

# Movilidad, accesibilidad y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito

Florent Demoraes

## Resumen

Esta comunicación presenta el método y los principales resultados de una investigación doctoral<sup>1</sup> (Demoraes, 2004) cuyo objetivo fue proponer una reflexión sobre los riesgos confrontados por el Distrito Metropolitano de Quito teniendo como ángulo de enfoque la cuestión de la movilidad cotidiana de las personas y la cuestión de la accesibilidad. Este análisis de riesgo enfocado sobre las infraestructuras esenciales de las redes vial y de transporte descansa en una metodología establecida en el marco del programa «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito»<sup>2</sup> efectuado entre 1999 y 2004 por el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)<sup>3</sup> en asociación con la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (DMTV) del Municipio de Quito.

**Palabras clave** – movilidad de las personas, preocupaciones mayores, vulnerabilidades, accesibilidades, riesgos

<sup>1</sup> Se puede consultar la tesis en formato pdf en la siguiente dirección:

<http://edyrem.univ-savoie.fr/membres/demoraes/these/these.html>

<sup>2</sup> Este programa dependiente de la Unidad de Investigación «Medioambiente urbano», inicialmente monitoreado por Pascale Metzger, investigadora del IRD, ha sido dirigido entre octubre de 2000 y agosto de 2004 por Robert D'Ercole, geógrafo de la universidad de Saboya, afectado al IRD.

<sup>3</sup> Cf. la lista de siglas al final del artículo.

## 1. La constatación: extensión urbana, ocupación de zonas peligrosas e incremento de la movilidad

142

Desde hace unos cuarenta años, los países del Sur y más particularmente los países latinoamericanos han conocido una profunda mutación socio-territorial que se expresa a través de una masiva urbanización que tiene como corolario un incremento de la movilidad cotidiana de las personas. Según las Naciones Unidas, en el continente iberoamericano más del 75 % de la población reside actualmente en las ciudades en donde se concentran los empleos, los servicios y... las esperanzas del conjunto de la población. En Ecuador, la tasa de urbanización se eleva hoy a 61 % (INEC, 2001). Semejante crecimiento urbano, producto de un elevado crecimiento demográfico y de un importante éxodo rural, se traduce por un consumo de espacio sin precedentes; las superficies urbanizadas se han multiplicado por 100 en el transcurso del siglo XX a escala mundial (Moriconi-Ebrard, 1993). Esta expansión urbana se ha traducido, entre otro, por la ocupación de zonas peligrosas: los márgenes oceánicos, los lechos mayores de los ríos, las vertientes de los volcanes... A mediados de los años 1990, más del 40 % de los ciudadanos están directa o indirectamente amenazados por fenómenos generadores de daños (inundaciones, deslizamientos de terreno, sismos...) en los países en desarrollo (Revista *Géographie Alpine*, 1994).

Uno de los otros hechos que han marcado la historia de las sociedades, ocurridos en el transcurso del siglo XX, de validez en el Norte como en el Sur, ha sido el elevado aumento de la movilidad de las personas<sup>4</sup>. Los factores que han contribuido con esta tendencia son en particular, la expansión urbana (incremento de las distancias intra-urbanas) que implica recurrir casi obligatoriamente a los medios de transporte motorizados, individuales o colectivos, y la acentuación de la heterogeneidad del tejido urbano. Esta acentuación resulta de la construcción tanto planificada como espontánea de las ciudades y de las desigualdades de riquezas (poblaciones que tienen o no tienen acceso a las diferentes zonas en función del valor del terreno). Esta situación ha contribuido entre otro a alejar, unos de otros, a los barrios (residenciales, industriales, comerciales, administrativos, de ocio...).

Entre las ciudades del Sur, Quito, capital del Ecuador, está directamente confrontada con estas realidades problemáticas y debe enfrentar múltiples riesgos. Encaramada a 2 800 m de altura en promedio, la ciudad de Quito *strictu sensu* (fig. 1) reúne hoy en día cerca de 1,5 millones de habitantes distribuidos sobre 200 km<sup>2</sup> mientras que en 1868 contaba con tan solo 45 000 habitantes establecidos sobre 4 km<sup>2</sup>. El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) (jurisdicción del municipio



<sup>4</sup> El transporte de mercadería y los flujos inmateriales han evolucionado también de manera exponencial en el transcurso del mismo periodo.

Balace de los estudios urbanos (1985-2005)  
La cooperaci3n IRD-Municipio de Quito

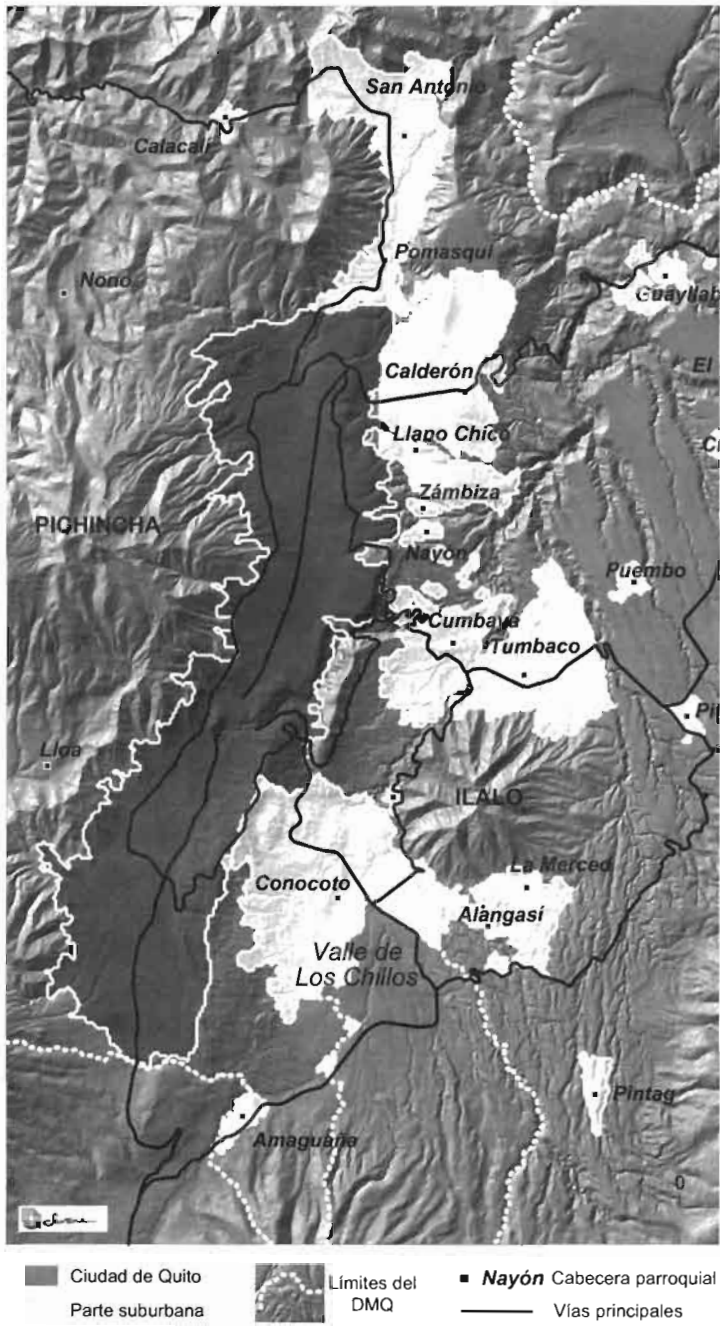


Figura 1 – Aglomeraci3n de Quito (referencias toponimicas y relieve)

de Quito que engloba la ciudad, las periferias suburbanas de la aglomeración y espacios rurales) cuenta por su parte con 1,8 millones de habitantes sobre una superficie de 4 350 km<sup>2</sup> (fig. 1).

144

En 2001, en el DMQ se realizan cotidianamente cerca de dos millones de desplazamientos en transporte público contra 1,3 millones en 1990 (Núñez, 1997). El transporte público representa 80 % del total de los desplazamientos motorizados mientras que hasta los años 1930, la mayoría de los desplazamientos se hacía fácilmente a pie. Quito cuenta con más de 2 300 buses en 2001 y su parque automotor prácticamente se ha duplicado en el curso de los diez últimos años, llegando a tener en 2001 cerca de 200 000 vehículos, es decir 42 % del parque automotor nacional cuando solo concentra al 15 % de la población ecuatoriana (12 millones de habitantes).

Dada la elevada expansión urbana y el incremento masivo de la movilidad, el Distrito de Quito registra cotidianamente numerosas dificultades de tránsito y de movilidad (congestión, problema de accesibilidad, de transporte...) tanto más porque la situación socio-económica y la situación política movida e inestable<sup>5</sup> del Ecuador no siempre han permitido que el municipio de Quito disponga de los medios financieros y técnicos suficientes para enfrentar el desafío. A esto se añaden otros problemas que afectan al transporte debido a la concretización ocasional de las amenazas de origen natural particularmente numerosos en Quito. Algunos ocurren de manera relativamente localizada (inundación, aluvión, deslizamiento de terreno, hundimiento del suelo) y se explican por las características del lugar de implantación de la ciudad (topografía accidentada) en el que la expresión de la morfogénesis es ubicua y con frecuencia exacerbada por la antropización.

