



Dyna

ISSN: 0012-7353

dyna@unalmed.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

POSADA HENAO, JOHN JAIRO; FARBIARZ CASTRO, VIVIANA; GONZÁLEZ CALDERÓN, CARLOS ALBERTO

ANÁLISIS DEL "PICO Y PLACA" COMO RESTRICCIÓN A LA CIRCULACIÓN VEHICULAR EN MEDELLÍN-BASADO EN VOLÚMENES VEHICULARES

Dyna, vol. 78, núm. 165, febrero-marzo, 2011, pp. 112-121

Universidad Nacional de Colombia

Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622372011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# ANÁLISIS DEL “PICO Y PLACA” COMO RESTRICCIÓN A LA CIRCULACIÓN VEHICULAR EN MEDELLÍN - BASADO EN VOLÚMENES VEHICULARES

## ANALISYS OF “PICO Y PLACA” AS VEHICULAR CIRCULATION RESTRICTION IN MEDELLÍN – BASED ON TRAFFIC VOLUMES

JOHN JAIRO POSADA HENAO

*Profesor Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, jjposada@unal.edu.co*

VIVIANA FARBIARZ CASTRO

*Consultant, Steer Davies Gleave, viviana.farbiarzcastro@sdgworld.net*

CARLOS ALBERTO GONZÁLEZ CALDERÓN

*Profesor Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Antioquia, gonzalez@udea.edu.co*

Recibido para revisar agosto 31 de 2009, aceptado julio 14 de 2010, versión final agosto 2 de 2010

**RESUMEN:** En este artículo se presenta una breve descripción de la evolución del “Pico y Placa” en Medellín como medida para restringir la circulación vehicular, donde se expone la medida a partir de estudios anteriores a la aplicación de ésta (año 2004) y se muestra una comparación con los resultados de mediciones y aforos de flujos vehiculares en la situación posterior (años 2005 a 2008) con y sin pico y placa. Además, se presentan y analizan las limitaciones que tiene esta medida en el tiempo y la relación con la contaminación ambiental; por último se presentan recomendaciones para mejorar y evaluar la medida en el tiempo.

**PALABRAS CLAVE:** Congestión, Horas Pico, Contaminación.

**ABSTRACT:** This paper presents a brief description of the evolution of "Pico y Placa" (vehicular restriction) in Medellín, a measure to restrict the vehicular circulation during peak hours. An analysis is exposed based on previous studies before its implementation (2004). This article also provides a comparison within the results of subsequent studies (2005 to 2008) with and without restriction. In addition, presents and analyzes its limitations in the long term and the impact on emissions; finally, a set of recommendations are presented to improve and evaluate the vehicular restriction in the future.

**KEYWORDS:** Congestion, Peak Hours, Emissions.

### 1. INTRODUCCIÓN

El transporte urbano, y en particular los fenómenos de congestión y contaminación están, en la actualidad, entre los problemas más importantes de la sociedad. En este sentido la evidencia ha demostrado que la construcción de nueva infraestructura no constituye la única alternativa de solución ya que es posible que con esto se induzca un tráfico que, contrario a lo

esperado, incrementa los volúmenes vehiculares por encima de lo previsto con los estudios y pronósticos de tráfico. Es así como desde la ingeniería de transporte se trata el problema respondiendo a las demandas del transporte, pero al mismo tiempo restringiendo dicha demanda, en lo que a transporte privado e individual se refiere, e incentivando el uso del transporte público a fin de atenuar los efectos relacionados con la operación del sistema.

En general las soluciones que se han implementado en las ciudades latinoamericanas van encaminadas a resolver los problemas planteados anteriormente de una manera práctica no siempre fundamentado en una base técnica debido muchas veces a la falta de recursos. A estas estrategias aplicadas para el racionamiento, regulación y control de tráfico que buscan solucionar o frenar el fenómeno de la congestión es necesario analizarles los efectos, sus magnitudes, sus costos de funcionamiento, los factores de aumento de los tiempos de viaje y la contaminación, entre otros.

Medellín con 2.200.000 habitantes hace parte de un Área Metropolitana con 3.300.000 habitantes (datos del año 2005, cuando se realizó el último censo poblacional). La congestión vehicular ha hecho que las vías de Medellín se vuelvan intransitables en las horas de mayor demanda (llamadas Hora Pico, en otros países Hora Punta). El parque automotor aumenta sin cesar y en ocasiones en forma incontrolada: automóviles particulares y taxis nuevos llegan a acompañar a los vehículos ya existentes y a los de servicio público colectivo (buses, busetas y microbuses). El resultado, además de la congestión, es el aumento del ruido y la contaminación en la ciudad. Se observa que Medellín tiene problemas de transporte debido a la ausencia especialmente de infraestructura adecuada y óptima que permita atender la demanda de transporte y movilidad.

