

Emisiones derivadas del modelo de movilidad

Uno de los principales impactos ambientales derivados del modelo de movilidad son las emisiones de gases a la atmósfera. Una vez definidas y simuladas las propuestas de las redes de transporte público y vehículo privado, se han analizado los niveles de emisión derivadas de éstas, estimando el impacto que supondría en cada uno de los escenarios estudiados. El siguiente análisis consiste en la definición de los principales gases emitidos por el tráfico motorizado y su repercusión de éstos sobre la salud pública.

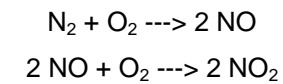
Se define **contaminante** a aquella sustancia que puede dar lugar a riesgo o daño, para las personas o bienes en determinadas circunstancias. Los sistemas urbanos actuales sufren las consecuencias de una larga trayectoria de urbanismo dirigido a la movilidad mediante el vehículo privado, con el consecuente tráfico vehicular extremo, provocando que la fuente principal de contaminación sea precisamente los vehículos motorizados y provocando además unos niveles de contaminación en las calles por encima de la legislación vigente. La mayoría de vehículos utilizan combustibles fósiles, la combustión de los cuales, es una fuente de contaminantes tales como los óxidos de nitrógeno (NO_x), el dióxido de carbono (CO₂) y el material particulado. Otros contaminantes asociados a la quema de combustibles fósiles son los hidrocarburos (HC), el metano CH₄ y el dióxido de azufre (SO₂).



En las ciudades la principal problemática se centra en los **óxidos de nitrógeno y en las partículas** debido a que los niveles de concentración de estos contaminantes en superficie (nivel de inmisión) son generalmente elevados superando en los niveles de marcados por la legislación vigente. Un futuro con una cantidad menor de emisiones debe de resultar una mejoría en los niveles de inmisión y por lo tanto en la calidad del aire y en la habitabilidad de la ciudad.

De los ocho **óxidos de nitrógeno** (NO_x) conocidos los que tienen más interés son el monóxido de nitrógeno (Óxido nítrico, NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Normalmente se utiliza la notación NO_x para representar colectivamente al NO y al NO₂ implicados en la contaminación del aire. La mayor parte de los óxidos de nitrógeno se forman por la oxidación del nitrógeno atmosférico durante los procesos de combustión a

temperaturas elevadas. El oxígeno y el nitrógeno del aire reaccionan para formar NO, oxidándose este posteriormente a NO₂.



La fuente principal, sobre todo en las ciudades, es el tráfico aunque también existen fuentes naturales como incendios forestales, erupciones volcánicas...y su vida media en la atmósfera se estima en días. El NO₂ es un importante gas de efecto invernadero, contemplado en el Protocolo de Kyoto.

El **material particulado** se define como dispersiones de sustancias sólidas o líquidas en el aire. El tamaño de las partículas oscila entre 1 y 1000 micras, ésta es una característica importante debido a que los efectos sobre la salud dependen de ella. De todas las partículas, la que son de un tamaño entre 1 y 10 micras tienden a formar suspensiones mecánicamente estables en el aire, por lo que reciben el nombre de **materia en suspensión** pudiendo ser trasladadas a grandes distancias y durante largos periodos de tiempo. Las PM₁₀ corresponde a la fracción particulada de las Partículas en Suspensión Totales (PST), con un diámetro inferior a 10 micras. Este parámetro ha sustituido recientemente en las directivas comunitarias a las PST (Partículas totales en suspensión) debido a que esta es la fracción que afecta a la salud, por su pequeño tamaño y su baja velocidad de sedimentación ya que puede ser transportadas por corrientes de aire a grandes distancias desde su lugar de emisión. En las áreas urbanas la alta carga mineral se debe especialmente a dos causas: la resuspensión del polvo depositado en la calzada, originado bien por el tráfico bien por otras fuentes como la construcción y demolición, y en menor medida a la aportación de polvo desde África. La contribución directa del tráfico alcanza valores de entre el 30-48% en las zonas urbanas.

