uk).  
Won, M.C. & Fu, Cn. (1996). *Evaluation of laboratory procedures for aggregate polish test*. Transportation research record 1547, pp. 23 – 28



Mientras se adopta en el país un estándar actualizado para la determinación del CPA, se recomienda seguir aplicando la norma INV E-232 pero empleando resinas sintéticas, en lugar de mortero de cemento, para la elaboración de las probetas de ensayo.

# Caracterización de sitio como aplicación específica de la geotecnia ambiental

Claudia Ríos Reyes

La ingeniería geoambiental, o geotecnia ambiental, es la disciplina que busca soluciones a problemas que involucran el suelo y afectan el medio ambiente. En este artículo se presentan su origen y evolución, y se exponen las aplicaciones específicas que se han desarrollado para la caracterización de sitio como aplicación de la ingeniería geotécnica en la solución de problemas de tipo ambiental.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería geotécnica es la disciplina que busca soluciones a un amplio rango de problemas relacionados con el suelo y los productos térreos. Diseño de fundaciones para cualquier tipo de estructura en ingeniería civil, deslizamientos, proyectos viales, presas e incluso terremotos han sido, históricamente, el foco de trabajo de los ingenieros geotecnistas. Hoy el panorama se amplía hacia problemas ambientales de caracterización de sitio, contaminación subterránea, disposición y manejo de residuos, mitigación y atención de desastres naturales. La solución de este tipo de problemas se extiende hacia el campo de la ingeniería geoambiental o geotecnia ambiental.

## ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA GEOAMBIENTAL O LA GEOTECNIA AMBIENTAL?

La ingeniería geoambiental o geotecnia ambiental es la disciplina que busca soluciones a los problemas que involucran el suelo y afectan el medio ambiente. La contaminación subterránea, la remediación de suelos, la disposición de residuos sólidos, la determinación de las amenazas naturales y su mitigación son algunos de sus objetivos de estudio.

Es importante hacer énfasis en el carácter multidisciplinario de la inge-

nería geoambiental. La complejidad y la diversidad de los problemas que ésta afronta obligan la participación de ingenieros civiles especialistas en las áreas de la geotecnia, del saneamiento ambiental y de la hidrogeología, así como de profesionales de la biología, la ecología y la geología, entre otras disciplinas.

## EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA GEOAMBIENTAL

La ingeniería geoambiental se originó desprevénidamente, cuando a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta, en Estados Unidos se comenzaron a hacer los estudios de impacto ambiental requeridos para el diseño y construcción de plantas nucleares (1). Ninguna planta recibía permiso de construcción sin

que el estudio de impacto ambiental estuviera completo (2). El auge de la industria petrolera y nuclear, a mediados de los años setenta, llevó a las empresas de ingeniería geotécnica a diversificarse para poder preparar estos estudios y entrar en el novedoso y creciente mercado de la ingeniería geoambiental (1, 3).

Al final de la década de los años setenta y comienzo de los años ochenta, los ingenieros geotecnistas, se enfrentaron a problemas de remediación

---

La ingeniería geoambiental, o geotecnia ambiental, es la disciplina que busca soluciones a los problemas que involucran el suelo y afectan el medio ambiente.

---

Ingeniera civil y magíster en ingeniería civil. Decana de la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería. [crios@escuelaing.edu.co](mailto:crios@escuelaing.edu.co)

y mejoramiento de suelos y aguas subterráneas contaminados con residuos peligrosos, como benceno y radio, y desarrollaron normas de regulación geoambiental que impulsaron el uso de sistemas de disposición de residuos de alto grado de sofisticación (2).

Una de las lecciones más importantes en este tema para los ingenieros geoambientales fue la del sonado caso del canal Love, en el estado de Nueva York. La construcción de este canal se inició en el año de 1896 y su objetivo era conectar el lago Ontario con el lago Erie, pasando por las cataratas del Niágara. Su construcción nunca finalizó y, eventualmente, se abandonó (1). Entre 1947 y 1952, la compañía Hooker Chemical utilizó el canal para depositar cerca de veinte mil toneladas de residuos tóxicos de sus procesos de manufactura, recubriéndolos con varias capas de arcilla. Más adelante, estos terrenos se utilizaron para construir una urbanización y una escuela (4).

De acuerdo con quienes vivieron en el área desde finales de los años cincuenta hasta comienzos de los años setenta, se percibían malos olores y se veía la salida de vapores oscuros muy tóxicos (4), lo que obligó a las autoridades sanitarias del estado a estudiar el fenómeno, sus causas y los nocivos efectos que estaba causando en la salud de los habitantes del sector. En 1978, Lois Gibbs, presidenta de la asociación de residentes de la zona, convocó a la comunidad a investigar la alta tasa de cáncer y defectos de nacimiento (8). La noticia de los escapes de químicos contami-

nantes ocupó los titulares de todos los medios. Acto seguido, se declaró el estado de emergencia sanitaria, se ordenó la clausura inmediata de la escuela, se iniciaron evacuaciones de los pobladores y se empezaron las labores de remediación y limpieza (1, 4, 8). En 1980, el presidente de Estados Unidos, Jimmy Carter, la declaró zona de emergencia y ordenó la evacuación de más de 900 familias del área (8).

Los ingenieros geoambientales entendieron que la acumulación de residuos puede convertirse en una grave amenaza sanitaria y que las arcillas no son lo suficientemente impermeables como para evitar la salida de muchos contaminantes.

La experiencia del canal Love dejó como legado, en Estados Unidos, la promulgación de leyes como el Acta de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act*, RCRA) de 1976 y el Acta Cercla o Superfund de 1980 (1, 2, 9), cuyos objetivos se centran en el saneamiento de depósitos de residuos tóxicos peligrosos (1, 2), campo en el cual se han involucrado muchos ingenieros en el nivel de investigación y ejecución.

Las severas regulaciones gubernamentales en cuanto a disposición de residuos llevan al inicio de una nueva era en la ingeniería geoambiental, en la que se exigen una profunda investigación y caracterización de suelos, el diseño de sistemas de disposición de alto grado de complejidad, el aseguramiento de la calidad en la construcción de estas facilidades, el uso de nuevos materiales para recubrimientos como los geosintéticos (1) y la ejecución de acciones de remediación para "limpiar" suelos y aguas subterráneas (9).

La promulgación de leyes similares en otros países ha impulsado el desarrollo mundial de la geotecnia ambiental (9).

Los requerimientos técnicos de la ingeniería geoambiental exigen la formación de los profesionales de la ingeniería civil en este campo. Por tal razón, diversas universidades del mundo tienen hoy programas de pregrado y posgrado en el campo de la geotecnia ambiental; es así como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por su sigla en inglés) ofrece los programas de máster en ingeniería y máster en ciencias con énfasis en ingeniería geoambiental (10, 11), la Universidad de Northwestern ofrece programas de máster en ciencias y doctorado en geotecnia ambiental (12) y la Universidad de Tufts, máster en ingeniería, máster en ciencias y doctorado en ingeniería geoambiental (13), entre muchos otros programas en el mundo.

Así mismo, la comunidad científica relacionada se reúne frecuentemente para la discusión de temas del área. Cabe mencionar el Congreso Internacional de Geotecnia Ambiental, que se viene realizando, cada dos años, desde 1994.



Figura 1. Localización del canal Love (5).





Figura 2. Fotografías de la zona afectada. Canal Love (6, 7).

### CAMPOS DE ACCIÓN DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL

Aunque todas las acciones de la ingeniería geotécnica tradicional involucran el manejo del ambiente, la práctica geoambiental puede dividirse en las siguientes actividades principales:

- Investigación de subsuelo. Caracterización de sitio.
- Tratamiento geotécnico de rellenos sanitarios.
- Remediación de suelos.
- Identificación, prevención y mitigación de riesgos y amenazas naturales.
- Reciclaje y uso de residuos.

En este artículo se hace referencia específica al tema de investigación del subsuelo. Caracterización de sitio.

### INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO. CARACTERIZACIÓN DE SITIO

La investigación geotécnica tradicional tiene como objetivos principales la identificación y localización, tanto horizontal como vertical, de diferentes tipos de suelo y roca, y la consecuente determinación de la estratigrafía del subsuelo, las condiciones del agua subterránea y la definición de las propiedades mecánicas del suelo a partir de

ensayos *in situ* o en el laboratorio (1, 14 y 15). En investigaciones de tipo geoambiental, más que la determinación de propiedades mecánicas, se busca la definición de características referentes a la permeabilidad, el régimen de transporte de químicos y la presencia de contaminantes en el subsuelo (1 y 15).

Si se siguieran los procedimientos de la ingeniería geotécnica tradicional para la caracterización de una superficie potencialmente contaminada, se deberían tomar muestras representativas del suelo y del fluido de poros, para llevarlas y posteriormente analizarlas en el laboratorio. Sin embargo, esta alternativa presenta los siguientes problemas:

- El muestreo es costoso y requiere mucho tiempo.
- El muestreo es destructivo cuando se toman muestras de suelo.
- El muestreo no es continuo.
- Las muestras se pueden contaminar durante el muestreo, el transporte o el análisis en el laboratorio (16).

La caracterización de sitio con fines geoambientales evoluciona de la investigación geotécnica tradicional a técnicas sofisticadas de exploración intrusivas y no intrusivas, que arrojan

medidas directas e indirectas de las propiedades del suelo y de las características de los posibles contaminantes presentes (9). Las tecnologías de hincamiento directo son unas de las principales beneficiarias del crecimiento geoambiental; el ensayo CPT (*Cone Penetrometer Testing*) es uno de los ensayos más utilizados por su rapidez y por los detalles que se obtienen con sus resultados; además, es posible adaptar en su punta mecanismos y sensores para medir diferentes parámetros de interés (9, 15).

Aparte de parámetros básicos tradicionales, como el contenido de humedad y la densidad *in situ*, se miden, entre otras, las siguientes propiedades del suelo:

### Conductividad hidráulica

Gracias al crecimiento de la ingeniería geoambiental, la medición de las características de permeabilidad del suelo ha tenido grandes avances. A principios de los años ochenta, se contaba solamente con el Método de Ensayo Estándar para la Permeabilidad de Suelos Granulares – Cabeza Constante, ensayo de laboratorio estandarizado por la ASTM (1, 17). Hoy existen gran

cantidad de métodos normalizados por la ASTM para determinar la conductividad hidráulica y otras propiedades relacionadas con el flujo de agua y contaminantes a través de diferentes tipos de suelo, así como de superficies de contacto de suelo con otros materiales, como los geotextiles.

En general, en los ensayos para la determinación de la permeabilidad en el laboratorio se utilizan muestras relativamente pequeñas de suelo. Los nuevos ensayos, que consideran el trabajo *in situ*, ofrecen la oportunidad de ensayar volúmenes grandes de suelo, más representativos, permiten tener en cuenta aspectos determinantes en el flujo, como macroporos, fisuras, discontinuidades, etc. (18).

### Temperatura

La temperatura del suelo se mide para identificar contaminantes que generan calentamiento del suelo a partir de su actividad química (15). Se mide a partir de sensores colocados generalmente en equipos de penetración, que permiten su determinación en perfiles de suelo continuos (15).

### Resistividad eléctrica

La resistividad es la propiedad por la cual el suelo se opone al avance de la corriente eléctrica (19). En la explora-

ción geoambiental del suelo es interesante este parámetro, porque sus variaciones pueden indicar la presencia de contaminantes en la fase líquida (15, 20). En general, el contenido de sales solubles incrementa la conductividad eléctrica del suelo, es decir, disminuye su resistividad (21). La resistividad eléctrica de un suelo se mide aplicando una corriente sinusoidal a través de una serie de electrodos y se mide la diferencia de potencial resultante entre ellos (15, 19), siguiendo los procedimientos establecidos por las normas estandarizadas por la ASTM (20, 22). El método también ha sido adaptado para su uso en ensayos de penetración, acondicionando electrodos en forma de anillo en la sonda de penetración del CPT (15, 20), conformando lo que se conoce con el nombre de mecanismo Wenner, que sirve para determinar perfiles continuos de conductividad eléctrica (9).

### Constante dieléctrica

La constante dieléctrica de un sistema o de un material es una medida de su capacidad de polarización bajo la aplicación de una fuente eléctrica externa. A mayor polarización, mayor es su constante dieléctrica (21). Así como la resistividad, la constante dieléctrica del suelo también es un parámetro indica-

dor de la presencia de contaminantes, con la ventaja de que esta última es más sensible al tipo de contaminante presente (1).

La constante dieléctrica de los suelos es casi independiente de la composición química y de la forma de sus partículas, y es considerablemente menor que la de la mayor parte de los líquidos (la constante dieléctrica de los suelos puede estar entre 3 y 6, y la del agua es del orden de 80) (16).

### pH

La medición continua del grado de acidez del suelo permite detectar la presencia de contaminantes, cuyo pH difiere significativamente del pH del depósito en exploración (1). Las mediciones se hacen en ensayos de penetración con la adaptación de sensores en los dispositivos que entran en el suelo (1).

### Fluorescencia

Una de las tecnologías más populares agregadas al CPT es la tecnología LIF (*Laser Induced Fluorescence*, Fluorescencia inducida con láser). La intensidad de la fluorescencia está relacionada con la concentración de ciertos contaminantes (15).

Algunos contaminantes de tipo orgánico, como el tricloroetileno y el

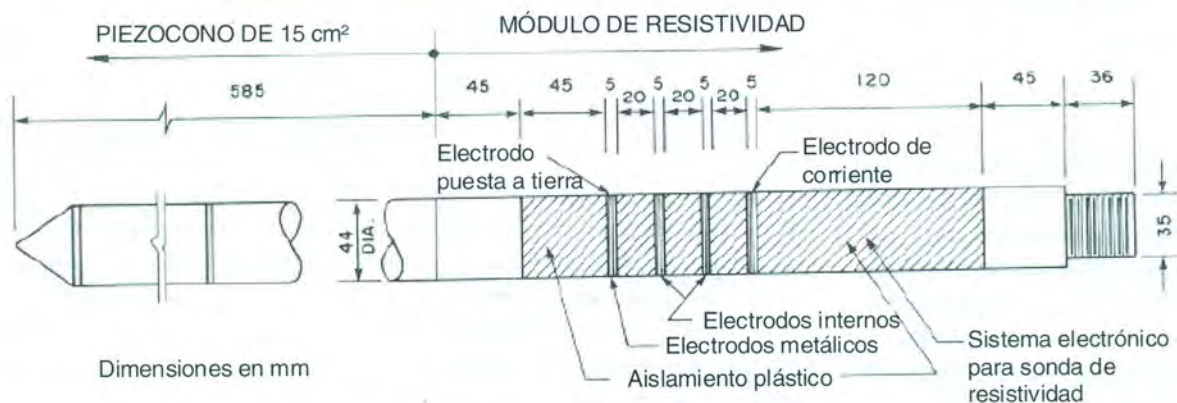


Figura 1. Esquema de penetrómetro equipado con el mecanismo de Webber (9).

percloroetileno, no fluorescen y, por tanto, no pueden determinarse a partir de la tecnología LIF (9).

### MÁS QUE CONCLUSIONES... INQUIETUDES (23)<sup>1</sup>

La medición de estos parámetros geoambientales ha impulsado el desarrollo tecnológico de la práctica de la investigación del subsuelo. La adición de sensores electrónicos de todo tipo a las sondas de los ensayos de penetración y el incremento en el uso de métodos geofísicos son ejemplos de los avances logrados en la investigación y en la práctica geoambiental, disponibles también para la práctica geotécnica tradicional (1).

Sin embargo, para Colombia y nuestro medio, surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Ha sido la evolución de la geotecnia ambiental acorde con su desarrollo en nuestro país?
- ¿Sigue siendo “la investigación geotécnica, en Colombia, una actividad estancada”? (24).
- ¿Colombia necesita la investigación geoambiental?

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Daniel, David E. (2000). “Contributions to geotechnical engineering from geoenvironmental practice”, en *Judgment and innovation – The heritage and future of the geotechnical engineering profession*. Asce. Geotechnical Special Publication.
2. Daniel, David E. (1997). *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall.
3. Clough G., Wayne (2000). “A view of the future of geotechnical engineering”, en *Judgment and innovation – The heritage and future of the geotechnical engineering profession*. Asce. Geotechnical Special Publication.
4. State University of New York at Buffalo. “Love Canal Collection. Introduction to the Love Canal. Background on the Love Canal”. [http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/background\\_lovecanal.html](http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/background_lovecanal.html).
5. State University of New York at Buffalo. “Love Canal Collection. Introduction to the Love Canal. Maps and Visuals”. <http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/lcmap.html>.
6. Environmental Leadership Institute – Niagara University. “Niagara Frontier”. <http://www.niagara.edu/eli/niagarafreedom.htm>.
7. State University of New York at Buffalo. “Love Canal Collection. Introduction to the Love Canal. Aerial Photographs of Love Canal. Aerial Series: ETF Collection”. [http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/aerial\\_photos\\_aerial\\_etf.html](http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/aerial_photos_aerial_etf.html).

1. Adaptación de la frase “Más que ejemplos, inquietudes”, del libro *Ingeniería sísmica*, de Alberto Sarria Molina.

8. History Department at the University of San Diego. “Love Canal”. <http://history.sandiego.edu/gen/nature/lovecanal.html>.

9. Benson, Craig H. (1999). “Environmental geotechnics in the new millenium”. *Geotechnics for Developing Africa: Proceedings of the 12th African Regional Conference*. Balkema.

10. Department of Civil & Environmental Engineering. Massachusetts Institute of Technology. “Graduate Program. Master of Engineering. MEng: Geotechnical and Geoenvironmental Engineering”. <http://cee.mit.edu/index.pl?id=3687&isa=Category&op=show>.

11. Department of Civil & Environmental Engineering. Massachusetts Institute of Technology. “Graduate Program. Master of Science. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering”. <http://cee.mit.edu/index.pl?id=4301&isa=Category&op=show>.

12. Northwestern University. “Environmental Geotechnics. Programs of Study”. <http://www.civil.nwu.edu/geoenv/programs.html>.

13. Tufts University. School of Engineering Civil and Environmental Engineering. “Graduate Programs of Study/Degrees Offered”. <http://ase.tufts.edu/cee/graduate/degrees-offered.asp>.

14. ASTM D420 - 98. “Guide to Site Characterization for Engineering, Design and Construction Purposes”. *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.08.

15. Robertson, P.K., Lunnet, T. y Powell, J.J.M. (1998). “Geo-environmental applications of penetration testing”. *Geotechnical Site Characterization Proceedings*, vol. 1. Balkema – Rotterdam, pp. 35-48.

16. Kaya, Abidin y Fang, Hsai - Yang (1997). “Identification of Contaminated Soils by

Dielectric Constant and Electrical Conductivity”. *Journal of Environmental Engineering*, vol. 123, N° 2, febrero, pp. 169-177.

17. ASTM D2434 - 68 (reaprobada 2000). “Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head)”. *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.08.

18. Daniel, David E. (1989). “In situ Hydraulic Conductivity Tests for Compacted Clay”. *Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 115, N° 9, septiembre, pp. 1205-1226.

19. Sarria Molina, Alberto (1996). *Métodos geofísicos con aplicaciones a la ingeniería civil*. Ediciones Uniandes.

20. ASTM D6431 - 99. “Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation”. *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.09.

21. Kaya, Abidin (1998). “Dielectric constant and electrical conductivity of contaminated fine - grained soils”. *Geotechnical Site Characterization Proceedings*, vol. 1. Balkema - Rotterdam, pp. 563-568.

22. ASTM G57 - 95 (2001). “Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method”. *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 03.02.

23. Sarria Molina, Alberto (1995). *Ingeniería sísmica*. Bogotá: Ediciones Uniandes - Ecoe Ediciones.

24. Ángel Reyes, Guillermo (1998). *La investigación geotécnica en Colombia, una actividad estancada*. Memorias del VII Congreso Colombiano de Geotecnia. Sociedad Colombiana de Geotecnia

¿Ha sido la evolución de la geotecnia ambiental acorde con su desarrollo en nuestro país?

# Qué pasa con la higiene y seguridad industrial en Colombia

Fernando José Valderrama Mantilla

A lo largo de este artículo se describe someramente el panorama actual de Colombia frente a los riesgos profesionales, desde el punto de vista de la necesidad imperiosa de implementar programas y actividades que mejoren las condiciones laborales con el fin de disminuir la accidentalidad global por sectores económicos; así mismo, se pretende dar las pautas para fomentar esta cultura en los estudiantes de pregrado, con el objeto de que salgan a ejercer su profesión con un criterio de prevención frente a los riesgos propios del trabajo.

## Palabras claves

Accidente de trabajo, enfermedad profesional, riesgos profesionales, actividad económica, promoción y prevención.

La OIT adoptó el 28 de abril como día de conmemoración por los muertos a consecuencia del trabajo, en homenaje al deceso de decenas de trabajadores de la construcción en Estados Unidos, cuando se desmoronó el edificio que estaban construyendo en 1987<sup>1</sup>.

En Colombia, el 28 de julio de 1983, en un hecho trágico y lamentable sucedido en la construcción del Proyecto Hidroeléctrico del Guavio, perdieron la vida más de 120 trabajado-

res, cuando por falta de medidas de promoción, prevención y seguridad ocupacional se presentó un accidente laboral con las consecuencias anotadas. Este acontecimiento generó por parte del gobierno nacional, a través del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, la designación de ese día (28 de julio) de cada año como el "Día nacional de salud en el mundo del trabajo"<sup>2</sup>, que comenzó a celebrarse a partir del 2001, mediante la Resolución 166 de ese año, como estrategia para informar y divulgar los programas de promoción de la salud de los trabajadores y la prevención de los riesgos del trabajo, al igual que para consolidar la cultura de la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional.

La Declaración Universal de los Derechos Humanos reconoce el dere-

cho de todo hombre a tener condiciones favorables de trabajo. Infortunadamente, los accidentes relacionados con el trabajo continúan siendo un problema en países industrializados y en los que están en vías de desarrollo, sobre todo en estos últimos, donde siempre ha existido un subregistro y donde ahora, con las nuevas políticas en salud ocupacional, se están implementando más controles frente a accidentalidad y enfermedad profesio-

nal (riesgos profesionales) que muestran o sacan a la luz ese *iceberg* de accidentalidad y enfermedad profesional, que por desconocimiento de la problemática y la forma de recolección de los da-

tos dificulta a las autoridades de salud y a los gerentes tomar decisiones; así mismo, para los trabajadores y la población en general resulta también difícil dar algunos pasos con miras a mejorar las condiciones de trabajo, reducir los riesgos, y prevenir los accidentes y enfermedades.

Alrededor de 2.700 millones de personas (45%), de un total de 6.000 millones que constituyen la población mundial, comprenden la fuerza laboral global. De éstos, 1.800 millones pertenecen a países pobres y cerca de 900 (sólo el 15%) a países desarrollados.

Entre 40 y 50% de la fuerza laboral está empleada o contratada en produc-

---

**La Declaración Universal de los Derechos Humanos reconoce el derecho de todo hombre a tener condiciones favorables de trabajo.**

---

Médico especialista en gerencia de la salud ocupacional. Docente de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

ción primaria (agricultura, pesca, minería, y en el llamado sector verde), un 20% en el sector manufacturero y el resto en el servicio privado; existe, por tanto, una amplia variación en las estructuras económicas, la estructura ocupacional, las condiciones de trabajo, la calidad en el ambiente laboral y el estado de salud de los trabajadores en las distintas regiones del mundo, en los sectores de la economía y entre los diferentes países. Una de las estrategias más usadas por los servicios de salud ocupacional es la promoción de salud de los trabajadores y la organización del trabajo, incluida la cultura de los dirigentes, la participación y el desarrollo organizado de actividades.

El ambiente laboral es el entorno donde el ser humano pasa un tercio de su vida adulta, y es donde existe el mayor nivel de riesgo y donde la frecuencia de exposición excede dos o tres veces los límites normales. Existe un elevado número de factores —alrededor de 50 factores físicos, más de 20 condiciones ergonómicas, 70.000 factores químicos y cerca de 200 biológicos— a los cuales pueden estar expuestos los trabajadores, y que son causantes de enfermedades y accidentes. Además, existen también 30 factores psíquicos diferentes que pueden provocar estrés, carga psicológica, o una innecesaria presión psicológica en el trabajo.

Las cifras de accidentalidad laboral en el mundo son inciertas. A pesar de que las diferentes organizaciones emiten comunicados y establecen proyecciones, a ciencia cierta no se puede decir realmente cómo está la situación frente a los riesgos profesionales; sin embargo, la OIT en junio de 2004 emitió un comunicado con las siguientes estadísticas: cada día mueren en término medio 5.000 personas a causa de enfermedades o accidentes relacionados con el trabajo. Anualmente se presentan 270 millones de accidentes de trabajo entre mortales y no mortales y se producen unos 160 millones de casos de enfermedad profesional. Una tercera parte de estos casos genera pérdida de al menos cuatro días de trabajo<sup>3</sup>.

El número de muertes estimadas en accidentes de trabajo a nivel mundial es de 355.000 personas, lo que produce en pérdidas en el PIB 20 veces más que la ayuda oficial a los países en desarrollo. Por tal motivo la OIT tiene un gran reto: garantizar que cada vez haya más trabajadores que disfruten de un medio ambiente de trabajo sano y seguro.

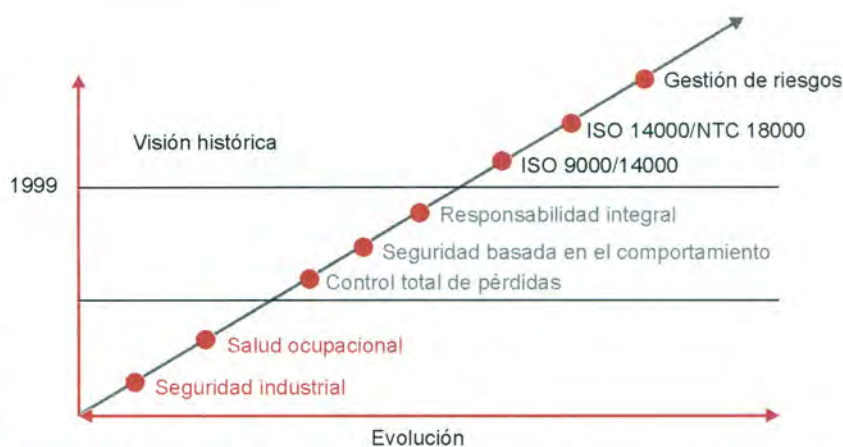
La Ley 100, introducida en Colombia en el año de 1993<sup>4</sup>, el Decreto Ley 1295 de 1994 y la Ley 776 de 2002, permitieron desarrollar diferentes recomendaciones de la Organización Mundial del Trabajo, que han

permitido lograr tan buenos resultados que la misma OIT (organización a la que está suscrita Colombia) reconoció formalmente al país por obtener en el 2003 beneficios para los trabajadores nacionales como cobertura inmediata, prestaciones asistenciales ilimitadas y pensiones superiores a las que históricamente se conocían, metas alcanzadas según el principio de un trabajo digno y decente para gran parte de la población colombiana trabajadora.

Hace diez años el gobierno determinó, a través del Decreto Ley 1295 de 1994, la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, a través del conjunto de entidades públicas y privadas, para prevenir y proteger a los trabajadores de las enfermedades y accidentes que puedan ocurrir como consecuencia del trabajo que desarrollan. Hay que tomar en cuenta la definición de riesgos profesionales contemplada en este decreto que a la letra dice: “Son riesgos profesionales el accidente que se produce como consecuencia directa del trabajo o labor desempeñada y la enfermedad que haya sido catalogada como profesional por el gobierno nacional”<sup>5</sup>.

Según las estadísticas manejadas por el Ministerio de Protección Social, el Sistema General de Riesgos Profesionales ha evolucionado notoriamente; así lo confirma la cifra dada a febrero de 2004, la cual deja ver que 5.086.562 trabajadores se encuentran afiliados a una Administradora de Riesgos Profesionales, lo que representa cerca del 75% de los trabajadores formales del país. Sin embargo, según cifras manejadas por las ARP privadas, el número de trabajadores en cobertura por el sistema sólo asciende a 4.300.000.

A pesar de la legislación laboral y las medidas de seguridad instruidas en cada empresa, el accidente de trabajo continúa ocurriendo, y siempre está involucrado algún error humano en su desarrollo. Cuando un accidente sucede, casi siempre están presentes causas técnicas y humanas. No



Gráfica 1. Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional.

siempre es posible eliminar el factor técnico, especialmente en los países en desarrollo, pero se puede entrenar a los trabajadores desde su puesto de trabajo en la identificación y control de los factores de riesgo.

