

EMISIONES VEHICULARES

Héctor G. Riveros

Enrique Cabrera

José Martínez

Instituto de Física
UNAM

ÍNDICE

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Emisiones de monóxido de carbono (CO) por marca y modelo	8
3. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Chrysler	19
4. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Ford	24
5. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos General Motors	29
6. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Nissan	34
7. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Volkswagen	39
8. Conclusiones	45
9. Apéndice: Contaminación y manejo	47
Referencias	49

Resumen

El análisis de los datos de la revisión vehicular obligatoria nos proporciona valiosa información que puede ser utilizada por los habitantes de ciudades con problemas de contaminación atmosférica, por los fabricantes de vehículos y por las autoridades de dichas ciudades. Su valor reside en que:

- Los habitantes, al conocer la magnitud de las emisiones vehiculares, pueden tomar una decisión documentada para comprar, vender o conservar un automóvil.
- Los fabricantes estén en condiciones de asegurarse de que sus vehículos pasen con facilidad la revisión obligatoria y así tener mayor demanda en el mercado.
- Las autoridades para predecir los niveles de medición de contaminantes mediante el uso de modelos matemáticos que utilicen la información sobre los niveles de emisión vehicular; además de servirse de los mismos datos para obtener un análisis comparativo sobre el desempeño de los verificentros.

Los verificentros ubicados en el Distrito Federal atendieron 1'282,338 vehículos durante el primer semestre del año 2000. Se escogieron los datos relacionados con las emisiones por el tubo de escape, en particular los de la Prueba de Aceleración Simulada (PAS 5024) para el monóxido de carbono, porque con la introducción de la inyección del combustible y del convertidor catalítico se han reducido ostensiblemente las emisiones vehiculares. Se consideró innecesario analizar los vehículos anteriores al modelo 1990, dotados todos ellos de carburador, con emisiones parecidas.

En una primera parte se proporciona información en forma de tablas que registran las emisiones de monóxido de carbono de las diferentes marcas, haciendo una comparación entre datos de una misma submarca con diferentes modelos.

Una segunda parte, formada por gráficas, muestra las emisiones de monóxido de carbono, comparando una misma marca y mismo modelo con diferentes submarcas. Se eligió el monóxido de carbono dado que se pueden comparar con las mediciones en la atmósfera de la ciudad que existen a lo largo de varios años, lo que no se tiene de los hidrocarburos. Los convertidores catalíticos usados en los diferentes modelos tienen eficiencias diferentes para oxidar el monóxido de carbono.

Análisis comparativo de la verificación obligatoria: 2000

1. Introducción

En la decisión de reparar, vender o comprar un vehículo intervienen muchos factores: precio, estilo, comodidad, rendimiento, aceleración, seguridad, confiabilidad y facilidad de manejo, entre otros, éstos son los elementos que tradicionalmente tomamos en cuenta. Los problemas de la contaminación han introducido un nuevo punto a examinar: las emisiones que produce el vehículo. El costo aparente de un automóvil, calculado como el costo inicial más los gastos de mantenimiento y combustible, no considera elementos como son los gastos asociados al deterioro del ambiente; esto es, los daños a la salud, a la vegetación y a los bienes.

En las grandes ciudades la principal fuente de contaminación son los automóviles, si se analiza que la mayor parte de la energía proviene de la combustión de derivados del petróleo. En la Ciudad de México el consumo de combustible vehicular es cinco veces mayor que el del industrial. La industria usa quemadores continuos cuya emisión de contaminantes es menor, por unidad de energía consumida, que la combustión por explosión en un motor. Por otra parte las emisiones de los vehículos se producen a nivel del piso o dentro de las casas, por lo que estamos expuestos a concentraciones mucho mayores que las registradas en los medidores de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, la cual analiza muestras tomadas a seis metros sobre el nivel del suelo. El procedimiento anterior se hace para asegurar que se midan concentraciones promedio en un área representativa.

Una consideración adicional la conforman efectos globales y de largo plazo que se conocen con el nombre de efecto invernadero. A partir del siglo pasado, cuando se generalizó el uso del petróleo, la concentración de bióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera comenzó a incrementarse; al igual que nuestra inquietud por la tendencia ascendente asociada al aumento en el consumo de combustibles fósiles. Este gas absorbe la luz en el infrarrojo que radia la tierra y reduce la disipación de energía; lo que se traduce en una elevación de la temperatura del planeta, de manera semejante a como trabajan los vidrios en un invernadero.

Los principales contaminantes del aire que respiramos emitidos por los vehículos son:

- Monóxido de carbono, (CO), gas venenoso que combinado con la hemoglobina de la sangre; reduce, en última instancia, el flujo de oxígeno necesario para las actividades corporales.
- Hidrocarburos, (HC), moléculas orgánicas precursoras de la formación de ozono, que pueden ser tanto tóxicas como carcinógenas y los hidrocarburos quemados parcialmente que originan el hollín.

- Bióxido de azufre (SO₂), reacciona con la humedad para generar lluvia ácida y partículas que afectan las vías respiratorias. Este gas reduce también la eficiencia del catalizador instalado en los vehículos.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x), precursores del ozono e irritantes de las vías respiratorias; reaccionan con la humedad para formar lluvia ácida y propician la generación de partículas.

Los hidrocarburos quemados parcialmente y los compuestos derivados de los óxidos de azufre y nitrógeno dan origen a partículas que, por su tamaño menor a 10 micras, penetran los alvéolos pulmonares, con lo cual agravan las enfermedades respiratorias y cardiovasculares además pueden desencadenar efectos carcinógenos. Las partículas menores a 2.5 micras dispersan la luz y por ello reducen la visibilidad.

Las emisiones vehiculares suelen clasificarse en dos categorías: evaporativas y de escape. En México las normas para los vehículos nuevos, estipuladas a partir de pruebas que se efectúan en fábrica, sólo incluyen las emisiones de escape y establecen un límite expresado en gramos por kilómetro en las emisiones de CO, HC y NO_x. El límite es el mismo sin importar la cilindrada. Sin embargo, en las pruebas obligatorias de verificación vehicular se establece un límite que se expresa en porcentaje del volumen, por lo que si dos vehículos de diferente cilindrada arrojan la misma concentración de HC y CO, el de mayor cilindrada arroja una mayor cantidad de contaminantes que el otro.

En el caso de las emisiones evaporativas, que no se regulan en México, existen varios factores para determinarlas, uno de ellos es el rendimiento, ya que a mayor consumo se propicia una mayor evaporación. Otro es aplicando un exceso de presión al tanque de gasolina y medir su rapidez de cambio.

A pesar de que durante varios años se ha realizado la verificación obligatoria, el estudio de los resultados no se ha dado a conocer. En este trabajo se intenta mostrar algunas de las posibles interpretaciones que se obtienen al agrupar la información derivada de la verificación obligatoria, en forma tal, que se facilite su análisis.

Dispusimos de una extensa base de datos que incluye las medidas realizadas en Verificentros del Distrito Federal y que abarcó cerca de un millón trescientos mil vehículos. Por esta razón es recomendable centrar la atención en alguno de los parámetros más significativos y de interés general, esto es, en las emisiones de monóxido de carbono 5024.

PAS 5024.- Ciclo de prueba de un vehículo en dinamómetro utilizando la prueba de aceleración simulada (PAS), en donde a una velocidad constante de 24 Kilómetros por hora, se aplica una carga externa al motor equivalente al 50 por ciento de la potencia requerida para acelerar al vehículo a una tasa de aceleración de 5.6 kilómetros por hora por segundo.

La base de datos discrimina la información por centro de verificación y en el orden temporal en que llegaron los vehículos a verificar. Contiene datos de identificación del automóvil y del propietario, kilometraje en el odómetro, lecturas de las concentraciones de monóxido de carbono, hidrocarburos, bióxido de carbono y oxígeno en el escape, para las

pruebas PAS-5024 y PAS-2540. Las medidas de oxígeno y bióxido de carbono permiten detectar la adición de aire como medio de dilución. También contiene datos acerca de la línea de medición, la duración del proceso de verificación y el nombre del operador. Como se señaló anteriormente, la abundante información hizo necesario, para su interpretación, generar una o más nuevas bases de datos que resultan al seleccionar y ordenar la base original.

Una primera opción consiste en mantener el número total de verificaciones, sean aprobatorias o de rechazo. Dado que los vehículos rechazados pueden volver a verificarse y ser aprobados posteriormente, se decidió seleccionar únicamente los aprobados para evitar tomar en cuenta, dos o más veces, un mismo vehículo; y así garantizar una sola lectura por cada uno.

Se recomienda un análisis de los vehículos rechazados para detectar la causa de su mal funcionamiento, mediante pruebas o datos adicionales, tales como: consumo de aceite, compresión de cada cilindro, forma y tiempo de la chispa, estado de las bujías y condiciones del convertidor catalítico, entre otros. Esto permitiría establecer límites de emisiones compatibles con gastos de mantenimiento razonables, o sea que un motor cuidado razonablemente, debería pasar sin dificultad las pruebas.

Ahora bien, para analizar la información utilizaremos diferentes criterios o indicadores, por marca y modelo, entre los cuales están:

1. El valor promedio de emisión obtenido como la suma de emisiones, dividida entre el número de vehículos aprobados
2. La emisión media definida como el valor de la emisión que está a la mitad de la lista ordenada de las mismas
3. El porcentaje de aprobación definido como cien veces el número de vehículos aprobados entre el número total de unidades aprobadas y rechazadas, por problemas con las emisiones en la muestra
4. La curva de emisiones definida como la figura obtenida al acomodar, en orden creciente, el valor de las emisiones de los vehículos aprobados de una misma marca y modelo; y representar en gráficas las emisiones contra el número de orden, o sea el número de vehículos. El valor en el eje horizontal se normalizó al dividir entre el número de unidades y se multiplica por cien para obtener una escala que nos indica el porcentaje de las unidades en la muestra. Al eliminar los datos de los automóviles rechazados se asegura que cada uno contribuye con un dato.

El primero de los indicadores es por lo general, muy usado pero tiene el inconveniente de que resulta muy afectado por las emisiones de los vehículos, aunque sean pocos, con altos índices de emisión. El segundo proporciona una interpretación sencilla, aunque se pierde información en los extremos de la distribución. El tercero sirve para evaluar la probabilidad de pasar o no la revisión, lo cual puede afectar la decisión de compra de un vehículo. El cuarto de los indicadores presenta la mayor riqueza interpretativa. Como las emisiones se encuentran en el orden temporal en que se adquirieron, se comienza por ubicarlas en forma creciente de magnitudes; se inicia con la menor para terminar con el

valor máximo De esa manera se puede construir una gráfica con el número de vehículos en el eje horizontal (X) y el valor de las emisiones en el eje vertical (Y). Como las muestras tienen una gran cantidad de datos y cada una diferente número de vehículos, se tomaron diez datos representativos de cada muestra para comparar las curvas. Con el número de vehículos normalizado a 1 se graficaron los datos con $X = 0.05$, $X = 0.15$, ... , $X = 0.95$, esta curva de emisiones permite visualizar el valor promedio como el área bajo la curva y la media como el valor que tiene para el centro del eje horizontal ($X = 0.55$).

Este último indicador es, a nuestro juicio, el más útil y con mayores posibilidades de análisis; por eso lo escogimos en este trabajo para mostrar los resultados, ya que facilita la comparación de las emisiones de las diferentes marcas, submarcas y modelos.

Para el análisis de la base de datos primero buscamos el auto con el mayor número de unidades circulando dentro de la ciudad, este fue el Volkswagen Sedan modelo 1991 con 21103, la gráfica que se obtuvo con los datos de estos autos se utilizó como patrón de referencia. Usando únicamente los datos de los VW-Sedan-1991 se eligieron todas las líneas de los verificentros que revisaron más de 20 de estos autos, al obtener los diez datos representativos de cada una de ellas se compararon con la gráfica de referencia y tomando la emisión media de ésta con un margen de $\pm 15\%$ se seleccionaron las 65 líneas que ocupamos para este estudio. Después de tomar todas las submarcas y modelos con cien o más autos dentro de éstas líneas la base quedó conformada por 159,385 autos que circulan en el DF.

Inicialmente se tomaron en cuenta las emisiones asociadas a las diferentes marcas para los modelos entre 1990 y 2000 partiendo del hecho de que, al comprar un vehículo, interesa conocer cuáles son las marcas y los modelos que emiten menos contaminantes, lo que, a su vez, representa un indicador de la facilidad de aprobar la revisión obligatoria y afecta, necesariamente, el precio de reventa, en caso de que se decida vender el vehículo.

2. Emisiones de monóxido de carbono (CO) por marca y modelo

En las siguientes páginas se muestran las tablas y algunas gráficas con los datos de las emisiones de monóxido de carbono de los vehículos que, entre el 01-01-2000 y 01-07-2000, pasaron la revisión obligatoria, los datos están agrupados por marca y se comparan los diferentes modelos de cada submarca. La última columna de cada gráfica muestra el número final de vehículos que se utilizaron para este estudio.

El límite máximo admisible de emisiones de monóxido de carbono fue de 3.0% en volumen para los vehículos de 1987 a 1993, y este límite se redujo a 2.0% en volumen para los de los años 1994 y posteriores.

Puede advertirse que hubo algunos vehículos que fueron aprobados no obstante que estaban fuera de norma. Para los de 1990 la diferencia entre marcas es pequeña, con una media que varía entre 0.21 a 0.52%; para los de 1991 se reduce a un rango entre 0.04% y 0.35% (se nota claramente la reducción en las emisiones debida a los convertidores catalíticos), para los de 1992 y 1993 la media decreció aún más; y en los modelos de 1994 a 2000 la media para el 81% de las submarcas y modelos aquí mencionadas resultó menor o igual a 0.1%; para estos mismos modelos ahora separados por marca el porcentaje queda de la siguiente manera: Chrysler-74%, Ford-83%, GM-81%, Nissan-68%, VW-93%.

Debido al cambio obligatorio de convertidor catalítico para los modelos 1994 podemos observar dentro de las curvas que para éstos la media de emisiones tiene un valor más bajo que para los modelos de 1995.

CHRYSLER

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
CIRRUS	1997	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.09	0.23	236
NEON	1995	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.1	0.17	0.41	1198
NEON	1996	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.11	0.16	0.52	349
NEON	1997	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.09	0.21	243
NEON	1998	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.14	894
NEON	1999	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06	0.1	380
NEON	2000	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0.06	0.1	745
RAM_VAN_V6	1997	0.01	0.03	0.06	0.08	0.11	0.13	0.17	0.22	0.32	0.54	417
RAM_VAN_V6	1998	0.01	0.04	0.07	0.1	0.13	0.17	0.2	0.25	0.31	0.44	213
RAMCHARGER	1992	0.03	0.13	0.17	0.23	0.32	0.51	0.71	1.01	1.51	2.17	248
RAMCHARGER	1993	0.01	0.05	0.09	0.11	0.13	0.16	0.19	0.26	0.35	0.91	271
SHADOW	1990	0.03	0.13	0.19	0.25	0.34	0.47	0.68	0.97	1.33	2	856
SHADOW	1991	0	0.02	0.06	0.09	0.12	0.18	0.25	0.34	0.51	1.07	1047
SHADOW	1992	0.01	0.04	0.1	0.17	0.23	0.28	0.33	0.39	0.52	1.15	1293
SHADOW	1993	0	0	0.01	0.02	0.03	0.06	0.11	0.18	0.3	0.66	1509
SHADOW	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.17	0.28	0.7	1068
SPIRIT	1990	0.03	0.13	0.17	0.23	0.35	0.52	0.7	1.01	1.48	2.36	671
SPIRIT	1991	0	0.02	0.06	0.1	0.14	0.2	0.26	0.37	0.51	0.85	979
SPIRIT	1992	0.01	0.05	0.12	0.2	0.26	0.31	0.36	0.44	0.58	1.12	1320
SPIRIT	1993	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.21	0.35	0.62	1536
SPIRIT	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.1	0.18	0.34	0.62	982
SPIRIT	1995	0.01	0.03	0.07	0.1	0.15	0.2	0.23	0.3	0.42	0.68	416
STRATUS	1996	0	0.02	0.07	0.13	0.22	0.32	0.5	0.69	0.86	1.15	573
STRATUS	1997	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.2	0.33	0.59	1008
STRATUS	1998	0	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.3	0.44	0.63	1199
STRATUS	1999	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.25	293
STRATUS	2000	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.18	246
VOYAGER	1997	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.09	223
VOYAGER	1998	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.09	273

Figura 1: Para la submarca Neon se observa como las emisiones se reducen a medida que el modelo es más reciente.