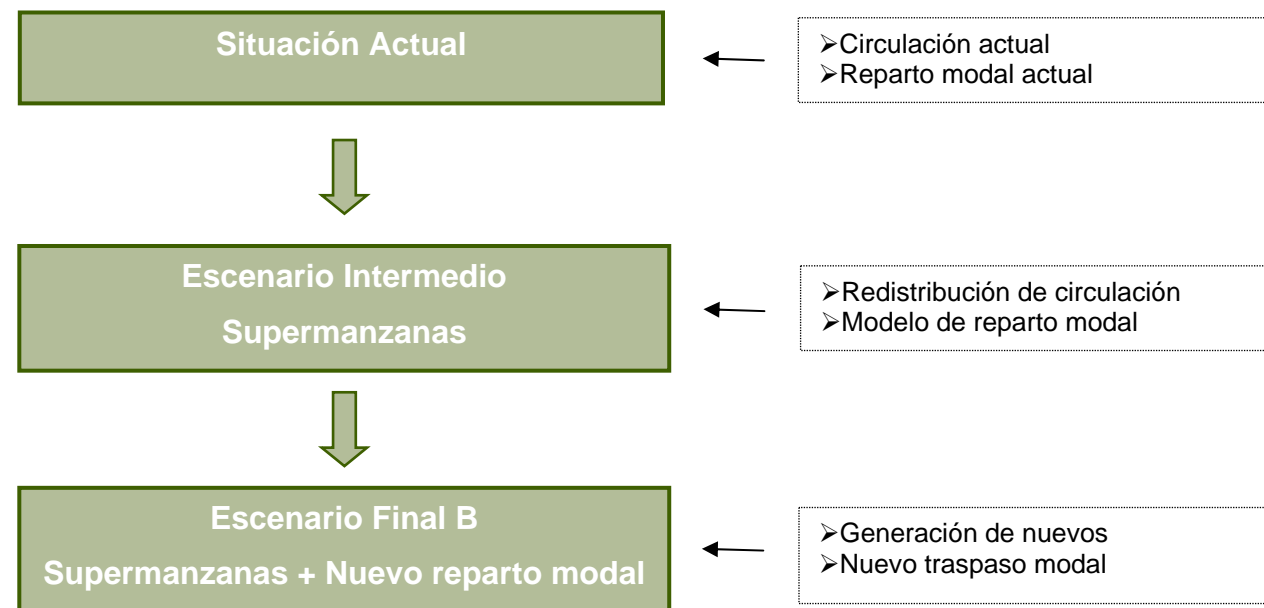
Las emisiones de contaminantes debidas al tráfico vehicular dependen de un gran número de factores entre ellos: (1) factores propios del vehículo como la tipología de vehículo, la antigüedad de éste, el peso, el combustible que usa o la velocidad a la que circula, (2) factores externos como la pendiente del tramo, el tipo de pavimento de la vía por donde circula o la temperatura ambiente y (3) factores personales tales como la forma de conducir o la longitud de los recorridos. Dada la diversidad de variables se opta por una estimación que contemple principalmente los factores relacionados con la tipología del vehículo y el flujo total del tránsito¹.

A continuación se exponen los resultados de tres escenarios estudiados: situación actual, escenario intermedio y escenario final.

La Situación Actual es un escenario que estudia la circulación vehicular que existe en la actualidad en el ciudad de Vitoria. El escenario Intermedio caracteriza la circulación vehicular una vez se han implementado las supermanzanas y la integración del tranvía. Este hecho repercute en la redistribución del tráfico, limitando considerablemente el número de vehículos que circulan por el interior de las supermanzanas. A su vez, se incorpora la nueva red de autobuses, un nuevo diseño de líneas que debe eliminar la redundancia de vehículos

¹ Ver Anexo 6. Metodología Calidad del Aire.

en algunos tramos, aumentar la velocidad de éstos y mejorar el servicio de la red. Esta mejora en el transporte público así como las supermanzanas repercuten en el reparto modal. Finalmente, el último escenario, incorpora la totalidad de supermanzanas y el cambio de estación. En este escenario se tienen en cuenta los nuevos viajes generados por el crecimiento de la ciudad y una mejora en la red de autobuses: mayor frecuencia de paso y mayor velocidad comercial. En este escenario Final también se incorpora la hipótesis del *park & ride*.