El problema de la congestión en Medellín no es un problema reciente, éste ha estado latente en la cotidianidad de la ciudad desde hace varios años, y por esto se han implementado medidas para tratar de mitigar sus efectos sobre la movilidad y el transporte. La administración municipal ha tratado de buscar respuestas a la saturación de las vías, implementando medidas que buscan incrementar la capacidad de éstas con el fin de lograr una mejor situación de la movilidad en la ciudad (ampliación de carriles, nuevas vías, intercambios viales, etc.)

El denominado “Pico y Placa” es una medida aplicada en Medellín desde 2005 para la restricción de circulación de automóviles de servicio particular (con excepción para algunos casos según el servicio que prestan como

ambulancias, representación oficial, escolares y otros) durante las Horas Pico de la mañana (6:30am – 8:30am) y de la tarde (5:30pm – 7:30pm), de acuerdo con el dígito final de la placa, que busca obtener los siguientes beneficios:

- Desestimular el uso del transporte particular, para los días en que le corresponda restricción, y así mejorar los tiempos generales de viaje por la menor cantidad de vehículos circulantes en esas horas,
- Incrementar el uso de transporte público,
- Disminuir los riesgos de accidentalidad, y
- Reducir la contaminación

En la red vial del Municipio de Medellín, durante el 2004, se realizaron mediciones tales como volúmenes vehiculares, longitudes de colas y tiempos de espera, y tiempos de recorrido y demoras, con lo que se encontró entre otros que la velocidad promedio para los corredores analizados en el periodo pico de la mañana era de 22,1km/h y de 17km/h en el periodo pico de la tarde; el tiempo de viaje promedio en transporte público colectivo era de 35 minutos con distancia media de viaje de 8,75kilómetros. Las velocidades en la red de transporte público oscilaban entre 5 y 26km/h. [1] Las velocidades más bajas se presentaban en el sector centro de la ciudad, con valores entre 5 y 13km/h, situación debida a la congestión vehicular y la convergencia de rutas a esta zona [2].

Estos resultados son evidencia de la situación de congestión y bajo nivel de servicio del sistema de transporte que se tiene en la ciudad de Medellín.

## 2. IMPLEMENTACIÓN DEL “PICO Y PLACA” EN MEDELLÍN

Dada la situación descrita, se sentía en Medellín en el año 2004 una generalizada congestión durante todo el día, que en horas pico llegaba a límites intolerables; por este motivo, la administración Municipal decidió implementar la medida de “Pico y Placa” a partir del primer semestre del año 2005 sustentada en estudios técnicos realizados para tal fin [3].

En el estudio citado previamente se analizaron diferentes aspectos del tránsito como las capacidades y niveles de servicio, longitudes de colas, tiempos de recorrido y demoras de diferentes vías de diversos sectores representativos de la ciudad, además se analizaron algunos volúmenes vehiculares, capacidades y longitudes de colas de ciertas intersecciones. Del análisis efectuado se pudo concluir que las vías analizadas se encontraban operando por encima de su capacidad en las horas de mayor demanda. Además el nivel de servicio de las vías estudiadas en las horas pico de la mañana y de la tarde, de acuerdo a los valores hallados tanto en las demoras como en las velocidades de recorrido, se clasificaba como nivel E y F.

Además se analizaron los volúmenes vehiculares en la ciudad registrados por las estaciones semipermanentes de conteo (ADR) ubicadas en 34 sitios estratégicos de la red vial urbana. Estas estaciones registran el volumen diario de vehículos durante mínimo una semana en cada punto analizado. Con esta información de los ADR se determinó la distribución horaria promedio del flujo vehicular durante el día en la ciudad de Medellín, dando como resultado que las horas pico de la ciudad son alrededor de las 8:00 y las 18:00 horas. De los resultados de este estudio, en el cual no se propone otra alternativa de solución ante la problemática descrita, la administración Municipal decide implementar desde el primero de Febrero de 2005 la restricción a la circulación para dos números de placa por día (entendiéndose que se trata del último dígito de la placa), además que la sanción por incumplir esta medida sería de 15 salarios mínimos diarios legales vigentes y la inmovilización del vehículo. Sin embargo esta medida no aplicaba para algunos vehículos como los de emergencias y de representación oficial; y algunas vías estaban exentas debido a la conexión interregional que permiten.

