

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE CARACAS

■ SÍNTESIS

El artículo presenta los resultados de investigaciones desarrolladas con la participación del autor en torno a la prospectiva de desarrollo de la Región Metropolitana de Caracas. Estas investigaciones tuvieron fines muy específicos, pero aquí se presentan como un análisis general acerca del desarrollo futuro del área en términos de la localización de actividades, el sector inmobiliario y el sistema de transporte. Se analiza la situación actual sobre una base de datos espacial y multisectorial descriptiva del área con la cual se calibró un modelo integrado de usos del suelo y transporte que luego fue utilizado para desarrollar proyecciones a 25 años bajo diversos supuestos de crecimiento y suponiendo la implantación de importantes proyectos de transporte. A la luz de estos resultados se discuten los problemas a enfrentar a futuro, de magnitud ciertamente considerable, y se proponen diversos lineamientos para un plan de desarrollo para la Región Metropolitana de Caracas.

■ ABSTRACT

This article presents the results of a number of research projects around the future prospects of the Caracas Metropolitan Region, in which the author participated. These studies were carried out for very specific projects, but are presented here in terms of a global analysis about the future development of the area in terms of the location of activities, land markets and the transport system. The current situation is analyzed on the basis of a spatial and multisectorial database that describes the study area. On this basis an integrated land use and transport model was calibrated, and then used to develop 25 year projections. The projections were based on specific assumptions about future growth, and that a number of transport-related projects that are under way or being planned, are implemented. The results shed light on the problems of considerable magnitude that are probably going to arise in the future. These problems are discussed and directions are proposed in order to organize a development plan for the Caracas Metropolitan Region.

Palabras clave: Desarrollo urbano, localización de actividades, planificación urbana, modelos de transporte y localización de actividades, Trunus, Área Metropolitana de Caracas.

Key-words: Urban development, activities localization, urban planning, transport and activities localization models, Trunus, Metropolitan Area of Caracas

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que aquí se presenta tiene como base estudios específicos realizados por el autor y sus colegas, específicamente tres estudios recientes (Al momento de escribir este artículo aún no se contaba con publicaciones oficiales sobre estos estudios, por lo cual no se hacen referencias):

- La encuesta de movilidad en hogares realizada en el Área Metropolitana de Caracas en noviembre de 2005 por encargo de la Alcaldía Metropolitana de Caracas.
- El estudio de demanda para la expansión del Metro de Los Teques realizado en 2006-2007 encargado por la C. A. Metro Los Teques, que también incluyó una encuesta de movilidad en hogares.
- El estudio de demanda para la segunda autopista Caracas-La Guaira, realizado en 2006-2007, encargado por el Ministerio del Poder Popular para la Infraestructura-MINFRA, que al igual que el anterior, incluyó una encuesta de movilidad en hogares.

El análisis que aquí se presenta cubrió la totalidad de la Región Metropolitana, constituida por los cinco municipios de Caracas, Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central y Valles del Tuy. Se trata de un área muy compleja y con grandes dificultades topográficas, pero que conforma una conurbación con relaciones intensas. La movilidad es, por lo tanto, un tema central. Quizás hay pocas áreas metropolitanas en donde la relación entre la localización de actividades, la accesibilidad y el mercado inmobiliario se den de manera más intensa.

Los estudios mencionados permitieron la conformación de una base de datos, que si bien puede calificarse como preliminar, al menos cubre un área extensa, incluye una amplia gama de variables y está georeferenciada. En la actualidad se están haciendo importantes esfuerzos por mejorar e incrementar el nivel de resolución de la base de datos por parte de la C. A. Metro de Caracas.

Sobre esta base se desarrolló y calibró un modelo integral de usos del suelo y transporte utilizando el sistema TRANUS. Se trata de un *software* enteramente desarrollado en Venezuela con la participación del autor y otros colegas, el cual está disponible en formato libre con código abierto (ver www.modelistica.com). Este sistema de modelos ha sido utilizado en la mayoría de las ciudades grandes y medias de América Latina, y en ciudades y regiones de Estados Unidos, Europa y Asia. De manera similar a la base de datos, el modelo desarrollado en estas investigaciones constituye un primer paso, con un nivel de resolución que, si bien adecuado para el nivel regional, puede tener dificultades en los detalles. La C. A. Metro de Caracas está realizando un esfuerzo por mejorar considerablemente la base de modelación sobre el mismo software.

En las secciones siguientes se describe la base de datos utilizada para la calibración del sistema de modelos. En una tercera sección se presentan los resultados obtenidos al utilizar el sistema de modelos como herramienta predictiva, incluyendo diversos aspectos relacionados con el desarrollo urbano futuro del área de estudio, el mercado inmobiliario y el sistema de transporte. De estos resultados se derivan una serie de conclusiones que son presentadas en un apartado final.

BASE DE DATOS

El primer elemento a definir a la hora de estructurar la base de datos es la zonificación, es decir, la división del área de estudio en zonas. En este caso la zonificación estuvo influenciada por el objetivo de los estudios realizados, con énfasis en los Altos Mirandinos y el Litoral Central, y el ámbito regional del área. En total fueron definidas 80 zonas, de las cuales 4

correspondieron al Área Metropolitana de Caracas (AMC). En el gráfico 1 se muestra la división zonal correspondiente al AMC, Litoral y Altos Mirandinos.

Sobre la base de esta zonificación se desarrollaron los principales componentes de la base de datos socioeconómica:

Empleo por sector: se estimó el empleo en cada zona distinguiendo entre básico, Gobierno, Servicios y Educación.