Otras amenazas son también susceptibles de afectar espacios muchos más vastos (erupción volcánica, sismo); un macizo montañoso asociado al volcán Pichincha domina la ciudad de Quito (fig. 1). En octubre de 1999 hubo varias explosiones del volcán Guagua Pichincha en el transcurso de las cuales, felizmente, solo una cantidad reducida de cenizas, evaluada en algunos milímetros, cayó sobre la ciudad. Más recientemente, en noviembre de 2002, la erupción del volcán El Reventador, situado a 90 km de la ciudad, sobre la vertiente amazónica de la cadena andina ecuatoriana, provocó a su vez un depósito de cenizas sobre la aglomeración causando fuertes pérdidas económicas y perturbaciones notorias de la movilidad. Por su lado, los volcanes Cotopaxi y Cayambe, ambos recubiertos por un casquete glaciario, situados a menos de 50 km a vuelo de pájaro

<sup>5</sup> Léase en particular: Gastambide, 2000. Desde 1992, no menos de 7 jefes de Estado se han sucedido en la presidencia, uno fue destituido por incapacidad mental, otro derrocado por una alianza entre el Estado Mayor y los indígenas. El último dimitió de sus funciones a fines de abril de 2005 a causa de las fuertes manifestaciones de los quiteños y del Alcalde de la ciudad.

de la capital, son amenazas preocupantes porque su entrada en erupción podría engendrar lahares<sup>6</sup> extremadamente dañinos. Además, Quito se encuentra en la zona sísmica más activa de Ecuador. El periodo de retorno de los sismos cuya intensidad es superior a VI ha sido estimado en 20 años (Chatelain *et al.*, 1994). En el transcurso de los últimos siglos numerosos temblores han sacudido la capital ecuatoriana ocasionando serios daños como en 1587, 1755, 1797, 1868 y 1949. El último acontecimiento sísmico de una intensidad superior a VI ocurrió en 1987 (Hall, 2000).

## **2. El programa «Sistema de Información y Riesgos en el DMQ»: una investigación dirigida hacia los elementos esenciales del funcionamiento de la ciudad**

145

Frente a los problemas planteados a la ciudad ligados a la multiplicidad de amenazas presentes, nació una colaboración entre la dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda del Municipio de Quito (DMTV) y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD). El programa «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» iniciado en 1999 y culminado en 2004 buscó alcanzar cuatro objetivos principales:

- Profundizar el conocimiento de las vulnerabilidades y riesgos en Quito
- Establecer un método de análisis de riesgos en medio urbano
- Desarrollar una herramienta destinada a apoyar las decisiones de los poderes locales en el marco de una política de prevención de riesgos y de acciones a efectuar en periodo de crisis
- Reflexionar sobre los vínculos entre conceptos, investigación y aplicación en materia de riesgo en medio urbano.

Este programa se ha apoyado en una base de datos urbanos georeferenciados ya existente, desarrollada desde fines de los años 1980 en colaboración con el Orstom (hoy IRD). Esta base, estructurada en el SIG *SavGIS*<sup>7</sup> y manejada por el Servicio Municipal de Estudios Metropolitanos, fue inicialmente concebida para la planificación de la aglomeración y la gestión urbana cotidiana. Además de un profundo trabajo de actualización, la base ha sido enriquecida en numerosos campos, en particular en el de la movilidad, con la óptica de convertirla en una herramienta de apoyo para la decisión en materia de planificación preventiva y

<sup>6</sup> Lahar es un término indonesio genérico que describe una avalancha rápida de escombros rocosos y de agua proveniente de un volcán y atribuible al deshielo de un glaciar.

<sup>7</sup> Desarrollado por Marc Souris, investigador del IRD. Este programa informático gratuito se puede bajar en la siguiente dirección: <http://www.star.ait.ac.th/souris>

de manejo de crisis. Esta evolución era tanto más indispensable por cuanto, tras la erupción del volcán Pichincha en octubre de 1999, la gestión de riesgos ha constituido una de las prioridades del Municipio.

146 La filosofía general del programa ha sido la de considerar que para prevenir el riesgo de manera eficaz, con el menor costo y la mayor rapidez posible —en particular en la ciudad, lugar de concentración de poblaciones, de funciones urbanas y de riquezas— es indispensable centrar el análisis, es decir concentrarse en aquello que es esencial, se focalizó primero en las infraestructuras e equipamientos claves para el desenvolvimiento de las actividades urbanas y para las prácticas sociales de los ciudadanos, en la medida en que su deterioración o pérdida constituirían un gran perjuicio para el territorio urbano (D'Ercole & Metzger, 2004). Así pues, no se pone el acento sobre las amenazas (demasiado numerosos y presentes sobre toda la aglomeración de Quito) ni sobre su cartografía (insegura e insuficientemente precisa) como en los estudios clásicos de riesgos, sino sobre los elementos materiales esenciales, elementos sobre los cuales los gestionarios tienen manejo directo y sobre los cuales se pueden efectuar acciones centradas de reducción de vulnerabilidad, independientemente de su exposición a los imponderables.

### **3. El recurso a la cuestión de la movilidad y a la noción de accesibilidad para evaluar los riesgos**

La capacidad de desplazarse en el seno de una aglomeración es fundamental, tanto para las prácticas sociales como para el desenvolvimiento de las actividades, pero también en periodo de crisis (evacuación de las zonas siniestradas, acceso de las operaciones de socorro...) y de rehabilitación (acarreo de materiales de construcción, limpieza de escombros...); por ende uno de los ángulos de enfoque desarrollado en el marco del programa y presentado aquí, ha sido considerar que la cuestión de la movilidad y de la accesibilidad representa una llave de lectura particularmente adaptada para la evaluación de riesgos. En efecto, las dificultades de circulación o también los problemas de accesibilidad pueden tener impactos de graves consecuencias en numerosos campos. Por otro lado, el transporte está particularmente sujeto a las perturbaciones; la ocurrencia de fenómenos incluso menores puede obstaculizar la movilidad de las personas y el transporte de mercadería. La movilidad representa en sí un interés mayor, pero frágil, para la ciudad, al que los gestionarios dan gran importancia, un interés que conviene preservar a toda costa.

Dentro de esta perspectiva, se le ha dado más énfasis a las infraestructuras clave de la movilidad en la medida en que la pérdida de su operatividad perturbaría las comunicaciones y podría comprometer la accesibilidad de algunos sectores, perjudicial para el funcionamiento urbano. La situación es tanto más crítica si las infraestructuras claves son vulnerables y tanto más problemática si dichos

sectores incluyen funciones urbanas estratégicas (grandes centros hospitalarios, algunos establecimientos educativos, edificios administrativos centrales, equipos neurálgicos de logística urbana, empresas pilares de la economía local...) que deben ser accesibles para garantizar su servicio y asegurar su rol.

La primera pregunta que se ha planteado ha sido la de conocer cuáles son las infraestructuras clave de la movilidad y dónde están localizadas. Previamente esto ha implicado un análisis de los movimientos cotidianos de personas y del sistema de transporte. La segunda pregunta ha sido la de conocer cuáles son las vulnerabilidades de estas infraestructuras clave, vulnerabilidades que las predisponen a daños, a fallas. Se han seleccionado seis formas de vulnerabilidades definidas en el marco del programa: (1) la vulnerabilidad intrínseca, (2) la dependencia, (3) la exposición a las amenazas y la susceptibilidad de daño, (4) la capacidad de control, (5) las alternativas y (6) la preparación a las crisis. La tercera interrogante ha sido la de conocer cuáles son los posibles riesgos por el Distrito teniendo en cuenta la posible reducción de la accesibilidad de los diferentes espacios metropolitanos atribuible a la pérdida de operatividad de las infraestructuras clave de la movilidad. Se han considerado diferentes escenarios poniendo en perspectiva las repercusiones espaciales conjeturadas a escala del Distrito. El conjunto del método dividido en cuatro grandes secciones aparece en la figura 2.

147

## **4. Principales resultados del análisis**

### **4. 1. Movilidad de las personas que prevalece en el DMQ**

En el campo de la movilidad, la explotación de una encuesta origen-destino y sobre todo la cartografía de los flujos, de las afluencias, de los motivos de desplazamientos por zona, ha constituido un aporte innegable para los gestionarios municipales del transporte. Igualmente, la digitalización de las redes de transporte público (líneas de buses) para el conjunto de la ciudad ha sido una gran novedad en Quito. Estos resultados han sido integrados en el diagnóstico del Plan Maestro de Transporte (MDMQ/DMT, 2002). En paralelo, la constitución de la base de datos georeferenciados *Movilidad* sirve hoy de soporte para la gestión y planificación del transporte y también para la instalación de un observatorio de la movilidad. De manera general, este primer estudio permitió considerar al transporte y a las redes en relación al conjunto de la aglomeración y no solamente a escala de la ciudad *stricto sensu* sobre la que trabajaban hasta entonces los gestionarios municipales de transporte.