En los últimos años, los ingenieros han tratado de desarrollar un enfoque sistémico (la denominada ingeniería de seguridad) para la prevención de accidentes laborales.

Como los accidentes surgen por la interacción de los trabajadores con el entorno laboral, hay que examinar cuidadosamente ambos elementos para reducir el riesgo de lesiones. Éstas pueden deberse a

las malas condiciones de trabajo, al uso de equipos y herramientas inadecuadamente diseñados, al cansancio, la distracción, la inexperiencia o las acciones arriesgadas, pero ante todo

a la falta de ilustración o conocimiento sobre el tema, debido al interés de los empresarios más por la producción o cumplimiento en sus labores que por la prevención del riesgo en el desarrollo de las mismas.

La evolución de la higiene y seguridad industrial se puede ver en la gráfica 1; simplemente ubicando el nivel en que estamos o están las empresas, identificamos cuánto falta para lograr un estado ideal de higiene y seguridad industrial, dejando aparte la medicina del trabajo que, como componente de la salud ocupacional, no se trató en este artículo.

A pesar de que instituciones reconocidas en nuestro país, como la Escuela Colombiana de Ingeniería, pre-

sentan programas que son modelo para la práctica de la prevención y promoción de la salud ocupacional y ambiental, como la gestión en calidad, salud, seguridad y medio ambiente, los costos alejan a muchos de los aspirantes, lo que obliga a que sean muy pocas las personas que puedan contar con el perfil que nos permitiría distanciarnos de las cifras actuales de accidentalidad y enfermedad profesional.

Hoy por hoy se da un enfoque sistémico que estudia las siguientes áreas: los lugares de trabajo (para eliminar o controlar los riesgos), los mé-



todos y prácticas de actuación, y la formación de empleados y supervisores. Además, este enfoque sistémico exige un examen en profundidad de todos los accidentes que se han producido o han estado a punto de producirse. Se registran los datos esenciales sobre estas contingencias, junto con el historial del trabajador implicado, con el fin de encontrar y eliminar combinaciones de elementos que puedan provocar nuevos riesgos.

Así mismo, este enfoque sistémico dedica una atención especial a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, y reconoce la existencia de grandes diferencias individuales entre las capacidades físicas y fisiológicas de las personas. Por eso, siempre que sea

posible, las tareas deben asignarse a los trabajadores más adecuados para ellas. En nuestro país este elemento falla, ya que no existe una cultura para la escogencia del trabajador idóneo, de acuerdo con el perfil del cargo o del trabajador para la vacante que hay que llenar; este punto está dado para pocos trabajos con perfiles específicos que se deben tener en cuenta.

### “LOS ACCIDENTES DE TRABAJO NO SON COSA DEL DESTINO Y SE DEBEN PREVENIR”

Muchos de los factores que generan esta accidentalidad y enfermedad profesional (riesgos profesionales) *pueden y deben prevenirse*. Se sabe que la muerte en el trabajo no es una cosa del destino, que los accidentes no ocurren porque sí, que las enfermedades que afectan a los trabaja-

dores por su tarea laboral no son producto del azar. Todas ellas tienen sus

En los últimos años, los ingenieros han tratado de desarrollar un enfoque sistémico (la denominada ingeniería de seguridad) para la prevención de accidentes laborales.

causas, merecen investigarse y, sobre todo, implementar acciones de prevención y promoción. En Latinoamérica se pierden aproximadamente 22 millones de jornadas de trabajo por año originadas en accidentes laborales y enfermedades profesionales. Jornadas que llevan a que por tres días o más los trabajadores interrumpan sus tareas. Esa cifra, calculada con base en la remuneración de un trabajador de la industria manufacturera, semicalificado o no calificado, que está en el orden de los cuatro dólares por hora, significa cien millones de dólares por año.

En términos generales, mirar los indicadores en el mundo sobre la realidad de accidentes de trabajo, accidentes mortales, lesiones o enfermedades

de trabajo, es muy significativo. Se ha estimado que cinco mil personas mueren diariamente en el mundo. Además del daño a los trabajadores y del dolor de sus familias, esto tiene un componente económico: los costos de reparación y de rehabilitación, en el caso de accidentes y otras pérdidas, que se han estimado en el orden del 4% del Producto Bruto Interno (PBI) mundial, lo que representa un millón doscientos cincuenta mil millones de dólares. Hay que aclarar que las cifras de que dispone la OIT son escasas, atrasadas e incompletas, ya que no todos los países reportan los accidentes laborales a la OIT para que se puedan hacer estas estadísticas.

En Latinoamérica, ese 4% de todo el PBI arroja unos 78 mil millones de dólares que se gastan por año en compensaciones. Esa cifra es el PBI, por ejemplo, de Colombia, que está en 81 mil millones de dólares. Es decir, que todo lo que produce un país como Colombia, que no es pequeño, se destina en la región a compensar los accidentes de trabajo.

Los reportes que los países latinoamericanos hacen a la OIT, recalcando que a veces llegan atrasados e incompletos, nos permiten estimar que hay alrededor de 30 mil accidentes mortales por año, de los cuales cerca de 14 mil se producen en la agricultura, unos 5.600 en la industria y aproximadamente 10 mil en los servicios. De esas cifras estimadas, sólo entre el 20 y 25% se reportan a la OIT.

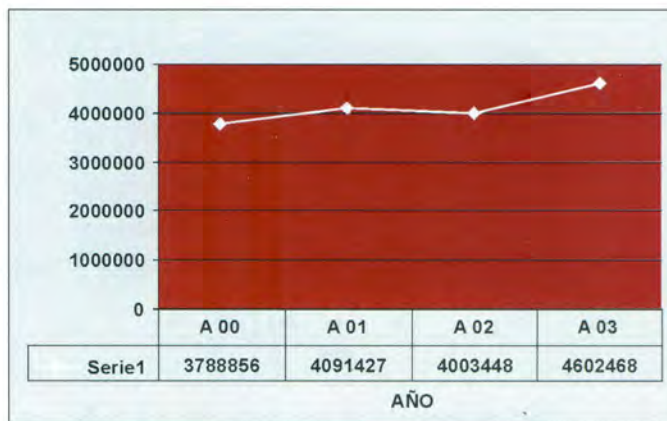
**COLOMBIA NO ES AJENA A LA PROBLEMÁTICA MUNDIAL**

Mediante el presente artículo simplemente se pretende mostrar la situación real de Colombia frente a esta problemática mundial. Los datos recolectados permiten exponer la accidentalidad y enfermedad profesional reportada y tabulada en el período 2000 - 2003, datos tomados del reporte generado por Fasecolda<sup>7</sup> con base en la información obtenida a través de las ARP. Quedaría por fuera un análisis que contemplara tipos de accidentes de trabajo, actividad económica donde se presenta la mayor accidentalidad, distribución geográfica y grupos etarios mayormente comprometidos.

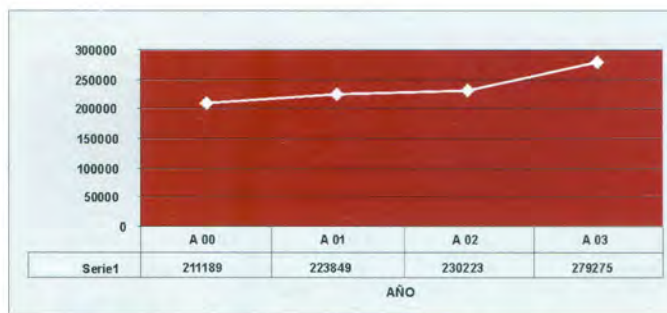
Se trata de un análisis de las principales cifras estadísticas (no todas) que reflejan la accidentalidad por riesgo, población, departamento, actividad económica, etc., en el contexto laboral colombiano.

Es evidente que, de acuerdo con estas cifras, la cultura y el cumplimiento de las normas muestran un progresivo aumento de afiliaciones al Sistema General de Riesgos Profesionales (SGRP), como se ve en la gráfica 2.

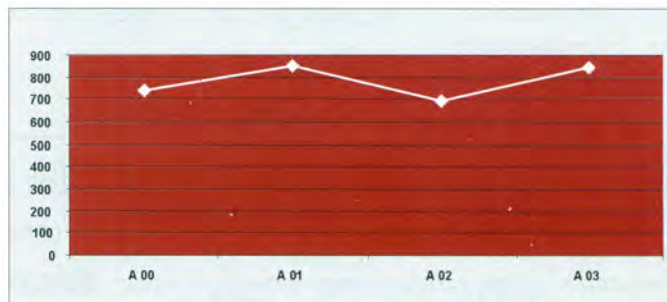
Pese a la progresión en afiliaciones al SGRP, también vemos cómo la accidentalidad laboral es proporcional a di-



Gráfica 2. Número de afiliaciones al SGRP.



Gráfica 3. Número de accidentes laborales calificados.

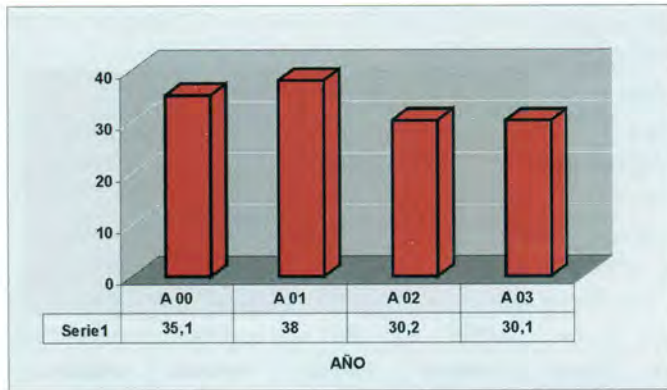


Gráfica 4. Mortalidad en accidentes de trabajo por año.

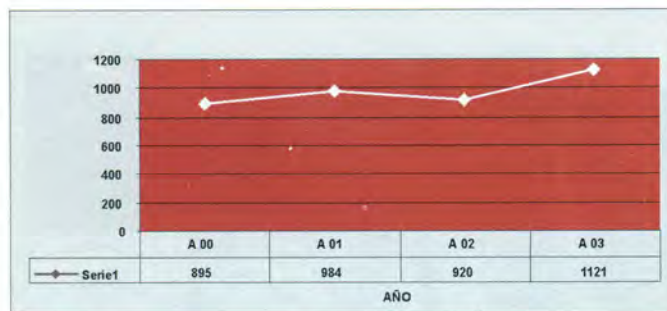
cho aumento de afiliaciones; una razón de esto es el registro del accidente como tal, que cada día adquiere más importancia tanto para la empresa como para la ARP (gráfica 3).

El número de muertos en accidentes de trabajo anualmente en el período 2000 - 2003 se encuentra entre 700 y 900 trabajadores, como se evidencia en la gráfica 4.

La tasa de mortalidad por cada diez mil trabajadores va disminuyendo muy lentamente, a pesar de las condiciones de seguridad que tratan de implementarse en las empresas (gráfica 5).



Gráfica 5. Tasa de mortalidad por cada diez mil trabajadores.



Gráfica 6. Número de enfermedades profesionales calificadas.

Las cifras de enfermedad profesional no se quedan atrás. Pese a la dificultad para la calificación de enfermedad profesional por parte del personal médico de las IPS, su diagnóstico está aumentando, lo que refleja la importancia de crear programas y condiciones de *higiene* en las empresas cuyos factores de riesgo son los causantes de este tipo de patología. Cabe transcribir un párrafo del artículo “Impacto de las enfermedades”, que indica: “En Colombia hay un subregistro y subdiagnóstico, entre otras razones por la carencia de formación de los médicos en medicina del trabajo, el escaso nivel de formación de los trabajadores con respecto a los riesgos profesionales, los daños potenciales a la salud, deberes y derechos, el poco desarrollo de los programas de salud ocupacional empresarial y las dificultades en la interacción técnico - administrativa entre las entidades de la seguridad social”<sup>6</sup> (gráfica 6).

Las estadísticas manejadas por el Ministerio de Protección Social en el ámbito nacional muestran que a febrero de 2004 se reportaron 34.118 accidentes de trabajo, 208 enfermedades profesionales, 694 casos de enfermedad profesional y 69 muertes causadas por trabajo.

Indiscutiblemente, el panorama es peor de lo que se refleja aquí; es necesario, por tanto, adoptar medidas encaminadas a la prevención de los riesgos profesionales, a pesar de que no es una tarea fácil. Ya se dieron los primeros pasos en ese sentido, pero falta que los diferentes sectores laborales y actores del sistema acojan esta ardua labor como bandera de sus programas de producción.

## CONCLUSIONES

- Se debe implementar más la cultura de la prevención en los trabajadores colombianos.
- Es necesario preparar más a los estudiantes de pregrado en el tema de la higiene y seguridad industrial, con el fin de que cuando salgan a la vida laboral, independientemente del cargo que vayan a ocupar, esté vivo el concepto de higiene y seguridad industrial y prevención.
- La higiene y seguridad industrial no sólo debe ser materia obligada para la carrera de Ingeniería industrial, sino debe formar parte del plan de estudios de otras carreras, como la ingeniería civil, ingeniería eléctrica, agronomía, y todas aquellas donde la accidentalidad y la enfermedad profesional se ven reflejadas por el tipo y factores de riesgo a que están sometidos en su vida laboral.
- Los empresarios deben estar conscientes de la necesidad obligatoria de la afiliación de sus trabajadores al sistema de seguridad social para lograr un cubrimiento que se acerque al 100%.

**Los empresarios deben estar conscientes de la necesidad obligatoria de la afiliación de sus trabajadores al sistema de seguridad social para lograr un cubrimiento que se acerque al 100%.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hiba, Juan Carlos (2000). Los accidentes de trabajo no son cosa del destino y se deben prevenir. htm. 28 de abril.
2. Ministerio de Protección Social (2001). Resolución 166.
3. Álvarez, Sonia. Consejo Colombiano de Seguridad. Estadísticas de accidentalidad 1994 - 2003.htm.
4. Ley 100 de 1993.
5. Decreto 1295 de 1994.
6. Ministerio de Protección Social (2005). Especial de salud ocupacional. *El Tiempo*, jueves 25 de julio, pp. 2-10.
7. [www.fasecolda.com/](http://www.fasecolda.com/) cámaras técnicas/ riesgos profesionales/ informe estadístico gremial



# Comparación mediante simulación del desempeño de los sistemas de planeación de producción 3C y MRPII en cadenas de abastecimiento del sector farmacéutico

Luis Ernesto Blanco Rivero\* y Enrique Romero Motta\*\*

Este es el último de una serie de artículos provenientes del resultado de la investigación desarrollada por el Centro de Estudios de Producción de la Escuela Colombiana de Ingeniería, titulada "Comparación mediante simulación del desempeño de los sistemas de planeación de producción 3C y MRPII". En éste se describen los resultados de la comparación del rendimiento de cadenas de abastecimiento con modelos de planeación Pull (3C) y Push (MRPII) en condiciones reales en la cadena farmacéutica colombiana a través de simulación, basados en la filosofía del modelo de referencia de procesos para cadenas de abastecimiento (SCOR) y el simulador Promodel como herramientas de diseño. El modelo se centra en actividades específicas llevadas a cabo en esta cadena, utilizando conceptos de simulación discreta e investigación de operaciones.

## Palabras claves

Cadena de abastecimiento, simulación, logística, 3C, SCOR.

## INTRODUCCIÓN

### Simulación y modelamiento de sistemas

La creación de modelos de sistemas puede definirse como un proceso de abstracción de la vida real, utilizando datos suministrados por dicha realidad. Dado que no siempre es posible modelar el mundo real, se recurre a estrategias que permitan al menos comprenderlo. Los modelos son útiles a la hora de obtener información sobre el diseño del sistema y sobre la interacción de variables en el mismo, generando información importante para la toma de decisiones. El desarrollo de modelos de sistemas comprende dos grandes categorías: diseño alto-bajo

y diseño bajo-alto. En el primero se trabaja desde el nivel general de diseño en primera fase hasta el diseño de detalles en una segunda fase. Se van creando submodelos en la medida en que se va aumentando el nivel de detalle del proyecto. En la segunda categoría el problema se resuelve mediante módulos independientes, para después unirlos y obtener la totalidad del sistema objeto de estudio. Uno de los problemas del diseño alto-bajo está dado

por la no reutilización de modelos fuera del sistema, lo cual es una ventaja de la categoría baja-alta por trabajar con módulos independientes. Pero en la segunda categoría es mucho más difícil ver la totalidad del sistema, a causa de la complejidad de unir los módulos independientes. Por ello se opta por utilizar una combinación de ambas estrategias, especialmente cuando se trabaja con modelos complejos.

La creación de modelos de sistemas puede definirse como un proceso de abstracción de la vida real, utilizando datos suministrados por dicha realidad.

### Modelos de planeación MRPII y 3C

Uno de los sistemas de planeación de la producción y operaciones más utilizados en el mundo es el MRPII, o planeación de los recursos de manufac-

tura, que se considera el prototipo de los sistemas *push* y que tiene como parámetro de control el *Throughput* o tasa de producción por unidad de tiempo. La filosofía con que están concebidos estos sistemas no los hace muy aptos para el control de producción, pero sí tienen ventajas como sistema de información.

Otro de los sistemas de planeación de la producción y operaciones que teóricamente supera el desempeño de

\* Licenciado en matemáticas e ingeniero, magíster en ingeniería industrial, candidato a doctor en ingeniería industrial. Profesor y decano de ingeniería industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería. lblanco@escuelaing.edu.co.

\*\* Ingeniero industrial con experiencia en sistemas logísticos del sector farmacéutico. Profesor de la Escuela Colombiana de Ingeniería. eromero@escuelaing.edu.co.

los MRPII es el sistema 3C (Capacidad, Consumo, Comunalidad). Se considera este sistema un prototipo de los sistemas *pull*, que tienen como parámetro de control el *Work in Process* o cantidad de materiales y productos en proceso.

Actualmente no se ha verificado cuál sistema se desempeña mejor, a no ser por la comparación que hacen los autores de 3C en el libro de este nombre.

La simulación es la herramienta ideal para comparar el desempeño de sistemas de producción y operaciones, debido a que hacerlo en la realidad es muy costoso y las empresas no tienen la capacidad para realizarlo.

En la actualidad se utilizan como parámetros de comparación del desempeño el *Throughput*, el *Work in Process* y el *Cycle Time*, o tiempo que demora una unidad desde que entra al sistema productivo hasta que sale.

La idea es construir modelos prototipo de sistemas de producción que imiten los MRPII y 3C, con el fin de comparar su desempeño mediante los parámetros antes mencionados y simulación animada con Promodel.

En Colombia hasta ahora se están desarrollando estrategias encaminadas a fortalecer la utilización de modelos en diseño y gerencia de cadenas de abastecimiento. Cada día se entiende más la necesidad de interacción entre todos los componentes de dichas cadenas, con el objetivo de satisfacer las expectativas de un cliente cada vez más exigente. Por ello en sectores como el manufacturero, de consumo masivo, se han logrado avances interesantes al transformar la logística del abastecimiento en una logística del servicio, que permite integrar no sólo una compañía en su interior, sino a ésta con toda la red a la que pertenece.

En este estudio se propone un modelo de comparación mediante técnicas de simulación con el *software*

Promodel de algunas estrategias de planeación de la producción y de cadenas de abastecimiento clásicas, como MRPII (*Manufacturing Resources Planning*) y 3C<sup>3</sup>, (Comunalidad, Consumo y Capacidad), desarrollada por ingenieros españoles. Aquí se presenta sólo la parte del estudio que corresponde al 3C. Adicionalmente, este estudio se apoya en una metodología de análisis desarrollada por el Supply Chain Council (SCC)<sup>5,6</sup>, denominada Modelo de Referencia de Procesos en Cadenas de Abastecimiento (SCOR).

### MARCO TEÓRICO

La metodología SCOR parte de un modelo desarrollado por el SCC, que busca integrar los principios de reingeniería, *benchmarking* y elementos de medición de procesos, similares al *balance scorecard*, para lograr un mejor diseño de la cadena. La metodología SCOR se utiliza para describir las actividades que se llevan a cabo con el objeto de satisfacer la demanda del consumidor final y desarrolla un esquema basado en cuatro *procesos*: planeación de la cadena de abastecimiento, planeación de compras, planeación de producción y planeación de entregas. A su vez, éstos se descomponen en *categorías*: compras, producción y entregas, que también se subdi-

viden en *elementos de proceso*, los cuales reflejan las operaciones claves a lo largo de la cadena de abastecimiento.

Adicionalmente, SCOR diferencia la planeación y la operación como tal. Esta última depende de la demanda planeada o de la actual que modifica el estado del sistema, señala el flujo de material y orienta el flujo de información en materia de secuenciación, liberación de órdenes, etc.

Para este estudio se considera una cadena de abastecimiento sencilla, con el fin de identificar sus elementos y simplificar la estructura de la cadena que hay que simular.

En entregas anteriores se profundizó en las características propias de estas dos estrategias de planeación. Esta última entrega se centra en la definición del modelo SCOR de manera general, así como de los modelos 3C y MRPII, objeto de estudio.

### Modelo SCOR

La metodología aplicada parte de un modelo desarrollado por el Consejo de Cadenas de Abastecimiento (Supply Chain Council)\*, con el que se busca integrar los principios de reingeniería, *benchmarking* y elementos de medición

\* Supply Chain Operation Reference Model ([www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org)).



Figura 1. Modelo SCOR.

de procesos (similares al *balance scorecard*), para lograr un mejor diseño de la cadena. La metodología se utiliza para describir las actividades llevadas a cabo con miras a satisfacer la demanda al consumidor final. El modelo SCOR desarrolla un esquema basado en cuatro grandes procesos de planeación: planeación de la cadena de abastecimiento, planeación de las compras, planeación de producción y planeación de la entrega. A su vez, éstos se descomponen en categorías llamadas compras, producción y entregas, que también se subdividen en elementos de proceso, los cuales reflejan las operaciones claves a lo largo de la cadena de abastecimiento. Adicionalmente, este modelo hace una diferenciación entre los procesos de planeación y la operación como tal. Esta última dependerá de la demanda planeada o la actual, que modificará el estado del sistema, señalará el flujo de material, el flujo de información en materia de secuenciación, la liberación de órdenes, etc.

---

La Planeación de Recursos de  
Manufactura (MRPII) es una  
aplicación de las bases de datos  
computarizadas para organizar la  
producción.

---

### Modelo de planeación MRPII

La Planeación de Recursos de Manufactura (MRPII) es una aplicación de las bases de datos computarizadas para organizar la producción, que siguió utilizando los principios de la Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) sin resolver sus conocidos problemas. Los datos de entrada provienen de tres fuentes: el archivo de productos, el programa maestro de producción (que se conforma a partir del pronóstico de la demanda) y el estado de los inventarios. El MRP requiere además información de las reglas de loteo y de los tiempos de llegada o de producción (*lead times*). Entre los datos de salida está la planeación de salida de órdenes que contiene información del tipo de partes, su cantidad y la fecha en que debe llegar el pedido. También se provee información de los cambios de última hora y de reportes de excepciones. El MRP calcula los inventarios netos, y como se conocen los tiempos de producción o de llegada de los pedidos, desfasa en el tiempo las órdenes de pedido.

Los sistemas MRPII, generalmente modulares, incluyen entre otros módulos, planeación de compras, análisis de capacidad, costos, despachos, rutas, control de entradas y salidas, etcétera, pero la forma de calcular los inventarios netos y de hacer el desfase en el tiempo continúa siendo la misma del MRP.

### Modelo de planeación 3C

Uno de los modelos que han tratado de integrar los principios *pull*, que se originan en la teoría de manufactura integrada *pull*, la cual fue popular a comienzos de los años noventa, es el 3C. Su nombre se refiere a los tres principios en los que se basa dicho modelo: Capacidad, Comunalidad y Consumo.

El objetivo de este modelo es que todos los materiales necesarios para las operaciones en los diferentes eslabones de la cadena estén disponibles allí todo el tiempo. Lo que hace el 3C es asegurar que este objetivo se cumpla con una mínima inversión del inventario.

Básicamente, está tratando el problema que todas las cadenas de abastecimiento enfrentan: mantener una baja inversión en inventario y alta satisfacción del cliente, desde el punto de vista de la disponibilidad del producto (*Fill Rate*). El modelo parte de las restricciones del sistema (Capacidad), para optimizar las cantidades de partes (Comunalidad), regulando el flujo o inventario a través del consumo generado en períodos anteriores (Consumo).

### Transporte

Adicional a los procesos descritos anteriormente, existe el movimiento de mercancía entre eslabones. El transporte tiene un tratamiento especial, porque se basa en supuestos tales como considerar una variación estándar calculada a partir de datos de transporte promedio en Colombia, en diferentes sectores, de acuerdo con estudios realizados por compañías consultoras. Se trata de parametrizar una de las fuentes de variabilidad para poder generar escenarios de análisis, que permitan estudiar la influencia en la variabilidad general de la cadena, causada por esta actividad. Los datos se encuentran en la tabla de tiempos de entrega de la base de datos de información de entrada.

### GENERALIDADES DE LA SIMULACIÓN<sup>4</sup>

#### Actividades del flujo de información

La cadena tiene tres *participantes*: *productores*, los cuales ejercen las funciones de recibir, hacer y entregar, y son la parte superior de la cadena; *distribuidores* (centros de distribución, mayoristas), que ocupan la parte intermedia de la cadena; *puntos de consumo* (representados aquí por las clínicas), que colocan órdenes y ocupan la parte inferior de la cadena.

La ejecución del modelo involucra el flujo de información en los diferentes participantes y entre ellos. Existen actividades que todos deben realizar en forma periódica,

por ello se divide el flujo de información en dos: 1) Flujo de información utilizado para calcular las medidas de rendimiento (Indicadores). 2) Flujo de información usado para regular el movimiento de los otros flujos (*status* del sistema), que incluye actividades de planeación y es allí donde la filosofía o el modelo utilizado (MRPII, 3C) tienen su representación; así mismo, se incluyen actividades como la colocación de órdenes por parte de los clientes, etc.

### Ficha técnica de la simulación

#### Objetivos

- Analizar el comportamiento dinámico, velocidad y visibilidad de la cadena frente a dos alternativas de planeación MRPII y 3C, a través de las medidas de rendimiento establecidas en la física de planta (*Throughput*), ciclo de las órdenes de compra y niveles de inventario.

- Determinar el grado de cumplimiento (capacidad de respuesta) de la cadena frente a diferentes esquemas de demanda y de acuerdo con cada una de las políticas mencionadas en el punto anterior.

#### Alcance

Desde el proceso de recepción de materia prima en el laboratorio hasta el proceso de entrega de medicamento (cualquiera de las referencias) en los puntos de consumo

#### Nivel de detalle

Sólo se simulará el nivel 3 del SCOR (Macroprocesos Claves), es decir, *Source, Make y Delivery*, según corresponda en cada eslabón.

#### Indicadores

- *Throughput* (definido por la ley de Little).
- Ciclo de la orden de compra (tiempo de ciclo en cada eslabón de la cadena).

- Inventario (definido como el nivel de inventario en el sistema o WIP).
- Cumplimiento y capacidad de respuesta (definido como el nivel porcentual de faltantes en cada punto de la cadena).

#### Supuestos iniciales

1. Para actividades en las que se tenga información detallada disponible, los tiempos se representan a través de la distribución que más se ajuste a los datos.

2. Para actividades en las cuales no se posea información detallada, sino sólo aproximaciones, los tiempos se aproximan a distribuciones normales o exponenciales, de acuerdo con la que mejor se ajuste.

3. El laboratorio dispone de material permanentemente.

4. Los tiempos de reposición de los faltantes dependen de las políticas de inventario adoptadas.

5. Las estimaciones de los datos de demanda y pronósticos se calculan con base en la información disponible para este estudio.

#### DATOS DE ENTRADA

La entrada de datos se hace mediante tablas de los siguientes ítems: demanda por referencia; inventarios; capacidad/costos; características referencias

(BOM, etc.); tiempos de proceso (nivel 3 SCOR); clientes; *Lead Times* (tiempos de entrega) y pedidos.

#### Validación datos de entrada/salida

Se realizan pruebas estadísticas tendientes a determinar el comportamiento de la información de entrada. Para los datos de salida se calcula el número de replicaciones necesarias para que los resultados se ubiquen en un intervalo de confianza del 95%.

