PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación previa a la obtención del título de

Economista

Desconcentración de la infraestructura educativa del Distrito Metropolitano de Quito y su impacto en movilidad

Diego Esteban Puente Garrido
puntoverde21@hotmail.com

Director: Diego Xavier Mancheno Ponce
diegomancheno@gmail.com

Quito, mayo de 2014

Resumen

A lo largo del día, las personas realizan una serie de actividades que tienen lugar en espacios físicos específicos. Esta investigación se enfocó en el estudio de la movilidad urbana del Distrito Metropolitano de Quito en función de la distribución geográfica de la oferta educativa. En este sentido, se recopiló la información sobre la demanda y la oferta educativa para determinar el superávit o déficit de cobertura en cada territorio del DMQ y de esta manera se analizaron los mapas de cobertura educativa con el fin de establecer los flujos de movilidad local. Este estudio proporcionó una mirada general del impacto de la distribución geográfica de las instituciones educativas sobre los flujos de movilidad en el Distrito Metropolitano. Además, se elaboraron las conclusiones sobre el fenómeno de la movilidad en función de la infraestructura educativa y se plantearon una serie de recomendaciones para mejorar los desplazamientos de los agentes. Finalmente, se invita a la realización de nuevas investigaciones con el fin de profundizar los temas abordados en esta disertación.

Palabras clave: movilidad, concentración de infraestructura, congestión vehicular, Distrito Metropolitano de Quito

Al universo, a las abejas y sus paneles hexagonales y a la capacidad de observación y creación de la humanidad.

Desconcentración de la infraestructura educativa del Distrito Metropolitano de Quito y su impacto en movilidad

Índice de tablas, figuras y gráficos 7
Abreviaciones, siglas y acrónimo 10
Glosario de términos 11
Introducción 12
Metodología de Trabajo 14
Fundamentación teórica 16
Espacio y economía: aportes a las teorías de la localización 16
El modelo de von Thünen 17
La teoría del costo mínimo 18
El método de Weber 19
Dinámicas espacio – economía 23
El paradigma competitivo 23
Competencia espacial 24
El problema de la asignación cuadrática 25
El teorema de imposibilidad espacial 27
La competencia y organización espacial de los mercados 27
Equilibrio y número de firmas en el espacio 27
La capitalización de la tierra 28
Economía del transporte 32
La congestión vehicular 32
Mercado de viajes 32
Mercado de transporte. 32
Mercado para vías. 32
Causas de la congestión 36
Características del sistema de transporte urbano 36
Automóviles 36
Condición de las vías y prácticas de conducción 37
Fundamentos teóricos y el caso de estudio 37
Análisis de la demanda y oferta educativa en el Distrito Metropolitano de Quito 39
Estructura socio-demográfica del DMQ 41
Brechas de cobertura educativa en el DMQ a nivel de distritos 44

Distrito 17D01 – Noroccidente 44
Distrito 17D02 – Calderón 46
Distrito 17D03 – La Delicia 49
Distrito 17D04 – Centro 51
Distrito 17D05 – Norte 54
Distrito 17D06 – Eloy Alfaro 56
Distrito 17D07 – Quitumbe 59
Distrito 17D08 – Los Chillos 61
Distrito 17D09 – Tumbaco 63
Resultados Generales 65
Análisis de las dinámicas territoriales 68
La movilidad en la ciudad 71
Motivo de viaje 72
Infraestructura educativa y movilidad 73
Conclusiones 84
Recomendaciones 90
Políticas públicas para la homogenización de la oferta educativa 90
Identificación de los componentes de las preferencias de la demanda educativa. 91
Análisis de cobertura educativa 91
Reordenamiento de la oferta educativa para la desconcentración 91
Políticas, estrategias y acciones para la movilidad en la ciudad 92
1. Políticas para el mejoramiento del transporte público 92
2. Políticas para fomentar el uso de transporte no motorizado 93
3. Políticas para evitar la congestión en horarios de clase 94
Articulación interinstitucional 95
Nuevas investigaciones 95
Metodología de la distribución de las instituciones educativas en el territorio 95
Análisis de inequidades y distribución de las instituciones educativas en el DMQ 96
Costeo de los flujos de movilidad 96
Referencias Bibliográficas 97
Anexo A: El modelo de von Thünen 103
Anexo B: Equilibrio competitivo en una economía espacial homogénea 107
Anexo C: Equilibrio y número de firmas en el espacio 114
La distribución espacial óptima de las firmas 116

Anexo D: elementos y principios de la economía del transporte 118
Infraestructura y servicios 118
El tiempo de los usuarios 118
Imposibilidad de almacenamiento e indivisibilidad 118
Inversión en infraestructuras 119
Competencia limitada y necesidad de regulación 119
Efectos de red 119
Externalidades negativas 119
Costos 120
Obligaciones como servicio público 120
Infraestructura y crecimiento 121

Índice de tablas, figuras y gráficos

Tabla 1. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D01 44
Tabla 2. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Noroccidente 45
Tabla 3. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Noroccidente 45
Tabla 4. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D02 47
Tabla 5. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Calderón 47
Tabla 6. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Calderón 48
Tabla 7. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D03 49
Tabla 8. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito La Delicia 50
Tabla 9. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito La Delicia 50
Tabla 10. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D04 52
Tabla 11. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Centro 52
Tabla 12. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Centro 53
Tabla 13. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D05 54
Tabla 14. Población en edad escolar y total, número de instituciones y de estudiantes, distrito Norte 55
Tabla 15. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Norte 55
Tabla 16. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D06 57
Tabla 17. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Eloy Alfaro 57
Tabla 18. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Eloy Alfaro 58
Tabla 19. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D07 59
Tabla 20. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Quitumbe 59
Tabla 21. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Quitumbe 60
Tabla 22. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D08 61
Tabla 23. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Los Chillos 61
Tabla 24. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Los Chillos 62
Tabla 25. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D09 63
Tabla 26. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Tumbaco 63
Tabla 27. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Tumbaco 64
Tabla 28. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes y brecha de cobertura del DMQ 65
Tabla 29. Evolución de la población en edad escolar 2010-2030 66
Tabla 30. Información resumen sobre los circuitos superavitarios y deficitarios del DMQ 69
Tabla 31. Concentración en varios aspectos respecto a los circuitos superavitarios y deficitarios, DMQ 70
Tabla 32. Flujo diario de viajes por motivo de estudio según distrito educativo del DMQ 73

Figura 1. Componentes espaciales de la estructura urbana vinculados a las actividades económicas 16
Figura 2. Isodápanas o curvas de isocosto 19
Figura 3. Isodápanas críticas 20
Figura 4. Localización de un centro 22
Figura 5. Aglomeración de las firmas 22
Figura 6. Valor adicional de la tierra de la firma i 30
Figura 7. La congestión y las relaciones entre los mercados de viajes, transporte y vías 33
Figura 8. Clasificación de los modos de transporte y número de viajes diarios 71
Figura 9. Renta para cada producto dentro de los límites del espacio 103
Figura 10. Renta en relación a la distancia y círculos concéntricos 104
Figura 11. Esquema del modelo de von Thünen en los cuatro cuadrantes del plano 105
Figura 12. El conjunto de patrones de comercio factibles en un espacio homogéneo 112

Gráfico 1. La congestión del tránsito expresada como el tiempo de desplazamiento adicional 33
Gráfico 2. Demanda y oferta por uso de las vías 35
Gráfico 3. Pérdida social a causa de la entrada de un vehículo adicional en la infraestructura vial 35
Gráfico 4. Área de influencia del DMQ 41
Gráfico 5. Población en edad escolar por distritos, DMQ 42
Gráfico 6. Población por distritos en función del número de personas en edad escolar y del total general, DMQ 43
Gráfico 7. Población mayor de 4 años según actividad principal, DMQ 43
Gráfico 8. Viajes realizados en un día laborable medio según tipo de transporte, DMQ 72
Gráfico 9. Número de viajes realizados en el DMQ según motivo prioritario 73
Gráfico 10. Viajes realizados a lo largo del día según grupo etario 80
Gráfico 11. Viajes realizados a lo largo del día según actividad (movilidad obligada) 81
Gráfico 12. Viajes realizados a lo largo del día según modo de transporte 81
Gráfico 13. Viajes realizados en el DMQ según hora 82

Mapa 1. División territorial del DMQ según distritos educativos 40
Mapa 2. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D01 46
Mapa 3. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D02 48
Mapa 4. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D03 51
Mapa 5. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D04 53
Mapa 6. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D05 56
Mapa 7. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D06 58
Mapa 8. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D07 60
Mapa 9. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D08 62
Mapa 10. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D09 64
Mapa 11. Superávit o déficit de cobertura educativa según distritos, DMQ 68
Mapa 12. Superávit o déficit de cobertura educativa y red vial, DMQ 70
Mapa 13. Número de viajes con destino el distrito 17D01 74
Mapa 14. Número de viajes con destino el distrito 17D02 74
Mapa 15. Número de viajes con destino el distrito 17D03 75

Mapa 16. Número de viajes con destino el distrito 17D04 76
Mapa 17. Número de viajes con destino el distrito 17D05 76
Mapa 18. Número de viajes con destino el distrito 17D06 77
Mapa 19. Número de viajes con destino el distrito 17D07 77
Mapa 20. Número de viajes con destino el distrito 17D08 78
Mapa 21.Número de viajes con destino el distrito 17D09 78
Mapa 22. Número de viajes diarios por motivos de estudio según cada distrito educativo del DMQ. 79

Abreviaciones, siglas y acrónimo

AMIE: Archivo Maestro de Instituciones Educativas

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CO: Monóxido de carbono

CO2: Dióxido de carbono

DMQ: Distrito Metropolitano de Quito

EDM11: Informe de resultados de la encuesta de movilidad 2011

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

LOEI: Ley Orgánica de Educación Intercultural

MDMQ: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

MinEduc: Ministerio de Educación del Ecuador

MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

NMGE: Nuevo Modelo de Gestión Educativa

N_2O: Óxido de nitrógeno

pcu: passenger car unit

PDE: Plan Decenal de Educación del Ecuador 2006-2015

PGDT: Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano de Quito

PMD: Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022

PMMDMQ: Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025

PMOT: Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022

PNBV 2013-2017: Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017

PNBV 2009-2013: Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013

SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

TLCAN: Tratado de Libre Comercio de América del Norte

Glosario de términos

Puntiforme: Que se ubica en un espacio puntual y no hace uso de grandes extensiones de tierra.

Isótropo: Según la Real Academia de la Lengua Española, la isotropía es la característica de los cuerpos cuyas propiedades físicas no dependen de la dirección.

Isodápana: Según Weber (citado en Duch, 2005: 11), las isodápanas, o curvas iso-costo, son definidas como el radio derivado a partir del punto de mínimo costo existente en el círculo que forma todo el espacio en el que el costo de transporte es el mismo, independientemente de la dirección que se tome.

Homotecia: Según Messerve (1955: 166-169), en geometría una homotecia es una transformación afín que multiplica todas las distancias por un mismo factor a partir de un punto fijo. Se llama homotecia de centro O y razón k (distinto de cero) a la transformación que hace corresponder a un punto A otro A', alineado con A y O, tal que: $OA' = k \cdot OA$. Si $k > 0$ se llama homotecia directa y si $k < 0$ se llama homotecia inversa.

Introducción

Todas las personas realizan cotidianamente actividades que son generadas en base a las necesidades de los agentes y que forman parte de las dinámicas sociales. Normalmente, estas actividades se desarrollan en espacios físicos; por ejemplo existen centros de negocios a los que los empleados se desplazan durante la jornada de trabajo, hospitales a los que los pacientes acuden para una consulta o una emergencia, hay lugares de entretenimiento donde la gente va a divertirse o existen escuelas y colegios a las que los estudiantes asisten a clases. No obstante, para que estas actividades se efectúen, las personas deben movilizarse y de esta manera se generan desplazamientos que se traducen en flujos de movilidad.

Cuando los flujos de movilidad sobrepasan la capacidad instalada de la infraestructura vial, se genera la congestión de las vías por las que las personas transitan. Además, si esta congestión se mantiene constante durante el día, se produce un problema de movilidad. En el caso de la ciudad de Quito esto ocurre porque mucha de la infraestructura de salud, educación, negocios, gubernamental, etc. se encuentra concentrada en un territorio conocido como el hiper-centro, el cual comprende desde el parque Bicentenario hasta el Centro Histórico. Esta investigación pretende entender las dinámicas entre la infraestructura educativa y los grados de complejidad que ésta produce a la movilidad en la ciudad.

Los objetivos del estudio se centran en analizar la concentración de la oferta educativa y la distribución de las personas en edad escolar y estudiantes con el objeto de determinar las dinámicas de movilidad entre los territorios que componen al DMQ para finalizar en una serie de conclusiones y recomendaciones en torno a la desconcentración de la infraestructura educativa.

La motivación para realizar esta investigación se debe al interés de comprender los fenómenos de la movilidad urbana y la utilidad de abarcar la problemática desde otro punto de vista como el de la infraestructura educativa. El estudio es de gran importancia para poder entender las dinámicas del urbanismo y para, a partir de allí, intentar dar soluciones a los problemas de la movilidad que inciden en la vida socioeconómica del Distrito Metropolitano de Quito. Asimismo, los temas de urbanismo son los que motivan a generar recomendaciones que puedan ser aplicadas en otras ciudades del país. Además, para dar una solución a los problemas de movilidad se deben plantear recomendaciones desde perspectivas no tradicionales, como por ejemplo, desde opciones como la desconcentración de la infraestructura educativa.

En la sección de fundamentos teóricos, se realiza una revisión de la literatura en cuanto a los temas de economía y espacio. En este sentido, se examinan los aportes de las teorías de localización a la economía para entender las dinámicas que se generan. De este modo, se recogen los planteamientos de von Thünen y Weber, sobre el paradigma competitivo, la competencia espacial y su organización en los mercados. Asimismo, se abordan los estudios sobre la economía del transporte en los que se presenta el fenómeno de la congestión vehicular. De esta manera, se pretende comprender el mercado de viajes, de transporte y de vías para analizar las causas del tráfico vehicular.

Por otro lado, en el capítulo 1, se efectúa un análisis de la demanda y oferta educativa en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Se describe, en términos generales, las características geográficas del territorio del DMQ, así como su estructura socio-demográfica. Se define a la demanda y a la

oferta educativa para hacer un estudio focalizado en el territorio del Distrito Metropolitano con el fin de determinar la existencia de superávit o déficit de cobertura educativa. Se proyectaron los datos de las personas en edad escolar hasta el 2030 con el fin de tener una perspectiva de la evolución de esta población y recomendar sobre ésta la toma de decisiones respecto a la desconcentración de la infraestructura educativa.

En el capítulo 2, se procede a realizar un análisis de los flujos de movilidad de los estudiantes en cada uno de los distritos educativos. Se presenta información sobre el número de viajes, su distribución y motivos. Se plasmaron los datos de la Encuesta de Movilidad y la red vial del Distrito Metropolitano en una serie de mapas para visualizar los flujos por motivos de estudio.

Finalmente, se señalan algunas conclusiones generales sobre las dinámicas estudiantiles con base en la infraestructura educativa y los flujos de movilidad; y se plantean una serie de recomendaciones para la homogenización de la oferta educativa, la cobertura educativa, el reordenamiento de la oferta educativa y políticas, estrategias y acciones para la movilidad en la ciudad que contribuyan a reducir los desplazamientos dentro de la urbe y la disminución de la congestión vehicular.

Metodología de Trabajo

La investigación se enfoca en la infraestructura educativa y su impacto en la movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, para lo cual se inició el análisis con la siguiente pregunta general:

- ¿Por qué se debería desconcentrar la infraestructura educativa?

De esta pregunta general se derivan las subsiguientes de carácter específico, las cuales servirán de guías para este estudio:

- ¿Cuáles son las características de la distribución geográfica del Distrito Metropolitano de Quito?
- ¿Cómo afecta la situación y ubicación actual de la infraestructura educativa a la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito?
- ¿Cómo incide la concentración educativa en la movilidad urbana del Distrito Metropolitano de Quito?

Estas preguntas específicas constituyen el marco referencial del estudio y se transforman en los objetivos de la investigación. El objetivo principal es:

- Analizar las razones por las cuales la desconcentración de la infraestructura educativa es importante para afectar positiva o negativamente la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito.

Además, los objetivos específicos de la investigación son:

- Determinar las características de la distribución geográfica del Distrito Metropolitano de Quito y sus implicaciones en la infraestructura educativa.
- Estudiar el impacto a la movilidad en función de la situación y ubicación actual de la infraestructura educativa del Distrito Metropolitano de Quito.
- Analizar la concentración educativa en el Distrito Metropolitano de Quito para formular recomendaciones que afecten positivamente a la movilidad.

En cuanto a las técnicas cuantitativas de análisis de la información, se utilizó la técnica de análisis estadístico y geográfico. Debido al carácter descriptivo y explicativo de este estudio, se recopiló la información de las variables de interés y se realizó un trabajo de su ubicación en el espacio. Se empleó esta metodología por el interés de calcular demandas y ofertas educativas y su impacto en los flujos de la movilidad en el DMQ.

Para realizar este estudio, la información provino de las siguientes fuentes primarias: el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC), la Tabla Resumen Inicio 2012-2013 del Archivo Maestro de Instituciones Educativas del Ministerio de Educación y los resultados de la Encuesta de Movilidad que el DMQ realizó como parte de los estudios del Metro de Quito.

La información que proviene de las instituciones citadas anteriormente se obtuvo mediante entrevistas y reuniones mantenidas con los encargados del manejo de las bases de datos.

Considerando que la información es de carácter público, se solicitó a los encargados las bases de datos en bruto para procesarlas de acuerdo a las necesidades de este estudio.

Una vez que se obtuvo dicha información se procedió con el análisis de las diferentes bases de datos y se procedió a extraer las variables de interés para esta investigación. En este sentido, se recogieron las variables sobre el número de personas, el número de establecimientos educativos, el número de docentes, el número de estudiantes, la red vial, entre los principales datos. Se procedió a territorializar esta información para cada división espacial. Esta división consideró la organización en distritos y circuitos implementada por la SENPLADES y el Ministerio de Educación y la división político administrativa (parroquial) del DMQ. La información utilizada en este trabajo fue la siguiente para el DMQ:

- la población en edad escolar de 3 a 17 años;
- las proyecciones de las tasas de crecimiento poblacional de las personas en edad escolar hasta el 2030;
- las instituciones educativas, tanto público como privadas;
- los docentes y estudiantes por circuito;
- la red vial principal y total del DMQ; y
- la frecuencia de viajes origen-destino.

Esta información procesada, se graficó en una serie de mapas del DMQ para dar una visión global de la situación actual de las dinámicas espaciales.

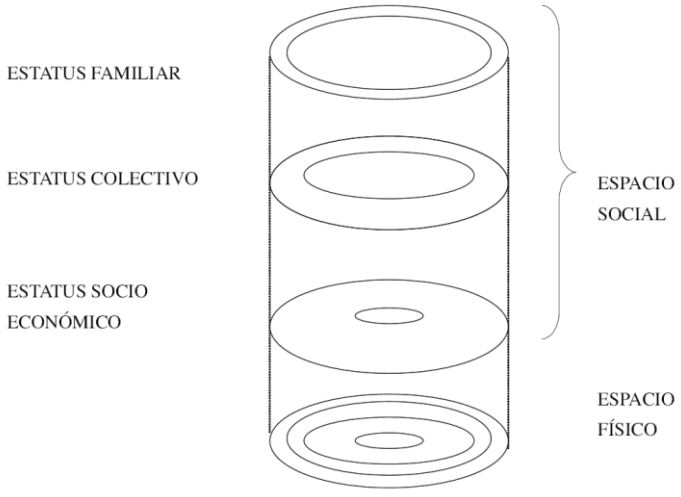
Fundamentación teórica

Espacio y economía: aportes a las teorías de la localización

En esta sección de la investigación se van a plantear los fundamentos teóricos y discusiones académicas que se presentan en relación a las dinámicas entre la economía y el espacio. Asimismo, en la sección de conclusiones se considera si el marco teórico que se detalla en esta sección, y el cual es desarrollado para las firmas, aplica o no para interpretar los criterios de localización de los establecimientos educativos.

Según la literatura (Caloca, Cárdenas y Ortiz, 2010: 7), la economía urbana propone alternativas de solución para los esquemas de localización de las actividades económicas así como de las dinámicas en las ciudades relacionadas al crecimiento y a las necesidades de las mismas. Es así que se proyectan las observaciones relacionadas a la localización de las actividades productivas en concordancia con un entorno económico-socio-espacial; en otras palabras, se inicia una integración socioeconómica en base a las condiciones de localización espacial. Sin embargo, las dinámicas generadas de una integración con el medio espacial no son directas ni sencillas de manejar ya que la aplicación de los estudios espaciales a la actividad socio-económica resulta compleja cuando intervienen variables que dejan de ser constantes al tornarse de carácter diferencial y heterogéneo. En la Figura 1 se presenta un esquema con los componentes espaciales de la estructura urbana con las que se relacionan las actividades económicas.

Figura 1. Componentes espaciales de la estructura urbana vinculados a las actividades económicas



Fuente: Balchin, Isaac y Chen (citado en Caloca et al, 2010: 8).
Elaboración: Caloca et al (2010: 8).

En la Figura 1 se observa que desde el principal componente social[1] hasta el estatus socioeconómico se vinculan axiomáticamente con el territorio donde tienen lugar los eventos y se condicionan las actividades económicas al espacio. De este modo, si se considera de manera agregada, existe una relación directa con las condiciones de localización de las actividades productivas. De este modo, en el espacio se relacionan los individuos con las actividades productivas y el ambiente. Así, el espacio

[1] Por ejemplo, la familia, parte del componente social, se vincula a la actividad económica mediante el mercado laboral.

se refiere al territorio en donde se formalizan todo tipo de interacciones socioeconómicas y que necesariamente ocurren en éste; es decir, la noción de espacio o territorio es indispensable para el estudio de las actividades económicas con los individuos. En esta investigación se entiende que las actividades educativas, lo cual se refiere al espacio social, se desarrollan en el Distrito Metropolitano de Quito, es decir en el espacio físico. A continuación se presentará el punto de vista de von Thünen con respecto al espacio en la economía, según el modelo de accesibilidad.

El modelo de von Thünen

Según la literatura (García, 1976: 11-33), Johann Heinrich von Thünen realizó una de las primeras aportaciones a la teoría de la localización, la cual envuelve a las relaciones y configuraciones espaciales[2]. Estos aportes surgieron de los estudios de las actividades agrícolas, de la localización de la industria y de los esquemas generales de las actividades económicas[3]. Según García (1976: 14), von Thünen introduce el concepto de renta de la tierra. Se debe mencionar que el concepto de renta para los economistas clásicos y neoclásicos se limita a la renta diferencial; definida como el exceso de precios que se obtiene en la parcela de mejor suelo sobre el costo de producción. Por otro lado, Marx señala que a la renta diferencial se suma la renta absoluta, la cual se puede obtener incluso si la tierra es improductiva. Es así que, este tipo de renta no tiene relación con el precio de los productos agrícolas ni con los del agricultor capitalista. Por lo que, Harvey y Chaterjee (citado en García, 1976: 14) confirman que la categoría de renta absoluta es desplazada del análisis locacional. A continuación se recoge brevemente el modelo de von Thünen.

Se asume que en una agricultura de subsistencia no está diferenciado el espacio agrícola; sin embargo, al estudiar una agricultura de mercado o comercial, la cual está condicionada por la existencia de un mercado urbano, se converge a una diferenciación territorial del espacio agrícola. Así, el modelo de von Thünen estudia la transformación espacial inducida por la sustitución de un sistema agrícola cerrado, o autárquico, por otro abierto o de mercado. Se debe mencionar que, una diferencia entre la producción agrícola y la producción industrial es que la primera es intensiva en tierra, mientras que la otra es puntiforme (quiere decir que se ubica en un espacio puntual y no hace uso de grandes extensiones de tierra). Según Duch (2005: 6) esto implica que, mientras que en el análisis locacional de la industria o los servicios el insumo tierra puede ser ignorado, esto no se aplica para la producción agrícola dado que este modelo radica en la tierra *per se* y en las diferencias de uso del suelo; las cuales se derivan del impacto que tienen los costos de transporte sobre el terreno.

Von Thünen (citado en García, 1976: 11)[4] indaga sobre las leyes que inciden en los precios de los productos agrícolas y el modo en que las variaciones de precios se convierten en la organización del espacio agrícola. Igualmente, estudia la competencia entre diversos productos agrícolas en una determinada parcela y en los diferentes sistemas de explotación agrícola. Von Thünen plantea que en cada parcela se siembra el cultivo más rentable; es decir, el agricultor procura la maximización de su beneficio, por lo que se asume que está perfectamente informado de todas las alternativas. Otros supuestos son que existe un excedente de producción; por lo tanto, se trata de una economía de

[2] Para García (1976: 11), von Thünen es calificado como "uno de los primeros teóricos de las actividades agrícolas y es considerado prácticamente como un clásico en teoría de la localización por ser el autor del primer modelo de orden espacial racional para la producción agrícola".
[3] Sin embargo, los primeros estudios se enfocaron en la investigación de las actividades agrícolas.
[4] Este aporte aparece en el primer volumen de *El Estado aislado* de Johann Heinrich von Thünen.

mercado; y que la ciudad-mercado ("Estado aislado") depende del terreno que le rodea. Es decir, se reconoce la existencia de una renta absoluta para todo el territorio debido a que todas las tierras se someten a un tipo de utilización agrícola. Así, se analiza, al asumir el resto de variables constantes, la disposición de los cultivos o el grado de intensidad de cultivo alrededor de un mercado urbano según la variación de los costos de transporte. El costo de transporte es proporcional al peso de cada producto y a la distancia entre el lugar de producción y el mercado, por lo que se determinan los precios relativos locales de cada mercancía que originan, al mismo tiempo, las categorías de las rentas de la tierra.

La literatura (Duch, 2005: 6) menciona que von Thünen asume en su modelo un espacio continuo, aislado y homogéneo en términos de fertilidad y redes de transporte. En el centro de ese territorio se encuentra un mercado aislado, que desenvuelve el papel de un centro de consumo puntiforme. Asimismo, se supone una idéntica calidad y fertilidad del suelo en todo el territorio. Esta explanada homogénea, en la que los costos de transporte están en función de la distancia del lugar de producción (es la "llanura isotrópica") ya que la renta tiene características de residuo[5]. De esta manera, la localización óptima de las actividades agrícolas es una función de la renta de la tierra la cual se busca maximizar. En este centro aislado, la ciudad produce todos los bienes manufacturados que se requieren para sí misma y para el área que la rodea. Asimismo, obtiene de ésta todos los productos agrícolas que necesita.

Finalmente, en la primera aproximación de 1826, se nota que las perturbaciones introducidas en el modelo son prácticamente nulas. Sin embargo, éste no es el caso del segundo acercamiento de 1850, en el cual von Thünen recalcula la información y reconsidera la introducción de nuevos medios de comunicación[6]. La introducción de estos cálculos permite examinar las contracciones y expansiones en la forma concéntrica relacionadas con las variaciones en el rendimiento o fertilidad del suelo y las divergencias del equilibrio entre oferta y demanda. A manera de conclusión, el aporte esencial de los estudios de von Thünen es el reconocimiento de un patrón de ordenamiento espacial de las actividades económicas en función de la distancia, y por lo tanto de los costos de transporte.

Para información adicional, remítase al Anexo A: El modelo de von Thünen.

La teoría del costo mínimo

Otra de las teorías de la localización es la del costo mínimo. Según Duch (2005: 10, 11), en esta teoría, el supuesto básico es que, una vez que cada firma escoge donde ubicarse, ésta conoce la cantidad demandada que está en la capacidad de cubrir y los precios de venta. De esta manera, la ubicación óptima es aquella que minimiza los costos totales, incluidos los de producción y transporte.

En 1882 Launhardt (citado en Duch, 2005: 10) traspuso las observaciones de von Thünen al ámbito industrial y se orientó en la firma individual. Launhardt manifestó que la localización óptima es determinada por los costos de transporte que están en función de las instalaciones de los centros de producción, materias primas y mercados de consumo. Los aportes de Launhardt contribuirían al desarrollo de la teoría del costo mínimo y a la de la interdependencia locacional.

[5] Von Thünen define la renta de la tierra como el factor residual que se obtiene después de pagar a todos los factores de producción (Duch, 2005: 6).

[6] En esta nueva edición, von Thünen considera la navegación a vapor y el ferrocarril. Igualmente, en el primer modelo el diámetro era de aproximadamente 850 km, mientras que en el segundo aporte éste se expande hasta los 3.400 km.

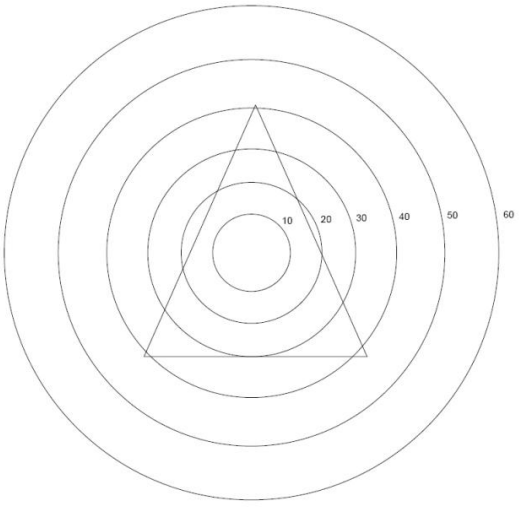
El método de Weber

Por otra parte, en 1909 Weber (citado en Duch, 2005: 11) esboza una teoría general de la localización en la que considera a los costos de transporte como el determinante primordial de la localización en función del peso de los bienes y de la distancia. Además, en su modelo se asumen conocidas la demanda y su ubicación. Weber demostró la derivación de la localización con el mínimo costo de transporte a partir de la introducción de varios conceptos[7]. En el análisis se plantean tres etapas: a) el punto que minimiza el costo de transporte; b) los sitios con costos laborales mínimos; y c) la aglomeración.

Según Weber (citado en Ares, 2003; Duch, 2005), se pretende hallar al punto en el que se localizará la unidad de producción que minimice los costos de transporte, dados los puntos de consumo y de materias primas. La ubicación óptima se halla al construir una figura locacional[8] debido a que se consideran dos fuentes de abastecimiento de materias primas y un centro de consumo que están unidos por líneas rectas que constituyen las distancias entre ellos. En base a esta figura, se trata de encontrar el punto que minimiza los costos de transporte según el peso de los bienes y la atracción que ejerce cada vértice del triángulo sobre la localización óptima.

De esta manera, y si existen condiciones homogéneas e isótropas[9], se logran delinear, para cada uno de ellos, las curvas isodápanas (iso-costo) que formarán círculos concéntricos centrados en cada punto origen-destino. Las isodápanas, o curvas iso-costo, son definidas por Weber (citado en Duch, 2005: 11) como el radio derivado a partir del punto de mínimo costo existente en el círculo que forma todo el espacio en el que el costo de transporte es el mismo, independientemente de la dirección que se tome. De esta manera, una isodápana crítica es aquella cuyo valor es igual al ahorro en el costo de la mano de obra disponible en el lugar. Esta idea se grafica en la Figura 2.

Figura 2. Isodápanas o curvas de isocosto



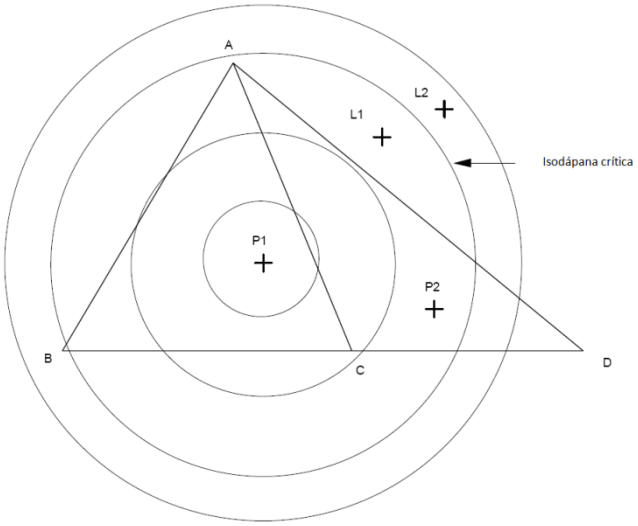
Fuente y elaboración: Duch, 2005: 13

[7] Algunos conceptos utilizados fueron: el triángulo locacional o de Weber, las isodápanas y la aglomeración.
[8] En el modelo de Weber es un triángulo.
[9] Según la Real Academia de la Lengua Española, la isotropía es la característica de los cuerpos cuyas propiedades físicas no dependen de la dirección.

No obstante, si el costo de la mano de obra presenta ventajas en un punto dentro de la isodápana crítica, resultará favorable para la firma instalarse en el sitio de bajo costo en la mano de obra y viceversa. El cambio de ubicación puede implicar que las fuentes de abastecimiento de materias primas, que en una primera instancia estaban descartadas por su lejanía, ahora puedan encontrarse cercanas al lugar con bajo costo en la mano de obra, por lo que la figura locacional variaría.

De acuerdo a Weber (citado en Duch, 2005: 13), esta situación se evidencia en la Figura 3, donde P_1 es el punto que minimiza los costos de transporte en relación al mercado A y a las fuentes de aprovisionamiento de materias primas B y C. Los círculos con centro en P_1 son las isodápanas, las cuales señalan el aumento en los costos de transporte desde P_1. A modo de ejemplo, se indica que cada círculo representa 100 unidades monetarias en el costo de transporte. A su vez, L_1 expresa el sitio donde la mano de obra es barata; lo cual implicaría un ahorro en el costo del trabajo en una cierta cantidad, por ejemplo 500 unidades monetarias. Dado que L_1 es más cercano a P_1 que la isodápana que marca las 500 unidades monetarias, un movimiento de la unidad de producción de P_1 a L_1 ocasionará una reducción en los costos totales. Es así que, el punto D, que inicialmente no era considerado por la firma como fuente de abastecimiento, ahora pueda ser considerado como viable; esto implica que el triángulo locacional cambie a ACD.

Figura 3. Isodápanas críticas



Fuente y elaboración: Duch, 2005: 13

La ubicación óptima se halla al construir una figura locacional[10] debido a que se consideran dos fuentes de abastecimiento de materias primas y un centro de consumo que están unidos por líneas rectas que constituyen las distancias entre ellos. En base a esta figura, se trata de encontrar el punto que minimiza los costos de transporte según el peso de los bienes y la atracción que ejerce cada vértice del triángulo sobre la localización óptima.

Cabe mencionar que la curva isocosto no necesariamente debe mantener una razón de homotecia[11] idéntica al cociente de los costos que representan, a pesar de que las condiciones de isotropía se mantengan en todas las direcciones. Si no existe la isotropía, las líneas isodápanas dejan de ser

[10] En el modelo de Weber es un triángulo.

[11] Según Meserve (1955: 166-169), en geometría una homotecia es una transformación afín que multiplica todas las distancias por un mismo factor a partir de un punto fijo.

círculos para distorsionarse convenientemente de forma suave y sin que en ningún caso se puedan cruzar e incluso tocar dos líneas isodápanas correspondientes a distintos costos. A partir de este momento se hallará aquel punto en el que la suma de los costos de transporte a todos los puntos origen y destino sea mínima.

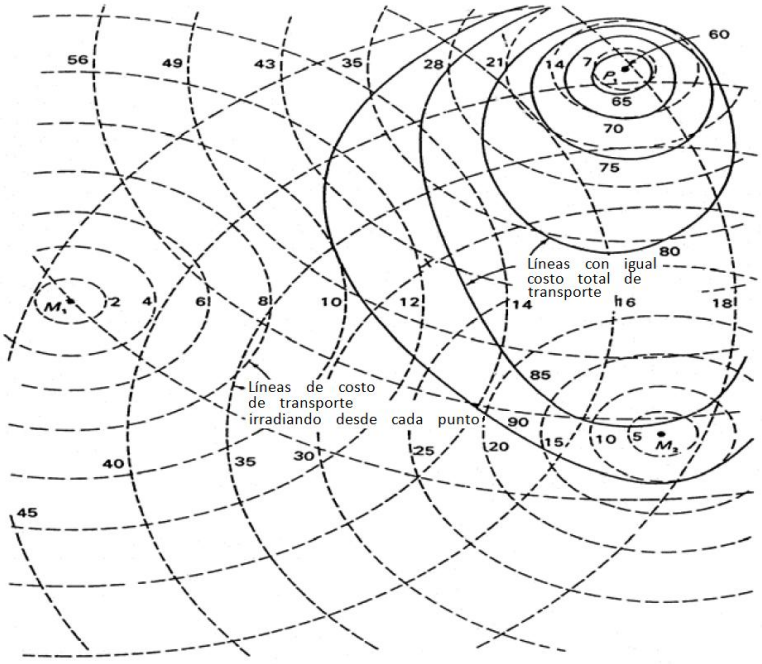
Una vez que ese encuentra esa ubicación, se procede al estudio de los lugares en donde el factor trabajo sea el más barato o de los que posean ventajas de aglomeración. Esto sucede si el ahorro en el costo de la mano de obra es mayor al costo de transporte adicional que debería pagar la firma por instalarse en ese lugar. En ese momento se puede reajustar el análisis para encontrar la localización óptima que se define como el punto en el que la suma de los costos de transporte a todos los puntos origen y destino sea mínima.

La localización óptima se sugiere encontrarla mediante la configuración de líneas isodápanas correspondientes a los costos de transporte totales. Según Ares (2003: 50), esto se logra al *"interpolar gráficamente curvas continuas en una nube de puntos que llevan asociados un costo de transporte total (suma de los valores de todas las isodápanas de cada origen y destino que pasan por esos puntos)"*. De esta manera, los círculos de igual costo total confluyen en el punto de menor costo. Así, aparte de hallar la localización óptima, se establecer el costo de otras posibles ubicaciones a partir de los contornos de las líneas isodápanas de costo total. En la Figura 4 se grafica la localización de un centro.

Por ejemplo, en este caso los centros se ubican en M_1 y M_2, en donde las curvas de costo de transporte irradian desde cada centro y forman círculos concéntricos con una diferencia de 2 y 5 unidades, respectivamente. Por otro lado, el centro P_1 muestra líneas con igual costo total de transporte respecto al mismo centro, pero que no tiene la condición de homotecia, es decir, que en este caso no forman círculos concéntricos.

De esta idea se puede desprender el análisis del área de influencia de las instituciones educativas en función de la percepción de los costos de transporte por parte de los usuarios del sistema educativo. Se presume entonces que uno de los factores por los que los estudiantes deciden asistir a una escuela u otra está en función de la percepción de los costos de transporte asociados. Es decir que, se podría asumir que algunos estudiantes se desplazan hasta centros educativos distantes de su lugar de domicilio debido a que los costos de transporte serían justificados, entre otros factores, por la calidad de la educación (en un sinnúmero de dimensiones).

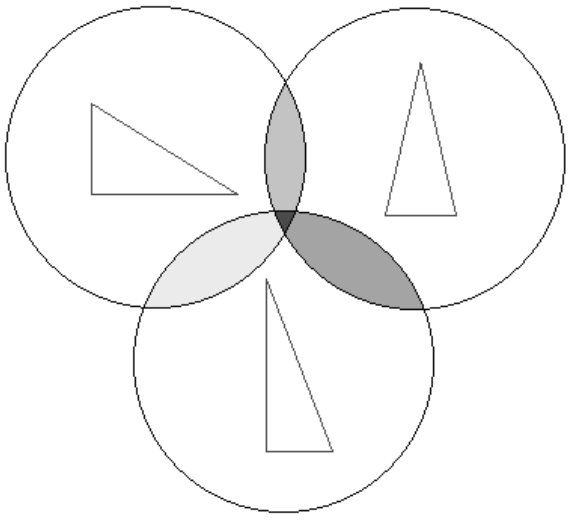
Figura 4. Localización de un centro



Fuente y elaboración: Robusté (citado en Ares, 2003: 50)

Posteriormente, Weber (citado en Duch, 2005: 14) explicó que las firmas se aglomeran cuando la producción es lo suficientemente grande en el lugar como para provocar una reducción en el costo unitario de producción, siempre que estén dispuestas a incurrir en mayores costos de transporte y de aprovisionamiento de factores[12]. Así, las firmas tienden a describir patrones de aglomeración cuando las firmas concluyen que pueden obtener cualquier tipo de ahorro (por ejemplo en el costo de producción) si se ubican juntas, siempre que este ahorro sea superior al costo de transporte adicional en el que incurrirían. Entonces, bajo esta lógica, la aglomeración existe cuando las isodápanas críticas de las firmas se intersecan. La aglomeración de las firmas se representa en la Figura 5.

Figura 5. Aglomeración de las firmas



Fuente: Duch, 2005: 14.
Elaboración: Diego Puente G

[12] Según Weber (Ares, 2003; Duch, 2005) la aglomeración ocurre si las isodápanas críticas de dos territorios productivos se intersecan.

Dinámicas espacio – economía

No obstante, el vínculo entre espacio y economía no es común en la teoría económica. Según Ekelund y Hébert (citado en Fujita y Thisse, 2002: 11), esto se debe a que en los trabajos de David Ricardo, al reducir las diferencias situacionales a diferencias en la fertilidad de la tierra, se eliminaron las condiciones espaciales de su análisis. Por otro lado, hizo que los costos de transporte no se distinguieran de otros costos, y sustituyó los costos comparativos, como un factor vital, en la teoría del comercio internacional en la cual las condiciones espaciales estaban presentes anteriormente. El efecto práctico del análisis de Ricardo fue expulsar al espacio de la teoría económica dominante fuera de los principales modelos deductivos de la economía británica clásica.

Sin embargo, varios autores[13], como Johann Heinrich von Thünen, han aportado con sus estudios. Von Thünen intentó explicar el patrón de las actividades agrícolas alrededor de una típica ciudad preindustrial alemana en relación al uso de la tierra cuando las actividades económicas son perfectamente divisibles. El aporte de von Thünen para la economía geográfica viene dado en que el espacio se considera tanto un bien económico como un sustrato para las actividades económicas.

En 1964, Alonso (citado en Fujita y Thisse, 2002: 12) contextualizó los conceptos de von Thünen a un medio urbano en el cual se sustituye el mercado por un centro de empleo o Distrito Central de Negocios. Desde entonces, el desarrollo de la economía urbana ha avanzado rápidamente ya que el modelo es compatible con el paradigma competitivo.

El paradigma competitivo

Igualmente, se deben señalar los aportes de Isard (citado en Fujita y Thisse, 2002: 12) cuando criticó a Hicks en relación al análisis de equilibrio general. Isard concluye que Hicks se limitó un mundo sin dimensiones al sostener que el costo de transporte está incluido implícitamente en el costo de producción. Así, Isard sostiene que la teoría no puede tratar algunos costos como explícitos y otros como implícitos con el objetivo de evadir obstáculos de análisis. De esta forma, se deben considerar los efectos particulares del transporte y los costos espaciales y no tratar implícitamente estos fenómenos.