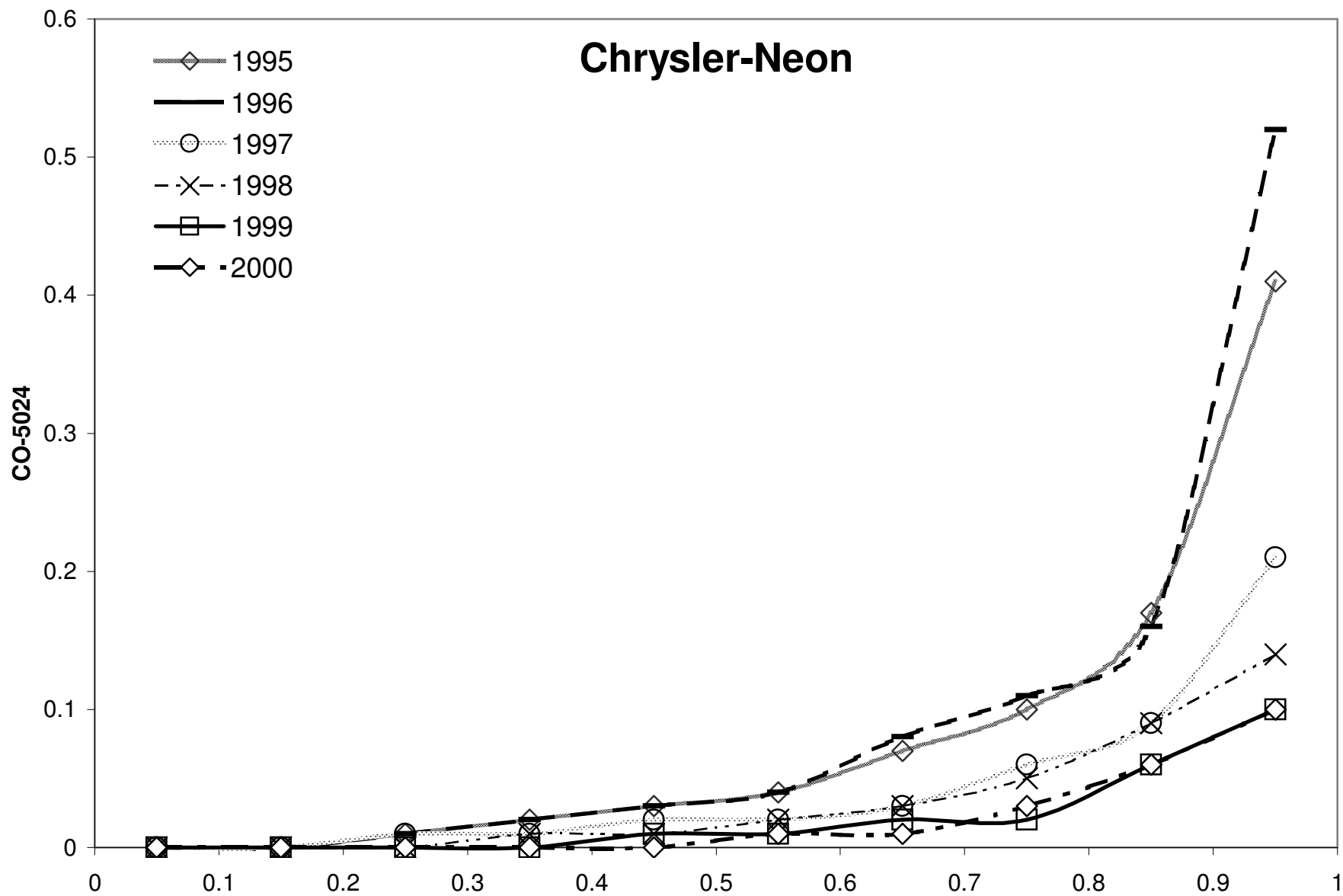


FIGURA 1

FORD

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
CONTOUR	1996	0	0.02	0.03	0.06	0.08	0.09	0.12	0.15	0.19	0.34	242
CONTOUR	1997	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.16	0.24	225
CONTOUR	1998	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.22	715
COUGAR	1990	0.02	0.1	0.16	0.21	0.24	0.29	0.42	0.62	1.03	1.98	206
COUGAR	1991	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.12	0.22	0.49	296
ESCORT	1994	0	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.16	0.29	316
ESCORT	1995	0	0.02	0.05	0.08	0.1	0.13	0.16	0.19	0.25	0.38	762
ESCORT	1997	0	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.2	0.29	1253
ESCORT	1998	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.14	0.24	1335
ESCORT	1999	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	340
F-250_P_UP	1992	0.05	0.16	0.25	0.35	0.53	0.79	1	1.25	1.48	2.22	205
FIESTA	1998	0	0.02	0.04	0.05	0.07	0.1	0.13	0.16	0.19	0.28	247
FOCUS	2000	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.1	228
G_MARQUIS	1992	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.15	0.19	0.3	0.55	319
G_MARQUIS	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.15	0.26	347
GHIA	1991	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.1	0.15	0.52	536
GHIA	1992	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.1	0.13	0.2	0.4	471
GHIA	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.13	0.32	646
GHIA	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.23	505
MYSTIQUE	1995	0	0	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.19	0.43	551
MYSTIQUE	1996	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.12	0.15	0.27	253
MYSTIQUE	1998	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.14	341
RANGR_P_UP	1997	0.03	0.1	0.11	0.12	0.13	0.15	0.18	0.21	0.25	0.32	354
RANGR_P_UP	1998	0.02	0.05	0.1	0.11	0.12	0.15	0.19	0.23	0.3	0.39	279
TOPAZ	1990	0.02	0.12	0.16	0.22	0.28	0.4	0.59	0.88	1.34	2.21	1538
TOPAZ	1991	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1	0.16	0.33	0.62	1244
TOPAZ	1992	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.21	0.31	0.59	1193
TOPAZ	1993	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.1	0.28	1370
TOPAZ	1994	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.19	722
WINDSTAR	1998	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.19	706

Figura 2: En esta gráfica podemos observar claramente la reducción de las emisiones de monóxido de carbono para el modelo 1994, presenta emisiones menores que los modelos 1995 y 1997, además comparables a las del modelo 1998.

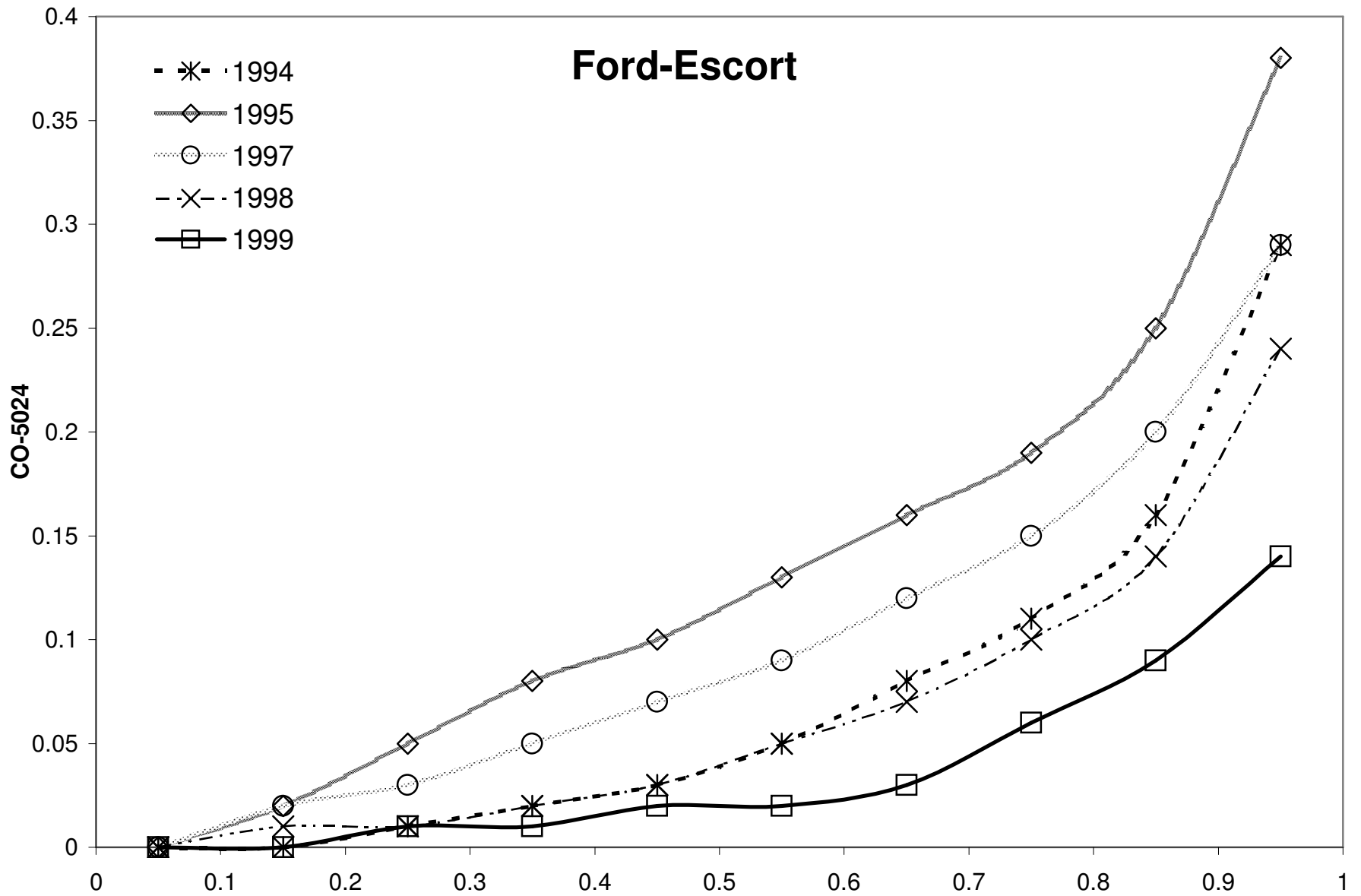


FIGURA 2

GENERAL MOTORS

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
CAVALIER	1991	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.14	0.24	0.5	0.74	553
CAVALIER	1992	0	0.01	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.23	0.5	0.71	812
CAVALIER	1993	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.14	0.56	1102
CAVALIER	1994	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.39	1433
CAVALIER	1995	0.01	0.03	0.06	0.1	0.13	0.16	0.21	0.28	0.36	0.57	688
CAVALIER	1996	0.01	0.02	0.05	0.08	0.12	0.16	0.2	0.27	0.34	0.55	568
CAVALIER	1997	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.16	0.2	0.26	0.35	0.49	691
CAVALIER	1998	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1	0.14	0.2	0.31	839
CAVALIER	1999	0	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.29	238
CENTURY	1991	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.27	0.54	200
CENTURY	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.33	232
CENTURY	1994	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.22	262
CHEVY	1994	0	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.11	0.2	944
CHEVY	1996	0	0.02	0.03	0.05	0.08	0.1	0.13	0.17	0.22	0.36	532
CHEVY	1997	0	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.16	0.23	0.38	1880
CHEVY	1998	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.12	0.17	0.31	3569
CHEVY	1999	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.1	0.13	0.22	1830
CHEVY	2000	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.1	0.13	836
CUTLASS	1990	0.02	0.07	0.15	0.21	0.28	0.42	0.6	0.9	1.3	2.19	338
CUTLASS	1991	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.23	0.4	0.73	489
CUTLASS	1992	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.17	0.33	0.73	485
CUTLASS	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.16	0.44	716
CUTLASS	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.39	551
CUTLASS	1995	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.14	0.29	259
CUTLASS	1996	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.23	257
EUROSPORT	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.27	276
MALIBU	1997	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.14	212
MALIBU	1998	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.1	377
MONZA	1997	0	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.27	937
MONZA	1998	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.1	0.2	1264
MONZA	1999	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.1	0.19	503
S10_BLAZER	1993	0	0.01	0.02	0.05	0.13	0.25	0.53	0.76	1.19	1.61	298
S10_BLAZER	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.1	0.19	0.84	257
SUBURBAN	1993	0.01	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.21	0.33	0.92	308
SUBURBAN	1994	0.01	0.05	0.09	0.14	0.18	0.24	0.31	0.46	0.6	0.86	305
SUBURBAN	1995	0.01	0.05	0.08	0.12	0.16	0.18	0.23	0.29	0.4	0.72	208
SUNFIRE	1997	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.09	0.16	401
SUNFIRE	1998	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.28	307
SUNFIRE	1999	0	0	0.01	0.02	0.03	0.07	0.1	0.13	0.19	0.39	231

Figura 3: La submarca Cavalier presenta tres grupos de sus modelos (en cuanto a emisiones se refiere), las emisiones más altas son de los 1995, 1996, 1997, un grupo intermedio de los 1991, 1992, 1998, 1999, y los de menores emisiones 1993 y 1994.

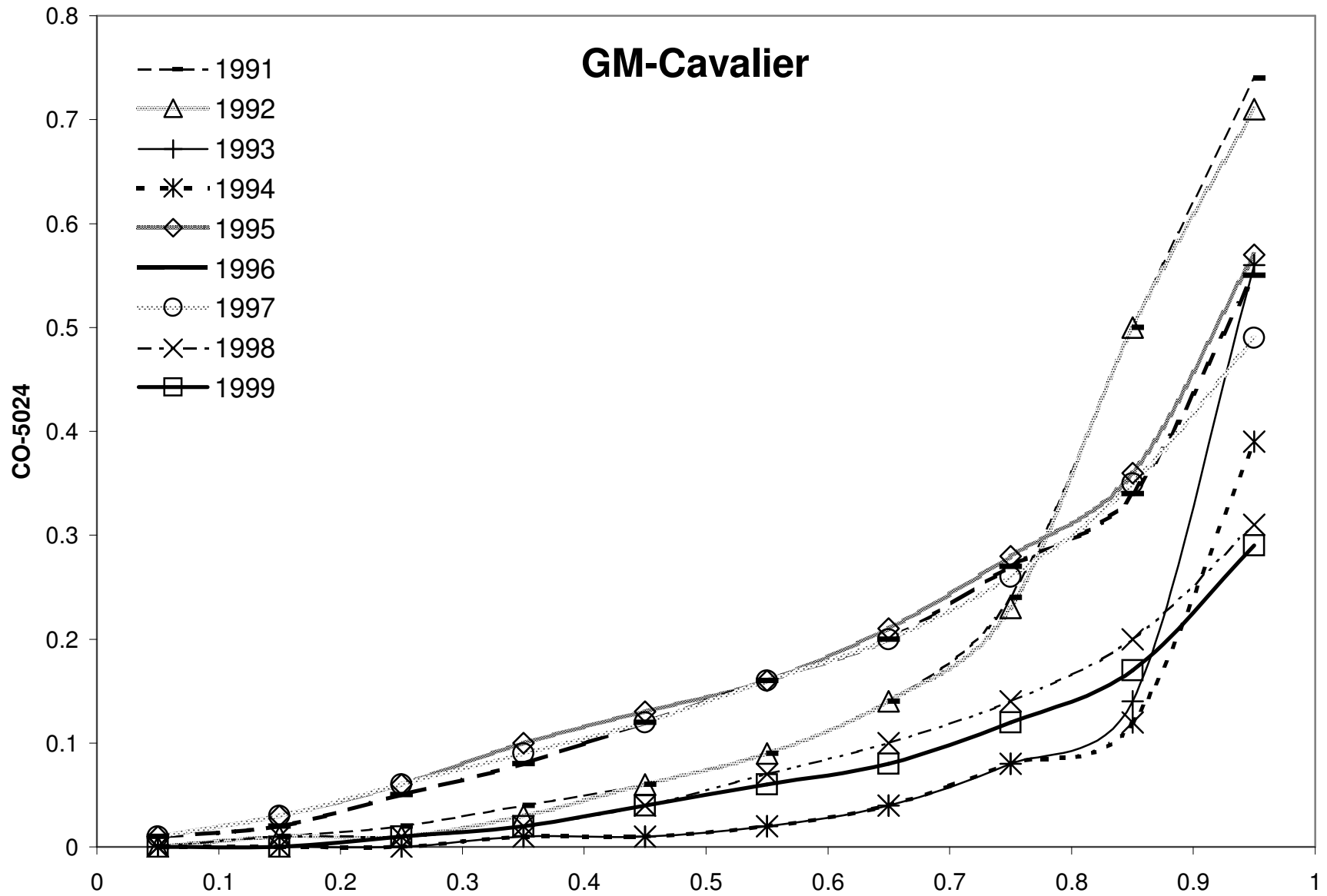


FIGURA 3

NISSAN

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
ALTIMA	1998	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.12	389
ICHI_VAN	1992	0.01	0.07	0.13	0.15	0.22	0.29	0.4	0.55	0.87	1.3	279
ICHI_VAN	1993	0.01	0.07	0.14	0.16	0.19	0.26	0.32	0.46	0.64	1.22	238
PICK_UP	1992	0.02	0.13	0.17	0.24	0.34	0.47	0.65	0.9	1.14	1.7	221
PICK_UP	1993	0.01	0.09	0.11	0.14	0.21	0.27	0.4	0.66	0.94	1.58	328
PICK_UP	1994	0	0.01	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.26	0.53	327
PICK_UP	1997	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.29	0.62	238
PICK_UP	1998	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.13	0.21	0.44	302
PICK_UP	1999	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1	0.13	0.16	0.26	220
SENTRA	1996	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.13	0.17	0.25	0.47	479
SENTRA	1997	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.23	0.3	0.44	878
SENTRA	1998	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.19	0.36	1256
SENTRA	1999	0	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.22	0.45	368
SENTRA	2000	0	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.12	0.16	0.27	528
TSUBAME	1993	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.19	0.35	379
TSUBAME	1994	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.17	0.51	314
TSUBAME	1995	0	0.02	0.03	0.05	0.07	0.1	0.15	0.18	0.23	0.55	219
TSURU	1990	0.01	0.03	0.11	0.15	0.18	0.21	0.29	0.38	0.62	1.24	537
TSURU	1991	0.01	0.06	0.1	0.12	0.15	0.21	0.27	0.36	0.54	0.82	225
TSURU	1992	0.01	0.04	0.07	0.11	0.15	0.2	0.29	0.43	0.64	1.15	3221
TSURU	1993	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.1	0.16	0.38	2878
TSURU	1994	0	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	0.1	0.17	0.47	2975
TSURU	1995	0	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1	0.14	0.19	0.31	0.57	1958
TSURU	1996	0	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.17	0.25	0.34	0.57	527
TSURU	1997	0.01	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.24	0.31	0.44	0.69	1797
TSURU	1998	0.02	0.04	0.07	0.1	0.12	0.15	0.19	0.24	0.32	0.56	2479
TSURU	1999	0.01	0.04	0.07	0.09	0.12	0.14	0.17	0.21	0.29	0.48	1229
TSURU	2000	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.18	0.31	695
TSURU_II	1990	0.03	0.12	0.15	0.18	0.2	0.24	0.3	0.41	0.68	1.31	1361
TSURU_II	1991	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17	0.23	0.32	0.47	0.73	1.3	2443

Figura 4: La marca Nissan presenta con el Tsuru una amplia distribución de las emisiones entre sus modelos desde el 1990 hasta el 2000. Hay que notar que los modelos 1993 y 1994 tienen las menores emisiones.