#### Configuración caso de estudio

Se trabaja con una cadena de abastecimiento compuesta por dos productos con centros propios de distribución en Bogotá. Adicionalmente, éstos distribuyen a dos mayoristas que a su vez distribuyen a escala nacional. Uno de ellos está especializado en medicamentos de alto costo y para éstos tiene la misma operación que un centro de distribución. Para el eslabón más cercano al cliente final (puntos de venta) se cuenta con tres puntos, dos de los cuales tienen medicamentos de alto costo. Para este ejercicio se definieron dos tipos de referencias: medicamentos antirretrovirales (Kaletra y Combivir) y medicamentos ambulatorios (primer nivel de atención).

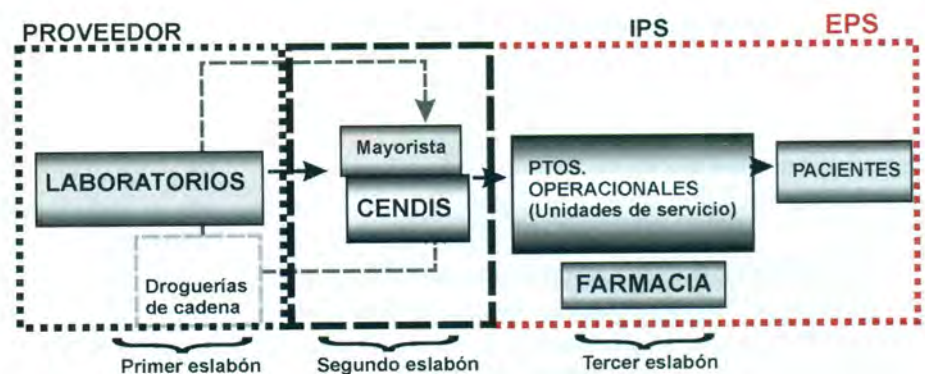


Figura 2. Cadena de abastecimiento general.

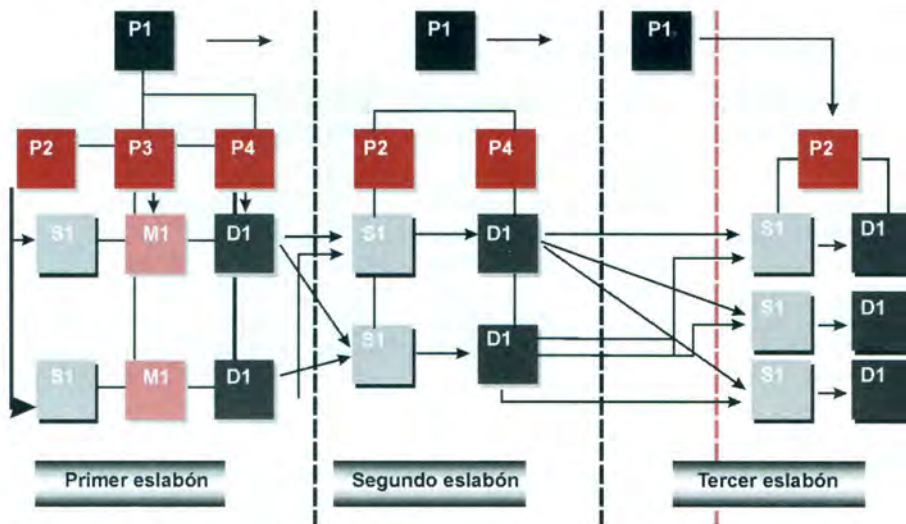


Figura 3. Cadena modelo SCOR.

La cadena de abastecimiento en consideración tiene una estructura como la de las figuras 2 y 3, con las condiciones señaladas anteriormente.

En la figura 10 se muestra la estructura de la cadena que se va a estudiar bajo la aproximación de la metodología SCOR.

Los indicadores claves son los siguientes:

- Ciclo orden de compra (tiempos)
- Rotación de inventarios (*nip*)
- Faltantes
- *Throughput*

La demanda se calcula con base en la formulación de medicamentos ambulatorios y para los antirretrovirales se calcula de acuerdo con la población con patología (sida), teniendo en cuenta la relación existente 1:1.000; es decir, por cada mil afiliados uno presenta esta patología. Así mismo, se calcularon el consumo y el costo por año por paciente determinado en los estudios de la Organización Mundial de la Salud para Colombia. El tiempo de transporte se calcula como una función aleatoria entre 72 horas (tiempo mínimo para el cumplimiento de una tutela en salud) y quince días (datos obtenidos de las entrevistas con las empresas participantes en este caso de estudio).

Se presume que se trabaja con medicamentos bajo formulación médica, de acuerdo con los datos recolectados. La distribución se hace según las frecuencias de uso de las IPS (nótese que las farmacias pueden ser internas en las IPS de primer nivel).

Se realizaron pruebas de normalidad para los datos de consumo ambulatorio y alto costo, así como pruebas de ajuste para determinar cuál era la distribución que mejor describía los datos de los procesos. Específicamente, se efectuaron pruebas Kolmogorov - Smirnov y Anderson-Darling, dado el tamaño de las muestras. Se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Para la IPS1

Se acepta la hipótesis de la normalidad con los parámetros siguientes:

Media: 4485

Desviación: 5536

Las unidades son demanda mensual, que al transformarse a demanda diaria (de acuerdo con la proporción de medicamentos por fórmula por cuenta) dan como resultado la distribución que hay que utilizar:

Media: 144

Desviación: 11

Con coeficiente de variación: 1,23 (alta variabilidad)

#### Para la IPS2

Las pruebas resultaron positivas para una distribución Lognormal para un valor de  $P$  superior a 0,26 con parámetros:

Mínimo: 14

Media: 5,39

Desviación: 1,14

Para facilitar el análisis se normalizó esta distribución, quedando la nueva distribución ajustada así:

Media: 37

Desviación: 9

#### Para la IPS3

Las pruebas arrojaron una distribución Lognormal como mejor ajuste de los datos, con los siguientes parámetros:

Mínimo: 21

Media: 6,20

Desviación: 1,13

Para facilidad del análisis se decidió transformar esta distribución a una normal que para los datos de tiempo (días y no mensual) quedó así:

Media: 48,06

Desviación: 13

Se simula con el *software* Promodel, pero las rutinas están programadas en Visual Basic para Aplicaciones. Para los datos de entrada se diseñó una interfaz en Excel que se conecta a Promodel mediante rutinas VBA (Visual Basic).

## RESULTADOS

Después de correr la simulación para un período de 60 días con una frecuencia de consumo diaria con quince réplicas, período en el cual se estabilizó el sistema al reducir las variaciones generales del mismo, con turnos de 8 a.m. a 5 p.m. de lunes a viernes (simulación de terminación definida), se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 1**  
Resultados comparativos ambulatorios 3C y MRPII

Eslabón	Referencia	WIP 3C	CT 3C (Hrs)	TH 3C	Faltantes (%) 3C	Eslabón	Referencia	WIP MRPII	CT MRPII (Hrs)	TH MRPII	Faltantes (%) MRPII
Laborat. 1	Ambulatorio	115,15	222,09	1,32		Laborat. 1	Ambulatorio	1113,9	342,21	14,29	
Laborat. 2	Ambulatorio	292,93	187,67	0,613		Laborat. 2	Ambulatorio	1274,28	89,12	3,23	
Cendis 1	Ambulatorio	580,93	40,89	14,212		Cendis 1	Ambulatorio	372,39	286,12	1,15	
Cendis 2	Ambulatorio	641,86	62,19	10,36		Cendis 2	Ambulatorio	342,21	20,81	17,89	
IPS1	Ambulatorio	2,268	292,8	0,0075	0,658	IPS1	Ambulatorio	593,17	15,38	38,56	31,77
IPS2	Ambulatorio	12,49	170,563	0,92	0,476	IPS2	Ambulatorio	78,08	65,06	1,2	29,69
IPS3	Ambulatorio	311,84	198,314	31,43	2	IPS3	Ambulatorio	247,91	2,75	90,14	0

A continuación se describen en detalle los resultados anteriores:

El nivel promedio de inventario para el modelo 3C es inferior al presentado por el MRPII en los primeros eslabones y para las referencias ambulatorias es casi nueve veces menor (WIP MRPII= 1113 y WIP 3C=223).

En el segundo eslabón la situación es diferente: el nivel promedio de inventario sostenido por el modelo 3C es casi 70% mayor que el de MRPII. Para el último eslabón la situación vuelve a ser muy similar a la del primer eslabón. El inventario de MRPII es mucho mayor que el inventario de 3C en los puntos de venta.

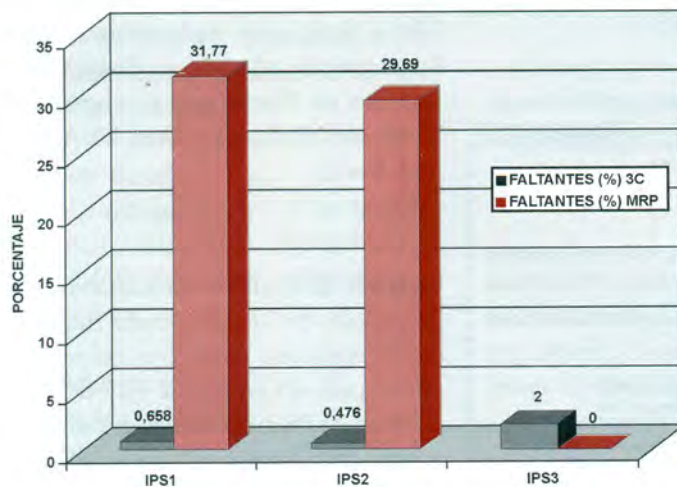
El comportamiento anterior refleja las características del negocio. Los niveles de inventario crecen en la medida en que la variabilidad va afectando más la cadena para modelos *push*. En el caso de 3C, dado que se trabajó con un esquema de máxima comunalidad, los niveles de inventario

son mínimos. La explicación del fenómeno del eslabón 2 es muy simple: los inventarios iniciales son muy superiores a los valores críticos de  $Q_0$  definidos por este modelo, por lo que el consumo es menor que en los puntos de consumo y la presión en el consumo por parte de este eslabón al inmediatamente anterior es lógicamente mínima, lo cual se refleja en los niveles existentes en los laboratorios con un resultado sorprendente.

Para un mismo nivel de servicio se puede mantener nueve veces menos inventario que en el modelo clásico *push*. Para los tiempos de ciclo, el fenómeno es bastante interesante, dado que si no se puede abastecer una orden en el momento en que se genera (es un sistema *Make to Stock*), el modelo se convierte en un modelo MTO, donde el ciclo de la orden de compra es igual al tiempo de ciclo del proveedor más el tiempo de entrega. Por ello para el modelo 3C los tiempos de los puntos de consumo son más altos que en MRPII, mostrando la presencia de faltantes en el modelo (figura 4).

Finalmente, los niveles de cumplimiento en las dos políticas registran importantes diferencias. Los niveles de faltantes en 3C están por debajo del 2%, mientras que para MRPII están muy cercanos al 40%.

Para la variable *Throughput* es clara la influencia que en los últimos eslabones ejerce el incremento del tiempo de ciclo. Si se piensa en las leyes de la física de planta, se podría suponer que el sistema presenta niveles de congestión media, asociados al comportamiento del peor desempeño práctico\*\* con tiempos de ciclo crecientes y estabilización del *Throughput* con valores inferiores al cuello de botella. Pero estos valores inferiores en los puntos de consumo obedecen también al bajo nivel de inventario en el eslabón.



**Figura 4.** Comparación faltantes ambulatorios 3C y MRPII.

\*\* Leyes de rendimiento de física de planta, *Factory Physics* (1996). Hopp & Spearman.

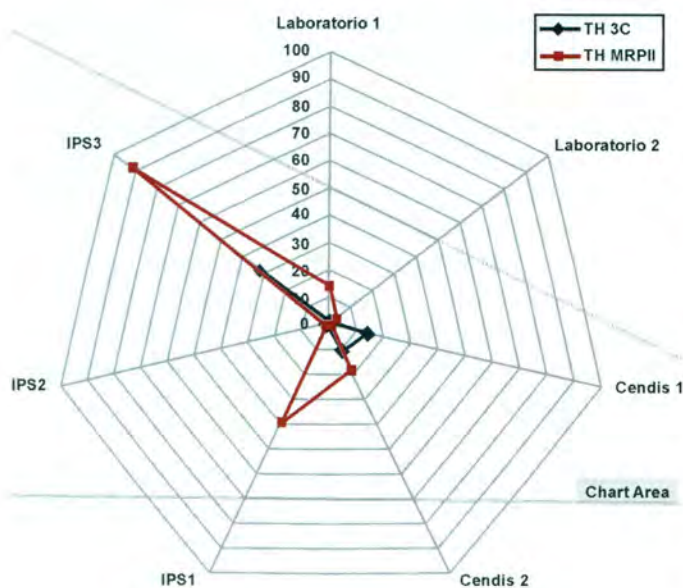


Figura 5. Comparación *Throughput* ambulatorios.

Aunque parezca contradictorio pensar que para bajos niveles de inventario se incremente el tiempo de ciclo, hay que recordar que existe un efecto combinado de la variabilidad en la cadena que hace que esto sea posible, además del cambio de modelo de negocio que reduce el *Throughput* efectivo de manera importante. En los eslabones medios de la cadena se estabiliza un poco más, incluso teniendo valores superiores en uno de los centros de distribución a los del MRPII. Hay que recordar que la cadena en el último eslabón no es una cadena de manufactura y, por tanto, el *Throughput* ya no es la variable crítica.

Para las referencias de alto costo se obtuvieron los siguientes resultados:

En las referencias de alto costo se encuentran resultados interesantes. En el primer eslabón, el modelo MRPII sostiene 189 veces más inventario. En el segundo eslabón,

la diferencia se reduce considerablemente a cuatro veces más en el MRPII que en el 3C. Este último comportamiento, algo atípico para una referencia de baja variabilidad como ésta, se presenta debido al tamaño del amortiguador en el eslabón en cada estrategia. Mientras que el MRPII utiliza un *stock* de seguridad de acuerdo con un nivel de servicio dado, el inventario inicial se consume pero se mantiene relativamente estable por las características de variabilidad presentes en el sistema, mientras que en 3C la presión del consumo no logra nivelar o estabilizar el amortiguador, que en su inicio está por encima del máximo nivel permitido por el modelo (Nivel  $Q_0$ ), creando niveles descendentes de inventario. Pero como se verá más adelante, aunque es estable la referencia en términos de demanda, los niveles de inventario son sensiblemente más bajos frente a la demanda (en especial en 3C), creando faltantes en los puntos de consumo.

En el caso de los tiempos de ciclo hay diferencias mínimas para los dos primeros eslabones, resaltando el hecho de que el modelo 3C presenta valores ligeramente mayores que el MRP. Para el último eslabón (puntos de consumo) se presenta un fenómeno muy interesante: los tiempos de ciclo son casi cuatro veces mayores que para el caso de 3C.

Esto se debe al impacto que tiene la rotación para el caso 3C, mientras que para el MRPII es mucho más lenta, incrementando los tiempos de ciclo en estos puntos.

El *Throughput* (figura 6) presenta un efecto combinado de las situaciones descritas anteriormente. Para el caso MRPII muestra una tendencia descendente, propia de los modelos *push*, en el sentido de que se empujan unidades en gran medida desde la fábrica hacia los eslabones superiores, y va descendiendo conforme se llega al punto de consumo.

Para el caso de 3C, el *Throughput* es mucho más estable, incluso mayor en los puntos de consumo que en el laboratorio, frenando y jalando de acuerdo con lo que se vaya requiriendo, dada su naturaleza *pull*.

Finalmente, los faltantes arrojan un comportamiento atípico por completo. Si bien para el caso 3C son en verdad

Tabla 2  
Comparativo referencias alto costo 3C y MRPII

Eslabón	Referencia	WIP 3C	CT 3C (Hrs)	TH 3C	Faltantes (%) 3C	Eslabón	Referencia	WIP MRPII	CT MRPII (Hrs)	TH MRPII	Faltantes (%) MRPII
Laborat. 1	AVR	7,836	190,94	0,0418		Laborat. 1	AVR	1484,06	83,94	17,68	
Cendis 1	AVR	13,59	32,94	0,412	7,08	Cendis 1	AVR	30,38	11,67	2,6	
IPS1	AVR	33,49	260,69	0,115	0,0079	IPS1	AVR	21,45	230,6	0,09	40,23
IPS2	AVR	13,008	60,69	0,214	0,0476	IPS2	AVR	6,06	234,17	0,025	40,82

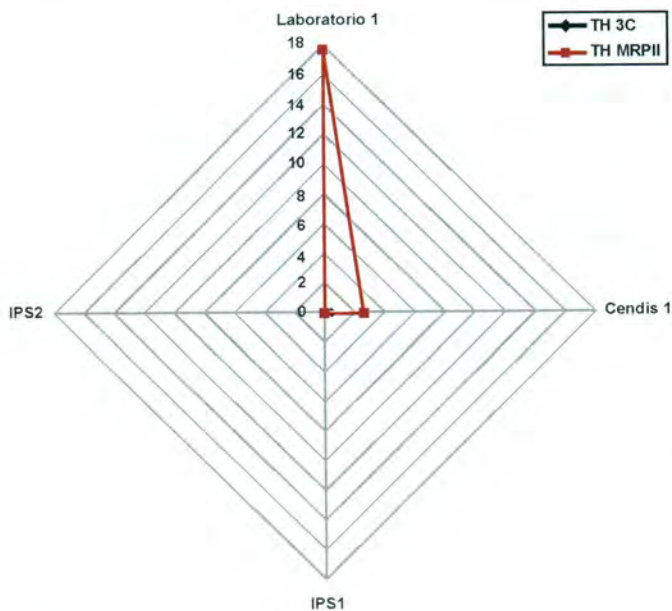


Figura 6. Comparación Throughput referencias alto costo.

menores (inferiores al 1%), en las dos IPS presenta faltantes en el segundo eslabón, mientras que el MRPII registra altos niveles de faltantes (40%) pero sólo en el punto de consumo. Llamen la atención los altos niveles de faltantes para una referencia de demanda estable. Esto se explica por el efecto adverso de la variabilidad natural de los procesos que implican una pérdida de flexibilidad, incrementada por la variabilidad de los tiempos de entrega.

## CONCLUSIONES

Dado que la manera como 3C calcula el tamaño de los amortiguadores, esto es, un amortiguador temporal que pueda cubrir la demanda durante el período de reabastecimiento desde la generación de la orden (llamado  $Q_0$ ), para un período fijo, el modelo presenta serios inconvenientes para tiempos de entrega variables, rompiendo el esquema de un servicio máximo que genera faltantes.

Es evidente que el modelo 3C es mucho más sensible a los faltantes que el modelo MRPII. Una mínima ruptura se traslada a los eslabones predecesores, rompiendo la cadena en más puntos y de manera más crítica que en el caso de MRPII. Por ello los costos logísticos definitivamente se verán incrementados en la variable de transporte.

La física de planta plantea un nuevo cálculo del tiempo de ciclo de un sistema a través de la utilización de la ley de Little, relacionando éste con el inventario en el sistema y el *Throughput* del mismo. Adicionalmente, propone la adición

de un componente crítico para el análisis del sistema y éste es la adición del componente de variabilidad. Lo que la física de planta propone es un acercamiento a la definición de variabilidad como el efecto combinado de dos grandes fuentes: la variabilidad propia del proceso y la variabilidad de flujo o de demanda. La teoría plantea la variabilidad de entrada en función de las variabilidades de proceso del proveedor y la variabilidad generada por el proveedor de éste. Es decir, existe un efecto muy importante hacia atrás en una cadena de abastecimiento. Es lógico pensar en la necesidad de ajustar el amortiguador con base en las relaciones de dependencia y capacidad frente al proveedor o proveedores que se tengan en la red.

El modelo 3C, en cambio, planea su esquema con base en el posible máximo consumo por parte permitido, pero no necesariamente incluye el efecto del proveedor sobre el propio sistema. Adicionalmente, utiliza parámetros determinísticos para amortiguar escenarios de demanda estocástica, ocasionando —como en este estudio— serios problemas operacionales que están implícitos en políticas como las descritas anteriormente. Por ello el modelo 3C no es muy adecuado en escenarios estocásticos. Los valores de  $Q_0$  y  $Q_{\max}$  cambiarían todo el tiempo, incluso rompiendo las capacidades de los proveedores.

En el caso MRPII, el modelo presenta mayor estabilidad pero mayores niveles de inventario como precio de esa estabilidad relativa. No sorprenden los resultados obtenidos para el esquema MRPII, donde el inventario crece sin importar las características del sistema. Todo el tiempo se trasladan unidades de un punto a otro en forma secuencial, incrementando desde luego la congestión del mismo.

Partiendo del mismo análisis que se realizó anteriormente, se tiene que para altos niveles de congestión las condiciones de variabilidad de la salida del mismo son las condiciones de entrada para el siguiente eslabón en términos de flujo físico. Por ello tampoco, a pesar de no presentar faltantes en los eslabones inferiores de la cadena, logra niveles de servicio interesantes, quedando incluso en algunos casos por debajo del nivel de servicio logrado en el 3C. Aunque el modelo MRPII muestra la cadena actual, si se estudia el sistema en su conjunto evidentemente éste no es un buen modelo de planeación, incluso con referencias estables como los medicamentos de alto costo.

En las referencias de alto costo, persiste el efecto látigo y se observan inconvenientes con los tiempos de entrega en los puntos de consumo, causados por faltantes, similar a un modelo *Make to Order*, con sus respectivas implicaciones.

Cabe señalar la deficiente capacidad de respuesta que tiene la cadena ante los escenarios actuales de demanda. Se



presentan problemas a la hora de amortiguar demandas variables (ambulatorios) y poca respuesta ante demandas estables (antirretrovirales).

El nivel alto de faltantes e irregularidades muestra un rendimiento deficiente de la cadena, dadas las grandes variaciones entre empresas del mismo eslabón para una misma referencia, con condiciones de variabilidad naturales del proceso de rango medio, influenciadas mucho más por la variabilidad de flujo.

El análisis SCOR permite identificar dónde podría estar el problema, al clasificar las operaciones claves y ver las fuentes de variación en los indicadores utilizados en este estudio. Como grandes fuentes de variabilidad se pueden mencionar los laboratorios, porque impulsan el inventario en sus inicios y es allí (para el caso MRPII) donde se perciben mayores variaciones en los tiempos de entrega y en los niveles de inventario.

Con todo, esta conclusión no se puede generalizar para cualquier tipo de referencia en esta cadena, pues aquí no se analizó el impacto que puede tener la contratación entre clientes y proveedores, en especial en los puntos de consumo o IPS. Además se estandarizó el flujo de unidades a lo largo de la cadena, para observar básicamente el ataque de la variabilidad del proceso (*Lead times*) en los diferentes puntos de la misma con influencia de dependencia (correlaciones cercanas a 0), es decir, cuando un proveedor debe abastecer dos puntos. Con este esquema 3C deja ver serias fallas en su concepción (como se explicó anteriormente) y MRPII

muestra su comportamiento clásico de incremento de inventario, sin tener en cuenta las capacidades de los proveedores y de los clientes, bloqueando muchas veces la cadena y elevando finalmente la insatisfacción por parte del consumidor final.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chang, Yoong & Makatsoris, Harris (2001). "Supply Chain modeling using simulation", *Journal of Simulation*, vol 2.
2. Osidach, Vera & Fu, Michael (2003). "Computer Simulation of a Mobile Center", *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*.
3. Simchi-Levi, David (2002). "Modelos de mejoramiento de la cadena de abastecimiento con planeación táctica".
4. Shapiro, Jeremy (2002). "Acercamientos para la integración del inventario en la cadena de abastecimiento con otras decisiones".
5. Harrel, Gosh, Bourden (2000). *Simulation using Promodel*. McGraw Hill.
6. Supply Chain Council (2003-2004). "SCOR 6.1 Overview Booklet".
7. Rosenbaum, Robert (2003). *Supply chain excellence: A handbook for dramatic improvement using the SCOR model*, American Management Association.
8. Spearman, Mark & Hoops, Wallace (1996). *Factory Physics*. Boston: McGraw Hill.
9. Sheldon, Donald & Tincher, Michael Jr. (1997). *The Road to Class. A Manufacturing Resource Planning (MRP II)*. Buker.
10. Banks, Jerry (2001). *Discrete event system simulation*. Prentice Hall.
11. OPS. *La gestión del suministro de medicamentos*. Organización Panamericana de la Salud.
12. Blanco Rivero, Luis Ernesto & Fajardo, Iván (2003). *Simulación con Promodel: casos de producción y logística*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
13. Ranada Fernández, Miguel, López-Tello, Enrique & Gurrola-Gal, Xavier (1999). *3C: A proven alternative to MRPII for optimizing supply chain performance*. Saint Lucie Press.
14. Organización Panamericana de la Salud (2004). *38ª sesión del subcomité de planificación y programación del comité ejecutivo: "Acceso a medicamentos antirretrovirales"*. Washington, D.C., 24 al 26 de marzo.
15. Pundoor, Guruprasad (2002). "Supply chain simulation models for evaluating the impact of rescheduling frequencies". Master Thesis, University of Maryland, Institute of System Research.
16. Organización Panamericana de la Salud (2003). "Precios de antirretrovirales acordados en la negociación de los 10 países latinoamericanos". Junio.
17. Ministerio de Protección Social (2003). "Política farmacéutica nacional"

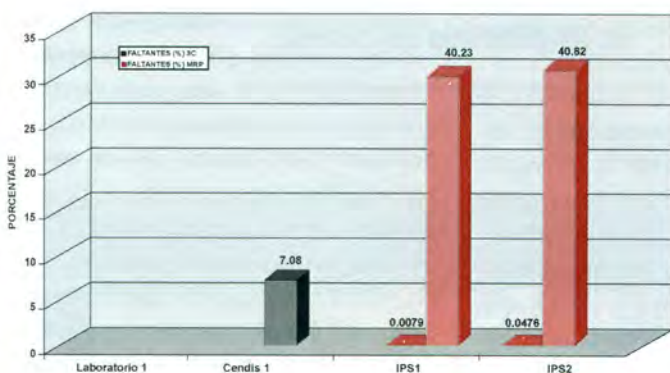


Figura 7. Comparativo Faltantes Alto Costo

# Procedimiento de discriminación de ecos relevantes en una señal de sonar

Andrés David Restrepo Girón\*, Humberto Loaiza Correa\*\* y Eduardo Francisco Caicedo Bravo\*\*\*

En ciertas aplicaciones se hace indispensable medir o calcular determinadas propiedades de la onda ultrasónica correspondiente a la reflexión en la interfaz entre dos medios de propagación, y no sólo el tiempo de vuelo de ella. En esa circunstancia, pueden emplearse fundamentalmente dos métodos: el primero consiste en definir una ventana de tiempo que contenga el eco de interés, basándose en la inspección visual de la señal previamente digitalizada; el segundo encuentra el valor máximo del eco para devolverse en el tiempo un número constante de muestras y definir así el instante de inicio de la ventana. A pesar de que la segunda vía tiene la ventaja de que permite automatizar la operación de enventanado, el método se funda en gran medida en la suposición de invarianza en la forma de los ecos. En este artículo se propone una metodología algorítmica para distinguir y discriminar los ecos contenidos en toda la extensión de una señal ultrasónica, sin importar los cambios en la forma de dichos ecos y sin requerir una operación de enventanado de la señal. Este algoritmo se aplicó y probó en un Sistema de Pseudovisión Ultrasónica para el Reconocimiento de Formas de Objeto [1].

## Palabras claves

Ultrasonido, tiempo de vuelo, discriminación de ecos.

\* Ingeniero electrónico y magíster en automática de la Universidad del Valle. En la actualidad se desempeña como profesor en la Universidad Santiago de Cali.

\*\* Ingeniero electricista y magíster en automática de la Universidad del Valle. Ph.D. en robótica y visión artificial de L'Université d'Evry (Francia). En la actualidad se desempeña como profesor titular de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle.

\*\*\* Ingeniero electricista de la Universidad del Valle. Máster en informática industrial y doctor en informática industrial de la Universidad Politécnica de Madrid. En la actualidad se desempeña como profesor titular de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle.