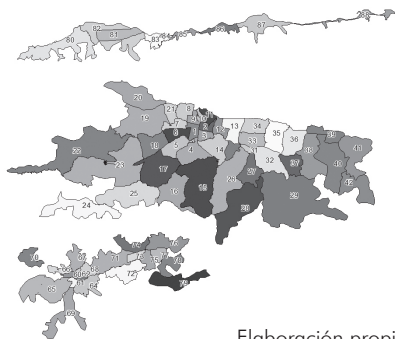
Población por estrato: se estimó la población por estrato en cada zona, considerando tres grupos A+B+C, D y E.

Usos del suelo: se desarrolló un mapa de usos del suelo para toda la región, considerando un total de 47 tipos de suelo diferentes, agregándolos luego para la modelación en 9 tipos (industrial, servicios, mixto, educación, multifamiliar alto y medio, unifamiliar alto y bajo, y barrios).

El Censo 2001 fue la principal fuente utilizada para las estimaciones de población y empleo. En el caso de los usos del suelo se realizó una investigación combinando fotografías satelitales y visitas en campo. Por último se ajustaron las estimaciones de empleo para mantener consistencia con los usos del suelo.

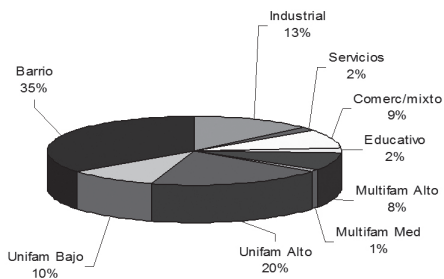
El gráfico 2 muestra los totales de suelo por categoría, donde puede verse que el uso predominante es barrios (35%), seguido por las dos categorías de unifamiliar (30%), el

Gráfico 1: División del área de estudio en zonas (parcial)



Elaboración propia

Gráfico 2: Total de usos del suelo por categoría



Elaboración propia

Gráfico 3: Mapa de usos del suelo: detalle del centro del AMC



Cuadro 1: Población por estrato y subregión año base 2007

Subregión	Estrato			Total
	ABC	D	E	
Caracas	674.461	1.305.027	1.652.866	3.633.354
Junquito-Carayaca	8.137	36.247	50.954	95.338
Guarenas-Guatire	58.529	161.257	194.387	414.173
Valles Tuy	87.098	237.839	289.077	614.014
Altos Mirandinos	55.597	131.380	154.861	341.838
Litoral	17.891	101.568	172.989	292.448
Total	901.713	1.973.318	2.515.134	5.390.165
	En %			
Caracas	18,6	35,9	45,5	100,0
Junquito-Carayaca	8,5	38,0	53,4	100,0
Guarenas-Guatire	14,1	38,9	46,9	100,0
Valles Tuy	14,2	38,7	47,1	100,0
Altos Mirandinos	16,3	38,4	45,3	100,0
Litoral	6,1	34,7	59,2	100,0
Total	16,7	36,6	46,7	100,0

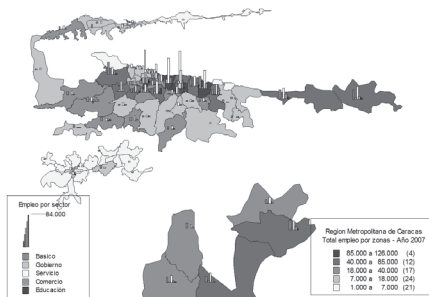
Elaboración propia sobre datos del INE.

Cuadro 2: Población por estrato y subregión año base 2007

Subregión	Sector					Total
	Básico	Gobierno	Servicios	Comercio	Educación	
Caracas	294.996	99.971	673.132	189.513	75.945	1.333.557
Junquito-Carayaca	10.362	1.141	13.095	4.071	1.714	30.383
Guarenas-Guatire	43.434	7.488	53.334	15.961	7.195	127.412
Valles Tuy	70.303	11.648	81.189	24.874	10.132	198.146
Altos Mirandinos	37.244	5.951	43.750	16.318	6.427	109.690
Litoral	29.454	5.666	39.663	12.345	5.426	92.554
Total	485.793	131.865	904.163	263.082	106.839	1.891.742
	En %					
Caracas	22,1	7,5	50,5	14,2	5,7	100,0
Junquito-Carayaca	34,1	3,8	43,1	13,4	5,6	100,0
Guarenas-Guatire	34,1	5,9	41,9	12,5	5,6	100,0
Valles Tuy	35,5	5,9	41,0	12,6	5,1	100,0
Altos Mirandinos	34,0	5,4	39,9	14,9	5,9	100,0
Litoral	31,8	6,1	42,9	13,3	5,9	100,0
Total	25,7	7,0	47,8	13,9	5,6	100,0

Estimaciones propias sobre base Censo 2001. Encuesta de Movilidad en Hogares y datos de usos del suelo.

Gráfico 4: Distribución espacial del empleo por sector (vista general) base 2007



Estimaciones propias sobre base Censo 2001. Encuesta de Movilidad en Hogares y datos de usos del suelo.

industrial (13%) y las dos categorías de suelo multifamiliar (9%). El gráfico 3 muestra un detalle del mapa de usos del suelo en el centro del AMC para ilustrar el nivel de detalle de la investigación realizada.

El cuadro 1 muestra la distribución de la población por estrato en cada subregión, indicando los porcentajes respectivos. La mayor concentración de estratos altos se observa en Caracas, seguida por los Altos Mirandinos, mientras la mayor concentración de estratos bajos se da en el Litoral Central. Para el año 2007 se estima que Caracas tiene una población de 3,6 millones, lo cual representa 67% de los casi 5,4 millones que habitan la Región Metropolitana.