La medida funcionaba de la siguiente manera: para automóviles particulares la medida operaba de lunes a viernes de 6:30 am a 8:30 am y de 5:30 pm a las 7:30 pm, cada día se restringía en las horas mencionadas a los vehículos que tuvieran placas terminadas en cualquiera de las

dos cifras determinadas para cada día, con lo que el máximo de restricción sería del 20% del parque automotor de vehículos particulares. Durante el primer semestre de la medida, los lunes no podían operar, en los horarios antes señalados, los vehículos particulares con placas terminadas en 0 y 1; los martes los terminados en 2 y 3; y así sucesivamente. Los sábados y domingos no opera la medida. Para los taxis la restricción iba de lunes a viernes en dos grupos: de 6:30 a.m. a 1:00 p.m. y de 1:00 p.m. a 7:30 p.m. Los lunes no podían operar en la mañana los taxis con placa terminada en 8; en la tarde no podían trabajar los que tenían placa que terminara en 9; los martes, los terminados en 0 en la mañana y los terminados en 1, en la tarde, etc. [2].

Cada seis meses se rotan los días para cada par de números, procurando evitar que las personas compraran un segundo vehículo con otra placa. El Pico y Placa se mantuvo de esta forma hasta que en el segundo semestre del año 2008 se amplió su aplicación a las motos de dos tiempos, esto debido al alto incremento de este tipo de vehículos en el Área Metropolitana y a su gran factor contaminante. La medida para estos vehículos consiste en restricción a la circulación para aquellos cuya placa en la parte numérica inicie con cualquiera de las dos cifras determinadas para cada día de lunes a viernes de 6:30am a 8:30am y de 5:30pm a 7:30pm, con rotación diaria de las placas, es decir, cada día se restringen alrededor del 20% de las motos circulantes. Igualmente se amplió la restricción a los vehículos para cuatro números diferentes para cada día y por consiguiente dos días a la semana para cada placa, con lo que la restricción aplica a cerca del 40% del parque automotor particular circulante en la ciudad, también se introdujo que los vehículos que funcionan con gas estarían exentos de la medida.

### **3. IMPACTO DE LA MEDIDA IMPLEMENTADA**

En esta sección se estudia el impacto de la medida de pico y placa en la ciudad de Medellín analizando los flujos vehiculares desde el 2004 hasta el 2008, con y sin pico y placa, la

efectividad de la medida en el tiempo y la relación con el impacto ambiental que ha tenido la implementación de la medida.

### 3.1 Volúmenes vehiculares

Se toman datos de los volúmenes vehiculares registrados por las estaciones semipermanentes de conteo (ADR), las cuales son estaciones que registran los vehículos que pasen por la sección de la vía donde estén ubicados, durante las 24 horas del día. Es decir, dichas estaciones registran los volúmenes diarios en vehículos mixtos sin tener en cuenta motos [4].

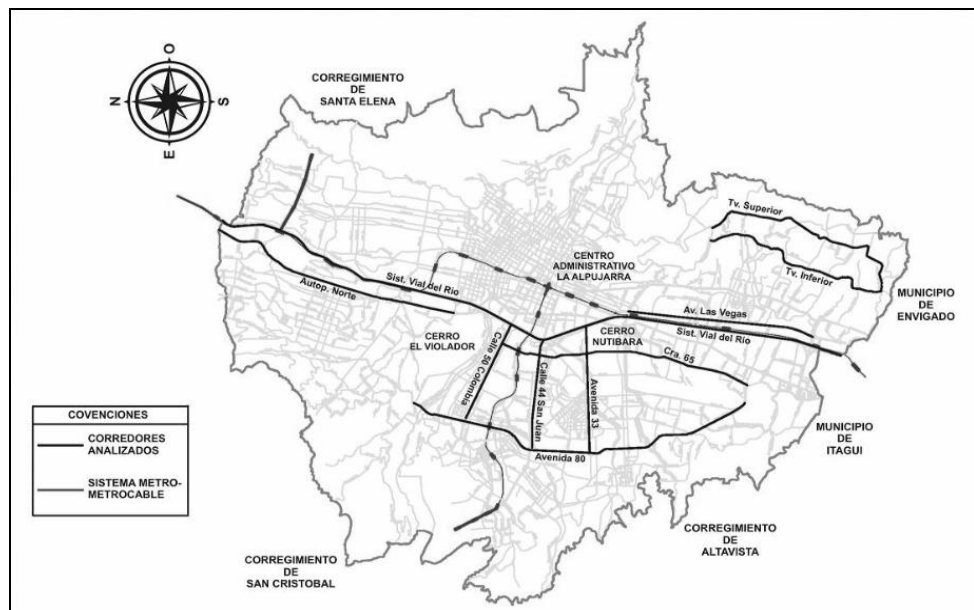
#### 3.1.1 Estaciones semipermanentes de conteo

Estas estaciones están distribuidas a lo largo de la malla vial de Medellín. La Secretaría de Transportes y Tránsito cuenta con dos equipos que capturan la información suministrada por

estos ADR, por lo que se tiene registro de al menos una semana por año de los volúmenes de cada estación, pues se rotan los equipos entre las 34 estaciones disponibles. Para el análisis de las estaciones semipermanentes de conteo (ADR) se tomó en un principio la información correspondiente a los años 2004, 2005, 2006 y 2007, teniendo presente que no todas las 34 estaciones de conteo tienen registro consecutivo durante estos 4 años.