El debate sobre si el modelo de equilibrio general, es lo suficientemente amplio como para reflejar totalmente el funcionamiento de la economía espacial ha sido objeto de largas discusiones. Los teóricos del equilibrio general sostienen que el problema del espacio se puede manejar mediante la definición de cada mercancía por sus características físicas, así como por el lugar en el que se pone a disposición, y por lo tanto, una vez que se han indexado las mercancías, se puede dejar de lado el espacio (y tiempo) en la teoría económica.

Por otro lado, para capturar el efecto del espacio en la distribución de las actividades económicas, se necesitan nuevos modelos diferentes de los del equilibrio general estándar. Koopmans (citado en Fujita y Thisse, 2002: 13) afirma que los efectos del espacio se hacen evidentes cuando la distribución espacial de las actividades en sí se convierte en una variable. Debido a que el análisis de equilibrio general estándar evade las indivisibilidades, o rendimientos crecientes a escala, éste no podrá

[13] Algunos de los autores que han contribuido al desarrollo de la economía espacial son Launhardt ([1885] 1993), Hotelling (1929), Lösch (1940), Isard (1956), Koopmans (1957), y Greenhut (1963) y Krugman (1995).

absorber el impacto esencial del transporte y de la tierra cuando se estudia la distribución espacial de las actividades económicas. Starrett (citado en Fujita y Thisse, 2002: 13) menciona que la cuestión esencial es si el mecanismo de precios competitivos es capaz de explicar la formación endógena de las aglomeraciones económicas. Para comprobar la capacidad de un modelo espacial para aquello, se debe tener en cuenta el caso de un espacio homogéneo donde los agentes económicos tienen la libertad de elegir su ubicación. En efecto, si la de concentración de las actividades económicas se produce, debe ser debido a fuerzas económicas endógenas. Starrett ha demostrado que, si el espacio es homogéneo y el transporte es costoso, entonces cualquier equilibrio competitivo es tal que el transporte no se produce. Es decir, la economía genera grupos separados en ubicaciones delimitadas donde los agentes realizan sus actividades económicas en ese mismo espacio definido en vez de interactuar con los otros grupos. En consecuencia, el mecanismo de precios en competencia perfecta por sí mismo es incapaz de interactuar con las ciudades y el comercio.

Competencia espacial

Fujita y Thisse (2002: 14) menciona que la integración de los rendimientos crecientes en el modelo competitivo es problemática. Eaton y Lipsey (citado en Fujita y Thisse, 2002: 14) indican que cuando la firma actúa como si se enfrentara a una curva de demanda perfectamente elástica, no hay nada que restrinja el tamaño de la demanda. El tamaño deberá limitarse desde los costos. De ahí, la importancia de la disminución de los rendimientos a escala en cualquier modelo competitivo que busca limitar el tamaño de las firmas. Por lo tanto, a pesar de que las economías de escala no hayan sido explotadas, el tamaño de las firmas es limitado por la demanda cuando los consumidores están dispersos en algunos lugares.

Es así que al introducir el espacio físico en las economías de escala se producen implicaciones en la teoría económica. Es decir, si la producción implica rendimientos crecientes, una economía finita tiene capacidad para un número limitado de firmas, lo que los convierte en competidores imperfectos. Kaldor, Eaton, Lipsey, Gabszewicz y Thisse (citado en Fujita y Thisse, 2002: 14) argumentan que el espacio le da a la competencia una forma particular; los consumidores compran bienes y servicios al proveedor con el precio más bajo aumentado por los costos de transporte, por lo que cada firma compite directamente con unas pocas firmas circundantes, independientemente del número total de firmas en la industria.

De ahí que la naturaleza de la competencia espacial es oligopólica y se debe considerar en un marco de toma de decisiones interactivo. A finales de 1970, tras la aplicación de la teoría de juegos en la organización industrial, se hizo habituó a estudiar las implicaciones del espacio en la competencia.

La mayoría de las contribuciones a la teoría de la localización por parte de la organización industrial trata con modelos de equilibrio parcial. Por el momento no se han desarrollado modelos de equilibrio general integrales con competencia imperfecta; no obstante, los modelos específicos que se han desarrollado han mejorado significativamente la comprensión de cómo economía espacial funciona. Es así que, desde la década de 1990, un número creciente de economistas se han dedicado al estudio de los problemas de localización por lo que la economía espacial ha visto mejoras. Una de las razones del creciente interés se debe a la integración de las economías nacionales a los bloques económicos, como la Unión Europea o el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que derivan en el desvanecimiento de las fronteras nacionales.

El problema de la asignación cuadrática

El problema de la asignación cuadrática fue introducido por Koopmans y Beckmann (citado en Fujita y Thisse, 2002: 28). Fujita y Thisse (2002: 28) hace una explicación de este problema, la cual se detalla a continuación.

Se asume que M firmas son asignadas en M lugares. Así, el problema de la asignación cuadrática es definido por los siguientes supuestos:

a) cada firma es indivisible; y
b) la cantidad de tierra disponible en cada lugar es tal que solo una firma puede establecerse ahí.

Por lo tanto, cada firma debe ser asignada a un solo lugar, y cada lugar tiene capacidad para una sola firma. Cada firma produce una cantidad fija de bienes y utiliza una unidad de tierra, así como cantidades fijas de los bienes y servicios producidos por otros. Supongamos, además, que la tecnología utilizada por cada firma no se ve afectada por el lugar elegido. Por último, el envío de mercancía de un lugar a otro implica un costo positivo.

Aunque el tema abordado por Koopmans y Beckmann fue la posibilidad de mantener la asignación óptima a través de un sistema de precios competitivo, se puede ver que cualquier asignación factible no puede ser descentralizada a través de un sistema de precios competitivo. De esta manera, se restringe el análisis al caso de dos firmas, denotadas como $i = 1, 2$, y dos lugares, denotados como $r = A, B$[14]. Así, se asume que la firma 1 es asignada a A y la firma 2 es asignada a B. La firma i produce qi unidades del bien i y compra qj unidades del bien j de la firma j, independientemente de su ubicación. La firma i también recibe un ingreso $ai > 0$ de otras actividades con el resto del mundo, que no depende de su ubicación. Por último, cada bien i se puede enviar desde su lugar de producción a otro lugar por medio de un transporte a un costo $t_i > 0$.

Para continuar con el análisis, se toma en cuenta la sugerencia de Arrow y Debreu (citado en Fujita y Thisse, 2002: 29) al considerar el mismo bien en los lugares 1 y 2 como dos bienes diferentes, cada uno con su propio precio. El precio del bien i en el lugar r es p_{ir}, mientras que R_r es la renta que debe pagar una firma por el uso de una unidad de terreno en la posición r. El beneficio de la firma 1 en la ubicación A se define como sigue:

Ecuación 1. Beneficio de la firma 1 en la ubicación $\boldsymbol{A}$

$$\pi_{1A} = a_1 + p_{1A}q_1 - p_{2A}q_2 - R_A.$$

Una expresión similar se aplica a la firma 2 en la posición B. Si este sistema de precios mantiene la configuración anterior, entonces, como se muestra por Samuelson (citado en Fujita y Thisse, 2002: 29), los precios de equilibrio p_{ir} deberían cumplir las siguientes condiciones:

Ecuación 2. Precio de equilibrio de la firma 1 en la ubicación $\boldsymbol{B}$

$$p_{1B} = p_{1A} + t_1 > p_{1A}$$

[14] El lector puede encontrar al supuesto competitivo irrealista en el caso de dos firmas. Como se muestra por el teorema de la imposibilidad espacial, demostrado a continuación, el número de agentes puede ser muy grande sin cambiar las conclusiones.

Ecuación 3. Precio de equilibrio de la firma 2 en la ubicación $\boldsymbol{A}$

$$p_{2A} = p_{2B} + t_2 > p_{2B}.$$

Es decir, el precio del bien 1 (2) en la ubicación B (A) es igual a su precio en la ubicación A (B) más el correspondiente costo de transporte $t_1(t_2)$. Por lo tanto, los beneficios totales son iguales a:

Ecuación 4. Beneficios totales de las firmas $\boldsymbol{A}$ y $\boldsymbol{B}$

$$\pi_{1A} + \pi_{2B} = a_1 + a_2 - \ t_1 q_1 + t_2 q_2 + R_A + R_B \ ,$$

que son positivos si a_1 y a_2 son lo suficientemente grandes.

Se muestra que es imposible encontrar valores para las rentas R_A y R_B de tal manera que ambas firmas 1 y 2 maximicen su propio beneficio en los lugares A y B, respectivamente. Sin pérdida de objetividad, se asume que la $R_A \geq R_B$. Entonces, si las firmas se comportan competitivamente, se puede verificar fácilmente que la firma 1 obtendrá un beneficio estrictamente más alto al establecerse en el lugar B. En efecto, si la firma 1 se establece en la ubicación B, su beneficio será:

Ecuación 5. Beneficio de la firma 1 en la ubicación $\boldsymbol{B}$, si $\boldsymbol{R_A \geq R_B}$

$$\pi_{1B} = a_1 + p_{1B} q_1 - p_{2B} q_2 - R_B.$$

Al usar la Ecuación 2 y la Ecuación 3, entonces se puede verificar que:

Ecuación 6. Diferencia en el beneficio de la firma 1 entre ubicarse en $\boldsymbol{B}$ sobre $\boldsymbol{A}$

$$\pi_{1B} - \pi_{1A} = t_1 q_1 + t_2 q_2 + R_A - R_B > 0.$$

Por lo tanto, la firma 1 tiene siempre un incentivo para moverse. Este razonamiento puede extenderse al caso de las M firmas y lugares. En otras palabras, cuando los lugares tienen atributos exógenos idénticos, un patrón local de las firmas no puede ser sostenido como un equilibrio competitivo en el problema de asignación cuadrática. Al examinar esta conclusión, se ha asumido que las firmas creen que "cambiar de lugar" no afecta a los precios vigentes de los bienes ni de las rentas de la tierra. Sin embargo, este supuesto es la esencia de un equilibrio precio-aceptante.

El lector podría creer que este resultado negativo es un artefacto de la configuración dos-locaciones, dos-firmas. Por ejemplo, considere tres firmas 1, 2 y 3, respectivamente, ubicadas en A, B y C, que son colineales. Las firmas 2 y 3 usan el bien 1 producido por la firma 1 y la firma 3 también utiliza el bien 2 producido por la firma 2. El costo de transporte por unidad del bien i entre r y s es $t_i(r,s)$. Entonces, si $t_i(A,C) > t_i(A,B)$, el sistema de precios que soporta esa configuración debe satisfacer las siguientes relaciones:

Ecuación 7. Sistema de precios de las firmas 1, 2 y 3

$$p_{1C} = p_{1A} + t_1(A,C) > p_{1A} + t_1(A,B) = p_{1B}$$

$$p_{2C} = p_{2B} + t_2(B,C) > p_{2B}\,.$$

De esta manera, si la firma 2 se mueve a la ubicación C, puede ahí vender su producción a un precio más alto, no obstante, también debe pagar un precio más alto por el insumo 1. Por lo tanto, si p_{1C} es lo suficientemente más alto que p_{1b}, a la firma 2 le puede resultar no tan rentable ubicarse en C, lo que sugiere que existe un equilibrio competitivo. Sin embargo, la inexistencia de un equilibrio se

traslada al problema de asignación cuadrática con un número arbitrario de firmas y ubicaciones cuando los lugares son, *a priori*, igualmente atractivos desde el punto de vista de las firmas.

El lector podría pensar que el resultado se debe a las características específicas del problema de asignación cuadrática. En la siguiente sección, se muestra que el desglose del mecanismo de precios competitivos es válido para una economía espacial general.

El teorema de imposibilidad espacial

Esta sección se recoge de Fujita y Thisse (2002: 30, 31). Para tener una idea más clara de la prueba del resultado principal de esta sección, es conveniente continuar con el desarrollo del ejemplo anterior al calcular el incentivo de la firma 2 a moverse como en la Ecuación 6, es decir,

Ecuación 8. Diferencia en el beneficio de la firma 2 entre ubicarse en A sobre B

$$\pi_{2A} - \pi_{2B} = t_2 q_2 + t_1 q_1 + R_B - R_A \,.$$

Al sumar las expresiones de la Ecuación 6 y la Ecuación 8 se obtiene $2(t_1 q_1 + t_2 q_2)$. Esto significa que la suma de los incentivos de las firmas para trasladarse es igual al doble de los costos totales de transporte. Dado que esta suma debe ser no-positiva para que un equilibrio competitivo exista, entonces el transporte no podría darse en tal equilibrio. Esto sugiere que los precios competitivos y costos de transporte positivos son incompatibles en una economía espacial homogénea, el incentivo de cambio de ubicación es del mismo orden de magnitud que el de los costos de transporte.

Para información adicional, remítase al Anexo B: Equilibrio competitivo en una economía espacial homogénea.

La competencia y organización espacial de los mercados

Según Fujita y Thisse (2002: 120) si las firmas y los consumidores están geográficamente dispersos y el número de firmas es pequeño en relación a la masa de los consumidores, debido a indivisibilidades en la producción, entonces cada firma tiene un poder monopólico sobre los consumidores en sus inmediaciones. Es decir, la presencia de rendimientos crecientes a nivel local impide que los mercados espaciales sean perfectamente competitivos porque las diferencias en los lugares de consumo, y por lo tanto en los costos de transporte, son una fuente de poder de mercado. Así, la competencia en el espacio es imperfecta por lo que el *trade-off* entre los rendimientos crecientes y los costos de transporte resulta ser determinante en el número de firmas que compiten dentro de un área establecida, cuyo tamaño poblacional está dado.

Equilibrio y número de firmas en el espacio

Como lo menciona Fujita y Thisse (2002: 120) el modelo de la competencia territorial generalmente es atribuido a Hotelling, cuyo propósito era modelar la competencia para que la demanda de cada firma sea continua y que permita reaccionar a los consumidores de forma discontinua a nivel individual[15]. Hoteling estudió las decisiones de precios de la firma bajo el supuesto que los consumidores están en ubicaciones fijas. Asimismo, Launhardt (citado en Fujita y Thisse, 2002: 120,

[15] La idea de Hotelling descansa en restaurar la continuidad de la demanda de la firma al considerar una distribución no atómica de los consumidores (Fujita y Thisse, 2002: 120, 131).

131) puso en duda la validez de la hipótesis de precio-aceptante al observar que las firmas que estaban dispersas en el espacio tenían cierto poder de mercado sobre los consumidores situados en sus proximidades, lo que les permitía manipular sus precios a su favor. La heterogeneidad entre los consumidores, debido a los costos de transporte, asegura que las discontinuidades individuales, derivadas de las compras mutuamente excluyentes de los consumidores, sean distribuidas con el fin de ser imperceptibles para la firma.

No obstante, Kaldor (citado en Fujita y Thisse, 2002: 120) menciona que la ubicación en el espacio moldea la naturaleza de la competencia entre las firmas de una manera específica. Es así que, cualquiera que sea el número de firmas en el agregado, la competencia es localizada: cada firma compite más enérgicamente con las firmas inmediatamente próximas que con las vecinas más distantes. Por lo tanto, la competencia espacial es sustancialmente estratégica en el sentido de que cada firma se preocupa de un número pequeño de competidores directos, independientemente del número total de firmas en la industria. Sin embargo, esto no implica que la industria esté formada por *clusters* independientes de vendedores. Todas las firmas están interrelacionadas entre sí mismas dentro de una red compleja de interacciones debido a una cadena que conecta dos firmas de tal manera que las dos firmas subsecuentes en la cadena sean competidoras directas. Una vinculación de "efecto en cadena" entre firmas aparentemente independientes parece ser inherente al marco espacial. Es así que, el sistema de demanda en su conjunto debe ser examinado para trazar la extensión de un mercado espacial.

Para información adicional, remítase al Anexo C: Equilibrio y número de firmas en el espacio.

La capitalización de la tierra

En esta parte del estudio se va a analizar una consecuencia importante que no se toma en cuenta en los modelos de competencia espaciales, pero que es esencial para el análisis de la economía urbana. Esta consideración es la capitalización que implica que la renta de la tierra refleja tanto el precio pagado como el costo de transporte incurrido por una persona que es cliente de la tienda más barata. Por su parte, no existe la capitalización en el modelo estándar de competencia espacial porque la tierra no se encontraba involucrada. No obstante, el modelo puede extenderse para hacer frente explícitamente a los consumidores que eligen simultáneamente la ubicación y el consumo. El marco teórico básico de toda esta sección se recoge de la literatura [establecida por Fujita y Thisse (1986), así como por Asami, Fujita y Thisse (1993) (citados en Fujita y Thisse, 2002: 124)].

Es así que se asume que las firmas y los hogares toman sus decisiones de forma secuencial. En la primera etapa, las firmas equidistantes M eligen los precios de forma no cooperativa. En la segunda etapa, y al tener en cuenta las decisiones tomadas por las firmas, los hogares consumen una unidad de tierra (cuyo tamaño es fijo), además de una unidad de la producción de la firma. Por lo tanto, los hogares deben elegir una locación y la firma de la cual van a comprar sus productos. Para simplicidad del caso, se asume que los consumidores N son iguales a l por lo que la densidad de los consumidores debe ser igual a uno ($n = 1$). En el modelo, los consumidores compiten por la tierra y pagan por la renta de la tierra. Aparte de la renta de la tierra, los ingresos de cada hogar se gastan en la producción de la firma, en el costo del transporte y en el numerario. Un consumidor en el lugar $r \in C$ tiene ahora una utilidad indirecta definida por

Ecuación 9. Utilidad indirecta del consumidor en el lugar $\boldsymbol{r}$

$$V_i\ r\ = u + Y - p_i - t\ r - r_i\ - R\ r$$

cuando se compra en el local ubicado en $r_i \in C$ y se paga la renta de la tierra de mercado $R(r)$ en la posición r.

Por su parte, al elegir sus precios las firmas pueden prever las respuestas de los consumidores, lo que refleja el hecho de que las firmas tienen más poder de mercado que los consumidores. Según Fujita y Thisse (2002: 124), el concepto de equilibrio se puede resumir de la siguiente manera. Dada una configuración de precios de las firmas, los consumidores deciden sobre su ubicación y lugar de compras en el correspondiente equilibrio residencial, que es de tipo competitivo. En lo que respecta a las firmas, los consumidores podrían ser considerados como los seguidores de un juego de Stackelberg, en el cual las firmas serían las líderes. Las firmas eligen los precios en un juego no cooperativo de equilibrio de Nash en el que los jugadores son las firmas, y de esta manera, anticipar el equilibrio residencial de los consumidores.

Fujita y Thisse (2002: 125) indica que para mostrar cómo la competencia espacial puede proporcionar el mejor primer resultado, se propone un sistema institucional en el cual las funciones de beneficio de las firmas se modifican a través de la capitalización de la tierra. Es decir, se asume que el beneficio de la firma i se define por la suma de los beneficios operativos a partir de la venta de sus productos y del valor adicional de la tierra, resultado de su presencia en la zona urbana. El valor adicional de la tierra ($\Delta_i(p)$) se obtiene al restar la renta agregada de la tierra cuando la firma i no está en funcionamiento ($ADR(p_{-i})$), de la renta agregada de la tierra cuando la firma i opera con las otras $n-1$ firmas ($ADR(p)$):

$$\Delta_i\ p\ \equiv ADR\ p\ - ADR\ p_{-i}\ ,$$

y por lo tanto el beneficio de la firma i es

$$\Pi_i\ p\ \equiv \pi_i\ p\ - \Delta_i\ p\ .$$

Esto significa que la firma i se comporta como una desarrolladora de la tierra dentro de su área de mercado, lo que corresponde a un segmento de la zona urbana.

Si las firmas equidistantes M han entrado en el mercado urbano y han incurrido en un costo fijo f, cada uno de ellas está activa en el equilibrio de precios. En el equilibrio residencial resultante, todos los consumidores deben alcanzar el mismo nivel de utilidad, por lo que la Ecuación 9 implica una R constante que es igual al costo urbano común que deberán pagar los consumidores,

Ecuación 10. Costo urbano común

$$R\ r\ + \min_{\mathrm{j}=1,\ldots,\mathrm{M}}\{p_{\mathrm{j}} + \mathrm{t}|r - r_{\mathrm{j}}|\} = \mathrm{R}\,,$$

para todo $r \in C$. En lo que sigue, se asume que todas las firmas consideran al costo urbano común R como una constante dada[16].

[16] Según Fujita y Thisse (2002: 132) se debe tenga en cuenta que esta constante no puede ser determinada en el modelo debido a los supuestos sobre el tamaño fijo del lote y a que no existen terrenos baldíos. Cuando hay una cantidad

Cuando la firma i es la única firma no activa, se obtiene

$$R_{-i}\ r\ + \min_{\mathrm{j}\neq\mathrm{i}}\{p_{\mathrm{j}} + \mathrm{t}|r - r_{\mathrm{j}}|\} = \mathrm{R}\,,$$

donde $R_{-i}\ r$ es la renta de la tierra que prevalece en r cuando la firma i está inactiva. Entonces, el valor adicional de la tierra de la firma i, $\Delta_i\ p$, viene dado por el área sombreada en la Figura 6, la cual se puede mostrar que es igual a

$$\Delta_i\ p\ = \frac{(p_{\mathrm{i}-1} - p_{\mathrm{i}} + \mathrm{tl}\ \ \mathrm{M})(p_{\mathrm{i}+1} - p_{\mathrm{i}} + \mathrm{tl}\ \ \mathrm{M})}{2t},$$

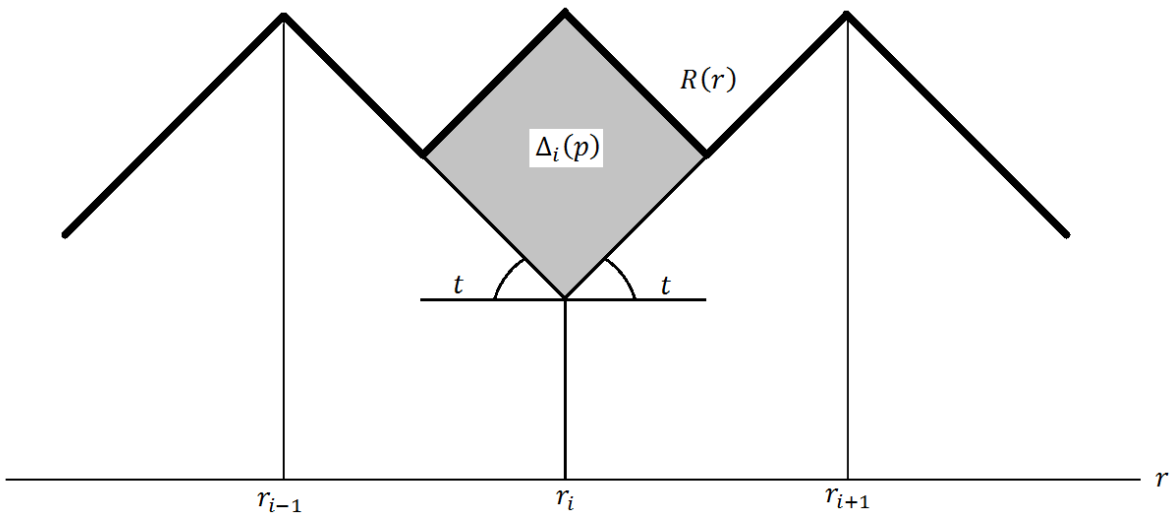
y por lo tanto el beneficio de la firma i es

Ecuación 11. Beneficio de la firma $\boldsymbol{i}$

$$\Pi_i\ p\ \ =\ \ p_{\mathrm{i}} - c\ \ D_i\ \ p_{\mathrm{i}-1}, p_{\mathrm{i}}, p_{\mathrm{i}+1}\ \ + \Delta_i\ \ p\ \ ,$$

donde $n = 1$ en la Ecuación 27.

Figura 6. Valor adicional de la tierra de la firma $\boldsymbol{i}$



Fuente: Fujita y Thisse, 2002: 126.
Elaboración: Diego Puente G

Al calcular la derivada en la Ecuación 11 con respecto a p_i e igualar la expresión resultante a cero, se obtiene

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial pi} = D_i + \ \ p_{\mathrm{i}} - c\ \ \frac{\partial D_i}{\partial pi} + \frac{\partial \Delta_i\ \ p}{\partial pi}$$

$$=\ D_i + \ \ p_{\mathrm{i}} - c\ \ \frac{\partial D_i}{\partial pi} - Di$$

$$= -\ \frac{p_{\mathrm{i}} - c}{t}\ =\ 0,$$

arbitrariamente pequeña de terreno baldío, esta constante está dada por la siguiente ecuación $R = \max_{r\in C} \min_{\mathrm{j}=1,\ldots,\mathrm{M}}\{\mathrm{p_j} + \mathrm{t}|\mathrm{r} - \mathrm{r_j}|\}$. En todo caso, el valor de esta constante no afecta los resultados de esta sección.

lo que implica que $p_i^* = c$. Se puede ver claramente que $\Pi_i \ p$ es cóncava en $\mathrm{p_i}$, de manera que la única solución a la condición de primer orden es un único equilibrio de precio. De hecho, como $p_i^* = c$ es la estrategia óptima para la firma i, *independientemente* de los precios cobrados por el resto de las firmas, se llega al siguiente resultado:

Proposición 1: *Se asume que las firmas capitalizan el valor adicional de la tierra en su área de mercado donde obtienen su beneficio. Si las firmas consideran al costo urbano común como una constante, entonces el precio al costo marginal es el equilibrio en las estrategias dominantes del juego de precios*.

Se puede intuir que la capitalización de la tierra es equivalente a la discriminación de precios de primer grado, hasta una constante que es la misma para todas las firmas porque el excedente del consumidor es idéntico a la renta de la tierra (hasta la misma constante para todas las firmas), que se captura ahora por el agente que la crea. Por lo tanto, según Spence (citado en Fujita y Thisse, 2002: 126) la decisión socialmente óptima es un equilibrio de Nash. No obstante, se obtiene un resultado más fuerte porque el equilibrio se encuentra en las estrategias dominantes.

Poner un precio al costo marginal implica que los beneficios de operación π_i son cero para todas las firmas de modo que su beneficio es igual a su valor adicional de la tierra. Durante el proceso de entrada, el número de firmas será tal que el valor adicional del terreno de la última firma será igual a su costo fijo de entrada (descuidando el problema entero). Debido a que el valor adicional de la tierra de una firma es igual a la reducción correspondiente en los costos totales de transporte, la condición de libre entrada significa que el último rincón debe equilibrar el beneficio social y el costo social de entrada. Por lo tanto, Fujita y Thisse (2002: 127) expone lo siguiente:

Proposición 2: *Se asume que las firmas capitalizan el valor adicional de la tierra en sus beneficios dentro de su área de mercado. Si las firmas consideran al costo urbano común como una constante, entonces el equilibrio de libre entrada conduce a la cantidad socialmente óptima de las firmas*.

El número de empresas de equilibrio está dado por la Ecuación 31. En efecto, la Proposición 1 implica que el valor social de una firma adicional es idéntico a su valor adicional de la tierra en el presente modelo. Por lo tanto, cuando las rentas de la tierra están registradas con exactitud, no hay exceso de capacidad en la economía espacial.

La Proposición 2 también significa que el permitir a las firmas capitalizar la renta adicional de la tierra, que crean en sus actividades, conduce al primer mejor resultado; incluso si las firmas se comportan estratégicamente en el mercado de productos. Por otro lado, se asume que las firmas no son capaces de manipular el costo urbano que deberán pagar los consumidores[17]. Este supuesto de comportamiento es útil según Hart (citado en Fujita y Thisse (2002: 127), quien ha sugerido que las firmas deben tener esto en cuenta para efectos de su política en la economía. Esto parece razonable debido a que tales cálculos son propensos a estar más allá de su alcance. El supuesto de toma de utilidad también es aceptable, siempre y cuando ninguna firma sea dominante en la economía - una afirmación que abre nuevas perspectivas en la política antimonopólica[18].

[17] Según Scotchmer (citado en Fujita y Thisse (2002: 132), si se asume que las firmas están consciente y son capaz de manipular el nivel de utilidad, entonces no podría existir un equilibrio de Nash.

[18] De acuerdo con Asami et al (citado en Fujita y Thisse (2002: 132), también puede demostrarse que la configuración óptima de las locaciones puede sustentarse como un equilibrio de Nash en el cual las firmas eligen simultáneamente el precio y la ubicación, una vez que se les permite a las firmas aprovechar la renta de la tierra que crean.

Economía del transporte

La economía del transporte es una rama de la teoría económica que estudia el conjunto de elementos y principios que presiden a la movilización de personas y bienes del sector transporte. Según de Rus, Campos y Nombela (2003: 3), el transporte puede definirse como el movimiento de personas y bienes en el espacio físico mediante tres tipos principales: terrestre, aéreo o marítimo, o sus combinaciones. El transporte está directamente relacionado con la economía debido a que la infraestructura se constituye en un factor de producción, y la movilidad en un determinante del costo y del mercado.

La congestión vehicular

Según el diccionario de la Real Academia Española, congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo, en este caso, al tránsito vehicular. No obstante, a continuación se hacen precisiones teóricas para conceptualizar este fenómeno.

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2003: 23), la congestión ocurre principalmente por la interferencia en el flujo de tránsito. Cuando existe un volumen grande de vehículos en circulación, cada vehículo que se suma entorpece el desplazamiento de los demás y comienza la congestión. Según Thomson y Bull (citado en CEPAL, 2003: 23), la definición estaría dada como *"la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás"*.

La congestión también puede ser vista como el resultado de la falta de un precio que internalice los costos sociales debido al uso de la infraestructura vial en momentos en los cuales la demanda supera a la oferta disponible (Silva, 2010 b: 53-55). Este fenómeno puede entenderse desde el estudio de los elementos que lo establecen. Así, la congestión se puede determinar a través de los mercados de viajes, de transporte y de vías.

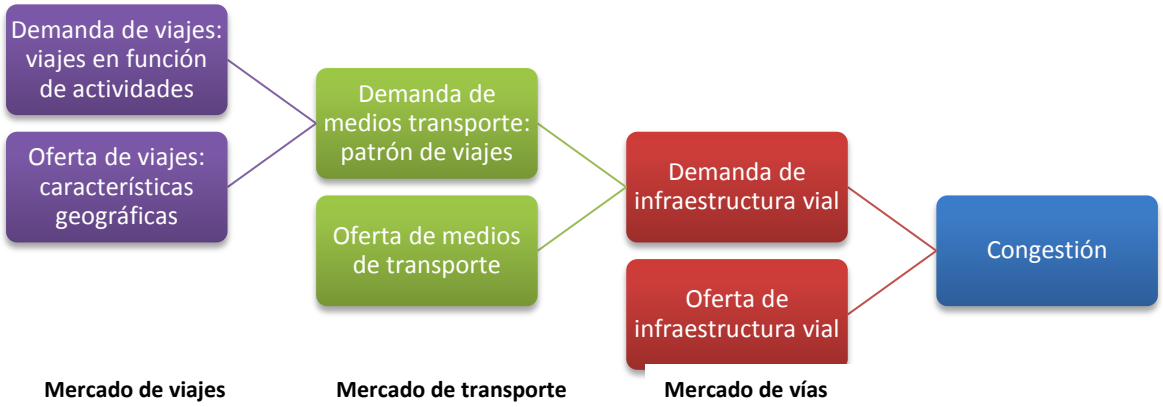
Mercado de viajes. Es el mercado en el cual se determinan el número y patrón de viajes que se realizan en un territorio de acuerdo a la asignación de actividades que efectúan las personas a lo largo del día. La demanda está conformada por el número de personas y la oferta se constituye por los lugares a los que las personas asisten para desarrollar sus actividades.

Mercado de transporte. En este mercado, los viajes que se nacen del mercado de viajes conforman la demanda de medios de circulación. Por otro lado, la oferta de medios de transporte se constituye para satisfacer la demanda.

Mercado para vías. Es el mercado en el cual la demanda es determinada por el número de viajes, el medio de transporte y la hora a la que se desplazan las personas. Por su parte la oferta está conformada por la infraestructura vial disponible para la circulación.

En la Figura 7 se señalan las relaciones entre los mercados de viajes, transporte y vías en la congestión vehicular.

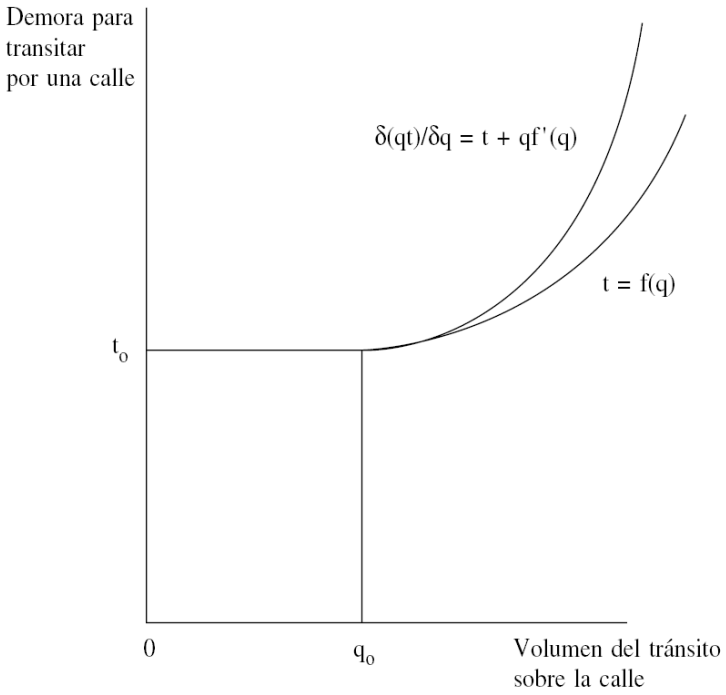
Figura 7. La congestión y las relaciones entre los mercados de viajes, transporte y vías



Fuente: Steer Davies Gleave (2009: 15)
Elaboración: Diego Puente G

Por lo antes expuesto, la velocidad de circulación se reduce a medida que aumenta el tránsito. De esta manera, el tiempo (t) necesario para transitar está en función del volumen de tránsito (q); así, $t = f(q)$. La derivada de esta función viene dada por $d(qt)/dq = t + qf'(q)$. La diferencia entre estas dos curvas representa el aumento del tiempo de desplazamiento de los demás vehículos que están circulando a causa de la introducción de un vehículo adicional para cualquier volumen de tránsito. Lo expuesto anteriormente se representa en el Gráfico 1.

Gráfico 1. La congestión del tránsito expresada como el tiempo de desplazamiento adicional



Fuente y elaboración: Thomson, Ian y Bull, Alberto (2002: 110).

En el Gráfico 1, la congestión inicia con un volumen de tránsito Oq_0[19]. El nivel Oq_0 es el punto donde coinciden las dos curvas. El cambio en los tiempos de traslado, hasta Oq_0, es el tiempo empleado por el vehículo que se incorpora ya que los otros pueden seguir circulando a la misma velocidad que antes. Por otra parte, desde Oq_0, las funciones se separan y $d(qt)/dq$ se ubica encima de t. Esto quiere decir que cada vehículo adicional, que usa la infraestructura de transporte, advierte su propia demora y paralelamente aumenta la demora del resto de usuarios. Así, el costo marginal es mayor al costo medio. De esta manera, los usuarios asumen los costos medios privados[20], pero no los costos marginales sociales. Otra característica es que cuando existe baja congestión, un aumento del flujo no incrementa considerablemente el tiempo de viaje. Sin embargo, ese mismo aumento absoluto del flujo, cuando hay mayor congestión, incrementa sustancialmente el tiempo de desplazamiento total.

La definición de la congestión no es muy específica. No obstante, Thomson y Bull (2002: 111), la define como *"la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta la demora de los demás en más de x%"*. Igualmente, la CEPAL (2003: 26) pone de ejemplo que la congestión, sería el volumen de tránsito en que $d(qt)/dq = at$, siendo $a = 1{,}50$; es decir que la congestión iniciaría cuando el cambio en la demora de todos los vehículos presentes en el flujo fuera igual a la mitad del tiempo de traslado que tendría un vehículo adicional.

Por otro lado, la infraestructura de transporte vial está especialmente compuesta por autopistas, carreteras, avenidas y calles. Esta infraestructura es considerada como un bien público[21]; y el problema es que se la asocia con un precio nulo por su uso. Sin embargo, la característica de bien público pura desaparece en horas pico donde la demanda por el uso de la infraestructura vial aumenta; es decir, aparece la característica de bien rival[22]. Con la rivalidad surge el concepto de escasez del bien público y, asimismo, una valoración por su utilización. Existe congestión en la infraestructura vial cuando ésta se constituye en un bien escaso; ya que hay exceso de demanda y la oferta no se puede incrementar instantáneamente. Además, no se cuenta con un precio explícito que agregue el efecto y así disminuya el exceso de demanda. La capacidad de la infraestructura se calcula como el número de vehículos que pueden circular por ésta en un periodo determinado de tiempo.

La demanda por uso de las vías es mayor al flujo máximo de tránsito cuando el precio es nulo, $p = 0$. Para impedir el exceso de demanda se debería cobrar un precio p^* y lograr una circulación máxima. Si no es así, la congestión asignará recursos escasos entre los demandantes. Esto se aprecia en el Gráfico 2.

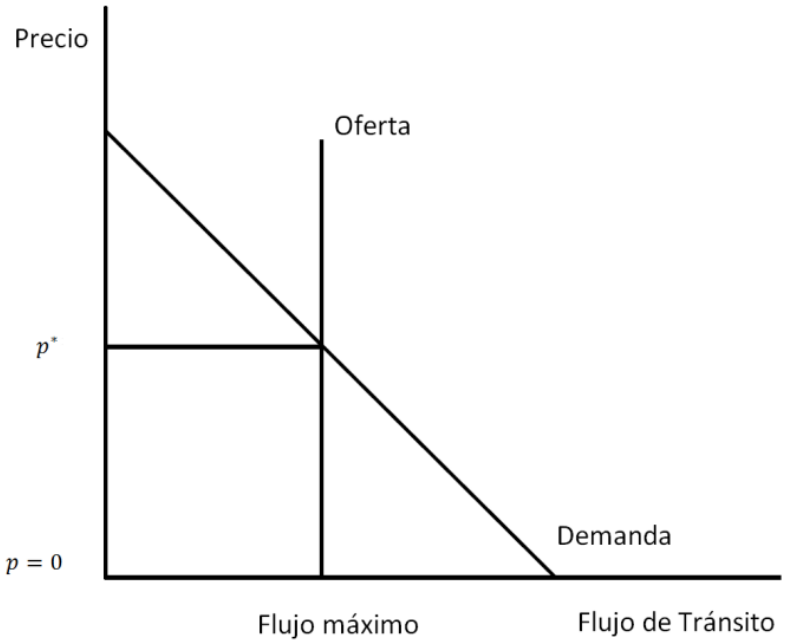
[19] Normalmente, esto ocurre con volúmenes relativamente bajos.

[20] Generalmente los usuarios no están conscientes de los costos medios privados ya que no saben a cabalidad cuál son los costos de mantenimiento, desgaste del vehículo, consumo de combustible de un desplazamiento extra. Esto implica distorsiones en la toma de decisiones de los agentes.

[21] Según la literatura (Maddala, G. S. y Miller, Ellen: 1991, 552,553), un bien público es aquel que proporciona al mismo tiempo beneficios no excluibles y no rivales. La no exclusividad significa que es imposible o extremadamente costoso excluir a cualquier persona de los beneficios de un bien. Por otra parte, la no rivalidad significa que el disfrute del bien por parte de una persona no reduce su disponibilidad para otros consumidores.

[22] Un bien es rival cuando su uso por parte de un usuario disminuye el uso por parte de otro (Taborda, 2005: 123).

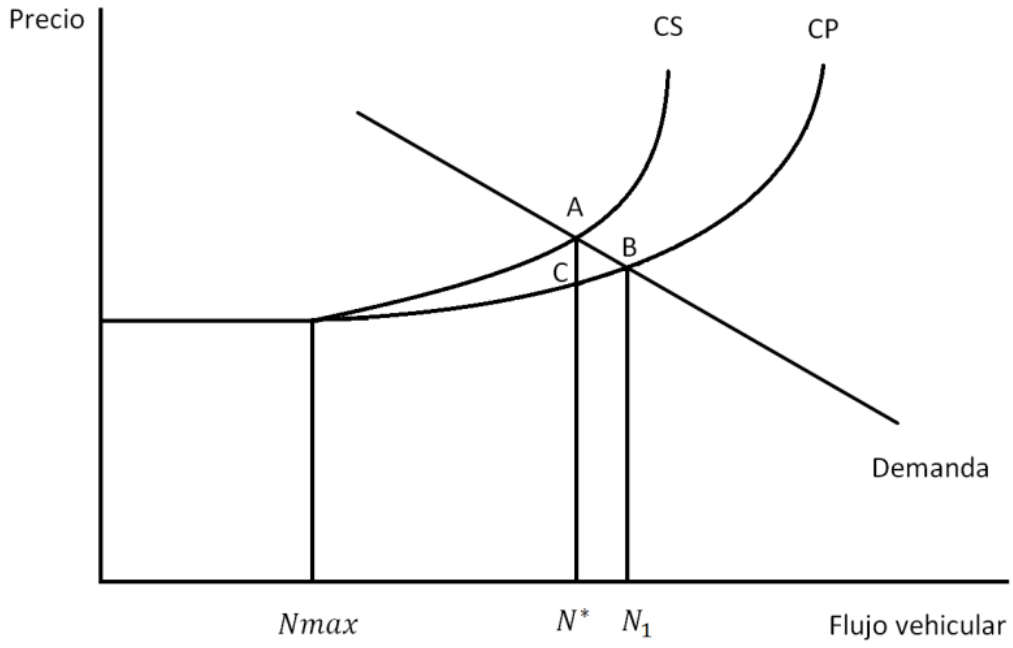
Gráfico 2. Demanda y oferta por uso de las vías



Fuente: Domper (2003: 4)
Elaboración: Diego Puente G

La no internalización de los costos sociales explica la entrada de vehículos adicionales en la infraestructura vial, a pesar del aumento del costo total. Los usuarios tienden a creer que el efecto de un vehículo adicional es despreciable en su aporte a la congestión. Esto se explica en el Gráfico 3, donde la pérdida social ABC representa el costo para la sociedad. El óptimo social se encuentra en el punto A cuando el flujo es N^*.