La distribución del empleo por subregión se presenta en el cuadro 2, según el cual Caracas concentra 1,33 millones de empleos del total 1,9 millones en la Región Metropolitana, lo cual representa un 70%, un poco mayor que la concentración de la población. Estas cifras fueron estimadas, entre otras fuentes, con los resultados de las Encuestas de Movilidad en Hogares que cubrieron el AMC, Litoral y Altos Mirandinos. En Caracas la relación población/empleo sería 2,72, en Litoral 3,17 mientras en Altos Mirandinos sería 3,10. Estos desbalances, como se verá más adelante, pueden generar necesidades de movilidad entre la periferia y el centro de magnitud considerable.

La densidad del empleo es mucho mayor en el centro de Caracas que en el resto de las áreas, como se puede observar claramente en el mapa del gráfico 4. Por otra parte el empleo terciario se encuentra más concentrado que otras categorías. Así, en Caracas la relación entre población y empleo terciario es de 3,50 mientras en Guarenas-Guatire, por ejemplo, es de 4,93. Esto agrega al desbalance población-empleo un segundo desbalance población-servicios que, como se verá, ejerce una presión muy fuerte sobre los sistemas de transporte que comunican los satélites con Caracas.

Con respecto al transporte, la base de datos incluyó tres componentes principales:

Encuestas de Movilidad en Hogares: realizada en 2005 en el AMC y en 2006 en los Altos Mirandinos y Litoral Central. Las tres encuestas, para las cuales se hicieron entrevistas en 19 mil hogares, fueron realizadas con idéntico formato tal que pudieron ser integradas.

Red viaria: se codificaron unos 8 mil tramos de vía en una red que distinguió 12 tipos de vía diferentes, incluyendo el metro.

Red de Servicios de Transporte Público: fueron codificadas 130 rutas agregadas tomadas de un inventario actualizado realizado por la Alcaldía Metropolitana, distinguiendo 10 servicios diferentes, además de metro y metrobús.

El gráfico 5 muestra una vista general de la red para el área de estudio de acuerdo a la tipología adoptada, mientras que el gráfico 6 muestra un detalle en el centro de Caracas.

RESULTADO DE LAS PROYECCIONES

Con el modelo calibrado se procedió a realizar proyecciones desde el año base 2007 hasta 2032, cubriendo todas las variables socioeconómicas, usos del suelo, uso de la vialidad y del transporte público. Para ello en los estudios mencionados se adoptaron una serie de hipótesis, entre las cuales merece destacar:

- Tasas de crecimiento de la población y el empleo para la totalidad de la Región Metropolitana.
- Normativa de desarrollo urbano y posibles proyectos de vivienda y equipamiento.
- Proyectos viales y de transporte público.

La combinación de estos componentes dio lugar a una amplia gama de escenarios factibles. Dadas las naturales limitaciones de este artículo, sólo se presentará una de estas combinaciones.

CARACTERÍSTICAS DEL ESCENARIO PRESENTADO

Las tasas globales de crecimiento del empleo y la población se muestran en el cuadro 3. Las tasas de crecimiento de la población fueron tomadas de las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Para separar las proyecciones por estrato se adoptaron tasas un poco más altas para los estratos ABC en comparación con los estratos D y E para reflejar una redistribución positiva del ingreso. En general las tasas adoptadas son muy moderadas, inferiores al promedio nacional e inferiores a muchas otras ciudades del país. Las tasas adoptadas para el crecimiento del empleo son superiores a las de población para reflejar diversas tendencias tales como la disminución del desempleo, incorporación creciente de la mujer a la fuerza laboral y crecimiento proporcional de las cohortes en edad de trabajar. También se puede ver que los sectores terciarios crecen más que el sector básico, especialmente el sector servicios. Todas las tasas desaceleran a lo largo del período de proyección.

Gráfico 5: Vista general de la red viaria por tipo de vía, base

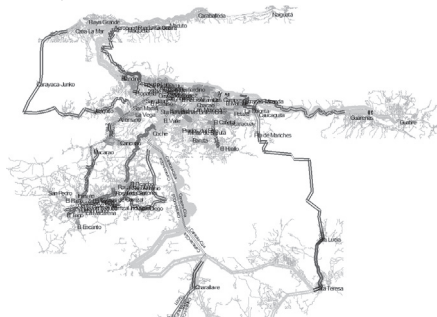


Imagen TRANUS - Elaboración propia

Gráfico 6: Detalle de la red viaria en el centro del AMC, base 2007



Elaboración propia

Cuadro 3: Tasas interanuales de crecimiento para la Región Metropolitana (en %)

Período	Empleo					Total
	Básico	Gobierno	Servicios	Comercio	Educación	
2007-2012	1,35	1,65	2,20	1,85	1,85	1,88
2012-2017	1,25	1,55	2,00	1,75	1,75	1,73
2017-2022	1,22	1,52	1,95	1,72	1,72	1,70
2022-2027	1,18	1,48	1,90	1,68	1,68	1,66
2027-2032	1,10	1,40	1,68	1,55	1,55	1,50
2032-2037	1,00	1,30	1,78	1,50	1,50	1,52
		Población (Estrato)				
	ABC	D	E	Total		
2007-2012	0,93	0,75	0,75	0,87		
2012-2017	0,91	0,83	0,75	0,81		
2017-2022	0,87	0,80	0,72	0,77		
2022-2027	0,85	0,78	0,67	0,74		
2027-2032	0,85	0,76	0,65	0,73		
2032-2037	0,84	0,74	0,61	0,70		

Elaboración propia.

Estas tasas de crecimiento son un insumo para el modelo, el cual debe luego estimar la distribución de la población por estrato y empleo por sector en las distintas zonas en que se dividió el área de estudio. Las distribuciones de población y empleo están influenciadas fuertemente por el sector inmobiliario y las políticas de desarrollo urbano. A este respecto en el escenario presentado sólo se introdujo al modelo las actuales disponibilidades de suelo de acuerdo a los planes urbanos de los diversos municipios. Al momento de realizar los estudios, no se identificaron políticas adicionales o proyectos de desarrollo habitacional de magnitud.