## INTRODUCCIÓN

El algoritmo presentado surgió como una solución al problema de discriminar el eco o los ecos provenientes del obstáculo más cercano a un montaje de cuatro transductores ultrasónicos (dos emisores y dos receptores como en [2] y [3]), a partir de una señal ultrasónica captada por un Sistema de Reconocimiento de Formas de Objeto [1]. La mayor parte de los métodos de localización y clasificación de formas de obstáculos con ultrasonido emplean el método de *filtro acoplado*, en el cual el valor máximo resultante de la correlación cruzada entre un eco patrón ideal y la señal recibida conduce al cálculo del tiempo de vuelo (*tof*); sin embargo, durante la concepción del sistema citado inicialmente la intención era estudiar la viabilidad de emplear otras características temporales adicionales al *tiempo de vuelo (tof)* tan ampliamente usado como en [3], [4], [5], [6], [7], y características frecuenciales extraídas de los *espectros de Fourier* y de la *transformada Wavelet discreta*, mucho menos utilizadas en aplicaciones ultrasónicas. Este objetivo justificó el desarrollo de un algoritmo que permitiera

distinguir y aislar completamente (portadora de ultrasonido + envolvente) el eco o ecos de interés a partir de la señal adquirida durante la *ventana* de recepción.

En [8] se expone un método de estimación del *tof* que realiza un "suavizado" de la señal usando la transformada de Fourier, y la derivación discreta en el tiempo. De este trabajo se recogió la idea de utilizar el cruce

Se propone una metodología algorítmica para distinguir y discriminar los ecos contenidos en toda la extensión de una señal ultrasónica, sin importar los cambios en la forma de dichos ecos y sin requerir una operación de enventanado de la señal.

por cero de la función derivada aplicada a la envolvente del eco principal con el fin de aproximarse a su punto de inicio, pero con un fin distinto: en esta oportunidad con la derivación discreta y con su signo, se encuentran los ecos conteni-

dos en la señal captada, detectando las pendientes de subida de sus envolventes. Por consiguiente, es posible dividir la señal en *segmentos* delimitados por los puntos donde principia cada eco identificado (gráficamente semejantes a lóbulos), haciendo posible la determinación de sus *tiempos de inicio* y *puntos máximos*, para terminar con la definición del eco completo (un solo eco o varios superpuestos) proveniente del obstáculo más cercano. La detección

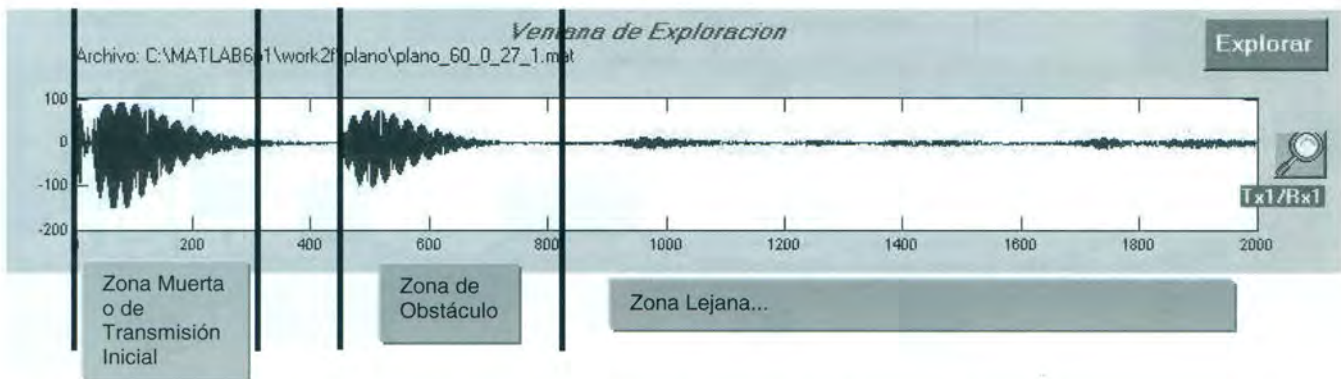


Figura 1. Ejemplo de señal de eco original (proveniente de un obstáculo plano) y zonas definidas.

de lóbulos, la definición de los segmentos, la determinación de los ecos de interés y el cálculo de sus características en el tiempo se reúnen en un procedimiento basado en *criterios heurísticos*.

#### DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE DISCRIMINACIÓN DE ECOS ULTRASÓNICOS

El procedimiento se ejecuta como una función de Matlab que pretende eliminar la onda inicial que da origen a la zona muerta y demás ecos provenientes de reflexiones diferentes de la (s) del obstáculo más cercano. Como *datos iniciales* se requieren el *eco de exploración* actual y un *eco de exploración tomado sin obstáculo* que sirve como patrón para la zona muerta, además de una serie de parámetros configurables a través de una interfaz gráfica. Los siguientes

pasos sintetizan la ejecución del procedimiento:

1. Filtrado con un *FIR Pasa-Banda* para eliminar el posible nivel de DC remanente y las componentes de frecuencia alta en las señales originales (ecos con obstáculo y sin obstáculo).

2. *Compensación del retardo introducido por el filtro anterior* (para los ecos con obstáculo y sin obstáculo), conociendo que para un filtro FIR de orden  $M$  (longitud  $M+1$ ) el *retardo de grupo* es constante e igual a  $M/2$ , gracias a la propiedad de fase lineal de los filtros FIR [9].

3. Interpolación de muestras de los ecos filtrados y sin retardo (ecos con obstáculo y sin obstáculo), para obtener una *mejor calidad en las envolventes*, si se requiere (paso opcional).

4. Filtrado con un *FIR Pasa-Bajos* para *extraer las envolventes* de los ecos.

5. *Amplificación de las envolventes* recién obtenidas, de manera que las am-

plitudes de las envolventes en la *zona inicial de transmisión o zona muerta* (figura 1) sean iguales a la de los ciclos positivos de las señales de eco en el paso (2), con el objetivo de compensar la atenuación en los dos procesos de filtrado. Al respecto, la señal procesada se divide en tres zonas de acuerdo con el objetivo de elegir el eco proveniente del obstáculo más cercano:

6. *Normalización de las envolventes entre sí*, según el valor pico de la envolvente de los ecos sin obstáculo en la *zona muerta o de transmisión inicial*. Ese valor pico se encuentra dentro de un rango de muestras predeterminado (ZONATX\_MAX).

7. *Compensación del retardo de grupo durante el filtrado en (4)*, mediante la misma técnica empleada en el punto (2) de este procedimiento. En la figura 2 se muestran las envolventes resultantes de la ejecución de los pasos (4) al (7).

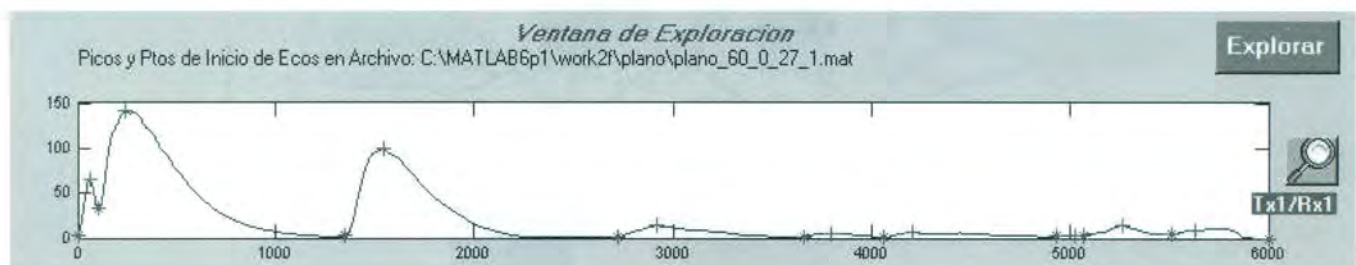


Figura 2. Envolventes resultantes frente a los ecos originales.

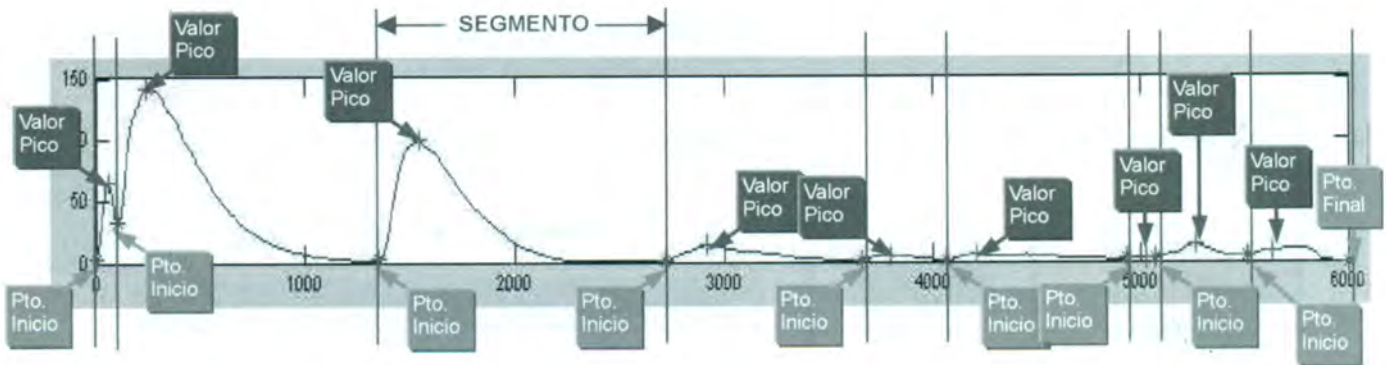


Figura 3. División de la señal en segmentos definidos por sus puntos de inicio y sus valores pico.

8. Cálculo de la derivada digital aproximada (tomando las diferencias entre muestras) de las envolventes resultantes de (6) y (7), y determinación de los signos de las derivadas anteriores.

9. Identificación de cada lóbulo y, por ende, de cada segmento de las señales en el tiempo, y determinar en forma aproximada sus puntos de inicio (figura 3).

Los segmentos están formados por los espacios entre cada punto de inicio y el que le sigue. La manera de llevar a cabo la identificación es siguiendo el rastro de los valores de las derivadas desde la primera muestra: si existe un número igual o mayor que un valor preestablecido (CONSECUT) de muestras

consecutivas de la función derivada discreta con valores positivos, entonces el instante discreto donde arranca esa sucesión puede estimarse un punto de inicio de un eco capturado y, por tanto, de un segmento de la señal. Así mismo, se considera como parámetro un valor mínimo de derivada necesario para establecer que esa secuencia es la pendiente de un eco; sin embargo, no se tiene en cuenta esta derivada mínima cuando las derivadas discretas de signo positivo consecutivas sean mayores que la constante CONSECUT.

10. Se halla el máximo siguiente (valor pico) a cada punto de inicio y se registra junto con su correspondiente instante de tiempo discreto (figura 3).

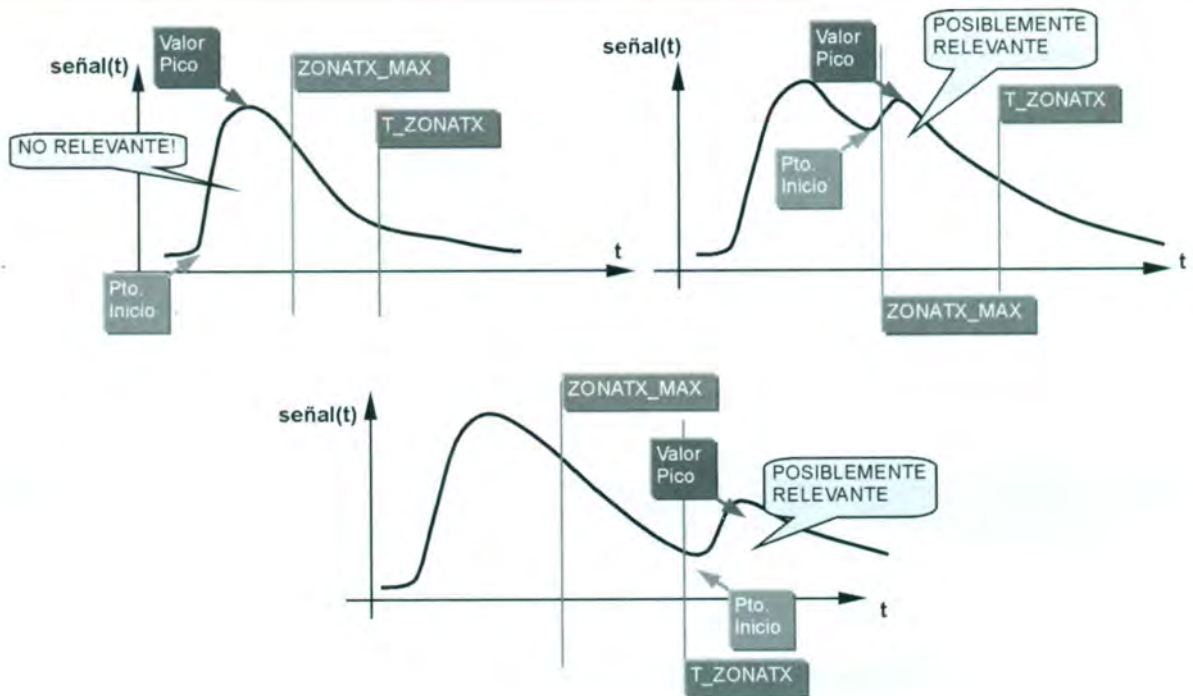


Figura 4. Determinación de ecos relevantes: criterio A. Tres casos posibles.

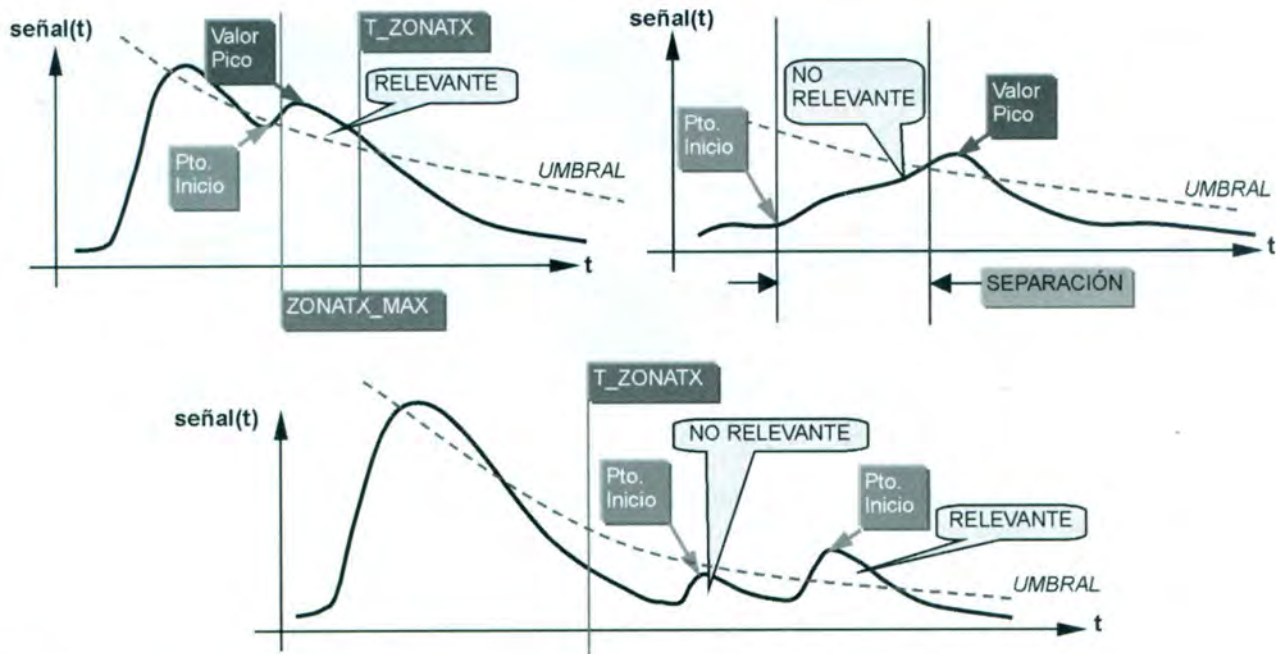


Figura 5. Determinación de ecos relevantes: criterio B. Tres casos posibles.

11. Discriminación de los segmentos de eco en *relevantes* y *no relevantes*. Habrá tantos segmentos como máximos se hayan evaluado. Los criterios establecidos para hacer esta selección son los siguientes:

**A.** Un segmento *puede ser relevante* si su *punto de inicio* se encuentra afuera de la zona de Transmisión inicial ( $>T\_ZONATX$ ), o si estando dentro de esta zona el *pico siguiente* está suficientemente alejado de la cresta del lóbulo de transmisión inicial ( $>ZONATX\_MAX$ ) (figura 4).

**B.** Si las condiciones en (A) se cumplen, el segmento es definitivamente **relevante** si el máximo siguiente al punto de inicio tiene una amplitud mayor de la que establece un *umbral dinámico* (ecuación 1), y si se encuentra ubicado dentro de un intervalo predefinido (*separación*) medido desde el punto de inicio.

$$(Altura) \cdot e^{(-EXPUMBRALE) \cdot n / INTERP} \quad [Ec.1]$$

En la ecuación precedente, *n* es la variable temporal discreta o el número

de la muestra, y *EXPUMBRALE* y *ALTURA* son constantes configurables desde la interfaz gráfica que definen la magnitud del exponente de la función modelo y la amplitud de la función, respectivamente (figura 5).

**C.** El punto de inicio del primer segmento relevante correspondería al *tiempo de vuelo aproximado* del eco principal o los ecos múltiples superpuestos, si los hay. Este punto de inicio determina el comienzo de la *zona de obstáculo* (figura 1); al adicionársele una cantidad preestablecida por configura-

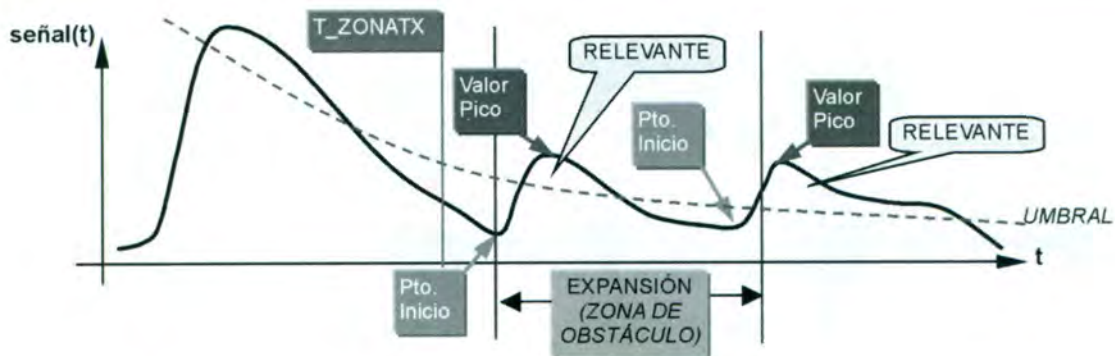


Figura 6. Determinación de ecos relevantes: criterio C.

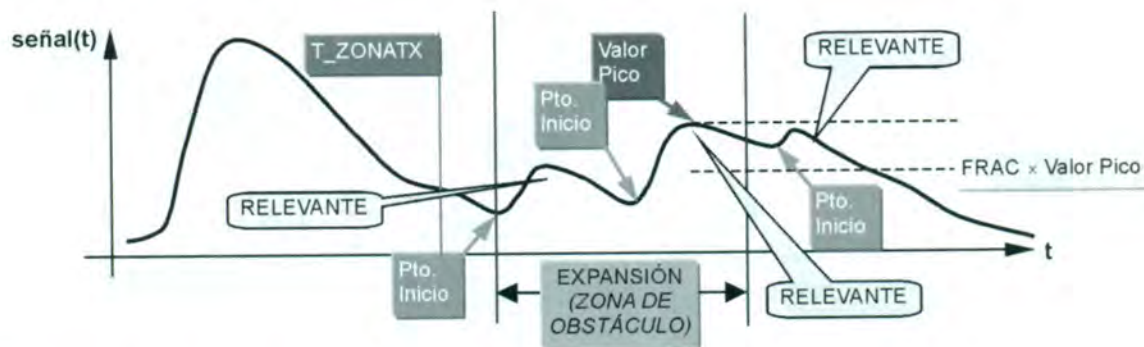


Figura 7. Determinación de ecos relevantes: criterio D.

ción (EXPANSIÓN) se obtiene el instante máximo que delimita a dicha *zona de obstáculo*, por lo que cualquier segmento posterior al primer segmento relevante, cuyo punto de inicio caiga dentro de esta zona de obstáculo, será **relevante** también (figura 6).

**D.** Si el valor de la envolvente en el punto de inicio del segmento siguiente al último segmento correspondiente a la zona de obstáculo, es mayor que una determinada fracción (FRAC) del valor máximo del segmento anterior, se considera **relevante** el segmento en cuestión, a pesar de que esté fuera de la zona de obstáculo (figura 7). Sin embargo, esto puede traer problemas cuando los ecos principales son de amplitud muy pequeña (figura 8a y b).

12. Se eliminan de los ecos originales, o de los interpolados si se hizo interpolación, los segmentos **no relevantes**, llevando a cero todas las muestras

que se encuentran en tales segmentos, como en la figura 9.

13. Se estiman ahora el resto de características necesarias. Específicamente para el sistema de Reconocimiento de Formas de Obstáculo mencionado en la introducción, se calculan la magnitud y el instante de tiempo para el *valor máximo de cada segmento* y la *pendiente de ascenso* aproximada del *lóbulo con mayor energía* de entre los segmentos relevantes.

## RESULTADOS

En la figura 10c se aprecia el resultado de aplicar el procedimiento anterior para discriminar los ecos generados en el obstáculo más cercano mediante la segmentación (figura 10b) de la señal mostrada en la figura 10a, que corresponde a la exploración de un objeto con forma de esquina. Esta forma de obstáculo genera bastantes ecos super-

puestos, dando lugar a señales complejas frente a las que el método propuesto se desempeña muy bien, detectando los lóbulos correspondientes a dichos ecos traslapados (figura 10b).

Por su parte, los objetos con forma de filo dispersan demasiado la onda incidente, por lo cual el eco obtenido es muy débil (figura 11a), haciéndolo bastante difícil de detectar mediante técnicas como la del umbral; sin embargo, el procedimiento presentado tiene un mayor éxito en su detección: en la figura 11b aparece el eco discriminado aumentado diez veces.

## CONCLUSIONES

Se ha propuesto un procedimiento de procesamiento digital de señales de ultrasonido provenientes de la exploración acústica de un entorno, con el fin de discriminar en forma automática los diferentes ecos contenidos en la señal digitalizada, y de acuerdo con la aplicación, llegar a determinar el eco o los ecos de interés para su posterior análisis. El método proporciona la característica de detectar los lóbulos correspondientes a las envolventes de los ecos ultrasónicos, sin depender demasiado de la forma o de la amplitud de los mismos (a diferencia de [10], por ejemplo), requiriendo únicamente la configuración de ciertos parámetros de acuerdo con los cuales se toman las acciones necesarias. El sistema de Re-

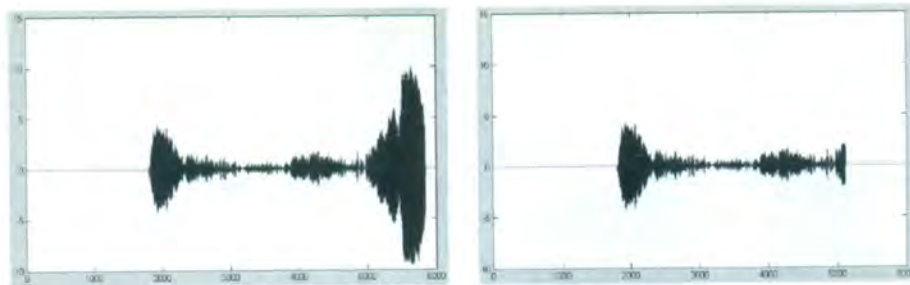


Figura 8. Eco débil discriminado: a) usando el criterio D; b) sin usar el criterio D.



Figura 9. Señal resultante: discriminación del eco principal proveniente del obstáculo más cercano.

conocimiento de Formas de Objeto en el cual se aplicó, logró un desempeño superior al 90% de éxito en la clasificación de las distintas formas involucradas (plano, esquina, filo y cilindro), lo que representa un acertado uso del algoritmo de discriminación, puesto que de las características tomadas de los ecos correctos depende el resultado mismo de dicha clasificación. Por último, gracias a los parámetros configurables, es viable pensar en la aplicación del procedimiento presentado con fines diferentes de los de la exploración robótica en los que se necesite la diferenciación de uno o varios ecos de entre todas las posibles reflexiones contenidas en una señal posterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Restrepo, Andrés D. (2005). "Concepción de un sistema de pseudovisión ultrasónica aplicando técnicas frecuenciales y de inteligencia computacional". Tesis de maestría en automática. Colombia: Universidad del Valle.

[2] Restrepo, A., Loaiza, H. & Caicedo, E. (2005). Sistema Ultrasónico de Reconocimiento de Formas basado en técnicas frecuenciales e inteligencia computacional. Memorias del X Simposio de Señales, Imágenes y Visión Artificial. Universidad del Valle, octubre.

[3] Kleeman, Lindsay (2001). *Advanced Sonar Sensing*. Proceedings 10th International Symposium Robotics Research. Lorne Victoria, Australia, pp. 286-295.

[4] Colensky, A., Pérez, A., Rother, D. (2001). *BAT – Baliza de Adquisición Tridimensional*. Uruguay: Universidad de la República, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, febrero. Artículo del trabajo en <http://www.iberchip.org/VII/cdnv/pdf/46.pdf> <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/proy/proys/bat/bat.pdf> (trabajo completo).

[5] Ko, J., Kim, W. & Chung, M. (1996). "A Method of Acoustic Landmark Extraction for Mobile Robot Navigation". *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 12, No. 3, junio, pp. 478-485.

[6] Peremans, H. Audenaert, K. & Campenhout, J. (1993). "A High-Resolution Sensor Based on Tri-Aural Peception". *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol 9, No. 1, febrero, pp. 36-48.

[7] Barshan, B., Ayrulu, B. & Utete, S. (2000). "Neural Network-Based Target Differentiation Using Sonar for Robotics Applications". *IEEE*

*Transactions on Robotics and Automation*, vol. 16, No. 4, agosto, pp. 435-442.

[8] Ebisawa, Yoshinobu (2992). "A Pilot Study on Ultrasonic Sensor – Based Measurement of Head Movement". *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 51, No. 5, octubre, pp. 1109-1115.

[9] Proakis, J. & Manolakis, D. (1998). *Tratamiento digital de señales*. 3ª ed. España: Prentice Hall.

[10] Kleeman, L. & Kuc, R. (1995). "Mobile Robot Sonar for Target Localization and Classification". *International Journal of Robotics Research*, vol. 14, No. 4, agosto, pp. 295-318

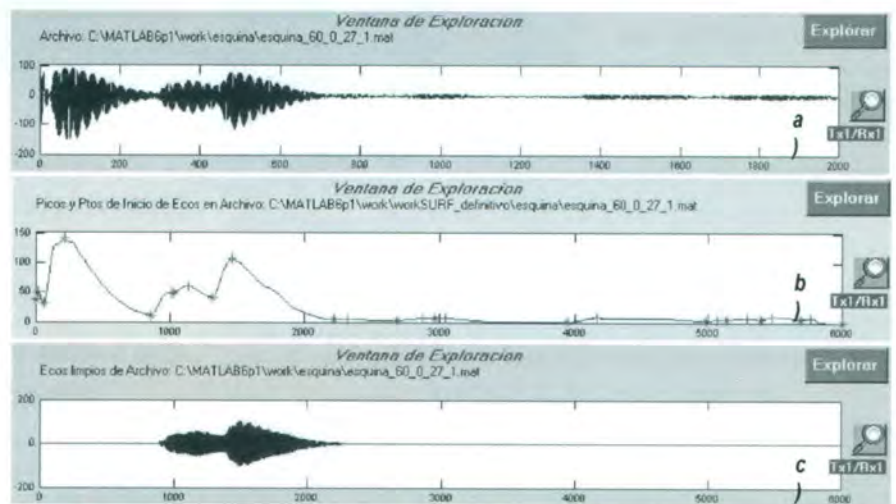


Figura 10. a) Señal original proveniente de una esquina; b) segmentación de la señal; c) ecos discriminados.