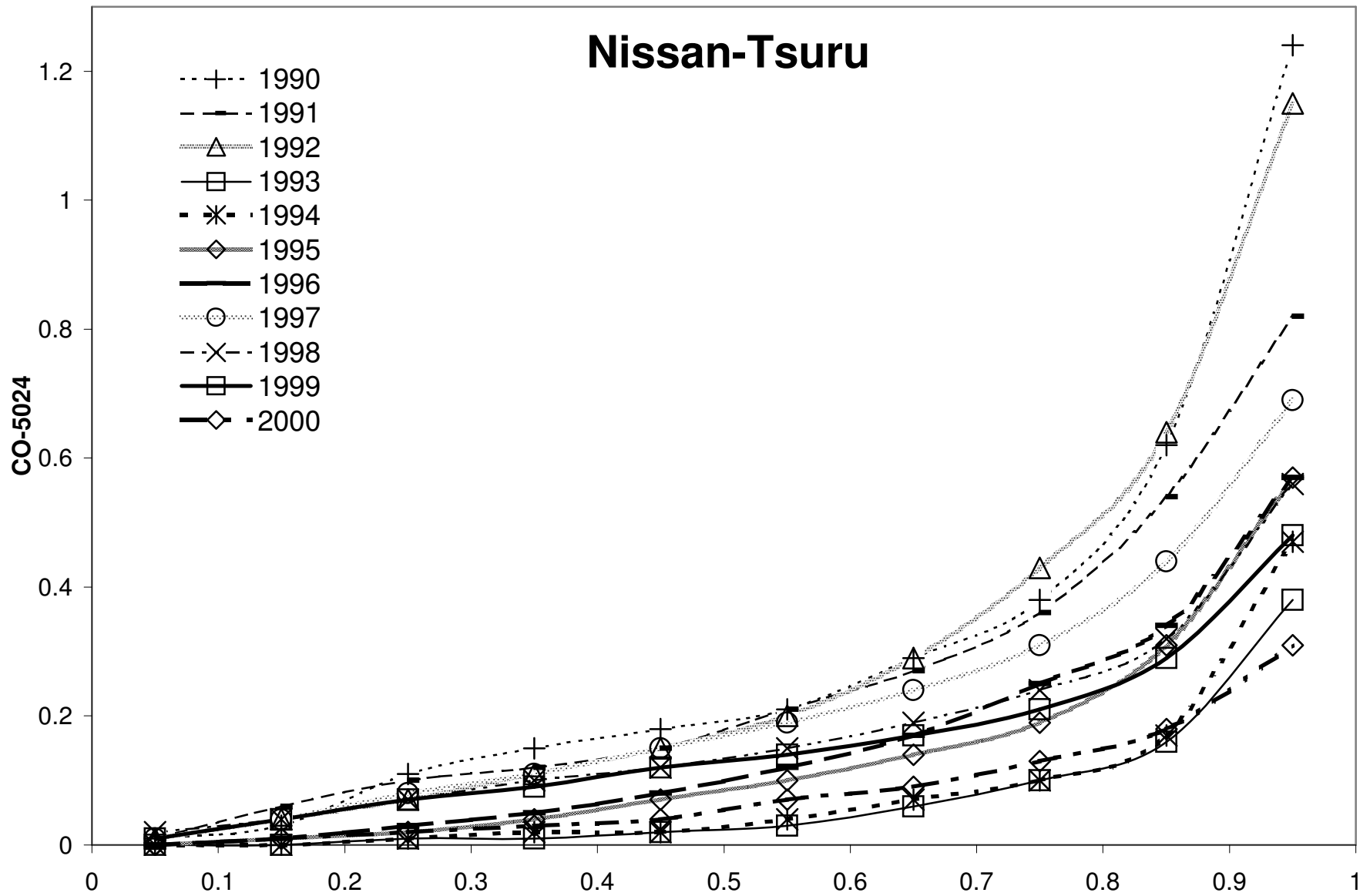


FIGURA 4

VOLKSWAGEN

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
COMBI	1990	0.01	0.08	0.15	0.19	0.24	0.32	0.41	0.6	0.94	1.74	314
COMBI	1991	0.01	0.1	0.14	0.19	0.25	0.35	0.45	0.63	0.81	1.44	273
COMBI	1992	0.01	0.06	0.12	0.16	0.19	0.23	0.29	0.42	0.6	0.91	436
COMBI	1993	0	0.01	0.04	0.11	0.16	0.2	0.29	0.41	0.61	0.98	397
COMBI	1995	0	0	0.01	0.03	0.06	0.1	0.17	0.27	0.44	0.8	220
DERBY	1995	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.17	0.23	0.28	0.39	0.65	286
DERBY	1996	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.11	0.42	264
DERBY	1999	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.09	0.18	254
GOLF	1990	0.04	0.14	0.19	0.24	0.32	0.45	0.62	0.92	1.31	1.99	1037
GOLF	1991	0	0	0.01	0.03	0.07	0.12	0.2	0.34	0.64	1.2	1437
GOLF	1992	0	0.01	0.02	0.04	0.1	0.15	0.23	0.35	0.55	1.03	1310
GOLF	1993	0	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.19	0.32	0.57	1040
GOLF	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.12	0.26	0.7	1291
GOLF	1995	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.09	0.17	0.31	0.82	790
GOLF	1996	0	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.12	0.2	0.72	285
GOLF	1997	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.1	0.18	0.72	525
GOLF	1998	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.08	0.16	0.68	1260
GOLF	1999	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.27	588
JETTA	1990	0.02	0.1	0.15	0.18	0.23	0.3	0.41	0.61	1.03	1.92	688
JETTA	1991	0	0	0.01	0.03	0.07	0.13	0.21	0.36	0.66	1.17	768
JETTA	1992	0	0	0.01	0.03	0.08	0.14	0.23	0.39	0.61	1.08	1151
JETTA	1993	0	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.24	0.64	809
JETTA	1994	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.12	0.2	0.67	1445
JETTA	1995	0	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.13	0.29	0.73	1317
JETTA	1996	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.08	0.14	0.57	561
JETTA	1997	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.2	0.77	1144
JETTA	1998	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.13	0.67	1531
JETTA	1999	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.13	0.33	826
JETTA	2000	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.11	0.15	0.23	354
JETTA_2L	1993	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.11	0.18	0.48	208
POINTER	1998	0	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.1	0.14	0.2	0.58	802
POINTER	1999	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.14	0.2	0.52	475
POINTER	2000	0	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.31	726
SEDAN	1990	0.01	0.06	0.12	0.16	0.21	0.28	0.4	0.54	0.81	1.59	5000
SEDAN	1991	0	0.02	0.06	0.11	0.15	0.19	0.25	0.36	0.51	0.87	6565
SEDAN	1992	0	0.02	0.05	0.1	0.14	0.18	0.24	0.34	0.49	0.8	8885
SEDAN	1993	0	0	0.01	0.02	0.04	0.09	0.11	0.16	0.31	0.65	5605
SEDAN	1994	0	0	0.01	0.01	0.03	0.07	0.11	0.14	0.25	0.6	5983
SEDAN	1995	0	0.01	0.02	0.05	0.09	0.13	0.18	0.27	0.47	0.74	2514
SEDAN	1996	0	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.2	0.35	0.67	1048
SEDAN	1997	0	0.01	0.02	0.03	0.06	0.1	0.13	0.19	0.29	0.62	1193
SEDAN	1998	0	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.21	0.51	1854
SEDAN	1999	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.13	0.29	1008
SEDAN	2000	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	1011

Figura 5: El Sedan presenta una reducción en sus emisiones con cada modelo nuevo que presenta, a excepción de los modelos 1993 y 1994 que presentan emisiones menores a algunos modelos posteriores.

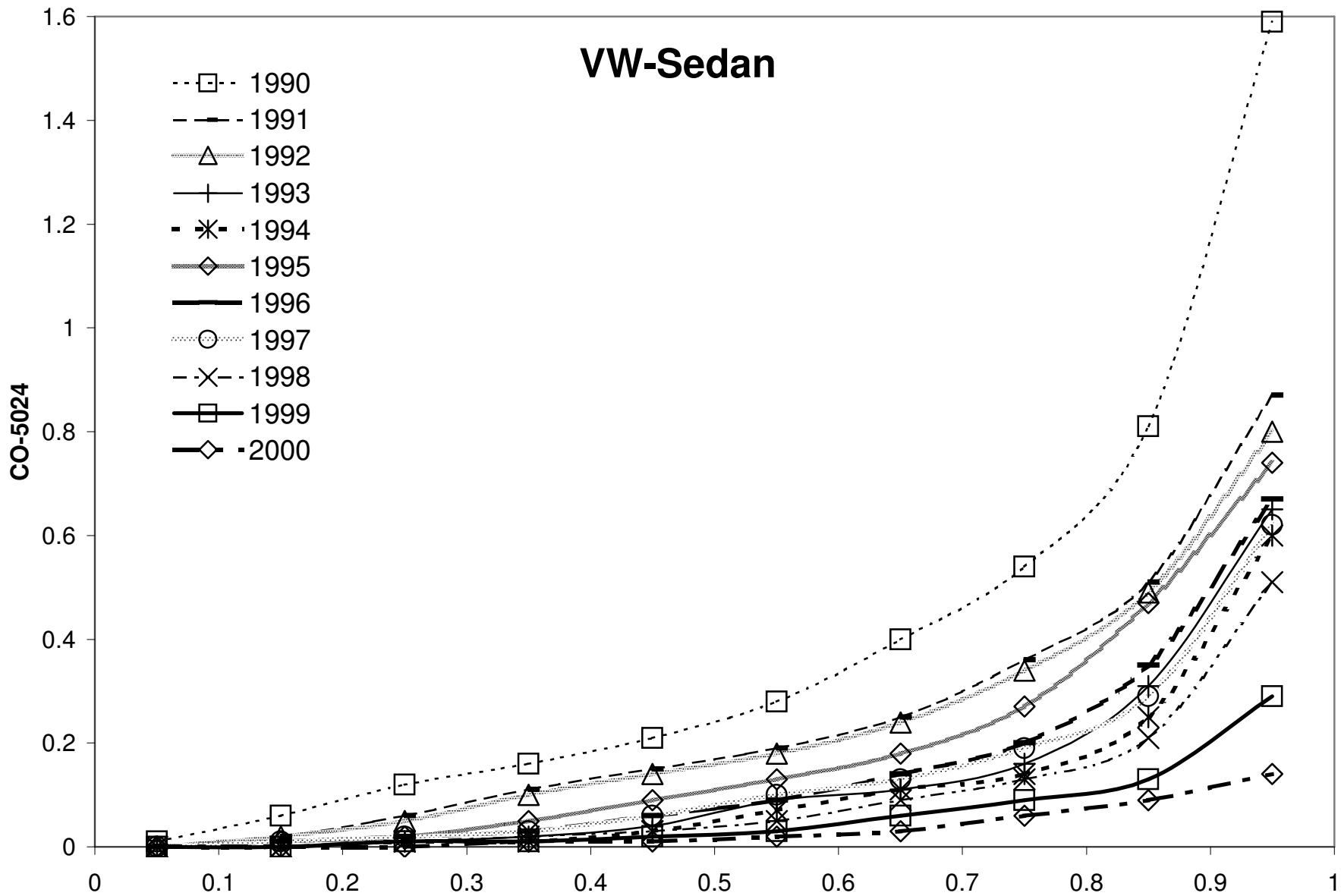


FIGURA 5

Comparación entre submarcas

Los resultados más interesantes se obtuvieron al comparar entre sí las diferentes submarcas de un mismo fabricante para cada año. Utilizamos el nombre de marca para distinguir a los diferentes fabricantes, y el de submarca para diferenciar los modelos de vehículos que un mismo fabricante ofrece en el mismo año.

3. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Chrysler

En los modelos de 1990 se observa que el Spirit tiene un nivel de emisiones con una media de 0.52% y el Shadow con una media 0.47% (ambos sin convertidor catalítico). No se muestra información de las otras submarcas ya que no cuentan con más de 100 autos en nuestra base de datos reducida.

Entre los modelos de 1991 se observa una reducción importante debido a la introducción del convertidor catalítico en algunas submarcas; aunque menos eficiente que en otras compañías; lo que redujo por mucho la media, dentro de los que ya cuentan con convertidor están el Shadow con una media 0.18% y el Spirit con 0.20% de CO.

En los modelos de 1992 el que tiene la mayor media es el Ram Charger con 0.51% (que no tiene convertidor), el Spirit con 0.31% y el que tiene la menor media es el Shadow con 0.28%.

En los modelos de 1993 encontramos el Ram Charger (sin convertidor) con 0.16%, el Spirit con 0.08% y el Shadow con 0.06%.

En los modelos de 1994 tenemos al Spirit y al Shadow con 0.05% cada uno.

En los modelos de 1995 el Spirit registra una media de 0.20% que es 4 veces más alta que el modelo anterior, y el Neon que tiene un nivel de emisiones con una media de 0.04%.

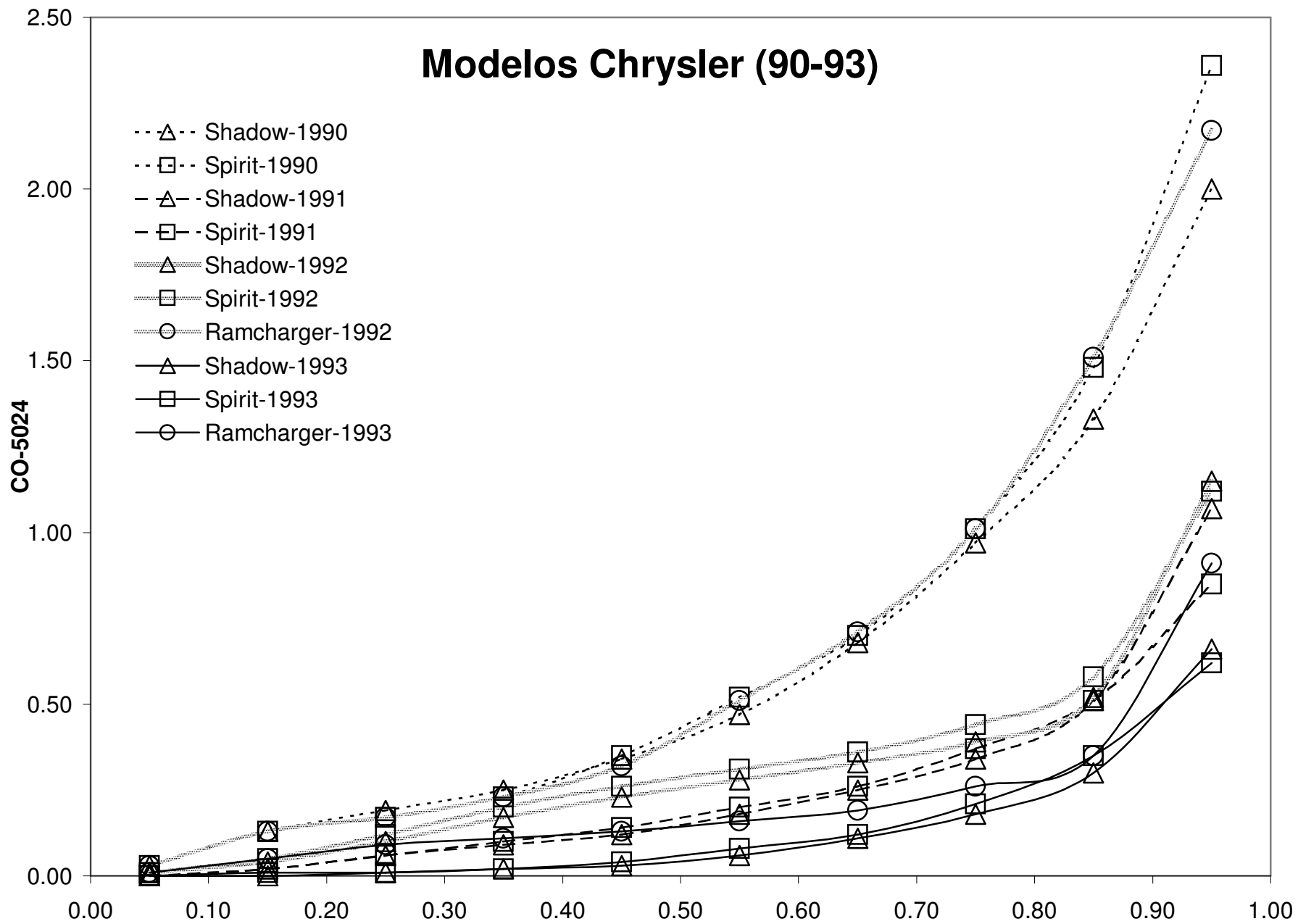
En los modelos 1996 aparece el Stratus con 0.32% y el Neon con 0.04%. Apreciamos que para esta marca y el mismo modelo de auto la diferencia en el nivel de emisiones entre submarcas tiene un factor de 8.

En los modelos de 1997 a 2000 el valor de la media está por debajo de 0.1% (excepto para la Ram Van V6 modelos 97 y 98 con 0.13% y 0.17% respectivamente y para el Stratus 1998 con 0.12%), resultado que confirma que los convertidores catalíticos son muy efectivos para reducir las emisiones. Aun así existen vehículos con emisiones altas, situación que puede indicar un posible funcionamiento inadecuado del convertidor catalítico o de malas condiciones de operación del motor.