Las distribuciones de población y empleo también están influenciadas por los proyectos y políticas de transporte. Los principales proyectos considerados en el escenario que se presenta aquí son:

- Línea 2 del Metro de Caracas desde Plaza Venezuela hasta La Urbina (2012)
- Prolongación Línea 3 hasta La Rinconada (2008)
- Prolongación Metro Los Teques hasta San Antonio (2012)
- Operación plena Ferrocarril Caracas-Valles del Tuy (2008)
- Ferrocarril Caracas (La Urbina) – Guarenas-Guatire (2014)
- Segunda Autopista Caracas-La Guaira (2017)

Todos estos proyectos, excepto la Segunda Autopista Caracas-La Guaira, están en ejecución. Adicionalmente se supuso que los sistemas ferroviarios suburbanos operarían con tarifas integradas con el Metro de Caracas y contarían con redes integradas de autobuses en los entornos periféricos. En la Segunda Autopista Caracas-La Guaira operarían dos rutas de metrobús, complementados con rutas integradas en el Litoral. Dado el estado de avance de estos proyectos se puede considerar que es un escenario factible y con una buena posibilidad de materializarse. No se consideraron proyectos viales en Caracas ni extensiones a la red de metrobús urbana.

RESULTADOS SOCIOECONÓMICOS Y DE USOS DEL SUELO

La modelación permite obtener resultados de las proyecciones de población y empleo a nivel de zonas, pero por limitaciones de espacio aquí sólo se presentan a nivel de subregiones, lo cual permite hacer énfasis en la problemática subregional.

El cuadro 4 y el gráfico 7 presentan los resultados de las proyecciones de empleo en cada subregión. Entre los años 2007 y 2032 se espera un crecimiento total de 987 mil empleos en la Región Metropolitana. Caracas comienza con tasas de crecimiento moderadas, pero al agotarse sus recursos inmobiliarios se reduce la velocidad de crecimiento hasta prácticamente cero al final del período de proyección. Así y todo, en el período logra captar 240 mil empleos, lo cual representa 24% del crecimiento del total. Las tasas más altas y los mayores crecimientos en términos absolutos se presentan en los Valles del Tuy, seguidas muy de cerca por los Altos Mirandinos. También destaca el importante ritmo de crecimiento del empleo en el Litoral Central, que prácticamente se triplica.

Cuadro 4: Crecimiento del empleo por subregión

Subregión	2007	2012	2017	2022	2027	2032	2032:2007
Caracas	1.333.557	1.482.081	1.561.890	1.609.806	1.623.211	1.574.074	240.517
Junquito-Carayaca	30.383	32.210	34.673	39.767	47.085	58.644	28.261
Guarenas-Guatire	127.412	145.457	151.784	169.063	182.350	199.341	71.929
Valles Tuy	198.146	215.661	234.627	280.991	350.075	444.439	246.293
Altos Mirandinos	109.690	125.209	156.520	202.488	259.286	323.602	213.912
Litoral	92.554	106.745	123.007	159.239	210.326	278.996	186.442
Total	1.891.742	2.107.364	2.262.502	2.461.354	2.672.333	2.879.097	987.355
En %							
Caracas		2,13	1,54	0,61	0,17	-0,61	24,36
Junquito-Carayaca		1,17	0,68	2,78	3,44	4,49	2,86
Guarenas-Guatire		2,68	0,84	2,18	1,52	1,80	7,28
Valles Tuy		1,71	1,54	3,67	4,49	4,89	24,94
Altos Mirandinos		2,68	4,48	5,28	5,07	4,53	21,67
Litoral		2,89	2,86	5,30	5,72	5,81	18,88
Total		2,18	1,73	1,70	1,66	1,50	100,00

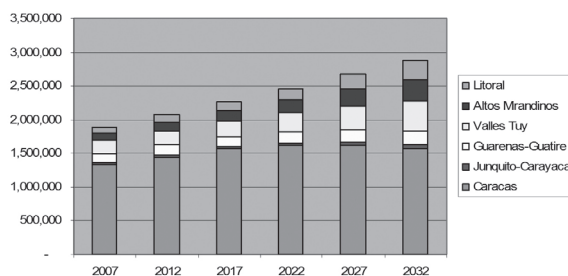
Elaboración propia, resultados de la modelación.

De estos resultados debe destacarse que la fuerte desaceleración que se presentará en el Área Metropolitana de Caracas generará un efecto que podría llamarse de desborde. Según estos resultados, a partir de 2022 Caracas desborda hacia su periferia, lo cual hace que los Valles del Tuy más que dupliquen el empleo y los Altos Mirandinos lo tripliquen, al igual que el Litoral. Del análisis sectorial se reveló que los Valles del Tuy crecerán principalmente sobre la base del empleo industrial, mientras los Altos Mirandinos y el Litoral serán más importantes para el empleo en comercio y servicios.

Las proyecciones de población por subregión se muestran en el cuadro 5 y el gráfico 8. Caracas crece mucho menos en términos de población que de empleo, desacelerando a partir de 2017 hasta alcanzar un crecimiento negativo. El crecimiento más importante se da en los Valles del Tuy, que crecería en 460 mil habitantes para sobrepasar el millón, seguido por los Altos Mirandinos que crecería en 293 mil habitantes para alcanzar 635 mil. Si bien el ritmo del crecimiento sería menor en Guarenas-Guatire, las magnitudes son importantes, ya que crecería en 173 mil habitantes para acercarse a los 600 mil habitantes. El crecimiento del Litoral también sería importante al crecer en 351 mil habitantes para llegar a 653 mil. Aunque no se presenta en los cuadros, el crecimiento de los Altos Mirandinos se basará principalmente en los estratos altos y medios, mientras los de los Valles del Tuy y Litoral estarán basados en estratos medios y bajos.