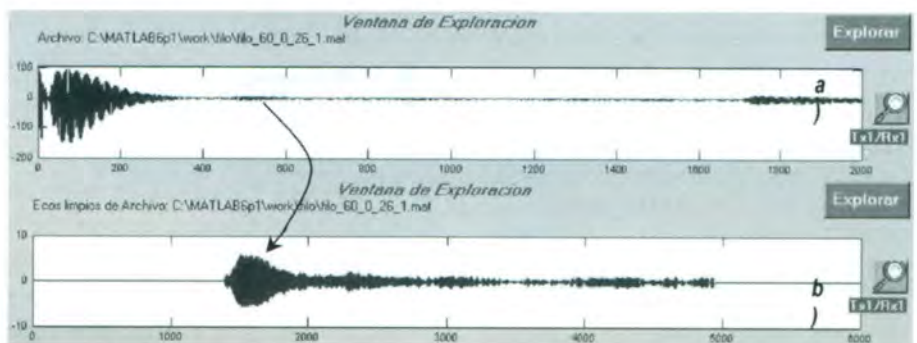


Figura 11. Procedimiento aplicado a un objeto con forma de filo.

# El valor humano en las organizaciones

Karin Garzón Díaz

Este artículo presenta una reflexión teórica acerca del valor de lo humano en las organizaciones, partiendo desde algunos antecedentes teóricos y vinculando el papel que cumplen el entorno y la oportunidad de la conformación de equipos de trabajo, como factores que incrementan los procesos de gestión y de aprendizaje en las mismas.

**Palabras claves**

Equipos de trabajo, ambiente laboral, desarrollo humano.

“Umuntu Ngumuntu Nagabantú” (lenguaje zulú)  
 (“Una persona es persona a causa de los demás...”).

**INTRODUCCIÓN**

A lo largo de este artículo se hace una reflexión orientada a comprender el significado que tienen las personas que forman parte de una organización, al igual que su valor en procesos de gestión y de desarrollo humano.

Está organizado en dos partes. La primera de ellas da cuenta de los antecedentes relacionados con estudios organizacionales asociados al tema del artículo, vinculando la influencia del entorno y el significado de la conformación de equipos de trabajo como estrategia para la gestión organizacional. En la segunda parte se presenta una perspectiva del desarrollo humano dentro de las organizaciones.

**ANTECEDENTES**

El estudio de Hawthorne, realizado entre los años 1927 y 1931 en la planta de la Western Electric Company en Chicago, fue el primero que reflejó la significancia de las relaciones entre las personas en los procesos laborales y donde se descubrió la importancia de los grupos espontáneos para que los

empleados puedan echar raíces y satisfacer sus necesidades sociales, favoreciendo un mejor clima humano en la empresa y facilitando el cumplimiento de los fines de ésta.

Este estudio fue la primera investigación rigurosa realizada sobre este fenómeno organizacional.

En 1924, la Western Electric Company, en colaboración con la National Academy of Sciences, había emprendido una serie de experimentos para “conocer la relación entre la

calidad y la cantidad de iluminación y la eficiencia en la industria”. Esta inquietud se presentaba en aquella época, donde el trabajo se concebía desde la óptica de la fisiología industrial.

---

**En palabras de Homans, las personas que interactúan entre sí frecuentemente se asemejan más una a otras en sus actividades que a otras personas con las que interactúan menos.**

---

Durante el estudio se filtró una variable que los investigadores no pudieron identificar hasta pasado algún tiempo: la atención prestada por los investigadores había despertado una actitud positiva en los operarios. Las relaciones humanas entre los investigadores y los operarios habían alterado la situación experimental. Casualmente, se descubrió la importancia de las relaciones humanas en las actitudes de los operarios y en su rendimiento subsiguiente. Aquí nace el movimiento de las relaciones humanas.

Terapeuta ocupacional y especialista en gerencia en gestión humana y desarrollo organizacional de la Universidad del Rosario, magíster en desarrollo educativo y social de la Universidad Pedagógica Nacional. Actualmente es coordinadora de extensión de la Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano de la Universidad del Rosario.



Estos resultados condujeron a los investigadores a desarrollar una serie de estudios, esta vez en colaboración con el Department of Industrial Research de la Harvard Graduate School of Business Administration, que dirigía Elton Mayo.

Los investigadores pudieron comprobar, a través de miles de encuestas hechas a los trabajadores de la empresa entre 1927 y 1931, que los grupos sociales que surgían en forma espontánea entre los trabajadores ejercían un fuerte control sobre la conducta de éstos.

Entre las conclusiones de estos estudios se ha encontrado la necesidad de integración de los empleados de las empresas, que se analizaron a la luz de cuatro componentes: la organización del trabajo, el sistema de retribución, la situación de la producción y la organización social.

Con base en lo anterior, se alcanza a inferir que el sentido de bienestar de las personas entre un grupo o un equipo no se desarrolla exclusivamente a través de actividades complementarias al propio trabajo, sino que es el trabajo en sí mismo el que otorga a las personas su grado de significación y pertenencia.

Igualmente, estas observaciones permitieron definir que la unidad de análisis de una organización no es el individuo sino el grupo.

Conceptualmente, Homans<sup>1</sup> ha desarrollado un esquema que busca establecer la acción de los grupos o los equipos de personas dentro de las organizaciones y los concibe como un sistema social. Este modelo comprende, en primer lugar, una serie de conceptos que identifican los elementos de que se compone el comportamiento de un grupo, y en segundo lugar, una serie de proposiciones sobre las relaciones de interdependencia existentes entre estos elementos.

Introduce además una serie de términos que identifican a los elementos de que se compone el comportamiento de un grupo, actividad, interacción, norma, sentimiento dado, sentimiento requerido, valor, sistema externo y sistema interno.

## INFLUENCIA DEL ENTORNO

La sociología urbana pone de manifiesto que todo grupo nacido de manera espontánea en una organización se ve

obligado a desenvolverse en un entorno constituido por la misma organización y por la sociedad en que aquella se encuentra ubicada.

El comportamiento del grupo es, en cierto modo, fruto de la acción de factores presentes en su entorno, tales como la tecnología disponible, el estilo de dirección, las políticas y los procedimientos oficiales de la organización, y la estructura formal de la organización.

La convivencia social es posible en la medida en que las personas conozcan lo que se espera de ellas y se tengan expectativas definidas sobre su conducta.

En cuanto mayor es la oportunidad de interacción entre las personas, mayor es la intensidad de los sentimientos positivos que es probable que surjan entre ellas.

En palabras de Homans, las personas que interactúan entre sí frecuentemente se asemejan más una a otras en sus actividades que a otras personas con las que interactúan menos.



La convivencia social es posible en la medida en que las personas conozcan lo que se espera de ellas y se tengan expectativas definidas sobre su conducta.

El hecho de comprender el complejo fenómeno social que se presenta en las organizaciones y sus consecuencias para la organización permite identificar los beneficios que brinda la adopción de posturas positivas hacia la empresa, tanto para las personas miembros de los grupos como para ella misma, reflejadas en tres tipos de consecuencias: el rendimiento, la satisfacción y el desarrollo personal.

En relación con la satisfacción, las interacciones y las actividades espontáneas que emergen en el grupo y los sentimientos amistosos que se desarrollan entre sus miembros afectan en gran medida las satisfacciones que éstos obtienen de su vida laboral. Si el grupo brinda raíces sociales a sus miembros y si la colaboración prospera entre ellos, la jornada laboral puede convertirse en una grata experiencia.

El desarrollo personal en los miembros de los grupos varía de grado, en la medida en que identifiquen factores propios de polivalencia o significado personal que pueden atribuir tanto la tarea desempeñada como el tipo de relaciones personales que es posible establecer en relación directa con el trabajo.

## LOS EQUIPOS DE TRABAJO EN LAS ORGANIZACIONES

Senge<sup>2</sup> propone a la organización como el espacio posible para la fundación y fortalecimiento de interacciones huma-

nas como posibilitadoras de aprendizaje, donde se ponen a prueba la experiencia y su capacidad transformadora hacia el conocimiento accesible a toda organización y pertinente con su propósito central.

Tales interacciones están mediadas por los equipos de aprendizaje, los cuales hacen que las organizaciones inviertan en la capacidad de las personas para enfrentar el futuro y ese aprendizaje es el que hace que las personas asuman poder para actuar.



Durkheim<sup>3</sup>, en relación con la concepción de la interacción entre un individuo y la sociedad, sostenía que a falta de ésta, el individuo podría caer en la anomia y concluía que la clave del proceso y de la civilización estaba en la integración del individuo. Igualmente, hacía hincapié en la efectividad de las relaciones en tanto las coincidencias individuales no permanecieran separadas unas de otras, siendo la colectividad el norte de la acción individual.

Las sociedades mecánicas se entienden como asociaciones humanas con escasa o nula división del trabajo, cerradas sobre sí mismas, con una es-

tructura social escasamente compleja. Las creencias y sentimientos de cada uno de los miembros de la sociedad están rigurosamente reglamentados por la conciencia colectiva, aplicada por igual a todos los individuos; cualquier transgresión suscita reacción de la sociedad, puesto que con ella se están violando sentimientos colectivos.

Durkheim supone que la inexistencia o casi ausencia de la división del trabajo produce individuos que realizan idénticas tareas, que son semejantes y que se corresponde a una conciencia colectiva que sólo contempla semejanzas, no admite diferencias e impone a todos las mismas formas de actuar y de pensar<sup>4</sup>.

Las sociedades orgánicas son opuestas, están constituidas no por una repetición de segmentos similares y homogéneos, sino por un sistema de órganos diferentes, cada uno con su función especial y formados ellos mismos de partes diferenciadas. Así como los elementos sociales no

son de la misma naturaleza, tampoco se hallan dispuestos del mismo modo. Se encuentran coordinados y subordinados unos a otros, alrededor de un mismo órgano central que ejerce sobre el resto del organismo una acción moderatriz<sup>5</sup>.

“La sociedad aprende a mirar a los miembros que la componen no como cosas sobre las cuales tiene derechos, sino como cooperadores de los que no puede prescindir y frente a los cuales tiene deberes”<sup>6</sup>.

No obstante, existen organizaciones que prefieren de un modo intrínseco la responsabilidad individual más que la de un grupo. Las descripciones

de puestos, las trayectorias de carrera y las evaluaciones de desempeño se centran en las personas catalogadas como individuos<sup>7</sup>. Nuestra cultura insiste en logros individuales y nos hace sentir incómodos al confiar nuestras aspiraciones de carrera a resultados que dependen del desempeño de otros<sup>8</sup>.

El concepto de equipo se viene consolidando como uno de los principales principios de la administración moderna, donde los líderes forman equipos que ofrecen paquetes de compensación cuyo fin es atraer a los trabajadores con los conocimientos y la experiencia necesaria para alcanzar los objetivos de los proyectos.

Equipo se deriva del francés *équiper* y éste a su vez del antiguo vocablo escandinavo *skipa*, que se deriva de *skip* (barco) y significa “equipar un barco”<sup>9</sup>: grupo de personas que se necesitan entre sí para lograr un resultado.

Resultados más allá del logro de metas o de compartir datos, resultados en el sentido de ocupar una sensibilidad compartida, donde los pensamientos, emociones y acciones resultantes no pertenecen a un individuo sino a un conjunto<sup>10</sup>.

El trabajo en equipo alienta a superar la inercia organizacional y sus líderes velan por el desarrollo de relaciones más cohesivas y de cooperación entre los individuos.

Los equipos de trabajo integran y mejoran las estructuras y procesos formales, porque a través de ellos se vigorizan procesos fundamentales en tanto se comparten intereses y autodirige el desempeño. De esta manera se supera el desempeño individual por contar con propósitos compartidos.

Resultados de desempeño, productos de trabajo colectivo, crecimiento personal, autodisciplina, responsabilidad y compromiso son algunos de los elementos que ofrecen los equipos de

trabajo, en tanto se convierten en contributivos a metas compartidas y complementarias<sup>11</sup>.

Los ajustes a los cambios se asumen con mayor rapidez por parte de los equipos de trabajo que de modo individual, debido al compromiso colectivo. De la misma manera, el sentido del humor es uno de los factores que caracterizan a los equipos de alto rendimiento; se divierten más porque constituyen parte integral del desempeño, ayudando a hacer frente a presiones<sup>12</sup>.

El desarrollo de una actitud abierta hacia el aprendizaje y la modernización institucional<sup>13</sup> se considera elemento clave en la consolidación de procesos de competitividad.

Los equipos de trabajo en una organización responden de alguna manera a estas culturas, en tanto se evidencia la necesidad de interdependencia de unos con otros para el logro de objetivos comunes.

“Sin embargo, si los equipos trabajan en forma aislada, la solución no está completa, porque en la nueva economía del conocimiento es esencial que los equipos se mantengan unidos por medio de la gestión del conocimiento”<sup>14</sup>.

Los equipos de trabajo pueden tener una naturaleza muy diversa: a veces algunos objetivos sólo pueden lograrse con el equipo, sin ninguna contribución individual, y en otras ocasiones se asigna el trabajo a un equipo, considerando la experiencia y las competencias de los individuos. “Para que la división del trabajo produzca la solidaridad, no basta que cada uno tenga su tarea, es preciso que esta tarea convenga...”<sup>15</sup>.

Con base en lo anterior, la diferenciación de enfoques no excluye posibilidades de integración de algunos de sus atributos en virtud de las necesidades de las organizaciones; por tanto, no se consideraría prudente sesgar posibilidades de acierto o no a alguna en particular, sino desarrollar la capacidad de adaptación a las condiciones del entorno.

## DESARROLLO HUMANO EN LAS ORGANIZACIONES

“El hombre es un ser sociable”.

*Séneca*

Propiciar el desarrollo del hombre ha sido una preocupación permanente de la humanidad a través de diferentes enfoques y estrategias, atendiendo a los escenarios o entornos de vida de esos seres humanos a la luz de su historicidad, cultura, estilos de vida e intereses, entre otros, a partir de las concepciones de modelos de desarrollo social y económico.

De esta manera se alcanza a vislumbrar cómo las capacidades del hombre se pueden poner al servicio de la vida misma con sentido humano, donde las necesidades por sí mismas no se conviertan en fin sino en fuente de recurso para el mismo desarrollo.

El sentido de participación de las personas en su propio desarrollo quizás marque las posibilidades de satisfacción de las necesidades humanas.

Un desarrollo humano basado en la posibilidad de potenciar capacidades implica aprender a aprender, aprender a ser, aprender a hacer y aprender a conservar conocimientos, valores, establecer relaciones y resolver problemas.

La construcción de sujeto es el proceso central del desarrollo humano. Ser sujeto significa tener conciencia de sí, de sus acciones, sus características y circunstancias.

La construcción de sujeto co-

lectivo exige, además, ser consciente del potencial de transformación del medio y el reconocimiento de una realidad con dos dimensiones: una objetiva y otra subjetiva.

“Lo nuevo en esta alternativa es la recuperación de este segundo aspecto para ponerlo en términos de nuestra vida diaria, de nuestro trabajo, de todo lo que hacemos”<sup>16</sup>.

Los escenarios laborales, como principal actividad productiva del hombre y de mayor inversión de tiempo cotidiano, se constituyen en uno de esos espacios de interacción donde se pone de manifiesto como ser integral a partir de su individualidad y sociabilidad, a través de los cuales crea y recrea su propia realidad y cultura, creando identidad, reconocimiento y sentido de logro con base en esas posibilidades de relaciones y de participación.

Según esta concepción de desarrollo humano, pensar en equipos de trabajo en una organización permite conceptualizar y hacer posible el sentido de las relaciones entre sujetos con una clara transición de la acción desde la prevalencia del individualismo, bajo nivel de relaciones, dificultad de compartir intereses personales, sociales y organizacionales hacia la cooperación, participación, capacidad de autodirección pero no sólo desde la mirada exclusiva del discurso, sino como posibilitador de ese proceso de construcción individual y colectiva, donde el sujeto adquiere significado.

El entorno de trabajo se convierte entonces en otro de los espacios de la vida cotidiana donde el ser humano establece vínculos con otros sujetos y con los objetos a los que responde.

**La construcción de sujeto es el proceso central del desarrollo humano. Ser sujeto significa tener conciencia de sí, de sus acciones, sus características y circunstancias.**

Siempre y cuando esté en disonancia con lo que plantea Ernest Mandel, al manifestar que cuando el trabajo no se convierte en medio de expresión para lograr un objetivo, se vuelve algo nocivo y destructor que frustra y deforma la capacidad para realizar un trabajo creador; en tanto conciba sus horas laborales como tiempo perdido, estará desaprovechando valiosas posibilidades de desarrollar sus potencialidades y ampliar su horizonte.

Esto implica hacer “un esfuerzo mutuo para entender al otro, buscar puntos de acercamiento, diseñar alternativas, compartir opciones, renunciar a ganar ‘yo’ para ganar ‘nosotros’, visualizar rutas diferentes para llegar a un destino común, buscar similitudes para conseguir entendimientos, pasar de la competencia a la colaboración y utilizar todo el potencial de nuestra inteligencia para construir y no para destruir”<sup>17</sup>.

El ser humano se constituye en un fin en sí mismo, en las organizaciones o entornos de trabajo se visualiza más como el medio para la obtención de resultados, reflejado principalmente en el desempeño de cargos o funciones. Y es ahí donde Max Neef propone, a partir del desarrollo a escala humana, la necesidad del protagonismo real de las personas donde se logre la transformación de la persona - objeto en persona - sujeto.

Con una estructura más dinámica, pensada desde el desarrollo humano y desde la significación de lo colectivo, se apunta hacia el protagonismo de las personas donde se impulsen procesos de desarrollo con efectos sinérgicos en la satisfacción de sus necesidades.

Las posibilidades de autodependencia o interdependencia rompen con las tradicionales maneras de homogeneizar, estandarizar o subordinar los desempeños humanos, en tanto se genere la capacidad de autodireccionar sus propias acciones, atendiendo tanto a intereses individuales y colectivos como de la misma organización.

Hoy las organizaciones están demandando sujetos con atributos personales más allá de los mismos profesionales que les permitan actuar en el mundo moderno en concordancia con la misión que les compete.

De ahí que el ambiente laboral se pueda constituir en “fuente de socialización secundaria dentro de una concepción humanista, donde cobran sentido la comunicación, la asertividad en la solución de los problemas, la toma de decisiones, el compromiso personal respecto a la responsabilidad”<sup>18</sup> y sentido de logro.

El trabajo es al mismo tiempo una esfera de desarrollo humano y un satisfactor de las necesidades de subsistencia, de afecto, de participación, de creación, de identidad, de libertad y de ocio (en tanto lo propicia). Igualmente, el trabajo como esfera de desarrollo contribuye a la cualificación y crecimiento de las demás esferas del desarrollo humano<sup>19</sup>.

## NOTAS

1. Homans, George (1950). *The Human Group*. Nueva York: Hartcourt Brace.
2. Senge, Peter (1995). *La quinta disciplina en la práctica*. Barcelona: Granica.
3. Durkheim, Emile (1987). *La división del trabajo social*. Madrid: Akal.
4. *Ibid.*
5. *Ibid.*
6. *Ibid.*, p. 269.
7. Katzenbach, Jon & Smith, Douglas (1996). *La sabiduría de los equipos*. México: Cecsca.
8. *Ibid.*
9. Corominas, Joan (2000). *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. Madrid: Gredos.
10. Senge, *op. cit.*
11. *Ibid.*, p. 12.
12. *Ibid.*, p. 13.
13. Informe Monitor.
14. Tissen, R. & Andriessen, D. *Op. cit.*, p. 157.
15. Durkheim, E. *Op. cit.*, p. 440.
16. Sandoval, Carlos A. (1992). “Módulo I: Desarrollo humano: un punto de vista alternativo”. Manizales: Cinde, p. 2.
17. Gallegos, H. Mario (2001). “El hombre, un ser negociador”, en *Estrategias de negociación*. Bogotá: Universidad del Rosario.
18. Gómez, M. (1994). *Administración para el desarrollo humano de los funcionarios en los centros zonales de ICBF*. Manizales: Cinde, p. 29.
19. Max Neef, M. (2000). *Desarrollo a escala humana, una opción para el futuro*. Santiago de Chile: Cepaur.



Hoy las organizaciones están demandando sujetos con atributos personales más allá de los mismos profesionales, que les permitan actuar en el mundo moderno en concordancia con la misión que les compete.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Durkheim, Emile (1987). *La división del trabajo social*. Akal.
- Gallegos, H. Mario (2001). “El hombre, un ser negociador”, en *Estrategias de negociación*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Homans, George (1959). *The Human Group*. Nueva York: Hartcourt Brace.
- Hogeboom, Richard & Miyake, Eriko (1998). Gestión interna para la modernización de la universidad pública en Colombia. Misión Nacional para la Modernización de la Universidad Pública.
- Katzebach, Jon & Smith, Douglas (2000). *La sabiduría de los equipos*. México: Cecsca.
- Max Neef, M. (2000). *Desarrollo a escala humana, una opción para el futuro*. Santiago de Chile: Cepaur.
- Sandoval, Carlos A. (1992). “Módulo I: Desarrollo humano: un punto de vista alternativo”. Manizales: Cinde, p. 2.
- Senge, Peter (1995). *La quinta disciplina en la práctica*. Barcelona: Granica.
- Tissen, René & Andriessen, Daniel (2000). *El valor del conocimiento*. España: Prentice Hall

# Situación actual de la franquicia en Colombia

María Victoria Ayala de Rey\* y Ana Garzón Castrillón\*\*

A lo largo de este artículo se analiza el estado actual de la franquicia en Colombia, haciendo una descripción de su evolución y una estimación del empleo directo que han generado las franquicias establecidas en el país durante el año 2004. Igualmente, se destaca la importancia de este modelo de negocio en el desarrollo empresarial de otros países, para concluir que dicho modelo puede ser estratégico para la generación de empleo, al igual que para la creación y expansión de empresas a escala nacional.

## Palabras claves

Franquicia, franquiciado, franquiciante, emprendimiento, empleo, innovación tecnológica, *know-how*, propiedad intelectual.

La franquicia en Colombia puede convertirse en el momento actual en una estrategia para la generación de empleo y para lograr la permanencia en el tiempo de las empresas. En este artículo se realiza un análisis sobre la evolución de las franquicias en Colombia y su impacto en la generación de empleo. En la Facultad de Administración con énfasis en Negocios y Finanzas Internacionales hemos considerado pertinente trabajar este tema, para promover en el país el conocimiento de un esquema de negocio considerado estratégico para desarrollar el emprendimiento, la generación de empleo y contribuir a la competitividad empresarial, en el contexto de la globalización y los tratados de libre comercio.

La franquicia es un modelo ágil y versátil<sup>1</sup> que responde a los cambios económicos y sociales con rapidez y a las tendencias actuales, tales como la orientación creciente de la economía hacia la generación de servicios, la incorporación de más mujeres al mercado de trabajo y el envejecimiento progresivo de la población.

El crecimiento del número de franquicias en el entorno económico contemporáneo permite identificar dos características: la prisa de los individuos por llegar a ser sus propios jefes y la necesidad de las compañías de encontrar

formas más eficientes y baratas de expandirse.

En todo el mundo existen diferentes rasgos culturales que identifican a los pueblos. Sin embargo, las franquicias logran adaptarse a las costumbres sociales de los países y comunidades, manejando un prototipo global y una imagen muy parecida. Al respecto podemos mencionar la nueva forma de calcular la paridad cambiaria denominada MC Dollar, basada en la afirmación de que gracias a las franquicias y

al marco de la globalización los precios de una franquicia ubicada en Moscú, Taipei, Caracas y Bogotá son los mismos.

En todo el mundo existen diferentes rasgos culturales que identifican a los pueblos. Sin embargo, las franquicias logran adaptarse a las costumbres sociales de los países y comunidades.

## VENTAJAS MÁS RELEVANTES

*Generadora de empleo y de cadenas productivas.* Las franquicias se han convertido en los

últimos años en una fuente importante para la generación de empleo por medio del continuo incremento de su número en el país de origen y en otras naciones. Este modelo se ha desarrollado en muchos países en épocas de crisis económicas, ya que en economías débiles las franquicias pueden ser una fuerza estabilizadora y generadora de divisas y empleo para un buen número de personas y para la comunidad en general. Esto se debe a que la mano de obra que se utiliza y varios de los insumos que se necesitan para operar

\* Economista del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Decana de la Facultad de Administración con énfasis en Negocios y Finanzas Internacionales.

\*\* Economista de la Universidad Autónoma de Colombia. Actualmente cursa un doctorado en procesos de calidad e innovación educativa en la Universidad Autónoma de Barcelona.

una franquicia se deben producir en el país o la región a la que ésta se exporta o localiza, permitiendo la generación de cadenas productivas.

*Desarrolla el emprendimiento.* El gran secreto de la franquicia son sus protagonistas: hombres y mujeres que inician su negocio a partir –por lo general– de muy pocos recursos y consiguen, con su visión y con su capacidad de trabajo, crear sólidas marcas y modelos de negocios exitosos. “Para el desarrollo de una franquicia se requiere pensar y actuar como empresario/ejecutivo y no simplemente como un inversionista pasivo” (J. Barragán, 2001). Las franquicias se han convertido en un modelo de negociación que ha permitido a un número grande de empresas de todo el mundo incrementar su rentabilidad y ampliar considerablemente su mercado.

*Reduce el riesgo de la creación de un negocio.* El franquiciado<sup>2</sup> entra a formar parte de un negocio que ha sido exitoso y rentable, y de esta manera logra reducir el riesgo para iniciar una actividad comercial independiente. En algunos casos hay asistencia financiera por parte del oferente de la franquicia.

*Permite la independencia laboral.* Tanto el franquiciante<sup>3</sup> como el franquiciado, cada uno en su papel, podrán ser patrones de sí mismos y laborar en su propio establecimiento. Es cierto que el franquiciado debe cumplir una serie de cláusulas y de compromisos frente al franquiciante, pero mantiene una relativa independencia que no se puede comparar con la subordinación laboral permanente de un empleado en una empresa.

*Facilita economías de escala.* Para proveer todos los puntos de la red de franquicias, se realizan compras de insumos al por mayor; esto permite obtener economías de escala en los procesos de producción en cada punto de la red.

*Exige la innovación tecnológica permanente.* Con el fin de mantenerse en el mercado, los productos, el servicio y el *know-how* son objeto de un constante mejoramiento y aplicación de nuevas tecnologías para lograr la competitividad.

*Facilita la transmisión de conocimientos *know-how*.* Este efecto es uno de los grandes beneficios del modelo de franquicias, ya que permite la transmisión de conocimientos técnicos, la capacitación del empresario y sus empleados por parte de la empresa que vende la franquicia, basados en su expe-

riencia y verificados por ella. El *know-how* se transmite por medio de manuales, asesoría y entrenamiento permanente.

*Exige el respeto por la propiedad intelectual.* Los dos elementos básicos de la franquicia son la licencia de uso de marca y la transmisión de conocimiento. Los dos elementos permiten al franquiciado operar un negocio que forma parte de una red de franquicias, por lo que debe ceñirse de manera estricta a los manuales creados por el franquiciante, quien entrega el negocio completamente estandarizado. Esta propiedad intelectual debe respetarse.

*Promueve la calidad y el servicio al cliente.* El posicionamiento de una franquicia depende de las estrategias de calidad y de servicio al cliente relacionadas con los valores, costumbre y hábitos de cada región en la que ha decidido establecerse. Para que la franquicia tenga éxito, ésta debe responder a las características y condiciones de la cultura de un país.

*Facilita el posicionamiento en el mercado.* Dentro de los países cada vez más empresas utilizan este modelo para ampliar su mercado. La marca garantiza una aceptación y un reconocimiento en el mercado nacional o internacional, ya que las franquicias son una respuesta al mundo globalizado; hay muchos ejemplos de sistemas de franquicias que de ser pequeñas y medianas empresas se convirtieron en multinacionales por medio de su operación en varios países. El empresario que ofrece la franquicia estructura y diseña las estrategias de *marketing*.



Es importante resaltar el impulso y la cobertura del sistema de franquicias en los últimos años en España, México y Estados Unidos, así como su generación de empleo en diversos sectores y actividades económicas.

## EVOLUCIÓN DE LAS FRANQUICIAS EN ALGUNOS PAÍSES

Latinoamérica es uno de los mercados objetivo de firmas de Estados Unidos<sup>4</sup> y España hoy en día. No obstante, empresas de Argentina, México y Brasil han abierto mercado en otros países del mundo por medio de sus franquicias, convirtiéndose este modelo en un proceso de doble vía que beneficia al país de origen, permitiéndole principalmente expandir sus empresas, y también al país receptor, pues le brinda la posibilidad de crear empresas y generar empleo.