Los desplazamientos han sido analizados en tres escalas: entre el Distrito de Quito y el resto del país (fig. 3), entre la ciudad y su periferia (fig. 4), y en el interior mismo de la ciudad (fig. 5). Este análisis se basa esencialmente en

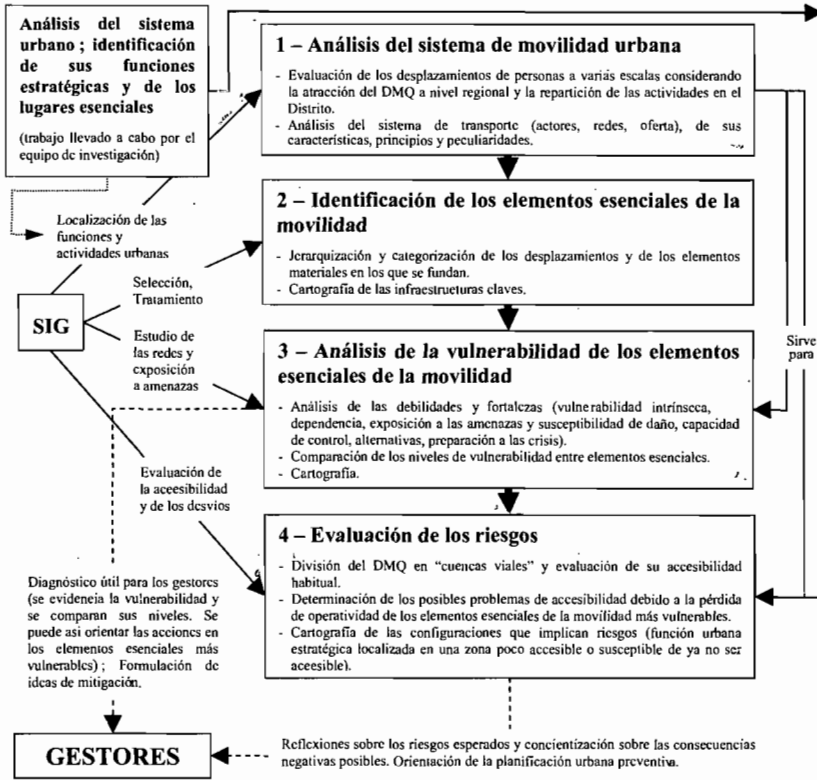


Figura 2 – Síntesis del método de análisis de riesgo considerando la cuestión de la movilidad. Programa «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito»

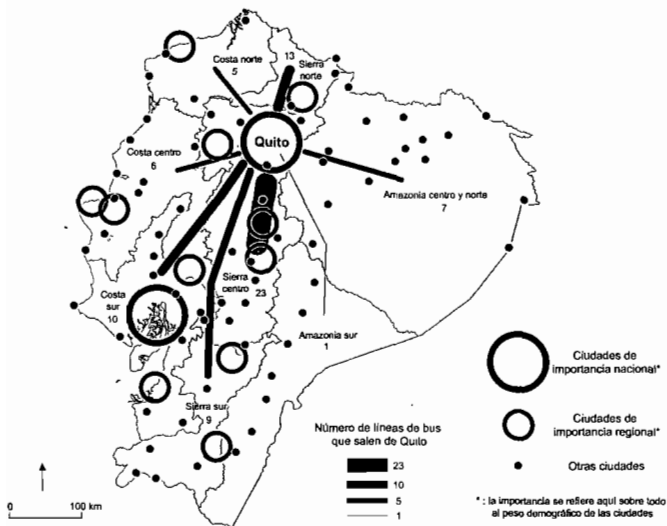


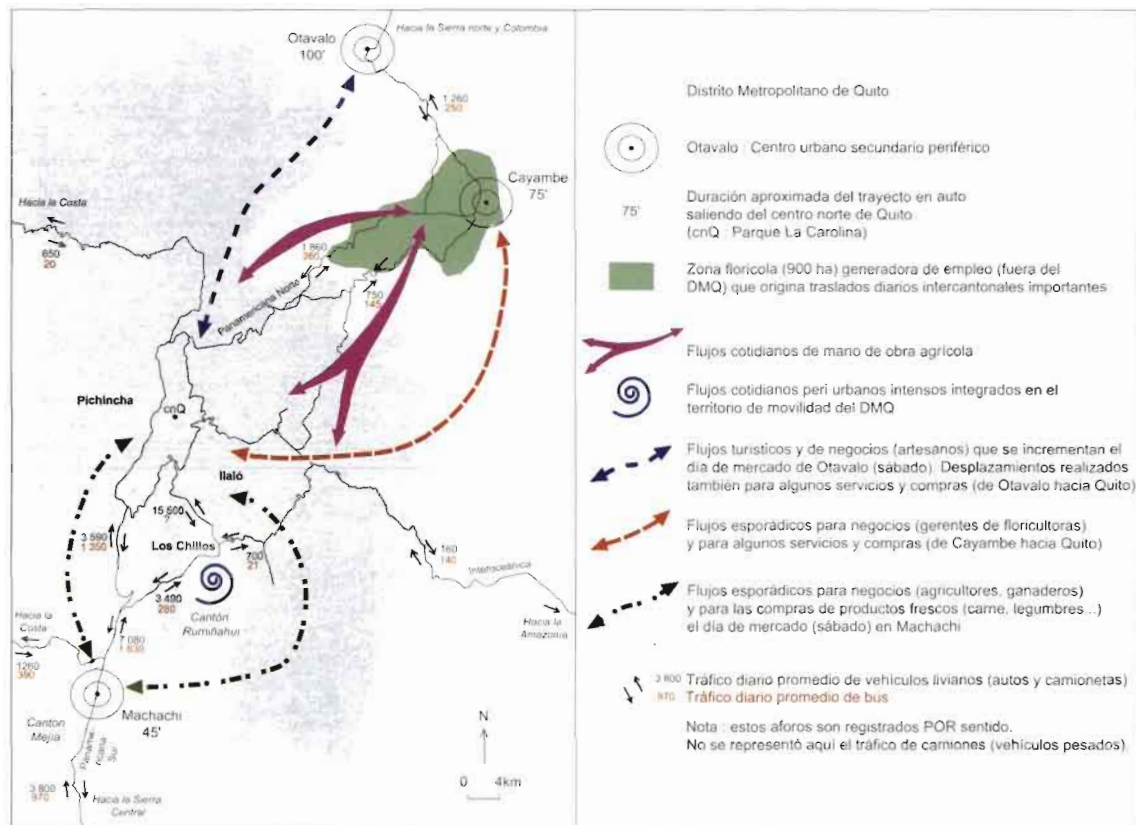
Figura 3 – Conexiones interprovinciales en bus desde Quito

Fuentes: terminal terrestre de Cumandá, INEC – 2001



# Balance de los estudios urbanos (1985-2005)

## La cooperación IRD-Municipio de Quito



**Figura 4 – Principales desplazamientos de personas entre el Distrito Metropolitano de Quito y su periferia cercana**

Fuentes: DMT, MOP, HCPP, investigaciones personales

los trayectos realizados en transporte público que toma a su cargo 80 % de la demanda cotidiana en el interior del Distrito y que garantiza la mayoría de los intercambios entre provincias dada la baja tasa de motorización nacional (5 vehículos por 100 habitantes en 2001). El DMQ mantiene intercambios intensos con los dos tercios del sur del país en donde están localizados los otros principales polos urbanos, entre ellos Guayaquil. Los intercambios entre el Distrito y las ciudades cercanas (Cayambe, Otavalo, Machachi) son también numerosos y reflejan la atracción de la capital a escala regional. Todos los días se registran cerca de dos millones de desplazamientos en transporte público en la aglomeración, de los cuales 150 000 movimientos pendulares entre la ciudad de Quito y su periferia, valores subestimados puesto no se ha tomado en cuenta el transporte intercantonal. El análisis de las lógicas y de los fundamentos de la movilidad a partir de la distribución de las funciones en el seno del DMQ, ha puesto también en exergo la fuerte concentración de las actividades en el espacio central y algunas formas de dependencias funcionales; las periferias suburbanas dependen en forma bastante alta de la ciudad y en el interior mismo de la ciudad, los espacios norte y sur se muestran particularmente dependientes respecto del espacio central en el cual se han registrado casi 700 000 desplazamientos cotidianos en bus.