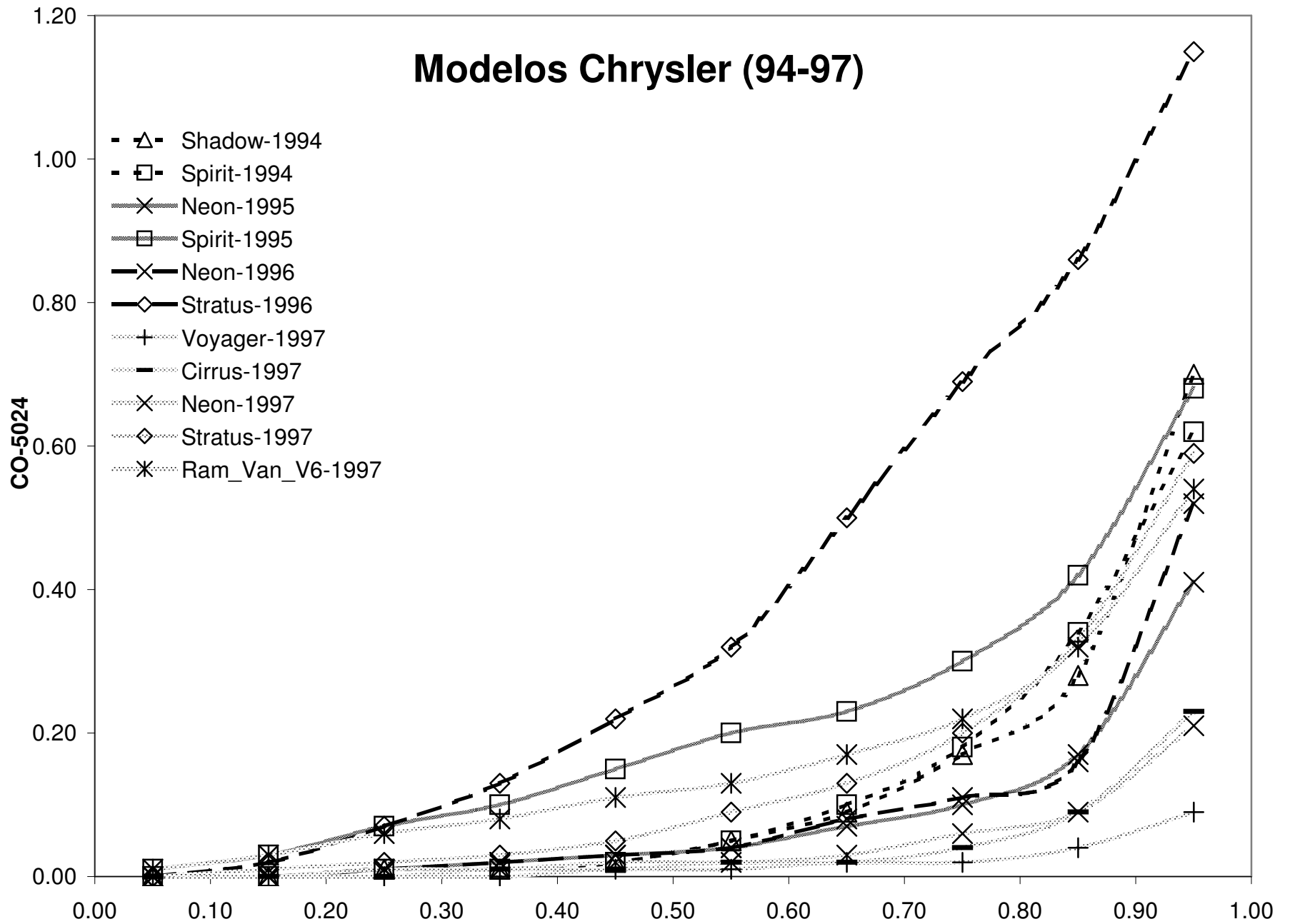
CHRYSLER

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
SHADOW	1990	0.03	0.13	0.19	0.25	0.34	0.47	0.68	0.97	1.33	2.00	856
SPIRIT	1990	0.03	0.13	0.17	0.23	0.35	0.52	0.70	1.01	1.48	2.36	671
SHADOW	1991	0.00	0.02	0.06	0.09	0.12	0.18	0.25	0.34	0.51	1.07	1047
SPIRIT	1991	0.00	0.02	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.37	0.51	0.85	979
SHADOW	1992	0.01	0.04	0.10	0.17	0.23	0.28	0.33	0.39	0.52	1.15	1293
SPIRIT	1992	0.01	0.05	0.12	0.20	0.26	0.31	0.36	0.44	0.58	1.12	1320
RAMCHARGER	1992	0.03	0.13	0.17	0.23	0.32	0.51	0.71	1.01	1.51	2.17	248
SHADOW	1993	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.11	0.18	0.30	0.66	1509
SPIRIT	1993	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.21	0.35	0.62	1536
RAMCHARGER	1993	0.01	0.05	0.09	0.11	0.13	0.16	0.19	0.26	0.35	0.91	271
SHADOW	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.17	0.28	0.70	1068
SPIRIT	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.10	0.18	0.34	0.62	982
NEON	1995	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.10	0.17	0.41	1198
SPIRIT	1995	0.01	0.03	0.07	0.10	0.15	0.20	0.23	0.30	0.42	0.68	416
NEON	1996	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.11	0.16	0.52	349
STRATUS	1996	0.00	0.02	0.07	0.13	0.22	0.32	0.50	0.69	0.86	1.15	573
VOYAGER	1997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.09	223
CIRRUS	1997	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.09	0.23	236
NEON	1997	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.09	0.21	243
STRATUS	1997	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.20	0.33	0.59	1008
RAM_VAN_V6	1997	0.01	0.03	0.06	0.08	0.11	0.13	0.17	0.22	0.32	0.54	417
NEON	1998	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.14	894
VOYAGER	1998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.09	273
STRATUS	1998	0.00	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.30	0.44	0.63	1199
RAM_VAN_V6	1998	0.01	0.04	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.25	0.31	0.44	213
STRATUS	1999	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.25	293
NEON	1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06	0.10	380
NEON	2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.10	745
STRATUS	2000	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.18	246

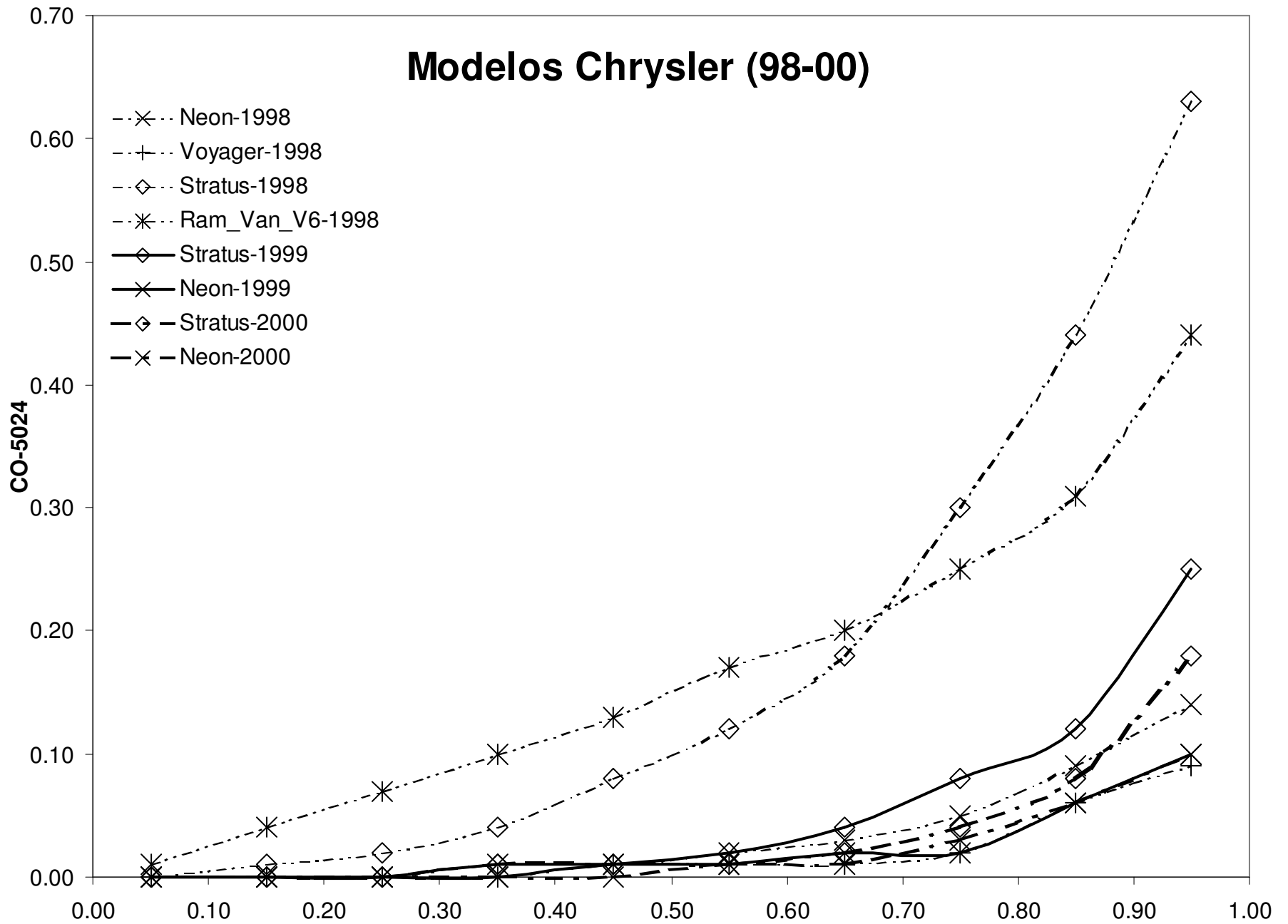
Modelos Chrysler (90-93)



Modelos Chrysler (94-97)



Modelos Chrysler (98-00)



4. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Ford

En los modelos de 1990 se observa que el Topaz es el vehículo con mayor nivel de emisiones con una media de 0.40% y el Cougar el de menores emisiones con una media de 0.29%, (ambos ya con convertidor catalítico).

En los modelos de 1991 advertimos una reducción casi a cero debida a la introducción del convertidor catalítico, el Topaz tiene el del valor máximo de la media con 0.07%; el Cougar registra un valor de 0.05%; y el Ghia tiene el mínimo de la media con 0.04% de emisiones, éstas tres submarcas ya con convertidor.

Entre los modelos de 1992, el que presenta el mayor valor de la media de emisiones es el F-250 Pick-Up con 0.79% (sin convertidor catalítico), y el Ghia mantiene el mínimo valor de la media con 0.07%; además las submarcas Grand Marquis y Topaz tienen emisiones de 0.11% y 0.12% respectivamente.

En los modelos de 1993 están el Grand Marquis y el Ghia con una media de emisiones de 0.03% y el Topaz con una media de 0.02%.

En los modelos de 1994 la media de emisión es cercana a cero, persiste la misma situación de los modelos del año anterior; las submarcas Escort, Ghia, y Topaz tienen un valor de la media de 0.05%, 0.03% y 0.02% respectivamente.

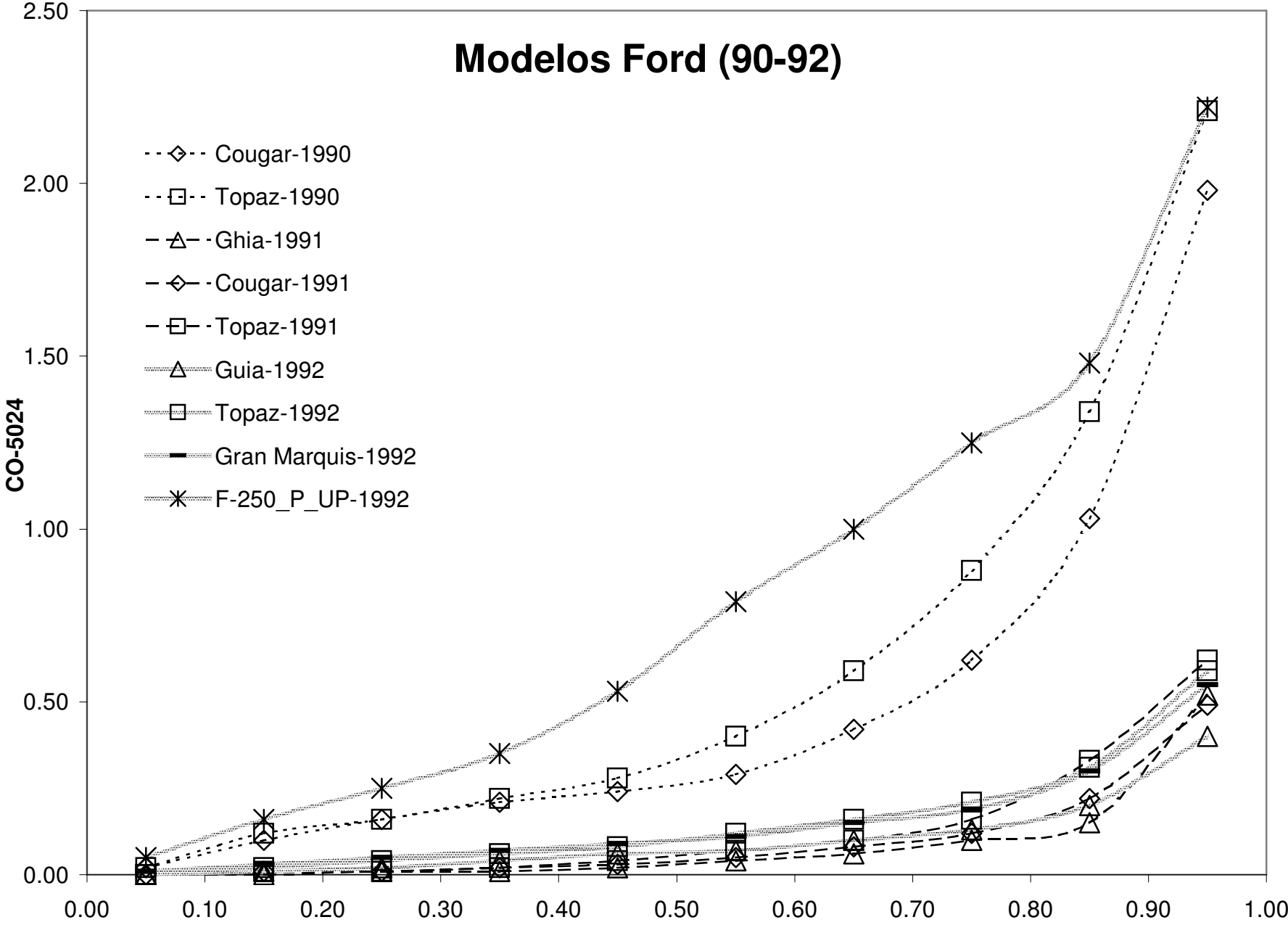
En los modelos de 1995 aparece un incremento en la media de emisiones para la submarca Escort, aunque ya cuenta con convertidor catalítico la eficiencia de este es menor y registra 0.13%, la otra submarca es el Mystique con 0.06 %.

En los modelos de los años 1996 a 2000 la media está por debajo del 0.1%, debido al uso de convertidores catalíticos en buen estado, excepto para las submarcas Ranger Pick-Up 1997 y 1998 ambas con 0.15% y para el Fiesta 1998 con 0.1%. Aun así existen algunos vehículos con emisiones arriba del promedio, que indica posibles fallas de funcionamiento en los vehículos.