#### 3.1.2 Corredores viales

Como las estaciones semipermanentes de conteo están ubicadas en sitios puntuales de la ciudad y están distribuidas por todo Medellín se decidió agruparlas de acuerdo a las características de flujo que presentaban y se establecieron unos corredores viales a las cuales pertenecían [4]. En la Figura 1 se muestran los corredores viales escogidos para el análisis de la información.



**Figura 1.** Corredores viales analizados  
**Figure 1.** Analyzed road corridors

Se tomó una estación Maestra por cada corredor vial, de ella se analizaron los datos de los ADR de años anteriores (2001 al 2004) y se realizaron proyecciones. A partir de los datos de esta estación se proyectaron las otras estaciones de

ese corredor para los años 2004-2008 como si no hubiera habido pico y placa en Medellín, es decir, se analizó cómo hubiera sido el incremento del flujo vehicular durante estos años sin restricción alguna.

Se analizó la medida del pico y placa por corredores viales (9 en total) teniendo en cuenta que los datos de los flujos vehiculares **sin pico y placa** y algunos **con pico y placa** son proyecciones de datos de años anteriores lo que puede incidir en la calidad de estos datos.

Se analiza el comportamiento del flujo vehicular en dos instancias:

*Durante todo el día:* se analiza si los picos del día han sufrido algún cambio como desplazamiento, expansión, achatamiento o desaparición, y si la medida sirvió en general en las diferentes calzadas de cada corredor vial.

*Durante las horas pico:* se analiza el porcentaje de variación de la medida entre tener pico y placa y no tenerlo en los dos horarios pico del día, identificando por año el comportamiento, y si la medida sirvió en estas horas pico en las diferentes calzadas de cada corredor vial.

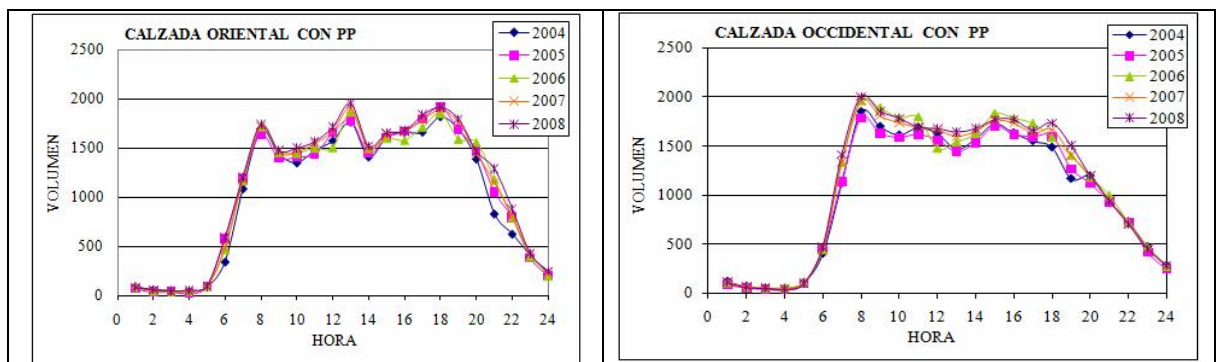
### 3.1.3 Volúmenes vehiculares con pico y placa

Para cada estación analizada, se tomó el promedio horario semanal de cada año teniendo

en cuenta sólo los volúmenes registrados de lunes a viernes, que son los días donde hay pico y placa, y se grafica simultáneamente con los años consecutivos, de tal manera que se puede observar la variación horaria del volumen y el incremento o la disminución de éste en las horas pico debido a la medida del pico y placa.

Para las estaciones en las que faltaban datos se hizo estimativo acorde con los demás datos disponibles realizando ajustes por regresión [4].

Para el año 2008 se realizó el mismo procedimiento ya que sólo se tenía información del segundo semestre del año donde se había aplicado el pico y placa al 40% de los vehículos por lo que se proyectó el valor del primer semestre del año, es decir, cuando sólo se aplicaba al 20% de los vehículos. La Figura 2 muestra, como ejemplo, el resultado del procedimiento descrito para la estación semipermanente de conteo llamada *Politécnico*.