Gráfico 3. Pérdida social a causa de la entrada de un vehículo adicional en la infraestructura vial



Fuente: Domper (2003; 5,6)
Elaboración: Diego Puente G

Causas de la congestión

En esta sección se tratarán algunas causas que provocan la congestión vehicular. Según la literatura (CEPAL, 2003: 26-31), se analizarán las características del transporte urbano, los automóviles, la condición de las vías y prácticas de conducción, y la articulación institucional.

Características del sistema de transporte urbano

Las características del transporte urbano que provocan la congestión son:

***Demanda de transporte*.** Generalmente, los desplazamientos no se producen por un deseo intrínseco de traslado; sino que se derivan de la necesitad de acceder a los lugares donde se realizan las actividades. La demanda de transporte es variable y tiene picos donde la concentración de viajes es mayor.

Limitación espacial. La circulación se realiza en espacios viales limitados que son fijos en el corto plazo ya que existe una imposibilidad de acumular la capacidad vial no utilizada para emplearla en otro periodo.

Características de los medios de transporte. Los medios de transporte que físicamente ocupan más espacio vial por pasajero son los que cuentan con los elementos más deseados por los usuarios como seguridad, confort, confiabilidad, autonomía, entre otros. Este medio de transporte normalmente es el automóvil.

Costos. La infraestructura vial urbana para satisfacer el exceso de demanda tiene costos elevados.

Automóviles

Cada tipo de vehículo genera diferentes niveles de congestión. En ingeniería de tránsito se usa la unidad *pcu*[23] (passenger car unit) para asignar una equivalencia a cada tipo de vehículo. Según la literatura (CEPAL, 2003: 27), se considera que un automóvil tiene una equivalencia aproximada de 1 *pcu* y un bus 3 *pcu*. Esta equivalencia corresponde a la influencia sobre el flujo de tránsito o al espacio vial que ocupa. El *pcu* varía de acuerdo a las condiciones de las vías, las horas de circulación, el tramo vial en el que se circula, entre otros factores.

No obstante, aunque un bus produce aproximadamente 3 veces más congestión que un automóvil, éste transporta más personas. Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025 (2009: 30), el transporte privado tiene una tasa de ocupación aproximada de 1,7 personas por vehículo, mientras que un bus del sistema convencional tiene una capacidad promedio de 65 personas por unidad. De esta manera, a cada persona transportada en un vehículo particular le corresponde, en promedio, un equivalente de 13 m^2 de vía; es decir, aproximadamente 12,75[24] veces más que a una persona movilizada en transporte público. Se puede concluir entonces que, en

[23] El passenger car unit (pcu) se refiere al número de vehículos de pasajeros que son desplazados por un vehículo pesado, de un tipo particular, bajo la calzada, tráfico y condiciones de control existentes (Aggarwal, Praveen, 2011: 1).

[24] Este dato se calcula se la siguiente manera. Si un vehículo privado transporta en promedio 1,7 personas por unidad y un bus 65 personas promedio por unidad, entonces se necesitan aproximadamente 38,24 automóviles (65/1,7=38,24) para transportar el mismo número de personas que un bus. Si un bus congestiona aproximadamente 3 veces más que un automóvil, es decir su *pcu* es 3, mientras que el de un automóvil es 1, entonces un vehículo particular congestiona 12,74 veces más por persona que un bus (38,24/3=12,75).

igualdad de condiciones, la congestión se reduce si aumenta la participación de los buses en el uso modal de los viajes.

Sin embargo, según la CEPAL (2003: 27), el exceso de vehículos de transporte público contribuye a empeorar la congestión si es que éstos no llegan a los suficientes pasajeros como para "compensar" su influencia sobre el flujo del tránsito. Esto ocurrió en Santiago de Chile y Lima, durante 1980 y 1990 respectivamente, cuando existió una desregulación del transporte y una liberalización de las importaciones de vehículos usados.

Condición de las vías y prácticas de conducción

En esta sección se abordarán algunos factores que contribuyen con la congestión vehicular de las ciudades. Se describirá la situación de la vialidad de las ciudades, las conductas de manejo, la información sobre las condiciones de tránsito y la capacidad vial según lo expuesto por la CEPAL (2003: 29-30).

Las ciudades latinoamericanas no se han caracterizado por contar con una planificación espacial de las mismas ni por hacer el mantenimiento vial pertinente. Este diseño y mantenimiento ineficaz de la vialidad genera restricciones de la capacidad y aumenta la congestión.

Algunos conductores no respetan a otros usuarios, otros no acatan las señales de tránsito y otros se interponen en las intersecciones por "ahorrarse" algunos segundos. El servicio de transporte público irrespeta las paradas establecidas, y los taxis, al no tener paradas fijas, circulan a bajas velocidades en busca de pasajeros. Así, las malas conductas entorpecen el tránsito vehicular.

El desconocimiento de las condiciones del tránsito y de la red vial son elementos que aportan a la congestión. Cuando los usuarios están informados sobre el estado del tránsito y la red vial, se reduce la congestión, el kilometraje medio de los viajes y el tráfico vehicular (citado en CEPAL, 2003: 29-30).

En base a las apreciaciones presentadas por la CEPAL (2003: 30), los factores antes mencionados y otros contribuyen a generar una capacidad disminuida de la infraestructura vial en las ciudades latinoamericanas. La capacidad de una infraestructura vial latinoamericana, con iguales dimensiones geométricas y espaciales, es menor a la de una ubicada en Europa o Estados Unidos y Canadá. Es decir que, los sistemas viales de Latinoamérica son relativamente más congestionados.

Fundamentos teóricos y el caso de estudio

Se debe mencionar que se utilizó el marco teórico de los aportes a las teorías de la localización debido a que éstos cimentan los fundamentos de las dinámicas entre espacio y economía. Según Krugman (1992: 7) la geografía económica es *la rama de la economía que se preocupa de dónde ocurren las cosas*; es decir *la localización de la producción en el espacio*. La literatura académica respecto al aspecto geográfico de la economía se encuentra en desarrollo y los estudios han empezado por el análisis de la firma en el espacio. Según Krugman (1992: 10), *mientras los economistas carecieron de las herramientas analíticas para pensar de una forma rigurosa sobre los rendimientos crecientes y la competencia imperfecta, el estudio de la geografía económica estuvo condenado a permanecer marginado*. Krugman (1992: 20) señala que *la concentración geográfica nace, básicamente, de la interacción de los rendimientos crecientes, los costos de transporte y la demanda*. De esta manera, esta investigación recopila las contribuciones de las teorías de la

localización respecto a las firmas y las vincula al caso de estudio; es decir las dinámicas de movilidad generadas en torno a la localización de la infraestructura educativa en el Distrito Metropolitano de Quito.

En relación al marco teórico, en el estudio se entiende que las instituciones educativas privadas y públicas cumplen con los criterios de localización mencionados. Sin embargo, en cuanto a los centros educativos públicos se asume que estos también pueden obedecer a criterios políticos de planificación.

Además, según Salvatore (1992: 4), *la economía positiva trata o estudia lo que es, es decir, la manera cómo una sociedad resuelve en la práctica los problemas económicos que enfrenta*; y por otro lado, *la economía normativa trata o estudia lo que debe ser, es decir, la manera cómo una sociedad debe resolver los problemas económicos que se presentan*. De este modo, el marco teórico utiliza la economía normativa, mientras que su adaptación al tema de la infraestructura educativa sería una aplicación dentro de la economía positiva.

Al haber ido aumentando con el paso del tiempo las exigencias de rigor en la economía, el estudio de la localización ha sido empujado más y más a la periferia intelectual de esta disciplina (Krugman, 1992: 10). Es así que los estudios específicos respecto a la infraestructura educativa aún no han sido desarrollados y en esta investigación se pretende hacer una aproximación en base al marco teórico existente. Las razones para usar estos aportes son las que se describen a continuación.

Según Caloca et al (2010: 7) las observaciones relacionadas a la localización de las actividades productivas se proyectan con un entorno económico-socio-espacial, en las que se inicia una integración socio-económica en base a las condiciones de localización espacial. En el caso de estudio, se traslapa la información para entender los efectos en la movilidad respecto a las dinámicas generadas por los desplazamientos de los estudiantes hacia los centros educativos.

En economía, los roles de los agentes económicos (familias, firmas, gobierno) se pueden clasificar en sectores económicos como el primario, secundario y terciario. Los fundamentos teóricos utilizados analizan las interacciones de las firmas; en este sentido, las instituciones educativas caen dentro del análisis del sector terciario de la teoría de la firma en el cual se *reúnen aquellas actividades encaminadas a satisfacer necesidades de servicios que no se plasmen en algo material, como son educación, salud, servicios financieros, telecomunicaciones, comercio, turismo, transporte, servicios gubernamentales, sociales y personales* (Calderón, Ríos y Ceccarini; 2008: 86). La economía de la educación estudia las decisiones de la sociedad, de las instituciones educativas y de los individuos, y como estos resuelven sus necesidades en educación condicionadas a recursos educativos limitados (Woodhall, 1967: 389).

De manera general, se concluye que todas las actividades económicas confluyen en lugares físicos determinados en los cuales se desarrollan las mismas. Es decir que el elemento común de los fundamentos teóricos es el espacio físico. De esta manera, se utiliza este marco teórico ya que lo que interesa es el desenvolvimiento de las interacciones sociales en el ambiente físico. Si bien en el análisis de las firmas, éstas convergen en espacios físicos en donde se encuentran la oferta y la demanda de los productos o servicios; en este caso, el espacio físico donde convergen los estudiantes son las instituciones educativas en las que se presta el servicio educativo. Se resalta entonces la importancia del espacio en el que ocurre la actividad económica.

Análisis de la demanda y oferta educativa en el Distrito Metropolitano de Quito

El 27 de octubre de 1993 en el gobierno del presidente Sixto Durán Ballén el cantón Quito asumió la categoría de Distrito Metropolitano por tratarse de un territorio especial debido a sus particulares condiciones políticas y demográficas. Este cantón es la capital político-económica-administrativa del país y de la provincia de Pichincha, que al adquirir el nuevo estatus asume nuevas competencias en su administración.

El DMQ tiene una superficie de 4.215,40 km^2 (representa alrededor de 44,6% de la superficie de Pichincha). Al área urbana le corresponden aproximadamente 188,6 km^2 lo que representa cerca de 4,47% de la superficie total del DMQ. Según el Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022 – PMD (2012 b: 12), el Distrito está dividido en 65 parroquias, 32 urbanas y 33 rurales. Las parroquias urbanas muestran diferencias en cuanto a la consolidación, morfología edilicia, conectividad, equipamientos e infraestructura, servicios, entre otras. Asimismo, las parroquias rurales presentan asentamientos dispersos, con importantes necesidades de servicios básicos, donde se desarrollan actividades productivas básicamente de sectores primarios y secundarios.

En Junio de 2011, la SENPLADES oficializa la determinación de distritos y circuitos administrativos mediante el Oficio No. SENPLADES-SGDE-2011-0106, con la conformación de 139 Distritos y 1.134 Circuitos Administrativos como parte de un proceso de transformación del Estado el cual se basa en la prestación de servicios públicos cercanos a la ciudadanía.

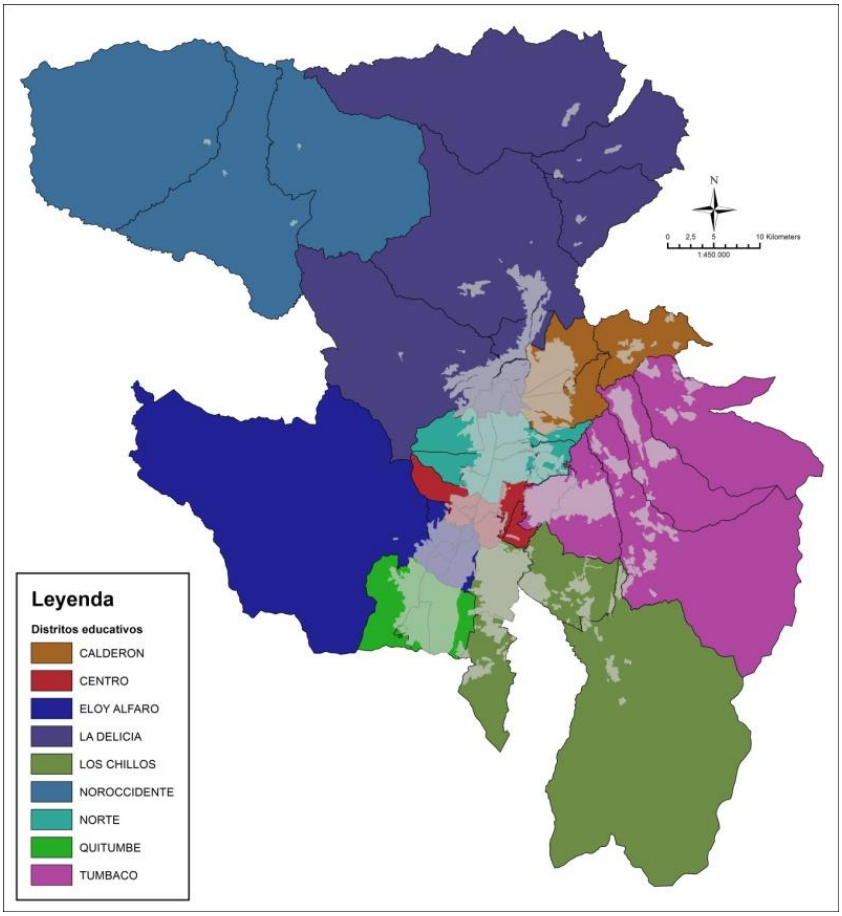
De su lado el Ministerio de Educación realizó algunos ajustes a los circuitos administrativos presentados por la SENPLADES y redefinió al DMQ en 9 Distritos educativos compuestos por 45 circuitos. El sustento legal para la conformación de los circuitos educativos se basa en los Artículos 57 (numerales 9, 13, 14, 16, 21) y 60 de la Constitución, el Artículo 27 de la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), el Acuerdo 020-12 del Ministerio de Educación y el Acuerdo 557-2012 de SENPLADES. Los criterios y motivos para esta división en términos generales se pueden observar en el Informe Técnico de Modelamiento de Circuitos Educativos presentado a SENPLADES mediante Oficio Nro. MINEDUC-CGP-2013-00115-OF, en el que se expresa que para realizar el proceso de conformación de circuitos educativos se debe: considerar y respetar los límites parroquiales, enfocarse en la población total por parroquia y no exclusivamente a la oferta y demanda del sector educativo, y considerar las áreas y sectores censales del año 2001; por lo que se llegó a un acuerdo general en el que existiría tres posibilidades para la conformación de los circuitos educativos: 1) la concordancia entre circuito administrativo y circuito educativo, 2) los circuitos educativos resultan de la unión de circuitos administrativos, y 3) los circuitos educativos resultan de la división de circuitos administrativos. Los criterios para conformar los circuitos educativos se basan en aspectos de administración educativa, geográficos, étnicos, lingüísticos y culturales.

Dado que esta investigación se plantea, además de identificar los impactos sobre la movilidad de distribución de la infraestructura educativa, el emitir un criterio sobre la pertinencia de esta división territorial, se ha creído pertinente realizar un análisis detallado para cada uno de los 9 distritos de la Zona 9, que es la que se corresponde con el DMQ.

En la primera sección se describe la ubicación geográfica de los establecimientos educativos conjuntamente con un análisis de la información estadística que permita la identificación de los componentes relacionados con la demanda y oferta educativa en el Distrito Metropolitano de Quito.

El Mapa 1 presenta justamente la división del DMQ por distritos educativos.

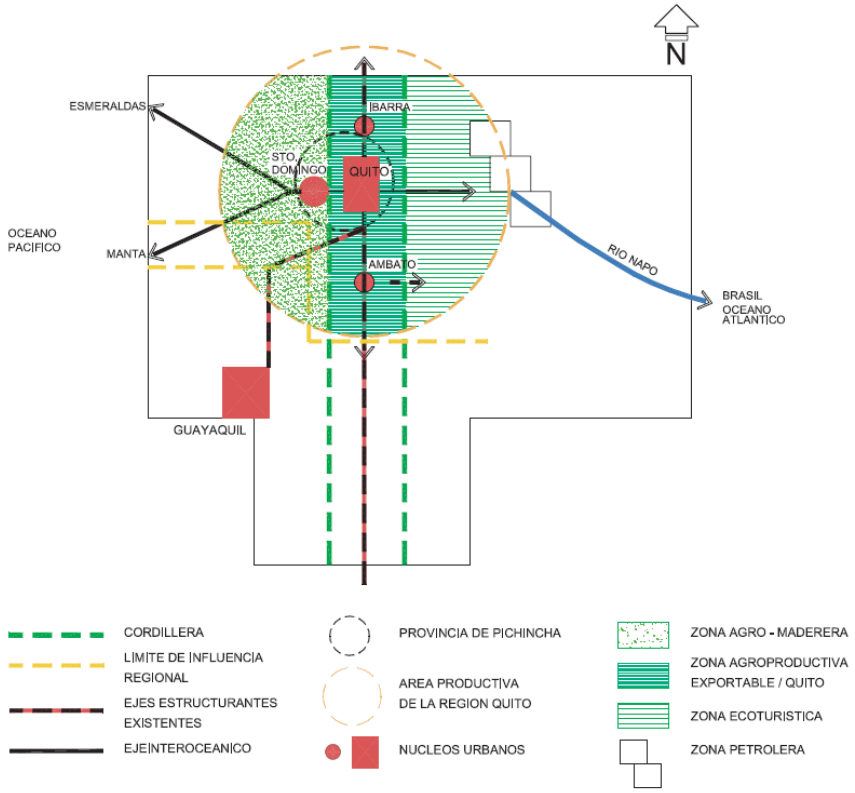
Mapa 1. División territorial del DMQ según distritos educativos



Fuente: MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Si bien no es materia de análisis de este trabajo, es importante mencionar que las dinámicas e interacciones del DMQ van más allá de los límites establecidos, tanto político-administrativos, como por los requerimientos de la planificación. Estas dinámicas, que responden a factores de consumo, trabajo, educación, movilidad, obligarían a incluir en un estudio de esta naturaleza a lo que se considera como la zona de influencia del DMQ; en especial a los cantones Cayambe, Mejía, Pedro Moncayo, Rumiñahui como lo reconoce el Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano de Quito - PGDT (2006: 13) la zona de influencia del DMQ es la que se presenta en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Área de influencia del DMQ



Fuente y elaboración: PGDT (2006:13)

Estructura socio-demográfica del DMQ

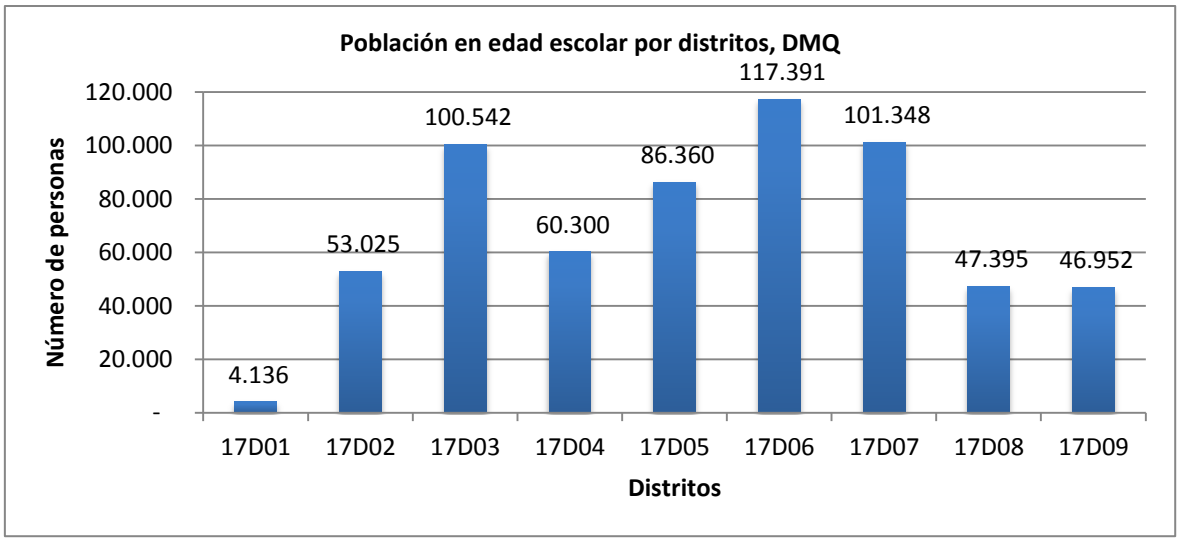
Según el Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022 -PMD (2012 b: 14), desde la década de los cincuenta, la población del Distrito creció ocho veces en las áreas urbanas y cuatro en las rurales debido a factores económicos, migratorios y otros propios del proceso de crecimiento poblacional. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2012), la población del DMQ creció de 209.399 habitantes en 1950 a 2'319.671 en 2010; se estima que en 2013 son 2'458.900 habitantes. A partir de la década de los ochenta, la tasa de crecimiento poblacional ha sido decreciente hasta ubicarse, en el último periodo intercensal, en una tasa promedio anual de 2,15%. Las cifras indican que el DMQ concentra al 15,5% de la población del Ecuador y al 86,92% de la provincia de Pichincha.

Por otra parte, las dinámicas de las poblaciones urbanas y rurales dentro del Distrito tienen comportamientos diferenciados. El mismo PMD (2012 b: 14), al examinar la población entre 2001 y 2010, señala la existencia de una disminución en la participación porcentual de la población urbana que pasa de 76,6% a 72,3%; mientras que la población rural habría aumentado en 4,3 puntos porcentuales su participación en el mismo período de tiempo. La tasa de crecimiento promedio de la población urbana fue de 1,8% en los periodos 1990-2001 y 2001-2010; mientras que la rural se ubicó en 4,7% y 4,3%, respectivamente. Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025 – PMMDMQ (2009: 16), este crecimiento del área suburbana se explicaría por el establecimiento de actividades agroexportadoras en las parroquias orientales, y a una tendencia general de la población a re-ubicarse en las zonas de Calderón, San Antonio, Quitumbe, La Delicia, debido al menor costo del suelo, y en Los Chillos, Cumbayá y Tumbaco, respecto a las mejores condiciones ambientales.

La composición de la población por grupos de edad en el DMQ advierte una preponderancia de población relativamente joven; con la probabilidad de que se presente un cambio importante en las dinámicas por las bajas tasas de nacimientos registradas en la última década. Es tan así que según el PMD (2012 b: 15), entre los años 2001 y 2010, la proporción de la población menor a 15 disminuye de 29,4% a 27,5%; mientras que aquella menor a los 25 años pasa de representar 50,2% a 46,2%, en los mismos años. Para el mismo periodo, de otro lado la población entre los 15 y 64 años aumentó de 64,5% a 66,2%, mientras que las personas mayores a 65 años aumentaron en 0,2 puntos, de 6,1% a 6,3%.

La demanda educativa en el DMQ se determina, para efectos de esta investigación, según las edades sugeridas en el Artículo 27 del Reglamento a la LOEI. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC) para el año 2010 en el DMQ existían 617.449 personas en edad escolar; ésta es la que se encuentra entre los 3 y 17 años; es decir 27,57% de la población total[25]. La distribución de la población en edad escolar por Distrito se presenta en el Gráfico 5.

Gráfico 5. Población en edad escolar por distritos, DMQ

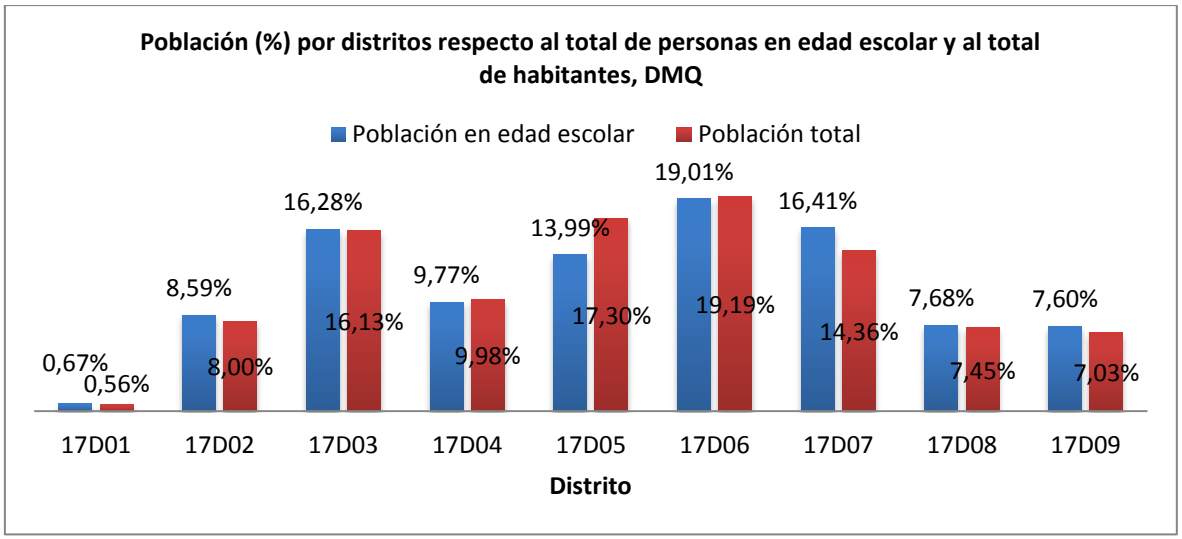


Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010
Elaboración: Diego Puente G

Tal como se puede observar en el Gráfico 5, los distritos 3, 5, 6 y 7 concentran 65,7% de personas en edad escolar; con valores relativamente más altos que los otros distritos. En una proporción similar se reúne la población total; estos mismos circuitos agrupan 66,98% de la población total del DMQ, tal como se puede observar en el Gráfico 6.

[25] Según el Censo de Población y Vivienda 2010, la población del Distrito Metropolitano de Quito corresponde a 2.239.191 personas.

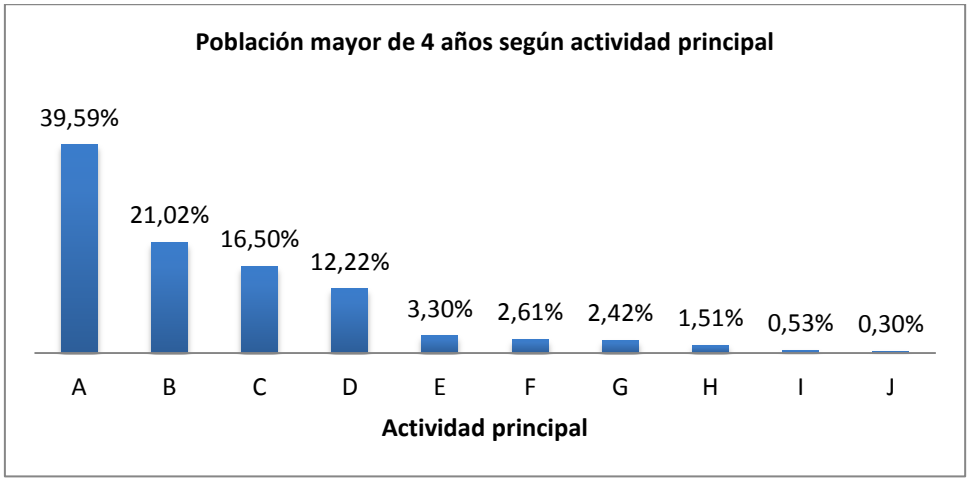
Gráfico 6. Población por distritos en función del número de personas en edad escolar y del total general, DMQ



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010
Elaboración: Diego Puente G

Si se analiza a la información relativa a las actividades principales que realiza la población; la EDM11 (2010, 101), da cuenta que alrededor de 40% de la población mayor de 4 años es estudiante; mientras que, 37,51% son trabajadores (21,02% son empleados y 16,50% son trabajadores independientes). La distribución de la población de acuerdo a la actividad principal que realizan se expone en el Gráfico 7[26].

Gráfico 7. Población mayor de 4 años según actividad principal, DMQ



Fuente: EDM11
Elaboración: Diego Puente G
Nota: A: Estudiante; B: Empleado; C: Trabajador independiente; D: Quehaceres domésticos; E: Jubilado/Retirado/Incapacitado; F: Empleado y estudiante; G: Desempleado; H: Otras actividades; I: NS/NC; y J: Trabajador independiente y estudiante.

Por otro lado, en base a la Tabla Resumen 2012-2013 inicio del Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE), que contiene información hasta diciembre de 2012, en el DMQ existen 1.959 instituciones educativas, 627.591 estudiantes y 32.761 docentes.

[26] Este dato incluye a la población de las zonas de Mejía y Rumiñahui (2.370.884 habitantes).

Brechas de cobertura educativa en el DMQ a nivel de distritos

El análisis de cobertura educativa y de la identificación de las brechas (deficiencias) se desprende de la demanda y oferta educativa respecto al número de personas en edad escolar y el número de estudiantes que asisten a clases en un mismo circuito. Es así que se hace el análisis para la oferta y demanda del sistema de educación inicial, general básica y bachillerato. El número de personas en edad escolar se refiere a la demanda; mientras que el número de estudiantes que asisten al sistema educativo es considerado como la oferta. Para calcular la brecha de cobertura se resta la oferta de la demanda educativa. Un resultado positivo da cuenta de un déficit; y, uno negativo, da cuenta de un superávit. Es decir que, si el número de personas en edad escolar que viven en un territorio es menor al número de estudiantes que asisten a clases en ese mismo territorio, entonces se dice que el territorio presenta un superávit de cobertura educativa; y viceversa.

Es de suponer por tanto que las personas en edad escolar de los circuitos deficitarios van a estudiar en los circuitos superavitarios dentro de un mismo distrito y de esta manera se generan los desplazamientos territoriales que afectan los niveles de movilidad en la ciudad. Es decir si el número de personas en edad escolar que viven en un distrito es superior al número de estudiantes que asisten a clases en ese mismo distrito, hay estudiantes que no lograron ser atendidos en este territorio y se movilizarán hacia otros circuitos educativos en los que exista un superávit de cobertura.

Distrito 17D01 – Noroccidente

El distrito 17D01 (Noroccidente) se localiza en el Noroccidente del DMQ. Este distrito tiene una superficie de 836,85 km^2, equivalentes a 19,85% del total de la Zona 9. Este distrito está conformado por 3 circuitos educativos que a su vez contienen 5 parroquias: Gualea, Nanegal, Nanegalito, Pacto y San José de Minas tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D01

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D01	17D01C01	Pacto	345,82
	17D01C02_04	Gualea, Nanegalito	245,95
	17D01C03	Nanegal, San José de Minas	245,09
Total	3	5	836,85

Fuente: INEC, MinEduc

Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Noroccidente alcanza los 12.485 habitantes, de los cuales 33,13% (4.136) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 2 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D01 cuenta con 58 instituciones educativas; éstas representan 2,96% del total de establecimientos en el DMQ. De estos centros educativos, 41,38% se ubican en el circuito 17D01C01; 34,48% se encuentran en el circuito 17D01C02_04; y 24,14% en el circuito 17D01C03. En la Tabla 2 se indica esta distribución.

Por otro lado, en el distrito Noroccidente estudian 3.795 alumnos; éstos representan 0,60% de total de estudiantes en el DMQ. De este modo, 33,57% del alumnado asiste a clases en el circuito 17D01C01; 42,27% cursa sus estudios en el circuito 17D01C02_04; y 24,16% en el circuito 17D01C03. Esta distribución se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Noroccidente

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D01	17D01C01	1.618	4.798	33,72%	24	1.274
	17D01C02_04	1.663	5.051	32,92%	20	1.604
	17D01C03	855	2.636	32,44%	14	917
Total	3	4.136	12.485	33,13%	58	3.795

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa determina que los circuitos 17D01C01 y 17D01C02_04 son deficitarios, es decir que el número de personas en edad escolar que viven en cada circuito es superior al número de estudiantes que asisten a clases en ese circuito; mientras que el circuito 17D01C03 es el único superavitario, es decir que el número de personas en edad escolar que habitan en ese circuito es inferior al número de estudiantes. Como conclusión se obtiene que en el distrito viven 4.136 personas en edad escolar y se ofertan 3.795 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un déficit global de 341 alumnos que debe ser cubierto por otras unidades del Distrito. En la Tabla 3 se presentan estos resultados para cada circuito.

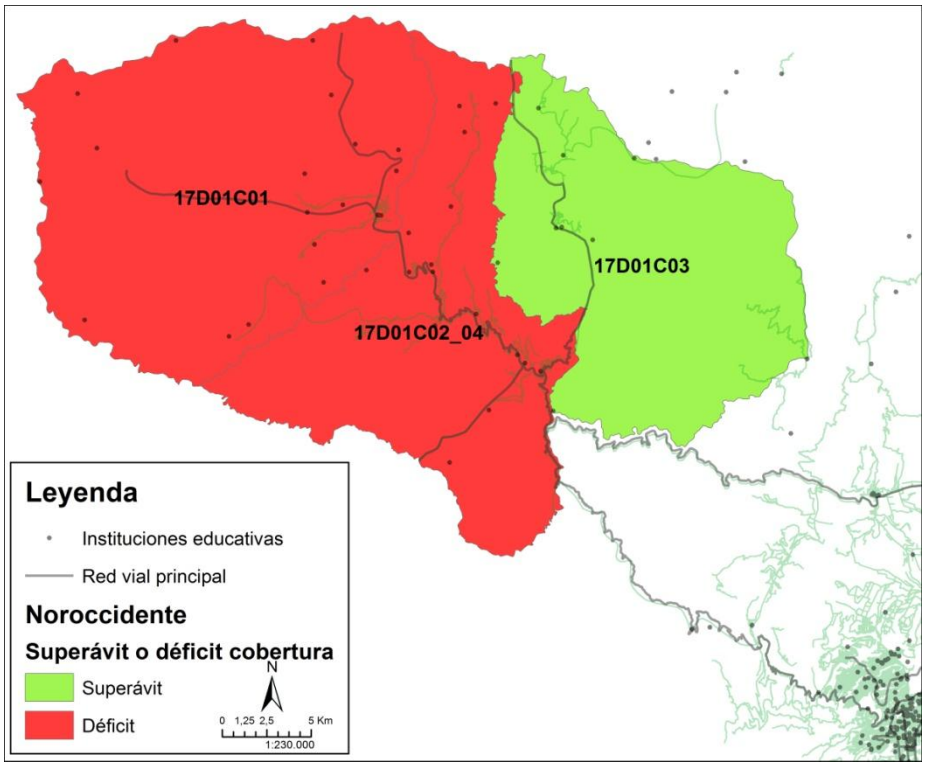
Tabla 3. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Noroccidente

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D01	17D01C01	1.618	1.274	344	21,26%
	17D01C02_04	1.663	1.604	59	3,55%
	17D01C03	855	917	-62	-7,25%
Total	3	4.136	3.795	341	8,24%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se grafica un mapa del distrito en el cual se resaltan 2 circuitos deficitarios y un superavitario. En el Mapa 2 se ilustran estos resultados; el circuito en color verde representa el superávit, mientras que las zonas en rojo constituyen el déficit.

Mapa 2. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D01



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

A manera de resumen se puede afirmar que las personas en edad escolar en los circuitos deficitarios del distrito se movilizan en dos sentidos: 1) hacia el circuito superavitario dentro del mismo distrito, es decir que 403[27] personas en edad escolar de los circuitos 17D01C01 y 17D01C02_04 se desplazan hacia el circuito 17D01C03; y 2) las personas que no logran se atendidas se trasladan hacia los circuitos educativos ajenos al distrito Noroccidente. El resultado global del distrito 17D01 indica que existen 341 personas en edad escolar que no asisten a clases en este distrito y que, en consecuencia, se movilizan hacia los circuitos educativos que presentan superávit y que están fuera del distrito 17D01. Se presume que estas personas podrían desplazarse hacia los circuitos 17D03C08_09_13[28] o aquellos que presentan superávit en el distrito 17D05[29].

Distrito 17D02 – Calderón

El distrito 17D02 (Calderón) se localiza en el noreste del DMQ y limita al noreste y este con el distrito Cayambe-Pedro Moncayo (Zona 2), al sur con los distritos Tumbaco y Norte, y finalmente al oeste y noroeste con el distrito La Delicia.

Este distrito tiene una superficie de 142,13 km^2, equivalentes a 3,37% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 4 circuitos educativos que a su vez contienen 3 parroquias: Calderón,

[27] Los circuitos 17D01C01 y 17D01C02_04 presentan un déficit de 344 y 59 personas en edad escolar, respectivamente, mismo que suma 403 personas en edad escolar.
[28] El circuito 17D03C08_09_13 corresponde a las parroquias de Cotocollao, Ponceano y La Concepción.
[29] Los circuitos superavitarios del distrito Norte corresponden a las parroquias de Rumipamba, La Concepción, Iñaquito, Mariscal Sucre, Belisario Quevedo, Kennedy, San Isidro del Inca, Zámbiza, Jipijapa y Nayón.

Llano Chico y Guayllabamba. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D02

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D02	17D02C01_06_09	Calderón, Llano Chico	39,85
	17D02C02	Calderón	7,89
	17D02C03_04_05_07_08	Calderón	38,71
	17D02C10	Guayllabamba	55,68
Total	4	3	142,13

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Calderón alcanza los 179.128 habitantes, de los cuales 29,60% (53.025) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 5 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D02 cuenta con 147 instituciones educativas; éstas representan 7,50% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estos centros educativos, se presenta en la Tabla 5; 27,89% se ubican en el circuito 17D02C01_06_09; 24,49% se encuentran en el circuito 17D02C02; 35,37% en el circuito 17D02C03_04_05_07_08; y 12,24% en el circuito 17D02C10.

Por otro lado, en el distrito Calderón estudian 41.749 alumnos; éstos representan 6,65% de total de estudiantes en el DMQ. De este modo, 17,36% del alumnado asiste a clases en el circuito 17D02C01_06_09; 25,30% cursa sus estudios en el circuito 17D02C02; 46,20% estudia en el circuito 17D02C03_04_05_07_08; y 11,15% en el circuito 17D02C10. Esta distribución se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Calderón

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D02	17D02C01_06_09	11.697	39.063	29,94%	41	7.247
	17D02C02	10.990	37.837	29,05%	36	10.562
	17D02C03_04_05_07_08	25.368	86.015	29,49%	52	19.287
	17D02C10	4.970	16.213	30,65%	18	4.653
Total	4	53.025	179.128	29,60%	147	41.749

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

Como se puede observar en la Tabla 6, todos los circuitos de este distrito son deficitarios. Es decir que el número de personas en edad escolar que viven en cada circuito es superior al número de estudiantes que asisten a clases en ese circuito. En el distrito viven 53.025 personas en edad escolar y se ofertan 41.749 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un déficit para 11.276 alumnos que debe ser atendido por otras unidades y distritos.

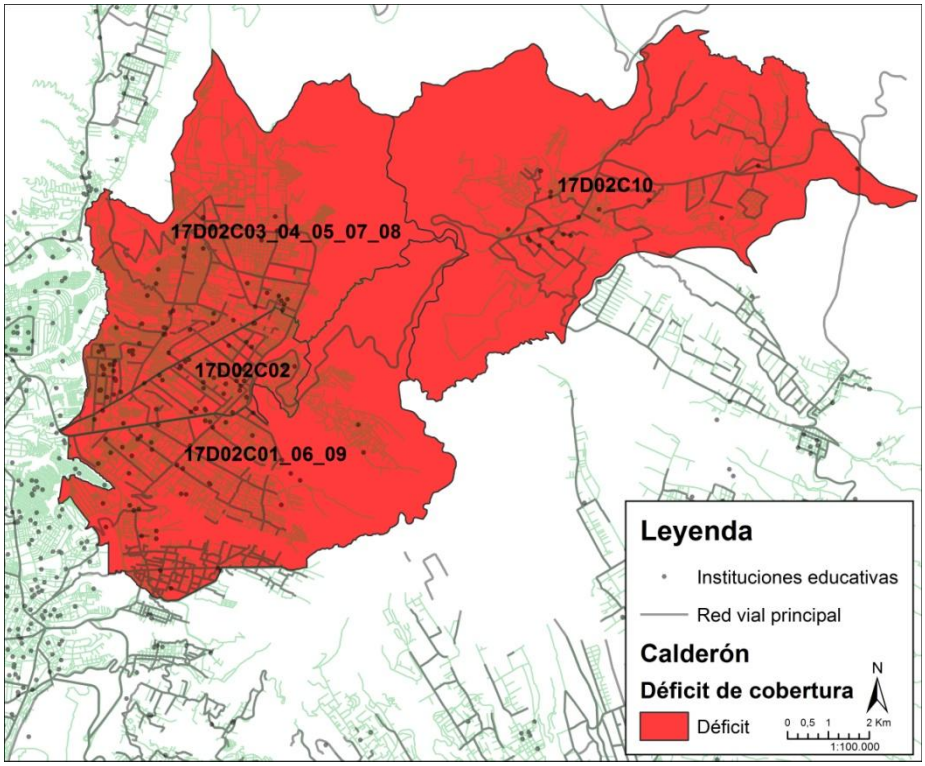
Tabla 6. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Calderón

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D02	17D02C01_06_09	11.697	7.247	4.450	38,04%
	17D02C02	10.990	10.562	428	3,89%
	17D02C03_04_05_07_08	25.368	19.287	6.081	23,97%
	17D02C10	4.970	4.653	317	6,38%
Total	4	53.025	41.749	11.276	21,27%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se elabora un mapa del distrito en el cual se resaltan los circuitos. Se establece que los 4 circuitos del distrito son deficitarios. En el Mapa 3 se ilustran estos resultados; las áreas rojo constituyen el déficit.

Mapa 3. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D02



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En este caso, al observarse que todos los circuitos son deficitarios, las 11.276[30] personas en edad escolar que no son atendidas en este distrito se trasladan hacia otros circuitos educativos que no son parte del distrito Calderón. Se presume que estas personas podrían desplazarse hacia los circuitos 17D03C08_09_13, 17D09C08_10[31] o aquellos que presentan superávit en los distritos Centro[32] o Norte.

[30] El número de personas en edad escolar que es superior al número de estudiantes en el distrito 17D02 es igual a 11.276 personas.
[31] El circuito 17D09C08_10 corresponde a las parroquias El Quinche y Checa.