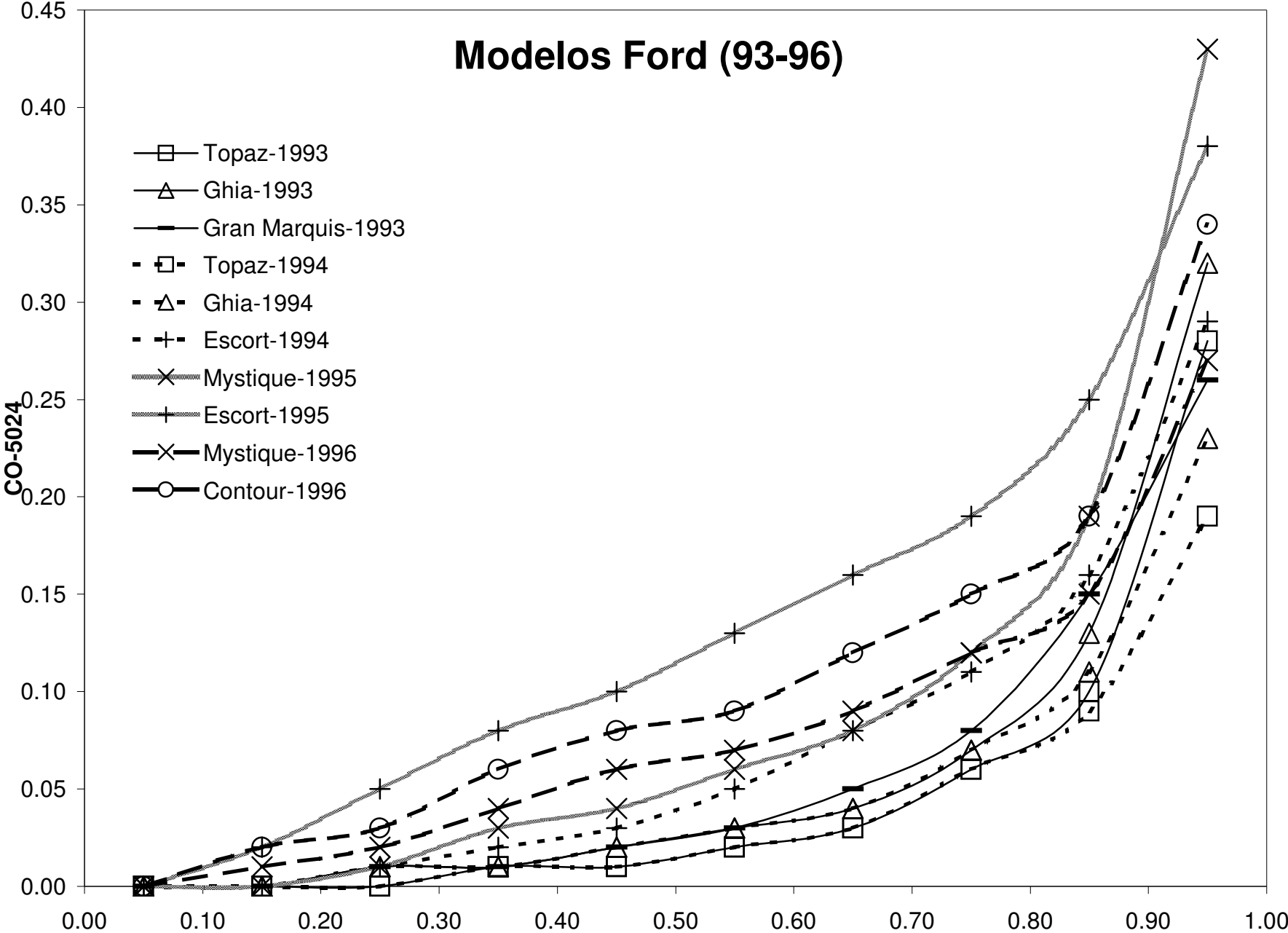
FORD

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
COUGAR	1990	0.02	0.10	0.16	0.21	0.24	0.29	0.42	0.62	1.03	1.98	206
TOPAZ	1990	0.02	0.12	0.16	0.22	0.28	0.40	0.59	0.88	1.34	2.21	1538
GHIA	1991	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.10	0.15	0.52	536
COUGAR	1991	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.12	0.22	0.49	296
TOPAZ	1991	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.16	0.33	0.62	1244
GHIA	1992	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.10	0.13	0.20	0.40	471
TOPAZ	1992	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.21	0.31	0.59	1193
G_MARQUIS	1992	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.15	0.19	0.30	0.55	319
F-250_P_UP	1992	0.05	0.16	0.25	0.35	0.53	0.79	1.00	1.25	1.48	2.22	205
TOPAZ	1993	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.28	1370
GHIA	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.13	0.32	646
G_MARQUIS	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.15	0.26	347
TOPAZ	1994	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.19	722
GHIA	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.23	505
ESCORT	1994	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.16	0.29	316
MYSTIQUE	1995	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.19	0.43	551
ESCORT	1995	0.00	0.02	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.25	0.38	762
MYSTIQUE	1996	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.12	0.15	0.27	253
CONTOUR	1996	0.00	0.02	0.03	0.06	0.08	0.09	0.12	0.15	0.19	0.34	242
CONTOUR	1997	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	0.24	225
ESCORT	1997	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.20	0.29	1253
RANGR_P_UP	1997	0.03	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.18	0.21	0.25	0.32	354
MYSTIQUE	1998	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.14	341
WINDSTAR	1998	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.19	706
ESCORT	1998	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.24	1335
CONTOUR	1998	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.22	715
FIESTA	1998	0.00	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.28	247
RANGR_P_UP	1998	0.02	0.05	0.10	0.11	0.12	0.15	0.19	0.23	0.30	0.39	279
ESCORT	1999	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	340
FOCUS	2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.10	228

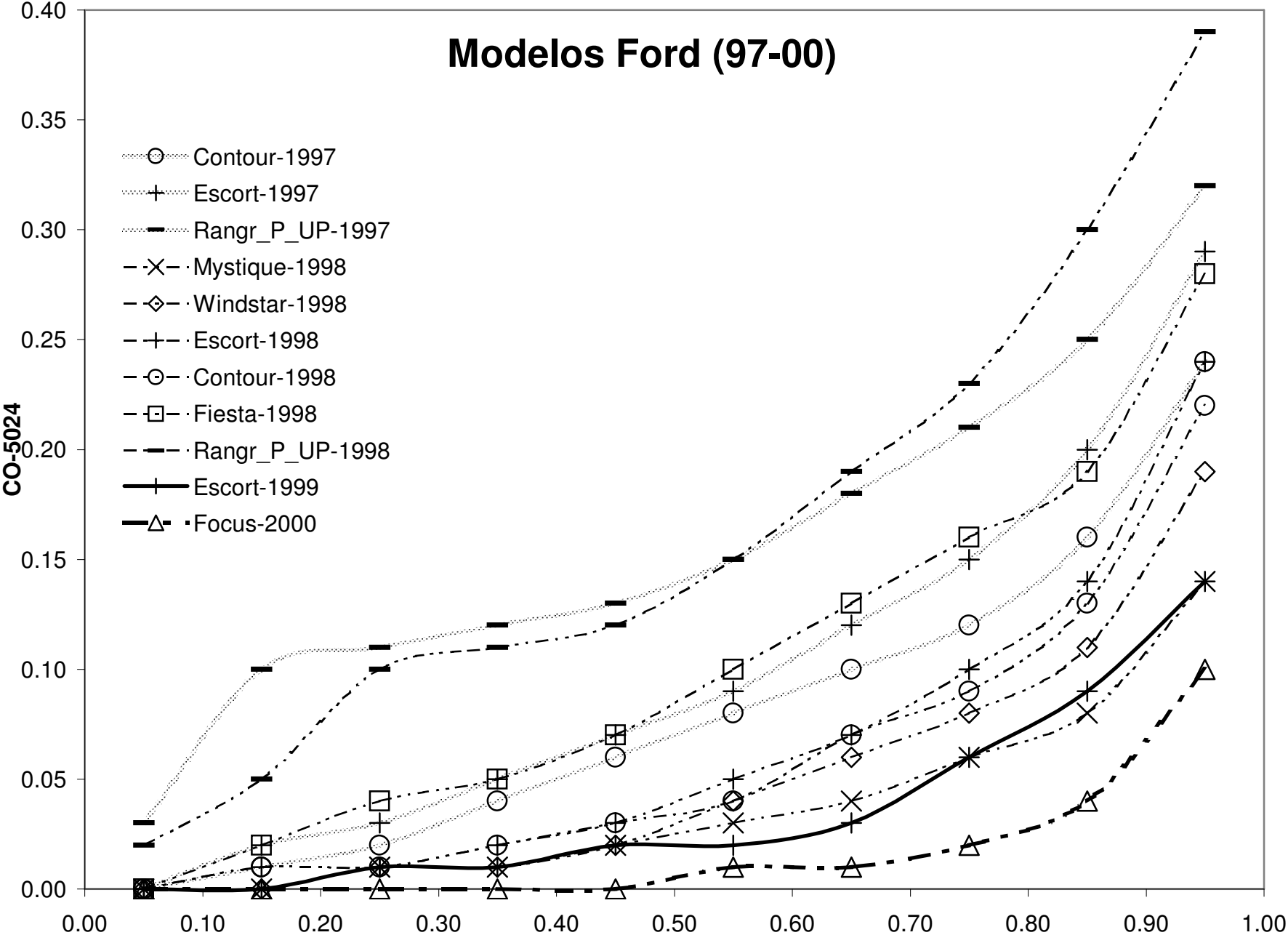
Modelos Ford (90-92)



Modelos Ford (93-96)



Modelos Ford (97-00)



5. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos General Motors

En los modelos de 1990 solo tenemos la submarca Cutlass (sin convertidor catalítico) con una media de emisiones de 0.42%.

En los modelos de 1991 se aprecia una reducción importante debido al uso del convertidor catalítico que redujo casi a cero el valor de la media observada en tres de las submarcas, la submarca con el mayor valor de la media es el Cavalier con 0.09%, así como el Cutlass con 0.08% y el Century que tiene el menor valor de emisiones con 0.05%.

En los modelos 1992 el Cavalier registra como mayor valor el 0.09%, y el Cutlass presenta un valor de la media de 0.08%.

Entre los modelos de 1993 esta el Cavalier con las emisiones más bajas 0.02%, seguido por las submarcas Cutlass, Century y Eurosport con 0.03%, Suburban y S10-Blazer con 0.15% y 0.25% respectivamente. Aun cuando estas dos últimas ya cuentan con convertidor catalítico podemos observar que no tiene la misma eficiencia que el de las otras submarcas.

En los modelos de 1994 casi se duplican las emisiones de la Suburban con un valor de la media de 0.24%. Contrario a lo que sucede con la S10-Blazer que baja el valor de la media a 0.04%. Las submarcas Chevy y Cutlass registran 0.03%, así como el Century y el Cavalier 0.02%.

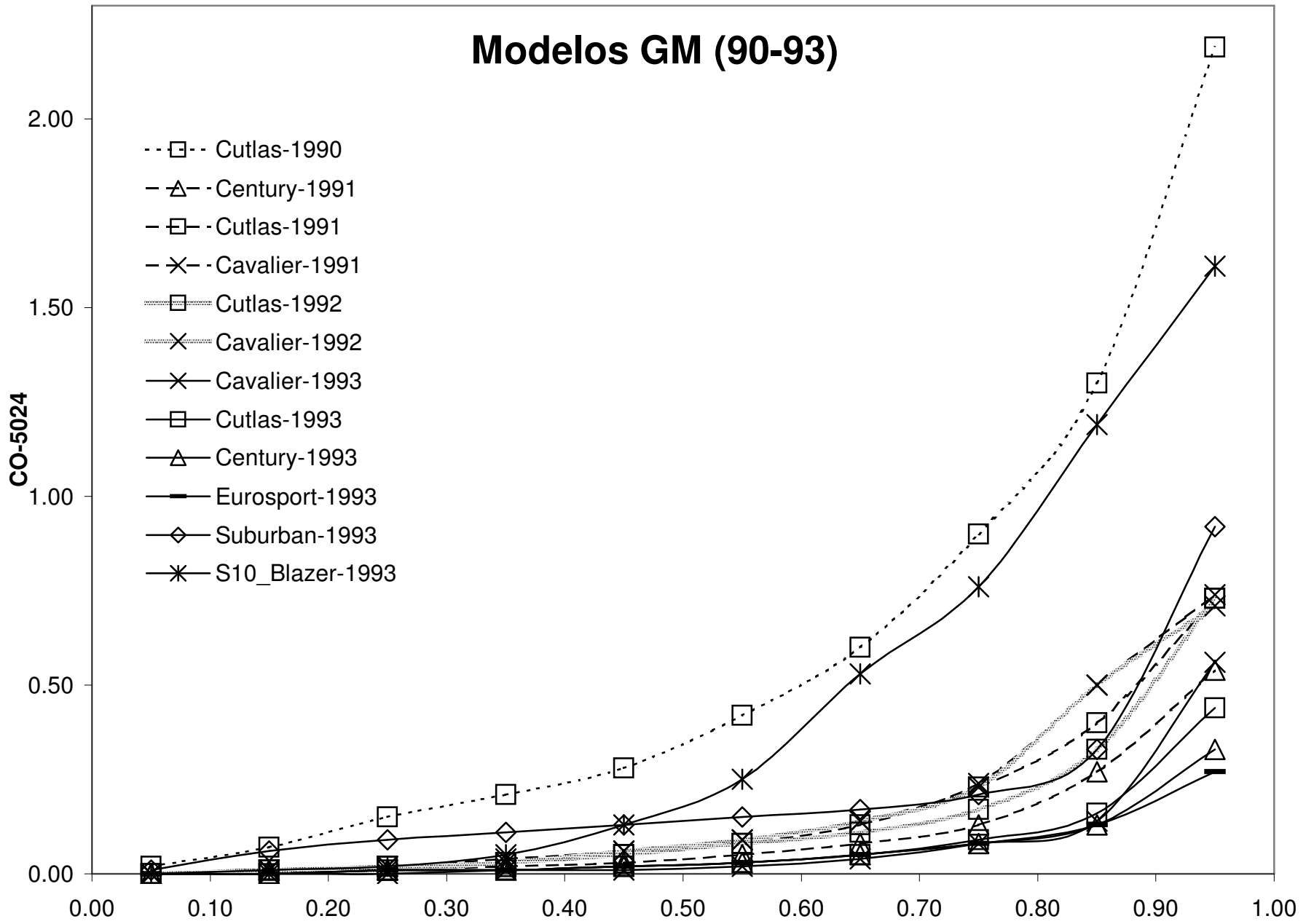
Para las submarcas de 1995 el Cavalier tiene un valor de la media de 0.16% muy por encima de la media registrada en el modelo anterior e incluso comparable a la media de emisiones de la Suburban con 0.18%, mientras que el Cutlass tiene 0.02%.

En los modelos de los años 1996 a 2000 la media es menor ó igual a 0.1%, debido al uso de convertidores catalíticos en buen estado, aun cuando puede notarse que en el Cavalier modelos 1996 y 1997 (ambos con una media de 0.16%) el convertidor no es tan eficiente como en otros modelos. Sin embargo, existen algunos vehículos con emisiones superiores al promedio, indicadoras de posibles fallas de funcionamiento.

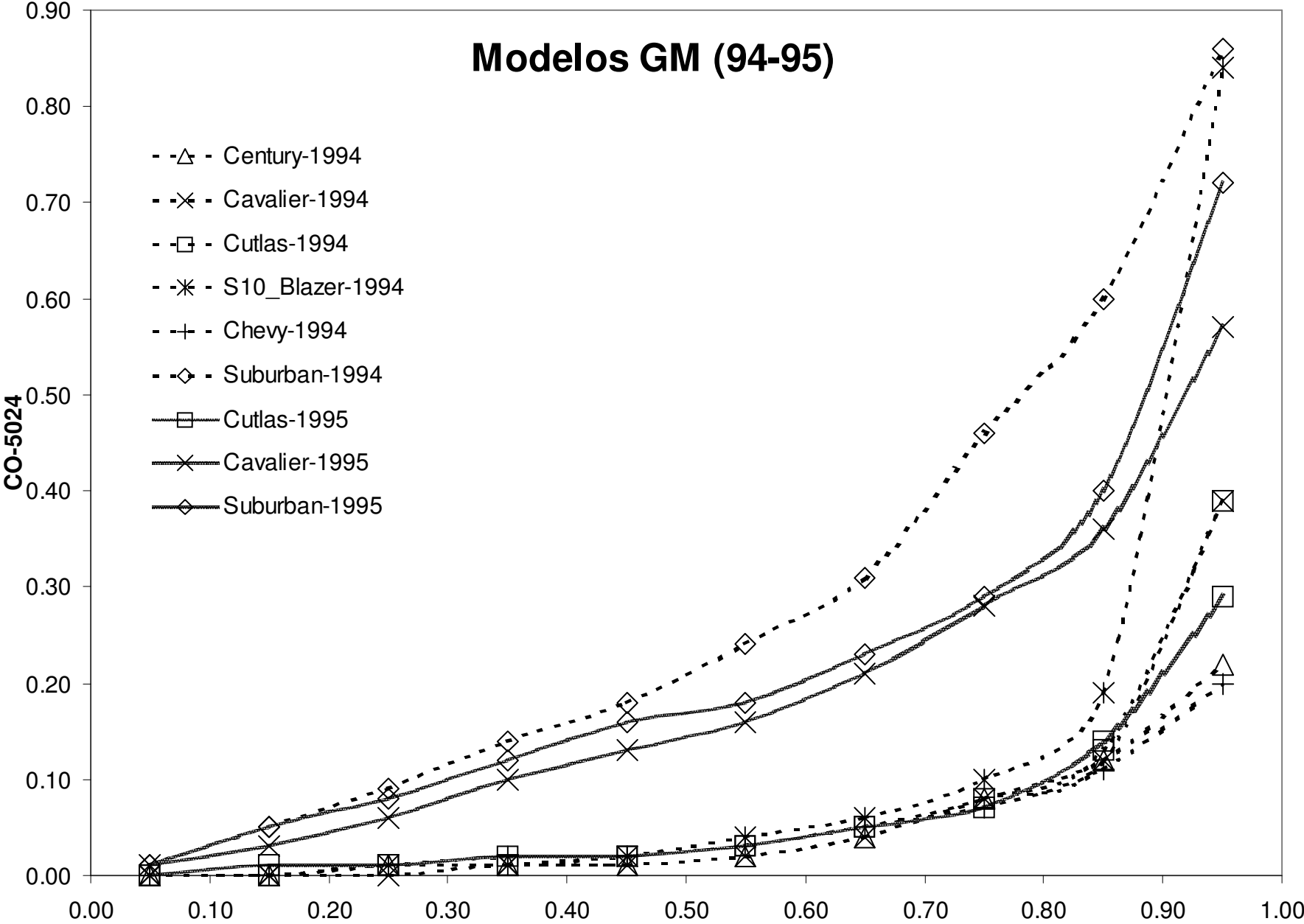
GENERAL MOTORS

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
CUTLASS	1990	0.02	0.07	0.15	0.21	0.28	0.42	0.60	0.90	1.30	2.19	338
CENTURY	1991	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.27	0.54	200
CUTLASS	1991	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.23	0.40	0.73	489
CAVALIER	1991	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.14	0.24	0.50	0.74	553
CUTLASS	1992	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.17	0.33	0.73	485
CAVALIER	1992	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.23	0.50	0.71	812
CAVALIER	1993	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.14	0.56	1102
CUTLASS	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.16	0.44	716
CENTURY	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.33	232
EUROSPORT	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.27	276
SUBURBAN	1993	0.01	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.21	0.33	0.92	308
S10_BLAZER	1993	0.00	0.01	0.02	0.05	0.13	0.25	0.53	0.76	1.19	1.61	298
CENTURY	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.22	262
CAVALIER	1994	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.12	0.39	1433
CUTLASS	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.13	0.39	551
S10_BLAZER	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.10	0.19	0.84	257
CHEVY	1994	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.11	0.20	944
SUBURBAN	1994	0.01	0.05	0.09	0.14	0.18	0.24	0.31	0.46	0.60	0.86	305
CUTLASS	1995	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.14	0.29	259
CAVALIER	1995	0.01	0.03	0.06	0.10	0.13	0.16	0.21	0.28	0.36	0.57	688
SUBURBAN	1995	0.01	0.05	0.08	0.12	0.16	0.18	0.23	0.29	0.40	0.72	208
CUTLASS	1996	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.23	257
CHEVY	1996	0.00	0.02	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.17	0.22	0.36	532
CAVALIER	1996	0.01	0.02	0.05	0.08	0.12	0.16	0.20	0.27	0.34	0.55	568
MALIBU	1997	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.14	212
SUNFIRE	1997	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.09	0.16	401
MONZA	1997	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.27	937
CHEVY	1997	0.00	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.16	0.23	0.38	1880
CAVALIER	1997	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.26	0.35	0.49	691
MALIBU	1998	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	377
MONZA	1998	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.10	0.20	1264
SUNFIRE	1998	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.28	307
CAVALIER	1998	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.20	0.31	839
CHEVY	1998	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.12	0.17	0.31	3569
MONZA	1999	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.10	0.19	503
CHEVY	1999	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.10	0.13	0.22	1830
SUNFIRE	1999	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	0.10	0.13	0.19	0.39	231
CAVALIER	1999	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.29	238
CHEVY	2000	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.13	836