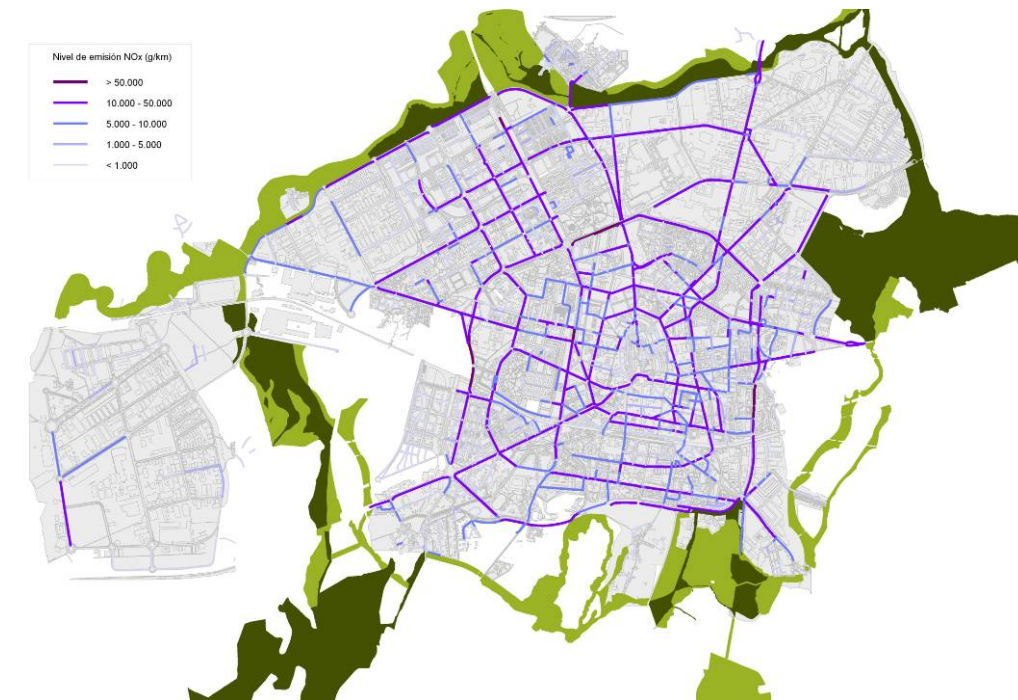
Descripción de los escenarios de análisis emisiones

Fuente: Elaboración propia

Para la ciudad de Vitoria-Gasteiz se han estimado las emisiones tanto de **óxidos de nitrógeno como de partículas PM₁₀**, considerando de éstas últimas las provenientes directamente del tubo de escape, las producidas por abrasión de neumáticos y desgaste de los frenos y finalmente las provenientes de la resuspensión. En la actualidad Vitoria-Gasteiz sufre un nivel de emisiones moderado tanto de PM₁₀ como de NO_x. Se estima que diariamente se emiten en la ciudad 1.915Kg de NO_x y 171 Kg de PM₁₀ derivados del tráfico vehicular.

Los tramo de calle con un mayor nivel de emisión de contaminantes al día son las que soportan el mayor número de vehículos diarios donde se llegan a emitir diariamente más de 50 g/m de NO_x y más de 5 g/m de PM₁₀ por tramo. Este hecho influye en los niveles de inmisión de dichos tramos con el correspondiente impacto sobre la

salud de las personas. Los niveles de inmisión se analizarán más adelante como una de las variables de habitabilidad del espacio público.



E0. Escenario Situación Actual: EMISIÓN DE NOx (g/km/día) por tramo.