Distrito 17D03 – La Delicia

El distrito 17D03 (La Delicia) se sitúa en el noreste del DMQ y limita al noreste y este con el distrito Cayambe-Pedro Moncayo (Zona 2), al sur con los distritos Tumbaco y Norte, y finalmente al oeste y noroeste con el distrito La Delicia. Este distrito tiene una superficie de 1.082,65 km^2, equivalentes a 25,68% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 9 circuitos educativos que a su vez contienen 16 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D03

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D03	17D03C01	Puellaro	70,78
	17D03C02	Atahualpa, Chavezpamba, Perucho	91,93
	17D03C03_04	San José de Minas	307,49
	17D03C05_06_07_12	El Condado, Nono, Pomasqui	262,90
	17D03C08_09_13	Cotocollao, Ponceano, La Concepción	9,38
	17D03C10_11_16	Calacalí, Nanegal, San Antonio	301,96
	17D03C14_15	Pomasqui	23,60
	17D03C17	Carcelén	9,08
	17D03C18_19	Ponceano, Comité del Pueblo	5,52
Total	9	16	1.082,65

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito La Delicia alcanza los 361.269 habitantes, de los cuales 7,83% (100.542) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 8 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D03 cuenta con 294 instituciones educativas; éstas representan 15,01% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estos establecimientos en el territorio se presenta en la Tabla 8; 29,93% se ubican en el circuito 17D03C08_09_13; 16,67% se encuentran en el circuito 17D03C05_06_07_12; y 13,95% en el circuito 17D03C10_11_16.

Por otro lado, en el distrito La Delicia estudian 76.713 alumnos; éstos representan 12,22% de total de estudiantes en el DMQ. De esta manera, 32,45% del alumnado asiste a clases en el circuito 17D03C08_09_13; 17,86%% cursa sus estudios en el circuito 17D03C05_06_07_12; y 14,12% estudia en el circuito 17D03C17. Esta distribución se detalla en la Tabla 8.

[32] Los circuitos superavitarios del distrito Centro corresponden a las parroquias de Centro Histórico, Itchimbía y San Juan.

Tabla 8. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito La Delicia

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D03	17D03C01	1.638	5.488	29,85%	10	1.481
	17D03C02	988	3.491	28,30%	10	638
	17D03C03_04	2.220	7.243	30,65%	10	1.334
	17D03C05_06_07_12	28.655	92.069	31,12%	49	13.699
	17D03C08_09_13	19.782	85.675	23,09%	88	24.890
	17D03C10_11_16	10.966	36.252	30,25%	41	9.820
	17D03C14_15	7.773	28.910	26,89%	24	6.097
	17D03C17	14.606	54.938	26,59%	31	10.829
	17D03C18_19	13.914	47.203	29,48%	31	7.925
Total	9	100.542	361.269	27,83%	294	76.713

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa da cuenta de que, con excepción del circuito 17D03C08_09_13 que corresponde a las parroquias de Ponceano, Cotocollao y La Concepción, el Distrito 17D03 es deficitario; es decir que el número de personas en edad escolar que habitan en ese circuito es superior al número de estudiantes. En el distrito habitan 100.542 personas en edad escolar y se ofertan 76.713 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un déficit global de 23.829 alumnos que debe ser atendido. En la Tabla 9 se presentan estos resultados para cada circuito.

Tabla 9. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito La Delicia

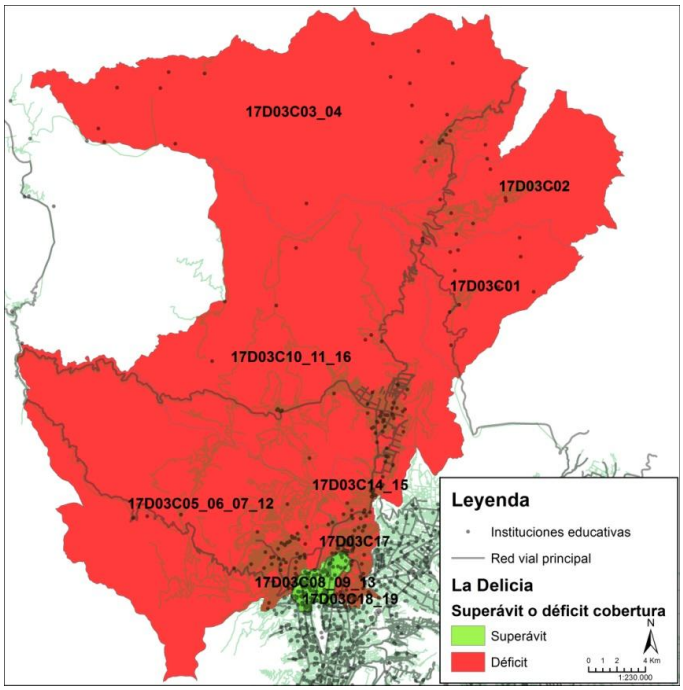
Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D03	17D03C01	1.638	1.481	157	9,58%
	17D03C02	988	638	350	35,43%
	17D03C03_04	2.220	1.334	886	39,91%
	17D03C05_06_07_12	28.655	13.699	14.956	52,19%
	17D03C08_09_13	19.782	24.890	-5.108	-25,82%
	17D03C10_11_16	10.966	9.820	1.146	10,45%
	17D03C14_15	7.773	6.097	1.676	21,56%
	17D03C17	14.606	10.829	3.777	25,86%
	17D03C18_19	13.914	7.925	5.989	43,04%
Total	9	100.542	76.713	23.829	23,70%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se grafica un mapa del distrito en el cual se resalta 1 circuito superavitario y 8 deficitarios. En el Mapa 4 se ilustran estos resultados; el circuito en color verde representa el superávit, mientras que las zonas en rojo constituyen el déficit.

Mapa 4. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D03



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

Entonces las personas en edad escolar en los circuitos deficitarios del distrito se movilizan en dos sentidos: 1) hacia el circuito superavitario dentro del mismo distrito, es decir que 28.937[33] personas en edad escolar de los circuitos con déficit se desplazan hacia el circuito 17D03C08_09_13 para poder ser atendidas; y 2) las personas que no asistieran a clases en el circuito 17D03C08_09_13 se trasladan hacia circuitos educativos fuera del distrito La Delicia. El resultado global del distrito 17D03 manifiesta que existen 23.829 personas en edad escolar que no asisten a clases en este mismo distrito y se movilizan hacia los circuitos educativos que presentan superávit y que están fuera del distrito 17D03. Se presume que estas personas podrían desplazarse hacia los circuitos que presentan superávit en los distritos Norte y Centro o hacia el circuito 17D01C03[34].

Distrito 17D04 – Centro

El distrito 17D04 (Centro) se sitúa en el centro del DMQ y limita al norte con el distrito Norte, al este con el distrito Tumbaco y parte del distrito Los Chillos, al sur con los distritos distrito Los Chillos y Eloy Alfaro y al oeste con el distrito La Delicia. Este distrito tiene una superficie de 56,54 km^2, equivalentes a 1,34% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 5 circuitos educativos que a su vez contienen 5 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 10.

[33] El número de personas en edad escolar que es superior al número de estudiantes en el distrito 17D03 es igual a 28.937 personas.
[34] El circuito 17D01C03 corresponde a las parroquias de Nanegal y San José de Minas.

Tabla 10. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D04

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D04	17D04C01_02	Puengasí	18,33
	17D04C03	Centro Histórico, Itchimbía	1,66
	17D04C04_07	Centro Histórico, La Libertad	4,59
	17D04C05_06	Centro Histórico, San Juan	18,43
	17D04C08	Centro Histórico, Itchimbía	13,54
Total	5	5	56,54

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Centro alcanza las 223.576 personas, de las cuales 26,97% (60.300) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 11 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D04 cuenta con 235 instituciones educativas; éstas representan 12,00% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estos centros se indica en la Tabla 11; 26,38% se ubican en los circuitos 17D04C01_02 y 17D04C05_06, en la misma proporción; y 20,00% se encuentran en el circuito 17D04C08.

Por otro lado, en el distrito Centro estudian 78.520 estudiantes; éstos representan 12,51% de total de estudiantes en el DMQ. De este modo, 34,08% del alumnado asiste a clases en el circuito 17D04C03; 32,54%% cursa sus estudios en el circuito 17D04C05_06; y 16,79% estudia en el circuito 17D04C08. Esta distribución se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Centro

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D04	17D04C01_02	17.761	63.375	28,03%	32	4.611
	17D04C03	5.719	21.904	26,11%	62	26.763
	17D04C04_07	13.991	47.088	29,71%	32	8.415
	17D04C05_06	14.461	54.286	26,64%	62	25.551
	17D04C08	8.368	36.923	22,66%	47	13.180
Total	5	60.300	223.576	26,97%	235	78.520

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa determina que 3 circuitos de este distrito son superavitarios y dos deficitarios. En el distrito habitan 60.300 personas en edad escolar y se ofertan 78.520 plazas en las instituciones, por lo que existe un superávit global de 18.220 estudiantes. En la Tabla 12 se presentan estos resultados para cada circuito.

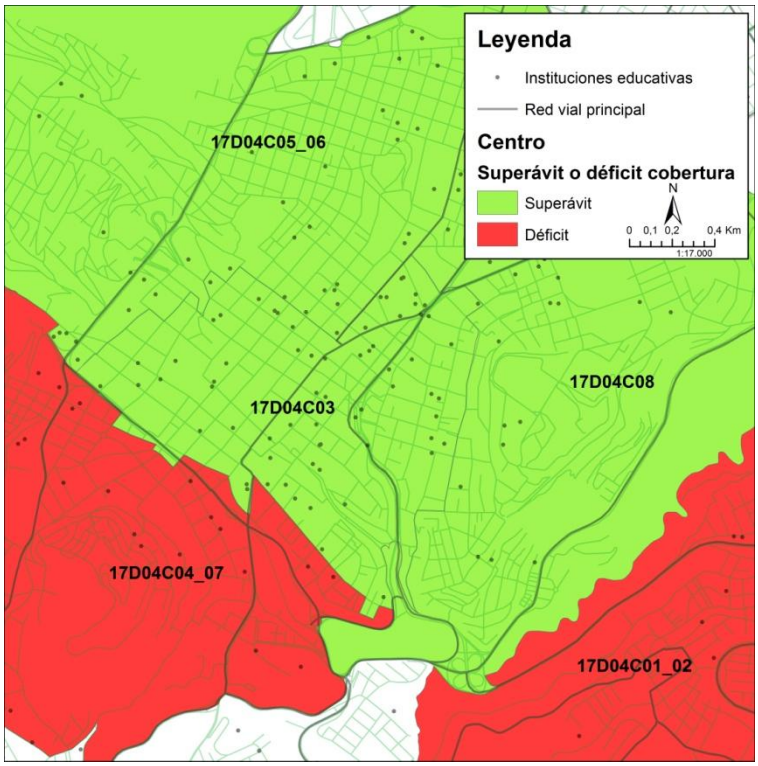
Tabla 12. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Centro

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D04	17D04C01_02	17.761	4.611	13.150	74,04%
	17D04C03	5.719	26.763	-21.044	-367,97%
	17D04C04_07	13.991	8.415	5.576	39,85%
	17D04C05_06	14.461	25.551	-11.090	-76,69%
	17D04C08	8.368	13.180	-4.812	-57,50%
Total	5	60.300	78.520	-18.220	-30,22%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se presenta un mapa del distrito en el cual se destacan 4 circuitos superavitarios y 2 deficitarios. En el Mapa 5 se ilustran estos resultados; los circuitos en color verde representan el superávit, mientras que las zonas rojo constituyen el déficit.

Mapa 5. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D04



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En este distrito se observa que existen personas en edad escolar que se movilizan dentro del mismo distrito (18.726[35] personas en edad escolar de los circuitos con déficit se desplazan hacia los 3 circuitos con superávit); y que además existen 18.220 personas en edad escolar que provienen de otros distritos distintos y que se movilizan hacia los circuitos 17D04C03, 17D04C05_06 y 17D04C08[36] del Distrito objeto de este análisis. Se presume que las personas que se desplazan hacia estos

[35] El número de personas en edad escolar que es superior al número de estudiantes en el distrito 17D04 es igual a 18.726 personas.
[36] Los circuitos 17D04C03, 17D04C05_06 y 17D04C08 corresponden a las parroquias Centro Histórico, Itchimbía y San Juan.

circuitos provienen de los distritos Quitumbe, Los Chillos y circuitos deficitarios del distrito Eloy Alfaro (17D06C05_11 y 17D06C08_09)[37].

Distrito 17D05 – Norte

El distrito 17D05 (Norte) se ubica en el centro-norte del DMQ y limita al norte con el distrito Calderón y el distrito La Delicia, con este último circunscribe igualmente al oeste, al sur delimita con el distrito Centro y al este y sureste con el distrito Tumbaco. Este distrito tiene una superficie de 118,63 km^2, equivalentes a 2,81% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 6 circuitos educativos que a su vez aglomeran 11 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D05

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D05	17D05C01_06	Rumipamba, La Concepción	25,26
	17D05C02_10	Iñaquito, Mariscal Sucre	17,58
	17D05C03_04	Belisario Quevedo	5,97
	17D05C05_07_08_13	Kennedy, San Isidro del Inca, Zámbiza	21,46
	17D05C09_12	Jipijapa, Nayón	21,17
	17D05C11	Cochapamba	27,18
Total	6	11	118,63

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Norte alcanza las 387.310 personas, de las cuales 22,30% (86.360) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 14 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D05 cuenta con 370 instituciones educativas; éstas representan 18,89% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de los establecimientos educativos se detalla en la Tabla 14; 24,59% se ubican en el circuito 17D05C05_07_08_13; 22,16% se encuentran en el circuito 17D05C02_10; y 16,76% en el circuito 17D05C03_04.

Por otro lado, en el distrito Norte cursan clase 138.027 alumnos; éstos representan 21,99% de total de estudiantes en el DMQ. De esta manera, 27,50% del alumnado asiste a clases en el circuito 17D05C02_10; 26,08% cursa sus estudios en el circuito 17D05C05_07_08_13; y 15,61% estudia en el circuito 17D05C03_04. Esta distribución se detalla en la Tabla 14.

[37] Los circuitos 17D06C05_11 y 17D06C08_09 corresponden a las parroquias La Ferroviaria, La Argelia, La Mena y Lloa.

Tabla 14. Población en edad escolar y total, número de instituciones y de estudiantes, distrito Norte

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D05	17D05C01_06	10.983	60.887	18,04%	61	19.776
	17D05C02_10	8.129	54.261	14,98%	82	37.344
	17D05C03_04	11.023	48.188	22,87%	62	21.543
	17D05C05_07_08_13	28.085	115.301	24,36%	91	35.995
	17D05C09_12	11.123	50.669	21,95%	41	14.176
	17D05C11	17.017	58.004	29,34%	33	9.193
Total	6	86.360	387.310	22,30%	370	138.027

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa determina que, con excepción del circuito 17D05C11, todos los circuitos de este distrito son superavitarios, es decir que el número de personas en edad escolar que habitan en ese circuito es inferior al número de estudiantes. En el distrito habitan 86.360 personas en edad escolar y se ofertan 138.027 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un superávit global de 51.667 alumnos. En la Tabla 15 se presentan estos resultados para cada circuito.

Tabla 15. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Norte

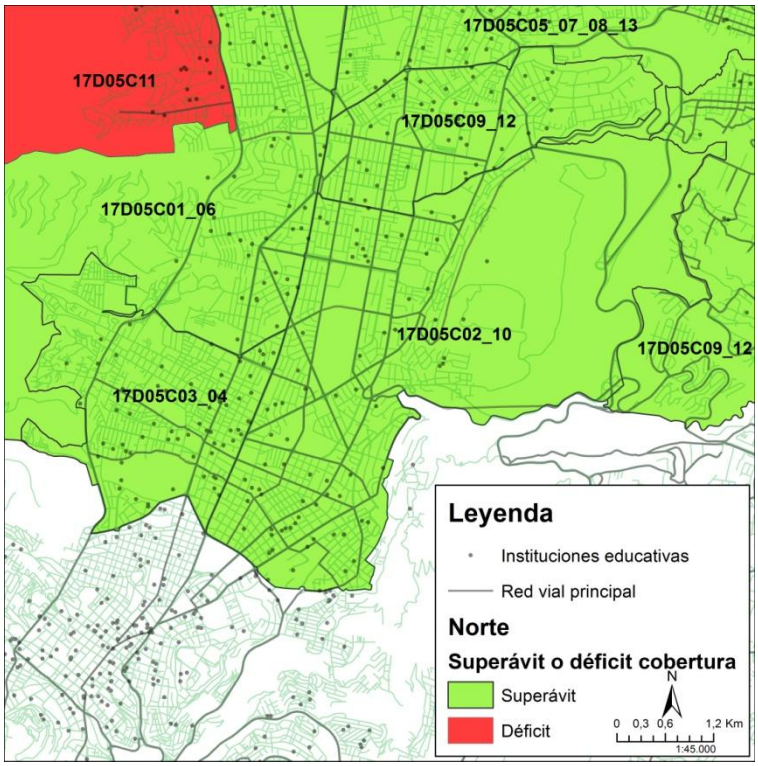
Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D05	17D05C01_06	10.983	19.776	-8.793	-80,06%
	17D05C02_10	8.129	37.344	-29.215	-359,39%
	17D05C03_04	11.023	21.543	-10.520	-95,44%
	17D05C05_07_08_13	28.085	35.995	-7.910	-28,16%
	17D05C09_12	11.123	14.176	-3.053	-27,45%
	17D05C11	17.017	9.193	7.824	45,98%
Total	6	86.360	138.027	-51.667	-59,83%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se presenta un mapa del distrito en el cual sobresalen 5 circuitos superavitarios y 1 deficitario. En el Mapa 6 se ilustran estos resultados; los circuitos en color verde representan el superávit, mientras que los circuitos en rojo constituyen el déficit.

Mapa 6. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D05



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En este distrito se nota que existen personas en edad escolar que se movilizan dentro del mismo distrito (7.824[38] personas en edad escolar del circuito 17D05C11 con déficit se desplazan hacia los 5 circuitos con superávit); y, por otro lado, existen 51.667 personas en edad escolar que provienen de otros distritos educativos distintos y que se movilizan hacia los circuitos 17D05C01_06, 17D05C02_10, 17D05C03_04, 17D05C05_07_08_13 y 17D05C09_12[39] del Distrito objeto de examen. Se presume que las personas que se desplazan hacia estos circuitos provienen de los distritos Calderón, Quitumbe, Los Chillos, entre otros.

Distrito 17D06 – Eloy Alfaro

El distrito 17D06 (Eloy Alfaro) se localiza en el sur del DMQ y delimita al norte con el cantón San Miguel de los Bancos, al este con el distrito La Delicia, Quitumbe y Centro, al oeste con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y al sur con el cantón Mejía. Este distrito tiene una superficie de 589,78 km^2, equivalentes a 13,99% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 6 circuitos educativos que a su vez reúnen 9 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 16.

[38] El número depersonas en edad escolar superior al número de estudiantes en el distrito 17D05 es igual a 7.824 personas.
[39] Los circuitos 17D05C01_06, 17D05C02_10, 17D05C03_04, 17D05C05_07_08_13 y 17D05C09_12 corresponden a las parroquias Rumipamba, La Concepción, Iñaquito, Mariscal Sucre, Belisario Quevedo, Kennedy, San Isidro del Inca, Zámbiza, Jipijapa y Nayón.

Tabla 16. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D06

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D06	17D06C01_10	La Magdalena, Chilibulo	12,28
	17D06C02_03	San Bartolo	3,80
	17D06C04	Chimbacalle	2,46
	17D06C05_11	La Ferroviaria, La Argelia	15,17
	17D06C06_07	Solanda	4,51
	17D06C08_09	La Mena, Lloa	551,57
Total	6	9	589,78

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Eloy Alfaro es de 429.775 personas, de las cuales 27,31% (117.391) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 17 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D06 cuenta con 328 instituciones educativas; éstas representan 16,74% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estos establecimientos se indica en la Tabla 17, 23,78% se ubican en el circuito 17D06C01_10; 21,95% se encuentran en el circuito 17D06C05_11; y 15,55% en el circuito 17D06C06_07.

Por otro lado, 132.649 estudiantes asisten a clases al distrito Eloy Alfaro; éstos representan 21,14% de total de estudiantes en el DMQ. De esta manera, 24,52% del alumnado estudia en el circuito 17D06C01_10; 20,60% cursa sus estudios en el circuito 17D06C02_03; y 17,87% estudia en el circuito 17D06C05_11. Esta distribución se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Eloy Alfaro

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D06	17D06C01_10	21.207	79.313	26,74%	78	32.522
	17D06C02_03	16.211	63.771	25,42%	47	27.321
	17D06C04	9.623	39.839	24,15%	38	20.318
	17D06C05_11	36.494	122.984	29,67%	72	23.701
	17D06C06_07	20.544	78.279	26,24%	51	21.139
	17D06C08_09	13.312	45.589	29,20%	42	7.648
Total	6	117.391	429.775	27,31%	328	132.649

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa determina que 4 circuitos son superavitarios y 2 son deficitarios. En el distrito viven 117.391 personas en edad escolar y se ofertan 132.649 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un superávit global de 15.258 alumnos, es decir que el número de personas en edad escolar que habitan en ese distrito es inferior al número de estudiantes. En la Tabla 18 se presentan estos resultados para cada circuito.

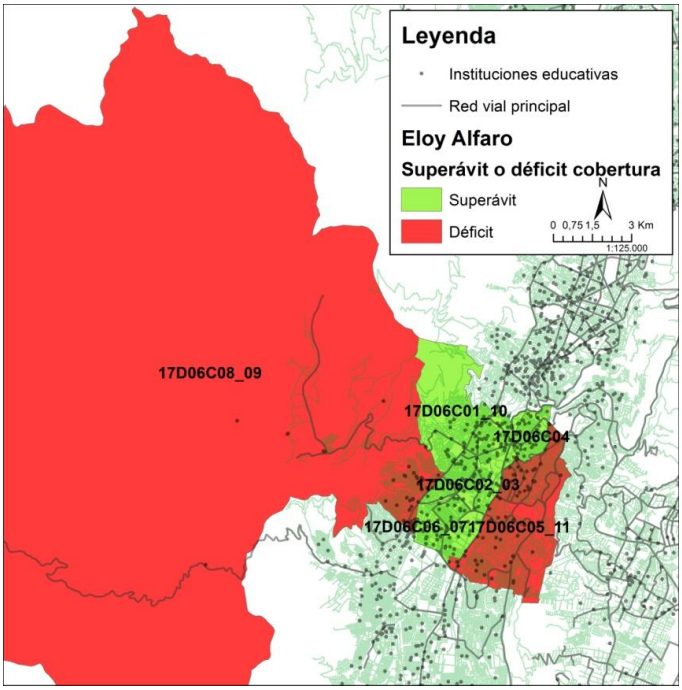
Tabla 18. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Eloy Alfaro

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D06	17D06C01_10	21.207	32.522	-11.315	-53,36%
	17D06C02_03	16.211	27.321	-11.110	-68,53%
	17D06C04	9.623	20.318	-10.695	-111,14%
	17D06C05_11	36.494	23.701	12.793	35,06%
	17D06C06_07	20.544	21.139	-595	-2,90%
	17D06C08_09	13.312	7.648	5.664	42,55%
Total	6	117.391	132.649	-15.258	-13,00%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se presenta un mapa del distrito en el cual sobresalen 4 circuitos superavitarios y 2 deficitarios. En el Mapa 7 se indican estos resultados; los circuitos en color verde representan el superávit, mientras que las zonas rojo constituyen el déficit.

Mapa 7. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D06



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En este distrito se observa que existen personas en edad escolar que se movilizan dentro del mismo distrito (18.457[40] personas en edad escolar de los circuitos con déficit se desplazan hacia los 4 circuitos con superávit). Además, existen 33.715 personas en edad escolar que provienen de otros distritos distintos del 17D06 y que se movilizan hacia los circuitos 17D06C01_10, 17D06C02_03, 17D06C04 y 17D06C06_07[41] del Distrito sujeto de este estudio. Se presume que las personas que se desplazan hacia estos circuitos provienen de los distritos Quitumbe y Los Chillos.

[40] 18.457 es el número de personas en edad escolar que es superior al número de estudiantes en el distrito 17D06.
[41] Los circuitos 17D06C01_10, 17D06C02_03, 17D06C04 y 17D06C06_07 corresponden a las parroquias La Magdalena, Chilibulo, San Bartolo, Chimbacalle y Solanda.

Distrito 17D07 – Quitumbe

El distrito 17D07 (Quitumbe) se sitúa en el sur del DMQ y limita al norte y al oeste con el distrito Eloy Alfaro, al este con el distrito Los Chillos y al sur con el cantón Mejía. Este distrito tiene una superficie de 98,67 km^2, equivalentes a 2,34% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 3 circuitos educativos que a su vez congregan a 5 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 19.

Tabla 19. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D07

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D07	17D07C01_06	La Ecuatoriana, Chillogallo	47,58
	17D07C02	Guamaní	12,94
	17D07C03_04_05	Quitumbe, Turubamba	38,15
Total	3	5	98,67

Fuente: INEC, MinEduc

Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Quitumbe es de 321.478 habitantes, de los cuales 31,53% (101.348) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 20 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D07 cuenta con 197 centros educativos; éstos representan 10,06% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estas instituciones se indica en la Tabla 20; 37,06% se ubican en el circuito 17D07C01_06, 24,36% se localizan en el circuito 17D07C02, y 38,58% se sitúan en el circuito 17D07C03_04_05.

Por otro lado, 65.853 estudiantes asisten a clases en el distrito Quitumbe; éstos representan 10,49% de total de estudiantes en el DMQ. De esta manera, 41,50% del alumnado estudia en el circuito 17D07C01_06; 36,70% cursa sus estudios en el circuito 17D07C03_04_05; y 21,80% estudia en el circuito 17D07C02. Esta distribución se detalla en la Tabla 20.

Tabla 20. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Quitumbe

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D07	17D07C01_06	36.773	118.521	31,03%	73	27.329
	17D07C02	22.590	69.016	32,73%	48	14.359
	17D07C03_04_05	41.985	133.941	31,35%	76	24.165
Total	3	101.348	321.478	31,53%	197	65.853

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

Como se puede observar en la Tabla 21, todos los circuitos de este distrito son deficitarios. Es decir que el número de personas en edad escolar que viven en cada circuito es superior al número de estudiantes que asisten a clases en ese circuito. En el distrito viven 101.348 personas en edad escolar y se ofertan 65.853 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un déficit global de 35.495 alumnos que debe ser atendido por otras unidades y distritos.

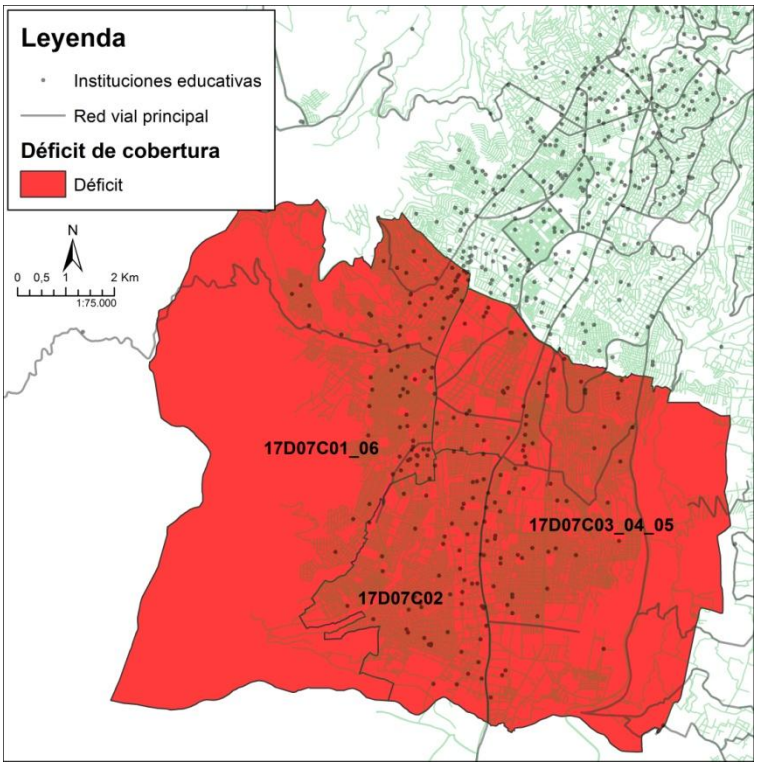
Tabla 21. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Quitumbe

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D07	17D07C01_06	36.773	27.329	9.444	25,68%
	17D07C02	22.590	14.359	8.231	36,44%
	17D07C03_04_05	41.985	24.165	17.820	42,44%
Total	3	101.348	65.853	35.495	35,02%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, se presenta un mapa del distrito en el cual sobresalen los circuitos educativos. En el Mapa 8 se grafican estos resultados, los cuales se presentan en color rojo y constituyen el déficit de cobertura.

Mapa 8. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D07



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En este caso, al observarse que todos los circuitos son deficitarios, las 35.495[42] personas en edad escolar que no son atendidas se trasladan hacia los circuitos educativos que no son parte del distrito Quitumbe. Se presume que estas personas podrían desplazarse hacia los circuitos 17D06C01_10, 17D06C02_03, 17D06C04 y 17D06C06_07[43]o aquellos que presentan superávit en los distritos Centro o Norte.

[42] El número de personas en edad escolar superior al número de estudiantes en el distrito 17D07 es igual a 35.495personas.
[43]Los circuitos 17D06C01_10, 17D06C02_03, 17D06C04 y 17D06C06_07 corresponden a las parroquias La Magdalena, Chilibulo, San Bartolo, Chimbacalle y Solanda.

Distrito 17D08 – Los Chillos

El distrito 17D08(Los Chillos) se ubica en la parte sur del DMQ y limita al norte con el distrito Centro, al sur con la Zona 2, al este con el distrito Tumbaco y al oeste con los distritos Quitumbe y Eloy Alfaro. Este distrito tiene una superficie de 656,41km^2, equivalentes a 15,57% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 4 circuitos educativos que a su vez congregan a 6 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 22.

Tabla 22. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D08

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D08	17D08C01_02	Conocoto	38,92
	17D08C03_04	Pintag	489,60
	17D08C05_06_07	Amaguaña	56,49
	17D08C08_09_10	Alangasí, Guangopolo, La Merced	71,39
Total	4	6	656,41

Fuente: INEC, MinEduc

Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Los Chillos es de 166.812 habitantes, de los cuales 28,41% (47.395) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 23 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D08 cuenta con 165 centros educativos; éstos representan 8,42% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estas instituciones se indica en la Tabla 23; 40,00% se sitúan en el circuito 17D08C01_02.

Por otro lado, en el distrito Los Chillos estudian 39.537 estudiantes; éstos representan 6,30% de total de estudiantes en el DMQ. De este modo, 52,29% del alumnado estudia en el circuito 17D08C01_02; y 21,55% cursa sus estudios en el circuito 17D08C08_09_10. Esta distribución se detalla en la Tabla 23.

Tabla 23. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Los Chillos

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D08	17D08C01_02	21.991	82.072	26,79%	66	20.672
	17D08C03_04	5.815	17.930	32,43%	26	4.835
	17D08C05_06_07	9.400	31.106	30,22%	29	5.510
	17D08C08_09_10	10.189	35.704	28,54%	44	8.520
Total	4	47.395	166.812	28,41%	165	39.537

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

Como se detalla en la Tabla 24, todos los circuitos de este distrito son deficitarios. Es decir que el número de personas en edad escolar que viven en el Distrito es superior al número de estudiantes que asisten a clases en ese territorio. En el distrito habitan 47.935 personas en edad escolar y se ofertan 39.537 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un déficit de 7.858 estudiantes que debe ser atendido por otras unidades y distritos.

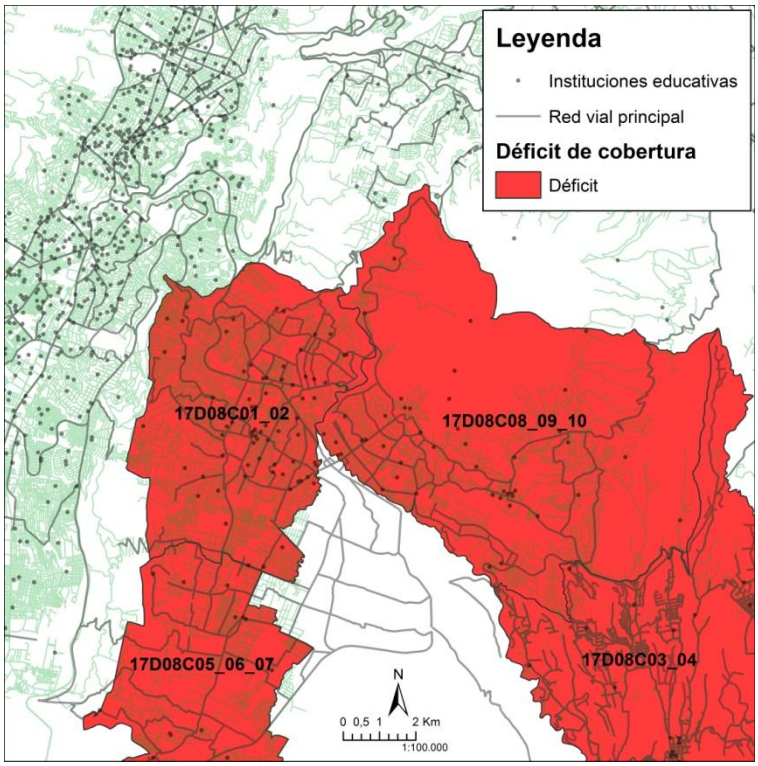
Tabla 24. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Los Chillos

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D08	17D08C01_02	21.991	20.672	1.319	6,00%
	17D08C03_04	5.815	4.835	980	16,85%
	17D08C05_06_07	9.400	5.510	3.890	41,38%
	17D08C08_09_10	10.189	8.520	1.669	16,38%
Total	4	47.395	39.537	7.858	16,58%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En base a esta información, en el Mapa 9 se muestra los circuitos educativos deficitarios. Las áreas en color rojo constituyen el déficit.

Mapa 9. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D08



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

De esta manera, al observarse que todos los circuitos son deficitarios, las 7.858[44] personas en edad escolar que no son atendidas se trasladan hacia los circuitos educativos que no son parte del distrito Los Chillos. Se presume que estas personas podrían desplazarse hacia los circuitos 17D09C01_02 y 17D09C03_04[45] o aquellos que presentan superávit en los distritos Centro, Norte o Eloy Alfaro.

[44] El número de personas en edad escolar superior al número de estudiantes en el distrito 17D08 es igual a 7.858 personas.
[45] Los circuitos 17D09C01_02 y 17D09C03_04 corresponden a las parroquias Tumbaco y Cumbayá.

Distrito 17D09 – Tumbaco

El distrito 17D09 (Tumbaco) se ubica en la parte este del DMQ y limita al norte y este con el distrito Calderón, La Delicia y la Zona 2, al sur con el distrito Los Chillos y la Zona 2 y al oeste con los distritos Noroccidente, Norte y Centro. Este distrito tiene una superficie de 633,73 km^2, equivalentes a 15,03% del total de la Zona 9. El distrito está conformado por 5 circuitos educativos que a su vez agrupan a 8 parroquias. La información respecto a los circuitos, parroquias y áreas se detalla en la Tabla 25.

Tabla 25. Circuitos, parroquias y área, distrito 17D09

Distrito	Circuito	Parroquias	Área km²
17D09	17D09C01_02	Tumbaco	65,49
	17D09C03_04	Cumbayá	20,98
	17D09C05_06_09	Pifo, Puembo	286,07
	17D09C07_11	Yaruquí, Tababela	97,80
	17D09C08_10	El Quinche, Checa	163,40
Total	5	8	633,73

Fuente: INEC, MinEduc
Elaboración: Diego Puente G

Según el INEC, la población del distrito Tumbaco alcanza los 157.358 habitantes, de los cuales 29,84% (46.952) se encuentran en edad escolar. En la Tabla 26 se indican el número de personas en edad escolar y la población total del distrito.

El distrito 17D09 cuenta con 165 centros educativos; éstos representan 8,42% del total de establecimientos en el DMQ. La distribución de estas instituciones educativas se indica en la Tabla 26; 30,30% se sitúan en el circuito 17D09C01_02; 22,42% en el circuito 17D09C05_06_09; y 18,79% se ubican en el circuito 17D09C08_10.

Por otro lado, en el distrito Tumbaco estudian 50.748 alumnos; éstos representan 8,09% de total de estudiantes en el DMQ. De este modo, 29,70% del alumnado estudia en el circuito 17D09C01_02; y 23,73% cursa sus estudios en el circuito 17D09C03_04. Esta distribución se detalla en la Tabla 26.

Tabla 26. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes, distrito Tumbaco

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población Total	Población (%) edad escolar	Instituciones Educativas	Estudiantes
17D09	17D09C01_02	14.430	49.944	28,89%	50	15.070
	17D09C03_04	8.182	31.463	26,01%	24	12.042
	17D09C05_06_09	9.682	30.238	32,02%	37	8.654
	17D09C07_11	6.496	20.677	31,42%	23	6.380
	17D09C08_10	8.162	25.036	32,60%	31	8.602
Total	5	46.952	157.358	29,84%	165	50.748

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

El análisis de superávit o déficit de cobertura educativa determina que 3 circuitos de este distrito son superavitarios y 2 son deficitarios. En el distrito viven 46.952 personas en edad escolar y se ofertan

50.748 plazas en las instituciones de ese territorio; por lo que existe un superávit global de 3.796 estudiantes. En la Tabla 27 se presentan estos resultados para cada circuito.

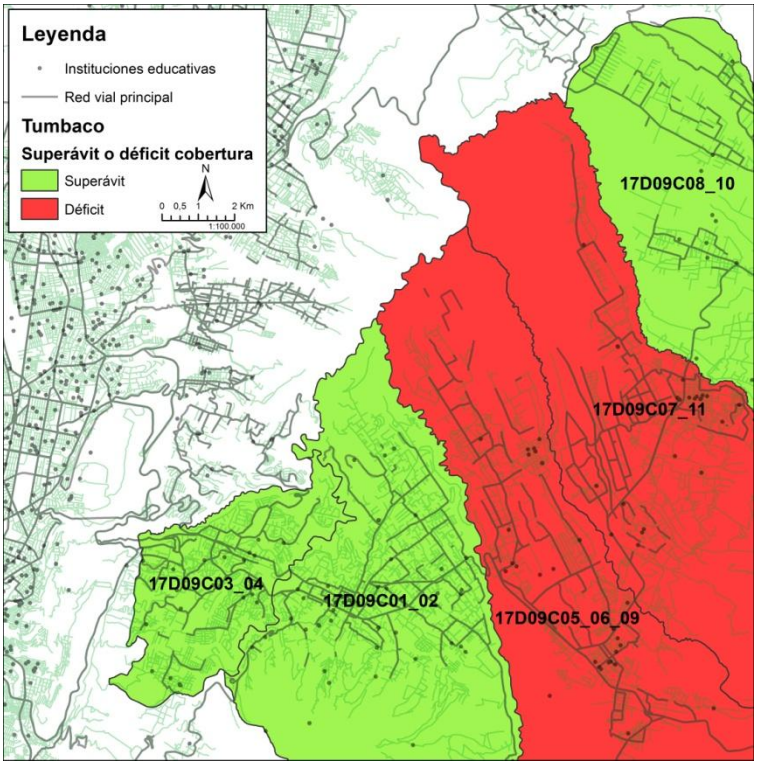
Tabla 27. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito Tumbaco

Distrito	Circuito	Demanda	Oferta	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D09	17D09C01_02	14.430	15.070	-640	-4,44%
	17D09C03_04	8.182	12.042	-3.860	-47,18%
	17D09C05_06_09	9.682	8.654	1.028	10,62%
	17D09C07_11	6.496	6.380	116	1,79%
	17D09C08_10	8.162	8.602	-440	-5,39%
Total	5	46.952	50.748	-3.796	-8,08%

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 10 se destacan los 3 circuitos superavitarios y 2 deficitarios. Los circuitos en color verde representan el superávit, mientras que los circuitos rojos constituyen el déficit.

Mapa 10. Superávit o déficit de cobertura educativa, distrito 17D09



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

Se puede observar que existen personas en edad escolar que se movilizan dentro de este mismo distrito (1.144[46] personas en edad escolar de los circuitos con déficit se desplazan hacia los 3 circuitos con superávit); y, además, existen 3.796 personas en edad escolar que provienen de otros distritos

[46] El número de personas en edad escolar que es superior al número de estudiantes en el distrito 17D09 es igual a 1.144 personas.

distintos y que se movilizan hacia los circuitos 17D09C01_02, 17D09C03_04 y 17D09C08_10[47] del Distrito objeto de este análisis. Se presume que las personas que se desplazan hacia estos circuitos provienen de los distritos Los Chillos o Calderón.

Resultados Generales

El Distrito Metropolitano de Quito está compuesto por 9 distritos educativos que a su vez aglomeran a 45 circuitos. De los 2.239.191 habitantes, 27,57% (617.449) se encuentran en edad escolar. Los tres distritos que cuentan con la mayor población en edad escolar son el distrito 17D06 (Eloy Alfaro), 17D07 (Quitumbe) y 17D03 (La Delicia). Esta información se ilustra en la Tabla 28.

El DMQ cuenta con 1.959 instituciones educativas, tanto públicas como privadas, a lo largo de los 9 distritos. La distribución de estos establecimientos se indica en la Tabla 28; el distrito Norte es el distrito con mayor número de centros educativos, mientras que el distrito Noroccidente tiene el menor número de establecimientos.

Asimismo, en el Distrito Metropolitano de Quito estudian 627.591 alumnos. La configuración del alumnado se muestra en la Tabla 28; el distrito Norte es el distrito con mayor número de estudiantes, mientras que el distrito Noroccidente tiene el menor número de alumnos.

Tabla 28. Población en edad escolar y total, número de instituciones educativas y de estudiantes y brecha de cobertura del DMQ

Distrito	Circuito	Población en edad escolar	Población (%) en edad escolar	Población total	Instituciones Educativas	Estudiantes	Superávit o déficit	Superávit o déficit (%)
17D01	3	4.136	0,67%	12.485	58	3.795	341	8,24%
17D02	4	53.025	8,59%	179.128	147	41.749	11.276	21,27%
17D03	9	100.542	16,28%	361.269	294	76.713	23.829	23,70%
17D04	5	60.300	9,77%	223.576	235	78.520	-18.220	-30,22%
17D05	6	86.360	13,99%	387.310	370	138.027	-51.667	-59,83%
17D06	6	117.391	19,01%	429.775	328	132.649	-15.258	-13,00%
17D07	3	101.348	16,41%	321.478	197	65.853	35.495	35,02%
17D08	4	47.395	7,68%	166.812	165	39.537	7.858	16,58%
17D09	5	46.952	7,60%	157.358	165	50.748	-3.796	-8,08%
Total	45	617.449	100,00%	2.239.191	1959	627.591	-10.142	-1,64%

Fuente: INEC 2010, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

Finalmente, el análisis de la brecha de cobertura educativa determina que 4 distritos del DMQ son superavitarios, mientras que 5 son deficitarios; lo que permite concluir que existe un superávit de 10.142 estudiantes. En la Tabla 28 se presentan estos resultados por cada distrito.