Según información de la Price Waterhouse Coopers, publicada en el artículo “The Economic Impact of Franchised Businesses”<sup>5</sup>, las franquicias han estimulado fuertemente la economía de Estados Unidos, han generado empleo a más de 18 millones de americanos y participan con el 9,5% de los negocios del sector privado de la econo-

mía. Más de 760 mil firmas han generado una producción de US\$1,53 trillones, casi el 10% del sector privado.

Es importante resaltar el impulso y la cobertura del sistema de franquicias en los últimos años en España, México y Estados Unidos, así como su generación de empleo en diversos sectores y actividades económicas. Por tal razón realizamos el análisis de un grupo de empresas que a junio de 2004 funcionaban con este modelo en los tres países (cuadro 1). Las actividades de las empresas se catalogaron de acuerdo con la clasificación CIIU<sup>6</sup>:

**D:** Industrias manufactureras.

**F:** Construcción.

**G:** Comercio al por mayor, al por menor, reparaciones de vehículos automotores, motocicletas, enseres domésticos.

**H:** Hoteles, restaurantes, bares y similares.

**I:** Transporte, almacenamiento y telecomunicaciones.

**K:** Actividades inmobiliarias, empresarial y alquiler.

**M:** Educación.

**N:** Servicios sociales y de salud.

**O:** Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales.

### Franquicias en España

Para España se tomó un grupo de 1.170 firmas. Las más representativas son las que se dedican a la producción y comercialización al por menor de bienes manufacturados **-D** y **G-**, con una participación de 23,5% sobre el total de la muestra; las principales actividades en este grupo son los bordados, la decoración y los textiles de hogar, la lencería, el mobiliario, las prendas de vestir, productos especializados, calzado y complementarios. También se destacan las actividades de servicios comunitarios, sociales y personales **-O-**, con 22,2%; forman parte de este ítem agencias matrimoniales, centros

de belleza, deportes, dietética y nutrición, centros de masaje, parques infantiles, peluquerías y salones de belleza, reparación de textiles y muebles, restauración, salud y belleza, servicios de limpieza, servicios especializados, servicios de la tercera edad, centros de bronceado, tintorerías y lavanderías, videoclubes y videojuegos, entre otros.

### Franquicias en México

El análisis se realizó en un grupo de 744 firmas. Las más numerosas tienen franquicias de hoteles, restaurantes, bares y similares

**-H-**, con una participación de 32,1% sobre el total de la muestra, destacándose en este grupo empresas de agua purificada, pizzas, hamburguesas, helados, pollos, restaurantes, comida típica regional, jugos, hoteles y moteles. Las empresas clasificadas en otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales **-O-** representan 26,7% del total; en este grupo sobresalen las compañías de acondicionamiento físico, belleza, tintorerías y lavanderías, parques de diversión, entretenimiento, suplementos y control de peso, salud y cuidados especializados, cosméticos, perfumes y cuidado personal.

### Franquicias en Estados Unidos

El grupo de firmas analizadas fue de 1.050, de las cuales 92% son de origen nacional. El 32,8% se dedican a las actividades identificadas como **-H-** en la clasificación CIIU: hoteles, restaurantes, bares y similares. El 13,7% de las empresas desarrollan otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales, como gimnasios, peluquerías, lavanderías y tintorerías,

mantenimiento y limpieza, y entretenimiento.

### Las franquicias en Colombia

En Colombia, como en muchos países emergentes, la franquicia está dando sus primeros pasos. Es necesario reconocer que la literatura disponible sobre el desarrollo de las franquicias en el país es muy escasa y la información estadística resulta deficiente.

Como fuentes de información se cuenta con el libro *La franquicia en Colombia. Teorías, realidades y perspectivas*; la

investigación realizada por la Oficina Económica de la embajada de España para servir de orientación a los empresarios españoles sobre el estado de las franquicias en el 2003; el texto *Franquicias y oportunidades de negocios. Colombia 2004-2005*; y los artículos publicados por Acolfrán en los periódicos *La República* y *Portafolio*, así como la información registrada en las páginas de Internet; esta documentación ha sido el soporte para la elaboración del presente escrito.

Históricamente, el establecimiento de franquicias en Colombia se ha realizado en la siguiente forma:

- Mimo's en 1977. Franquicia nacional.
- Burger King en 1980.
- A comienzos de los años noventa, Dunkin' Donuts, Sir Speedy, Packaging Stores, Kentucky Fried Chicken, Pizza Hut, Domino's Pizza, McDonald's, Yoguen Fruz, Blockbuster, Dollar Rent Car, Kumon Club de Matemáticas, entre otras.
- Caribú, Kokorico, Presto y Frisby en 1988. Franquicias nacionales.
- Sándwich Cubano, Hamburguesas El Corral, Totto, Pronto, Palos de

Las franquicias han estimulado fuertemente la economía de Estados Unidos, hasta el punto de que han generado empleo a más de 18 millones de americanos.

**Cuadro 1**  
**Colombia: número de empresas que funcionan con el modelo de franquicias**

Clasificación CIIU/ País de origen	Colombia	EE.UU.	Venez.	España	Inglat.	Italia	Canadá	Total
D. Industrias manufactureras	1	1						2
D y G. Industrias manufactureras y comercio al por menor	21	3				1		25
G. Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores, efectos personales y enseres domésticos	4	1	1					6
H. Hoteles, restaurantes, bares y similares	48	14		1	1		2	66
I. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	6	3					1	10
K. Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2	3	1					5
M. Educación	2	2		1				5
N. Servicios sociales y de salud	4							4
O. Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	16	6		2				18
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>141</b>

Fuente: Embajada de España, Oficina Económica y Comercial. Investigación realizada sobre la franquicia en Colombia, 2003. Asociación Colombiana de Franquicias. [www.centercourt.com/acolfran/html/afiliados.htm](http://www.centercourt.com/acolfran/html/afiliados.htm). Julio 2004. Cálculos y clasificación de los autores.

Moguer, Ventolini, Azúcar y Jeans & Jackets, entre otros, en la década de los noventa. Franquicias nacionales.

Entre 1992 y 1995 se calcula que la franquicia movió en Colombia una cifra superior a US\$20 millones; más del 50% de los franquiciantes eran empresas colombianas que recurrieron a estos mecanismos para proyectarse en el territorio nacional. Un 2% de las compañías nacionales tenían franquicias en el resto del mundo, entre ellas Klipi, Cien Años de Pandebono y Jeans & Jackets. El total de firmas vinculadas a este sistema era de 300, algunas de las cuales tenían una larga trayectoria en el mercado (más de 50 años), mientras que otras, por el contrario, eran muy jóvenes (cinco años).

En Colombia no existe en la actualidad una base de datos confiable que contenga el registro de las empresas franquiciadas, debido a que en nuestro país la franquicia no es una categoría diferente según la ley, no hay una regulación sobre el tema y las empresas que desarrollan este modelo de ne-

gocio no están obligadas a registrarse en organismos del gobierno. La información tampoco es clara, porque algunas empresas franquiciantes extranjeras no han empezado a desarrollarse en el país a través de franquicias, sino por medio de puntos de venta propios, y no todas las empresas que tienen una red de puntos de venta son franquiciantes.

Sin embargo, para conocer la situación actual de la franquicia en Colombia, tomamos como base los informes descritos, agrupamos la información de 141 empresas que funcionaban a junio de 2004 como franquicias y organizamos la información por la clasificación CIIU.

Después de observar las cifras podemos afirmar que 116 empresas se encuentran desarrollando actividades dentro de ocho grupos de esta clasificación y 25 empresas integran procesos de producción y comercialización al por menor de bienes, identificadas en el cuadro 1 con las clasificaciones **D** y **G**.

En la gráfica 1 se presenta la participación de las empresas en cada grupo de actividad. El 46,8% de las compañías desarrollan actividades en la clasificación **-H-**, hoteles, restaurantes, bares y similares, que corresponden específicamente a comidas, helados, repostería especial, servicios integrales de café, productos de panadería, repostería, productos con base en masa de hojaldre y servicio hotelero.

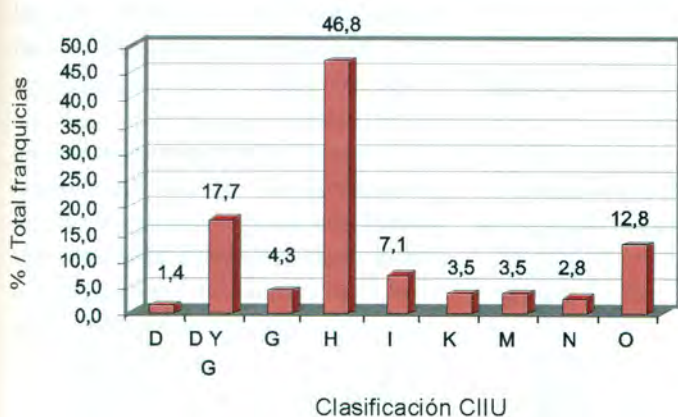
Según su origen, se encontraron 97 franquicias nacionales, 33 de Estados Unidos y 11 de otros países. En términos porcentuales, 69% son nacionales, 23% de Estados Unidos y 8% corresponden a empresas de Venezuela, Inglaterra, España y Canadá (gráfica 2).

#### CUANTIFICACIÓN DEL EMPLEO GENERADO POR LAS FRANQUICIAS EN COLOMBIA

Es difícil cuantificar el empleo generado por las franquicias en Colombia, por las razones de información antes mencionadas. Sin embargo, como aporte a este estudio consideramos importante hacer un cálculo a partir de la muestra de empresas trabajadas; para ello realizamos la estimación del número de posibles empleos generados por actividad económica, utilizando como indicador el número de puntos de franquicias, al que se le aplicó el factor estimado en el estudio realizado en México<sup>7</sup> para calcular el número de empleos generados en cada punto de red, según el cual en cada punto de franquicia se emplea un promedio de 10,13 trabajadores.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de esta estimación: un total de 26.720 empleos directos, de los cuales 69,4% corresponde al grupo de transporte, almacenamiento y comunicaciones, generado por los puntos de diez empresas franquiciantes (incluye Servientrega) y 18,4% corresponde a





Fuente: Cuadro 1. Cálculos y clasificación de los autores.

**Gráfica 1.** Colombia: franquicias clasificadas CIU, a junio de 2004.

66 empresas del sector de hoteles, restaurantes, bares y similares.

No es posible calcular los empleos indirectos que genera esta actividad por la falta de información estadística verificable, pero sí debemos destacar que el efecto multiplicador es muy significativo, porque cada franquicia genera una cadena productiva con mayores niveles de permanencia en los mercados que otros modelos de negocios, en razón del control de riesgo que ofrece este modelo.

La franquicia no es la solución milagrosa para los problemas de Colombia, pero sí es un modelo empresarial indispensable para la construcción de un país más próspero y equitativo, porque provee una herramienta valiosa, acorde con los retos de la competitividad y la globalización; es una opción de generación de empleo y crecimiento económico. Las franquicias pueden ser un vehículo idóneo de desarrollo de destrezas empresariales y de democratización de la propiedad, de búsqueda de inversiones productivas con impacto socioeconómico (S. Sigüé y C. Rebolledo, 2003).

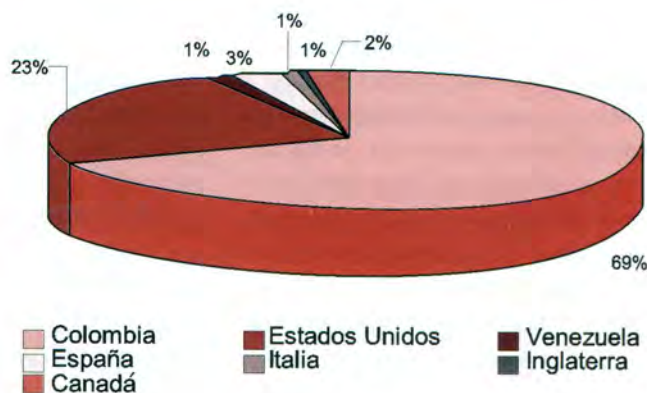
La falta de trabajo continúa siendo uno de los principales problemas de la economía colombiana. Dentro de las políticas y programas que promueve el gobierno para la generación de empleo, se ha dado prioridad al fomento del espíritu empresarial y la creación de empresas; en este marco, la franquicia es un modelo de negocio que se puede promover como parte de estas acciones, con el objeto de lograr una adecuada inserción en los mercados internacionales, particularmente ante la perspectiva de que Colombia firme el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos<sup>8</sup> (DNP, 2004).

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), la tasa de desempleo registrada en abril de 2005 fue de 12%, que comparada con la del año anterior del mismo mes (14,7%), representa una disminución de 2,7 puntos. El número de desempleados entre abril de 2004 y abril de 2005 cayó de 2.998.174 a 2.423.809. Sin embargo, hay un incremento del subempleo, pues su valor porcentual creció en 0,3% respecto de enero de 2004. De esta manera, el mercado pasó del 31 al 31,3% en el segundo mes. Este valor identifica una población de más de seis millones de colombianos que laboran, pero en condiciones de informalidad.

### BUENAS PRÁCTICAS DE FRANQUICIAS EN COLOMBIA

Actualmente se considera que el contrato de franquicia en Colombia es atípico, producto de la autonomía privada expresada en la libertad contractual. A pesar del vacío jurídico existente en la materia al constituir un contrato, la franquicia debe apoyarse en las normas que regulan los contratos, su contexto mismo y los principios generales del Código Civil y el Código de Comercio.

La relación entre franquiciante y franquiciado se rige entonces por el acuerdo plasmado en el contrato entre las partes. Como no hay una ley específicamente aplicable al caso, se aplican aquellas que regulan casos o materias semejantes o, en su defecto, la doctrina constitucional y las reglas generales del derecho. El contrato de franquicia se puede considerar un contrato compuesto de varios contratos, como el de licencia de marca, el de transmisión de *know-how*, el de asistencia técnica y el de suministro, por lo cual se abre la posibilidad de aplicar diferentes normas para su ejecución (S. Sigüé y C. Rebolledo, 2003).



Fuente: Cuadro 2. Cálculos y clasificación de los autores.

**Gráfica 2.** Colombia: franquicias por países de origen.

**Cuadro 2**  
**Colombia: empresas franquiciadas y estimación del número de empleos**

Clasificación CIU	No. de empresas	No. de empleos
D. Industrias manufactureras	2	40
D y G. Industrias manufactureras y comercio al por menor	25	158
G. Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores, efectos personales y enseres domésticos	6	210
H. Hoteles, restaurantes, bares y similares	66	4.920
I. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	10	18.550
K. Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	5	650
M. Educación	5	110
N. Servicios sociales y de salud	4	120
O. Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	18	530
<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>26.720</b>

Fuente: Embajada de España, Oficina Económica y Comercial. Investigación realizada sobre la franquicia en Colombia, 2003. Asociación Colombiana de Franquicias. [www.centercourt.com/acolfran/html/afiliados.htm](http://www.centercourt.com/acolfran/html/afiliados.htm). Julio 2004. Torno & Asociados. Franquicias y oportunidades de negocio Colombia 2004-2005. Cálculos y clasificación de los autores. Estimación y clasificación de los autores.

Además, la inversión extranjera está autorizada en cualquier sector de la economía; las leyes dan flexibilidad a la contratación y movilidad a la fuerza de trabajo.

En este contexto, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de la Dirección de Regulación, vio la necesidad de liderar el tema de las franquicias y ha venido trabajando desde el año pasado, con la asesoría del Icontec y de un comité técnico, en la construcción de un proyecto que permita elaborar una guía técnica que pueda transformarse en norma técnica para facilitar la “buena práctica de las franquicias”.

La guía tiene como objeto precaver actos de competencia desleal y brindar un marco de transparencia y confianza en el desarrollo de los negocios de franquicia. Así mismo, establece la información mínima que el potencial franquiciante debería suministrar al potencial franquiciado en Colombia en cada etapa precontractual. Esta norma es de carácter voluntario y en ningún momento modifica ni sustituye la legislación aplicable a los sistemas de franquicia y no es aplicable para el licenciamiento de marca.

Para fomentar el desarrollo de las franquicias en Colombia es fundamental promover y propiciar la asociatividad de las empresas franquiciantes, de los franquiciados y de las firmas consultoras, que han cumplido un gran papel en la promoción de este modelo de negocio. Por ello es tarea prioritaria el fortalecimiento de la Asociación Colombiana de Franquicias (Acolfrán), fundada en 1996 por un grupo de consultores para trabajar en la divulgación del concepto de la franquicia en Colombia. Acolfrán se inspiró en las asociaciones de Estados Unidos, México, Brasil y España.

Desde mediados de la década pasada expertos internacionales han conceptualizado que muy pocos países en el mundo tienen una posición tan ventajosa como Colombia para acceder a los mercados mundiales, dado que el Atpa permite actualmente exportar 80% de los productos colombianos con arancel cero a los mercados de Estados Unidos. El sistema general de preferencias generalizadas disminuye los aranceles de productos colombianos que ingresan a la Unión Europea y amplía las cuotas existentes de varios productos. Los acuerdos de libre co-

mercio con Venezuela y Ecuador y el TLC con Estados Unidos permitirán aumentar el intercambio comercial con estos países<sup>9</sup>.

Los que trabajan por el desarrollo empresarial en Colombia creen que la franquicia tiene un enorme futuro, debido a que el país cuenta con una base empresarial muy importante, con un enorme potencial de bienes franquiciables. Ello se apoya también en el hecho de que Colombia es un país relativamente grande y en su mayor parte urbano. Un país de ciudades es un escenario propicio para la introducción de esa innovación.

Igualmente, la economía colombiana es de las más estables del subcontinente, con un crecimiento económico sostenido. Cuenta con una economía estable, una clase media emergente que dispone de recursos para el consumo y con mucho espíritu empresarial. Además, es un país con un gobierno y ambiente general receptivos a las franquicias, en el que se ha incrementado la demanda de productos y servicios.

El entorno favorable para el negocio de franquicias puede resumirse en los siguientes aspectos:

- El esquema lo ha probado con éxito el empresario colombiano y ya está implantado en forma profesional y responsable.
- El franquiciante colombiano ha experimentado los efectos benéficos de la franquicia como sistema de expansión y mayor participación en el mercado, con baja inversión de dinero, gente y tiempo para fortalecer su marca.
- El nuevo consumidor colombiano se encuentra cada vez mejor informado y exige calidad, valor y respeto, lo cual es sinónimo de franquicia competitiva.
- En épocas de bajo crecimiento económico, bajas tasas de interés y alto nivel de desempleo calificado, la fran-

quicia constituye una solución de autoempleo porque proporciona una fuente de ingresos estable mediante una inversión de bajo riesgo, adquiriendo los secretos de un negocio, entrenamiento y derechos de marca en un territorio, para quienes no tienen posibilidades ni deseos de volver a emplearse.

• La franquicia como multiplicadora de empresa es generadora de más y mejor empleo en la medida en que sus estándares de calidad, servicio, consistencia, cumplimiento, actualización tecnológica y mejoramiento continuo son mucho más altos que los ofrecidos por los negocios promedio existentes en el país.

• Las áreas que presentan oportunidades para el desarrollo de las franquicias con construcción y mantenimiento, limpieza y conservación, servicio automotor, comidas rápidas, recursos humanos, super y minimercados, venta de computadores, alquiler de automóviles, restaurantes, hoteles, transporte, vestuario, mobiliario, educación, recreación y cultura, agencias de viaje y bienes raíces.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando como referencia la encuesta hecha a franquiciantes por Sigüé y Rebolledo, autores del libro *La franquicia en Colombia*, y la indagación realizada para este estudio a diferentes actores comprometidos con el desarrollo de la franquicia, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

• El futuro de las franquicias en Colombia puede verse con gran optimismo, puesto que el número de empresas en proceso de adoptar este modelo como método de expansión está creciendo.

• El desarrollo de las franquicias en nuestro país está apenas en el primer ciclo de vida. Los resultados obtenidos por las franquicias pioneras son muy positivos y sirven para mostrar que este fenómeno de expansión no es solamente de los países en desarrollo.

• Las franquicias internacionales que operan en Colombia están aprendiendo de sus experiencias y las que planean expandirse tienen ya referencias de éxito en el desarrollo de este modelo en el país.

Es necesario promover un cambio en la cultura socioeconómica del país para transformar una economía caracterizada por inversiones de renta especulativa en el sector financiero y en la finca raíz (rentables gracias a las altas tasas de interés y de inflación generadas en la década de los ochenta y parte de los años noventa) y el deseo permanente de las personas de obtener un empleo en cualquier sector de la economía (en ocasiones con baja remuneración), por una cultura de creatividad y de inversiones productivas que permita el nacimiento de nuevas

empresas y el aseguramiento de autoempleo, para garantizar una proyección de vida.

• A pesar de que el nivel de desempleo calificado es alto en el país, el número de candidatos con el interés y las capacidades de manejo y de financiamiento requeridos para el desarrollo de este

modelo es reducido, en comparación con las necesidades de reclutamiento. Por ello es necesario desarrollar procesos de formación y de socialización de este modelo de negocio, para que exista un mayor potencial de franquiciados que reúnan las condiciones exigidas por los franquiciantes.

• Se requiere que las universidades y el gobierno fomenten la investigación sobre el desarrollo de este mode-



lo de negocio, con el fin de ampliar la información sobre el tema y contar con estadísticas confiables que permitan analizar su impacto en el crecimiento de las empresas y en la economía colombiana.

En la medida en que este modelo se expanda es necesario buscar mecanismos de autorregulación, con el fin de evitar la aparición de comportamientos poco éticos que desvirtúen el modelo de negocio. El trabajo que está efectuando el Ministerio de Comercio Industria y Turismo, junto con el Icontec y la Asociación Colombiana de Franquicias con algunos franquiciantes y franquiciados, es muy importante para construir unas normas que permitan regular y promover el sistema.

• Promover la asociación entre franquiciantes y franquiciados, proveedores y consultores, permitirá difundir y desarrollar con mayor fuerza este modelo de negocio, crear un sistema de información, elevar los estándares de calidad, reducir costos y facilitar la intercomunicación con asociaciones internacionales para fomentar su crecimiento.

El desarrollo de las franquicias en nuestro país está apenas en el primer ciclo de vida.

La Facultad de Administración de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito espera realizar aportes a la sociedad nacional profundizando en este tema, como parte de su línea de emprendimiento, por medio del desarrollo de proyectos de investigación, y del diseño y programación de cursos, seminarios y talleres que fortalezcan el conocimiento y la adaptación del modelo de franquicias en Colombia.

## NOTAS

1. La franquicia es considerada un "formato de negocio dirigido a la comercialización de bienes y servicios. Lo que distingue a este formato de otros es que en él una persona física o moral (jurídica), el franquiciante, concede a otra, el franquiciatario (o franquiciado), el derecho a usar por un tiempo determinado una marca o nombre comercial y se obliga, por una parte, a transmitirle tanto los conocimientos técnicos necesarios para comercializar los bienes y servicios que él ofrece, como los métodos comerciales para su buen funcionamiento, y por la otra, a verificar que los métodos administrativos que use sean los empleados por la franquicia" (F. Feher, 2001).
2. **Franquiciado o franquiciatario:** persona natural o jurídica que adquiere el derecho de usar la marca, los elementos de propiedad intelectual y la tecnología operativa durante un período de tiempo determinado. Se compromete a conservar la reputación y el buen manejo de la empresa, a dar periódicamente al franquiciante información financiera y contable, y a no revelar a terceros el *know-how* de la compañía.
3. **Franquiciante:** persona natural o jurídica que inicia la empresa, jurídica y económicamente independiente, es titular de los derechos de explotación de una marca o de un nombre comercial, de otros elementos de propiedad intelectual y de una tecnología de operación comercial y de producción, promueve una red de franquicia, es responsable y tutor permanente.
4. País de origen del sistema de franquicias y lugar donde el modelo es más dinámico.
5. *Revista de la Asociación Internacional de Franquicia*, 9 de marzo de 2004.
6. Cámara de Comercio de Bogotá, 2004.
7. *soyentrepreneur.com*, 2004.
8. Esto se refleja en la Ley 590 del año 2000, que promueve el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas, y en el documento Conpes 3280 de abril de 2004, "Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial".
9. Sin embargo, la legislación colombiana es compleja y en muchos casos dificulta el desarrollo de los negocios. Colombia es uno de los países en el mundo donde se requiere mayor número de trámites para crear una empresa (E. Lora, 2001). Sin embargo, en áreas como el comercio internacional se ha trabajado con éxito en la simplificación de trámites, mientras que en otras áreas la legislación es insuficiente y no se aplica. Existen vacíos en cuanto a la protección de la propiedad intelectual porque el país ha ratificado pero no ha implementado completamente los acuerdos internacionales al respecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldión, Édgar W. & Sarmiento, Alfredo G. (2003). *Educación y fuerza de trabajo. Empleo y desempleo en Colombia*. Bogotá: DNP, 2003.
- Barragán, Jorge (2001). "Franquicias, desempleo, nichos y oportunidades", en *El País*, 9 de julio.
- Barragán, Jorge (2002). "La franquicia oportunidad empresarial", en *Revista Cromos USA*, 10 de enero.

- Barragán, Jorge (2002). "Autoempleo como solución laboral", en *Revista Pasaporte USA*, 1° de febrero.
- Barragán, Jorge (2003). "Franquicias colombianas al exterior", en *La República*, 18 de febrero.
- Barragán, Jorge (2003). "Las trece claves para preparar a franquiciar", en *La República*, 30 de mayo.
- Congreso de Colombia, Ley 812 de 2003, artículo 1°.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, DNP (2004). Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial. Documento Conpes.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (2004). Documento Conpes 3290.
- Consejo Nacional de Política Económica. Documento Conpes. DNP, Sena, Ministerio de Agricultura (2004). Seguimiento a la política de empleo.
- Cámara de Comercio de Bogotá (2004). Servicios en línea. Junio.
- Dane (2004). Encuesta de Hogares Dane. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co), junio.
- Departamento Nacional de Planeación (2004). Informe de seguimiento al empleo. DNP.
- Embajada de España, Oficina Económica y Comercial (2003). Investigación realizada sobre la franquicia en Colombia, 2003.
- Feher Tocatli, Ferenz & Gallastegui, Juan Manuel (2001). *Las franquicias: un efecto de la globalización. Cien preguntas, cien respuestas*. McGraw Hill, p. 3.
- Feher Tocatli, Ferenz (2000). *Franquicias a la mexicana. Hablemos de franquicias con franqueza*. México, D.F.: McGraw Hill.
- Giugale, Marcelo, Fourcade, Oliver & Fourcade, Connie (2003). *Colombia: fundamentos económicos de la paz*. Banco Mundial, Editorial Alfa Omega.
- Hill Terry or Daly Abbe (2004). "Franchise Provide Big Boost to Nations's Economy". *Review Franchise News*, International Franchise Association, 9 de marzo.
- Hazoury, Lorraine, Núñez, Maureen, Rood, Katharine & Agramonte, Carolina. Monografías sobre historia de las franquicias.
- Lora, Eduardo (2001), "Obstáculo a la competitividad del comercio en América Latina". Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Investigación.
- Organización Mundial del Trabajo (2004). "Las tendencias mundiales del empleo en el 2004".
- Presidencia de la República-DNP (2002). Hacia un Estado comunitario. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006.
- Ramírez Guerrero, Jaime & Castro Mendoza, Óscar (2003). *Análisis sobre la demanda de mano de obra a partir de la información de los anuncios clasificados. Empleo y desempleo en Colombia*. DNP.
- Sigué, Simon Pierre & Rebolledo, Claudia (2003). *La franquicia en Colombia. Teorías, realidades y perspectivas*. Editorial Norma.
- Tormo & Asociados (2004). *Franquicias y oportunidades de negocios Colombia 2004 - 2005*. Medellín.
- Tormo, Eduardo A. (2002). *De emprendedor a franquiciador*. Madrid: Selina Olmedo Ediciones.
- Tormo & Asociados (1999). *Guía práctica del franquiciador*. Madrid: Selina Olmedo Ediciones.
- Wanderlin, Adriana, Aponte, Claudia, Yrad, Virginia, Ruiz, Luis Armando & Gutiérrez, Adriana. Monografía sobre antecedentes históricos y características de la franquicia.