Fuente: Elaboración propia

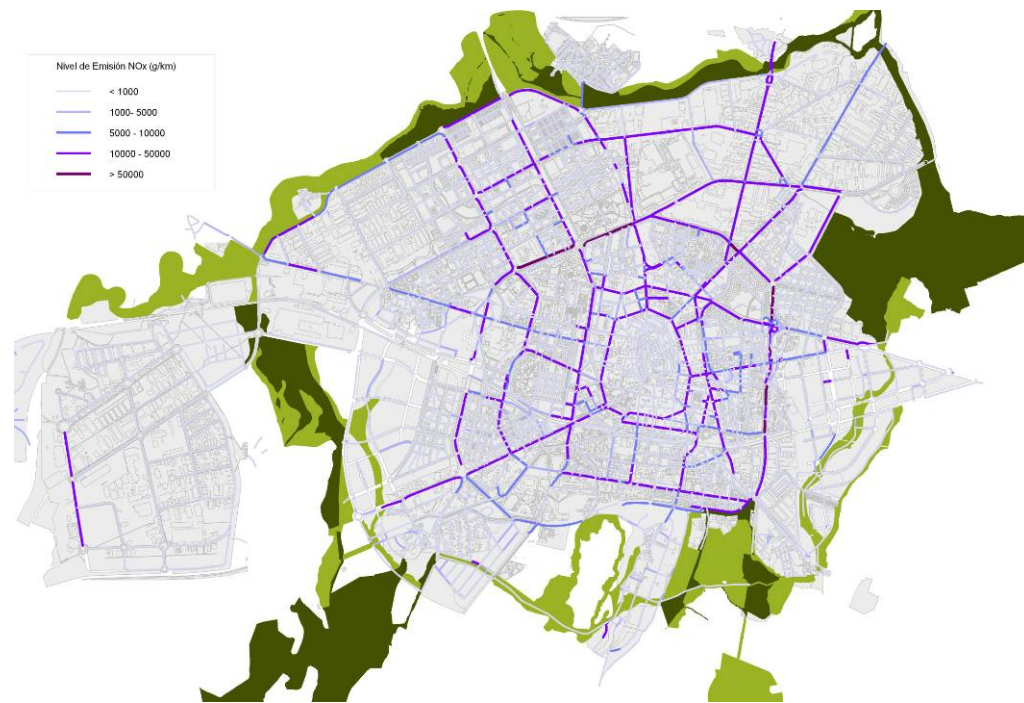


E0. Escenario Situación Actual: EMISIÓN DE PM₁₀ (g/km/día) por tramo.

Fuente: Elaboración propia

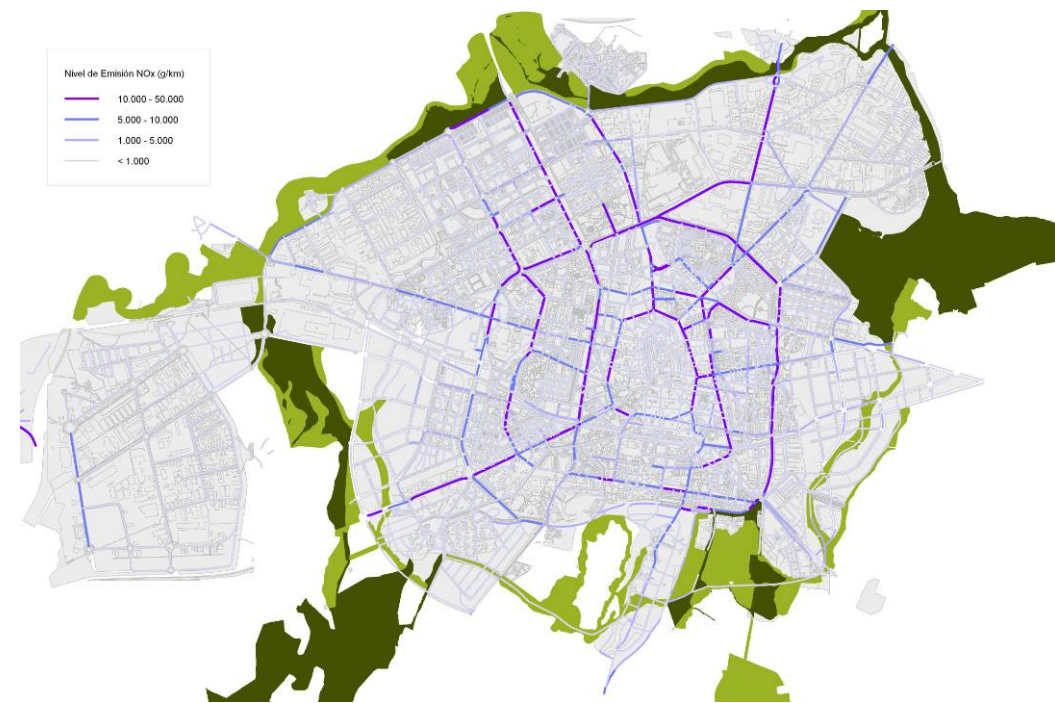
En el Escenario Intermedio, el cambio de reparto modal debido a las mejoras en transporte público y al efecto de las supermanzanas, repercute en una disminución de las emisiones a totales diarias en aproximadamente un 23%. El modelo redistribuye el tráfico vehicular, por lo tanto, en algunos casos el nivel de emisión en la red básica aumenta, sin embargo disminuye notablemente en los tramos de calle interiores de supermanzana.