#### 4. 2. Sistema de transporte metropolitano (actores, redes, oferta)

Tanto en el campo de las vías públicas como en el de los transportes, varios actores desempeñan un rol en diferentes escalas en el seno del DMQ. El sistema de actores que intervienen en materia de vías públicas depende del encastramiento complementario de los poderes municipal (EMOP-Q), provincial (HCPP) y central (MOP). Si las competencias en materia de transporte público son claras con la presencia de dos actores principales, el Municipio por un lado (DMT, EMSAT) y la Policía Nacional por el otro (CNT, CPTP), se constata en cambio una cierta superposición de las prerrogativas en la gestión y el control del tráfico, debido en parte a una confusión jurídica y en parte debido al carácter relativamente reciente de la transferencia de responsabilidades en beneficio del Municipio<sup>8</sup>. Este cambio reciente explica la permanencia del doble sistema de señalización eléctrica que impide una óptima gestión del tráfico en la ciudad.

Por su lado, la red vial ha conocido un crecimiento sostenido ligado a la expansión urbana que comenzó en los años 1920. En 80 años, la longitud de la red vial de la aglomeración de Quito se ha multiplicado por 22 aproximadamente. En

<sup>8</sup> El transporte público urbano e interparroquial en el distrito Metropolitano de Quito es exclusiva responsabilidad del Municipio desde que se dio la Ley del Régimen del Distrito Metropolitano de Quito en 1993.

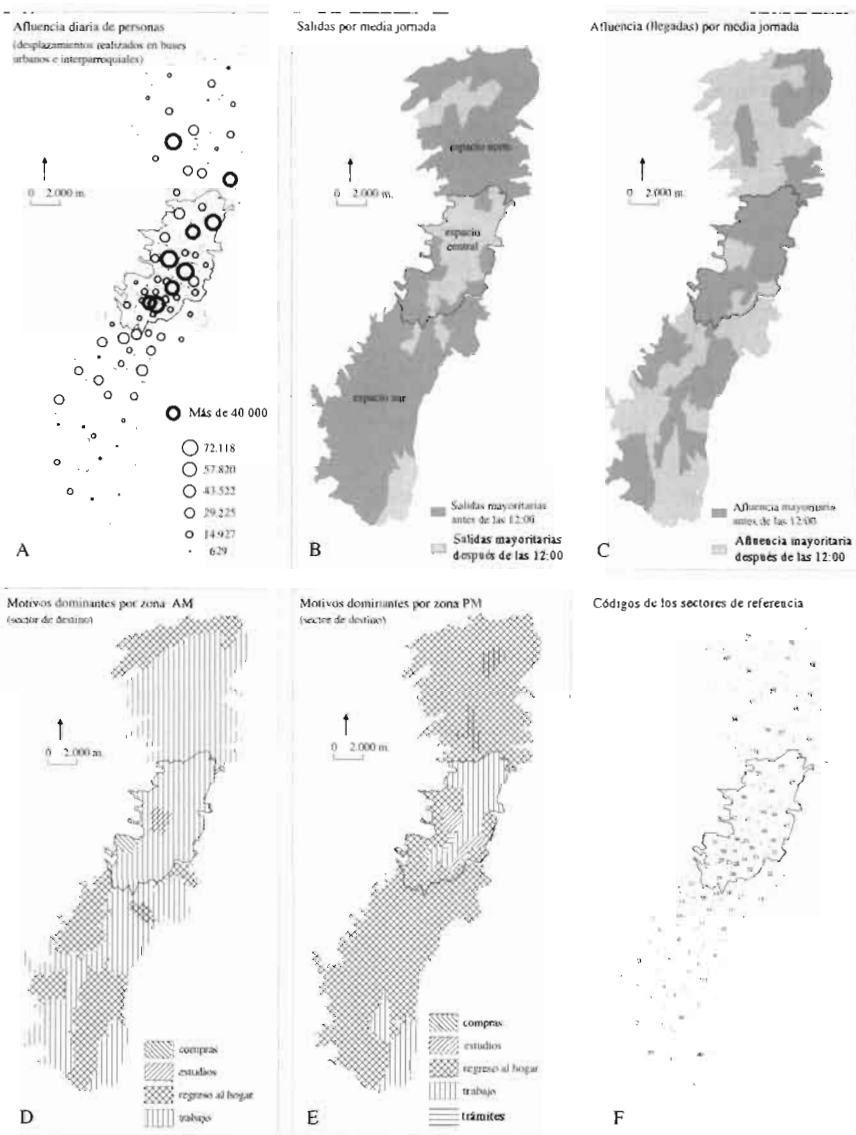


Figura 5 – Afluencias, salidas y motivos de desplazamientos de personas efectuados en buses urbanos e interparroquiales en la ciudad de Quito

Fuente: encuesta OD, UPGT, 1998

un primer momento su extensión ha concernido sobre todo a la ciudad *stricto sensu* antes de concernir a los valles suburbanos orientales. El desarrollo de las periferias se ha hecho posible gracias a fuertes inversiones viales y a la elevación de la tasa de motorización de las familias. Estos dos fenómenos están directamente ligados al maná financiero producto de la exportación del petróleo que tuvo gran auge a fines de los años 1960. Se ha realizado igualmente una jerarquización funcional de la red vial que permite individualizar los ejes estructurantes, los ejes principales y la red secundaria. En lo que atañe a la repartición de obras de tipo vial (puentes, túneles), estas están concentradas sobre todo en la mitad norte de la ciudad, actualmente en fase de reordenamiento con la construcción de numerosos intercambios y pasos deprimidos previstos en el plan maestro (fig. 6).

Quito cuenta también con un conjunto de equipos sobre los cuales descansa el transporte público (terminal terrestre interurbano de Cumandá, terminales de transportes urbanos, interparroquiales, intercantonales, y tres estaciones grandes de transferencia del trolebús) (figs. 7 y 8). La mitad norte de la ciudad concentra también la mayoría de estaciones de servicio de combustibles. Esto se explica por su muy alta frecuentación diurna asociada a su posición de hipercentro. En la mitad norte de la ciudad el parque automotor es también el más grande a escala de la aglomeración.

Recurrir a un medio de locomoción motorizado es indispensable actualmente en la ciudad de Quito; de acuerdo a nuestros cálculos, un quiteño efectúa en promedio once kilómetros en bus desde su domicilio hasta su centro de trabajo. En 2001, los 2 340 buses urbanos aseguraban 77 % de la demanda cotidiana registrada en el transporte público y el trolebús asegura por su parte 11 % de ella. A escala de la aglomeración, la mayoría de los movimientos se registra en el interior de la ciudad *stricto sensu*. El servicio de transporte público está principalmente en manos del sector privado que posee 95 % del total de las unidades en circulación. El transporte de personas en Quito está caracterizado por una atomización de la oferta y tenía todavía 59 operadores urbanos y 29 interparroquiales en 2001. La existencia de una diferencia de estatutos jurídicos (cooperativas y compañías) tiene una implicación directa en materia de calidad de servicio propuesto y participa en la muy fuerte competencia en la que se libran la multitud de operadores entre sí, provocando inseguridad y contaminación. Frente a este problema, el municipio ha impulsado desde 1996 el reagrupamiento de los operadores privados en compañías y desde 2002, ha impuesto una renovación de la flota en beneficio de buses de mayor capacidad. En lo que atañe a la disposición de las redes de transporte público, estas responden a una lógica esencialmente nortesur en la ciudad y están estructuradas a lo largo de los ejes centro/periferia en las partes suburbanas. Instaurada en 1993, la municipalización de la tutela de los transportes urbanos, inicialmente en manos de la Policía Nacional, ha originado



Figura 6 – Construcción de un intercambio vial en la unión de las avenidas América y Naciones Unidas

Cliché: T. Serrano, febrero 2004



Figura 7 – Estación Morán Valverde

Centro de transferencia entre el trolebús y las líneas alimentadoras (buses «integrados»), situado al extremo sur de la ciudad

Cliché: F. Demoraes, diciembre 2002

Red integrada del trolebús:  
colector central y líneas alimentadoras



Redes centrales del Trole y de la Ecovia  
Ciudad de Quito - 2001

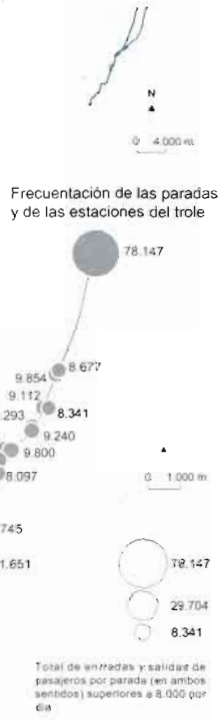
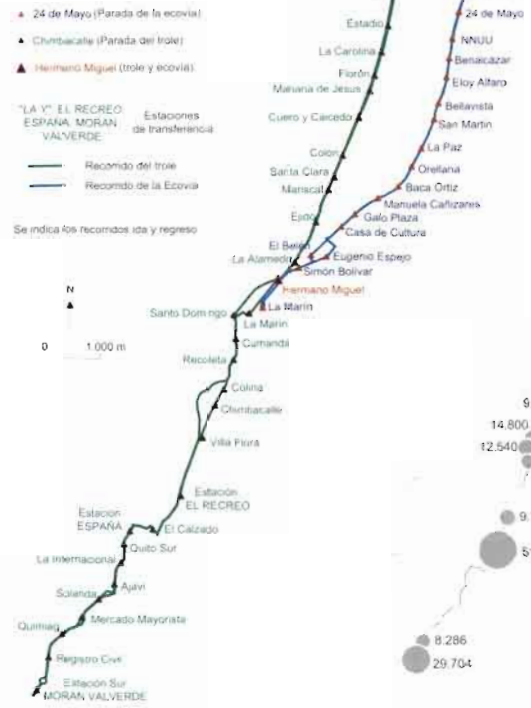