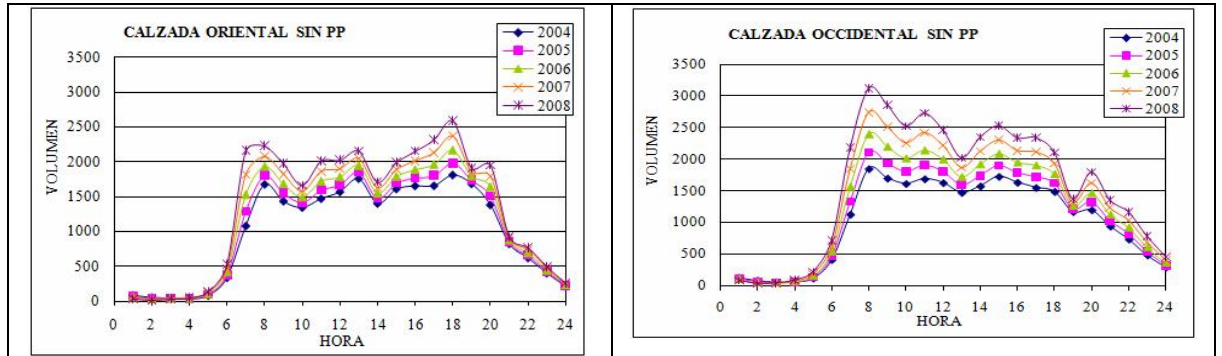
**Figura 2.** Volumen horario con pico y placa. Estación: Politécnico  
**Figure 2.** Hourly Volumes with restriction. Station: Politécnico

### 3.1.4 Volúmenes vehiculares sin pico y placa

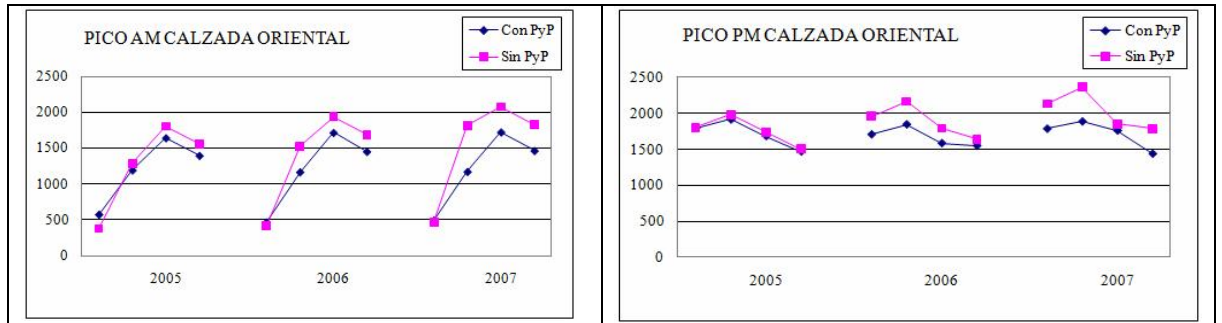
A partir de los incrementos promedio obtenidos en las estaciones maestras de los corredores viales definidos en el estudio, se hicieron las respectivas proyecciones para la situación **sin pico y placa**. La Figura 3 presenta un ejemplo de los resultados obtenidos para este caso de la estación *Politécnico*

### 3.1.5 Volúmenes vehiculares con y sin pico y placa en horas de restricción

Así mismo, ya teniendo información **con y sin pico y placa** se procedió a comparar los dos escenarios en el período pico de la mañana (6:30 – 8:30) y de la tarde (17:30 – 19:30). La Figura 4 presenta el resultado obtenido para la estación *Politécnico*.



**Figura 3.** Volumen horario sin Pico y Placa. Estación: Politécnico  
**Figure 3.** Hourly Volumes without restriction. Station: Politécnico



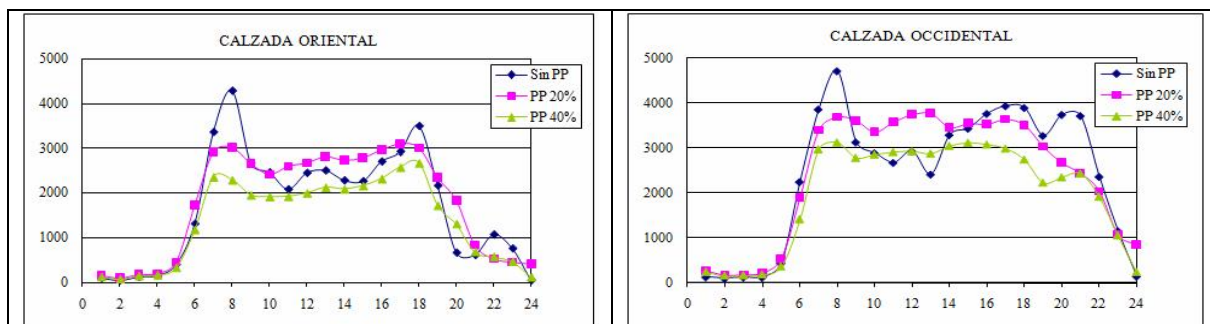
**Figura 4.** Volúmenes vehiculares con y sin Pico y Placa en horas de restricción. Estación Politécnico  
**Figure 4.** Vehicle volumes with and without restriction in peak hours. Station: Politécnico