Páginas de Internet consultadas:

- [www.franquicia.net/busca\\_franq.php](http://www.franquicia.net/busca_franq.php). Agosto de 2004.
- [www.franquicias-negocios.com/](http://www.franquicias-negocios.com/). Agosto de 2004.
- [www.soyentrepreneur.com/franchise500](http://www.soyentrepreneur.com/franchise500). Agosto de 2004.
- [www.worldfranchising.com](http://www.worldfranchising.com). Agosto de 2004.
- [http://www.prestigio.com.ve/site/p\\_general.asp?contenido=02BER22\\_2](http://www.prestigio.com.ve/site/p_general.asp?contenido=02BER22_2). Agosto de 2004.
- [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Junio de 2004



# Tendencias de Datos Móviles y aplicaciones celulares en Colombia. Aplicaciones J2ME

Recientemente se llevó a cabo, en el Aula Máxima de la Escuela, un foro cuyo tema de discusión giró en torno a las nuevas tendencias de datos móviles y las aplicaciones celulares en el país, en especial las aplicaciones J2ME. A lo largo del encuentro participaron reconocidas autoridades en materia de telecomunicaciones y de telefonía de tecnología móvil, quienes con sus planteamientos, llenos de claridad y precisión, dieron luces a los asistentes sobre las posibilidades de desarrollo que tiene la ingeniería nacional en este campo.

## Ponentes

### Abdel Giovanny Pérez

Ingeniero electrónico de la Universidad Santo Tomás, especializado en administración y gerencia de sistemas de calidad. Instructor del Instituto de Entrenamiento de Informática y Comunicaciones de Siemens, específicamente para los temas relacionados con tecnologías y equipos PSM, PDH, SDH, ATM, radio digital, DWDM y GSM.

### Eric Sánchez

Ingeniero electrónico de la Javeriana, máster en *wireless system and orleidy technology* en Italia; actualmente es gerente de educación de Cintel.

### Andrés Gamboa

Ingeniero electrónico de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Experto en automatización y localización vehicular (AVL).

### Juan Carlos Lozano

Ingeniero de sistemas de la Universidad Nacional, magíster en telecomunicaciones. Experto en desarrollos para internet, *software* para dispositivos móviles e implementación de esquemas de comunicación para la integración de servicio de telecomunicaciones. Conferencista de diferentes tecnologías en Java para varias universidades y empresas. Actualmente es catedrático de la Escuela y gerente de la empresa ST & T Ltda.

## ABDEL GIOVANNI PÉREZ

En realidad, voy a hablar sobre las tendencias de las aplicaciones móviles y qué es lo que se supone deben tener los operadores para explotar este mundo de las aplicaciones como tal.

En primer lugar, les voy a mostrar cuál es la evolución con respecto a las dos o tres tecnologías de telefonía móvil que tenemos en toda Latinoamérica.

Antes del año 2000 la única tecnología que existía en Latinoamérica era la TDMA, pero en un determinado momento entraron la GSM y la CDMA. Actualmente, la tecnología GSM está dominando en el mundo.

### Nuevos jugadores en la región

América Móvil siempre le ha apostado a GSM, mientras que Telefónica tenía CDMA; sin embargo, después de que compraron Bellsouth, comenzaron a implementar también GSM. Por esa razón, GSM va a estar alrededor de los doscientos millones de usuarios en el año 2010, mientras que CDMA tiende a decaer un poco.

En relación con las tendencias de los datos móviles, les cuento que en Argentina se están moviendo 66 millones de mensajes cortos diariamente. Con la llegada de la mensajería corta, las comunicaciones comenzaron a cambiar, y la idea de las aplicaciones es qué podemos hacer precisamente con estos mensajes que se están enviando.

En Europa se tienen datos de que en España se movieron 12.800 millones de mensajes cortos en el 2004, mientras que en Alemania se movieron 25 mil millones de mensajes en el 2003.

En el viejo continente los mensajes cortos están por el orden de 0,27 euros, lo cual significa una gran suma de dinero.

Los operadores en Colombia están muy preocupados porque tienen numerosos usuarios, pero al mismo tiempo la cantidad de dinero que está aportando cada uno es menor, debido a la fuerte competencia.

La única solución posible a este problema, la única forma de lograr que el usuario les dé más dinero a los ope-



Antes del año 2000 la única tecnología que existía en Latinoamérica era la TDMA, pero en un determinado momento entraron la GSM y la CDMA. Actualmente, la tecnología GSM como tal está dominando en el mundo.

nes móviles.

### Razones de peso

Una primera razón por la cual no se han desarrollado los productos de aplicaciones móviles es muy sencilla: en este momento los operadores están enfocados en ganar usuarios.

Por eso lanzan promociones y todo tipo de planes, pero en Siemens hemos previsto que el mercado va a estar saturado en junio del próximo año, época en la que los operadores van a empezar a preguntarse cómo retener a los usuarios. Es ahí donde entran a jugar las aplicaciones móviles.

El mercado todavía no es masivo en Colombia, pero los operadores ya

tienen una gran infraestructura para poder mandar datos móviles. Comcel acaba de sacar Edge, una tecnología que permite mandar datos a una altísima velocidad. Siemens va a montar un trial de UMTS. Es decir, existe la infraestructura, todos los operadores tienen un sistema para mandar mensajes cortos, para mandar mensajes multimedia, tienen plataforma WAP, pero no se ha impulsado el campo de las aplicaciones móviles.

Una segunda razón es que las aplicaciones que existen en el mercado son de Europa, Asia o Tailandia, por lo que hay muy pocas aplicaciones en español.

Aparte de eso está la falta de educación de los clientes para utilizar el servicio. Hay mucha gente que solamente sabe que el teléfono sirve para hablar y desconoce los otros servicios que el aparato puede prestar. Entonces es necesario educar a la gente, y esto se puede hacer a través del *marketing*.

En tercer lugar, hay que educar también a los representantes de ventas de las empresas móviles, y parte del proyecto que tenemos con la Escuela Colombiana de Ingeniería consiste en generar ese espacio para poder educar a la gente; la otra es el *marketing*.

Los operadores tienen varios activos, entre éstos la identidad del usuario; hacen estudios que están acompañados por un sistema de CRM (*custom and relationship*), que ahora lo están utilizando en todo lado, y aparte de la identidad también saben la localización del usuario. Con un teléfono móvil, el operador puede saber en dónde está el usuario y ese es un activo que hay que utilizar.

El otro tema es el *account*, es decir, si el cliente es prepago o pospago, el grado de presencia, esto es, si el cliente está *on line* u *off line*, en este momento está ocupado, está en una reunión,

qué está haciendo. Estos son activos que tiene el operador y que se pueden transformar en componentes de valor. El operador lo que está haciendo ahora al comprar una gran cantidad de plataformas es tomar esa información y dársela a los desarrolladores de aplicaciones, para que ellos hagan aplicaciones y generen valor al mismo cliente. Por ejemplo, si el cliente está en Unicentro, se le puede mandar un mensaje que diga que hay 15% de descuento en El Corral de Unicentro. De esta manera le ayudo a ahorrar plata a la gente, le genero valor a El Corral porque mucha gente va a ir a comer allá, e incluso le genero valor a Unicentro, porque el que va a El Corral después puede ir a cine, o puede ir a comprar algo a otro almacén.

Eso es lo que se puede hacer con un móvil, a partir de que el operador se dio cuenta de que había un usuario que pasaba cerca de Unicentro y le mandó un mensaje. Eso es generar valor, y de eso se encargan las aplicaciones móviles.

Aparte de eso, yo puedo establecer pagos por telefonía móvil, y tener plataformas de mensajería, de localización, de presencia.

Y no estoy hablando de ciencia ficción, todas esas cosas ya se están haciendo, lo que pasa es que en la región no se han desarrollado; sin embargo, a partir de junio del 2006 se empezarán a ver cambios, y en dos años, muy seguramente, se podrá disfrutar de estos servicios.

Imaginémonos una aplicación denominada red privada virtual. Una red privada virtual es, por ejemplo, que un grupo de amigos que pertenezcan al mismo operador se puedan llamar con números cortos, sin necesidad de marcar el 310, el 315 o el 300; pero aparte de eso, a todos les va a salir baratísimo, a cincuenta pesos, no a los treinta que tiene Ola, porque es un precio imposible de mantener. Esa es una manera de ir creando fidelidad, de ir creando lealtad.

Siemens participó en una investigación sobre la psicología del consumidor, según la cual donde más se transmite información es en la escucha; no es lo mismo estar leyendo algo a que una persona se lo esté dictando a uno; el que menos recibe información es el sentir, el sabor, y esto está relacionado también con el ancho de banda: si yo escucho y veo, recibo la mayor cantidad de información. Antes, con la telefonía, no se tenía la parte de la visión.

Este análisis nos lleva, simplemente, a que las aplicaciones tienen que ir hacia la parte de la multimedia.

Entre los nuevos servicios multimedia están la videotelefonía y el *push to talk*, aplicación que está de moda en el mundo de la telefonía móvil. *Push*

*to talk* es el servicio que presta Avantel, el *walkie-talkie*, pero resulta que ya se puede tener esa aplicación en el teléfono móvil. Para esto se utiliza un IP multimedia *subsystem*, un equipo desarrollado específicamente para aplicaciones de tipo multimedia.

Y la otra parte es la empresa. Cuántas compañías no buscan poder ser más productivas utilizando la telefonía móvil. Así cualquier persona puede entrar

en una página web al inventario de la empresa, incluso hacer la solicitud y recibir el producto elegido en quince minutos. De ese modo se genera productividad, hay más ventas y se le imprime dinámica al negocio; aparte de esto, hay facilidades de control, de monitoreo remoto.

Por último, quiero tocar el tema de la comunicación máquina-máquina. En este momento, el 15% del tráfico de un operador en Alemania es de máquina a máquina, y se estima que va a crecer muchísimo más. El tráfico máquina a máquina se presenta cuando una máquina de éstas que venden café o papas y esas cosas se queda vacía y pasan días antes de que la recarguen, por lo que el empresario va a perder plata. No obstante, hoy en día se puede poner un dispositivo electrónico de un tamaño muy pequeño, que es un *wireless modem* que informa cuándo se va a terminar el producto e inmediatamente llama al que recarga la máquina; ahí no hubo intervención humana, esto es una comunicación máquina a máquina

---

Una primera razón por la cual no se han desarrollado los productos de aplicaciones móviles es muy sencilla: en este momento los operadores están enfocados en ganar usuarios.

---



## ERIC SÁNCHEZ

Después de esta charla tan interesante de tendencias en los datos en sistemas móviles inalámbricos, particularmente en sistemas celulares, quiero complementar un poco más, desde el punto de vista técnico, cuáles son los sistemas inalámbricos para los servicios de última generación.

Básicamente, les voy a hacer un recorrido sobre las características generales de las redes inalámbricas; luego veremos las características más particulares, de acuerdo con la arquitectura, la cobertura y la movilidad de las redes, y por último se analizará una parte de redes de nueva generación.

### Características principales

La red inalámbrica puede tener o no movilidad de los nodos de comunicación, puesto que es una característica no variable, dado que hay redes inalámbricas fijas y móviles.

Lo cierto es que los recursos energéticos, los dispositivos móviles y los dispositivos inalámbricos son muy limitados. De todas maneras, los dispositivos móviles tienden a disminuir, pero hay algunos —como los laptops— que en este momento no son muy económicos.

### Radio de transmisión

El radio de transmisión depende de varias cosas: del nivel de potencia transmitida, del tipo de antena, de las condiciones atmosféricas de propagación y de la codificación del canal utilizado, entre otras.



### Modos de comunicación

Los nodos de comunicación en un sistema inalámbrico son simplemente los equipos que pueden tener una comunicación de dos maneras: unidireccional, si un equipo se puede comunicar con el otro tan sólo en un sentido, es decir, que los rangos de transmisión son mutuamente excluyentes, o sea, uno incluye al otro, pero éste no al primero; o una comunicación bidireccional, que es la que se presenta en el caso de las redes celulares con la estación base.

### Clasificación de las redes

Las redes inalámbricas se pueden clasificar por arquitectura o por cobertura y movilidad de los nodos. A su vez, por arquitectura pueden ser de dos clases: con estructura fija o sin infraestructura fija. Con estructura fija es cuando cada uno de los nodos se tiene que comunicar con un punto de acceso a la red fija, como ocurre con los celulares. Cuando marco desde un celular, la llamada va a la estación base y de la estación base al otro celular.

En el caso de las redes sin infraestructura fija, cabe anotar que éstas se pueden crear extemporáneamente. Hoy en día uno sólo se puede comuni-

car de un equipo A a un equipo B, pero a corto plazo, si uno se quiere comunicar de A a C, y el equipo B está en medio, lo puede hacer mediante un tipo de comunicaciones que se llaman multipunto, que permiten acceder de A a C a través de B. De ese modo se puede alcanzar un rango de alcance muy largo, por medio de saltos sucesivos entre los equipos.

La clasificación de redes por cobertura y movilidad va de mayor a menor. En primer lugar está la vía satélite y posteriormente la de celulares.

En la comunicación vía satélite están la televisión y GPS, que son redes que actualmente se están utilizando; redes satélites estacionarias, que se usan también para transmisión de televisión, redes de media órbita, que se emplean para aplicaciones GPS y aplicaciones militares, y redes satelitales de baja órbita, que se utilizan para comunicación móvil a gran escala.

En redes celulares están las redes de área metropolitana, las redes locales y personales, las redes de sensores y redes inalámbricas fijas.

### Redes celulares 4G

Las redes 4G pretenden tener ubicuidad de comunicaciones inalámbricas, es decir, que el usuario se pueda comunicar en cualquier lugar con transparencia en cualquier servicio de integración de *multinetworks*. Muy seguramente estas redes de 4G no van a ser sólo redes celulares, van a ser redes personales unidas con redes celulares, con redes metropolitanas, todas con la posibilidad de usar los mismos equipos.

Con estas redes se pretende proveer todos los servicios disponibles. Mediante un dispositivo, el usuario puede bajar archivos, ver videos, hablar y usar servicios al mismo tiempo, además de tener una velocidad de transmisión de datos muy alta.

**Los dispositivos móviles tienden a disminuir, pero hay algunos —como los laptops— que en este momento no son muy económicos.**



## Redes de sensores

Son redes mucho menores en cuanto a movilidad, pero que permiten mayor libertad para enviar información. Sirven para monitoreo del ambiente, estructura civil, seguridad, como instrumento de diagnóstico de máquinas y cuidado de la salud.

## TAGS

Los TAGS son elementos que permiten marcar mediante identificación por radiofrecuencia, por lo que los códigos de barras van a empezar a ser obsoletos. Ya en Estados Unidos están utilizando pasaportes con TAGS, porque además de la identificación pueden almacenar archivos, fotos, historial.

Y por último, para terminar, quiero recomendarles que hay una gran cantidad de tecnologías inalámbricas, pero es necesario integrarlas en un solo dispositivo para que todos los protocolos se interconecten. A partir de allí nació el concepto de *ambient networks*, que consiste en crear un control que permite hacer un manejo de todos los dispositivos que hay en este momento hacia



atrás y que hacia delante facilita la integración de servicios; entonces se va a compartir un plano de control que se llama *control space*, y adicionalmente se va a hacer un acceso con una serie de interfaces externas. En este orden de ideas, se pueden formar clústers de *ambient networks* que integren una serie de dispositivos y servicios que se comunican con otros.

Esto beneficia altamente al usuario porque va a tener conectividad de acceso transparente, sin importar qué tecnología esté utilizando, y podrá usar la mejor red disponible. Y también al operador, pues tendrá facilidad para manejar dinámicamente la configuración de una red.

Para lograr lo anterior se requiere que haya heterogeneidad, acceso a todas las tecnologías, movilidad, composición, seguridad, privacidad, compatibilidad con las anteriores tecnologías, tolerancia a fallos, calidad del servicio y soporte multidominio, es decir, que siempre se pueda acceder a los dominios que se tengan de cada una de las redes; también se necesita que le permita al usuario hacer controles de los registros que lleve, y comunicaciones de contexto.

A nosotros como usuarios lo que nos interesa es el servicio, que tengamos ubicuidad y que siempre podamos utilizar el servicio que queremos, independientemente de la tecnología, y tecnologías como *ambient networks* nos lo permitirán en un futuro cercano dentro del mundo de la convergencia

En Estados Unidos están utilizando pasaportes con TAGS, porque además de la identificación pueden almacenar archivos, fotos, historial.

## JUAN CARLOS LOZANO

El propósito de esta conferencia es ver de qué manera podemos empezar a generar nuevas aplicaciones y nuevos recursos para hacer uso de esa clase de tecnologías de las que se ha hablado.

La primera parte de la exposición está enfocada hacia dispositivos PDA, y nos centramos en una herramienta muy común ahora: el soporte Java.

¿Qué ventajas tenemos y qué componentes maneja ese tipo de herramientas? Vamos a ver un par de aplicaciones.

Actualmente hay una gran posibilidad de desarrollo de aplicaciones, so-

bre todo en la parte de compras, de manejo de inventarios, de rutas; este es el momento de empezar a hacer las compras por un teléfono celular, que nuestra tarjeta sea la SIM del teléfono.

Ya es posible manejar las fábricas a distancia. Por ejemplo, que ustedes puedan estar acá en este momento, y puedan de alguna manera darse cuenta de qué es lo que está pasando, que les reporten si una máquina paró la producción, que les manden un mensaje y les digan que hay una fuga de gas.

En la parte de administración pública sería ideal que un policía de tránsito sacara su celular, digitara el núme-

ro de cédula del infractor y que automáticamente le llegara la foto y todas sus características, para ver si tiene problemas legales pendientes.

Está también toda la parte de Internet móvil, esto es, tener la posibilidad de manejar las comunicaciones desde un celular.

Sun Microsystems desarrolló un Java pequeño, un Java que puede soportar los celulares, el que se conoce como J2ME, que nos da la capacidad de soportarla en teléfonos, en PDA, incluso hasta en electrodomésticos inteligentes.

En cuanto a las aplicaciones de tipo celular, uno ya no dice "Voy a descar-

gar mi programa en el celular”, sino “Voy a descargar mi MIDlet”. Que yo tenga un MIDlet en mi celular, un MIDlet para consultar restaurantes, un MIDlet para controlar el vehículo, un MIDlet para controlar un robot, son aplicaciones que están en el celular; de alguna manera, son programas capaces de ejecutarse localmente en el celular e incluso, una vez conectados localmente, de mantener sesiones cliente-servidor. El servidor puede ser un computador, un *hardware*, un carro, un robot, una máquina, cualquier tipo de servidor.

### Portabilidad

¿Qué ventajas tenemos en este tipo de herramienta? En primer lugar, portabilidad. En Colombia hay varias marcas de dispositivos móviles celulares: Siemens, Sony Ericsson, Nokia, Motorola, Samsung, y cada una tiene un sistema operativo diferente.

Así las cosas, al desarrollar en J2ME se está asegurando que lo que se haga se puede montar en casi todos los celulares que soportan J2ME; claro que

esto depende de la habilidad del desarrollador para hacer que la aplicación sea lo más portable posible, es decir, que si se instala en Nokia, en Siemens, en Sony Ericsson o en

Motorola, no pase nada, que funcione a las mil maravillas.

### Descarga dinámica

En segundo término, está la descarga dinámica. Usted comienza a navegar por Internet, por WAP, encuentra un juego, descarga una aplicación que le va a mostrar algo del juego en especial, y una vez descargado eso, pues va a tener una aplicación que se instala directamente en el celular. Esto significa que usted tiene la posibilidad de descargar la aplicación y mantenerla en su celular todo el tiempo.

### Seguridad

J2ME de alguna manera garantiza que las aplicaciones que se descarguen en nuestros celulares no van a ser nocivas. Por ejemplo, hay aplicaciones en Internet que envían mensajes, hacen *spam* y gastan todo el dinero de la tarjeta prepago en sólo mensajería, sin que el usuario se dé cuenta. J2ME protege al usuario y no permite ese tipo de cosas que generen gastos a los usuarios.

Y cuando se habla de J2ME, hay que citar tres elementos: máquina virtual, configuración y perfil. El programa que uno instala, o que viene instalada

en el móvil, da la posibilidad de interpretar el código que desarrolle otro desarrollador; entonces ustedes desarrollan en su computador, se lo pasan al celular, y el celular tiene otro programa que se conoce como máquina virtual, capaz de interpretar ese programa desarrollado.

Los dispositivos móviles de todos modos tienen una baja capacidad, no pueden almacenar muchas cosas, entonces lo que se hace es que los móviles tienen una configuración básica, nos aseguran una funcionalidad básica como la de Java. Eso es lo que nos da la configuración.

Una vez que tienen esta configuración, nosotros podemos orientar nuestra aplicación hacia algo en particular, por ejemplo el desarrollo en móviles celulares, que es lo que se conoce como un MIDlet.

La idea de todo esto es que las personas aprendan dicha tecnología, para poder llegar a hacer aplicaciones directamente en el celular.

Estas aplicaciones no son solamente oportunidades para los operadores, sino también para los vendedores de tecnología, para los proveedores, para los bancos, para los proveedores de contenido y para los desarrolladores. Este es el momento adecuado para entrar a este nicho de negocio.

Entre estas aplicaciones hay una en particular que tiene muchas posibilidades y es 100% ingeniería colombiana. Desde un celular se puede prender un carro, apagarlo o activar la alarma.

El límite de ese tipo de cosas no lo ponemos nosotros. Realmente, el límite está en pensar que eso no se puede hacer en Colombia. Es el momento de empezar a demostrar lo contrario



Los dispositivos móviles de todos modos tienen una baja capacidad, no pueden almacenar muchas cosas.

## ANDRÉS GAMBOA

Voy a hablarles del control AVL. Hoy en día ya llegan automóviles con equipos electrónicos instalados, caso especial por ejemplo los de General Motors, cuyos vehículos tienen un equipo de tecnología CDMA, que quiere decir que trabaja bajo la red telefónica, y Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

A los vehículos de gama alta, como BMW o Mercedes Benz, que ya tienen sistemas de GPS y de navegación incluidos, les hace falta algo para que se pueda hacer un control real aquí en Colombia. Por ejemplo, los Mercedes Benz vienen con los mapas en el vehículo, pero los mapas son de Alemania, la casa matriz. Lo ideal sería que vinieran con mapas de Colombia, con el propósito de orientar al conductor que esté perdido o extraviado, mediante el cursor. A eso es a lo que tenemos que llegar nosotros.

Retomando el tema del AVL, en la actualidad estas aplicaciones ameritan subir el nivel de comunicación con el fin de tener un control ya casi en tiempo real. Se puede hacer un control AVL por *beeper* de una vía, *beeper* de dos vías, o comunicación de radio directa, pero la idea es hacerlo remotamente. Por ejemplo, si soy el gerente de una empresa de transporte, mediante esta aplicación puedo saber dónde están mis vehículos, qué velocidad llevan y, si tienen algún inconveniente, automáticamente tomar acciones.

El teléfono celular tiene internamente una tarjeta de comunicaciones, la cual me permite comunicarme con mi red de telefonía celular local, pero también esas compañías, llámese Sony Ericsson, llámese Siemens, sacan módulos OEM, que son pequeñas tarjetas en las cuales se puede hacer una integración. Los desarrolladores de microelectrónica pueden coger una tarjeta de éstas y hacer un diseño, ya sea para controlar un vehículo, como una aplicación AVL, o puede ser una aplicación para controlar algo en el hogar, en la industria.

Se pueden crear aplicaciones para controlar un robot inalámbricamente, o para abrir, sin tener que bajarme, la puerta de mi garaje; o sea, el límite lo ponemos nosotros, ya que podemos hacer tantas aplicaciones como el mercado necesite.

El módulo tiene que escogerse dependiendo del operador de telefonía celular local; en ese caso, yo solamente

podría pensar en irme con un operador de telefonía celular como Comcel.

Nosotros queremos transmitir video dentro de un vehículo, más que todo en los taxis; la idea es instalar unas cámaras, bien camufladas, en las cuales se pueda transmitir casi imagen en vivo a una central y de ese modo frustrar atracos.

En este caso pretendemos hacerlo por módulos que estén por Edge, porque los anchos de banda y las velocidades al aire van más adelante.

## Sistema AVL

hay que contar con las respectivas SIM card, igual que en un teléfono celular, así como con un módulo *wireless modem* GSM GPRS. Este módulo tiene toda la parte de voz y audio habilitada, lo que sirve para dos cosas: en primer lugar, si el

usuario controla, por ejemplo, una flota de tractomulas, en el caso de que pase algo él puede llamar directamente al chofer de la tractomula y comunicarse con él. En segundo término, en el evento de que ocurra una situación de pánico, el conductor podrá oprimir un botón que normalmente se coloca en la barra de cambios; automáticamente empiezan a llegar señales a la central de monitoreo, se saltan los mapas en donde está, y el operador podrá abrir el canal *speaker* y escuchar qué está pasando dentro del vehículo. Todo esto sirve para efectos de seguridad.



El procesador central es el que hace posible todo esto, ya que es el que se comunica con este módulo y el que ejecuta todo el protocolo al aire; en este caso, en la parte extrema se encuentra una alarma que nos permite tener control directo sobre los accesorios del vehículo, además de toda la parte de *speaker* y de audio.

Esos son sistemas que deben funcionar también con baterías de respaldo. En el caso de no estar la batería principal, automáticamente entra una batería de respaldo que puede soportar toda la placa, porque ésta se halla a bajo voltaje; el consumo total de la placa, en *stand by*, puede ser de unos 20 o 25 miliamperios, y en transmisión puede llegar a 900 miliamperios, que realmente es muy poco, porque ya en transmisión se habla de tiempos de cien microsegundos que hacen esos picos. Así, a los vehículos

se les instalan sistemas que requieren muy pocos recursos gracias a la calidad de la aplicación.

Todos estos sistemas son energizados con la batería principal del carro. Incluso si es un vehículo tipo camión, que ya no se alimentan con los 12 voltios de la batería sino con 24 voltios, igual tienen que ser sistemas totalmente blindados en cuanto a ruido y al *performance* del voltaje; por tanto, ya se utilizan fuentes fichadas, como las que se emplean en los computadores, para tener un total *performance* de las transmisiones.

En el día de hoy queremos presentarles un producto nuestro que se llama Espía, el cual consta de dos partes: una, la unidad de control vehicular (UCV), y dos, el celular.

Junto con el ingeniero Juan Carlos Lozano hemos diseñado una aplicación celular mediante la cual enviamos mensajes SMS al aire. Por ejemplo, si en un centro comercial parqueo al lado de otro vehículo y al abrir la puerta acciono mi alarma, automáticamente llega un mensaje a mi celular que dice que se disparó por inactividad externa; entonces puedo tener el reporte prácticamente casi en tiempo real en mi teléfono celular.

Adicionalmente tengo la ventaja de que puedo realizar todas esas acciones desde Internet. Al acceder a una página específica, puedo mirar toda mi flota.

Nosotros en la central manejamos las duplas, porque la UCV tiene un número celular y mi celular, que es el que va a mandar la acción que hay que tomar, tiene otro número de celular; en la central de monitoreo apenas llega una función, ya sea de ubicación, se mira inmediatamente quién es la pare-

ja, y sólo se envía esa función o esa orden a su respectiva pareja de celular.

Otra opción que hay para el manejo de esto es por GPRS, puesto que por medio de SMS se deben tener todos los programadores de cada una de las marcas de teléfono celular existentes, así como los cables para descargarles el programa. Yo tendría que decirle a un usuario que me trajera su teléfono celular para poder instalarle mi aplicación, y si infortunadamente ese teléfono celular no soporta la aplicación o no soporta salida de mensajería al aire, hay conflicto, entonces pensamos hacer la aplicación por medio de WAP, que es mucho más fácil, porque yo genero una aplicación,

prácticamente hago una página web, y por WAP ya me conecto con GPRS a una dirección IP y no necesito llamar al usuario. Es más, si yo tengo una actualización de mi equipo, le puedo decir que disfrute de la última opción, por ejemplo ubicar al mismo tiempo un caso de pánico, y automáticamente él se conecta y la descarga. Esa es una opción que ya estamos manejando, que consiste en hacer todo el control por medio de WAP.

En nuestra compañía contamos con una máquina en la que tenemos guardados todos los mapas de los corredores viales de Colombia, en especial una muy buena densidad de puntos en la ciudad de Bogotá, así como casi todas las intersecciones de las calles y carreras. Disponemos de un procesador central, que es realmente la máquina que soporta toda la operación.

La ventaja de nuestro producto con respecto a otros que existen en el mercado consiste en que si me atracan y

me roban el carro y el celular, pues yo tengo la posibilidad de llamar al *call center* y decir cómo ubicar mi vehículo, y como este módulo adicionalmente tiene un GPS, éste arroja coordenadas hacia la central y orienta a la policía hacia donde está mi carro para que lo recuperen rápidamente, dado que el GPS está en capacidad de darnos una posición de más o menos cinco metros de donde está el vehículo.