El distrito con el superávit más grande es el distrito Norte (17D05), mientras que el más deficitario es el distrito Quitumbe (17D07). Al comparar la información desglosada por circuito, se observa que los cinco circuitos con mayor superávit en términos relativos son los que corresponden a las parroquias

[47] Los circuitos 17D09C01_02, 17D09C03_04y 17D09C08_10 corresponden a las parroquias Tumbaco, Cumbayá, El Quinche y Checa.

de Belisario Quevedo, parte de Centro Histórico, Chimbacalle, Iñaquito, parte de Itchimbía, La Concepción, Mariscal Sucre y Rumipamba. Por otro lado, los cinco circuitos con mayor déficit en términos relativos pertenecen a las parroquias de Cochapamba, Comité del Pueblo, El Condado, La Mena, Lloa, Nono, parte de Pomasqui, Ponceano y Puengasí.

Se utilizan las proyecciones a nivel parroquial de la población en edad escolar del año 2010 al año 2030, realizadas en el Instituto de la Ciudad, con el fin de analizar la evolución de brecha educativa en un horizonte de tiempo de 20 años. Se construyó la Tabla 29 para presentar esta información.

Tabla 29. Evolución de la población en edad escolar 2010-2030

Distrito	Demanda 2010	Demanda 2030	% de variación
17D01	4.136	3.235	-21,79
17D02	53.025	94.390	78,01
17D03	100.542	113.717	13,10
17D04	60.300	46.399	-23,05
17D05	86.360	71.029	-17,75
17D06	117.391	100.687	-14,23
17D07	101.348	167.624	65,39
17D08	47.395	58.185	22,77
17D09	46.952	54.520	16,12
Total	617.449	709.787	14,95

Fuente: INEC, Instituto de la Ciudad
Elaboración: Diego Puente G

Estos resultados indican que el distrito que más va a crecer es el de Calderón correspondiente a las parroquias de Calderón, Guayllabamba y Llano Chico; y el distrito que más va a decrecer es el distrito Centro, que está conformado por las parroquias Centro Histórico, Itchimbía, La Libertad, Puengasí y San Juan. Existe una tendencia a que la población en edad escolar de 5 distritos educativos se incremente entre un rango de 13,10% a 78,01%; mientras que la población en edad escolar de los 4 distritos restantes decrece en un rango entre 23,05% a 14,23%. El resultado global indica que la población se incrementaría en 92.338 personas en edad escolar, es decir que en 20 años esta población crecería a una tasa de 14,95%.

Estas proyecciones indican que las brechas entre superávit y déficit se pueden cerrar o incrementar. Es así que para el reordenamiento de la oferta educativa se debe tomar en consideración la población futura y distribuir las instituciones educativas en aquellos distritos en los cuales exista un déficit de cobertura. De esta manera se contribuiría con la desconcentración de la infraestructura educativa y esto se traduciría en mejoras en la movilidad debido a la generación de menos desplazamientos porque la población sería atendida.

Al observar las Tabla 28 y Tabla 29, si se considera una distribución de estudiantes con la misma distribución y tendencia en el horizonte de 20 años:

- en el distrito Noroccidente (17D01) la brecha se cerrará ya que la población en edad escolar va a disminuir en 21,79%, por lo que no se requerirán centros educativos adicionales;

- en los distritos Centro (17D04), Norte (17D05) y Eloy Alfaro (17D06) la brecha se incrementará ya que la los estudiantes tienen preferencias por acudir a clases en estos territorios y la población en edad escolar de estos distritos va a decrecer en 23,05%, 17,75% y 14,23%, respectivamente; es decir que el superávit crecerá. Se recomienda desconcentrar la infraestructura educativa existente en estos distritos y reubicarla en Calderón (17D02), La Delicia (17D03), Quitumbe (17D07) y Los Chillos (17D08), territorios en los que la población en edad escolar se incrementará en los próximos 20 años y en los que existe un déficit de cobertura;
- en el distrito Tumbaco (17D09) la brecha se cerrará ya que la población en edad escolar va a crecer en 16,12% y existen suficientes instituciones educativas para atender a las personas de la zona.

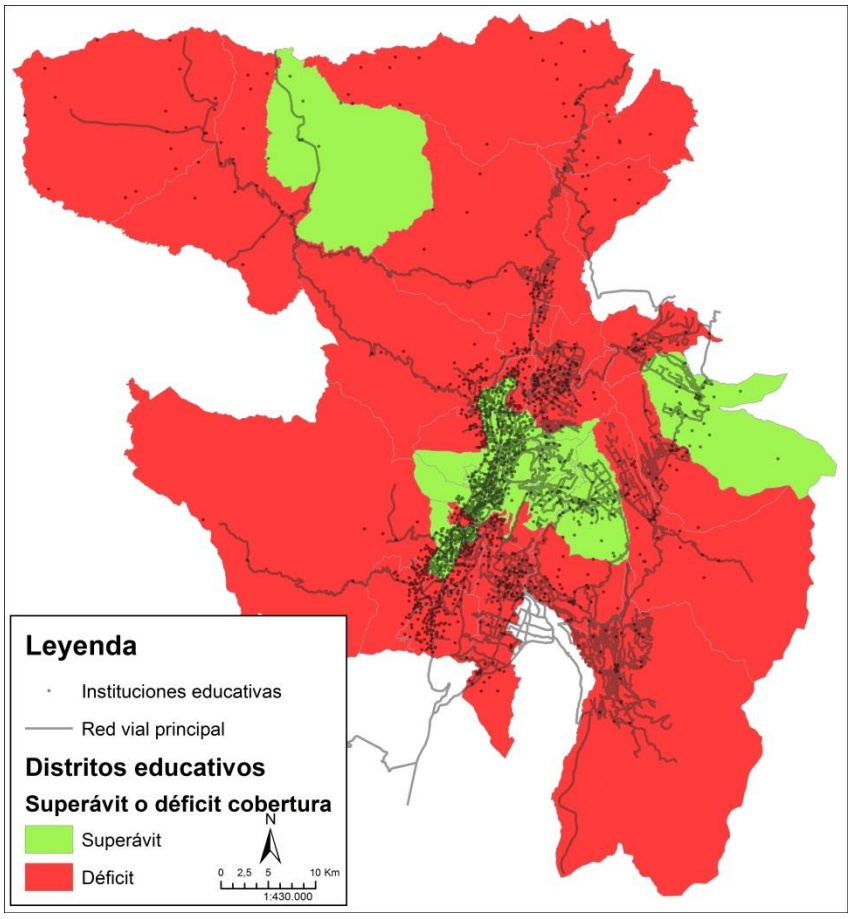
No obstante, se debe considerar que las 709.787 personas en edad escolar proyectados al 2030 realizarían sus actividades estudiantiles en un espacio físico de 4.215,40 km^2. Es decir que según la literatura (Caloca et al, 2010: 7), las condiciones sociales de localización espacial se modificarían ya que habrán más personas en edad escolar en un mismo espacio físico; la densidad estudiantil se incrementará.

Análisis de las dinámicas territoriales

En esta sección se estudian las dinámicas de cobertura educativa entre los diferentes territorios del DMQ y para tal efecto se utiliza la información presentada en el capítulo dos para elaborar mapas de superávit o déficit de cobertura educativa con el fin de apreciar los posibles movimientos de los estudiantes al interior del Distrito Metropolitano; y, también con el objeto de evaluar si la disposición del territorio en circuitos y distritos realizada por la SENPLADES y el Ministerio de Educación considera los problemas de movilidad como una de sus variables a observar en la definición de la nueva infraestructura educativa.

Como se puede observar, en el Mapa 11 del DMQ, 37,78% (17) de los circuitos son superavitarios y 62,22% (28) son deficitarios. Los circuitos en color verde representan el superávit, mientras que las zonas en rojo constituyen el déficit.

Mapa 11. Superávit o déficit de cobertura educativa según distritos, DMQ



Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

Para recapitular lo mencionado en el capítulo dos y poder visualizar su ubicación en el mapa, podemos decir que:

- El área total del Distrito Metropolitano es de 4.215,40 km^2; 15,48% (652,44 km^2) del área total del DMQ corresponde a los circuitos superavitarios; mientras que el restante 84,52% (3.562,95 km^2) pertenece a los deficitarios.

- Respecto a la demanda educativa, las personas en edad escolar de los circuitos superavitarios suman 216.887 personas que equivalen a 35,13% del total de habitantes en edad escolar; mientras que por su parte los circuitos deficitarios aglomeran a 400.562 personas en edad escolar que corresponde a 64,87%.
- Los circuitos superavitarios aglomeran a 929 establecimientos educativos públicos y privados que representan 47,42% del total de instituciones educativas en el DMQ; mientras que 1.030 (52,58%) instituciones se localizan en los circuitos deficitarios. Lo que advierte ya una posible ineficiencia estructural en la localización de los establecimientos que habría privilegiado la distribución geográfica y no poblacional.
- Los docentes que trabajan en los circuitos superavitarios alcanzan las 19.018 personas que representan a 58,05% del total del profesorado; y los circuitos deficitarios aglomeran a el restante 41,95% (13.743 docentes). Al igual que lo que ocurre con las instituciones educativas se alerta sobre una posible ineficiencia en la distribución de los docentes.
- En relación a la oferta educativa, los estudiantes de los circuitos superavitarios alcanzan las 357.149 personas que corresponden a 56,91% del total del alumnado; y el 43,09% (270.442 estudiantes) asisten a clases en los circuitos deficitarios.
- En el DMQ existe un superávit global de 10.142 estudiantes.

La información que se indicó previamente se resume en la Tabla 30.

Tabla 30. Información resumen sobre los circuitos superavitarios y deficitarios del DMQ

Circuito	Número de circuitos	Área km²	Docentes	Instituciones Educativas	Demanda	Oferta	Superávit o déficit
Circuitos superavitarios	17	652,44	19.018	929	216.887	357.149	-140.262
Circuitos deficitarios	28	3.562,95	13.743	1.030	400.562	270.442	130.120
Total	45	4.215,40	32.761	1.959	617.449	627.591	-10.142

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio

Elaboración: Diego Puente G

En términos de concentración territorial, a los circuitos superavitarios asisten alrededor de 332 personas en edad escolar por km^2; mientras que en los deficitarios la densidad de estudiantes llega a las 112 personas por km^2 aproximadamente. En relación con la concentración de la infraestructura educativa, en los circuitos superavitarios llega a las 1,42 instituciones por km^2; tres veces superior al promedio del total del Distrito Metropolitano. De su lado la concentración de docentes es de aproximadamente 29,15 docentes por km^2; lo que equivale a más de 3 veces que el promedio del DMQ (7,77 docentes por km^2). Del mismo modo, la concentración de estudiantes es igual a 547,40 estudiantes por km^2; esto equivale a 3,68 veces más que el total del DMQ (148,88 docentes por km^2). En la Tabla 31 se compendia esta información.

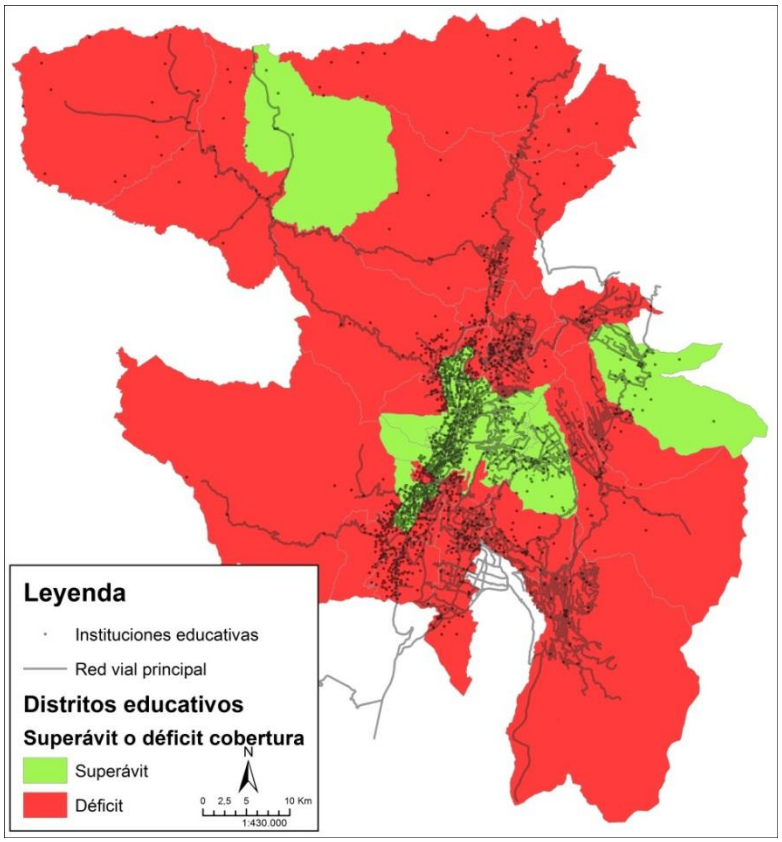
Tabla 31. Concentración en varios aspectos respecto a los circuitos superavitarios y deficitarios, DMQ

Circuito	Número de circuitos	Concentración territorial			
		Docentes/km²	Instituciones Educativas/km²	Demanda/km²	Oferta/km²
Circuitos superavitarios	17	29	1,42	332	547
Circuitos deficitarios	28	4	0,29	112	76
Total	45	8	0,46	146	149

Fuente: INEC, AMIE 2012-2013 inicio
Elaboración: Diego Puente G

Se construye un nuevo mapa incluyendo la red vial más importante del DMQ, con el objeto de visualizar los posibles flujos de movilidad en el DMQ y tratar de deducir los movimientos de los estudiantes de las zonas en déficit de cobertura hacia las que presentan un superávit. En el Mapa 12 se presenta el superávit o déficit de cobertura educativa (en color verde y rojo, respectivamente), las instituciones educativas y la red vial del DMQ.

Mapa 12. Superávit o déficit de cobertura educativa y red vial, DMQ



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

Se presume entonces que las personas en edad escolar que habitan en los circuitos deficitarios, los cuales se ubican en su mayoría en la periferia del DMQ, se trasladan hacia los circuitos educativos superavitarios, que se localizan en la zona centro, mayoritariamente. De esta manera, se puede deducir que los estudiantes de las parroquias Amaguaña, Alangasí, Atahualpa, Calacalí, Calderón, Carcelén, Chavezpamba, Chillogallo, Cochapamba, Comité del Pueblo, Conocoto, El Condado, Gualea, Guamaní, Guangopolo, Guayllabamba, La Argelia, La Ecuatoriana, La Ferroviaria, La Libertad, La

Mena, La Merced, Llano Chico, Lloa, Nanegalito, Nono, Pacto, Perucho, Pifo, Pintag, Pomasqui, Puellaro, Puembo, Puengasí, Quitumbe, San Antonio, San José de Minas, Tababela, Turubamba y Yaruquí se movilizan hacia las parroquias de Belisario Quevedo, Centro Histórico, Checa, Chilibulo, Chimbacalle, Cotocollao, Cumbayá, El Quinche, Iñaquito, Itchimbía, Jipijapa, Kennedy, La Concepción, La Magdalena, Mariscal Sucre, Nanegal, Nayón, Ponceano, Rumipamba, San Bartolo, San Isidro del Inca, San Juan, Solanda, Tumbaco y Zámbiza para ir a clases.

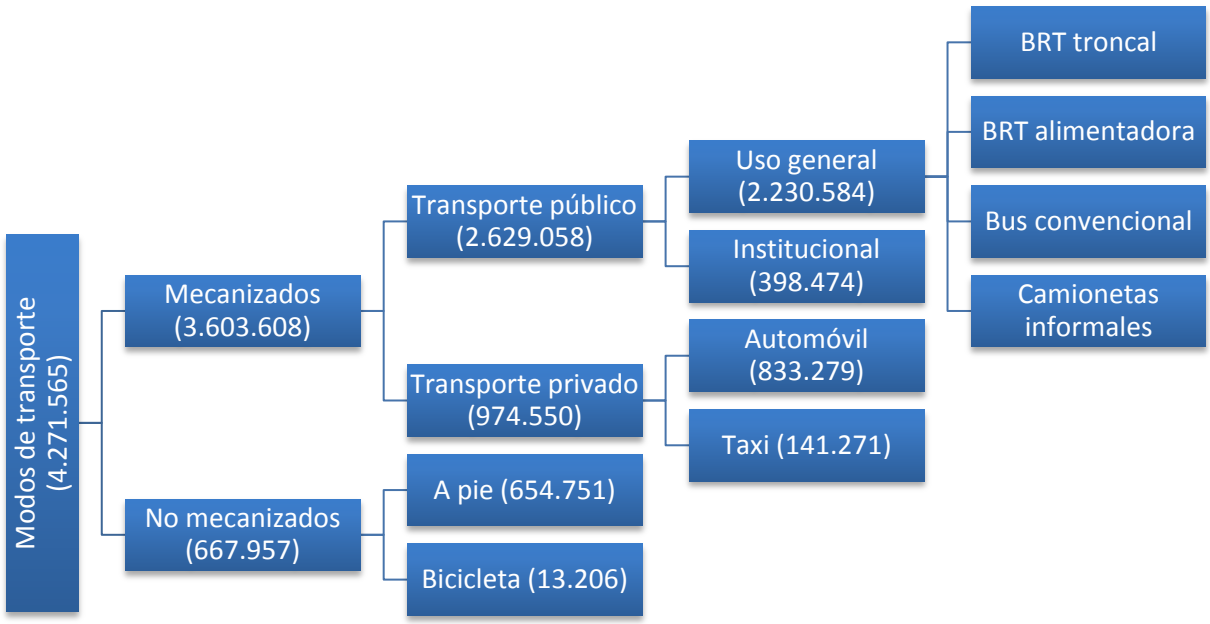
El resultado global del DMQ señala que existe un flujo de 10.142 personas en edad escolar que no habitan en el Distrito Metropolitano, pero que se movilizan hacia sus circuitos educativos para asistir a clases. Se presume que estas personas podrían desplazarse desde los cantones Mejía y Rumiñahui, los mismo que están ubicados en la parte sur del DMQ.

La movilidad en la ciudad

En esta parte se presenta la información respecto a la movilidad en el DMQ. Estos datos servirán para poder hacer el cruce con el análisis de movilidad y establecer algunas conclusiones relevantes para esta disertación.

El análisis de la movilidad en la ciudad debe contemplar los modos de transporte y desplazamientos que se realizan en la ciudad. Es así que, en esta sección se van a considerar la misma clasificación de los modos de transporte y los mismos datos de la EDM11 debido a que es la fuente de información más actualizada que se dispone. Esta sistematización se presenta en la Figura 8[48], la cual incluye el número de viajes diarios efectuados, entre paréntesis.

Figura 8. Clasificación de los modos de transporte y número de viajes diarios



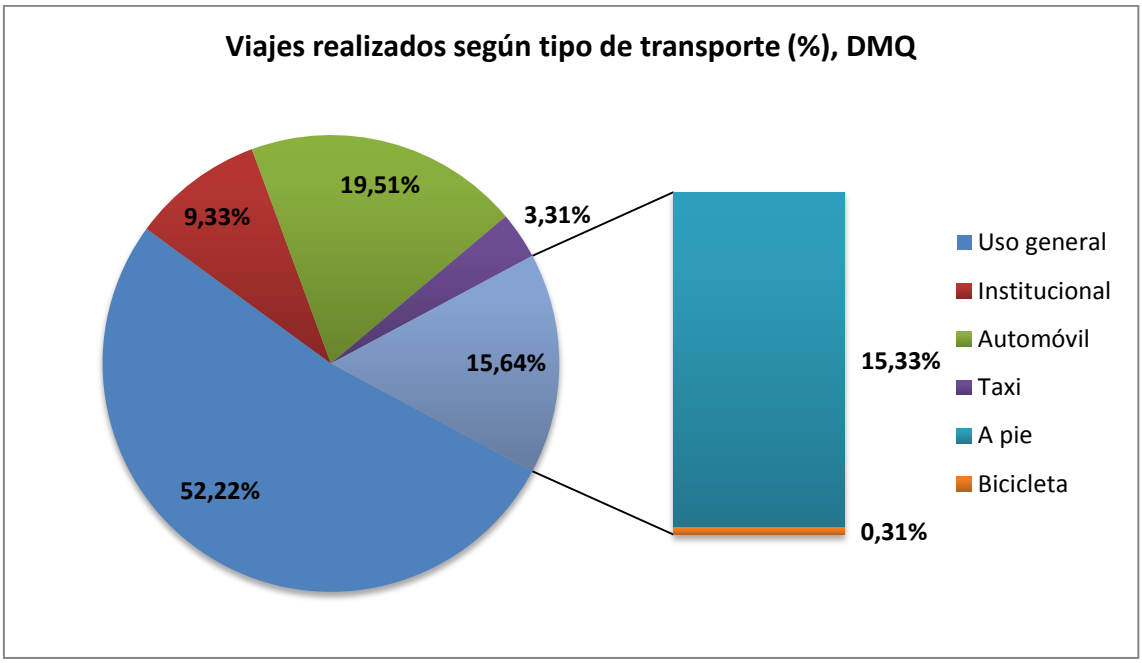
Fuente: EDM11
Elaboración: Diego Puente G

[48]Según la Autoridad Metropolitana de Transporte (MTA, 2013), el sistema de autobús de tránsito rápido (Bus Rapid Transit, BRT por sus siglas en inglés) es un sistema flexible, integrado y de alto rendimiento de tránsito. El BRT combina la velocidad, fiabilidad y características de los sistemas de tránsito rápido sobre rieles con la flexibilidad de los autobuses.

Una vez establecida esta clasificación, se puede estimar el número de viajes[49] definidos como los "desplazamientos realizados con un origen, un destino y un motivo específicos" (EDM11, 2010: 62). Según la EDM11 (2010: 62), en un día laborable medio se realizan 4.271.566 viajes de los cuales 84,36% son mecanizados y 15,64% son no mecanizados.

Si se consideran únicamente los viajes realizados en medios mecanizados, se obtiene un total de 3,6 millones de viajes diarios aproximadamente; de los cuales 72,96% de esos viajes se realizan en transporte público[50] y 27,04% en transporte privado (Ver Gráfico 8).

Gráfico 8. Viajes realizados en un día laborable medio según tipo de transporte, DMQ



Fuente: EDM11, Instituto de la Ciudad (2013: 1)
Elaboración: Diego Puente G

Para el análisis de los viajes, se considera solamente los viajes efectuados en medios mecanizados ya que, como se observó, éstos representan 84,36% del total de viajes.

Motivo de viaje

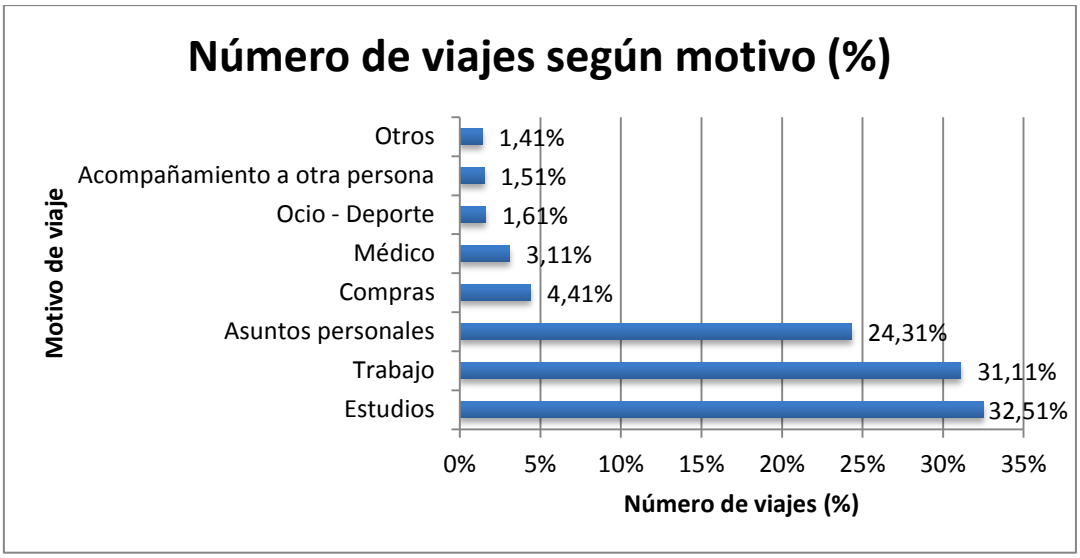
Según la EDM11 (2010: 89), las principales razones por la que los habitantes del DMQ se movilizan son: estudios (32,5% de los viajes), trabajo (31,1% de los viajes) y asuntos personales (24,3% de los viajes). Estos tres motivos de viaje aglomeran 87,94% de los viajes que se realizan en el DMQ. La información respecto a la distribución de los viajes según su motivo prioritario es la que se presenta en el Gráfico 9[51].

[49] Es importante indicar que según la EDM11, los viajes que se realizan en la ciudad son en un día laborable medio del año 2011 y para el ámbito de estudio considerado en la EDM11, es decir, incluye a las zonas de Mejía y Rumiñahui.

[50] Según la EDM11 (2010: 64), los viajes en los cuales se utiliza transporte público y privado se consideran viajes en transporte público ya que se determina que la etapa ejecutada en transporte privado es una fase secundaria dentro de la cadena modal debido a que es de aproximación al transporte público.

[51] Esta información considera todo el ámbito de estudio de la EDM11; es decir, que se consideran las zonas Mejía, Rumiñahui y exterior del DMQ aparte de las 7 zonas que son analizadas en este documento. No obstante, los datos son representativos para efectos de esta investigación.

Gráfico 9. Número de viajes realizados en el DMQ según motivo prioritario



Fuente: EDM11
Elaboración: Diego Puente G

Infraestructura educativa y movilidad

Finalmente, una vez que se visualizan tanto los circuitos superavitarios como los deficitarios, así como la red vial del DMQ, se analiza la información de la EDM11 para estimar los viajes que se realizan hacia los diferentes distritos superavitarios. Según los datos de la EDM11, se considera que los viajes por motivos de estudio en el DMQ son equivalentes a 32,51% de los viajes totales. De esta manera, se deduce que los viajes por motivos de estudio en el Distrito Metropolitano alcanzarían los 1.089.873 viajes diarios aproximadamente. En la Tabla 32 se detalla la distribución de los desplazamientos diarios por motivos de estudio según distrito educativo del DMQ; se incluyen a los cantones Mejía y Rumiñahui debido a que cada uno de estos territorios aporta con 17.580 y 47.506 viajes diarios al Distrito Metropolitano, respectivamente.

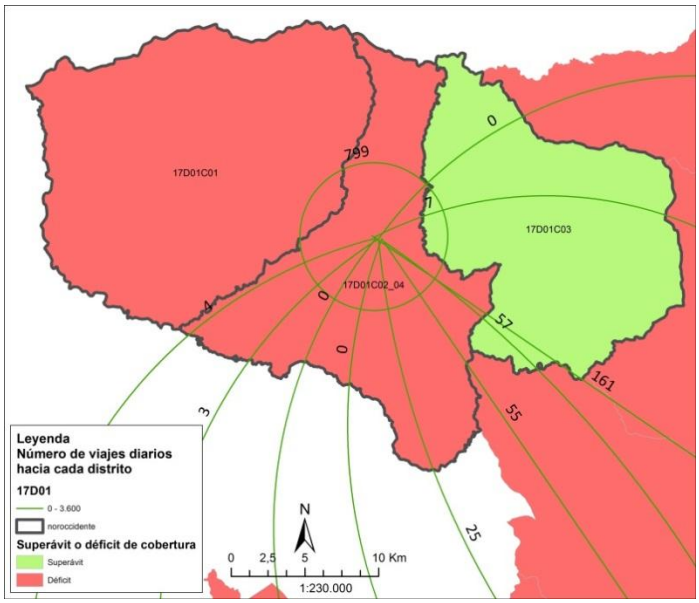
Tabla 32. Flujo diario de viajes por motivo de estudio según distrito educativo del DMQ

Distrito		Destino											
		17D01	17D02	17D03	17D04	17D05	17D06	17D07	17D08	17D09	Mejía	Rumiñahui	Total
Origen	17D01	799	7	130	84	53	30	10	3	6	4	0	1.126
	17D02	7	22.136	6.356	4.581	15.787	1.377	879	214	1.169	92	226	52.823
	17D03	161	6.114	50.422	9.101	51.432	3.951	1.833	867	1.577	208	871	126.536
	17D04	55	4.411	10.909	42.411	41.303	27.610	10.607	5.271	3.120	1.006	2.964	149.667
	17D05	57	14.830	44.569	42.372	179.093	32.126	11.426	19.068	10.730	1.852	8.738	364.861
	17D06	25	1.281	3.864	27.939	31.881	84.743	28.661	3.045	1.435	1.794	2.062	186.731
	17D07	0	1.016	1.939	10.830	13.853	28.631	36.129	1.131	965	1.631	866	96.991
	17D08	3	327	957	5.410	7.796	2.894	1.108	22.185	1.004	672	10.305	52.661
	17D09	0	1.213	1.498	2.878	10.955	1.386	974	1.034	41.930	119	687	62.675
	Mejía	4	89	226	1.108	1.673	1.851	1.614	629	114	9.636	637	17.580
	Rumiñahui	0	210	846	2.882	4.746	2.174	826	10.222	687	622	24.291	47.506
	Total	1.110	51.635	121.716	149.596	358.571	186.774	94.067	63.668	62.735	17.637	51.648	1.159.158

Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 13, se observa que el distrito Noroccidente (17D01) recibe todos flujos con un rango de 0 a 3.600 viajes (color verde); entre los más importantes, 161 provienen del distrito La Delicia (17D03), 57 llegan desde el distrito Norte (17D05), y 55 arriban desde el Centro (17D04).

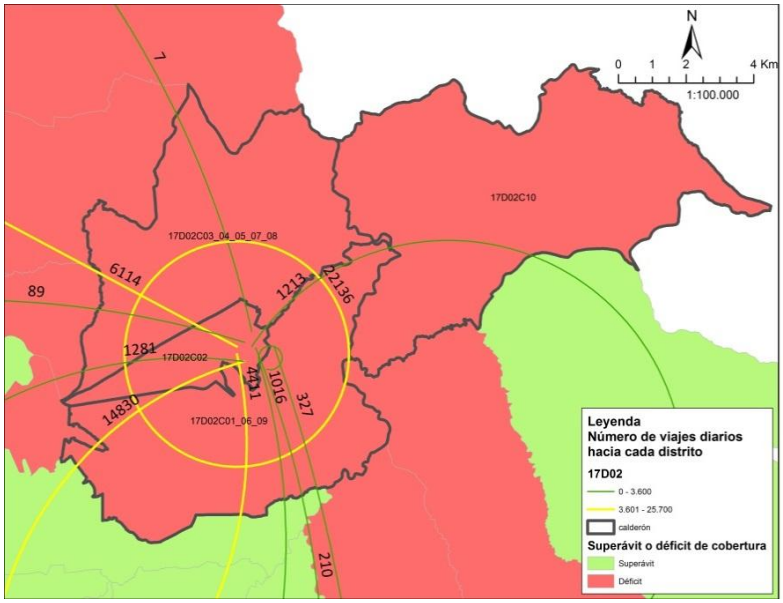
Mapa 13. Número de viajes con destino el distrito 17D01



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 14, se nota que el distrito Calderón (17D02) recibe 3 flujos con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 14.830 arriban desde el Norte (17D05), 6.114 provienen de La Delicia (17D03); y 4.411 vienen del Centro (17D04). Además, este distrito recibe 1.281 viajes desde Eloy Alfaro (17D06); 1.213 desde el Tumbaco (17D09); 1.016 desde Quitumbe (17D07), entre otros viajes realizados desde Los Chillos (17D08), Noroccidente (17D01), Rumiñahui y Mejía, que se grafican en color verde.

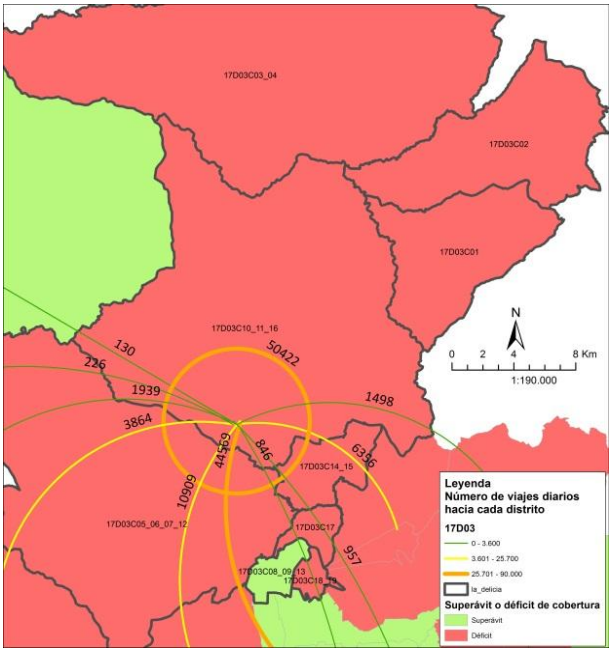
Mapa 14. Número de viajes con destino el distrito 17D02



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

El Mapa 15 muestra que el distrito Centro (17D03) recibe un flujo (color naranja) de 44.569 viajes desde el distrito Norte. A la par, este distrito recibe 3 flujos con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 10.909 arriban desde el Centro (17D04), 6.356 provienen de Calderón (17D02); y 3.864 vienen de Eloy Alfaro (17D06). Finalmente, este distrito recibe 1.939 viajes desde Quitumbe (17D07); 1.498 desde el distrito Tumbaco; y 2.159 viajes sumados desde Los Chillos (17D08), Rumiñahui, Mejía y el distrito Noroccidente, que se grafican en color verde.

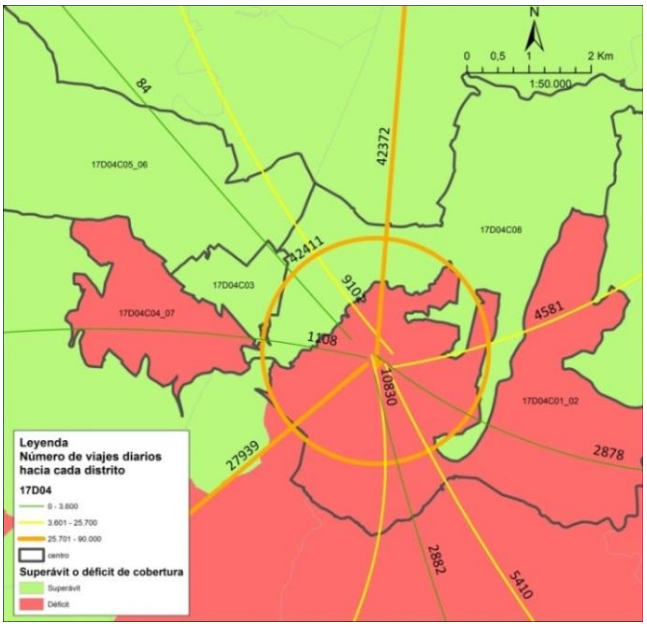
Mapa 15. Número de viajes con destino el distrito 17D03



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

El Mapa 16 indica que el distrito Centro (17D04) recibe 2 flujos de movilidad con un rango de 25.701 a 90.000 viajes (color naranja); 42.372 provienen del distrito Norte (17D05) y 27.939 llegan desde Eloy Alfaro (17D06). Además, este distrito recibe 4 flujos con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 10.830 arriban desde el distrito Quitumbe (17D07), 9.101 provienen de La Delicia (17D03); 5.410 vienen de Los Chillos (17D08); y 4.581 llegan desde Calderón (17D02). Por último, este distrito recibe 2.882 viajes desde Rumiñahui; 2.878 viajes desde el distrito Tumbaco (17D09); 1.108 viajes desde Mejía y 84 viajes desde el distrito Noroccidente (17D01), que se grafican en color verde.

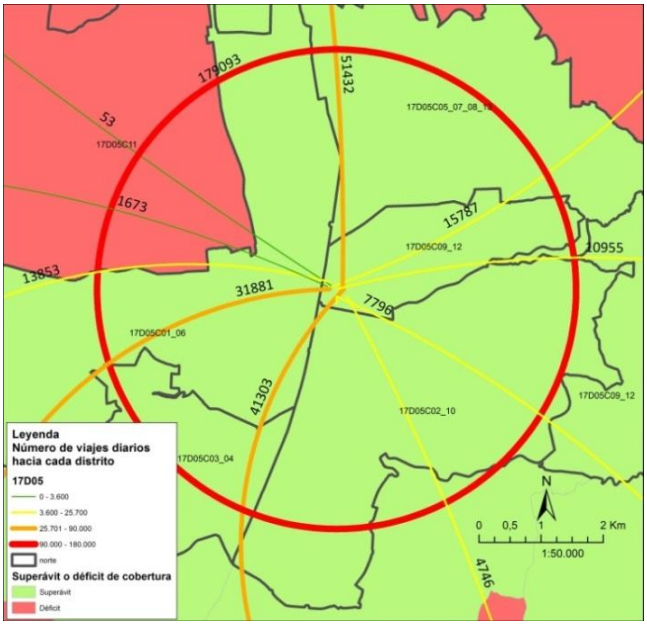
Mapa 16. Número de viajes con destino el distrito 17D04



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 17, se observa que el distrito Norte (17D05) recibe 3 flujos de movilidad con un rango de 25.701 a 90.000 viajes (color naranja); 51.432 provienen de La Delicia (17D03), 41.303 vienen del Centro (17D04) y 31.881 llegan desde Eloy Alfaro (17D06). Igualmente, este distrito recibe 5 flujos de movilidad con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 15.787 estudiantes arriban desde Calderón (17D02), 13.853 provienen de Quitumbe (17D07); 10.955 vienen de Tumbaco (17D09); 7.796 llegan desde Los Chillos (17D08) y 4.746 vienen de Rumiñahui. Finalmente, este distrito recibe 1.673 viajes por motivo de estudio desde Mejía y 53 viajes desde el distrito Noroccidente (17D01) que se grafican en color verde.

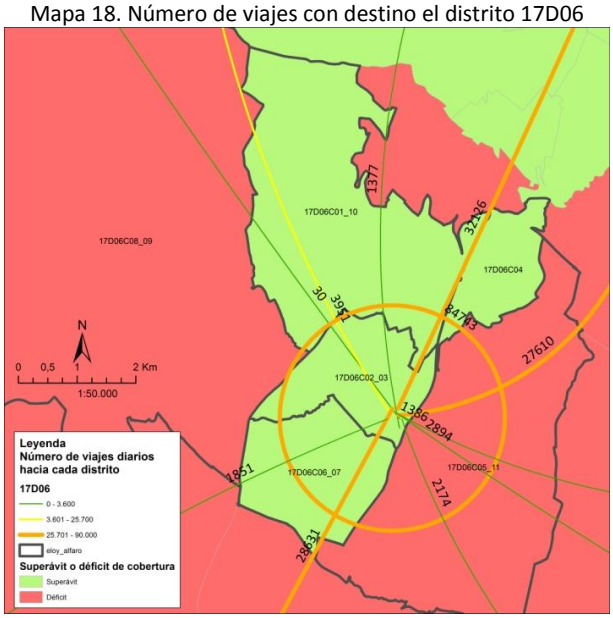
Mapa 17. Número de viajes con destino el distrito 17D05



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

El Mapa 18 revela que el distrito Eloy Alfaro (17D06) recibe 3 flujos con un rango de 25.701 a 90.000 viajes (color naranja); 32.126 llegan desde el Norte (17D05); 28.631 provienen de Quitumbe (17D07) y 27.610 vienen del Centro (17D04). Además, este distrito recibe 3.951 viajes (color amarillo) desde La Delicia (17D03). Finalmente, este distrito recibe 6 flujos con un rango de hasta 3.600 viajes (color verde) desde el resto de los distritos, y de los cantones Mejía y Rumiñahui.

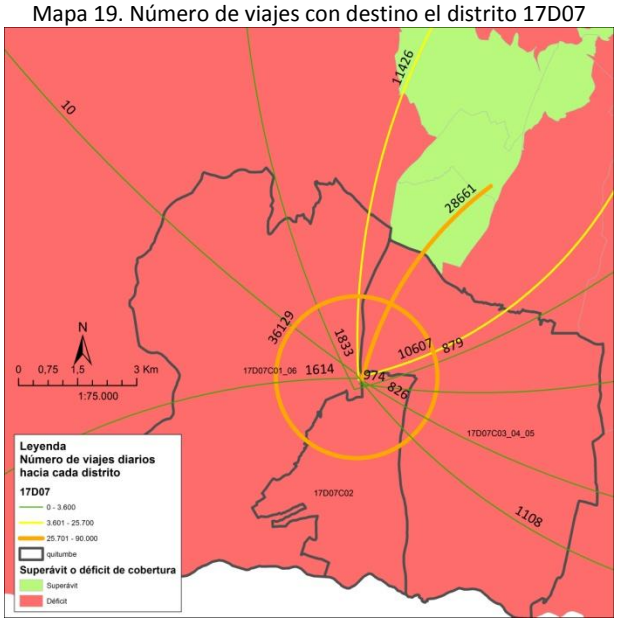
Mapa 18. Número de viajes con destino el distrito 17D06



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

El Mapa 19 muestra que el distrito Quitumbe (17D07) recibe 28.661 viajes (color naranja) desde Eloy Alfaro (17D06). Igualmente, este distrito recibe 2 flujos con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 11.426 estudiantes arriban desde el Norte (17D05) y 10.607 provienen del Centro (17D04). Por último, este distrito recibe 7 flujos con un rango de hasta 3.600 viajes (color verde) desde el resto de los distritos, y de los cantones Mejía y Rumiñahui.

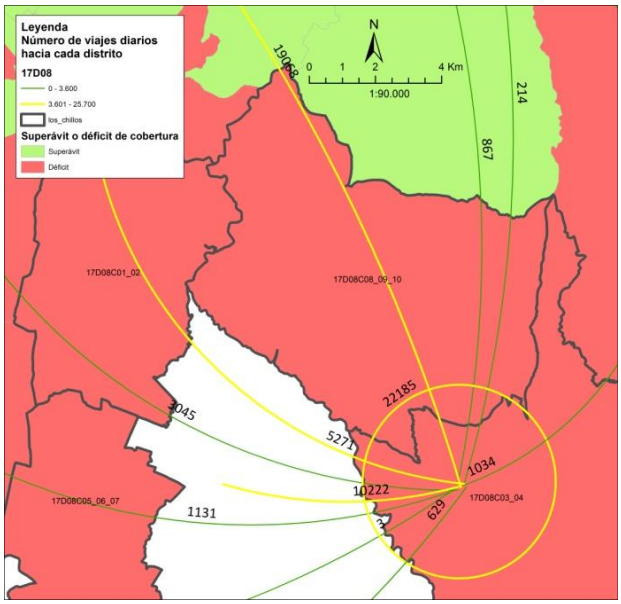
Mapa 19. Número de viajes con destino el distrito 17D07



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 20, se observa que el distrito Los Chillos (17D08) recibe 3 flujos de movilidad con un rango de viajes de 3.601 a 25.700 (color amarillo); 19.068 estudiantes arriban desde el distrito Norte (17D05), 10.222 provienen de Rumiñahui; 5.271 vienen del Centro (17D04). Finalmente, este distrito recibe 7 flujos con un rango de hasta 3.600 viajes (color verde) desde el resto de distritos y Mejía.