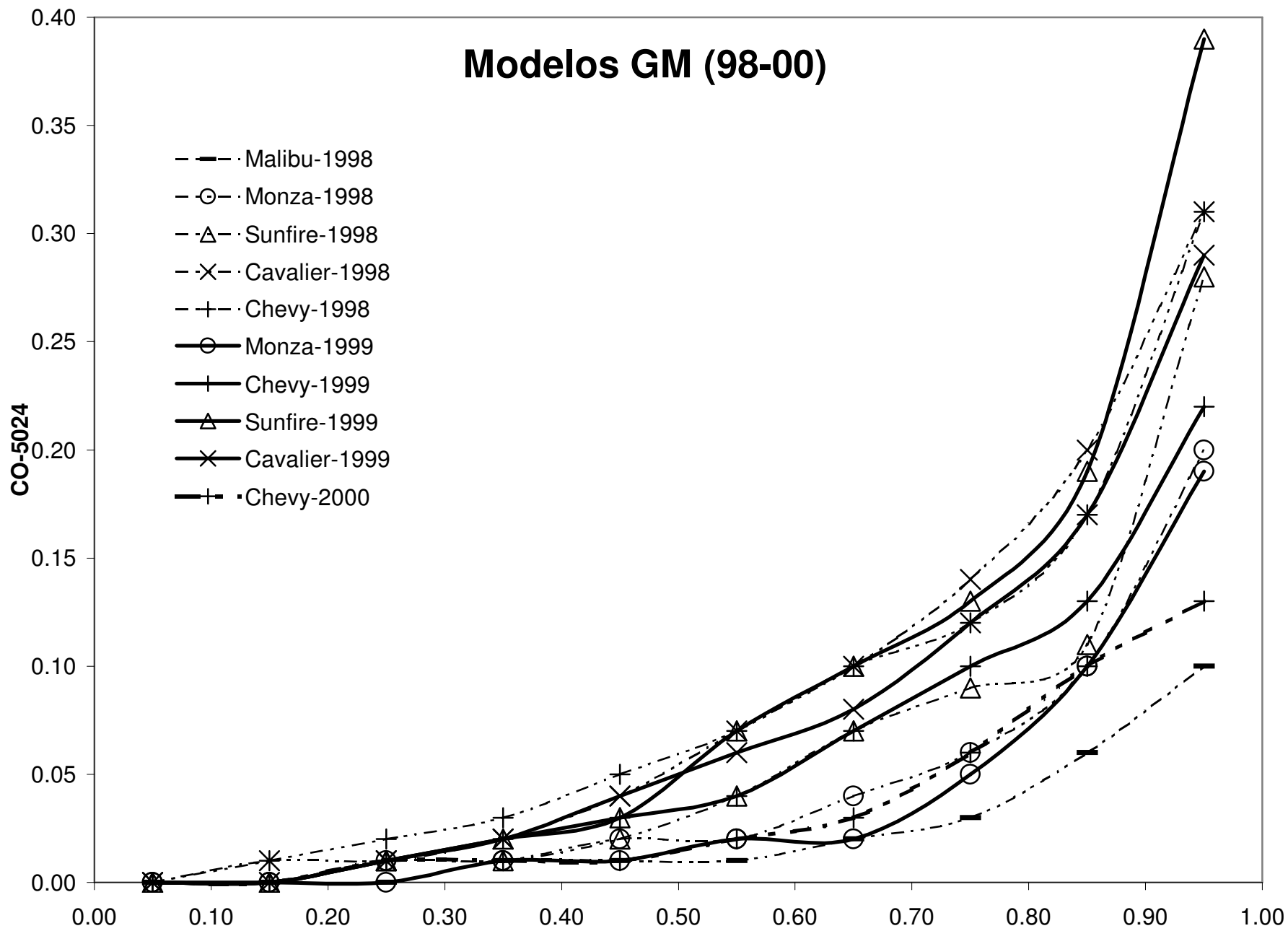
Modelos GM (90-93)



Modelos GM (94-95)



Modelos GM (98-00)



6. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Nissan

Entre los modelos de 1990 el Tsuru-II es el que tiene la mayor media de emisiones con 0.24% y el Tsuru es la submarca de menores emisiones, con una media de 0.21% (ambos sin convertidor catalítico).

En los modelos de 1991 el Tsuru-II sigue siendo el que presenta el valor mayor de la media con 0.23% (aun cuando ya cuenta con convertidor catalítico), y el Tsuru (sin convertidor) el de menor con 0.21%.

En los modelos de 1992 el mayor valor de la media lo tiene la Pick Up con 0.47%, después la Ichi-Van con 0.29%, éstas dos submarcas sin convertidor catalítico, y el Tsuru (ahora ya con convertidor) tiene el menor valor con 0.20%.

En los modelos de 1993 la Pick-Up tiene un valor de la media de 0.27% y la submarca Ichi-Van (la mitad de las unidades registradas cuentan con convertidor) emite una media de 0.26%, mientras que la Tsubame tiene un valor medio de emisiones de 0.04% y el Tsuru de 0.03%.

En los modelos de 1994 la Pick-Up se mantiene por arriba de las emisiones de las otras submarcas con un valor en la media de emisiones de 0.11% y el Tsuru y la Tsubame ambos con 0.04%.

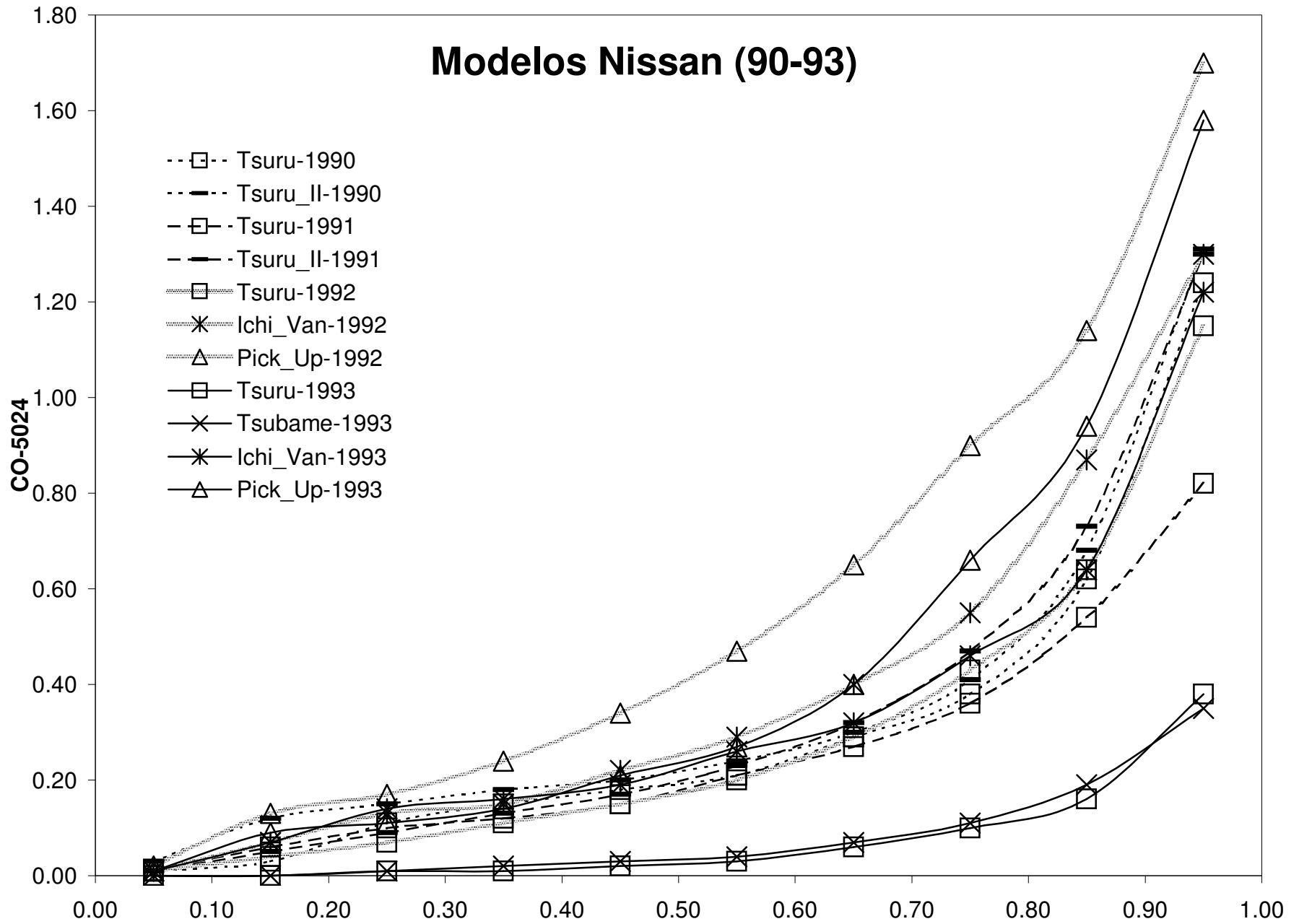
En los modelos 1995 encontramos un incremento en la media de emisiones para el Tsuru y la Tsubame que registran 0.1%.

En los modelos de los años 1996 a 2000 el valor de la media decreció a 0.1% ó menos, debido a la presencia de convertidores catalíticos en buen estado, aunque para algunas submarcas esto no fue así por ejemplo el Tsuru que tiene los siguientes registros modelo 1996 con 0.12%, 1997 - 0.19%, 1998 - 0.15% y 1999 – 0.14%, y el Sentra modelos 1996 y 1997 con 0.1% y 0.15% respectivamente. Esto es causado por que el convertidor catalítico de estas submarcas es ligeramente menos eficiente. Aún así existen algunos vehículos con emisiones arriba del promedio, lo que indica posibles fallas de funcionamiento.

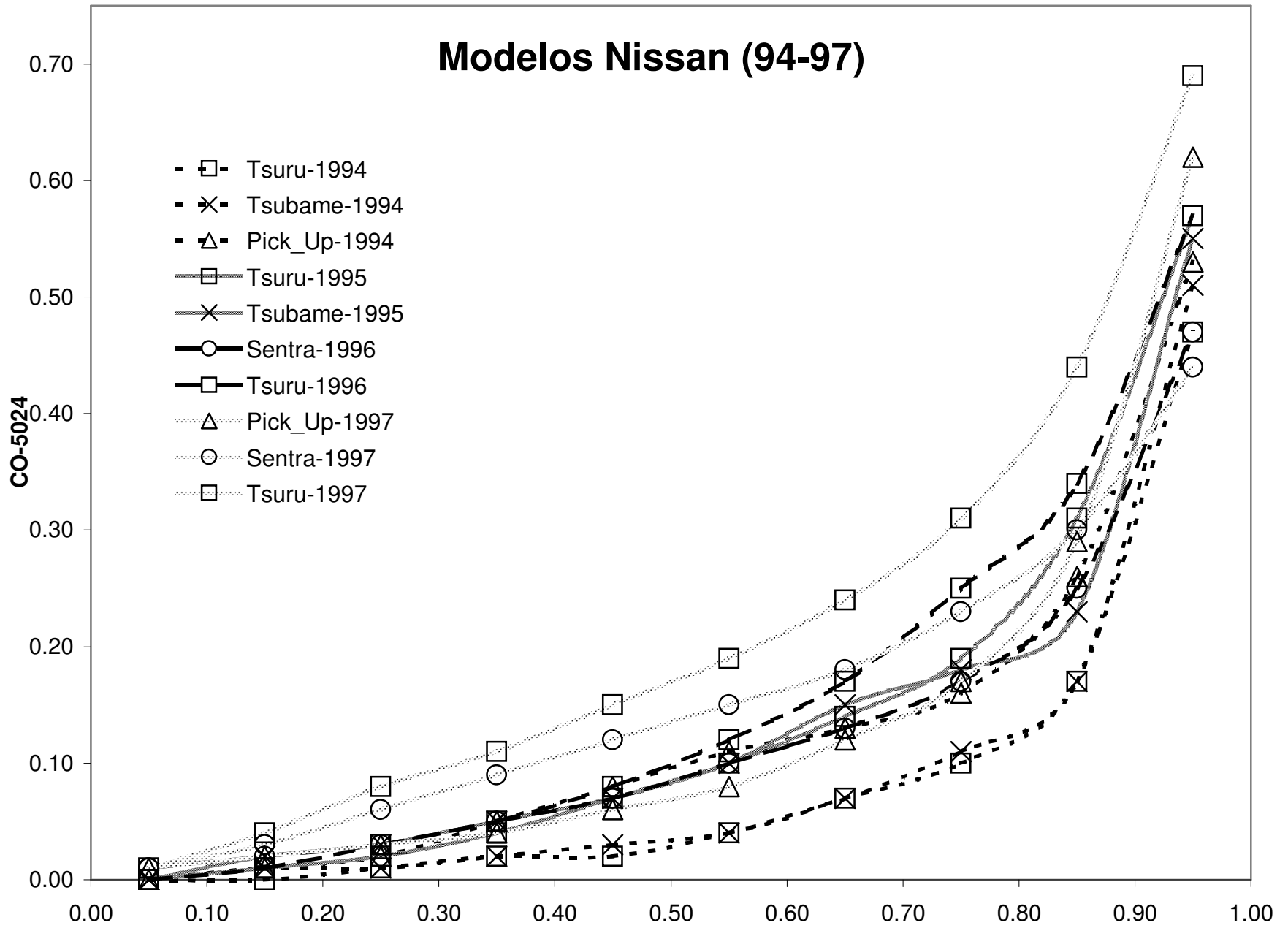
NISSAN

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
TSURU	1990	0.01	0.03	0.11	0.15	0.18	0.21	0.29	0.38	0.62	1.24	537
TSURU_II	1990	0.03	0.12	0.15	0.18	0.20	0.24	0.30	0.41	0.68	1.31	1361
TSURU	1991	0.01	0.06	0.10	0.12	0.15	0.21	0.27	0.36	0.54	0.82	225
TSURU_II	1991	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17	0.23	0.32	0.47	0.73	1.30	2443
TSURU	1992	0.01	0.04	0.07	0.11	0.15	0.20	0.29	0.43	0.64	1.15	3221
ICHI_VAN	1992	0.01	0.07	0.13	0.15	0.22	0.29	0.40	0.55	0.87	1.30	279
PICK_UP	1992	0.02	0.13	0.17	0.24	0.34	0.47	0.65	0.90	1.14	1.70	221
TSURU	1993	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.16	0.38	2878
TSUBAME	1993	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.19	0.35	379
ICHI_VAN	1993	0.01	0.07	0.14	0.16	0.19	0.26	0.32	0.46	0.64	1.22	238
PICK_UP	1993	0.01	0.09	0.11	0.14	0.21	0.27	0.40	0.66	0.94	1.58	328
TSURU	1994	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	0.10	0.17	0.47	2975
TSUBAME	1994	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.17	0.51	314
PICK_UP	1994	0.00	0.01	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.26	0.53	327
TSURU	1995	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.19	0.31	0.57	1958
TSUBAME	1995	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.15	0.18	0.23	0.55	219
SENTRA	1996	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.25	0.47	479
TSURU	1996	0.00	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.17	0.25	0.34	0.57	527
PICK_UP	1997	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.29	0.62	238
SENTRA	1997	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.23	0.30	0.44	878
TSURU	1997	0.01	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.24	0.31	0.44	0.69	1797
ALTIMA	1998	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.12	389
PICK_UP	1998	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.13	0.21	0.44	302
SENTRA	1998	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.19	0.36	1256
TSURU	1998	0.02	0.04	0.07	0.10	0.12	0.15	0.19	0.24	0.32	0.56	2479
PICK_UP	1999	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.26	220
SENTRA	1999	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.22	0.45	368
TSURU	1999	0.01	0.04	0.07	0.09	0.12	0.14	0.17	0.21	0.29	0.48	1229
SENTRA	2000	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.12	0.16	0.27	528
TSURU	2000	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.09	0.13	0.18	0.31	695