En términos de población, el fenómeno de desborde de Caracas se presenta incrementado. El crecimiento de Caracas sería mayor en términos de empleo que de población, lo cual subirá considerablemente los precios inmobiliarios y esto, a su vez, expulsará mayores cantidades de habitantes hacia los satélites. Con ello también se incrementará la dependencia satélite-centro, y por lo tanto las necesidades de viaje.

Gráfico 7: Crecimiento del empleo por subregión, Escenario Tendencial Bajo



Elaboración propia, resultados de la modelación.

Cuadro 5: Crecimiento del empleo por subregión, Escenario Tendencial Bajo

Subregión	2007	2012	2017	2022	2027	2032	2032:2007
Caracas	3.632.354	3.822.118	3.843.377	3.740.766	3.639.020	3.496.207	-136.147
Junquito-Carayaca	95.338	94.345	82.863	93.819	103.045	116.251	20.913
Guarenas-Guatire	414.173	434.890	504.628	565.272	581.931	587.458	173.285
Valles Tuy	614.014	613.603	707.434	810.676	942.835	1.073.802	459.788
Altos Mirandinos	341.838	359.237	406.482	473.922	547.639	635.620	293.782
Litoral	292.448	305.894	316.024	406.997	506.142	643.753	351.305
Total	5.390.165	5.630.087	5.860.808	6.091.453	6.320.612	6.553.090	1.162.925
				En %			
Caracas		1,02	0,11	-0,54	-0,55	-0,80	-11,7
Junquito-Carayaca		-0,21	-2,56	2,51	1,89	2,44	1,8
Guarenas-Guatire		0,98	3,02	2,30	0,58	0,19	14,9
Valles Tuy		-0,01	2,89	2,76	3,07	2,64	39,5
Altos Mirandinos		1,00	2,50	3,12	2,93	3,02	25,3
Litoral		0,90	0,65	5,19	4,46	4,93	30,2
Total		0,87	0,81	0,77	0,74	0,73	100,0

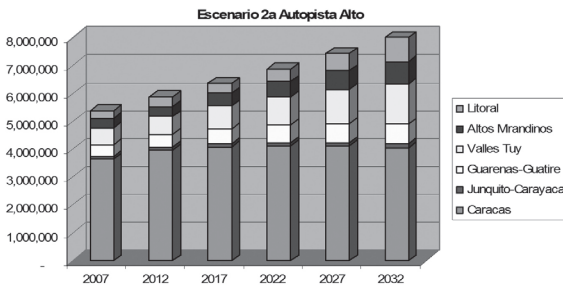
Elaboración propia, resultados de la modelación.

Resulta interesante que el crecimiento poblacional en Guarenas-Guatire sea menor que el de los Valles del Tuy y comparable a los Altos Mirandinos. Esto se debe a la combinación de dos factores: la reserva de suelo de Guarenas-Guatire es considerablemente menor que la de los Valles del Tuy, mientras los Altos Mirandinos combinan cercanía con una mayor calidad ambiental. Por otra parte la conexión ferroviaria tanto con Altos Mirandinos como con los Valles del Tuy se dará plenamente en el corto plazo, mientras que Guarenas-Guatire deberá esperar al menos 8 años o más. El Litoral Central presenta un crecimiento un poco más moderado, ya que su reducida oferta inmobiliaria limita las expectativas que pueda presentar una segunda autopista.

Resultados de transporte

Como es bien sabido, el actual sistema de transporte de Caracas presenta altos niveles de congestión, tanto en la vialidad superficial como en el sistema metro subterráneo. En la actualidad se están realizando grandes inversiones tanto para poner en plena operación algunos sistemas que están cercanos a ello así como otros que deberán esperar entre 5 y 8 años. La pregunta más importante es, por lo tanto, si estos nuevos componentes tendrán la capacidad suficiente como para soportar los incrementos de la demanda en sus dos modalidades: aumento por crecimiento de las actividades y aumento por el fenómeno de desborde.

Gráfico 8: Población por subregión, Escenario Tendencial Bajo



Elaboración propia, resultados de la modelación.

Los resultados que se obtienen responden claramente a los dos factores antes señalados. Por una parte se debe esperar que los viajes entre Caracas y sus satélites se incrementen considerablemente y por otra que la congestión y saturación en el valle principal llegue a niveles preocupantes.

Una serie de indicadores que resultan de la modelación dan una idea de la magnitud esperada de estos fenómenos. Un in-

Cuadro 6: Proyección de viajes hora pico por categoría

Categoría	2007	2012	%	2017	%	2022	%	2027	%	2032	%
Comer Serv	68.818	84.119	4,1	90.686	1,5	96.780	1,3	101.718	1,0	101.134	-0,1
Educación	128.294	147.293	2,8	160.839	1,8	172.456	1,4	183.400	1,2	189.665	0,7
Trabajo Bajo	156.203	172.836	2,0	175.202	0,3	177.191	0,2	176.903	0,0	169.901	-0,8
Trabajo Medio	201.419	227.740	2,5	232.357	0,4	235.002	0,2	235.904	0,1	230.367	-0,5
Trabajo Alto	114.399	131.275	2,8	132.839	0,2	136.375	0,5	138.691	0,3	137.080	-0,2
TOTAL	669.133	763.264	2,7	791.923	0,7	817.805	0,6	836.616	0,5	828.147	-0,2

% = tasas anuales de crecimiento. Estimaciones propias, resultados de la modelación.