Se analizó por corredores viales el porcentaje de variación de la medida al pasar de tener pico y placa a no tenerlo, señalando valores aceptables y críticos. Se tuvo en cuenta flujo homogéneo, donde la medida de pico y placa reduce en menos del 20% el flujo vehicular por las excepciones que se otorgan a cierto tipo de vehículos, pero a la vez en promedio el parque automotor aumenta aproximadamente un 6 a 7% anual [5]. Teniendo en cuenta lo anterior, si el porcentaje de variación de la medida de pasar de tener pico y placa a no tener pico y placa en los dos horarios pico del día era mayor al 85% (reducción del 15%) la medida no estaba siendo efectiva, era aceptable si circulaban entre el 85% y el mismo número de vehículos que se tenían el año anterior, pero si era mayor a ese número, pasaba a ser crítico. Se encuentra que cerca del 50% de los períodos horarios en las horas de

restricción son críticos ya que la reducción del volumen vehicular no es mayor al 15% estimado, aunque debe resaltarse que este es un valor promedio pues hay corredores con mayor o menor disminución del volumen, posiblemente debido al control que pueden ejercer las autoridades para el cumplimiento de la medida por parte de la sociedad.

*3.1.6 Volúmenes vehiculares del año 2008*

En forma independiente se analizan los datos del año 2008 teniendo en cuenta cómo es el flujo sin pico y placa, con pico y placa con dos placas al día (20%) y con cuatro placas al día (40%), de las estaciones que se tenía valores como se viene aplicando desde el segundo semestre del año. La Figura 5 presenta como ejemplo el resultado obtenido en la estación *Autopista Sur-Avenida 33*.

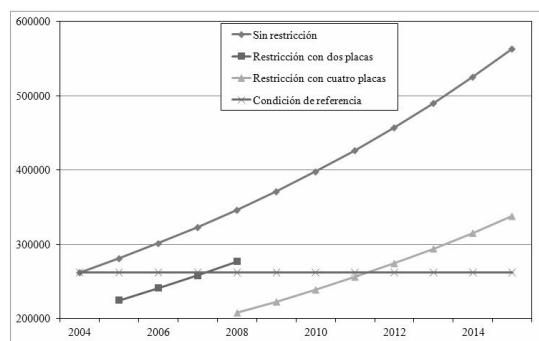


**Figura 5.** Volúmenes horarios sin Pico y Placa y con Pico y Placa del 20 y 40%. Estación: Autopista-Av. 33  
**Figure 5.** Hourly volumes without restriction and with 20% and 40% restriction. Station: Autopista-Av. 33

### 3.2 Análisis de la evolución en el tiempo del pico y placa

Con un análisis del incremento de vehículos en la ciudad y la aplicación del Pico y Placa, se identifica que en cierto período de tiempo la medida es obsoleta, por lo que es temporal.

Si existían aproximadamente 262166 vehículos particulares en la ciudad en el año 2004 que tienen un crecimiento anual del 7,2% y se aplicó el Pico y Placa en el 2005 reduciendo el número de vehículos particulares en un 20%, se observa en la Figura 6 que en el año 2008 la medida debe ser revaluada ya se alcanza nuevamente el nivel inicial; situación que efectivamente en dicho año se modifica ampliando la restricción a cuatro placas por día, es decir restricción al 40%, pero sucede que nuevamente en el año 2012 se alcanza la situación de referencia.



**Figura 6.** Evolución temporal del volumen vehicular sin Pico y Placa y con Pico y Placa del 20 y 40%  
**Figure 6.** Vehicular volume temporal evolution without restriction and with 20% and 40% restriction

La medida podría ampliarse por ejemplo al 50% de restricción, es decir, cuando sólo pueden salir a circular por las vías los vehículos particulares con placas pares o impares, pero no es efectiva la medida ya que las personas compran otro vehículo con placa distinta a la que tienen y siguen circulando produciendo la misma congestión que se tenía anteriormente. Se puede afirmar entonces que el crecimiento del parque automotor reduce con el tiempo la efectividad de la medida [5].

Los efectos del exceso de vehículos en la ciudad son incalculables desde una dimensión pública. Éstos se reflejan en una mayor congestión vehicular que implica mayores tiempos en los desplazamientos en algunos sectores, también en más contaminación atmosférica por fuentes móviles y mayor uso de combustibles. De otro lado la mayor circulación implica a su vez un mayor deterioro de las vías y de esta manera mayores recursos para financiar sus reparaciones. De igual forma, los excesos de oferta de transporte público generan menores posibilidades de conseguir el ingreso requerido a quienes dependen de estas actividades, además la accidentalidad en las vías se incrementa generando mayores costos en la administración de tránsito, compañías de seguros y el sistema judicial.