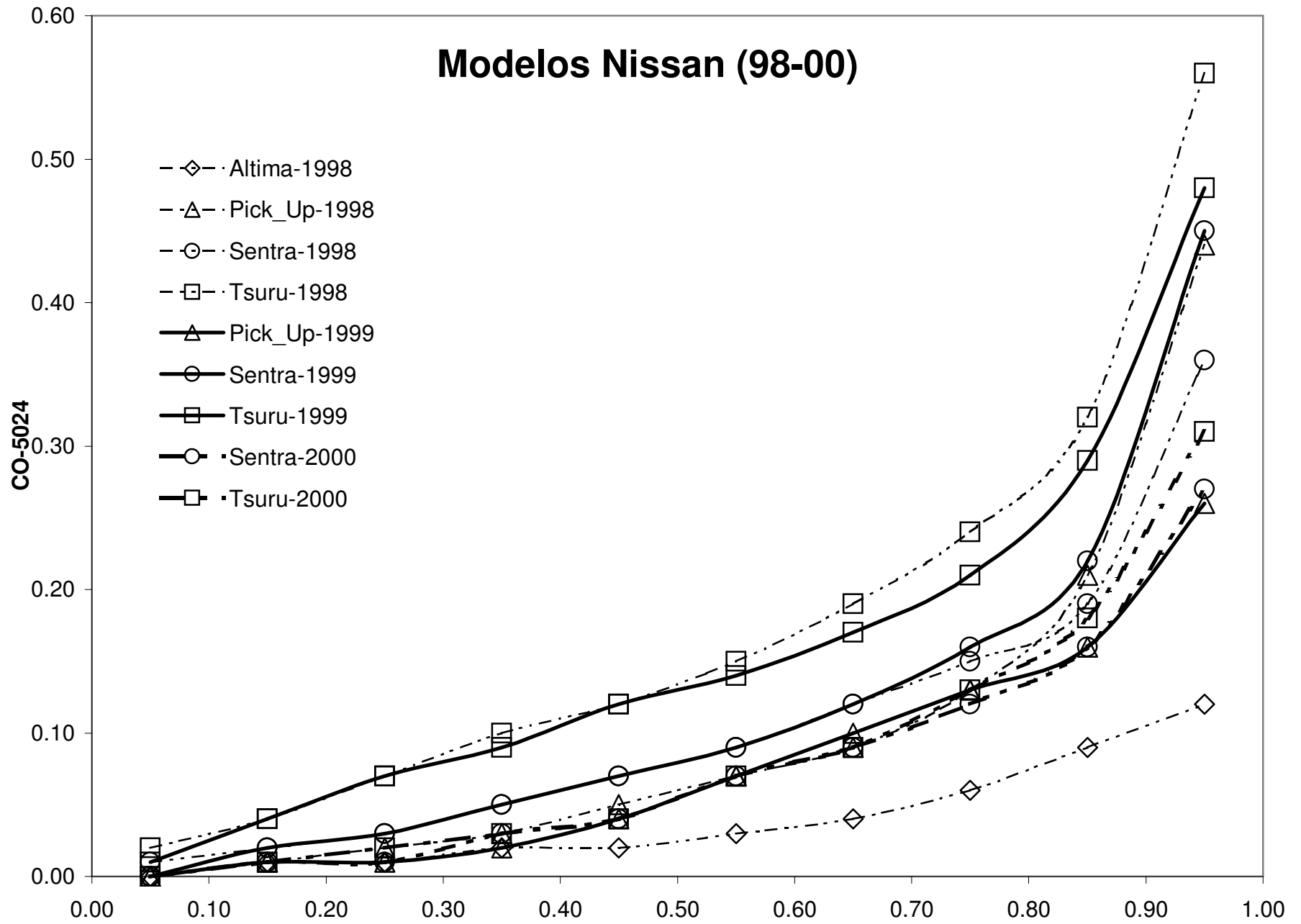
Modelos Nissan (90-93)



Modelos Nissan (94-97)



Modelos Nissan (98-00)



7. Emisiones de monóxido de carbono (CO) en vehículos Volkswagen

En los modelos de 1990 el Golf es el de mayor valor de la media de emisiones con 0.45%, la Combi tiene una media de 0.32% seguida del Jetta con 0.30% y al final el Sedán como la submarca que presenta menores emisiones con una media de 0.28%; (todas estas submarcas sin convertidor catalítico).

Entre los modelos de 1991 existe una reducción debida a la instalación del convertidor catalítico; aunque menos eficiente que en otras compañías; excepto en la Combi que por no contar con convertidor catalítico arrojan un valor medio de 0.35%. El Sedán con una media de 0.19%, el Jetta muestra un valor en la media de 0.13%; y el Golf, tiene el menor valor de la media con 0.12%.

En los modelos de 1992 el mayor valor para la media lo registra la Combi (sin convertidor) con 0.23%, después está el Sedán que tiene una media de 0.18%; el Golf y el Jetta mantienen la menor media con 0.15% y 0.14% respectivamente.

En los modelos de 1993 el convertidor catalítico de la Combi parece inexistente, con una media de 0.2%, el Sedán tiene un valor medio de 0.09% y el Golf de 0.08%, en la parte más baja están las submarcas Jetta y Jetta-2L con 0.05% la primera y 0.04% la última.

En los modelos de 1994 el Sedán tiene una media de 0.07%, el Golf obtiene valores de la media de 0.04% y el que registra las menores emisiones es el Jetta con 0.03%.

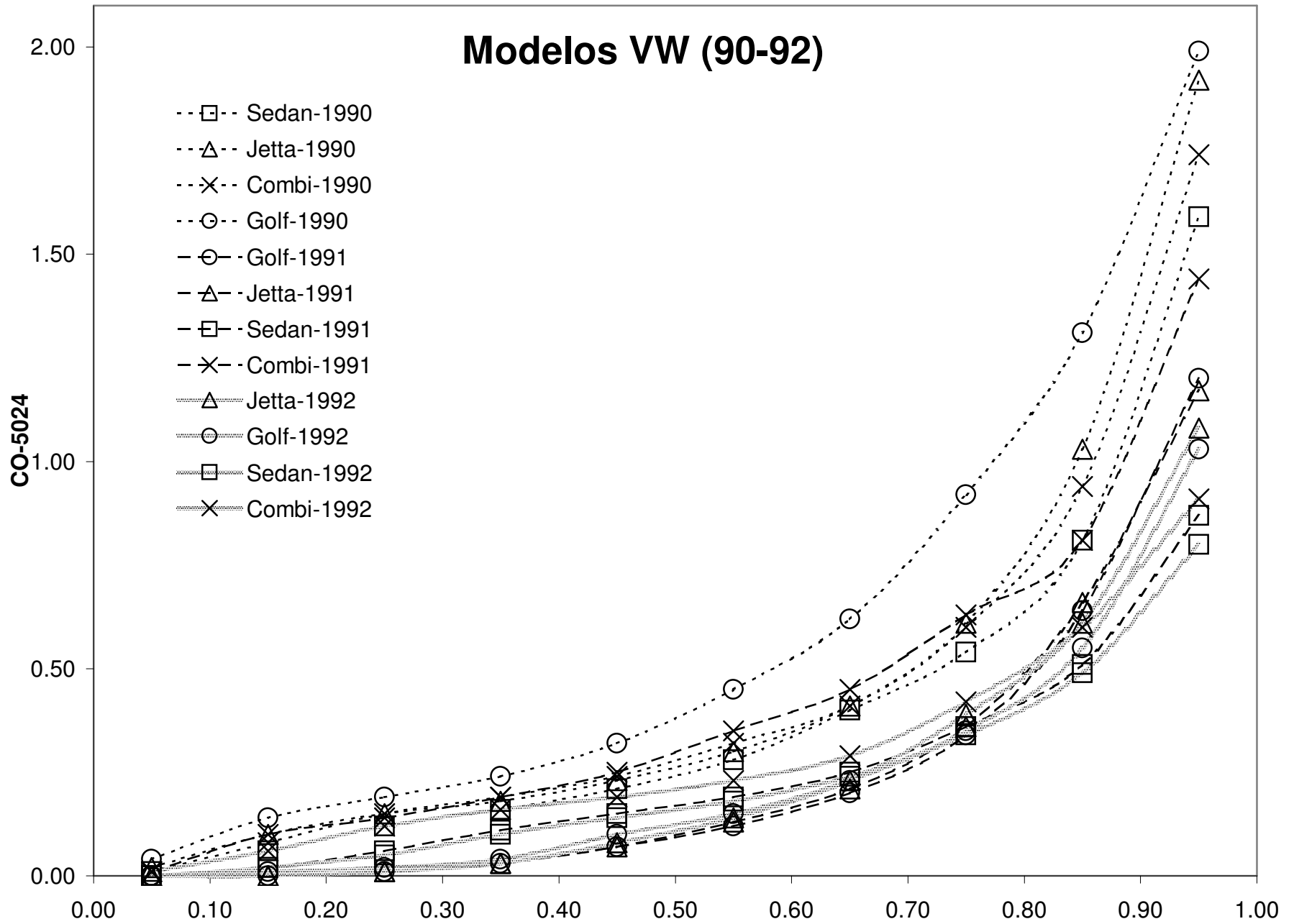
En los modelos 1995 aparece el Derby con las emisiones más altas 0.17%, el Sedán tiene un peor convertidor catalítico y registra 0.13%, la Combi con una emisión media de 0.1% y las submarcas Jetta y Golf con 0.05% y 0.04% respectivamente.

En los modelos de 1996 al 2000 la submarca que presenta las emisiones más altas es el Sedán modelo 1997 con 0.1% de valor de la media; las demás submarcas presentan valores menores a éste y cercanos a cero, debido a los convertidores catalíticos en buen estado. Aún así existen vehículos con emisiones altas, lo que indica posibles fallas en el funcionamiento del motor o probable envenenamiento del convertidor catalítico.

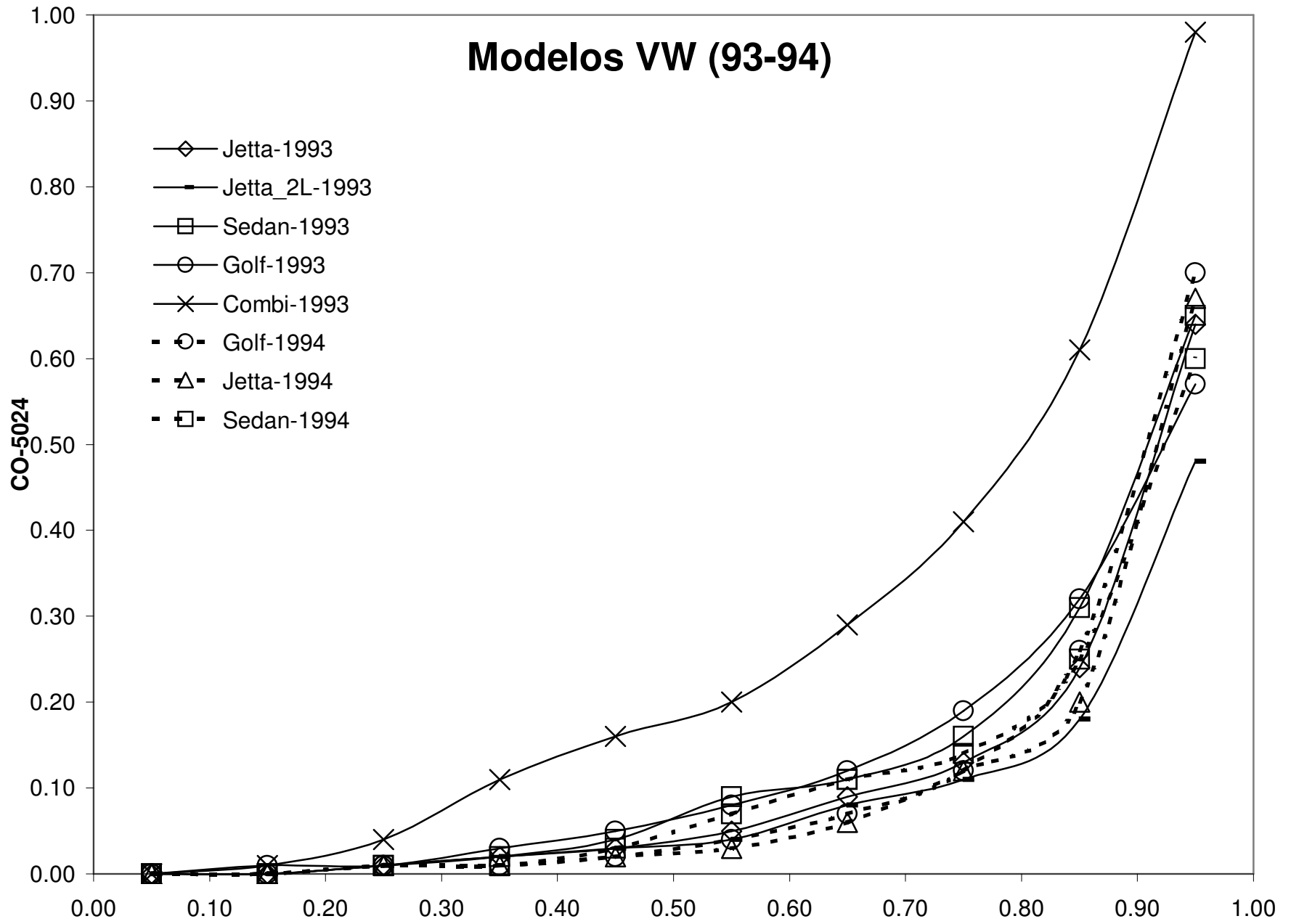
Volkswagen

Submarca	Modelo	Emisiones de CO-5024										Total
SEDAN	1990	0.01	0.06	0.12	0.16	0.21	0.28	0.40	0.54	0.81	1.59	5000
JETTA	1990	0.02	0.10	0.15	0.18	0.23	0.30	0.41	0.61	1.03	1.92	688
COMBI	1990	0.01	0.08	0.15	0.19	0.24	0.32	0.41	0.60	0.94	1.74	314
GOLF	1990	0.04	0.14	0.19	0.24	0.32	0.45	0.62	0.92	1.31	1.99	1037
GOLF	1991	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.12	0.20	0.34	0.64	1.20	1437
JETTA	1991	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.13	0.21	0.36	0.66	1.17	768
SEDAN	1991	0.00	0.02	0.06	0.11	0.15	0.19	0.25	0.36	0.51	0.87	6565
COMBI	1991	0.01	0.10	0.14	0.19	0.25	0.35	0.45	0.63	0.81	1.44	273
JETTA	1992	0.00	0.00	0.01	0.03	0.08	0.14	0.23	0.39	0.61	1.08	1151
GOLF	1992	0.00	0.01	0.02	0.04	0.10	0.15	0.23	0.35	0.55	1.03	1310
SEDAN	1992	0.00	0.02	0.05	0.10	0.14	0.18	0.24	0.34	0.49	0.80	8885
COMBI	1992	0.01	0.06	0.12	0.16	0.19	0.23	0.29	0.42	0.60	0.91	436
JETTA	1993	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.24	0.64	809
JETTA_2L	1993	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.11	0.18	0.48	208
SEDAN	1993	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.09	0.11	0.16	0.31	0.65	5605
GOLF	1993	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.19	0.32	0.57	1040
COMBI	1993	0.00	0.01	0.04	0.11	0.16	0.20	0.29	0.41	0.61	0.98	397
GOLF	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.12	0.26	0.70	1291
JETTA	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.12	0.20	0.67	1445
SEDAN	1994	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.07	0.11	0.14	0.25	0.60	5983
GOLF	1995	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.09	0.17	0.31	0.82	790
JETTA	1995	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.13	0.29	0.73	1317
COMBI	1995	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.27	0.44	0.80	220
SEDAN	1995	0.00	0.01	0.02	0.05	0.09	0.13	0.18	0.27	0.47	0.74	2514
DERBY	1995	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.17	0.23	0.28	0.39	0.65	286
DERBY	1996	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.11	0.42	264
JETTA	1996	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.08	0.14	0.57	561
GOLF	1996	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.12	0.20	0.72	285
SEDAN	1996	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.20	0.35	0.67	1048
JETTA	1997	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.20	0.77	1144
GOLF	1997	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.10	0.18	0.72	525
SEDAN	1997	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.13	0.19	0.29	0.62	1193
GOLF	1998	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.08	0.16	0.68	1260
JETTA	1998	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.13	0.67	1531
SEDAN	1998	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.21	0.51	1854
POINTER	1998	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.10	0.14	0.20	0.58	802
GOLF	1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.27	588
JETTA	1999	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.13	0.33	826
DERBY	1999	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.09	0.18	254
SEDAN	1999	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.13	0.29	1008
POINTER	1999	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.14	0.20	0.52	475
SEDAN	2000	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	1011
POINTER	2000	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.31	726
JETTA	2000	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.11	0.15	0.23	354

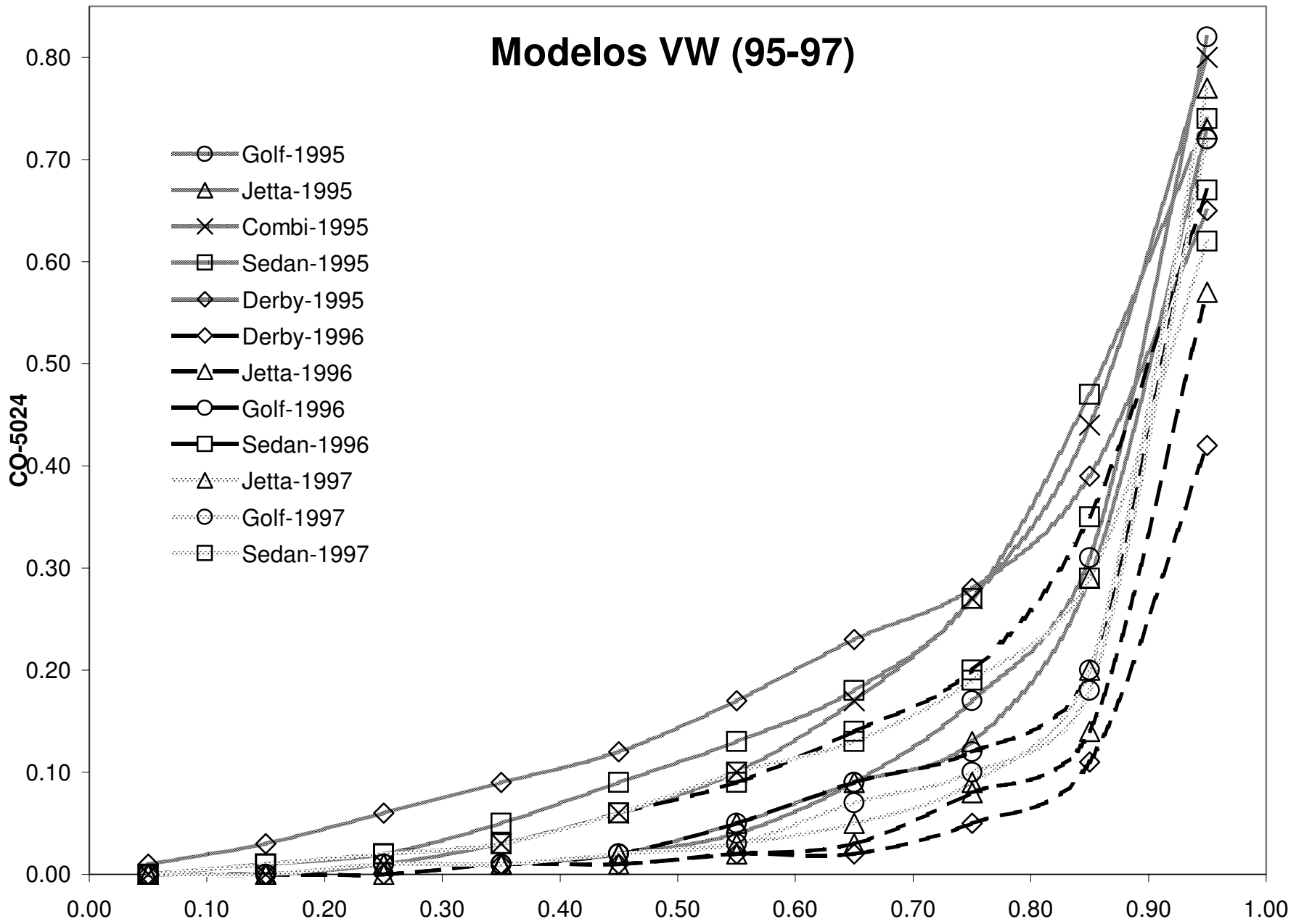
Modelos VW (90-92)