dicador clave es el número de viajes que se realizan en la hora pico por categoría de viajero, lo cual se muestra en el cuadro 6. En el año base 2007 se realizan en la hora pico más de 600 mil viajes, aproximadamente 10% de los viajes diarios. En 2012 el número de viajes se incrementa de manera considerable a 763 mil viajes en la hora pico, lo cual corresponde a una tasa anual de crecimiento de 2,7%, superior a la tasa de crecimiento de la población y el empleo. Este importante crecimiento se explica por los sistemas que han entrado en operación para esa fecha: Metro Los Teques prolongado hasta el casco central y regresando paralelo a la Carretera Panamericana hasta San Antonio, operando con una red de alimentación integrada; Línea 2 del Metro de Caracas prolongado desde Plaza Venezuela hasta Parque del Este y La Urbina; Línea 3 en plena operación hasta La Rinconada; plena operación del Ferrocarril Caracas-Charallave-Cúa, complementada con una red de alimentación integrada con cobertura amplia en los Valles del Tuy. Cabe destacar que no hay ninguna fantasía en estos proyectos, ya que se trata de obras contratadas con presupuestos asignados, con la excepción de las redes de alimentación, que sólo han sido organizadas en los Altos Mirandinos.

Las tasas de crecimiento de los viajes se desaceleran considerablemente en el período 2012-2017, situándose muy poco por debajo de las tasas de crecimiento de las actividades económicas, a pesar de que entran en operación dos importantes proyectos de transporte: el ferrocarril Caracas-Guarenas-Guatire y la Segunda Autopista Caracas-La Guaira. En 2022 resulta muy difícil transitar en Caracas, a pesar de las gigantescas inversiones, y de allí en adelante la situación no hace sino empeorar, hasta al extremo de que al final del período de proyección la tasa de crecimiento de los viajes sea negativa. El deterioro en la calidad de vida de los habitantes de la Región Metropolitana será considerable al deteriorarse la movilidad. Destaca en los resultados que la movilidad se deteriora para todos los estratos sociales.

Una consecuencia directa del fenómeno de expansión urbana hacia la periferia, que se acelera en el período 2012-2017 es el incremento en la longitud media de los viajes, que se muestra en el cuadro 7. Para este período la longitud media pasa los 20 Km y sobrepasa los 23 Km al final del período de proyección. Esto ocurriría a pesar del incremento de la congestión, que tendría el efecto contrario, es decir, recortar los viajes. Algo similar sucede con la duración media de los viajes, que

Cuadro 7: Longitud media de los viajes por período (en kilómetros)

Categoría	2007	2012	2017	2022	2027	2032
Comer Serv	15,0	15,6	17,4	17,1	16,5	17,95
Educación	21,6	21,9	24,2	24,6	25,3	27,03
Trabajo Bajo	22,3	22,2	24,4	25,6	27,0	29,19
Trabajo Medio	16,0	16,7	20,4	20,9	21,6	23,02
Trabajo Alto	11,5	11,1	13,1	13,8	14,3	16,18
TOTAL	17,7	17,9	20,5	21,0	21,7	23,5

Estimaciones propias, resultados de la modelación.

Cuadro 8: Duración media de los viajes por período (en horas decimales HP am.)

Categoría	2007	2012	2017	2022	2027	2032
ComServ	1,27	1,13	1,11	1,13	1,11	1,26
Educación	1,74	1,49	1,48	1,56	1,63	1,82
Trabajo	1,83	1,55	1,53	1,67	1,80	2,05
TraMed	1,34	1,22	1,26	1,32	1,38	1,52
TraAlto	0,97	0,88	0,92	0,99	1,02	1,17
TOTAL	1,46	1,28	1,29	1,37	1,43	1,61

Estimaciones propias, resultados de la modelación.

Cuadro 9: Distribución modal de los viajes por período (en horas y miles de pasajeros/Km)

Operador	07 ^a	%	12A	%	17D	%	22D	%	27D	%	32D	%
Auto	3.229	29,1	3.068	24,6	3.196	21,5	3.260	20,7	3.273	19,8	3.393	19,3
Bus urbano	1.464	13,2	1.404	11,3	1.404	9,4	1.479	9,4	1.543	9,3	1.636	9,3
Metro Caracas	2.240	20,2	3.318	26,6	3.932	26,4	4.126	26,2	4.291	25,9	4.418	25,2
Metrobús urbano	231	2,1	284	2,3	313	2,1	321	2,0	320	1,9	322	1,8
Bus suburbano	3.035	27,4	2.711	21,8	2.619	17,6	2.693	17,1	2.822	17,0	3.068	17,5
Metrobús suburbano	592	5,3	643	5,2	821	5,5	1.050	6,7	1.155	7,0	1.214	6,9
Metro Los Teques	50	0,5	310	2,5	589	4,0	574	3,7	667	4,0	836	4,8
Ferrocarril Tuy	216	2,0	676	5,4	1.076	7,2	1.228	7,8	1.442	8,7	1.596	9,1
Ferr, Caracas-Guatire	0	0,0	0	0,0	874	5,9	927	5,9	980	5,9	972	5,5
Total	11.080	100,0	12.454	100,0	14.874	100,0	15.717	100,0	16.568	100,0	17.553	100,0
Tasa anual			2,4		3,6		1,1		1,1		1,2	

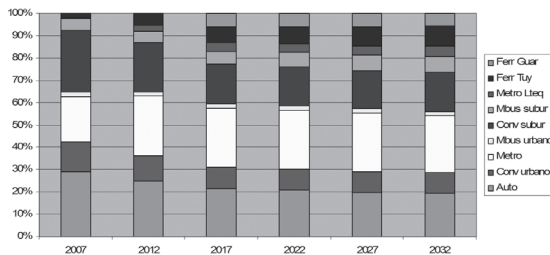
Estimaciones propias. resultados de la modelación.

comienzan con una media de 1,4 horas, subiendo gradualmente hasta 1,6 horas (cuadro 8). Este incremento no es mayor por el hecho de que un número creciente de viajes se hace en metro. Cabe destacar que son los estratos bajos los que tardan más en realizar sus viajes, así como quienes viajan distancias mayores.