En las circunstancias actuales, cuando el proyecto para dar solución a las deficiencias del transporte masivo en la ciudad sigue siendo sólo eso, un proyecto del que además no se tiene una solución concreta a la vista, el remedio del Pico y Placa generalizado corre el riesgo de



convertirse en un remedio peor que la enfermedad si no se maneja adecuadamente [6]

### 3.3 Emisiones vehiculares

Según estudios del Área Metropolitana del Valle del Aburrá [7], las fuentes móviles aportan el 60% de la contaminación, las industrias el 30% y las fuentes fugitivas como las construcciones contaminan el aire de Medellín en un 10%, teniendo en cuenta el crecimiento urbanístico en el que se encuentra la ciudad. Según la Secretaría de Medio Ambiente, en Medellín circulan diariamente 495 mil vehículos y es precisamente el sector transportador el responsable del 66% de la contaminación atmosférica de la ciudad [8].

Según la Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín [3], en la ciudad han dejado de circular en las 4 horas de la medida unos 40 mil

vehículos, que la contaminación se ha reducido y no se traslada para otras horas por tratarse de la hora clave, y se adelantan campañas para capacitar conductores y mejorar sus prácticas de conducción.

La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Medellín está haciendo estudios de la calidad del aire durante todos los meses del año y toma promedios de las diferentes emisiones que se producen tanto a nivel industrial como del sector transporte en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en diferentes estaciones distribuidas por toda la ciudad, denominadas Corantioquia, Edificio Miguel de Aguinaga, Guayabal, Politécnico, UdeA, UdeM, Unalmed y UPB [7].

Las Tablas 1 a 3 presentan un resumen por año de las diferentes emisiones desde el 2004 (donde no se tenía pico y placa) hasta el 2007 (años con pico y placa) a condiciones de referencia [ $\text{Ug}/\text{m}^3$ ] en diferentes estaciones de la ciudad.

**Tabla 1.** Concentración de material particulado TSP 2004 – 2007  
**Table 1.** TSP Concentration 2004 – 2007

Estación	Año				Variación (%)		
	2004	2005	2006	2007	2004-2005	2005-2006	2006-2007
<b>Aguinaga</b>	105	102	101	126	-2,9	-1,0	24,8
<b>Guayabal</b>	105	98	101	105	-6,7	3,1	4,0
<b>Politécnico</b>	108	111	100	110	2,8	-9,9	10,0
<b>UdeA</b>	94	91	93	113	-3,2	2,2	21,5
<b>UdeM</b>	80	75	79	85	-6,3	5,3	7,6
<b>Unalmed</b>	129	118	133	141	-8,5	12,7	6,0
<b>UPB</b>	80	71	80	84	-11,3	12,7	5,0

**Tabla 2.** Dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en ambiente 2004 – 2007  
**Table 2.** SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> Concentration 2004 – 2007

Estación	Cont	Año				Variación (%)		
		2004	2005	2006	2007	2004-2005	2005-2006	2006-2007
<b>Aguinaga</b>	SO <sub>2</sub>	8	8	1	3	0,0	-87,5	200,0
	NO <sub>2</sub>	49	29	21	43	-40,8	-27,6	104,8
<b>Politécnico</b>	SO <sub>2</sub>	10	6	1	5	-40,0	-83,3	400,0
	NO <sub>2</sub>	44	47	37	51	6,8	-21,3	37,8
<b>Unalmed</b>	SO <sub>2</sub>	11	7	4	4	-36,4	-42,9	0,0
	NO <sub>2</sub>	42	41	36	52	-2,4	-12,2	44,4
<b>UPB</b>	SO <sub>2</sub>	7	6	3	3	-14,3	-50,0	0,0
	NO <sub>2</sub>	35	40	29	35	14,3	-27,5	20,7

**Tabla 3.** Concentración de material particulado PM10 2004 – 2007  
**Table 3.** PM10 Concentration 2004 – 2007

Estación	Año				Variación (%)		
	2004	2005	2006	2007	2004-2005	2005-2006	2006-2007
<b>Aguinaga</b>	62	60	58	73	-3,2	-3,3	25,9
<b>Corantioquia</b>	61	59	58	67	-3,3	-1,7	15,5
<b>Guayabal</b>	68	63	63	65	-7,4	0,0	3,2

El comportamiento de la emisiones estudiadas a condiciones de referencia [ $Ug/m^3$ ] ha sido variable con aumento y disminución inconstante desde el 2004 al 2007. El comportamiento de la concentración de material particulado TSP ha sido variable. Igual sucede con el dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), su concentración promedio en 2007 es mayor en 16% a la del 2004. Con el dióxido de azufre ( $SO_2$ ) se presenta una disminución del 50% del 2004 al 2007, que no concuerda con el comportamiento de otros gases, por lo que no se puede afirmar que la contaminación ambiental disminuye en forma notoria con la aplicación del pico y placa.