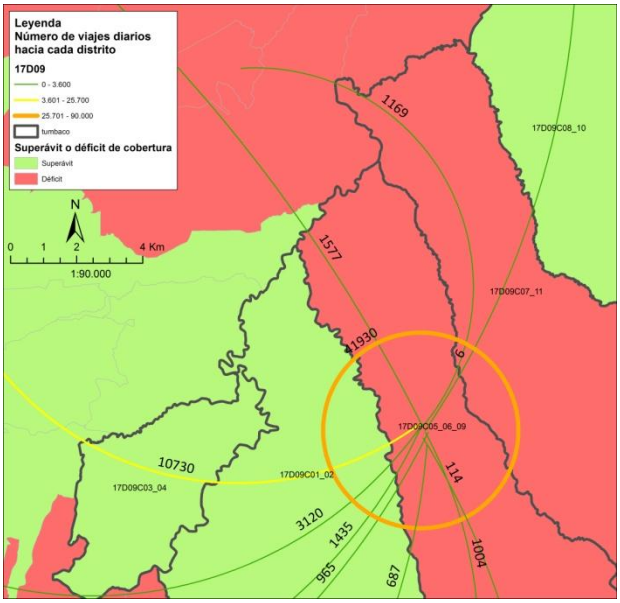
Mapa 20. Número de viajes con destino el distrito 17D08



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

El Mapa 21 muestra que el distrito Tumbaco (17D09) recibe 10.730 viajes (color amarillo) desde el Norte (17D05). Igualmente, este distrito recibe 9 flujos de movilidad (color verde) con un rango de 0 a 3.600 viajes; entre los más importantes, 3.120 estudiantes arriban desde el Centro (17D04), 1.577 provienen de la Delicia (17D03); 1.435 llegan desde Eloy Alfaro (17D06); y 1.169 vienen de Calderón (17D02).

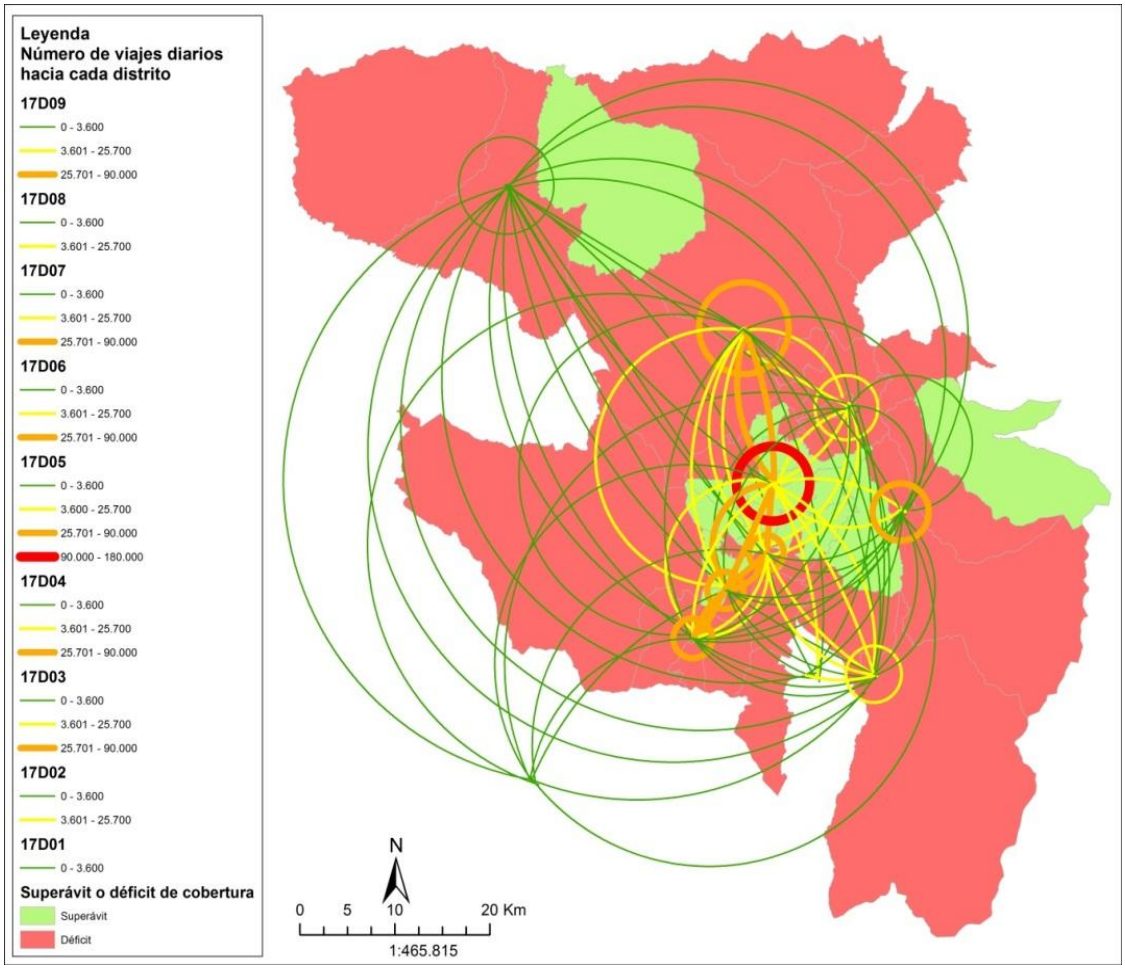
Mapa 21.Número de viajes con destino el distrito 17D09



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

En el Mapa 22 se grafica la información presentada en la Tabla 32 para visualizar los flujos diarios de movilidad de los estudiantes entre distritos educativos superavitarios y deficitarios. De esta manera, los flujos con un rango de 0 a 3.600 viajes se representan con color verde; de 3.601 a 25.700 viajes, se grafican en color amarillo; de 25.701 a 90.000 se muestran en color naranja; y de más de 90.000 desplazamientos se señalan con color rojo. Este mapa es una fotografía global de todos los flujos de movilidad por motivos de estudios generados en el DMQ, los cuales fueron detallados previamente para cada uno de los 9 distritos que lo componen.

Mapa 22. Número de viajes diarios por motivos de estudio según cada distrito educativo del DMQ



Fuente: AMIE 2012-2013 inicio, EDM11
Elaboración: Diego Puente G

Se puede afirmar entonces que en todos los distritos educativos los mayores desplazamientos por motivos de estudio se generan dentro de los mismos distritos. Esta situación explicaría la razón por la cual la mayor cantidad de desplazamientos entre origen y destino ocurren dentro de los propios distritos. Por ejemplo, en el distrito 17D01 (Noroccidente), 799 viajes ocurren diariamente dentro de este territorio; estos desplazamientos representan 71,98% de los viajes con destino el distrito 17D01 y 71,28% de los viajes con origen del mismo territorio. No obstante, también se generan flujos de movilidad entre los distritos. Es así que llama la atención la necesidad de realizar un estudio posterior a nivel de circuitos en base a lo que ocurre a nivel de distritos.

Al observar el Mapa 22 y la Tabla 32 detenidamente, se nota que los distritos 17D05 (Belisario Quevedo, Cochapamba, Iñaquito, Jipijapa, Kennedy, La Concepción, Mariscal Sucre, Nayón,

Rumipamba, San Isidro del Inca, Zámbiza) y el 17D04 (Centro Histórico, Itchimbía, La Libertad, Puengasí, San Juan) atraen la mayor cantidad de viajes por motivos de estudio de todos los distritos del DMQ; siendo 179.478 y 107.185 los viajes diarios que reciben, respectivamente[52]. De igual manera, se observa que el distrito 17D01 (Gualea, Nanegal, Nanegalito, Pacto y parte de San José de Minas) atrae la menor cantidad de viajes por motivos de estudio de todos los distritos del DMQ.

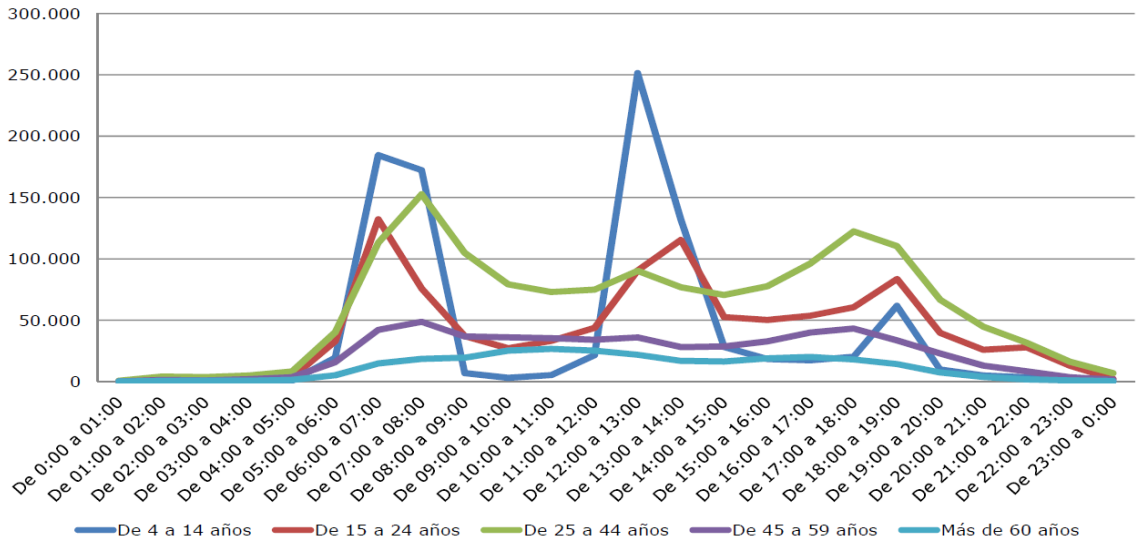
Los distritos 17D05 y 17D04 tienen las siguientes características:

- ocupan un área equivalente a 4,16% del área total del DMQ;
- aglomeran 30,88% de la infraestructura educativa del DMQ;
- reúnen a 34,50% de los estudiantes totales del DMQ;
- concentran el mayor superávit de cobertura en términos absolutos (51.667 y 18.220 estudiantes, respectivamente para el distrito 17D05 y 17D04);
- atraen la mayor cantidad de viajes por motivos de estudio.

Por lo tanto, existe congestión vehicular en la ciudad debido a que los estudiantes se desplazan mayoritariamente a los distritos 17D05 y 17D04 ya que éstos concentran la mayor cantidad de infraestructura educativa en un territorio que corresponde a 4% del área del DMQ. En los Mapa 17 y Mapa 16 se observa el número de viajes con destino a los distritos 17D05 y 17D04, respectivamente.

Esta conclusión concuerda con los resultados de la encuesta de movilidad presentados en la EDM11. El Gráfico 10 presenta el número de viajes realizados a lo largo del día según grupo etario. En este gráfico, la línea de color azul representa los viajes de las personas de 4 a 14 años y la roja indica los desplazamientos de las personas de 15 a 24 años. La curva azul presenta los mayores picos entre las horas de 06h00 a 08h00, de 12h00 a 13h00 y de 18h00 a 19h00. La curva roja presenta los mayores picos entre las horas de 06h00 a 07h00, de 12h00 a 14h00 y de 17h00 a 17h00. Ambas curvas tienen picos en las horas de inicio y salida de clases.

Gráfico 10. Viajes realizados a lo largo del día según grupo etario

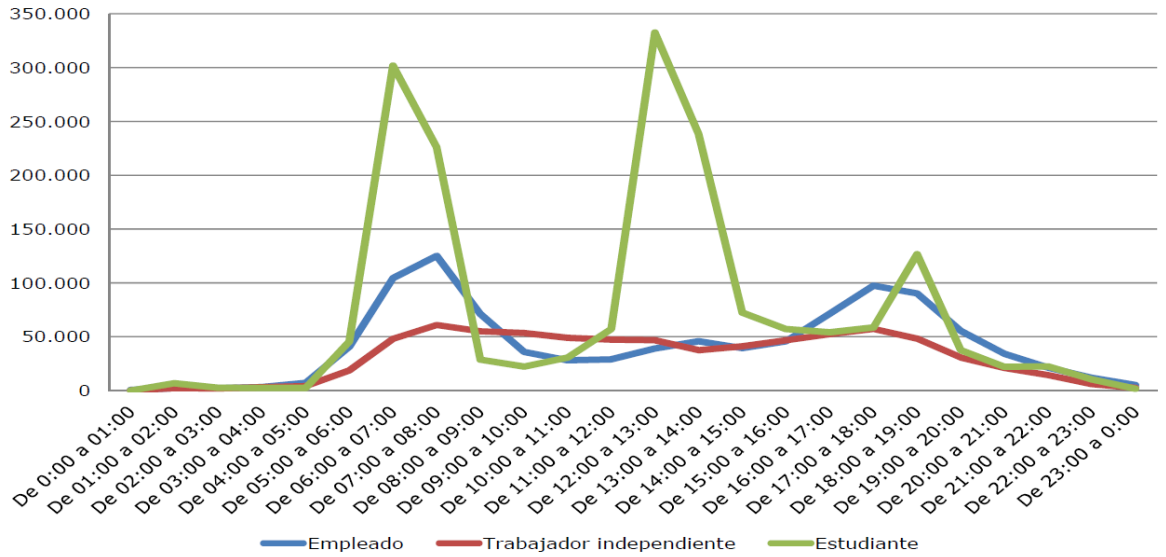


Fuente y elaboración: EDM11 (2010: 122)

[52] Estos valores se obtiene de la diferencia entre el total de viajes de destino por distrito menos los viajes realizados dentro de cada uno; es decir, para el distrito 17D05, a los 358.571 viajes totales de destino se resta los 179.093 viajes generados al interior de ese mismo territorio, lo que da como resultado 179.478 viajes.

Por su parte el Gráfico 11 detalla la información acerca de los datos de movilidad obligada en el DMQ según actividad en las diferentes horas del día. La curva en color verde indica sobre los desplazamientos de los estudiantes. Se aprecia que esta curva presenta el mayor número de viajes. Igualmente, esta curva coincide con las horas de inicio y salida de clases.

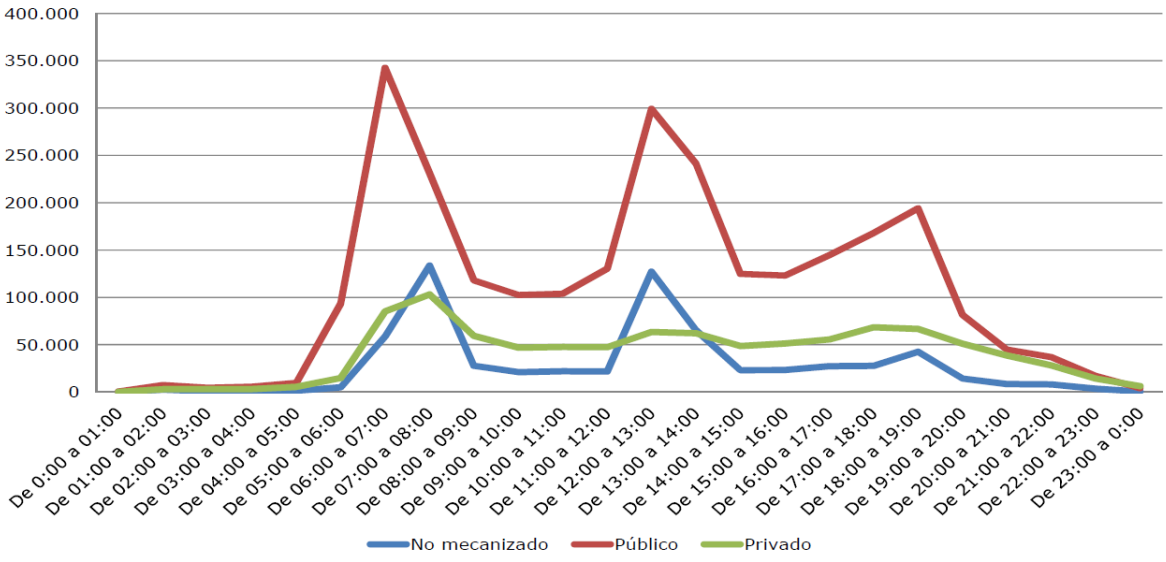
Gráfico 11. Viajes realizados a lo largo del día según actividad (movilidad obligada)



Fuente y elaboración: EDM11 (2010: 123)

Por otro lado, el Gráfico 12 representa los desplazamientos generados en el DMQ según el modo de transporte utilizado durante el día. En este gráfico se identifica que el modo de transporte público es el medio más utilizado; esta curva está representada en color rojo. Asimismo, esta curva coincide con el horario de inicio y salida de clases.

Gráfico 12. Viajes realizados a lo largo del día según modo de transporte

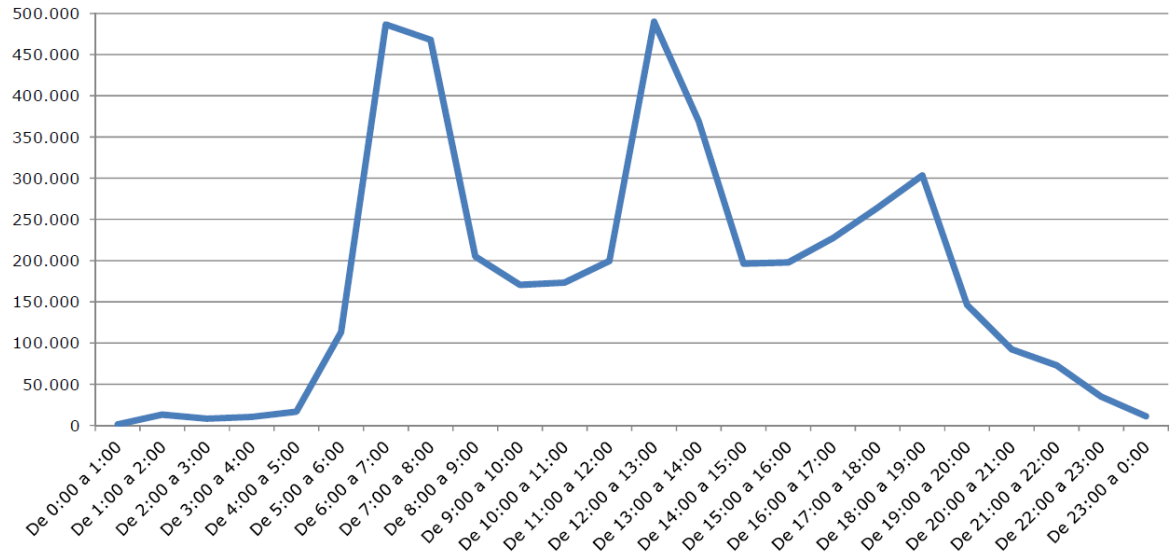


Fuente y elaboración: EDM11 (2010: 123)

Finalmente, el Gráfico 13 indica los viajes efectuados en el Distrito Metropolitano según cada hora. Esta curva expone los picos más altos entre las horas de 06h00 a 08h00, de 12h00 a 13h00 y de

18h00 a 19h00. No obstante, entre las horas de 08h00 a 12h00 y de 14h00 a 16h00 se mantiene en un nivel constante alrededor de los 175.000 viajes.

Gráfico 13. Viajes realizados en el DMQ según hora



Fuente y elaboración: EDM11 (2010: 120)

En base a la información presentada en los Gráficos 12, 13, 14 y 15 se detallan las siguientes consideraciones. En el Gráfico 10 se nota que las curvas de color azul y rojo, de las personas de 4 a 14 años y de 15 a 24 años, concuerda con la curva verde del Gráfico 11 de estudiantes. Estas tres curvas tienen una tendencia similar a la curva roja del Gráfico 12, respecto al modo de transporte público, y todas éstas coinciden a su vez con los picos de la curva azul del Gráfico 13 respecto a las horas pico que corresponden a los horarios de inicio y salida de clases.

Por lo tanto, existe una relación directa entre los desplazamientos generados en el DMQ y el tráfico vehicular de la ciudad. Si se comparan los viajes realizados en el Distrito Metropolitano según grupo etario, actividad, modo de transporte y hora, existe una congruencia en los desplazamientos efectuados por las personas en edad escolar por motivos de estudio en medios de transporte mayoritariamente públicos y de transporte escolar durante las horas de inicio y salida de clases.

Según Silva (2010: 53-55), la congestión se puede determinar a través de los mercados de viajes, de transporte y de vías. De esta manera, cuando los estudiantes se movilizan durante las horas pico (06h00 a 08h00, de 12h00 a 13h00 y de 18h00 a 19h00) la velocidad de circulación se reduce a medida que aumenta el tránsito y así se produce la congestión vehicular.

En base a lo expuesto por de Thomson y Bull (2002: 111), existe una pérdida social debido a la no internalización de los costos de desplazamiento debido a la entrada de vehículos en la infraestructura vial durante el desplazamiento de los estudiantes.

Starrett (citado en Fujita y Thisse, 2002: 13) ha demostrado que, si el espacio es homogéneo y el transporte es costoso, entonces cualquier equilibrio competitivo es tal que el transporte no se produce. Sin embargo, en el caso del Distrito Metropolitano sucede todo lo contrario; es decir, el espacio es heterogéneo, en términos de la localización de la infraestructura educativa, y los costos de

transporte son percibidos como de poco costo, por lo tanto se producen muchos desplazamientos en la ciudad.

Kaldor menciona que la ubicación en el espacio moldea la naturaleza de la competencia entre las firmas de una manera específica (citado en Fujita y Thisse, 2002: 120). Es así que, cualquiera que sea el número de firmas en el agregado, la competencia es localizada. Sin embargo, se puede demostrar que en el caso del sistema educativo del DMQ esta situación no ocurre totalmente. Por ejemplo, en el caso del distrito La Delicia, la competencia entre las escuelas para atraer más estudiantes no sucede directamente entre las escuelas de ese territorio ya que éstas deben competir incluso con las escuelas de otros distritos (como el Manuela Cañizares o el 24 de Mayo ubicadas en el distrito Norte). Se presume que la competencia entre las instituciones educativas del DMQ ocurre a causa factores como la calidad (la cual puede ser categorizada desde el aspecto filosófico y pragmático), el prestigio, la tradición, la ubicación del establecimiento, el domicilio del estudiante, el estatus, la percepción de los padres de familia en las relaciones sociales entre miembros de su mismo nivel socioeconómico, etc.

Conclusiones

Weber (citado en Duch, 2005: 14) manifestó que las firmas se aglomeran cuando la producción es lo suficientemente grande en el lugar como para provocar una reducción en el costo unitario de producción, siempre que estén dispuestas a incurrir en mayores costos de transporte y de aprovisionamiento de factores. En este sentido, los centros educativos en el DMQ se aglomeran, en algunos casos, debido a que en las áreas en las que están ubicados existe una mayor densidad poblacional de personas en edad escolar lo que asegura, de alguna manera, que esas personas tiendan a estudiar en esas instituciones. Sin embargo, los procesos migratorios de la ciudad hacen que los lugares de asentamiento de las personas se modifiquen con mayor rapidez que los cambios de ubicación geográfica de las instituciones educativas, lo que provoca que el cruce entre demanda y oferta no se mantenga en el largo plazo; o son las equivocadas decisiones de política que solo consideran una distribución geográfica sin tomar en cuenta ni la densidad poblacional peor aún sus dinámicas temporales y sus potenciales impactos en la movilidad.

Fujita y Thisse (2002: 31-37) hacen la revisión del equilibrio competitivo en una economía espacial homogénea. En relación a los incentivos agregados de las firmas y hogares para moverse entre regiones, se menciona que los incentivos globales para moverse son siempre estrictamente positivos para cualquier asignación que implique un comercio costoso entre las dos regiones. Por lo antes expuesto, se vincula esta idea con el tema de esta investigación. De este modo se concluye que uno de los incentivos para que la gente prefiera asistir a la institución educativa cercana a su hogar es que los costos de transporte (monetarios, en tiempo, estrés, etc) se perciban como altos. Otro incentivo para que los padres de familia decidan escoger una institución educativa u otra es que el concepto de calidad educativa es parte primordial en la toma de decisiones.

El teorema de la imposibilidad espacial implica que si las actividades económicas son perfectamente divisibles, por consiguiente existe un equilibrio competitivo y es tal que cada lugar funciona como una autarquía. Es decir que, si el espacio es homogéneo y los costos de transporte son altos, no existen motivos para que los agentes económicos distingan entre los lugares por lo que cada actividad puede funcionar a un nivel arbitrariamente pequeño. Es así que el teorema de la imposibilidad espacial indica que no existe un equilibrio competitivo.

Por lo antes expuesto, si los usuarios del sistema educativo en el DMQ perciben al espacio como homogéneo, en términos de los planteles educativos a los que asisten, se podría lograr que los desplazamientos disminuyan ya que los usuarios van a ser indiferentes al escoger asistir a una institución educativa u otra. Se entiende entonces que los costos de transporte no desaparecerán, por lo que se concluye que si la oferta educativa es percibida como homogénea, en términos de calidad educativa, los desplazamientos en la ciudad, y sus costos asociados, disminuirán.

Otra observación es que la presencia de rendimientos crecientes a nivel local impide que los mercados espaciales sean perfectamente competitivos porque las diferencias en los lugares de consumo, y por lo tanto en los costos de transporte, son una fuente de poder de mercado. Así, la competencia en el espacio es imperfecta por lo que el *trade-off* entre los rendimientos crecientes y los costos de transporte resulta ser determinante en el número de firmas que compiten dentro de un área establecida, cuyo tamaño poblacional está dado.

De esta manera, se concluye que no existiría una oferta académica perfectamente homogénea debido a los rendimientos crecientes a nivel de territorios. Sin embargo, se puede jugar con la percepción de los agentes que usan el servicio educativo en términos de calidad para que hagan los menores desplazamientos posibles.

Kaldor (citado en Fujita y Thisse, 2002: 120) menciona que la ubicación en el espacio moldea la naturaleza de la competencia entre las firmas de una manera específica. Esto quiere decir que cada firma compite más vigorosamente con las firmas inmediatamente próximas que con las vecinas más distantes, independientemente del número de firmas total; entonces la competencia es localizada. Sin embargo, también se precisa que todas las firmas están interrelacionadas entre sí mismas dentro de una red compleja de interacciones debido a una cadena que conecta dos firmas de tal manera que las dos firmas subsecuentes en la cadena sean competidoras directas.

Estos dos aspectos, el de competencia localizada y el de efecto cadena, son inseparables en el análisis espacial de la oferta y demanda educativa del DMQ. En el marco de lo expuesto, si bien los centros educativos subyacentes de un territorio van a ser competidores directos para ofrecer sus servicios a las personas del sector en donde estén ubicados, también se deben tomar en cuenta los otros "competidores" establecidos en las distintas áreas de la ciudad. Se presume entonces que la calidad es uno de los aspectos que influye en la toma de decisiones de los padres de familia y estudiantes para escoger un centro educativo. Según Bondarenko (citado en Barros, 2012: 131-133) la calidad puede ser tratada como una naturaleza filosófica en la cual se consideran características de categorías: relativas, continuas, subjetivas, sociales, dinámica, participativa, axiológica, dual, sintética, hipercompleja, teleológica, utópica, normativa, holística, etc. Asimismo, Barros (2012: 177) indica que la calidad puede ser abordada desde un enfoque pragmático con sistemas de gestión de calidad, indicadores y mediciones.

Esta disertación se centra en los desplazamientos generados por motivos de estudio y su incidencia en la movilidad del DMQ. Sin embargo, un aspecto importante que se puede profundizar en futuras investigaciones es indagar sobre las razones para que dichos desplazamientos se generen; y uno de estos motivos podría ser la calidad de la educación. Así, la calidad de los centros educativos se evaluaría por medio de indicadores de calidad de entrada, de procesos y de resultados (Barros, 2008: 674). Por lo tanto, se entendería que las instituciones educativas podrían competir entre ellas, para atraer a los estudiantes a sus establecimientos, en los aspectos que se detallan a continuación:

Indicadores de calidad de entrada

- regulatorios (reglamentos, manuales de convivencia, etc);
- gestión (liderazgo educativo, trabajo en equipo, relación escuela con otras instituciones, etc);
- pedagógicos (oferta educativa actualizada, docentes especializados, clima escolar, información a los padres de familia, programas de educación inclusiva, proyecto común en valores, etc);
- motivacionales (grados de motivación y compromisos de los alumnos, docentes y padres de familia);
- presupuesto; y
- instalaciones (bibliotecas, canchas, piscinas, coliseos, equipamiento tecnológicos en aulas, etc).

Indicadores de calidad de procesos

- administrativos (dirección administrativa, plan de calidad, gestión participativa, organización general, actitud de mejora continua, estímulo a profesores y alumnos, etc);
- pedagógicos (dirección pedagógica, organización en el aula, seguimiento a los alumnos, gestión positiva del aula, comunicación positiva, motivación, etc);
- curriculares (plan de estudios actualizados, programas de innovación, metodologías, programas de orientación y tutorías, sistemas de evaluación, etc);
- docentes (formación inicial, capacitación permanente, actitud de mejora continua, etc); y
- familias (apoyo de las familias a sus hijos, etc).

Indicadores de calidad de resultados

- gestión (resultados de gestión y dirección; imagen del centro o prestigio;, grado de satisfacción de los alumnos, padres de familia y docentes; sentimiento de comunidad; etc);
- académicos (resultados de los programas de estudio, resultados académicos de los alumnos, resultados de los servicios extracurriculares como de recuperación pedagógica, capacidad de competir del centro a nivel externo, etc);
- formativos (formación moral del alumnado, logros socio-afectivos del alumnado, etc);
- docentes (experiencia profesional del docente, motivación, calidad de vida laboral, status profesional del profesorado, estado de salud, desarrollo profesional, capacitación, etc);
- padres de familia (implicación y participación de las familias, etc); y
- sociedad (respuesta del centro a las necesidades del entorno, colaboración de las instituciones sociales y comunitarias con la escuela, ciudad educadora, etc).

No obstante, la calidad no es el único factor y no sabemos si es el determinante en las preferencias al escoger un centro educativo u otro. Otros factores que pueden incidir en la toma de decisiones son: el prestigio, la tradición, la ubicación del establecimiento, el domicilio del estudiante, el estatus, la percepción de los padres de familia en las relaciones sociales entre miembros de su mismo nivel socioeconómico, la seguridad del sector en donde se ubica la escuelas y los medios de transporte para llegar a esta, los factores socioeconómicos y culturales de las familias, la ideología, la cosmovisión, creencias y fundamentos de las familias, etc.

De tal manera, los colegios como el Eugenio Espejo, Juan Montalvo, Mejía, San Gabriel, 24 de Mayo, Manuela Cañizares, Luis Napoleón Dillon, Sebastián de Benalcázar, Central Técnico, Juan Pío Montúfar, entre otros tienen una percepción de calidad y de tradición muy alta en la sociedad quiteña. Cabe indicar que todos estos centros de estudio se ubican en los siguientes circuitos educativos superavitarios: 17D04C05_06 (Eugenio Espejo, Juan Montalvo, Mejía), 17D05C01_06 (San Gabriel), 17D05C02_10 (24 de Mayo, Manuela Cañizares, Luis Napoleón Dillon, Sebastián de Benalcázar), 17D05C09_12 (Central Técnico), 17D06C04 (Juan Pío Montúfar). Se puede presumir que la demanda hacia estos establecimientos genera muchos desplazamientos hacia estos circuitos educativos debido a que son colegios con un alto nivel de calidad y además con una gran cantidad de estudiantes. No obstante, según Maddala y Miller (1991: 8), *no todas las decisiones tomadas por los consumidores y las empresas se basan en el razonamiento económico puro, sino que existe mucho de psicología.*

Por otro lado, cuando hablamos de la congestión, a más de ser una externalidad negativa, ésta produce consecuencias como la contaminación, gasto de recursos sociales y privados, pérdida de la

calidad de vida, entre otras. El elemento que empeora la situación de la congestión es que no se consideran los costos sociales y como resultado surge una sobreexplotación de la infraestructura vial en determinadas horas del día y zonas de la ciudad.

En términos generales, la congestión inicia cuando la capacidad de la infraestructura vial para soportar un tráfico fluido es superada por el ingreso un nuevo usuario, por lo que el flujo vehicular disminuye la velocidad de circulación lo que ocasiona un aumento en el tiempo de desplazamiento. Las demoras percibidas por los usuarios son la manera en la que se manifiesta la racionalización del espacio físico para circular.

La congestión es generada, en parte, por el tipo de vehículo utilizado y el número de personas transportadas; cada tipo de vehículo genera diferentes niveles de congestión. En este sentido, se podría pensar que es mejor que más vehículos de transporte público estén circulando en las vías que vehículos privados, ya que éstos transportan a más personas, a pesar de tener un *pcu* tres veces superior al de un automóvil. No obstante, se concluye que esta consideración es acertada, es decir, que los buses congestionan menos que los automóviles, hasta que éstos transporten menos de 5,1 pasajeros. En base a los datos presentados por el PMMDMQ (2009: 30), este número mínimo de pasajeros a ser transportado se determina de la siguiente manera: se considera que un vehículo privado transporta en promedio 1,7 personas por unidad, mientras que un bus 65 personas promedio. Es así que, se necesitan aproximadamente 38,24 automóviles (65/1,7=38,24) para transportar el mismo número de personas que un bus. Con la información anterior, es necesario que cada bus transporte más de 5 estudiantes para que se evite la congestión en los distritos del DMQ.

En cuanto a las características del Distrito Metropolitano de Quito, es importante entender que existen dinámicas más complejas en las que las personas de la ciudad están inmersas; la zona de influencia se extiende más allá de los límites territoriales inscritos. Así, los aspectos políticos, económicos, sociales, geográficos, entre otros, deben ser considerados para el modelamiento del reordenamiento territorial; en este caso, de la infraestructura educativa. En este sentido, al modelar territorialmente la ubicación de las instituciones educativas, se deben tomar en cuentas las relaciones con el resto de agentes en el territorio y los lugares donde se desarrollan esas otras actividades; por ejemplo, los centros financieros, comerciales, de salud, de instituciones gubernamentales, de entretenimiento, etc.

En relación a la demanda educativa, se debe tomar en cuenta que el grupo de 0 a 2 años potencialmente ingresará al sistema educativo. Este grupo representa 19,26% respecto a la población en edad escolar y 5,31% de la población total del DMQ, el cual se convertiría en una demanda potencial de educación inicial. Por lo que este número de estudiantes también se desplazarán hacia los centros educativos. En este mismo sentido, se debe considerar que los docentes también se movilizan. En términos generales, el número de docentes (32.761) en el DMQ representan 5,22% del número total de estudiantes; otro número de personas que igualmente se traslada cotidianamente.

Por el lado de la oferta educativa, se determina que en el Distrito Metropolitano existen 1.959 instituciones educativas las cuales se concentran en el distrito Norte (17D05), Eloy Alfaro (17D06) y La Delicia (17D03). Igualmente, los estudiantes que asisten a estas instituciones educativas se concentran en 55,65% en los distritos Norte (17D05), Eloy Alfaro (17D06) y Centro (17D04).

En cuanto al análisis de superávit o déficit de cobertura educativa, se concluye que el Distrito Metropolitano es un territorio en donde existe un superávit de 10.142 estudiantes en relación a la población en edad escolar. Esto hace suponer que hay estudiantes de otros territorios que se movilizan hacia el DMQ para asistir a clases, por lo que de lleno 10.142 personas generan desplazamientos todos los días durante la semana para ir a estudiar al DMQ.

Por otro lado, si bien los resultados globales indican que en el DMQ existe un superávit de cobertura educativa, es imperante hacer las puntualizaciones para cada territorio en particular; es decir, es necesario que se tomen en cuenta los resultados no agregados. De esta manera, se concluye que dentro del Distrito Metropolitano existen tanto superávits como déficits a lo largo de su extensión. De este modo, tres de los cuatro distritos que son superavitarios, los distritos Centro (17D04), Norte (17D05) y Eloy Alfaro (17D06), coinciden con los distritos en los cuales existen mayor número de estudiantes. Esto hace suponer que las personas en edad escolar tiene preferencias sobre los centros educativos ubicados en estas zonas y a su vez generan desplazamientos cuando se dirigen a los mismos; por lo que el flujo de movilidad hacia esas zonas es mayor.

En relación al análisis de las dinámicas territoriales, se concluye que el territorio del DMQ no es homogéneo. En este caso, los agentes perciben los costos de desplazamiento como bajos, lo que incentiva a que las personas se movilicen para tratar de acceder a los servicios que necesitan. Sin embargo, al ser un espacio héterogéneo, los costos de movilización no están en función de la distancia al lugar donde se desarrolla la actividad; es decir que el supuesto de la llanura isotrópica de von Thünen no se aplica en el territorio del DMQ. En este sentido, Starrett ha demostrado que, si el espacio es homogéneo y el transporte es costoso, entonces cualquier equilibrio competitivo es tal que el transporte no se produce. Es decir, la economía genera grupos separados en ubicaciones delimitadas donde los agentes realizan sus actividades económicas en ese mismo espacio definido en vez de interactuar con los otros grupos. No obstante, para el caso del Distrito Metropolitano, esto no se aplica ya que el espacio es heterogéneo y el transporte no es percibido como costoso.

Los resultados arrojan que los servicios educativos se encuentran concentrados en un espacio de 5,79% respecto al tamaño total del DMQ. Esta concentración de la infraestructura educativa indica que la división territorial en circuitos y distritos está en función de la oferta educativa y no de la demanda. Asimismo, la concentración que se presenta en el DMQ ocasiona problemas de movilidad ya que los estudiantes de todo el territorio se desplazan hacia las zonas en las que existe superávit. De este modo, se concluye que los circuitos educativos no contribuyen con una solución al tránsito vehicular de la ciudad por lo que la desconcentración de la infraestructura educativa podría subsanar este problema.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta el espacio físico en el que están ubicados los centros educativos; es decir, se debe considerar el área de cada zona en la cual se desarrollan las actividades. Así, una manera para hacerlo es reflexionar sobre los índices de concentración, por medio de los cuales se determinan el número de personas en edad escolar, de infraestructura educativa, docentes y estudiantes. De esta manera, se concluye que los circuitos superavitarios que están en el centro del DMQ, se sitúan en un área de 243,96 km^2. En este espacio, que corresponde a 5,79% del territorio total del DMQ, se ubican 33,67% de la demanda educativa, 45,13% de la infraestructura educativa, 56,64% del profesorado y 55,39% del alumnado. De este modo, la concentración por km^2 de estos elementos en este espacio respecto a la concentración del DMQ es: 5,82 veces las personas en edad

escolar por km^2, 7,80 veces las instituciones educativas por km^2, 9,76 veces los docentes por km^2 y 9,57 veces el número de estudiantes por km^2.

Es importante mencionar que el primer motivo de viaje en el DMQ es por motivos de estudio. Estos desplazamientos entre las distintas zonas representan 32,51% de los viajes realizados. De esta manera, si se toman en cuenta los datos sobre la concentración de los distintos elementos, se puede intuir que la congestión en el DMQ se debe a la locación donde se desarrollan las actividades educativas.

Según Mentefactura, Ecolex y SCL Econometrics (citado en Cisneros, 2013: 8), la contaminación del aire en las ciudades ecuatorianas se debe entre 60% y 70% al tráfico urbano. De esta manera, mediante la desconcentración de la infraestructura educativa y la homogenización de la oferta se prevé una disminución en el número de viajes realizados por motivos de estudio lo que a su vez se traduce en menos emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera. Esto quiere decir que al reducir el número de desplazamientos en el DMQ, se contribuye a la disminución de la contaminación del aire en la ciudad.

Finalmente, y por lo expuesto anteriormente es imperante que se establezcan los mecanismos para desconcentrar la infraestructura educativa en el DMQ con el fin de lograr una distribución de la infraestructura educativa que sea homogénea. No obstante, además de la reubicación de los centros educativos se concluye que es importante establecer acciones para la homogenización de la oferta educativa en el ámbito de infraestructura, calidad, atención, etc. De este modo, la percepción del servicio educativo va a ser considerada homogénea por los usuarios del sistema y así se reducirían el número de desplazamientos.

Los resultados y conclusiones de este estudio también pueden ser aplicados para la infraestructura de los centros financieros, comerciales, de salud, de instituciones gubernamentales, de entretenimiento, etc., con las particularidades que ameritan. Si se realiza un reordenamiento territorial articulado a todo nivel, los desplazamientos y, por consiguiente, la congestión vehicular disminuiría notablemente.

Recomendaciones

A continuación, se hace una serie de recomendaciones en base a los fundamentos teóricos y a la investigación presentada en los capítulos anteriores.

Políticas públicas para la homogenización de la oferta educativa

Se sugiere implementar políticas públicas direccionadas a la homogenización de la calidad de la oferta educativa para reducir los desplazamientos dentro de la ciudad y así contribuir con una disminución de la congestión vehicular.

Para hacer que las personas dejen de movilizarse a grandes distancias se podría generar una fuente de poder de mercado, la misma que yace en los incentivos que las instituciones educativas ponen a disposición de los usuarios del sistema. Es decir, los centros educativos deberían promover acciones como el aprovisionamiento de transporte escolar a los estudiantes del sector en donde están ubicadas (determinado previamente) para evitar los desplazamientos. Esta idea se fundamenta en lo propuesto por Fujita y Thisse, en la cual se indica que el aislamiento geográfico, económicamente expresado por el valor de los costos de transporte, permite que cada firma (en este caso, cada institución educativa) tenga cierto poder de mercado.

La homogenización de la oferta educativa, a más de ser un semblante focalizado, también debe ser estudiada de manera global en todo el DMQ para así generar los menores desplazamientos posibles de los estudiantes. Este tema es estratégico en el modelamiento de la oferta educativa de la ciudad. En este sentido, una estrategia para alcanzar la homogenización de la oferta educativa en una primera instancia puede ser la construcción de colegios réplica ya que se constituiría en un incentivo para que los estudiantes que viven en una zonas con déficit de cobertura no realicen desplazamientos hacia los colegios emblemáticos y de tradición sino que estudien en los colegios réplica.