La distribución modal de los viajes se presenta en el cuadro 9 en términos de miles de pasajeros-Km (pax-Km) en la hora pico de la mañana. En el año base el automóvil transporte a un 29% de los pax-Km, y le sigue en importancia el autobús suburbano (27,4%) y el Metro de Caracas (20,2%). Al introducir los importantes proyectos de metro en el año 2012, varios de ellos atendiendo a las ciudades satélites, se incrementan considerablemente los pax-Km transportados, a una tasa anual de 2,4%. Mientras el automóvil se reduce, el Metro de Caracas es el que presenta el mayor incremento, sobrepasando a todos los demás modos. Este crecimiento se debe principalmente a la prolongación de la Línea 2 desde Plaza Venezuela hasta La Urbina. También aparecen el Metro Los Teques y el Ferrocarril Caracas-Cúa.

Para 2017 aparece el Ferrocarril Caracas-Guatire conectado a Línea 2 en La Urbina, y se incorporan rutas de Metrobús desde el Litoral a Caracas por una segunda autopista. Eso genera un nuevo incremento importante en el número de pax-Km transportados, creciendo a un ritmo de 3,6% anual. El Metro de Caracas crece nuevamente pero mantiene la proporción de los pax-Km transportados, mientras el Metro de Los Teques y el Ferrocarril Caracas-Cúa crecen considerablemente y el Ferrocarril Caracas-Guatire aporta un número importante.

Gráfico 9: Distribución modal de los viajes por período (en miles de pasajeros-Km HP am)



Elaboración propia, resultados de la modelación.

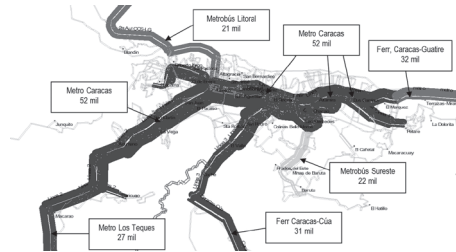
A partir de 2022 ya no hay nuevos proyectos y la tasa de crecimiento de los viajes se reduce consecuentemente a alrededor de 1,1%. El uso del automóvil baja gradualmente en términos relativos, y los demás sistemas prácticamente mantienen su participación. El Metro de Caracas crece muy poco, ya que alcanza su capacidad en todas las líneas. Los sistemas suburbanos, en cambio, muestran una dinámica mayor aunque también alcanzan sus capacidades máximas en diversos puntos.

En el gráfico 10 se presenta una imagen del transporte masivo estimado para el año 2032 en la hora pico de la mañana, que incluye el Metro de Caracas, Metrobús urbano y suburbano y los ferrocarriles de cercanías. Se resaltan los puntos de mayor demanda de pasajeros. El Metro de Caracas se presenta con volúmenes iguales a su capacidad en buena parte de su extensión, incluyendo los tramos que se encuentran actualmente en construcción (Plaza Venezuela-Parque del Este-La Urbina). Según estos cálculos, el Ferrocarril Caracas-Guatire inyectaría unos 32 mil pasajeros entrando a Caracas en la hora pico, mientras el Ferrocarril Caracas-Cúa aportaría unos 31 mil y el Metro de Los Teques 27 mil. El Metrobús del Sureste por Autopista Prados del Este destaca con 22 mil pasajeros en la hora pico hacia el centro, y el Metrobús del Litoral, operando por una segunda autopista, alcanza 21 mil accediendo a Caracas.

Como se puede ver, todos estos componentes estarían trabajando a su máxima capacidad que, con las actuales tecnologías, se estiman en 52 mil pax-hora-sentido para sistemas metro, 35 mil para ferrocarriles de cercanías y 20 mil para autobuses. El metro de Los Teques tendría la limitación adicional determinada por la pendiente, por lo cual a pesar de ser un metro difícilmente puede superar 35-40 mil pax-hora-sentido. Los ferrocarriles de cercanías tienen la limitación de las distancias mayores que hace más difícil operar con frecuencias altas, aunque esto puede ser compensado con trenes de dos pisos. Los autobuses difícilmente pueden llegar a 20 mil pax-hora-sentido cuando operan en vialidad compartida, aun con unidades articuladas de alta capacidad, pero pueden superar los 35 mil en vías exclusivas.

Al alcanzar la capacidad máxima del transporte masivo, una parte importante de la demanda debe utilizar los sistemas convencionales de superficie: automóviles y autobuses no integrados que para el año 2032 llevarían un 46% de los pax-Km (ver cuadro 9). Esto conduce a una saturación extrema de la vialidad, como puede verse en el gráfico 11, donde buena parte de las vías principales aparecen con nivel de servicio F, el más bajo en la escala del Highway Capacity Manual de EEUU.

Gráfico 10: Pasajeros en el sistema masivo 2032 hora pico am



Estimaciones propias, resultados de la modelación.

Gráfico 11: Nivel de servicio en vialidad superficial hora pico am 2032



Nivel de servicio F. Estimaciones propias, resultados de la modelación.

CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios aquí presentados, con proyecciones a 25 años, revelan una situación muy preocupante para la Región Metropolitana de Caracas. A pesar de que se adoptaron tasas de crecimiento muy moderadas, el fenómeno de la expansión satelital se acentúa y el sistema de transporte no logra los niveles de capacidad requeridos para la demanda esperada, todo ello a pesar de las grandes inversiones que se han realizado en transporte masivo y un plan ambicioso de continuarlas.