Figura 8 – Configuración de las redes de transporte público integrado y frecuentación del eje del trolebús

una verdadera revolución en el seno de la ciudad con la instalación del trolebús con un carril de uso exclusivo y del sistema integrado actualmente en curso de extensión. Este sistema parece haber traído mejoras sensibles, particularmente un transporte más rápido, conexiones más fáciles y una reducción de las emisiones de monóxido de carbono. Finalmente, si el transporte público asegura aún 80 % de la demanda cotidiana, el lugar del automóvil no deja de crecer en el DMQ. El parque automotor prácticamente se ha duplicado entre 1990 y 2001 llegando a cerca de 200 000 vehículos (fig. 9). Hoy en día, más de 40 % del parque nacional ecuatoriano circula en el Distrito aún cuando este sólo alberga al 15 % de la población nacional.

#### 4. 3. Identificación de los elementos esenciales de la movilidad

A partir del análisis previo, se ha utilizado un método experimental desarrollado en el marco de esta investigación doctoral, para identificar y cartografiar los elementos materiales (infraestructuras viales y equipos de transporte) que cumplen un rol de primera importancia para los desplazamientos de personas a escala de la aglomeración. El método se basa en una jerarquización y una clasificación de las infraestructuras y toma en consideración varios criterios (volumen del tráfico, frecuentación, utilidad e importancia en la red, dimensión de las obras, redundancia de las infraestructuras...)

En la categoría de los ejes clave, se han seleccionado (fig. 10) dos de los cuatro

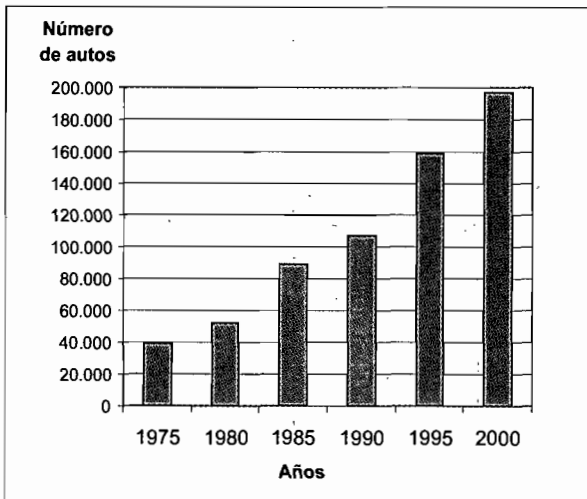


Figura 9 – Evolución del parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito (1975-2000)

Fuente: JPTP

accesos al Distrito (Panamericana Sur y Norte), tres de los cuatro ejes centro-periferia (la carretera que lleva a Calderón, la carretera que lleva a Tumbaco, la autopista que lleva al valle de Los Chillos). En la ciudad se ha seleccionado la mayor parte de las principales avenidas norte-sur; se trata de las avenidas Mariscal Sucre, Prensa, Galo Plaza Lasso, 10 de Agosto, Shyris, América, Velasco Ibarra, Napo, Maldonado, Tnte. Hugo Ortiz. Algunas arterias transversales (este-oeste) también forman parte de los ejes clave; se trata de las avenidas Diego Vásquez, Granados, Eloy Alfaro (tramo sur), Universitaria, Patria, Pichincha, Rodrigo de Chávez. Los tres túneles (San Juan, San Roque y San Diego) son también infraestructuras esenciales para las comunicaciones así como 43 puentes situados sobre los ejes clave. Finalmente también son elementos esenciales los nodos de las redes de transporte público; se trata del intercambiador vial El Trébol, de la Plaza de Argentina, de La Marín, del terminal terrestre de Cumandá y de tres estaciones de transferencia del trole. Fuera de estos ejes, la mayoría de los elementos clave de la movilidad está concentrada en el espacio central y más particularmente en la periferia del centro histórico hasta la avenida Patria al norte.

#### **4. 4. Vulnerabilidad de los elementos clave de las redes viales y de transporte**

Para tener en cuenta su complejidad, la vulnerabilidad de los elementos clave de las redes viales y de transporte ha sido analizada según seis formas (intrínseca, dependencia, exposición a las amenazas, alternativas, capacidad de control, preparación a las crisis). Este método<sup>9</sup> que considera a la par los factores que acentúan y contrapesan la vulnerabilidad, se basa en amplia medida en las informaciones entregadas por los técnicos y gestionarios encargados del transporte. Los términos usados son por lo tanto los suyos y se refieren a infraestructuras sobre las que tienen manejo directo. En este sentido los interesados hacen suyo el análisis con mayor facilidad (en todo caso mucho más que un estudio científico referente solamente a la exposición de la ciudad a las amenazas). En paralelo, se han utilizado diversos tratamientos SIG para completar el análisis de vulnerabilidad (exposición a las amenazas, localización en relación a los itinerarios de transporte de productos peligrosos, conexidad, sinuosidad y pendiente de los tramos viales...). La lectura cruzada de las diferentes formas de vulnerabilidades ha permitido poner en exergo los elementos clave que son particularmente vulnerables (este es el caso cuando las vulnerabilidades son altas y escasamente compensadas), es decir aquellos que son más susceptibles de dejar



<sup>9</sup> Método desarrollado en el marco del programa general, y aplicado en otros campos (economía, población, red eléctrica y de aducción de agua potable...).



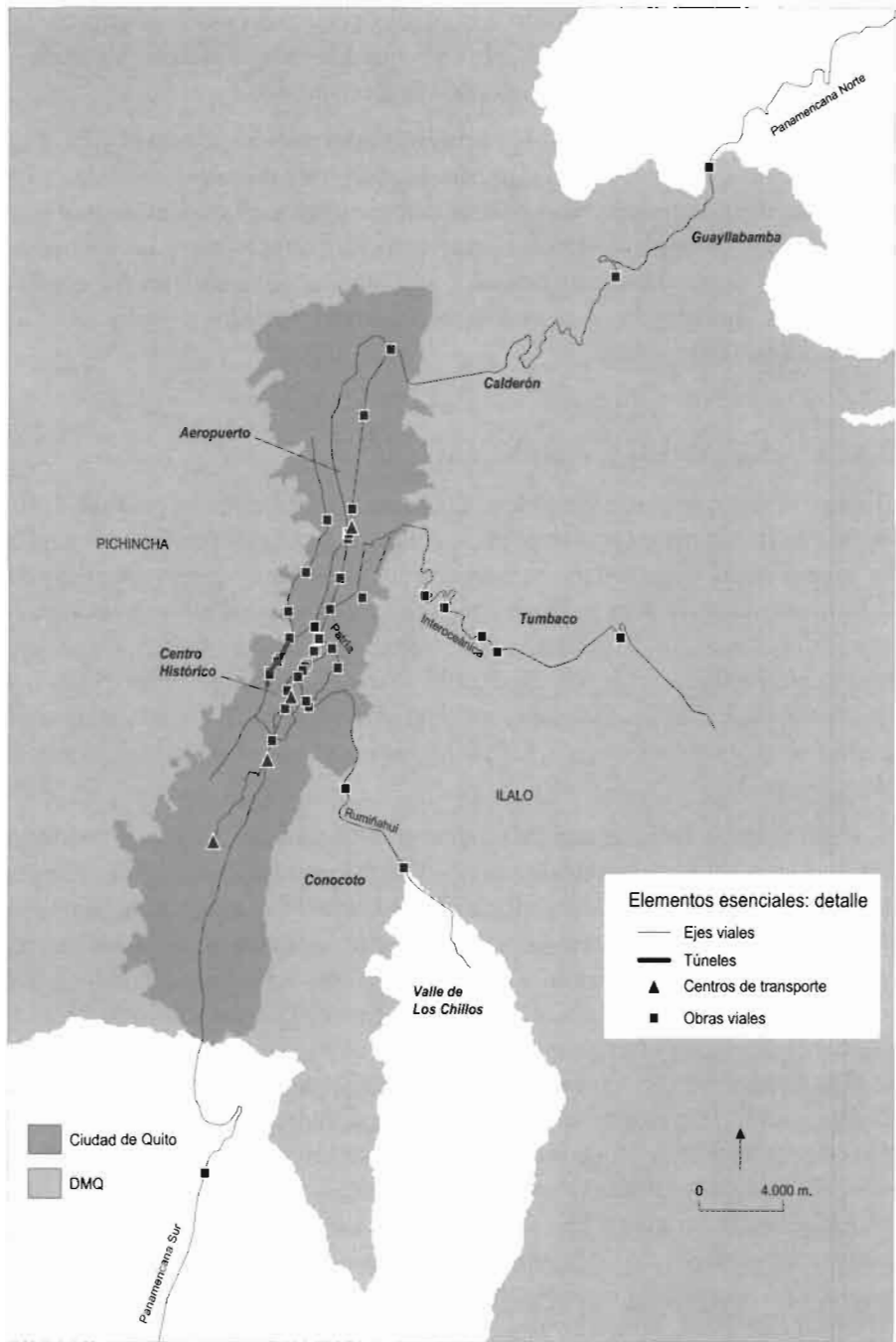


Figura 10 – Infraestructuras clave de las redes viales y de transporte – DMQ.