Se exhorta a realizar un estudio de la calidad de los centros educativos en el DMQ para determinar las diferencias en la calidad de la oferta educativa de la ciudad. Todo esto con el fin, entre otras cosas, de implantar acciones focalizadas en el fortalecimiento de las instituciones en términos de calidad, específicamente en aquellas que se identifiquen como de menor calidad. Este es un modo para lograr que la oferta educativa tienda a ser homogénea, o por lo menos a que esa sea la percepción.

Por su parte, al elegir sus precios las firmas pueden prever las respuestas de los consumidores, lo que refleja el hecho de que las firmas tienen más poder de mercado que los consumidores. Según Fujita y Thisse (2002: 124), el concepto de equilibrio se puede resumir de la siguiente manera. Dada una configuración de precios de las firmas, los consumidores deciden sobre su ubicación y lugar de compras en el correspondiente equilibrio residencial, que es de tipo competitivo. En lo que respecta a las firmas, los consumidores podrían ser considerados como los seguidores de un juego de Stackelberg, en el cual las firmas serían las líderes. Las firmas eligen los precios en un juego no cooperativo de equilibrio de Nash en el que los jugadores son las firmas, y de esta manera, anticipar el equilibrio residencial de los consumidores.

Esta idea se liga a la oferta educativa de manera que las instituciones educativas pueden determinar incentivos (transporte escolar, infraestructura, concursos, etc) o desincentivos (la distancia, tiempo, etc) para inducir a los hogares a escoger los centros cercanos a su residencia. Asimismo, se recomienda generar políticas públicas y lanzar campañas que incentiven a los usuarios del sistema educativo a preferir asistir a las instituciones educativas cercanas a sus domicilios en función de una percepción de altos costos de transporte generados, como el estrés al conducir, la seguridad en el momento del desplazamiento, los costos monetarios en pasajes o gasolina y mantenimiento, el tiempo requerido, entre otros, causados por los desplazamientos en los que se incurrirían.

Según lo expuesto por Kaldor (citado en Fujita y Thisse, 2002: 120), se puede utilizar la estrategia de construir escuelas réplica o unidades educativas del milenio en los distritos educativos que presentan un déficit de cobertura para que los estudiantes tengan una preferencia por asistir a dichos centros. Al generarse esta preferencia en estos distritos, se lograría menos desplazamientos ya que los estudiantes preferirán asistir a clases en estas instituciones que son consideradas como centros de alta calidad educativa y prestigio.

Identificación de los componentes de las preferencias de la demanda educativa.

Se recomienda realizar estudios específicos sobre las preferencias de la demanda en relación con las instituciones educativas en el DMQ. Esta información puede ser utilizada en dos direcciones; la primera, en plazo mediano y largo relacionada con la dotación de nuevas infraestructuras; y, la segunda, de corto plazo, en el diseño de rutas y de medios de transporte para la creación de una sistema de transporte escolar que se oriente a un menor número de desplazamientos en el menor tiempo posible.

Análisis de cobertura educativa

En cuanto al análisis de cobertura educativa, se recomienda hacer un análisis focalizado para cada circuito ya que solo así se pueden generar las medidas de política pública que se ajustan a las necesidades de cada territorio. En este sentido, se recomienda a las autoridades hacer el levantamiento de información de los desplazamientos a nivel desagregado (por parroquia o barrios) según el motivo de viaje (en este caso estudio) para poder determinar efectivamente el origen-destino de cada viaje realizado en el DMQ. De este modo, se podrían dar indicios para identificar los sectores de la ciudad que son los más concurridos debido a que en esas áreas estarían las instituciones educativas que son las elegidas para estudiar. A su vez, este conocimiento sería usado como insumo para determinar las medidas de política pública que ayuden a lograr una percepción homogénea de la oferta educativa y así generar los menores desplazamientos posibles dentro de los límites de la ciudad.

Reordenamiento de la oferta educativa para la desconcentración

El *número de firmas de equilibrio aumenta con el costo unitario de transporte, pero disminuye con el costo de producción fijo*. Este resultado puede ser objeto de una interpretación interesante desde el punto de vista histórico. Cuando las tecnologías eran ineficientes, es decir la producción involucraba bajas inversiones y el transporte era muy costoso, un gran número de firmas operaban a pequeña escala. Sin embargo, desde el comienzo de la Revolución Industrial, los costos de transporte se

redujeron drásticamente, mientras que la producción ha implicado costos generales en aumento. Por lo tanto, se puede concluir que *el tipo de avance tecnológico observado durante muchas décadas en los países desarrollados ha llevado a una reducción sustancial en el número de firmas en funcionamiento, así como la ampliación de su tamaño y área de mercado*. Sin embargo, según Cain (citado en Fujita y Thisse, 2002: 123), un aumento en el tamaño de la población, a través de un aumento de la densidad de los consumidores o una expansión geográfica de la economía expresada por medio de un aumento de la longitud de área de localización, conduce a un mayor número de firmas.

De esta manera, se debe tener en cuenta que el reordenamiento de la oferta educativa debe considerar la densidad poblacional, la población proyectada para un horizonte de tiempo determinado y el área de influencia de las instituciones educativas que van a atender la demanda de estudiantes. Es decir, que el reordenamiento de la oferta debería estar en función de la demanda y no de la oferta educativa.

Políticas, estrategias y acciones para la movilidad en la ciudad

Con el fin de que las estrategias que se describen a continuación tengan una acción eficaz, es indispensable que exista la colaboración permanente y articulada de la sociedad en su conjunto; es decir, los padres de familia, docentes, estudiantes, agentes de tránsito del DMQ y la Policía Nacional, etc.

1. Políticas para el mejoramiento del transporte público

Un sistema de transporte público, organizado, planificado, eficiente y sostenible es vital para que los ciudadanos puedan desarrollar sus actividades y de alguna manera tiene un impacto favorable en la vida de las personas. Además, el transporte público, colectivo y masivo es ambientalmente amigable, lo que lo vuelve sostenible. Si se prefieren los desplazamientos en medios de transporte público sobre los otros medios motorizados, esto generaría que el tráfico de la ciudad disminuya; y por añadidura el consumo de energía y la contaminación atmosférica y acústica se reducirían, y consecuentemente se preservaría el ambiente. En este sentido se plantean las siguientes estrategias para el mejoramiento del transporte público.

Estrategia 1.1. Incentivar el uso del transporte público

Con el fin de incentivar el uso del transporte público, se plantean una serie de acciones:

Rutas escolares: se recomienda implementar rutas escolares alternativas y predefinidas en y para todos los establecimientos educativos del DMQ para que los estudiantes las usen y que sean preferidas por los padres de familia sobre los medios de transporte privados. Las rutas serían establecidas en el mejor de los casos por circuito y no por institución educativa y regirían dentro de los límites territoriales de cada circuito. Esto se convertiría en un incentivo para que los estudiantes estudien cerca de sus domicilios ya que se verían provistos por un medio de transporte con servicio puerta a puerta.

Incentivos mediante tarifas preferenciales: se puede implementar una tarifa preferencial que incentive el uso del transporte público por parte de los estudiantes. Por ejemplo, los estudiantes

serían acreedores de una tarjeta por la que pagan un monto mensual de X valor y que les permitiría efectuar viajes a zonas establecida en el DMQ incluso fuera del horario de clase.

Diseño de las rutas de transporte público y paradas: se ajustarían las rutas de transporte público en las que los recorridos vayan acorde con la ubicación geográfica de los usuarios, en este caso de los estudiantes. Se podrían establecer paradas específicas y fijas para estudiantes durante las horas pico.

Concienciación sobre la importancia del transporte público: el cambio en la mentalidad sobre el uso del transporte público es indispensable para que los usuarios lo utilicen. En este sentido, se pueden realizar campañas educativas que promocionen su uso y que sean enfocadas en las ventajas de usar este medio como los costos por movilización asociados, el tiempo de desplazamiento, entre otros.

Utilización óptima de la capacidad instalada de las unidades de transporte: en base a la información presentada en las conclusiones, se recomienda que al menos 5 estudiantes deban movilizarse por cada unidad de transporte público. Es decir, que si varias escuelas utilizan una misma ruta escolar, se sugiere que los estudiantes compartan los mismos medios de transporte y de esta manera se asegura el uso adecuado de capacidad instalada de las unidades de transporte y así se evita una mayor congestión.

Estrategia 1.2. Mejoramiento en la prestación del servicio de transporte público

En el mismo sentido, se debería mejorar el servicio de transporte público en la ciudad para que cada vez más usuarios lo prefieran. Así algunas acciones que pueden implementarse son:

Flota de transporte público: se puede mejorar la flota de transporte público para que los estudiantes las prefieran. De esta manera, se pueden adquirir nuevas unidades que incorporen todos los elementos de seguridad, accesibilidad y comodidad.

Caja común: la implementación de una caja común en la que se depositen todos los ingresos permite que la circulación de las unidades de transporte público sea más ordenada ya que las ganancias se distribuirían equitativamente entre todos los proveedores del servicio.

Frecuencias del recorrido: se pueden ajustar las frecuencias en las que las unidades de transporte pasan por cada parada en función de los horarios de clases. Se esta manera se garantiza la cobertura del servicio para los estudiantes.

Mecanismos de control: se pueden implementar dispositivos que monitoreen la frecuencia en las rutas y levantes estadísticas sobre los momentos en los que se recogen pasajeros. Así se controlaría que las unidades de transporte público pasen por las paradas en los horarios establecidos.

2. Políticas para fomentar el uso de transporte no motorizado

Las políticas para fomentar el uso de transporte no motorizado pueden ser implementadas una vez que la seguridad para los estudiantes sea garantizada en la ciudad. El uso de medios de transporte no mecanizado contribuye notablemente a que los niveles de contaminación atmosférica, acústica y uso de energía disminuyan y al mejoramiento de la salud de los usuarios debido a que se vuelven más activos y dejan las prácticas sedentarias. No obstante, a continuación se plantean igualmente posibles estrategias y acciones futuras.

Estrategia 2.1. Fortalecimiento de la red peatonal y de ciclovías

Para que los estudiantes prefieran en un futuro ir a los centros de estudios a pie, es imperante mejorar la infraestructura de la red peatonal. Algunas acciones que se sugieren realizar en el futuro son:

Fortalecimiento, renovación y creación de infraestructura: al potenciar los corredores peatonales de la ciudad, los estudiantes tendría espacios físicos adecuados por los que recorrer la ciudad hacia sus centros de estudio. Asimismo, se pueden mejorar las aceras y las ciclovías para eliminar los obstáculos de circulación de los estudiantes, sobretodo de los estudiantes con movilidad reducida.

Equipamiento en los espacios públicos: se pueden implementar la infraestructura peatonal y para bicicletas necesaria para que los estudiantes de desplacen. Es así que se puede hacer la dotación de bancas, luminaria, estacionamientos para bicicletas, entre otros.

Cruces peatonales: en este sentido se pueden implementar cruces semaforizados y puentes peatonales para garantizar que los estudiantes crucen las intersecciones y vías con seguridad.

Estrategia 2.2. Incentivar el uso de la bicicleta

Al igual que la Estrategia 2.1, incentivar el uso de la bicicleta puede convertirse en una alternativa, una vez que los problemas de seguridad y de la infraestructura vial sean solucionados. Asimismo, algunas acciones futuras podrían ser:

Trazado de ciclovías: la definición de la ciclovías debería estar en función de los centros educativos y de la población en edad escolar de manera que se garantice el acceso desde los lugares en donde viven los estudiantes y los centros educativos en los cuales estudian.

BiciQ: se puede usar la plataforma y equipamiento de la BiciQ para que los estudiantes de bachillerato puedan ser usuarios del sistema y así se movilicen hacia sus lugares de estudio.

3. Políticas para evitar la congestión en horarios de clase

Para mejorar las condiciones de la movilidad en general se plantan la siguiente estrategia.

Estrategia 3.1. Ajustes en la circulación de la ciudad

Los ajustes en la movilidad del flujo de viajes que se vinculan a los desplazamientos por motivos de estudio serían los que se detallan a continuación:

Tiempo de desembarque de los estudiantes: los vehículos particulares o institucionales que movilizan a los estudiantes deberá ser de 30 segundos de espera.

Lugar de desembarque: las instituciones educativas deberán contar con espacios adecuados para el desembarque de los estudiantes como estacionamientos o zonas de desembarque colindantes con la puerta de ingreso que no interfiera con el libre tráfico.

Horarios de carga y descarga de mercadería: en los casos en los cuales existan actividades relacionadas al comercio o la industria y que se desarrollen en espacio cercanos a los centros educativos, los horarios de carga y descarga no podrán coincidir con aquellos horarios de inicio y fin de la jornada de clases.

Estrategia 3.2. Señalética

Es imperativo contar con un sistema de comunicación visual que sea claro.

Fortalecimiento de la señalética: todas las áreas en las cuales existan centros educativos, deberán ser provistas con las señalética necesaria para facilitar la movilidad.

Articulación interinstitucional

Como se menciona por la CEPAL, la articulación institucional es importante. La congestión vial en las ciudades de América Latina es atribuida, en parte, al manejo de las autoridades competentes. La planificación, coordinación, control, supervisión y administración del sistema de transporte ha sido sesgada debido a la no articulación de las instituciones encargadas y de los agentes que interactúan con el sistema.

Se deben ejecutar acciones coordinadas entre los actores y estar conscientes del impacto en la vialidad. Por ejemplo, puede ocurrir que al ampliar el acceso, por medio de una vía de transporte masivo como el metro, se densifique el uso del suelo, se edifiquen estructuras que provocan la construcción de estacionamientos, debido a la normativa municipal, y se estimule el uso de automóviles. Así, este conjunto de medidas contribuyen al incremento de la congestión.

Por su parte, se pueden generar presiones políticas, como las de los gremios de transportistas, que quieran implementar sus propios planes y favorecer sus intereses. Estos factores distorsionan la red de circulación vial lo cual no permite el manejo integral ni técnico del sistema.

No obstante, para el caso del DMQ es imperante que tanto el Municipio como el Ministerio de Educación y la Agencia Nacional de Tránsito se articulen principalmente para abordar el problema de la movilidad en la ciudad desde distintas aristas. La cooperación interinstitucional en el caso de la ciudad de Quito es vital para resolver este problema. En este sentido, se invita a que las autoridades de las diferentes instituciones comiencen a trabajar articuladamente para resolver este problema en particular. Esta misma articulación se debería dar entre las instituciones del sector de conocimiento y talento humano para contar con el ranking de instituciones educativas que fue mencionado previamente.

Nuevas investigaciones

Dado que el tema de esta investigación es amplio y transversal, se propone realizar los siguientes estudios relacionados a:

Metodología de la distribución de las instituciones educativas en el territorio

Se invita a realizar investigaciones que consideren una metodología para el reordenamiento de la oferta educativa en las ciudades y lo que implica este proceso. De esta manera, esas investigaciones podrían resultar con conclusiones y recomendaciones relevantes en términos de generación de políticas públicas que contribuyan a la planificación urbana y a las dinámicas que se desarrollan entre los distintos actores.

Análisis de inequidades y distribución de las instituciones educativas en el DMQ

El desarrollo de estudios relacionados al análisis de la distribución de servicios, en este caso del servicio educativo, es pertinente ya que se pueden visualizar las necesidades de los territorios desde un punto de vista objetivo. En este sentido, este tipo de estudios concluiría con observaciones y sugerencias en torno a políticas públicas que contribuyan a conseguir una equidad territorial de los servicios que se brindan y beneficiar a las personas de los sectores menos atendidos. Igualmente, la distribución de la infraestructura de los servicios contribuiría a que no se generen desplazamientos urbanos ya que los ciudadanos recibirían la atención de los servicios en un rango de espacio cercano a sus domicilios.

Costeo de los flujos de movilidad

Se recomienda hacer un estudio que recoja los elementos sobre los flujos de movilidad en la ciudad. En este caso, se invita a realizar un costeo de los flujos con motivo de estudio para poder establecer incentivos a la no movilidad de los ciudadanos y a llevar los servicios a la ciudadanía. Igualmente, este estudio establecería los mecanismos por los cuales se darían incentivos económicos a las personas que prefiera movilizarse por medios no mecanizados a cambio de incentivos de servicios o monetarios. Asimismo, este estudio lograría marcar las pautas entre los distintos actores involucrados para establecer instrumentos de cooperación mutua en la que todos los agentes se beneficien de la colaboración.

Sería interesante que este estudio prevea los costos ambientales de la movilidad. Según Cisneros (2013: 81) *las fuentes móviles generan 46% de los contaminantes atmosféricos totales y 49% de los gases a efecto invernadero; son responsables del 97% de CO emitido, 78% de N_2O y 66% de CO_2.* Igualmente, si se considera que el tráfico vehicular representa 98% de las emisiones (Cisneros, 2013: 81), sería importante que se investigue sobre el costo ambiental que generan los desplazamientos por motivos de estudios y así implementar mecanismos regulatorios sobre la movilidad estudiantil en función del impacto ambiental que se desprende.

Referencias Bibliográficas

Aggarwal, Praveen (2011, julio) ***Passenger Car Unit Value for Trucks using Fuzzy Model***. *Actas del Congreso Mundial de Ingeniería 2011, 2*, (1), Londres.

Alarcón Cevallos, Pedro José (2010) ***Análisis de la implementación de la primera medida de restricción a la circulación vehicular en Quito***. (Tesis de maestría en ciencias sociales con mención en estudios socioambientales) Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Sede Ecuador

Alonso, William (1964) ***Location and Land Use***. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Ares Marquina, Fernando (2003) ***Análisis y business plan de una empresa de transporte de mercancías destinada al reparto a grandes superficies y plataformas asociadas***. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6368/8/07.pdf

Arias V., José Agustín y Fortich P., Fernán J. (2010) ***El panorama teórico de la economía regional y los modelos de análisis territorial***. Bogotá: Universidad Católica del Colombia.

Asamblea Constituyente (2008) ***Constitución del Ecuador***. Ecuador: Autor

Barros Astudillo, Teodoro José María (2012) ***Indicadores de calidad educativa en centros escolares del Distrito Metropolitano de Quito y propuesta de un modelo de calidad pertinente para el Ecuador*** (Disertación para Doctorado en docencia y gestión universitaria). Donostia: Universidad del País Vasco y Universidad Central del Ecuador

Bermeo Muñoz, Elver A. y Calderón Sotero, Jaime Hernán (2009) ***Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte****. El Hombre y la Máquina de la Universidad Autónoma de Occidente de Colombia, 21* (32), (52-67)

Calderón, Mónica Iris; Ríos Rolla, Mariela Alejandra; y Ceccarini, María Fernanda (2008) ***Economía de la educación***. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.

Caloca Osorio, Oscar Rogelio; Cárdenas Almagro, Antonio y Ortiz Mendoza Enrique Octavio (2010) ***Costos de localización: una aproximación teórica a la economía espacial***. *Análisis Económico*, *XXV* (60), (5-28).

Cisneros Gallegos, José María (2013) ***Análisis socio – económico y ambiental de la calidad del aire y del agua en Quito, 2010 – 2012*** (Disertación de Economía). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Comisión Económica para América Latina (2003) ***Congestión de Tránsito***. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

Comisión Económica para América Latina (2009) ***Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte***. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES (2013) ***Informe General sobre la Evaluación, Acreditación y Categorización de las Universidades y Escuelas Politécnicas***. Quito: Autor.

Correa, Andrés Felipe; Gómez, Héctor Manuel; Loaiza, Jhon Fredy; Lopera, Diana Catalina; Villegas, Juan Guillermo (2008) ***Características del diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburrá***. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, 45*, (172-180)

D'Ercole Robert y Metzger, Pascale (s.f.) ***Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Autor.

de Rus Mendoza, Ginés; Campos, Javier y Nombela, Gustavo (2003) ***Economía del Transporte.*** Barcelona: Antoni Bosch.

Demorae, Florent (2005) ***Movilidad, elementos esenciales y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: AH editorial

Domper, María de la Luz (2003, marzo) ***Congestión vehicular y tarificación vial***. Libertad y desarrollo: Informe económico, 37, (4-6), Chile.

Duch Brown, Néstor (2005) ***La teoría de la localización***. Barcelona: Universitat de Barcelona. Recuperado de http://www.eco.ub.es/~nduch/postgrau_archivos/Duch_localizacion.pdf

Duque Escobar, Gonzalo (2007) ***Introducción a la economía del transporte***. Manizales: Universidad Nacional de Colombia

Ekelund Jr., Robert. B. y Hébert, Robert. F. (1999) ***Secret Origins of Modern Microeconomics: Dupuit and the Engineers***. Chicago: The University of Chicago Press.

Espinoza, Oscar y González, Luis Eduardo (1993) ***La experiencia del proceso de desconcentración y descentralización educacional en Chile 1974-1989***. Santiago: Centro de Estudios Miguel Enríquez

Fujita, Masahisa y Thisse, Jacques-Frongois (2002) ***Economics of Agglomeration.*** New York: Cambridge University Press.

García López, Miquel-Àngel y Muñiz Olivera, Ivan (2007) ***¿Policentrismo o dispersión? Una aproximación desde la nueva economía urbana***. *Investigaciones Regionales, 11*, (25-43)

García Ramón, María Dolores (1976) ***Valor actual del modelo de Von Thünen y dos comprobaciones empíricas.*** *Revista de geografía*, 10 (1-2), (11-33).

Girardotti, Luis M. (2003) ***Economía de transporte: función económica del transporte***. Bueno Aires: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Hamre, Bridget; Goffin, Stacie y Kraft-Sayre, Marcia (2009) ***Classroom Assessment Scoring System Implementation Guide***.Charlottesville, VA: Teachstone.

Harvey, David y Chaterjee, Lata (1974) ***Absolute Rent and the Structuring of Space by Governmental and Financial Institutions***. Oxford: Antipode 6

Instituto de la Ciudad (2010) ***Conociendo Quito, Estadísticas del Distrito Metropolitano***. Quito: Autor.

Instituto de la Ciudad (2013 a) ***Questiones urbano regionales***. Revista del Instituto de la Ciudad, *1* (2).

Instituto de la Ciudad (2013 b) ***Boletín estadístico mensual ICQ Nº21***. Quito: Autor.

Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (2012) ***Proyección por edades provincias 2010-2020 y nacional 2010-2020***. Recuperado de http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=1613&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800

Instituto Mexicano del Transporte (2000), ***Cargos e información de un sistema inteligente de transporte***. *Notas*, 51, Querétaro: Autor.

Innovar.uio: Empresa de desarrollo urbano (2008) ***Estudio de demanda de transporte: Informe 3, fase 2***. Quito: Autor.

Krugman, Paul (1992) ***Geografía y comercio***. Barcelona: Antoni Bosch.

Krugman, Paul (1995) ***Development, Geography, and Economic Theory***. Cambridge, MA: MIT Press.

Lafourcade, Miren y Thisse, Jacques-François (2009) ***New Economic Geography: The Role of Transport Costs***. Europa: Université de Valenciennes, Paris School of Economics, Université Catholique de Louvain y Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Launhardt, Wilhelm (1885) ***Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre***. Leipzig: B .G. Teubner. Traducción al inglés: Mathematical Principles of Economics. Aldershot: Edward Elgar (1993).

Loor Vélez, Lorena Marina; Sánchez Villamar, Patricia Elizabeth y Vega Chica, Víctor (s. f.) ***Diseño de rutas de transporte de personal aplicando modelización matemática para resolver el Problema de Enrutamiento Vehicular Capacitado con Ventanas de Tiempo***. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral

Maddala, G. S. y Miller, Ellen (1991) ***Microeconomía***. México: McGraw-Hill

Mallarach Isern, Jordi y Vilagrasa Ibarz, Joan (2002) ***Los procesos de desconcentración urbana en las ciudades medias españolas***. *Ería, 57*, (57-70)

Meserve, Bruce E. (1955) ***Fundamental Concepts of Geometry.*** Massachusetts: Addison-Wesley.

Metropolitan Transportation Authority (2013) ***What Is Bus Rapid Transit (BRT)?*** Nueva York. Recuperado el 02 de diciembre de 2013, de http://www.mta.info/mta/planning/sbs/whatis.htm

Ministerio de Educación del Ecuador (2006 a) ***Hacia el Plan Decenal de Educación del Ecuador 2006-2015: primera versión resumida***. Quito: Autor.

Ministerio de Educación del Ecuador (2006 b) ***Plan Decenal de Educación del Ecuador 2006-2015***. Quito: Autor.

Ministerio de Educación del Ecuador (2012 a) ***Nuevo Modelo de Gestión Educativa***. Boletín Informativo, 1, Quito: Autor.

Ministerio de Educación del Ecuador (2012 b) ***Reordenamiento de la oferta educativa***. Guía metodológica para el reordenamiento de la oferta educativa, Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2006) ***Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2009) ***Plan Maestro de Movilidad***. Quito: Gerencia de Planificación de Movilidad.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2010) ***Informe de resultados de la encuesta de movilidad***. Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2011) ***Agenda Ambiental Municipio del Distrito Metropolitano de Quito 2011-2016***. Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012 a) ***Encuesta domiciliaria de movilidad (EDM11) del Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012 b) ***Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022: Versión Resumida***. Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2012 c) ***Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022***. Quito: Autor.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2013) ***Informe de gestión 2013***. Quito: Autor.

Otero Enríquez, Raimundo y Gómez Rodríguez, Sergio (2007) ***La desconcentración urbana en el sistema territorial de galicia: un enfoque conceptual y empírico***. *Boletín de la A.G.E.*, 44, (259-277)

Pigou, Arthur Cecil (1932) ***The Economics of Welfare***. (4ªed.)London: Macmillan and Co.

Presidencia de la República del Ecuador (2011) ***Ley Orgánica de Educación Intercultural***. Quito: Registro Oficial.

Presidencia de la República del Ecuador (2012) ***Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural***. Quito: Registro Oficial.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –FLACSO (2011) ***Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Autor

Real Academia Española (2001) ***Diccionario de la lengua española***. (22ª ed.). Recuperado el 08 de agosto de 2013, dehttp://www.rae.es/rae.html.

Robles, Marco. (2009). ***Hacia una movilidad sustentable en Quito: el potencial de la bicicleta como medio de transporte alternativo***. *Reverdeciendo las Políticas, 1*.

Robusté Anton, Francesc (2005) ***Logística del transporte***. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Rodríguez, Adrián G. (2002) ***Apuntes sobre economía urbana***. San José: Universidad de Costa Rica

Roquer Soler, Santiago (2007) ***Movilidad residencia-trabajo y características sociodemográficas de la población española. Un estudio de sus relaciones a través del censo de 2001***. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili

Saha, Partha; Hossain, Quazi Sazzad; Mahmud, Iqbal y Islam, Zahurul (2009) ***Passenger car equivalent (PCE) of through vehicles at signalized intersections in Dhaka Metropolitan City, Bangladesh***. *IATSS Research, 33* (2)

Salvatore, Dominick (1992) ***Microeconomía***. Colombia: McGraw-Hill.

Sánchez González, Julián y Zofío Prieto, José Luis (2009) ***Espacio, distancia y localización: hacia la nueva economía geográfica***. *Aspectos territoriales del desarrollo: presente y futuro*, (848)

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2009 a) ***Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural***. Quito: Autor

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2009 b) ***Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural. Versión Resumida***. Quito: Autor

Shieh, Yeung-Nan (2013) ***Spatial Monopoly Theory in 1885: Wilhelm Launhardt***. San José: San Jose State University

Shieh, Yeung-Nan (2008) ***Launhardt's early contributions to the spatial monopoly model***. Economics bulletin. San José: San Jose State University

Silva Vizcarra, Janet Alexandra (2010 a) ***La movilidad en la ciudad de Quito: Criterios a considerar para el análisis de la política ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito***. Quito: Observatorio de Política Socio Ambiental

Silva Vizcarra, Janet Alexandra (2010 b) ***Movilidad urbana: análisis de los fallos de mercado ocasionados en el Distrito Metropolitano de Quito. Período 2009*** (Disertación de Economía). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Steer Davies Gleave (2009) ***Tarificación Vial por Congestión para la Ciudad de Santiago*.** Santiago: Autor

Taborda Ríos, Rodrigo (2005) *Gasto público y gobierno en la economía*. En ***Curso de macroeconomía*** (123). Bogotá: Centro Editorial Universidad de Rosario.

Thomson, Ian y Bull, Alberto (2002) ***La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales***. *Revista de la CEPAL, 76* (110-111), Chile.

Von Thünen, Johann Heinrich (1826) ***Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie***. Hamburg: Perthes. Traducción al inglés: Von Thünen's Isolated State. Pergamon: (1966).

Woodhall, Maureen. (1967). ***The economics of education***. Washington D.C: American Educational Research Association.

Anexo A: El modelo de von Thünen

Se estima que el modelo de von Thünen se formula matemáticamente con una ecuación lineal simple, en donde la distancia D es la única variable independiente al asumir conocidos el resto de parámetros (Duch, 2005; García: 1976). Así, la renta de un determinado producto agrícola es:

Ecuación 12. Renta de un producto agrícola

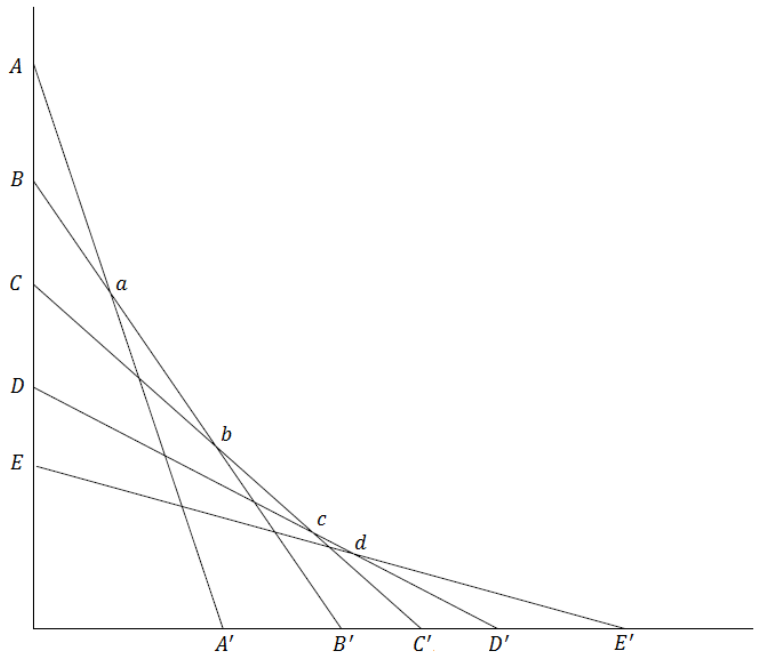
$$R_i = P_{ri}P_i - P_{ri}C_i - P_{ri}T_iD = P_{ri}\ P_i - C_i - T_iD\ , \qquad i = 1,2,\dots,n$$

donde:

- R_i es la renta diferencial para la actividad en una parcela determinada;
- P_{ri} es la producción total por unidad de superficie para la actividad i;
- P_i es el precio de venta en el mercado central;
- C_i es el costo de la unidad de producción para la actividad i;
- T_i es el costo de transporte de cada unidad por km para la actividad i; y
- D es la distancia en kilómetros de la parcela determinada al mercado central.

En base a la Ecuación 12, se determina la curva de renta para cada producto dentro de los límites del espacio determinado. Esta curva está en función de los parámetros de la ecuación, principalmente de la distancia, por lo que dichas curvas no coinciden, como se detalla en la Figura 9. En esta figura, las curvas se intersecan debido a que cada curva tiene una pendiente diferente. Von Thünen delimita un círculo concéntrico de cada intersección de curvas de renta económica, en donde tendrá lugar la producción del bien que minimiza el costo de transporte, dado su peso y la distancia al mercado. Este modelo permite calcular los precios locales de los bienes, la renta y los costos de transporte en función de la distancia.

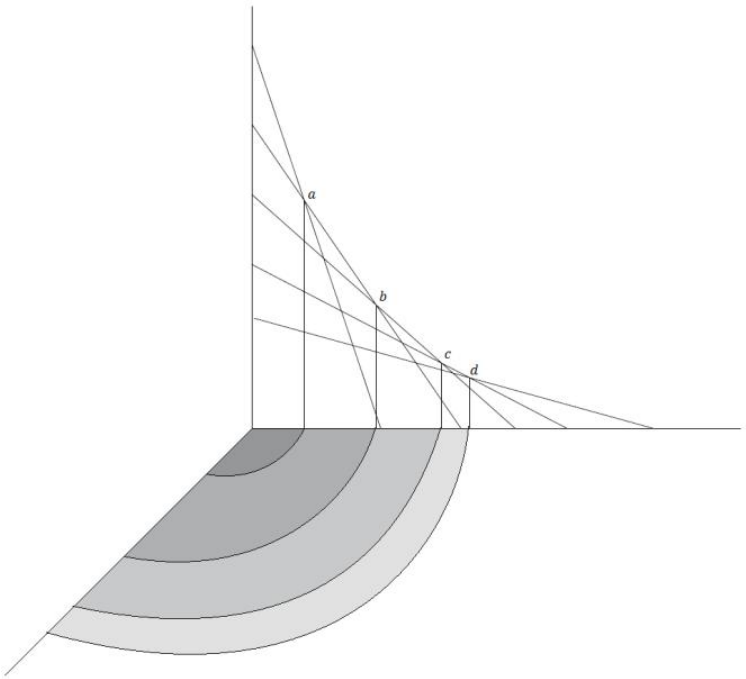
Figura 9. Renta para cada producto dentro de los límites del espacio



Fuente: Néstor Duch Brown (2005: 8)
Elaboración: Diego Puente G

De este modo, la distribución espacial de la actividad agrícola está en función de los costos de transporte. Este resultado se esboza en una serie de círculos concéntricos que generan rentas más bajas a medida que se alejan del centro y en los que se promueve un cambio de cultivo o de técnica agrícola, cuando la rentabilidad por unidad de superficie cae a un mínimo, que tiende a reducir el costo de producción por unidad de superficie y, así, aminorar los costos de transporte. La Figura 10 indica las curvas de renta para las distintas mercancías en relación decreciente a la distancia. Entre cada curva, se producirá el producto que cuenta con la renta esperada más alta; de esta manera, se producen los círculos concéntricos cuando las líneas se intersecan.

Figura 10. Renta en relación a la distancia y círculos concéntricos



Fuente: Néstor Duch Brown (2005: 8)
Elaboración: Diego Puente G

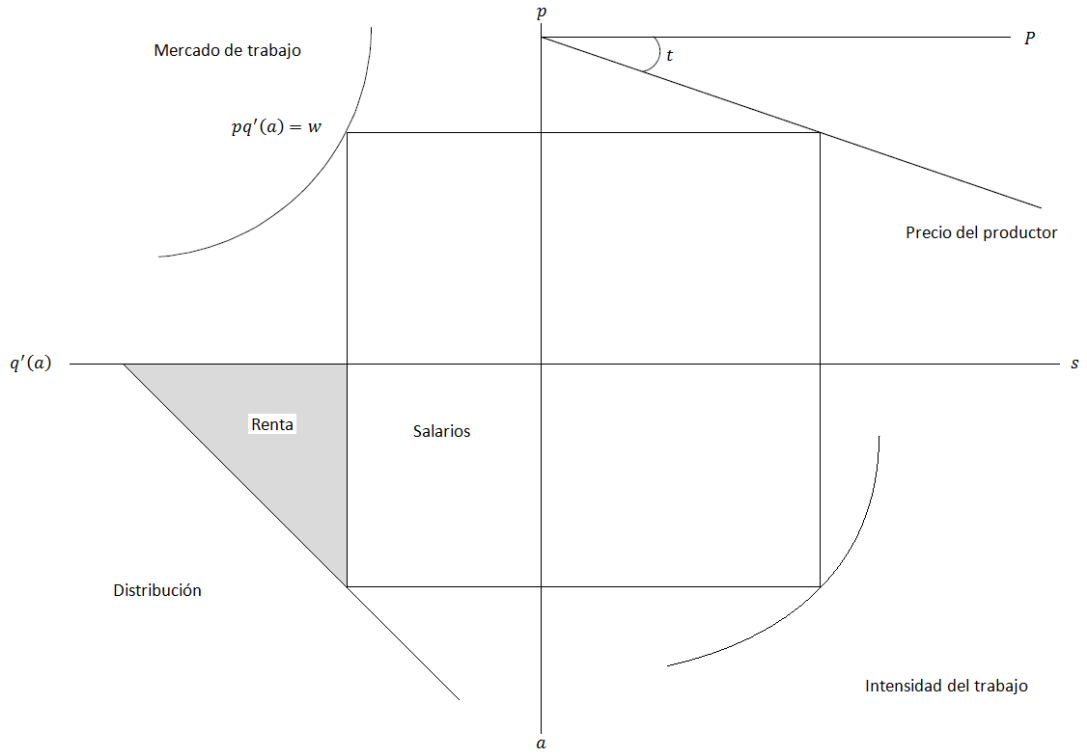
Los círculos próximos a la ciudad corresponden a las actividades intensivas o de elevados costos de transporte; y a medida que se alejan los círculos hacia el exterior se evidencian las actividades agrícolas de carácter más extensivo. Por lo tanto, en el modelo concreto de von Thünen, el primer círculo está destinado para el cultivo de hortícolas y la producción de leche. El segundo está reservado para los bosques[53]. El tercero, cuarto y quinto círculos son propuestos para formas de cultivo de cereales, tendiendo a disminuir el grado de intensidad. El sexto y último círculos están dedicados para las praderas de tipo extensivo.

En base al modelo, se asume, por ejemplo, que un bien agrícola se vende en el centro de la ciudad al precio de mercado P. La uniformidad en la fertilidad de la tierra es una característica del terreno en donde se realiza la producción. Los costos de transporte por unidad de medida se denotan por ts, donde s es la distancia entre el lugar de producción y el mercado. El precio del productor, p, disminuye cuando la distancia al mercado es mayor; así $p = P - ts$. La producción por unidad de tierra, depende de la cantidad de trabajo por unidad de tierra, por lo que $q = q(a)$. Para cada precio

[53] Se debe considerar que, en la primera mitad del siglo XIX, los bosques eran la única fuente de suministro de energía para las ciudades y que el transporte era costoso, lo que involucra una ubicación cercana al mercado central.

del productor, se elige un método de producción de manera que el producto marginal del trabajo $q'(a)$, evaluado al precio de producción, iguale la tasa uniforme de salario la cual se fija exógenamente. Para visualizar todo lo descrito previamente ver la Figura 11. La curva del tercer cuadrante de la Figura 11 expresa la disminución del producto marginal del trabajo en la medida en que se aplican métodos de producción intensivos en mano de obra. El área bajo la curva de producto marginal es el producto total; el rectángulo representa los salarios y el triángulo, es cual está graficado por el área sombreada, muestra la renta de la tierra. En último lugar, la curva del cuarto cuadrante indica la intensidad del trabajo como función decreciente de la distancia.

Figura 11. Esquema del modelo de von Thünen en los cuatro cuadrantes del plano



Fuente: Néstor Duch Brown (2005: 8)
Elaboración: Diego Puente G

En la estática comparativa del modelo se evidencia que *"menores costos de transporte y rendimientos decrecientes tienden a incrementar la distancia de los centros de producción a la ciudad"* Duch (2005: 9). El análisis del modelo también puede determinar los precios de mercado, si las cantidades requeridas están dadas. Igualmente, dado que los trabajadores agrícolas no se enfrentan a los precios de mercado, los salarios no serán uniformes debido a que la demanda de trabajadores no está concentrada en la ciudad sino distribuida por todo el espacio. Duch (2005: 9) señala que *"a pesar de la profundidad del análisis de von Thünen, su planteamiento es de carácter parcial, ya que no logra determinar un equilibrio general espacial"*.

Por otro lado, el salario natural también puede ser determinado por el modelo de von Thünen. La producción *per capita* p[54] está en función de la ratio capital por trabajador q, la cual se compone por los salarios w y la renta del capital r; así:

[54] En este caso, la producción per cápita se mide en cantidades.

Ecuación 13. Producción per capita en función de la ratio capital por trabajador

$$p\ q\ = w + rq$$

Según Duch (2005: 9), se define el ahorro como el excedente del salario sobre un nivel mínimo de subsistencia a. Por su parte, la economía crece en función del número de nuevos productores a lo largo del territorio. Los rendimientos del ahorro R se calculan por:

Ecuación 14. Rendimientos del ahorro

$$R = \frac{p - w}{wq}\ (w - a)$$

donde el tipo de interés es igual a $(p - w)/wq$. Bajo el supuesto de que q, y por lo tanto p, está dado, se maximiza R para obtener el salario natural. Al igualar $\partial R/\partial w = 0$, el salario natural se establece como la media geométrica de p y a, es decir $w = \overline{pa}$.

Anexo B: Equilibrio competitivo en una economía espacial homogénea

El objetivo en esta sección es mostrar que el teorema de imposibilidad espacial, se sostiene en una configuración general. Para facilitar la comparación, se utiliza la notación estándar de la teoría del equilibrio general. Sin embargo, se distinguen explícitamente los precios y bienes de acuerdo a su ubicación y distancia, así también como los servicios de transporte de los bienes restantes.

Fujita y Thisse (2002: 31-37) hace las siguientes observaciones para una economía espacial homogénea. Se considera una economía espacial formada por dos regiones A y B, mismas que pueden acomodar tanto a un gran número de firmas como de familias. Cada región $r = A, B$ tiene asignada la misma cantidad de terreno S. Existen n bienes (excluyendo el terreno y los servicios transporte), y cada uno de ellos puede moverse de una región a otra mediante el uso de los servicios de transporte. Existen M firmas y N hogares; por efectos de notación, M y N también indican el conjunto de firmas y hogares. Por definición del modelo estático, las firmas y los hogares se encuentran "en ninguna parte" antes de elegir su ubicación de equilibrio para que puedan optar, a un costo cero, por la región en la que quieran llevar a cabo sus actividades. Cuando la firma $f \in M$ se asienta en la región $r = A, B$, el plan de producción para esta firma está dado por el vector y_{fr} de bienes n (los productos son positivos y los insumos son negativos) y por una cantidad positiva de tierra s_{fr} en la región r. La producción de la firma se denota por $Y_{fr} \subset R^{n+1}$; este conjunto puede variar según la región en la que se estableció la firma. El hogar $h \in N$ reside y trabaja en la misma región $r = A, B$, y su plan de consumo está dado por el vector x_{hr} de bienes n (un componente positivo significa que el hogar tiene una demanda positiva para el bien; mientras que un componente negativo significa que el hogar es un proveedor del bien - como el trabajo) y por una cantidad positiva de tierra s_{hr} en la región r. El conjunto de consumo del hogar se da por $X_{hr} \subset R^{n+1}$. El hogar h tiene una función de utilidad U_{hr} definida sobre X_{hr}, las cuales pueden cambiar según la ubicación del hogar, junto con una dotación inicial de bienes ω_h y una dotación de tierra $S_h = (S_{hA}, S_{hB})$. Dado que se considera a la ubicación como un atributo independiente, se puede asumir que la misma dotación de bienes (por ejemplo, mano de obra) está disponible en cualquier región en la que reside y trabaja el consumidor; por el contrario, la dotación de tierra es inmóvil[55].