La expansión satelital que se genera por el fenómeno de desborde se debe principalmente a la incapacidad del área de Caracas para expandir la oferta inmobiliaria, a pesar de que en los resultados seguiría incrementando sus densidades. Las áreas de expansión, en cambio, no presentan mayores restricciones, salvo en Litoral Vargas y, en menor medida, Altos Mirandinos. La oferta disponible en Guaremas-Guatire y Valles del Tuy es abundante.

Los sistemas ferroviarios de cercanías, aunque con algunas dificultades, podrán asumir la demanda adicional que la expansión significa, especialmente si se les dota de redes de alimentación locales integradas como se supuso en estas estimaciones. El principal problema es, por lo tanto, el transporte masivo en Caracas.

A pesar de la extensión de la Línea 2 del Metro de Caracas desde Plaza Venezuela-Parque del Este-La Urbina, el metro seguirá saturado, extendiéndose esta saturación en todo lo largo de esta nueva línea que se espera entre en operación en 2012. Los pasajeros que provengan de las zonas de expansión encontrarán cierta capacidad en los terminales (Las Adjuntas, Rinconada, La Urbina), pero llenarán trenes que no podrán ser utilizados por los viajeros internos de Caracas. Con ello seguirá el uso del automóvil y los servicios convencionales de superficie, que a su vez, incrementará la congestión.

Desde el punto de vista de transporte, la estrategia a seguir deberá estar centrada en el incremento de capacidad en Caracas. Esto se puede lograr con diversas iniciativas:

- Líneas adicionales de metro, por ejemplo, la denominada Línea Norte.
- Corredores de autobuses integrados como Fuerzas Armadas-Nueva Granada, Francisco Miranda-Centro, Autopista Fajardo, Autopista del Este y muchos otros de menor longitud, para completar unos 100 Km de vías exclusivas para buses.
- Integración tarifaria de todos los sistemas: metro, metrobús, buses convencionales y rutas periféricas en barrios, con billetes electrónicos recargables.
- Sistema centralizado de control de semáforos y mejora considerable en la administración del tránsito.
- Plan de expansión de la vialidad, con algunos proyectos de importancia largamente postergados y un gran número de pequeños proyectos de bajo costo y alto impacto.

Desde el punto de vista del desarrollo urbano es importante limitar el incremento de las actividades en la Región Metropolitana de Caracas, y especialmente en el Área Metropolitana de Caracas, a la vez que ordenar la ocupación de los territorios de expansión. Para ello será necesario:

- Limitar nuevos proyectos de vivienda y equipamientos dentro de Caracas estrictamente a programas que garanticen la sustitución, especialmente aquellos que se ubiquen en áreas previamente ocupadas. Conjuntos residenciales en áreas nuevas corren el riesgo de atraer más población. Naturalmente esta estrategia debe ser complementada con programas de inversión en otras regiones del país.
- Ordenar las áreas de expansión para promover una ocupación racional de los territorios. Para ello se deben planificar

estas áreas de manera conjunta, no de manera aislada como se está haciendo en Litoral y Guarenas-Guatire. En general, el desarrollo de estas áreas está principalmente en manos de empresas inmobiliarias privadas, lo cual está generando una ocupación anárquica y poco eficiente.

- Descentralización del empleo desde Caracas hacia los centros de expansión para lograr un mejor equilibrio entre empleo y población. Paradójicamente el sector privado está mostrando un mayor dinamismo en la desconcentración de empleo que el sector gubernamental. La descentralización de servicios (salud, educación) puede ser muy efectiva para reducir la dependencia centro-periferia.

Para llevar a cabo estas iniciativas, resulta imprescindible la organización institucional de la Región Metropolitana, que debe contar con un ente capaz de generar los planes e implantar/coordinar la ejecución de los proyectos que se requieren.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, W.

1964
Location and Land Use. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ANAS, A.

1982
Location and Land Use. Cambridge, MA: Harvard University Press.

DE LA BARRA, T.

1979
Towards a Framework for Land Use and Transport Modelling. PhD Thesis, University of Cambridge, UK.

1989
Integrated Land Use and Transport Modelling: Decisión chains and hierarchies. Cambridge University Press.

1998
Improved logit formulations for integrated land use, Transport and environmental models. Network Infrastructure and the Urban Environment, eds. Lundqvist, Mattson y Kim, Springer-Verlag, Berlín.

EPA

2000
Projecting Land Use: A Summary of Models for Assessing the Effects of Community Growth and Change on Land-Use Patterns. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. EPA/600/R-00/098. www.epa.gov.

GÁLVEZ, T.

2002
El modelo powit. Caracas: Revista Urbana 30.

HANSEN, W. G.

1959
How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of Planners, 25.

LEONTIEF, W. W.

1941
The Structure of the American Economy 1919-1939. New York: Oxford University Press.

LOWRY, I. S.

1964
A Model of Metropolis. Santa Monica, CA: Rand Corporation

MCFADDEN, D. y DOMENCICH, T.

1975
Urban Travel Demand: a Behavioural Analysis. Amsterdam: North Holland.

MILLS, E. S.

1969
Studies in the Structure of the Urban Economy. Baltimore: John Hopkins Press.

MODELÍSTICA

2002
TRANUS: Sistema Integrado de Simulación de Usos del Suelo y Transporte. www.modelistica.com.

VON THÜNEN, J. H.

1826
Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Hamburg. Traducción al inglés por C. M. Wartenberg (1966), editado por P. Hall: Von Thünen's Isolated State. Londres: Pergamon Press.

WILLIAMS, H. C. W. L.

1977
On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefits. Environment and Planning A, 9: 285-344. Wilson, A. G. (1970) Entropy in Urban and Regional Modelling. London: Pion.

WILSON, A. G.

1970
Entropy in Urban and Regional Modelling. London: Pion

WINGO, L.

1961
Transportation and Urban Land. Baltimore: John Hopkins Press