Fuente: Demoraes, 2004

de funcionar o de dejar de cumplir con su rol y perturbar considerablemente las comunicaciones, elementos clave sobre los que habría que efectuar de manera prioritaria acciones locales de reducción de vulnerabilidad.

El acumulado de las seis formas de vulnerabilidad ha sido cartografiado (fig. 11). De este análisis se nota que, al compararlos con los otros elementos clave, los grandes centros de transporte se muestran menos vulnerables pues no alcanzan vulnerabilidad acumulada «alta» o «muy alta». En cambio entre los elementos clave del aparato circulatorio urbano (ejes, puentes, túneles), resulta que los accesos a la ciudad y los túneles alcanzan los niveles «alto» y «muy alto» de vulnerabilidad acumulada.

158

#### **4. 5. Vulnerabilidad de la accesibilidad**

El impacto del cierre de un eje clave, las consecuencias de la suspensión de un servicio de transporte en una línea principal serán tanto más penalizantes para la ciudad por cuanto estos elementos clave permiten acceder a lugares esenciales para su funcionamiento y para su desarrollo. Los lugares esenciales son espacios que reúnen funciones urbanas estratégicas en diferentes campos (salud, educación, economía...) por lo que deben ser accesibles para poder cumplir con su rol. Los lugares esenciales del Distrito de Quito han sido identificados y presentados en la obra: *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* (D'Ercole & Metzger, 2002).

En el Distrito, la accesibilidad habitual es muy heterogénea y está limitada en ciertos sectores, lo que plantea desde ya dificultades cotidianas. Dicho esto, es sobre todo la reducción de la accesibilidad ligada a las fallas de las infraestructuras claves de las redes viales y de transporte, que pueden ocurrir a causa de deficiencias intrínsecas o de algunos fenómenos externos (sismo, avalancha de lodo, grave accidente vial, manifestaciones, disfuncionamiento en el sistema de semáforos...), que hace presagiar graves problemas habida cuenta del aislamiento previsible de algunas zonas o de la amplitud de los desvíos que habría que efectuar para acceder a ellos. Para ubicar las zonas cuya accesibilidad corre el riesgo de estar más comprometida, se ha considerado la localización de los elementos clave de la red vial más susceptibles de volverse inoperantes dada su «alta» o «muy alta» vulnerabilidad acumulada. Los niveles de reducción posible de accesibilidad de las diferentes zonas del DMQ han sido evaluados y cartografiados (fig. 12). Las zonas que se muestran más expuestas a un aislamiento aunque sea parcial son: Oyacoto, Cumbayá, Miravalle y San Juan.

#### **4. 6. Reflexión sobre los posibles riesgos**

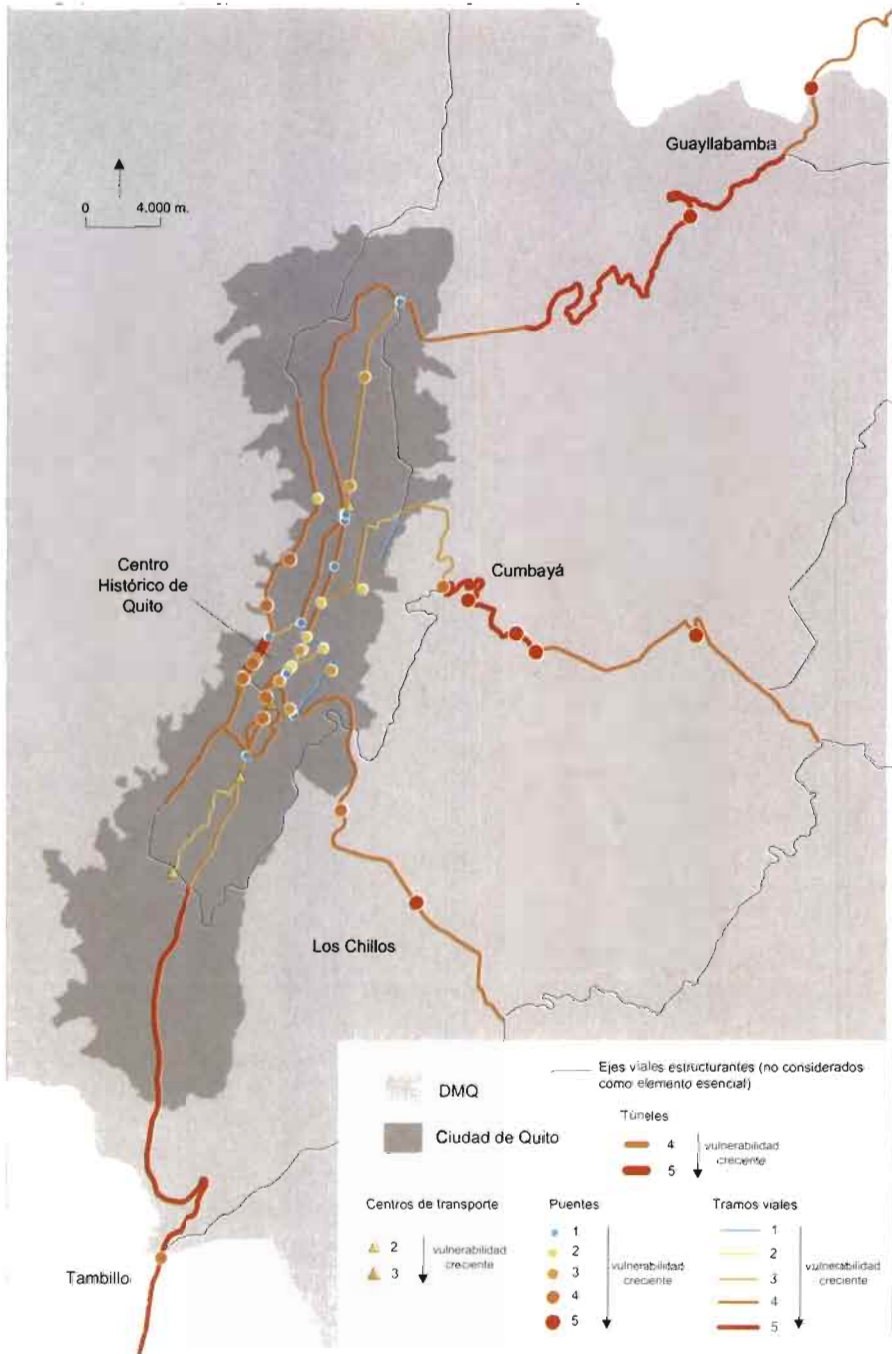


Figura 11 – Vulnerabilidad acumulada de los elementos clave de las redes viales y de transporte  
Fuente: Demoraes, 2004