#### 4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del comportamiento de los volúmenes vehiculares al aplicar la medida del Pico y Placa con restricción de dos placas por día (alrededor de un 18 % menos del volumen circulante en horas pico debido a la exención de algunos vehículos), se observa cómo los picos marcados presentados en los análisis para los mismos años como si no hubiera habido medida, se reducen considerablemente, es decir que los picos se “achataron” en las horas de mayor congestión.

El fenómeno descrito muestra la tendencia del Pico y Placa a distribuir la congestión a lo largo del día, haciendo que los tiempos de viaje y las velocidades de recorrido en las horas pico mejoren, pero aumenten en las horas valle, de hecho es común el comentario de que en las tradicionales horas pico hay más fluidez vehicular que en las demás horas del día, por lo que ya no son horas pico.

Al analizar los resultados que se obtienen para el año 2008, donde se comparan los volúmenes

proyectados para ese año sin pico y placa, y con pico y placa del 20%, y con los datos reales de restricción del 40 %, se observa una tendencia en las horas pico a disminuir el flujo vehicular en casi 10%, por el contrario en las horas valle se nota un incremento del 8% en promedio. Esto evidencia que el efecto de la medida disminuye la congestión en las horas pico, pero la traslada a las horas “valle”, creando un pico constante, lo cual se observa por ejemplo en la avenida regional, donde existe una constante congestión que disminuye considerablemente a partir de las 17:30. Esto es debido a que en general las personas prefieren seguir usando su vehículo particular los días de pico y placa y eligen usar las horas valle para circular.

Se puede afirmar que el crecimiento de vehículos automotores reduce con el tiempo la efectividad de la medida del Pico y Placa, a 3 años esta medida sería obsoleta para el caso de restricciones del 20%, y a 8 años, en el caso de restricciones mayores, por lo que puede concluirse que es una medida temporal y que por sí sola no soluciona el problema de fondo de la movilidad. En la actualidad (2008) era necesario un aumento de la medida restrictiva al 40% de los vehículos, tal y como se hizo, pero para años futuros se necesita ofrecer opciones diferentes como un transporte público accesible, eficiente y seguro u ofrecer estructuras que permitan utilizar modos no motorizados como ir caminando o en bicicleta.

La ampliación de la restricción del pico y placa debe hacerse siempre y cuando el usuario del vehículo particular tenga buenas opciones en transporte público para así dejar el vehículo en casa, de lo contrario seguirá tratando de usar su vehículo particular, o peor aún, motivando la plurimotorización (personas y familias con dos o más autos).

En el tema ambiental: el comportamiento de la emisiones estudiadas a condiciones de referencia [ $\text{Ug}/\text{m}^3$ ] ha sido variable con aumento y disminución inconstante desde el 2004 al 2007. La disminución de la contaminación no corresponde con lo esperado por la restricción a la circulación de vehículos.

### REFERENCIAS

- [1] VÉLEZ, A. Análisis comparativo antes y después de la implementación de la medida de pico y placa. Secretaría de Transportes y Tránsito. Medellín. 2005.
- [2] GONZÁLEZ, C, OSPINA, F. Estrategias tarifarias y/o racionamiento del uso del vehículo particular por medio del sistema de restricción de pico y placa con aplicación a algunas zonas de Medellín. Trabajo de Grado. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2004.
- [3] SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y TRÁNSITO. Municipio de Medellín. Estudio técnico para una racionalización del uso del transporte en la ciudad de Medellín . 2004.
- [4] FARBIARZ, V. Medidas para la restricción a la circulación vehicular en Medellín. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Medellín. 2008.
- [5] SARMIENTO, I, GONZÁLEZ, C, OSPINA, F. Evaluación de la medida de pico y placa en Medellín. XIV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Río de Janeiro. 2007.
- [6] GONZÁLEZ, C. Estrategias tarifarias y desestimulación del uso del vehículo particular por medio del pico y placa en Medellín. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Volumen 8 N. 14. pp 93-108 Enero – Junio 2009.
- [7] ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Actualización del inventario de emisiones atmosféricas en el Valle de Aburrá, con georeferenciación de éstas. Inventario de emisiones de fuentes móviles –ETROME– Manual del usuario convenio 323 de 2005. Universidad Pontificia Bolivariana – AMVA. Medellín. 2006.
- [8] UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA - UPB. Monitoreo de la calidad del aire. Museo de Antioquia. Informe final. Medellín. 2006.