Igualmente, si no tengo mi celular en la mano o si no lo quiero usar, puedo entrar a la página de Internet y después de hacer unas validaciones, realizar las mismas acciones que tengo desde el celular. Además, como beneficio de la página de Internet, puedo ver un historial de las últimas quince ubicaciones que ha tenido el vehículo, con sus respectivas fecha, hora y velocidad.

En caso de que golpeen mi vehículo me llega un mensaje SMS a mi celular y me dice “disparo por actividad externa”. En el evento de que violenten el vehículo, dice “intruso en el vehículo”, que es el segundo mensaje.

En el caso de que violenten mi vehículo e intenten deshabilitar la alarma desconectando la batería, la batería de respaldo notifica al usuario diciendo “sistema sin batería principal”. Este es el tercer mensaje.

Y por último, es la respuesta a una ubicación. Dice “ubicación vehicular placa BJB 473, dirección avenida calle novena carrera cincuenta y una, velocidad 53,2 kilómetros por hora; ese dato, aprovechando la red de

**La ventaja de nuestro producto con respecto a otros que existen en el mercado consiste en que si me atracan y me roban el carro y el celular, pues yo tengo la posibilidad de llamar al call center y decir cómo ubicar mi vehículo.**



móviles celulares existente en Colombia, se demora más o menos unos ocho segundos. Esto significa que es bastante cercana la posición que me notifica el celular con respecto a la posición real del vehículo.

Una posibilidad que hemos contemplado hacia el futuro tiene que ver con la optimización de la señal de pánico. En el caso de que mi vehículo se ponga en pánico, la central llama al usuario y le pregunta si está bien; si el señor dice que sí, pero la señora del *call center* no queda muy convencida, puede generar un comando hacia la unidad vehicular y pedirle que abra el micrófono, que la unidad

vehicular genere una llamada hacia la central y abra el micrófono para saber si realmente el señor está bien o lo están atacando, en medio de total discreción. La idea es venderle seguridad al cliente.

Otra posibilidad que estamos estudiando favorecería mucho a alguien que tuviera vehículos para repartir domicilios o encomiendas. Por ejemplo, si yo trabajo haciendo domicilios en Bogotá y dispongo de 50 vehículos, puedo delimitar en un mapa las coordenadas de Bogotá y saber si el vehículo no está en la zona que le corresponde, pues la aplicación me genera un mensaje en ese sentido. ↙

## PREGUNTAS

*En materia de aplicaciones ya nos llevan mucho desarrollo en el resto del mundo, incluso hoy en día uno encuentra aplicaciones gratuitas para PDA y celulares.*

*¿Cómo se afrontaría este problema? Además, se habló más que todo de aplicaciones para los operadores, no de aplicaciones para otro tipo de industria.*

*Aparte de esto, hay que reconocer que los países desarrollados tienen lo último en tecnología, así como una infraestructura avanzada.*

La infraestructura que tenemos en este momento en Colombia, en la región andina, en toda Latinoamérica, es la misma que la de los países desarrollados, con excepción de UMTS, que hasta ahora está comenzando, pues lleva un año en China, en parte de Asia y en algunas regiones de Europa. La diferencia existente entre la tecnología que impera en el ámbito mundial y la tecnología nacional es el mayor ancho de banda, y eso lo da UMTS. Nosotros tenemos Edge, con el que alcanzamos 120 kilobytes por segundo, mientras que con UMTS podemos tener dos megas.

En cuanto a las aplicaciones, la tecnología funciona tanto para ancho de banda pequeño como para ancho de

banda grande, por lo que no veo ninguna diferencia sustancial.

Por supuesto que existen muchas aplicaciones a escala mundial, pero el tema es que estas aplicaciones no tendrían un gran impacto en la región, primero por el tema del idioma y, segundo, porque estas aplicaciones están dirigidas a gente de esas determinadas zonas, que tiene una cultura diferente de la nuestra.

El mercadeo tiene que ser completamente diferente lo que se está viviendo allá a lo que se está viviendo acá. Existen algunas que son gratis.

Hay varios modelos de negocios para las aplicaciones: uno, que yo venda la aplicación y el operador se quede con el tráfico; otro, dar la aplicación gratis y que el operador me ceda parte del tráfico; y otro más, implementar modelos de licenciamiento. Es como cuando uno desarrolla un nuevo producto y tiene que mirar todas las connotaciones: quién es el cliente, quiénes son los que pertenecen a la cadena de valor, es decir, dónde se genera el dinero, por dónde pasa el dinero y qué es lo que quiero de ese dinero. Creo que con esas tres cosas ya le respondí.

*¿Cómo van a ser las tendencias de esas nuevas tecnologías, especialmente en lo que concierne a PDA, y cómo se*



*puede resolver el problema de almacenamiento de la información en un celular?*

En la parte de PDA, nosotros estamos enfocando el desarrollo hacia Java, mientras que en lo referente a los celulares, éstos ya tienen tarjetas de expansión, razón por la cual ya puede almacenarse un giga completo en un celular. Entonces por esa parte de almacenamiento ya no habría problema.

*Pero no es solamente en la parte de almacenamiento, sino en la parte visual, pues los celulares tienen una pantalla muy limitada, comparada con un PDA...*

Con respecto a la parte visual, creo que en este momento estamos acostumbrados a que tenemos que mirar en la pantalla del celular para poder ver una información, pero ya se están desarrollando dispositivos con láser que permiten desplegar la pantalla afuera.

En Europa se empezó con PDA y se está migrando a integración de tecnología de celular a PDA, mientras que en Latinoamérica fue al revés; comenzamos con tecnología celular y ahora estamos viendo modelos de celulares que tienen similitudes con PDA. A partir de allí se van a integrar todas esas partes de *displays* desplegables con láser, que permitirán tener casi una pantalla de un PC en un dispositivo muy pequeño a través del despliegue de esa pantalla.

A la larga, vamos a terminar con que no va a haber diferencia entre PDA y celulares, y las funcionalidades se van a compartir, como un dispositivo único que genera conectividad en diversas posibilidades.

**Teniendo en cuenta que la cobertura celular no es de 100%, ¿sus unidades pueden trabajar en forma dual, satelital?**

La respuesta es no. En la actualidad nosotros únicamente tenemos una tarjeta de transmisión celular, que fue el módulo OEM que les presentamos. En el momento en que yo vaya en una carretera y tenga deficiencias en la cobertura, nosotros guardamos la última coordenada válida; si en ese momento, antes de ejecutar la opción, no tengo cobertura, guardo esa memoria y la saco para hacer una activación de alar-

ma o sea cual fuera la orden que se le mandó, y se ubica.

**¿Con qué operadores y con qué tipo de aparatos celulares se puede utilizar el Espía?**



Respecto a operadores, el espía funciona con tecnología GSM. En este caso, nosotros estamos con Comcel y con Colombia Móvil, pero para la parte de GPRS nos fuimos con Comcel, que es el que tiene mejor montada la red.

En cuanto a los celulares, el Espía se puede utilizar con cualquier aparato celular que maneje GPRS, porque con esta tecnología puedo navegar en Internet y así conectarme a nuestro *link*,

para poder tener acciones sobre el vehículo.

**¿Cuál es la tasa de efectividad en recuperación vehicular del sistema?**

De los 41 vehículos robados que hemos tenido, hemos encontrado 40. El vehículo que no se encontró fue uno de los primeros que montamos, por lo que no tenía sistema de batería de respaldo.

Esa es una muy buena pregunta. El GPS envía coordenadas de latitud y longitud, y hay que hallar grados, minutos y milésimas de segundo. Al usuario no se le puede decir que su vehículo está en tantos grados, tantos segundos, porque eso no le va a servir de nada. Nosotros subcontratamos esa

parte con una compañía, la cual nos entrega los mapas y todos los cruces de Bogotá, pero hay que considerar que existen más de cinco millones de cruces en la ciudad. Lo que hicimos nosotros fue un programa especial que coge la coordenada GPS que llega a la central, va a una tabla de cruces y mira cuál es el cruce más cercano y cómo funciona; entonces empieza a hacer círculos, como circunferencias. Si en la primera circunferencia no encontró ninguna calle ni ninguna carrera, automáticamente se va a la segunda, hasta que halla la más cercana. Lo hicimos así porque no tiene sentido decirle a una persona que su vehículo se extravió o está en pánico en la vía Bogotá-Cartagena, kilómetro 700, ya que eso no le da una ubicación certera; entonces seccionamos la vía en tramos más cortos, por ejemplo San Gil-Bucaramanga, kilómetro siete, y adicionalmente la asociamos con un punto geográfico conocido, como por ejemplo la Nariz del Diablo.

**Va a haber diferencia entre PDA y celulares, y las funcionalidades se van a compartir, como un dispositivo único que genera conectividad en diversas posibilidades.**

**Nosotros somos contratistas de Codensa y atendemos la zona de comercialización de la energía y la parte comercial en Cundinamarca, pero tenemos el problema del**

**desplazamiento a causa de la dispersión de los clientes. Mi pregunta es bien concreta: ¿J2ME está en capacidad de extraer esa información y enviarla vía móvil? Es decir, ¿puedo coger el celular, extraer esa información y enviarla a un servidor web?**

Sí se puede, sí es posible



Ingeniero de sistemas y computación de la Universidad de los Andes, y especialista en gerencia estratégica competitiva de la Universidad de la Sabana, Fernando Enrique Plata Gamboa es experto en computación móvil y ha trabajado en importantes empresas de tecnología de Colombia. Actualmente es gerente regional y socio de Sysgold Wireless.

## Nuevas tecnologías de **telecomunicaciones** para organizaciones más exitosas

*El sector de las telecomunicaciones se ha revolucionado en los últimos años con las nuevas tecnologías que permiten el acceso a internet desde terminales móviles. Las millonarias inversiones de las operadoras tienen como propósito ofrecer más y mejores servicios tanto a las empresas como a los consumidores finales. La reciente fusión de la compañía colombiana Sysgold con la brasileña Spring Wireless convierte a la nueva empresa, Sysgold Wireless, en la líder*

*latinoamericana. Trescientos empleados totalmente dedicados a mobile business, oficinas directas en Brasil, Chile, Colombia, Perú, México, Venezuela, Miami y Madrid, cerca de 150 clientes corporativos en 20 países y una meta prevista de 45 millones de dólares para el 2006, son razones de peso para hablar con uno de sus directivos sobre las nuevas tecnologías móviles.*

Aunque en Colombia, en cuanto a tecnología de transmisión de datos, no se

están enfocando los esfuerzos al desarrollo tecnológico, sí se está haciendo mucha innovación en modelos de negocio. ¿Cómo se ha producido ese desarrollo? No estoy de acuerdo del todo con la afirmación. Depende de cómo se vea en un momento dado. En tecnología, en especial en informática, hablando particularmente de *software*, que es el campo de Sysgold, uno no se lo inventa de la nada, siempre surge como apoyo al negocio. Es tecnología aplicada. Luego, parte de la afirmación es

cierta en el sentido de que, para producir un buen *software*, necesito innovar en un modelo o en un proceso de negocio.

**Por ejemplo...**

Por ejemplo, el censo nacional. El Dane desarrolló toda la metodología de hacer un censo apoyado en computación móvil y nuestra compañía proveyó el *software*. Si bien se habían hecho pruebas pilotos en la India y en algunos lugares de Estados Unidos, habían sido muy coyunturales, además de que nunca se había hecho el censo de todo un país con computación móvil. Cuáles retos trae eso desde el punto de vista de la tecnología: primero, es un proceso ciento por ciento nuevo, no hay un parangón con el que se pueda decir "Aprendamos de esto, preveamos aquello".

**En cuanto a las críticas que se han hecho al censo, ¿qué aspectos tienen que ver con ustedes?**

Muchas de las fallas giraron en torno de las comunicaciones y del operativo como tal. Lo que la gente no ha entendido es que era un proceso nuevo.

**Con toda esa tecnología, se esperaba que fuera mejor...**  
Claro, la gente siempre espera que un proyecto de tecnología

sea perfecto y eso no existe porque Dios no hace *software*. Alrededor del proyecto del censo ha habido una cantidad de ajustes sobre la marcha.



Hoy por hoy, cuando estamos en la última fase, con unos 600 municipios de menor población, ya todo va muy calmado porque recorrimos un camino durante cuatro o cinco meses. Yo se la pongo así: qué piloto es válido para 14.000 encuestadores. ¿100, 200, 500... 900? No. Se encontraron algunos escollos en el camino y había que ser lo suficientemente ágil para salvarlos porque el censo no se podía parar.

**Volviendo al tema de los desarrollos tecnológicos y los modelos de negocios...**

Sí. Por lo regular las innovaciones tecnológicas surgen de necesidades de negocios. Si vamos a lo que ha sido la evolución de todos los paquetes y empresas de *software*, siempre se ha avanzado en consonancia con los modelos de administración de las empresas. Inicialmente, cuando se habló de control de inventarios, de toda la parte contable y de una estandarización de los planes de cuenta, entró el *software* a apoyar. Siempre son teorías administrativas las que se respaldan con un *software*. En donde hemos evolucionado

menos en Colombia es en ser los primeros en llevar esas nuevas prácticas de negocios con apoyo tecnológico. Generalmente nos llega *software* extranjero, pero siempre hay excepciones: la computación móvil ha sido una de ellas. El primer proyecto de aplicación más compleja que un tomapedidos tradicional, lo consiguió esta compañía en 1994, cuando nadie hablaba del tema. Y surgió precisamente ante una necesidad de negocio, de control de los vendedores en la calle. Afortunadamente en eso siempre hemos llevado la batuta, hemos tratado de estar a la vanguardia.

Lo del censo, como decía, es un ejemplo palpable de innovación. Para mí, no es un tema de productividad de *software* ni de capacidad nacional sino de que nos traigan esos nuevos modelos para apoyarlos con tecnología. Punto. Aquí en Colombia producimos buen *software*. Somos reconocidos. Nuestras aplicaciones son muy bien vistas donde las llevamos. Para el proyecto del censo tuve la oportunidad de comparar el nuestro con *software* traído de la India y me di cuenta de que estamos muy bien, producimos muy buen código. Entonces la idea es que nos traigan todas esas teorías de administración

que producen en las grandes escuelas de negocios del mundo como Harvard o London School of Economics para ver qué nos inventamos en el campo del *software*.

#### LÍDERES EN LATINOAMÉRICA

**A propósito de la fusión de Sysgold con Spring Wireless, que los convierte en líderes en Latinoamérica, ¿cómo llegaron a esta negociación?**

Sí, hoy somos la mayor compañía dedicada al tema de *mobile business* en Latinoamérica, con 300 colaboradores. El primer antecedente es que en el año 2003 entraron tres inversionistas importantes. Uno de ellos fue Intel Capital, el brazo de inversión de Intel, y el otro un fondo de inversión llamado Mifactory. Empezamos a ejecutar un plan de negocios y a expandirnos; abrimos

**Siempre son teorías administrativas las que se respaldan con un *software*.**

operaciones en México y en Chile y establecimos la presidencia en Miami. Como parte del plan de ejecución para el 2006 estaba entrar a Brasil. A principios del año pasado se concluyó la negociación con

Cardbury Adams en toda Latinoamérica. Como Cardbury Adams Brasil quería el modelo de negocios de Spring y el *software* de Sysgold, hicimos una especie de consorcio y propusimos una negociación conjunta. Teníamos un país



común, Chile, donde ya nos estábamos encontrando en un par de negocios. Estos dos antecedentes, sumados a que Spring Wireless también tiene de socios accionistas a Intel Capital y a Mifactory, hizo que nos sentáramos a considerar una fusión. Luego de seis meses de conversaciones, en octubre pasado se aprobó y a

A mi juicio, el sector que más ha evolucionado en esto es el que los operadores llaman telemetría.



mediados de febrero se firmó la fusión.

Como líderes de Latinoamérica, qué perspectivas tienen hacia el futuro en cuanto a penetración en los mercados de Estados Unidos y Europa. En Estados Unidos nos encontramos trabajando en forma tangencial. No ha sido una estrategia introducirnos al mercado totalmente, sólo tenemos un par de clientes allá. El 2006 va a ser el año de

consolidación en Latinoamérica. Un proceso de fusión es complejo, pues hay muchas decisiones por tomar. Una de ellas es la unificación de productos. Por tanto, no queremos perder el foco de Latinoamérica, donde estamos consolidando nuestra presencia. Recientemente abrimos oficinas directas en Perú y en Venezuela. Estamos básicamente en los mayores países de Latinoamérica. Entonces, 2006 es consolidación; 2007, Europa. Actualmente tenemos una pequeñísima operación en Madrid, donde contamos con un primer cliente. Y cerramos un negocio en Moscú. Son los primeros pasos. Es probable que al ingresar a Europa enfoquemos también algo de baterías hacia Estados Unidos pero todavía no se vislumbra como objetivo.

#### LA MENSAJERÍA CORTA NO ES UN JUEGO

En cuanto al avance tecnológico en la telefonía celular, parece que van a la par los juegos y la mensajería de texto, que es como el bum. ¿Van a convivir o el uno va a desplazar al otro, necesariamente? Primero hay que hacer una distinción entre los dos grandes mercados: el empresarial y el del consumidor final. Es un hecho que la mensajería de texto corto ha evolucionado y que su participación ha crecido y

seguirá creciendo de manera impresionante. Vienen tecnologías como el *smart browsing*, que permite navegar menús como si fuera *wap*, pero sin tener línea. A través de esa navegación por menús va construyendo un SMS y envía por ese canal toda la transaccionalidad de *mobile banking*. Es tecnología GSM. Se sigue viendo en el mercado empresarial una acogida de SMS, bien sea por esta parte de *smart browsing* o SIM *browsing*, o porque las compañías están buscando un canal de comunicación más directo con el consumidor final para el mercadeo. Por ejemplo, las compañías tabacaleras están buscando canales no tradicionales para llegar al consumidor y una forma de hacerlo sería a través de la mensajería corta, dado que les restringen cada vez más la publicidad.

Hay diferencias entre un juego y un SMS. El primero, si bien es interactivo, funciona en el celular sin necesidad de conectividad, mientras que el SMS implica un intercambio con otras personas. Van a seguir conviviendo. Obviamente, la capacidad de SMS es más limitada; vamos a ver si implantan los estándares de MMS en el país, es decir, que los mensajes entre usuarios pueden ser más bonitos e interactivos.

¿Cuándo estará en Colombia esa mensajería multimedia?

Todos estos años de telefonía inalámbrica y 22 millones de usuarios son muestra palpable de que todas las baterías de mercadeo han estado enfocadas a voz. Los próximos dos años van a estar enfocados a datos, pero a datos empresariales. O sea, que las compañías pueden intercambiar información corporativa a través de la red celular. Es mi visión. Creo que ese impulso que se da a través del mundo empresarial va a beneficiar la infraestructura al nivel del usuario o consumidor final, para que tengamos anchos de banda en los que podamos compartir más allá de mensajes y voz. Vamos a empezar a compartir contenido y se podrá hacer finalmente a través de MMS. Ese mercado se desarrollará, masificándose, en no menos de dos años.

#### COMUNICACIONES MÁQUINA-MÁQUINA

En el mercado empresarial, algo muy interesante es lo de las comunicaciones máquina-máquina. ¿Cómo está ese mercado en Colombia?

El sector que más ha evolucionado en esto es el que los operadores llaman telemetría. Es un dispositivo, un *hardware* que censa algunas variables y transmite a través de red inalámbrica. Por ejemplo, un control de presión en tuberías de gas o un control de temperatura en un cultivo de truchas en una montaña. Eso es máquina-máquina. Uno de los casos especiales de

telemetría es el de AVL, comunicación vehicular, en el que se miden variables como encendido de motor, apertura de puertas, arranque y parada de vehículo, de la misma forma: un sensor detecta variables y las transmite con una periodicidad determinada a través de la red celular. Este control es prioritario para empresas de seguridad. ¿Hacia dónde puede ir ese mercado? Hacia otro tipo de dispositivos que, efectivamente, requieren intervención humana. Por ejemplo, las máquinas dispensadoras son un modelo de negocio interesante, ya que permiten determinar que el producto se acabó para que alguien reabastezca sin tener que hacer el inventario. Pero el costo-beneficio todavía no es claro. Creo que la opción depende básicamente de términos económicos porque un *hardware* de éstos puede estar en el orden de los 400 o 500 dólares. Si a eso se le suma la transmisión de datos, puede que el modelo no dé. ¿Dónde comienza a fallar? En el hecho de que de todos modos hay que mandar a alguien a que surta el dispensador. Con un buen análisis de rotación de pronto bastaría. Existe otro tipo de opciones interesantes en las que puede ser mejor la relación costo-beneficio. Hay compañías que hacen medidores de servicios públicos con transmisión inalámbrica. Y uno de más

avanzada: medidores de uso eléctrico que por la misma red de electricidad mandan y sensan el dato de utilización. O sea, que se evitaría enviar todo ese batallón a sensar. Son esquemas interesantes, pero todavía van a tomar un par de años para implementarlos.

#### TELEFONÍA MÓVIL VS. TELEFONÍA FIJA

En cuanto a la telefonía móvil con respecto a la telefonía fija, se ve un gran cambio para los próximos años. De hecho, la primera ha logrado desplazar a la segunda... ¿Llegará el momento en que

desaparezca la telefonía fija?

Lo que pasa es que hay mucho cobre tendido y dinero invertido en las redes. Luego, aun en el hipotético caso de que la telefonía fija desaparezca desde el punto de vista del cobre, algún servicio se va a prestar a través de esa red. Nadie pensó que podríamos tener líneas de alta velocidad por internet a través del cobre y ADSL es eso. Entonces, algo se ingeniarán porque es una infraestructura muy costosa que ya está tendida. Además, siempre habrá un remanente. Por más que en las grandes urbes desaparezca la

tecnología fija, a una compañía no le va a interesar invertir socialmente en un pueblo para que desaparezca la fija si no tiene una masa crítica que pague la tecnología móvil. En Estados Unidos ya hay familias que no tienen telefonía fija en sus casas porque las tasas y los planes son más económicos en móvil. Se puede contar con un móvil que funciona como inalámbrico dentro de la casa.

Todo este despliegue tecnológico se ha convertido en una amenaza para los medios tradicionales. ¿Hay amenazas para el mercado de los datos móviles y de la telefonía móvil?

Nosotros, más que asustarnos por los cambios, nos adaptamos y simplemente reorientamos nuestra oferta. Este año estamos cambiando a un modelo reorientado ciento por ciento a servicios, al que llamamos *end to end*. Es un *outsourcing* total de movilidad en el que por un valor mensual les ofrecemos a nuestros clientes todos los componentes del proyecto: equipo, voz y datos inalámbricos, *software*, consultoría, *hosting*, infraestructura de aplicación... todo. Antes que una amenaza, para nosotros —así suene trillado—, son oportunidades.

Simplemente se nos van mostrando nuevos caminos y nosotros vamos viendo cómo adaptarlos para beneficio de nuestros clientes. No, a mí no me asusta ese despliegue tecnológico.

En el futuro, quiénes van a ser los líderes del mercado:

¿los que innoven, los que presten mejor servicio, los que ofrezcan mayor cobertura, los que den mejores precios?

Los que ofrezcan un servicio integral. Es nuestra visión. No se puede ser simplemente una "casa de *software*". Hay que ofrecer un servicio integral.

#### LOS CREADORES DEL SOFTWARE

La gente que está desarrollando *software* en Colombia, en el área de movilidad, ¿ha sido formada en el país o se ha capacitado en el exterior?

Hasta hace muy poco las universidades comenzaron a tomar conciencia de lo que era desarrollo específico para la computación móvil y seguían produciendo, digamos, "ingenieros estándares". Les tocaba a las compañías del sector especializarlos. Pero cada vez se ven más asignaturas orientadas específicamente al tema móvil. La inversión se ha reorientado hacia administración de proyectos, manejo del cambio y otros servicios integrales de telecomunicaciones. En cuanto a *software*, nos llegan muy

bien preparados de las universidades. Ya hay mucha conciencia al respecto.

¿Y cómo estamos en posgrado?

Ahí sí estamos crudos. Hay que buscarlos en el exterior. Sé que uno de los abanderados en este tema es Italia, donde están dictando especializaciones tan interesantes como computación vestible. Es la que va con uno. Ahora, los grandes proveedores de dispositivos y de infraestructura en el mundo, como Nokia, Ericsson y el mismo Microsoft, están estimulando toda la oferta de especialización o capacitación continuada posterior a la graduación.

En las dos caras de la tecnología están la parte positiva, el avance, y la negativa, que implica la pérdida de privacidad. Ese temor de ser visto, escuchado, seguido a cualquier parte y hallado en cualquier momento. ¿Hasta dónde es posible esto? Es simplemente una extrapolación. Sin ir a la computación móvil, hablemos de la computación personal: en la casa, en la oficina, uno tiene un PC que se mantiene conectado ciento por ciento a la red. Quién me ve a través de él y me espía a través de él... cuánta intimidad tengo si prendo mi computador y sostengo tres charlas al tiempo. Extrapolarlo a la computación móvil es muy fácil e

indudablemente va a ser uno de los temas más complejos en el futuro.

¿Esto hace que se trabaje más en el campo de la seguridad?

Sí, pero es que siempre ha existido una complicidad entre la computación y el usuario. Uno se puede inventar los mecanismos de seguridad. Yo puedo decir aquí, por ejemplo, "bloquéeme a todos los usuarios que no estén en mi lista". Pero eso cohibiría a alguien que conozca para que me pueda chatear, por lo que uno generalmente no lo habilita. Ahí soy cómplice de perder parte de mi privacidad. Es difícil. Hay una zona oscura que no sabe uno si está del lado de lo público o de lo personal.

Ante el auge de las nuevas tecnologías de comunicación, se puede dar el caso de que una persona se ponga trascendental, reflexione y diga "Hace unos años yo vivía sin esto", pero se devuelve si se le quedó el celular. ¿Ustedes nos están creando necesidades o éstas realmente surgen?

Esa pregunta sí es muy compleja... Es algo muy personal. Mi respuesta fácil es que desde el punto de vista empresarial simplemente estoy haciendo negocios más efectivos, más productivos. Ayudo a las organizaciones a ser exitosas en sus negocios a través de la tecnología. Esa es la respuesta fácil porque, entre

otras cosas, como son personas jurídicas, uno no lo asocia con lo personal. Pero si nos vamos al consumidor final... yo digo que nos movemos en un mundo y no podemos ser ajenos a él. Vivimos de las comunicaciones, de la tecnología, y aquel que no se mueva en ese medio será catalogado como ermitaño o desadaptado. Ahora, ¿somos más felices aquí o lo seríamos en una isla desierta, sin comunicaciones? Eso depende de cada cual. Personalmente, no puedo estar sin comunicarme. Es parte de mi mundo, de lo que soy. Y me gusta que la gente pueda acceder a mí desde cualquier parte del mundo.

En 1992, el famoso paro de la empresa estatal de telecomunicaciones dejó al país prácticamente incomunicado. Aunque fue por poco tiempo, esto generó grandes pérdidas para muchas empresas. En las circunstancias actuales, ¿Hay algún riesgo de que suceda algo similar?

No, hay muchos medios alternativos. Primero, no hay monopolios. Segundo, la tecnología ha evolucionado a un punto en que la voz se puede transmitir inalámbricamente, por la red de cobre o por internet. Quedarse desconectado hoy es muy difícil.

## LA TECNOLOGÍA DE TERCERA GENERACIÓN

¿Qué va a pasar con la tecnología de tercera generación al tener internet en el celular?

En el ámbito empresarial, indudablemente, es tener la conectividad de los sistemas en línea. Porque hoy por hoy seguimos considerando esquemas semi en línea o *batch*. Semi en línea es que yo hago cosas aquí y cuando requiero información, voy y la jalo. Pero con un ancho de banda como el que promete la generación 3G pues voy directamente hasta mis fuentes de datos. Desde el punto de vista de la productividad personal, es una comunicación más allá de la voz. Es videoconferencia, es poder ver imágenes, es poder ver todo el sufijo "bajo demanda": video bajo demanda, noticieros bajo demanda, chequear a los niños en el colegio bajo demanda, música bajo demanda... todo. Eso lo va a permitir el ancho de banda.



Ayudo a las organizaciones a ser exitosas en sus negocios a través de la tecnología.