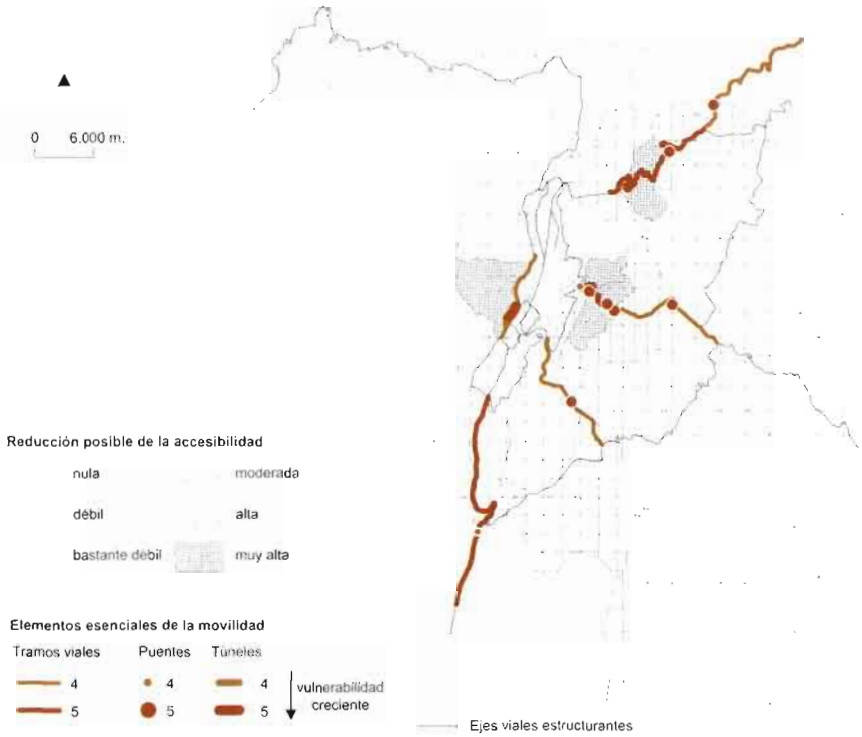


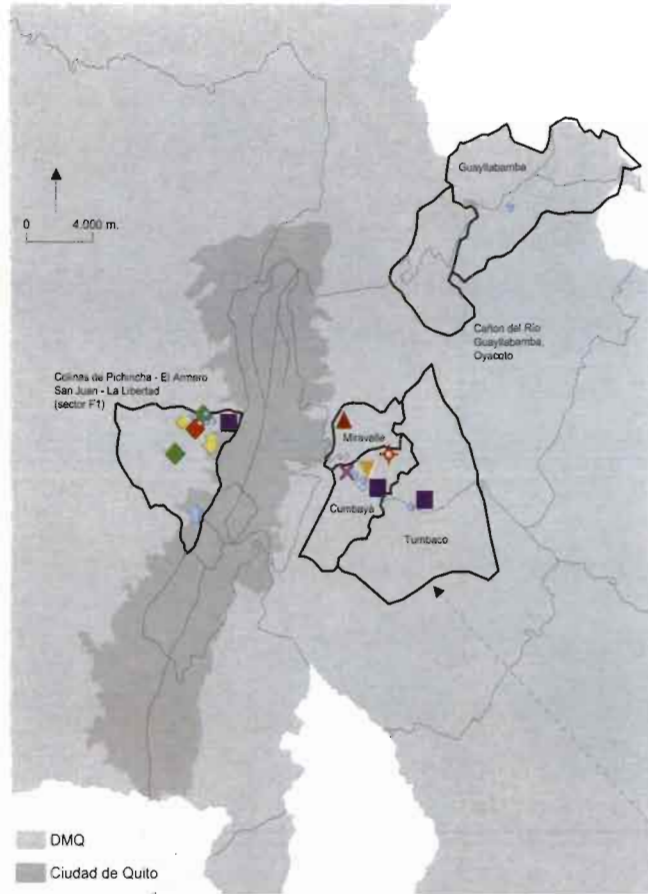
Figura 12 – Nivel de reducción posible de la accesibilidad de las zonas en el interior del DMQ en caso de pérdida de operatividad de los elementos clave más vulnerables de la red vial

Fuente: Demoraes, 2004

Para la evaluación de los riesgos se han considerado varios escenarios. Presentamos un solo ejemplo en este texto: el de los posibles riesgos por el Distrito habida cuenta de la localización en las zonas más expuestas a un aislamiento, aunque sea parcial, de funciones urbanas estratégicas para el Distrito Metropolitano de Quito (fig. 13). Este ejemplo es fruto de una situación excepcional, que no se ha dado hasta la fecha, pero que no deja de tener sentido en la medida en que fenómenos susceptibles de provocar daños mayores pueden afectar el área metropolitana. Por ejemplo, la erupción del volcán Cotopaxi y los lahares asociados neutralizarían

# Balance de los estudios urbanos (1985-2005)

## La cooperación IRD-Municipio de Quito



### Instalaciones y actividades esenciales para el funcionamiento del Distrito

#### Educación

- ▲ Universidad San Francisco

#### Salud

- ▼ Clínica La Primavera

#### Abastecimiento y distribución de alimentos

- ⬆ Mercado de interés metropolitano (San Roque)
- ⬆ Supermercados o mercados

#### Abastecimiento y distribución de electricidad

- ⬆ Planta de producción hidroeléctrica de Cumbayá
- ⬆ Subestación Selva Alegre

#### Telecomunicaciones (antenas)

- ⬆ 911 y servicio del trolebús (antena común)
- ⬆ Bomberos
- ⬆ E.E.Q (Empresa Eléctrica de Quito)
- ⬆ Antena radio o de televisión

#### Economía

- Grandes empresas de vanguardia

#### Administración municipal

- ⊗ Administración zonal de Tumbaco

Ejes viales mayores

Zona susceptible de experimentar una fuerte o muy fuerte disminución de su accesibilidad

**Figura 13 – Localización de funciones urbanas estratégicas para el DMQ en las zonas susceptibles de conocer una alta o muy alta reducción de su accesibilidad**

Fuente: Demoraes, 2004

tres de los cinco principales acceso a la ciudad al arrastrar los puentes de la Panamericana Norte, de la Carretera Interoceánica y de la autopista Rumiñahui. Únicamente los accesos por la Panamericana Sur y por la carretera nororiental (La Independencia-Calacalí) permanecerían operativos (Demoraes, 2002). Por su lado, un sismo fuerte podría provocar el cierre de los accesos principales, habida cuenta del desplome de las infraestructuras viales que tienen un tablero aéreo. En efecto, frente a un sismo muy severo (PGA= 0,40 g) un tercio de las 90 infraestructuras registradas en el Distrito tienen más de 50 % de probabilidades de tener daños moderados, extensos o completos (Atiaga & Demoraes, 2002). En consecuencia los cuatro accesos por la Panamericana Norte, la Carretera Interoceánica, la autopista Rumiñahui y la Panamericana Sur se encontrarían probablemente fuera de servicio. El acceso se mantendría probablemente por la carretera nororiental y por la antigua carretera a Conocoto (desde el valle de Los Chillos).

La imposibilidad de acceder a una función urbana estratégica deja entrever disfuncionamientos más o menos graves. Por ejemplo, la imposibilidad de llegar a la universidad San Francisco (fig. 13) en la que están inscritos cerca de 3 000 estudiantes (o sea 5 % de los efectivos de la enseñanza superior metropolitana) y en la que trabajan varios centenares de personas (cuerpo docente, administrativo y técnico) engendraría perturbaciones notorias de los cursos educativos, tanto más porque algunas materias solo son enseñadas en este establecimiento<sup>10</sup>, además de reducciones de salarios debidas a los despidos técnicos coyunturales en caso de aislamiento prolongado. En el mismo orden de ideas, una ruptura de accesibilidad podría afectar duramente la economía del Distrito teniendo en cuenta los problemas que confrontarían las empresas, en particular las empresas grandes que son las que emplean más de 20 personas y cuyo campo de actividad corresponde a los sectores de punta o a los sectores ampliamente representados en el Distrito que contribuyen a su desarrollo (comercio, construcción, servicios a las empresas, floricultura, industrias ...)<sup>11</sup>. De manera general para una empresa, el hecho de ver comprometida su accesibilidad contribuye en la mayoría de los casos a crearle un perjuicio. En efecto sus empleados podrían tener dificultades para venir a trabajar y las materias primas que necesita podrían ya no ser entregadas. Podría, además, ya no poder enviar sus producciones. Los riesgos inducidos son pues pérdidas de empleo, beneficios previstos no obtenidos, pérdida de competitividad. Se ha registrado, en los sectores más vulnerables, a tres grandes empresas que dan trabajo a aproximadamente 500 personas. Se encuentra una lógica similar con los puntos de venta de alimentos organizados



<sup>10</sup> Instrumentación biomédica, Microbiología, Psicología transpersonal.

<sup>11</sup> Esta definición es la que da nuestra contraparte formada por economistas municipales.

en flujos tendidos, en particular para los productos perecederos. Una pérdida de accesibilidad provocaría un desabastecimiento y globalmente una baja en la clientela. En los seis sectores seleccionados se encuentran cinco centros principales de distribución, entre los cuales el mercado mayorista San Roque (fig. 13).

En función del escenario considerado (sismo, caída de cenizas, lahar), no solamente podría verse comprometida la accesibilidad a las funciones urbanas estratégicas. En efecto algunos fenómenos podrían igualmente engendrar daños a las funciones mismas, fuera de aquellos daños ocasionados a las infraestructuras viales. En este caso, el acceso a las funciones urbanas estratégicas sería tanto más crucial por cuanto habría que proceder a reparaciones con el objetivo de reiniciar los sistemas y mantener los servicios. En los seis sectores seleccionados se ha repertoriado dos grandes instalaciones del sistema eléctrico metropolitano y gran número de antenas de comunicaciones. El Distrito cuenta con 59 antenas, 14 de las cuales se encuentran en las alturas de la ciudad, en el sector F1 (San Juan, La Libertad), sector habitualmente poco accesible y susceptible de encontrarse aislado (fig. 13). Esta situación puede plantear problemas si acaso se hacen necesarias intervenciones para remediar las averías. Este caso es tanto más preocupante por cuanto esas instalaciones pertenecen a gestores de crisis (célula de crisis del 911, bomberos) y a algunos organismos que se encargan de los servicios primordiales tales como la Empresa Eléctrica de Quito (EEQ) y la Unidad Operativa del Servicio del Trolebús (UOST). El daño de las antenas, difícil de resolver, teniendo en cuenta su escasa accesibilidad podría provocar disfuncionamientos significativos en las telecomunicaciones lo que sería perjudicial para la organización de los socorros, pero también para el mantenimiento de algunos servicios. En los sectores privados de electricidad, la EEQ, que tiene dos antenas en el sector F1, podría encontrar dificultades para coordinar las intervenciones de sus equipos de técnicos en el terreno. La UOST podría igualmente encontrar graves problemas para mantener en funcionamiento el trole. En efecto, este servicio de transporte, habida cuenta que las unidades se suceden a un ritmo muy sostenido y de los numerosos obstáculos susceptibles de ocurrir a lo largo de su recorrido, no puede funcionar sin radio ayuda. La puesta fuera de servicio de las antenas de radio y televisión podría también impedir la difusión de las informaciones a los ciudadanos sobre las medidas y actitudes a tomar en caso de siniestro.