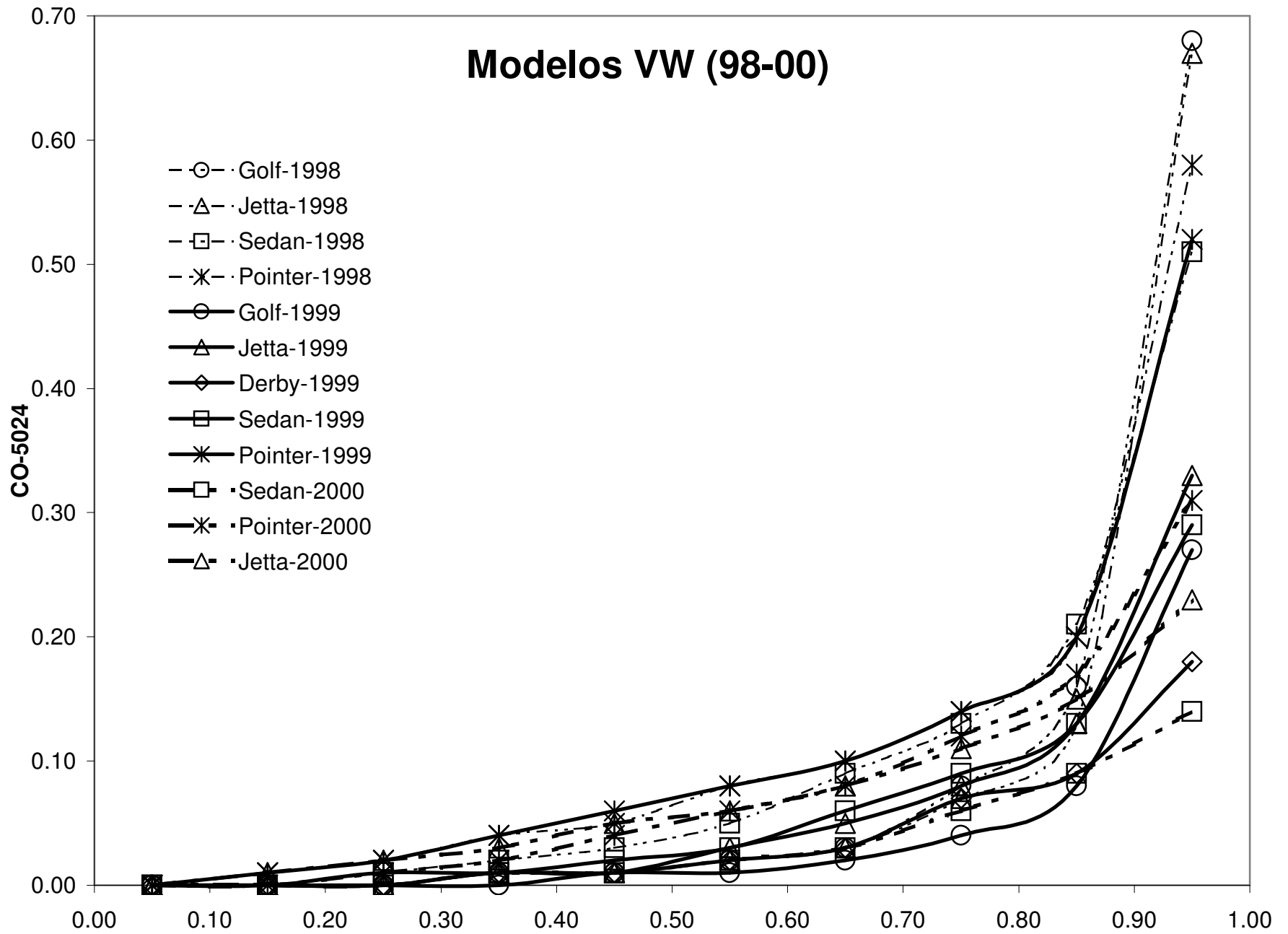
Modelos VW (93-94)



Modelos VW (95-97)



Modelos VW (98-00)



8. Conclusiones

El análisis de los datos obtenidos de la revisión vehicular obligatoria proporciona información útil para los habitantes de ciudades con problemas de contaminación atmosférica, los fabricantes de vehículos y las autoridades de esas ciudades. Para los habitantes es valiosa porque conocer las emisiones de los vehículos puede afectar su decisión de compra, venta o conservación de un automóvil. Los fabricantes la utilizarían para que sus vehículos pasaran con facilidad la revisión obligatoria y con el fin de tener mayor demanda. Las autoridades tendrían un marco de referencia para determinar los límites de emisión más conveniente y les permitiría verificar la operación de los equipos utilizados en los verificentros autorizados.

De los datos medidos durante el primer semestre del año 2000, en cerca de 1.3 millones de vehículos verificados, se concluye que:

Los vehículos fabricados en 1990 tienen emisiones muy semejantes, lo cual indica el uso de motores con tecnologías similares. Las diferencias en las curvas de emisión son pequeñas para cada marca. Así, los fabricantes de automóviles no recomiendan utilizar convertidores catalíticos en vehículos equipados con carburador para mezclar el aire y el combustible; ya que no consideran posible mantener la estequiometría de la mezcla dentro de los límites requeridos para una alta eficiencia en la conversión catalítica. Sabemos, sin embargo, que ya existen desarrollos tecnológicos recientes que permiten ajustar el carburador adecuadamente al convertidor catalítico para reducir de manera considerable las emisiones.

A partir de 1991, la introducción del convertidor catalítico reduce notablemente las emisiones contaminantes. Se observa que las diferentes submarcas de un mismo fabricante pueden presentar diversos niveles de emisiones, asociadas a convertidores catalíticos distintos, o a un mismo convertidor usado en motores con un desplazamiento volumétrico específico diferente. Si los gases de escape fluyen con demasiada rapidez no tienen tiempo de residencia suficiente para reaccionar en las superficies del convertidor catalítico.

Conviene recordar que aunque dos vehículos produzcan las mismas concentraciones de contaminantes, la cantidad de contaminación lanzada al aire es proporcional al desplazamiento del motor y a las revoluciones de operación. Un motor de cuatro litros de desplazamiento despidió el doble que uno de dos litros y este volumen es emitido por cada dos revoluciones del motor, para motores de cuatro tiempos.

Resulta asombroso descubrir que los vehículos tipo Combi en los modelos 1992 y 1993 (el primero sin convertidor y el segundo con uno que parece inexistente) que tienen una media de emisión alta, son los que más contribuyen a contaminar la ciudad, ya que se emplean en forma masiva para el transporte público de uso continuo.

De las gráficas podemos observar que la medida tomada por las autoridades de permitir el cambio de convertidor catalítico para los modelos 1994 contribuyó a reducir en buena medida las emisiones de estos modelos.

Para comprobar la exactitud de los equipos de medición utilizados en los verificentros, se realizó un estudio con los datos del Volkswagen Sedán. Se observó que la calibración es adecuada para la mayoría de los equipos de medición, pero existen unos cuantos aparatos que están fuera de la norma. De este modo, si un vehículo es rechazado por estar ligeramente por arriba de los límites de la norma, es posible que sea aprobado en otra línea de medición.

Continuar con este tipo de análisis permite la detección del proceso de envejecimiento natural de los convertidores catalíticos o un incremento en la velocidad de degradación asociado a envenenamiento o roturas del material cerámico.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a las autoridades del Gobierno del Distrito Federal, el haber proporcionado la base de datos que permitió realizar este trabajo.

9. Apéndice: Contaminación y manejo

Es importante tener un automóvil que contamine poco, pero también lo es el mantenerlo en buenas condiciones y, sobre todo, cómo manejarlo. El rendimiento y las emisiones de un vehículo dependen mucho de los hábitos de manejo del conductor.

Para que un motor ejerza toda su potencia requiere un exceso de gasolina en la mezcla inyectada a los cilindros, pero el convertidor catalítico sólo trabaja adecuadamente con una mezcla estequiométrica. Cada vez que apretamos a fondo el acelerador, el vehículo emite un exceso de contaminantes. En un segundo de acelerador al máximo se puede producir el CO que se despediría en media hora de manejo normal. Conducir agresivamente incrementa el consumo de gasolina y las emisiones contaminantes. **Evitemos los arranques y las aceleraciones bruscas.**

El catalizador frío no funciona eficientemente, tarda de 3 a 5 minutos en calentarse. Durante este tiempo contamina igual que un vehículo sin catalizador. Aunque su vehículo sea nuevo, no pasa la verificación. **Verifiquemos con el catalizador caliente. Evitemos los viajes cortos, caminar es benéfico para la salud.**

Los vehículos modernos pueden caminar casi inmediatamente después de arrancar, siempre y cuando no se les pida mucha potencia, por ello **arranquemos inmediatamente después de encender el motor**, a menos que tengamos que subir una pendiente situación en la que sí es necesario esperar a que se caliente el motor.

Al frenar, transformamos la energía cinética del vehículo en calor en las balatas de los frenos. Si los sobrecalentamos los polímeros se transforman en grafito, que tiene muy poca fricción, y los frenos se sentirán como "mojados". **Anticipemos los movimientos del tráfico, para reducir el uso del freno o del acelerador.**

Durante las horas pico de la ciudad se avanza lentamente y con muchas paradas; lo que incrementa el consumo de gasolina y las emisiones contaminantes. **Tratemos de movernos fuera de las horas pico del tráfico.**

A velocidades altas, la fuerza de fricción con el aire disipa la mayor parte de la potencia del motor. Para la mayoría de los vehículos modernos, la velocidad de crucero o sea la de máximo rendimiento en kilómetros recorridos por litro de combustible está entre 70 y 90 kmph, para terreno plano. Viajar muy despacio o muy a prisa incrementa el consumo de gasolina y la contaminación. **Si puede viaje a la velocidad de crucero.**

Evite el peso innecesario, 50 kilogramos extra incrementan el consumo de combustible en cerca del 1%. **Vaciamos la cajuela de las cosas innecesarias.**

Reduzca la temperatura del vehículo: abra las ventanillas, use pantallas reflectoras en los vidrios y colores claros en la carrocería. El aire acondicionado consume mucha energía y, por lo tanto, baja el rendimiento de la gasolina en cerca del 12%. **Reduzcamos el uso del aire acondicionado.**

Un vehículo caliente tiene muchas pérdidas evaporativas que contribuyen a un exceso de hidrocarburos en la atmósfera de la Ciudad de México. **Conviene estacionar el vehículo dentro de la cochera o, al menos, a la sombra.**

Manchas de gasolina o aceite en el motor, o en el piso debajo del coche después de cierto tiempo estacionado, indican fugas. Una gran parte de las emisiones evaporativas corresponden a fugas en juntas o mangueras. **Evitemos las fugas.**

Los viajes unipersonales incrementan la contribución de los vehículos particulares a la contaminación. Mientras más pasajeros lleve se reduce la contaminación *per cápita*. **Tratemos de viajar acompañados.**

Si apuntamos el kilometraje cada vez que llenamos el tanque de gasolina, podemos usar el rendimiento en kilómetros por litro, como un indicador del estado del motor. Encontraremos que algunas bombas, en ciertas gasolineras, tienen errores sustanciales, el detectarlas nos permite ahorrar dinero. **El medir el rendimiento detecta problemas con el motor y nos permite descubrir las gasolineras que cuentan con instalaciones adecuadas.**

Si las llantas tienen una presión menor a la recomendada se incrementa la fricción y se reduce el rendimiento. Si se aumenta la presión se disminuye la fricción, pero decrece el área en contacto con el piso y deforma el patrón de desgaste normal de la llanta. **Revisemos periódicamente la presión en las llantas.**

El aceite del motor reduce la fricción entre los pistones y las paredes de los cilindros. Con el uso pierde sus propiedades lubricantes y transporta partículas que pueden rayar las paredes. Conviene cambiarlo con frecuencia, así como los filtros de aceite y gasolina. **Cambiamos periódicamente el aceite y los filtros.**

Un filtro de aire tapado obstruye el paso del oxígeno necesario para la combustión. El filtro se tapa por las partículas sólidas que arrastra el aire, las cuales actuarían como lija al mezclarse con el aceite. **Cambiar el filtro de aire con frecuencia es una buena inversión.**

Un motor se puede afinar para máxima potencia con una mezcla ligeramente rica en gasolina; para máximo rendimiento con una mezcla ligeramente pobre; o para mínimas emisiones con una mezcla estequiométrica. Esta última condición es un buen compromiso entre potencia y rendimiento. En los motores con inyección de combustible la computadora mantiene la mezcla en la relación estequiométrica entre el combustible y el aire, excepto cuando se requiere máxima potencia. **Conviene afinar periódicamente el motor.**

El contenido de azufre en la gasolina afecta la eficiencia de los convertidores catalíticos. La gasolina Premium no afecta dicha eficiencia, por lo que conviene utilizarla. **Incrementa la eficiencia de su convertidor usando gasolina Premium.**

Referencias

Información sobre rendimiento, seguridad y contaminación por vehículos se encuentra en varios sitios de la red Internet:

- ◆ *The Consumer Reports*, en /www.consumerreports.org
- ◆ *The U.S. Department of Energy*, en /www.eren.doe.gov/feguide/
- ◆ *The Environmental Protection Agency's Office of Mobile Sources, Consumer Information Division* en /www.epa.gov/omswww/consumer.htm
- ◆ *National Highway Traffic Safety Administration*, en /www.nhtsa.dot.gov/
- ◆ *The American Council for an Energy-Efficient Economy*, en /aceee.org
- ◆ Recientemente se publicó el libro "*Green Guide to Cars&Trucks Model Year 1988*", por DeCicco y Thomas, ACEEE, Washington, 1998. En esta publicación se utilizan los datos promedio de las emisiones medidas por los fabricantes para definir un índice de contaminación que permite comparar todos los vehículos que se venden en los Estados Unidos. No utilizan los datos del programa Inspection/Maintenance equivalentes a nuestra Revisión Obligatoria, en los que se veía la dispersión en las medidas.
- ◆ M. Ross publicó el artículo: "Automobile Fuel Consumption and Emissions: Effects of vehicle and Driving Characteristics", *Annu. Rev. Energy Environ.* 19(1994), pp.75-112.
- ◆ Podemos mencionar algunas publicaciones sobre contaminación de los autores:
 1. Riveros, H. G., J. L. Bravo, V. Páramo, H. y J. Tejeda, "El ozono y el consumo de gasolina en la zona metropolitana", *Bol. Acad. de la Inv. Cien.*, Julio-Agosto 1993, pp. 31-36.
 2. Riveros, H. G., L. Ortiz, y V. López, "Emisiones contaminantes en motores de gasolina", *Dynamis*, Año 4, Num. 1-6,(1992), pp. 61-66
 3. Riveros, H. G., J. Tejeda, L. Ortiz, y H. Riveros-Rosas, "Origen de los hidrocarburos en la Atmósfera de la Ciudad de México", *Calidad Ambiental* 1,9(1994), pp. 15-17.
 4. H.G. Riveros, J. Tejeda, L. Ortiz, y H. Riveros-Rosas, "Emisiones de hidrocarburos en automóviles", *Calidad Ambiental*, II Num.4(1995), pp. 4-6.
 5. Riveros, H. G., "Hidrocarburos en la atmósfera de la ciudad de México. ¿Quién los emite?", *Ciencia y Desarrollo*, XXI-125(1995), pp. 13
 6. Riveros, H.G. "La contaminación y la verificación vehicular" *Ciencia y Desarrollo*, XXII-128(1996), pp.12-13.

7. Riveros, H.G. "Contaminación Atmosférica en la Ciudad de México", *Memorias del Primer Coloquio Binacional México Japón sobre Gestión Ambiental: Contaminación Atmosférica*, 25-26 enero1996, pp. 41-45. INE-CENICA dic 96
8. Riveros, H.G., "Contaminación Atmosférica", Simposio: *Hacia el Tercer Milenio*, Ed. Col. Nacional, 16 marzo 1995, pp. 243-267, publicado en México abril 1997
9. Riveros, H.G., J. Tejada, L. Ortiz, A. Julian, y H. Riveros-Rosas, "Hydrocarbons and Carbon Monoxide in the Atmosphere of Mexico City ." *J. Air&Waste M.A.*, 45(1995), pp. 973-80.