El transporte dentro de cada región es gratuito, pero el envío de bienes de una región a otra requiere de recursos. Sin perder objetividad, el transporte entre las dos regiones se lleva a cabo por un transportista que maximiza su beneficio, el cual adquiere bienes en una región, a los precios de mercado vigentes en esa región, y los vende en la otra región a los precios de mercado correspondientes, mientras utiliza los bienes y la tierra en cada región como insumos. El transportista pone en marcha un plan de exportación de bienes (no negativo) $E_{AB} \in R^n$ de A a B y un plan de exportación (no negativo) $E_{BA} \in R^n$ de B a A que utiliza vectores de insumos (no positivos) $y_{tr} \in R^n$ y las cantidades no negativas de tierra s_{tr} compradas en ambas regiones A y B. El conjunto de planes de transporte viables para el transportista se denota por $Z_t \subset R^{4N+2}$.

[55] Para simplificar el análisis, no se toman en cuenta a los recursos naturales. No obstante, éstos se podrían integrar al modelo, si se asume que están distribuidos uniformemente en todas las regiones, pero no (necesariamente) a través de los hogares (Fujita y Thisse, 2002: 60).

Se denota M_r al conjunto de firmas y N_r al conjunto de hogares ubicados en la región $r = A, B$, de modo que $M = M_A \cup M_B$ y $N = N_A \cup N_B$. La asignación es definida por el conjunto de hogares N_r que residen en la región $r = A, B$, por el conjunto de firmas M_r ubicadas en la región $r = A, B$, por N planes de consumo (x_{hr}, s_{hr}), por M planes de producción (y_{fr}, s_{fr}), y por dos planes de exportación E_{AB}, E_{BA} junto con los vectores de entrada asociados y_{tA}, y_{tB} y los requerimientos de tierra s_{tA}, s_{tB}. Por lo tanto, la asignación describe la ubicación y las actividades de consumo o de producción de cada hogar o firma, así como la actividad de transporte llevada a cabo por el transportista.

Para que una asignación sea factible, se deben cumplir las siguientes condiciones materiales de equilibrio:

1. para los bienes en la región A

Ecuación 15. Condiciones materiales de equilibrio para los bienes en la región A

$$\sum_{h \in N_A} x_{hA} + E_{AB} - y_{tA} = \sum_{h \in N_A} \omega_h + \sum_{f \in M_A} y_{fA} + E_{BA}$$

2. para los bienes en la región B

Ecuación 16. Condiciones materiales de equilibrio para los bienes en la región B

$$\sum_{h \in N_B} x_{hB} + E_{BA} - y_{tB} = \sum_{h \in N_B} \omega_h + \sum_{f \in M_B} y_{fB} + E_{AB}$$

3. para la tierra en la región $r = A, B$

Ecuación 17. Condiciones materiales de equilibrio para la tierra en la región $\boldsymbol{r}$

$$\sum_{h \in N_r} s_{hr} + \sum_{h \in M_r} s_{fr} + s_{tr} \leq \sum_{h \in N_r} s_{hr} \equiv S\,,$$

donde $(x_{hr}, s_{hr}) \in X_{hr}$, $(y_{fr}, s_{fr}) \in Y_{fr}$ y $(E_{AB}, E_{BA}, y_{tA}, y_{tB}, s_{tA}, s_{tB}) \in Z_t$ [56].

Finalmente, un *equilibrio competitivo* para la economía descrita en esta sección se da por un sistema de precios - es decir, dos vectores p_A y p_B para los bienes y un patrón de renta de la tierra (R_A, R_B) - y una asignación factible como la anterior, de modo que:

1. todos los mercados se vacíen en cada región r; es decir, la Ecuación 15 – la Ecuación 17 se mantienen;
2. cada firma $f \in M_r$ maximiza sus beneficios en el lugar elegido y con el plan de producción factible

$$\pi_{fr} \equiv p_r \cdot y_{fr} - R_r s_{fr} \geq p_s \cdot y_{fs} - R_s s_{fs}$$

   para todo $(y_{fs}, s_{fs}) \in Y_{fs}$ y $s = A, B$;
3. cada hogar $h \in N_r$ maximiza su utilidad en el lugar elegido y con el plan de consumo sujeto a la restricción presupuestaria del hogar:

$$U_{hr}(x_{hr}, s_{hr}) \geq U_{hs}(x_{hs}, s_{hs})$$

[56] Sustituir las igualdades por desigualdades en la Ecuación 15 y la Ecuación 16 no afecta el resultado, mientras que la desigualdad en Ecuación 17 resulta ser esencial (Fujita y Thisse, 2002: 60).

para todo $(x_{hs}, s_{hs}) \in X_{hs}$ y $s = A, B$ tal que

$$p_s \cdot x_{hs} + R_s s_{hs} \leq p_s \cdot \omega_h + \sum_{r \in \{A,B\}} R_r s_{hr} + \sum_{r \in \{A,B\}} \sum_{f \in M_r} \theta_{hf} \pi_{fr} + \theta_{ht} \pi_t \,,$$

donde θ_{hf} es la contribución del consumidor h en los beneficios $f's$ de la firma y θ_{ht} es la participación del consumidor en los beneficios π_t del transportista, y;

4. el transportista maximiza sus beneficios definidos por

Ecuación 18. Maximización de los beneficio del transportista

$$\pi_t = \left(p_B - p_A\right) \cdot E_{AB} + \left(p_A - p_B\right) \cdot E_{BA} + p_A \cdot y_{tB} - R_A s_{tA} + R_B s_{tB}$$

sujeto a su plan de transporte que está en $Z_t \subset R^{4N+2}$.

Se dice que el espacio es homogéneo cuando (1) la función de utilidad U_h y el consumo X_h son los mismos independientemente de la región en la que reside el hogar h, y (2) la producción Y_f es independiente de la región elegida por la firma de f. En otras palabras, los consumidores y los productores no tienen preferencias intrínsecas de una región sobre la otra.

Se asume que el espacio es homogéneo. El beneficio de la firma f ubicada en la región A está dado por la siguiente expresión:

Ecuación 19. Beneficio de la firma $\boldsymbol{f}$ ubicada en la región $\boldsymbol{A}$

$$\pi_{fA} = p_A \cdot y_{fA} - R_A s_{fA} \,.$$

Al ser el espacio homogéneo, el plan de producción (y_{fA}, s_{fA}) también es posible en la región B. Si la firma f se ubicara en la región B, mientras mantiene el mismo plan de producción, su beneficio sería:

Ecuación 20. Beneficio de la firma $\boldsymbol{f}$ si se ubicara en la región $\boldsymbol{B}$

$$\pi_{fB} = p_B \cdot y_{fA} - R_B s_{fA} \,.$$

Por lo tanto, el incentivo de la firma f para pasar de A a B se define por la diferencia en el beneficio obtenido en cada una de las dos regiones[57]:

Ecuación 21. Incentivo de la firma $\boldsymbol{f}$ para pasar de $\boldsymbol{A}$ a $\boldsymbol{B}$

$$I_f\ (A, B\ ) = \pi_{fB} - \pi_{fA} = \left(p_B - p_A\right) \cdot y_{fA} - \left(R_B - R_A\right) s_{fA}.$$

Claramente, una expresión similar a la Ecuación 21 se cumple para cada firma establecida en la región B.

Se considera ahora un hogar que reside en la región A. El ingreso residual del hogar (dejando de lado su participación en los beneficios de la firma y en los ingresos de la tierra, que son independientes del lugar de residencia) se define por la expresión:

Ecuación 22. Ingreso residual del hogar $\boldsymbol{h}$ ubicado en $\boldsymbol{A}$

[57] Por supuesto, esta expresión subestima el beneficio que la firma f podría hacer en la región B al ajustar su plan de producción. Lo mismo se aplica para los hogares. Sin embargo, el argumento utilizado por Starrett es suficiente para el teorema de la imposibilidad espacial (Fujita y Thisse, 2002: 60).

$$B_{hA} = p_A \cdot \ \omega_h - x_{hA} \ - R_A s_{hA} .$$

Si este consumidor se localiza en la región B, y mantiene el mismo plan de consumo, éste obtendría la misma utilidad de (x_{hA}, s_{hA}), y, por lo tanto, sólo el ingreso residual del consumidor en la región B tendría importancia:

Ecuación 23. Ingreso residual del hogar $\boldsymbol{h}$ ubicado en $\boldsymbol{B}$

$$B_{hB} = p_B \cdot \ \omega_h - x_{hA} \ - R_B s_{hA} .$$

De esta manera, si no hay saciedad, el incentivo del consumidor para moverse de A a B está dado por la diferencia en su ingreso residual en cada una de las dos regiones:

Ecuación 24. Incentivo del consumidor para moverse de $\boldsymbol{A}$ a $\boldsymbol{B}$

$$I_h \ A, B \ = B_{hB} - B_{hA} = \ p_B - p_A \ \cdot \ \omega_h - x_{hA} \ - \ R_B - R_A \ s_{hA}.$$

Una vez más, una expresión similar a la Ecuación 24 se cumple para un hogar que reside en B.

Al sumar la Ecuación 21 y la Ecuación 24 para todas las firmas y hogares a lo largo de las dos regiones, se obtiene:

$$I = \ p_B - p_A \ \cdot \ \sum_{f \in M_A} y_{fA} + \sum_{h \in N_A} (\omega_h - x_{hA}) \ + \ p_A - p_B \ \cdot \ \sum_{f \in M_B} y_{fB} + \sum_{h \in N_B} (\omega_h - x_{hB})$$

$$- \ R_B - R_A \ \sum_{f \in M_A} s_{fA} + \sum_{h \in N_A} s_{hA}) \ - \ R_A - R_B \ \sum_{f \in M_B} s_{fB} + \sum_{h \in N_B} s_{hB}) \ .$$

Al utilizar las condiciones materiales de equilibrio, la Ecuación 15 - Ecuación 17, se puede reescribir la expresión como se detalla a continuación:

$$I = \ p_B - p_A \ \cdot \ E_{AB} - E_{BA} - y_{tA} \ + \ p_A - p_B \ \cdot \ E_{BA} - E_{AB} - y_{tB} \ + \ R_B - R_A \ \ s_{tA} + \varphi_A - S$$
$$+ \ R_A - R_B \ \ s_{tB} + \varphi_B - S \ ,$$

donde φ_r es la cantidad de tierra sin uso en la región $r = A, B$. Al sumar $p_A + p_B \ \cdot \ y_{tA} + y_{tB} \ - 2(R_A s_{tA} + R_B s_{tB})$ a los primeros dos términos, restar la misma expresión de los dos últimos términos, y reagruparlos en la expresión resultante, se obtiene:

Ecuación 25. Incentivos agregados de las firmas y hogares para moverse entre regiones

$$I = 2 \ \pi_t + \frac{p_A + p_B}{2} \cdot \ -y_{tA} - y_{tB} \ + \frac{R_A + R_B}{2} \cdot \ s_{tA} + s_{tB} \ + \frac{R_A + R_B}{2} \cdot \ \varphi_A + \varphi_B$$

en la que se ha utilizado la Ecuación 18, así como $R_{A\varphi_A} = R_{B\varphi_B} = 0$ porque la renta de la tierra es cero cuando toda la tierra disponible en una región no es utilizada.

Es decir, la Ecuación 25 implica que los incentivos agregados de las firmas y hogares para moverse de una región a la otra es igual al doble de los beneficios del transportista ($2\pi_t$) más dos términos que pueden ser interpretados como el doble de los costos del transportista evaluados a los precios promedio $p_A + p_B \ \ 2$ y a la renta promedio $R_A + R_B \ \ 2$ (denominados costos de pseudo-transporte), más el doble del valor de los terrenos vacantes evaluado a la renta promedio $R_A + R_B \ \ 2$. Dado a que

el transportista maximiza sus ganancias, π_t no puede ser negativo. Adicionalmente, a menos que el equilibrio no implique transporte, los costos de psedo-transporte son estrictamente positivos porque el envío de bienes requiere de recursos escasos: algunos componentes de los vectores y_{tr} deben ser negativos, mientras que ningún componente es positivo bajo supuesto. Igualmente, las cantidades de terreno utilizadas deben ser no negativas, siempre que las rentas de la tierra son no negativas. Es así que el último término de la Ecuación 25, $(R_A + R_B)(\varphi_A + \varphi_B)$, no puede ser negativo debido a que la renta de la tierra es no negativa. En conclusión, los incentivos globales para moverse son siempre estrictamente positivos para cualquier asignación que implique un comercio costoso entre las dos regiones.

En un equilibrio competitivo, ningún agente tiene un incentivo positivo para moverse. Por lo tanto, se puede concluir con el siguiente teorema:

El teorema de la imposibilidad espacial. *Se asume una economía de dos regiones con un número finito de consumidores y firmas. Si el espacio es homogéneo, el transporte es costoso, y las preferencias son localmente no saciadas, no existe un equilibrio competitivo que implique al transporte.*

De acuerdo a Fujita y Thisse (2002: 35), este teorema significa que si las actividades económicas son perfectamente divisibles, existe un equilibrio competitivo y es tal que cada lugar funciona como una autarquía. Un ejemplo es cuando los hogares son idénticos y las regiones tienen los mismos precios relativos y la misma estructura de producción; (es decir, un capitalismo de patio trasero, "backyard capitalism", en el que cada hogar o grupo pequeño de hogares producen la mayoría de los bienes por sí mismos). Este no es un resultado sorprendente ya que, bajo supuesto, no hay ninguna razón para que los agentes económicos distingan entre los lugares por lo que cada actividad puede funcionar a un nivel arbitrariamente pequeño. Las firmas y los hogares tiene entonces éxito en reducir los costos de transporte a su mínimo absoluto, es decir, cero.

Sin embargo, según lo observado por Starrett (citado en Fujita y Thisse, 2002: 35), cuando las actividades económicas no son perfectamente divisibles, el transporte de bienes o personas entre algunos lugares se hace inevitable; así, *"siempre que exista indivisibilidades en el sistema (de modo que las operaciones individuales deben desarrollarse en el espacio), entonces un conjunto suficientemente complicado de actividades interrelacionadas generará costos de transporte"*.

En este caso, el teorema de la imposibilidad espacial nos dice que no existe un equilibrio competitivo.

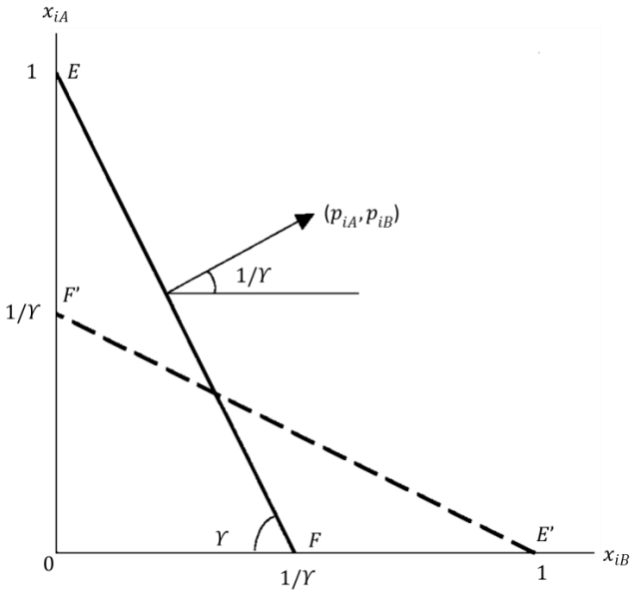
A este resultado se hace la siguiente explicación. Cuando las dos regiones no están en autarquía, se debe considerar que el sistema de precios debe cumplir con dos tareas diferentes al mismo tiempo: 1) apoyar el comercio entre las regiones (cuando los mercados de cada región se vacían), y 2) evitar que las firmas y los hogares se reubiquen. El teorema de la imposibilidad espacial dice que, en el caso de un espacio homogéneo, es imposible de matar dos pájaros de un tiro: los gradientes de precios que apoyan el comercio dan señales equivocadas desde el punto de vista de la estabilidad locacional. En efecto, si un conjunto de bienes se exporta desde A a B, entonces los gradientes de precios positivos asociados inducen a los productores ubicados en la región A (quienes buscan un ingreso más alto) a reubicarse en la zona B, mientras que los compradores de la región B (quienes buscan precios más bajos) quieren reubicarse en A. Del mismo modo, la exportación de otro conjunto de bienes de B a A alienta esa "reubicación cruzada". El diferencial de la renta de la tierra entre las dos

regiones puede desalentar la reubicación en un solo sentido. Por lo tanto, mientras ocurra un comercio a costos positivos, algunos agentes siempre van a querer trasladarse[58].

Para determinar la causa fundamental para esta no-existencia, es útil ilustrar la dificultad encontrada al usar un enfoque de diagrama estándar. El representar todo el patrón de comercio entre las dos regiones requeriría de un plano de seis dimensiones (dos bienes transables y tierra en cada lugar); lo cual es una tarea que va más allá de este análisis. Por lo tanto el estudio se centrará en un sub-asignación compuesta solo por los patrones de comercio viables del bien i entre A y B y se mantienen los otros elementos fijos. Debido a que la disponibilidad del mismo bien físico en dos lugares diferentes da lugar a dos bienes diferentes, esto es equivalente al estudio de una transformación estándar entre dos bienes económicos diferentes.

Se asume que una unidad del bien i es producida por una firma en cualquier de los lugares mediante el uso de un grupo fijo de insumos. Por simplicidad, se supone que el costo de estos insumos es el mismo en ambos lugares. Según Samuelson (1954a) (Fujita y Thisse, 2002: 36), el bien es trasladado de acuerdo a una tecnología de iceberg: es decir, cuando las x_i unidades del bien son transportadas entre A y B, sólo una fracción de x_i/Y llega a destino, donde $Y > 1$; mientras que el resto desaparece en el camino. En este sentido, si la firma se encuentra en A, entonces la producción está representada por el punto E en el eje vertical en la Figura 12; si toda la producción es enviada a B, entonces la fracción $1/Y$ llega a B, la cual se señala por el punto F en el eje horizontal.

Figura 12. El conjunto de patrones de comercio factibles en un espacio homogéneo



Fuente: Fujita y Thisse, 2002: 36.
Elaboración: Diego Puente G

Por lo tanto, cuando la firma se encuentra en A, el conjunto de asignaciones factibles de producción entre los dos lugares se denota por el triángulo OEF. Del mismo modo, si la firma sitúa en B, el conjunto de asignaciones factibles entre los dos lugares está ahora dado por el triángulo $OE'F'$. Por

[58] Como se muestra en la literatura (Fujita y Thisse, 2002: 60) desarrollada en torno al tema del "precio de equilibrio espacial", la teoría del equilibrio norma general puede ser muy útil para el estudio de los flujos de bienes e insumos cuando las firmas y los hogares han fijado y determinado su ubicación.

lo tanto, cuando la firma no está ubicada, el conjunto de asignaciones factibles está dado por la unión de los dos triángulos.

Se asume que la firma se establece en A y que las condiciones de la demanda son tales que el bien i se consume en ambos lugares de modo que el comercio exista. Para sustentar cualquier punto perteneciente a la frontera EF, el vector de precios (p_{iA}, p_{iB}) debe ser tal que $p_{iA}\ \ p_{iB} = 1/Y$, como se muestra en la Figura 12. Sin embargo, con estos precios, es evidente que la firma puede obtener un beneficio estrictamente superior si se ubica en B y si escoge el plan de producción E' en la Figura 12. Esto implica que no exista un sistema de precios competitivos que pueda sustentar ni el comercio ni un lugar de maximización de beneficios para la firma.

Esta dificultad surge de la no convexidad del conjunto de asignaciones factibles. Si el transporte no implicara un costo, este conjunto estaría dado por el triángulo OEE' en la Figura 12, que es convexo. En este caso, la firma no tendría un incentivo para trasladarse. Del mismo modo, si la actividad de producción de la firma fuera perfectamente divisible, el conjunto de asignaciones factibles sería de nuevo igual al triángulo OEE', y no habría ninguna dificultad.

Por lo tanto, se puede concluir que *la razón fundamental para el teorema de imposibilidad espacial es la no convexidad del conjunto de asignaciones factibles causado por los costos positivos del comercio y el hecho de que los agentes tienen una dirección en el espacio*, a pesar de que el consumo individual de la tierra es endógeno.

Anexo C: Equilibrio y número de firmas en el espacio

Para tener una idea más clara de las dinámicas de la competencia en el contexto del equilibrio y número de firmas en el espacio, a continuación se plantea un ejemplo mencionado en Fujita y Thisse (2002: 120-123). En el escenario en cuestión, las firmas M, que suministran el mismo bien, se distribuyen equidistantemente a lo largo de un círculo C de longitud l; mientras que los consumidores se distribuyen longitudinalmente en el mismo círculo. La firma i tiene dos competidores directos, las firmas $i - 1$ e $i + 1$. El mercado, situado entre las firmas $i - 1$ e $i + 1$, está segmentado de acuerdo al principio indicado anteriormente: cada consumidor patrocina a la firma con el precio total más bajo. Por lo tanto, para un vector de precios, existen tres grupos de consumidores en este mercado local: los clientes de la firma $i - 1$, de la firma $i + 1$, y de la firma i. Un precio unilateral, reducido por la firma i, hará que, consecuentemente, su mercado se extienda a costa de las firmas $i - 1$ e $i + 1$; siempre que las otras firmas no se vean afectadas directamente. Por lo tanto, la elasticidad precio-cruzada entre la firma i y la firma $j \neq i - 1, i + 1$ es igual a cero.

Cada consumidor compra una unidad de la firma que, para él o ella, tiene el precio total más bajo; el cual se define como el precio de venta al público más el costo de transporte a la firma correspondiente. Los consumidores están divididos en diferentes segmentos, y la demanda de cada firma es la suma de las demandas de los consumidores en un segmento particular. El límite entre los mercados de dos firmas está dado por la ubicación de un consumidor indiferente entre éstas, conocido como el *consumidor marginal*. Este límite es endógeno, ya que depende de los precios fijados por las firmas. Así, dada la dispersión continua de consumidores, una variación marginal en los precios cambia este límite y, por consiguiente, la demanda de cada firma.

Para simplificar el análisis, se asume que la densidad de los consumidores en el círculo C es uniforme (tal vez debido a que el tamaño del lote es fijo e igual en todas las ubicaciones) e igual a $n > 0$. Cada consumidor compra una unidad del producto de una de las firmas M situadas a la misma distancia l/M[59]. Un consumidor en la ubicación $r \in C$ tiene una utilidad indirecta dada por

Ecuación 26. Utilidad indirecta del consumidor ubicado en $\boldsymbol{r}$ al frecuentar un local en $\boldsymbol{r_i}$

$$V_i(r) = u + Y - p_i - t \ \ r - r_i$$

cuando éste frecuenta el local situado en $r_i \in C$. En esa expresión, u describe la utilidad bruta que un consumidor deriva del producto, Y denota sus ingresos, p_i indica el precio publicado por la firma i, $t \ \ r - r_i$ expresa el costo de transporte que el consumidor debe asumir al dirigirse a la firma i con $t > 0$, y $r - r_i$ se refiera a la longitud del arco más corto que conecta r y r_i. La renta neta $Y - t \ \ r - ri$ se supone que es lo suficientemente alta como para que cada consumidor pueda comprar el bien. Todas las firmas tienen el mismo costo de producción dado por $C \ \ q \ = f + cq$, donde $f > 0$ y $c > 0$. El vector de precios se denota por $p = (p_1, \dots, p_M)$, mientras que p_{-i} representa el vector de precios p del cual se ha eliminado el componente i $ésimo$.

[59] El supuesto de una demanda perfectamente inelástica podría ser eliminado sin afectar los resultados principales, pero a expensas de un desarrollo algebraico más largo.

La primera tarea es determinar la posición del consumidor marginal entre la firma i y cada uno de sus dos vecinas. Se considera el caso de la firma $i - 1$. El correspondiente consumidor marginal se encuentra en $r_{i-1,i} \in \ r_{i-1}, r_i$, el cual debe satisfacer $V_{i-1}\ r_{i-1,i}\ = V_i(r_{i-1,i})$, de modo que

$$r_{i-1,i} = \frac{p_{i-1} - p_i + tl/M}{2t}.$$

Dado que una expresión similar se aplica a $r_{i,i+1}$, se deduce que la demanda para la firma i, cuando los precios están dados por p_{i-1}, p_i y p_{i+1}, es

Ecuación 27. Demanda de la firma $\boldsymbol{i}$ función de los precios publicados $\boldsymbol{p_{i-1}}$, $\boldsymbol{p_i}$ y $\boldsymbol{p_{i+1}}$

$$D_i(p_{i-1}, p_i, p_{i+1}) = n\ \frac{p_{i-1} - \ 2p_i + p_{i+1} + 2tl/M}{2t}.$$

Esta expresión refleja la naturaleza localizada de la competencia, cuando D_i sólo depende de los precios cobrados por sus dos vecinos, aparte de su propio precio.

En consecuencia, el beneficio de la firma i, dependiente de los precios p_{i-1} y p_{i+1} fijados por sus dos vecinas, se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 28. Beneficio de la firma $\boldsymbol{i}$ en función de los precios publicados por las firmas vecinas

$$\pi_i(p)\ =\ (p_i - c)\ D_i(p_{i-1}, p_i, p_{i+1}) - f.$$

Se considera un precio de equilibrio de Nash en estrategias puras, es decir, un vector de precios p^*, de tal manera que cada firma $i\ =\ 1, \ldots, M$, al anticiparse correctamente a los precios cobrados por las otras firmas, maximiza su beneficio $\pi_i(p_1^*, \ldots, p_i, \ldots, p_M^*)$ a p_i^*. Si existiera tal equilibrio, éste debe cumplir con la condición de primer orden que se aplica a la Ecuación 28:

$$p_{i-1} - 4p_i + p_{i+1} + 2\frac{tl}{M} + 2c\ =\ 0; \quad i\ =\ 1, \ldots, M.$$

Este es un sistema de M ecuaciones lineales que tiene una única solución dada por

Ecuación 29. Sistema de $\boldsymbol{M}$ ecuaciones lineales en un equilibrio de Nash

$$p^*\ =\ p_i^*\ =\ c\ +\ tl/M.$$

Esta solución es un equilibrio de Nash. En efecto, la condición de segundo orden se cumple a nivel local, mientras que cualquier desviación unilateral, que conduzca a la quiebra a las firmas $i\ -\ 1$ e $i\ +\ 1$, produce un beneficio negativo[60].

Al analizar la Ecuación 29 se revela que las firmas aplican un margen de beneficio absoluto tl/M que se incrementa con la tarifa de transporte t así como con la distancia l/M entre dos firmas adyacentes. En otras palabras, el aislamiento geográfico, económicamente expresado por el valor de los costos de transporte, permite que cada firma tenga cierto poder de mercado. Sin embargo, este poder de mercado está limitado por el poder de mercado ejercido por los competidores más

[60] Beckmann (citado en Fujita y Thisse, 2002: 132) ha demostrado que el precio de equilibrio es menor cuando las firmas compiten en un espacio de dos dimensiones en lugar de uno unidimensional. Esto se debe a que cada una de las firmas tiene ahora seis competidores directos (ubicados en los vértices de un hexágono) en lugar de dos, por lo que la competencia en precios se intensifica.

cercanos, de acuerdo a la distancia entre las dos firmas sucesivas a lo largo de C. Esto demuestra cómo el espacio actúa como una barrera a la competencia: así, los altos costos de transporte, un número menor de firmas, o ambos, conducen a un precio de equilibrio y a un beneficio altos.

Por el contrario, cuando el número de firmas se torna arbitrariamente grande, el precio de equilibrio converge hacia el costo marginal de producción, es decir, el resultado competitivo. No obstante, la presencia de un costo fijo impedirá que el número de firmas se incremente indefinidamente. De hecho, las firmas se enfrentan a una disyuntiva (*trade-off*) al decidir si entran o no. Una firma entrará sólo si puede ubicarse lo suficientemente lejos de otras firmas (en términos de distancia económica, no de distancia física) para que pueda captar a suficientes consumidores y cobrar un precio lo suficientemente alto como para cubrir sus costos fijos.

El número de firmas de equilibrio M^* se obtiene cuando el beneficio de equilibrio de las firmas es igual a cero (sin tener en cuenta el problema integrado), es decir, cuando $(tl/M)(nl/M) - f = 0$ de manera que

Ecuación 30. Número de firmas de equilibrio

$$M^* = l \sqrt{\frac{nt}{f}}.$$

Por consiguiente, *el número de firmas de equilibrio aumenta con el costo unitario de transporte, pero disminuye con el costo de producción fijo*. Esta es la versión de la competencia espacial de la clásica disyuntiva entre rendimientos crecientes y costos de transporte: mientras que el primero reduce el costo medio de producción, también se aumenta el costo de transporte para aquellos que viajan hacia la firma. Esta disyuntiva es la que determina el número de firmas en el espacio.

Este resultado puede ser objeto de una interpretación interesante desde el punto de vista histórico. Cuando las tecnologías eran ineficientes, es decir la producción involucraba bajas inversiones y el transporte era muy costoso, un gran número de firmas operaban a pequeña escala. Sin embargo, desde el comienzo de la Revolución Industrial, los costos de transporte se redujeron drásticamente, mientras que la producción ha implicado costos generales en aumento. Por lo tanto, se puede concluir que *el tipo de avance tecnológico observado durante muchas décadas en los países desarrollados ha llevado a una reducción sustancial en el número de firmas en funcionamiento, así como la ampliación de su tamaño y área de mercado*. Por otro lado, según Cain (1997)(citado en Fujita y Thisse, 2002: 123), un aumento en el tamaño de la población, a través de un aumento de n o una expansión geográfica de la economía expresada por medio de un aumento de l, conduce a un mayor número de firmas.

La distribución espacial óptima de las firmas

Una vez citado el ejemplo, el análisis se mueve para tratar de determinar cuántas firmas deben existir en un mercado o, equivalentemente, cuántos mercados deben estar abiertos. Por lo tanto, Fujita y Thisse (2002: 123,124) continúa con el análisis. En la configuración considerada en la sección anterior, en el que cada consumidor compra una unidad del producto, no existe una pérdida de eficiencia asociada con una discrepancia entre el precio y el costo marginal. Dado que la utilidad indirecta de los consumidores, la Ecuación 26, es lineal en ingresos y que cada consumidor compra

una unidad del bien producido en una unidad de costo constante c, el número óptimo de firmas minimiza los costos fijos de producción de las mismas y los costos totales de transporte de los consumidores. Por lo tanto, el problema involucra un *trade-off*; así, para aumentar el número de firmas, y por consiguiente los costos fijos, se reducen los costos de transporte agregados y vice versa.

Se puede verificar fácilmente que el costo social a ser minimizado se define de la siguiente manera:

$$C\ M\ = Mf + 2M \int_0^{\frac{l}{2M}} ntrdr$$
$$= Mf + ntl^2/4M.$$

Al tratar M como un número real y al obtener el diferencial de esta expresión con respecto a M, se consigue el número óptimo de firmas (la condición de segundo orden se cumple debido a que C es estrictamente convexa):

Ecuación 31. Número óptimo de firmas $\boldsymbol{M}$

$$M^o = \frac{l}{2}\ \overline{\frac{nt}{f}} = M^*/2\ .$$

Al usar la Ecuación 30, se demuestra por lo tanto lo siguiente:

Proposición 3*: En el modelo de competencia espacial, el número de firmas en equilibrio es mayor que el número óptimo*.

Este es un resultado bastante general que sugiere que el mercado tiende a proveer demasiadas pequeñas firmas, lo que conduce a un patrón más denso de la producción que el elegido por un planificador benevolente e informado[61]. La razón es que, aunque existan M firmas en la industria, cada firma sólo compite con sus dos firmas vecinas, lo que conduce a precios de mercado altos, que, a su vez, incentiva una mayor entrada. La Proposición 3 puede ser vista como la contraparte espacial del teorema del exceso de capacidad de Chamberlin en el cual la capacidad total construida por el mercado, expresada por el número de firmas, es demasiado alta. Esto es interesante porque los defensores de la planificación regional a menudo argumentan que el mercado funciona de una manera poco adecuada en la lucha contra los desequilibrios regionales y la "desertificación". Después de todo, el mercado parece generar patrones de producción más densos que el óptimo - un resultado que cuestiona la pertinencia de algunas críticas a la organización espacial de la economía de mercado.

[61] Según Eaton y Wooders (citado en Fujita y Thisse, 2002: 132), se debe tomar en cuenta que la entrada de una nueva firma supone que se debe conducir a una nueva configuración equidistante de firmas. Esto ocurre si la configuración equidistante es un equilibrio local y si las firmas pueden moverse libremente a nuevos lugares. Si este último supuesto no se cumple, entonces el número de beneficiarios en el equilibrio de libre entrada puede ser menor que el número óptimo de firmas.

Anexo D: elementos y principios de la economía del transporte

A continuación se presenta los elementos y principios de la economía del transporte según la literatura (de Rus et al, 2003: 3):

Infraestructura y servicios

La infraestructura y los servicios se refieren a la tecnología de producción. En el transporte existen dos tipos de actividades: la construcción y operación de la infraestructura[62], y los servicios[63] que utilizan la infraestructura para operar los distintos tipos de transporte. La tecnología requerida por los vehículos y la infraestructura impactan la forma de organización de cada mercado y el grado de competencia.

El tiempo de los usuarios

El tiempo de desplazamiento es variable y depende del tipo de transporte utilizado. En este caso, el tiempo se convierte en un bien intermedio (a menos que el mismo viaje de valor al bien, momento en el que se convierte en un bien de consumo final, como por ejemplo en un crucero turístico donde el usuario realiza una actividad mientras se moviliza del punto de origen al de destino). Así, se considera que a menor tiempo de desplazamiento, se genera mayor utilidad. Por ejemplo en el transporte de mercancías, el tiempo es determinante ya que la rapidez de la entrega es inversamente proporcional al costo de tener la mercancía en stock[64]. De este modo, la demanda de transporte está también en función del tiempo de desplazamiento.

Imposibilidad de almacenamiento e indivisibilidad

Los servicios de transporte como tal no son almacenables. Cuando el servicio de transporte realiza un desplazamiento, se ofrece una determinada capacidad de plazas, y esta oferta o se consume en su totalidad o se pierde. Es decir, que se debe equilibrar entre la oferta y la demanda del servicio. Otra característica, es que para evitar el desabastecimiento del servicio, debido a que la demanda es variable, el oferente debe suplir de suficiente vehículos en horas pico y soportar los costos fijos de las unidades que no operen en periodos de baja demanda.

Por otra parte, la indivisibilidad viene dada en el momento en el que si la demanda aumenta en un pasajero, éste sobrepasa la capacidad ofertada n, habrá que disponer de $n + 1$ vehículos si se desea cubrir toda la demanda (incluso si implica que el último vehículo vaya prácticamente vacío). De esta forma, la oferta del servicio está determinada por la dimensión del vehículo, que a su vez condiciona la frecuencia de viajes y los costos de la flota[65].

[62] La infraestructura se refiere a los aeropuertos, puertos, carreteras, ferrovías, etc.

[63] Los servicios hacen mención a las aerolíneas, navieras, empresas de transporte terrestre, ferrocarriles, etc.

[64] Considérense los servicios de mensajería, los cuales cobran precios más altos cuando la entrega se realiza en un menor tiempo.

[65] Es decir, bajo el supuesto de que se debe cubrir la misma demanda, si se ofrece el servicio con varios vehículos pequeños o con uno grande, esto influye en la decisión de los usuarios al escoger entre el mismo tipo de transporte. Esto ocurre ya que al utilizar varios vehículos pequeños, la frecuencia de paso va a ser mayor que al usar uno grande. Todo esto tiene un impacto final en las decisiones de la composición de la flota a causa de los costos que implica.

Inversión en infraestructuras

Las infraestructuras son necesarias para el funcionamiento del servicio. La infraestructura es limitada en su capacidad y ésta se mide por el máximo de usuarios que puede usarla al mismo tiempo. Es así que, las infraestructuras de transporte son consideradas como activos de larga vida que generan costos hundidos[66]. De esta manera, la inversión en infraestructuras requiere del análisis de la demanda futura, de la dimensión y costos iniciales de la construcción y del momento óptimo para realizar posibles ampliaciones. Los beneficios de la inversión en infraestructura son:

1. reducción del tiempo de acceso, de espera y de viaje;
2. aumento de velocidad y frecuencias;
3. reducción de la congestión y escases de infraestructura;
4. mejora en la calidad del servicio; y
5. reducción de costos operativos.

La rentabilidad social de una infraestructura dependerá de la cantidad demandada.

Competencia limitada y necesidad de regulación

Para estudiar la estructura del mercado de transporte se deben considerar el espacio físico definido (infraestructura) para ofrecer el servicio, la dimensión determinada por la demanda y el limitado número de oferentes. Empíricamente, estos factores hacen que en el mercado de transporte tenga una limitación natural a la competencia[67]. Es así que, socialmente se considera que exista regulación de los operadores de servicios por parte del Estado tomando en cuenta los costos en los mercados.

Efectos de red

Las economías o efectos de red se refieren a que la utilidad de un bien depende del número total de usuarios que hacen uso del mismo o de bienes similares. El efecto de red se traduce en mayores frecuencias[68] y puntos de conexión que reducen los tiempos de espera y hacen que el valor del resto de los activos sea mayor. Además, se logran economías de escala ligadas a diseños centro-radiales.

Externalidades negativas

En el sector transporte existe la presencia de externalidades negativas. La infraestructura de transporte tiene efectos sobre el medio ambiente debido al inevitable uso del espacio físico para la localización de estos activos que requieren del consumo de algunos recursos naturales[69]. Por consiguiente, se debe hacer un estudio de impacto ambiental para verificar si las partes afectadas son menores a las beneficiadas y así viabilizar la construcción de infraestructuras.

Una externalidad del transporte es la congestión o saturación puntual de las infraestructuras causada entre los mismos usuarios. Esta dinámica es causada cuando los usuarios toman en cuenta solo los

[66] Estos costos son fijos y de carácter irrecuperable debido a que los activos raramente se usan con otro propósito.
[67] Esto favorece posiciones de dominio y privilegio del mercado para maximizar beneficios privados.
[68] Al incrementarse los usuarios de un servicio de transporte, los oferentes del servicio generalmente responden introduciendo mayores frecuencias. La externalidad positiva que se deriva de este incremento se la conoce como efecto Mohring lo cual permite a todos los usuarios reducir tiempos de espera y un mejor ajuste de la oferta a sus preferencias en cuanto a horarios.
[69] El impacto medioambiental se refiere al desvío de caudales hídricos, empobrecimiento del paisaje, efectos barrera para hábitats naturales, accidentes, contaminación atmosférica, visual y auditiva, entre otros.

costos de utilización del vehículo y del tiempo empleado en el desplazamiento mas no consideran que al movilizarse en su automóvil se contribuye a que el tráfico sea menos fluido para todos los usuarios del sistema. Por ende, el último usuario que hace uso de la infraestructura carga un costo en términos de tiempo extra al resto de usuarios que éste no paga.

Según el libro Economics of Welfare de Arthur C. Pigou[70] (citado en de Rus et al, 2003: 13), se considera que para aminorar la congestión se debe transformar la función de costos privada con el fin de internalizar la externalidad. De esta manera, se trata de igualar el costo marginal privado al social por medio de una corrección en el precio del servicio de transporte en donde se reflejen los costos externos[71].

Costos

Se deben tomar en cuenta los costos del oferente del servicio, del usuario y de la sociedad. En este punto existe debate entre quién es el agente que debe cubrir con esos costos. Es normal que los usuarios asuman el costo de los desplazamientos. No obstante, cuando la congestión se presenta, parte de estos costos no son internalizados. De ahí que, la tarificación del costo marginal implica poner una tasa a la congestión que aumente el precio para que se tomen en cuenta los costos impuestos a otros usuarios.

Los costos del oferente del servicio son los gastos por el uso de la infraestructura, los costos fijos y los variables. Así, bajo el supuesto de mercados competitivos, los precios tenderán a los costos marginales en el largo plazo, por lo que la tarificación se satisface. Por otra parte, en referencia a los costos en los que incurren los ofertantes del servicio cuando utilizan las infraestructuras, se debe pagar el costo marginal; y si no se cubren costos y existen restricciones presupuestarias, los costos marginales deberían ser los que menor pérdida de eficiencia generen.

Obligaciones como servicio público

El transporte es un servicio necesario por lo que disponer de transporte público es vital. Es así que, a veces, se utilizan tarifas por debajo del costo marginal en el caso de que sea un servicio público para fomentar su uso frente al transporte privado con los objetivos de disminuir la congestión, contaminación y como mecanismo de redistribución de la renta.

No obstante, cuando las tarifas no se consideran justas o su costo político es inaceptable, se aplican combinaciones de precios y niveles de servicios que sean socialmente anhelados. En algunos casos, esto deriva en la imposición de obligaciones de servicio público que radican en dar el servicio de transporte a rutas comercialmente no rentables y así poder proveer de estos servicios a la sociedad. Las alternativas para la financiación de las obligaciones de servicio público son las subvenciones directas[72] o que los ofertantes del servicio recurran a subsidios cruzados[73].

[70] Pigou, Arthur Cecil (1932) The Economics of Welfare. (4ª ed.)London: Macmillan and Co.

[71] Pigou también mencionó que la congestión aumenta y las inversiones en capacidad tienden a ser excesivas cuando las infraestructuras congestionadas, en este caso las carreteras, son de libre acceso y no se paga el costo marginal social.

[72] Esta alternativa es viable cuando existen los recursos suficientes por parte del gobierno.

[73] Se refiere a que los precios de los servicios que oferta un mismo oferente se fijen de manera que algunos estén por debajo de los costos del servicio mientras que otros estén por encima. Sin embargo, se debe hacer un análisis de la aplicación de este tipo de subsidios ya que puede tener un efecto redistributivo regresivo.

Infraestructura y crecimiento

El transporte es un elemento fundamental para la sociedad y la estructura productiva de los países. Generalmente, el transporte no se demanda como una actividad final sino como un medio para satisfacer otra necesidad. Algunas investigaciones econométricas han demostrado que el capital público es una de las causas que explica el nivel de renta per cápita y que las infraestructuras de transporte contribuyen en los componentes del capital público. De esta forma, en la etapa de construcción de la red básica de infraestructuras, el impacto de la inversión pública sobre el PIB es sensiblemente superior que cuando se construyen ampliaciones en esa red. Desde el punto de vista microeconómico, un sistema de transporte eficiente deriva en una producción que la sociedad demanda, con costos marginales sociales mínimos.