En cuanto a las dos grandes instalaciones del sistema eléctrico metropolitano, es probable que podrían ocurrir cortes de electricidad a causa de sus fallas. Para evaluar su posibilidad de fallas se ha utilizado un estudio realizado por D'Ercole & Metzger (2004). Este estudio presenta la vulnerabilidad de las infraestructuras esenciales del sistema eléctrico del Distrito de Quito, vulnerabilidad que se presenta según las seis formas seleccionadas en todos los campos analizados (intrínseca, exposición a las amenazas y susceptibilidad de daño, dependencia

frente a otros sistemas, capacidad de control, preparación a las crisis, alternativa de funcionamiento). En una escala que va de 1 (vulnerabilidad nula o muy débil) a 5 (vulnerabilidad máxima), el transformador de alta/media tensión Selva Alegre situado en la zona F1 (fig.13), presenta solamente una vulnerabilidad acumulada de nivel 2 (vulnerabilidad bastante débil). En cambio, la central de producción hidroeléctrica de Cumbayá está asociada a una vulnerabilidad acumulada igual a 4 (alta vulnerabilidad). Los riesgos de fallas y las averías eléctricas inducidas son pues comparativamente más probables en el segundo caso.

164

### Conclusión y perspectivas de la investigación

Esta investigación que tiene necesariamente sus limitaciones<sup>12</sup> y que no habría podido ser efectuada sin el apoyo incondicional de nuestra contraparte municipal, en la medida en que esta última nos permitió acceder a la información de sus diferentes servicios y de otros organismos, ha recibido una acogida extremadamente favorable con ocasión de su presentación en Quito, en octubre de 2004. Esta investigación aplicada que se basa en el establecimiento de una metodología específica dirigida hacia los elementos esenciales, noción central en la definición del riesgo, es objeto de una publicación reciente en castellano (Demoraes, 2005). Este estudio ha permitido, en primer lugar, profundizar el conocimiento de la movilidad de las personas en el seno de la capital del Ecuador<sup>13</sup> y ha propuesto un análisis funcional detallado de la red vial teniendo en cuenta la distribución de la población y de las actividades urbanas. Ha permitido además aportar una nueva reflexión sobre los riesgos confrontados a los cuales está expuesta una ciudad teniendo en cuenta las reducciones posibles de accesibilidad ligadas a la pérdida de operatividad de los elementos clave más vulnerables de la red vial urbana. En este sentido, el análisis puede servir a señalar las medidas que hay que tomar en periodo de crisis (por ejemplo, en caso de sismo, sabiendo que algunos puentes clave tienen mayor probabilidad de derrumbarse, es posible priorizar el restablecimiento de las conexiones esenciales reconstruyendo primero estos puentes). Los esclarecimientos sobre los posibles riesgos dan también pistas en materia de planificación preventiva. Se podría pensar hacer algunas inversiones en materia de vías para mejorar la accesibilidad de algunos sectores que tienen las funciones urbanas estratégicas más expuestas al aislamiento. A este respecto, la construcción de la carretera de acceso al nuevo aeropuerto permitirá reducir

<sup>12</sup> Estas limitaciones se refieren a la falta de precisión de los mapas de amenazas, al carácter experimental de los métodos de identificación de las infraestructuras claves de las redes vial y de transporte y del acumulado de vulnerabilidades, al hecho que el transporte de mercadería no haya sido tomado en cuenta...

<sup>13</sup> Anteriormente no existía ninguna síntesis sobre este tema.



considerablemente las posibilidades de aislamiento en el valle de Tumbaco y Cumbayá.

La reproducción del método podría ser considerada en otras ciudades de América Latina, con algunas adaptaciones en función del contexto local y también en función del tamaño de la ciudad. En efecto, en otras ciudades existen otros modos de transporte público (metro, tren de cercanías, tranvía...) y las infraestructuras clave (como también sus vulnerabilidades) serán por consiguiente diferentes. Por otro lado, en ellas el lugar del automóvil también puede ser mucho más importante que en Quito. En lo que atañe a la identificación de los elementos materiales esenciales de la movilidad, la aplicación del método en metrópolis más grandes implicaría la definición de niveles diferentes en la medida en la que la noción de elemento esencial está estrechamente asociada a la noción de escala. Finalmente, proceder a optimizar el método, recurriendo por ejemplo al tratamiento de imágenes satelitales, permitiría facilitar la ubicación de los lugares esenciales (zona industrial, sector de concentración de antenas de telecomunicaciones, zonas comerciales...).

### **Lista de las siglas**

CNT:	Consejo Nacional de Tránsito
CPTP:	Consejo Provincial de Tránsito de Pichincha
DMQ:	Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ)
DMT:	Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad (MDMQ)
DMTV:	Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (MDMQ)
DNT:	Dirección Nacional de Tránsito (Policía Nacional del Ecuador)
EEQ:	Empresas Eléctrica de Quito
EMOP-Q:	Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito (MDMQ)
EMSAT:	Empresa Metropolitana de Servicio y Administración de Transporte (MDMQ)
HCPP:	Honorable Concejo Provincial de Pichincha
IGM:	Instituto Geográfico Militar
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
IRD:	Institut de Recherche pour le Développement (ex-Orstom)
JPTP:	Jefatura Provincial de Transporte de Pichincha (Policía Nacional del Ecuador)
MDMQ:	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
MOP:	Ministerio de Obras Públicas
SIG:	Sistema de Información Geográfico

UPGT: Unidad de Planificación y Gestión del Transporte (MDMQ), hoy EMSAT

## Referencias citadas

ATIAGA, G. & DEMORAES, F., 2002-2003 – *Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico - Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS®99 al contexto ecuatoriano*, 127 y 67 p.; Quito: DMTV–DMT–EPN–IRD.

CHATELAIN, J.-L. et al., 1994 – Les scénarios sismiques comme outils d'aide à la décision pour la réduction des risques: projet pilote à Quito, Equateur. *RGA*, N° 4: 131-150.

D'ERCOLE, R. & METZGER, P., 2002 – *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, 216 p.; Quito: IRD/DMTV-MDMQ. Colección Quito Metropolitano.

D'ERCOLE, R. & METZGER, P., 2004 – *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*, 512 p.; Quito: IRD/DMTV-MDMQ. Colección Quito Metropolitano.

DEMORAES, F., 2002 – Situación del transporte y de las comunicaciones frente a los lahares relacionados con una erupción del volcán Cotopaxi, 7 p.; Quito: Comité de Operaciones de Emergencia.

DEMORAES, F., 2004 – *Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Équateur)*, Tesis de doctorado en geografía, Universidad de Saboya - Francia, 587 p.

DEMORAES, F., 2005 – *Movilidad, elementos esenciales y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito*, Co-edición MDMQ-IFEA-IRD, Quito.

GASTAMBIDE, A., 2000 – Équateur : de la crise bancaire de 1998 à la crise politique de 2000. *Problèmes d'Amérique Latine*, N° 36, janvier-février: 64-76.

HALL, L. M. (coordinador), 2000 – *Los terremotos del Ecuador del 5 de Marzo del 1987, Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos*, 146 p.; Estudios de Geografía, Vol. 9.

INEC, 2001 – *VI Censo de Población y V de Vivienda*; Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, .

IRD, 2005 – *SavGIS: Documentación técnica del Sistema de Información Geográfica, 1984-2005*.

MDMQ/DMT, 2002 – *Plan Maestro de Transporte para el Distrito Metropolitano de Quito (Propuesta)*; Quito. CD interactivo y folleto.

MORICONI-EBRARD, F., 1993 – *L'Urbanisation du Monde depuis 1950*, 372 p.; Paris: Edition Anthropos. Collection Villes.

NÚÑEZ, H., 1997 – El transporte en el Distrito Metropolitano - Problemática, Primer borrador - Documento de Discusión Interna, 20 p.; Quito: MDMQ/DGP. Septiembre 1997.

RGA, 1994 – Croissance urbaine et risques naturels dans les montagnes des pays en développement. *Revue de Géographie Alpine*, Grenoble, 170 p.