El Escenario Final B incorpora la totalidad de supermanzanas y el cambio de estación. En este escenario se consideran los nuevos viajes generados por el crecimiento de la ciudad así como un nuevo traspaso modal en los desplazamientos hacia el transporte público (por el hecho de las mejoras en este sector, tanto en frecuencia como en velocidad comercial) y el efecto de las supermanzanas. Las emisiones se ven reducidas en más de un 60% respecto a la situación actual.



E1. Escenario Intermedio: EMISIÓN DE NO_x (g/km/día) por tramo.

Fuente: Elaboración propia.



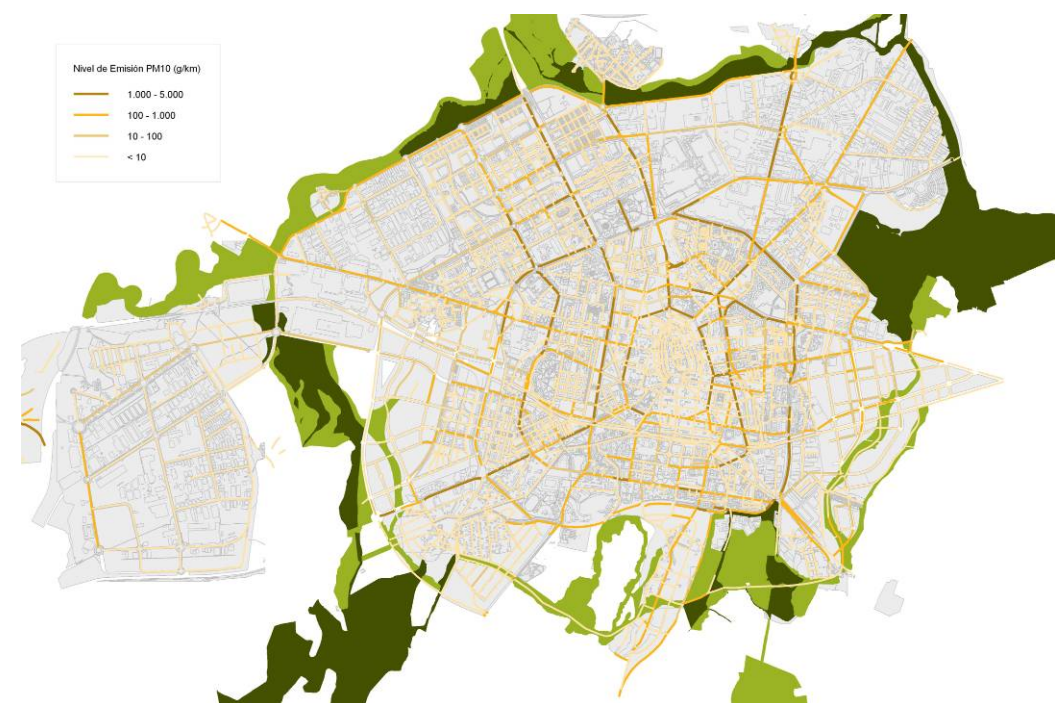
E2. Escenario Final B: EMISIÓN DE NO_x (g/km/día) por tramo.

Fuente: Elaboración propia.



E1. Escenario Intermedio: EMISIÓN DE PM₁₀ (g/km/día) por tramo.

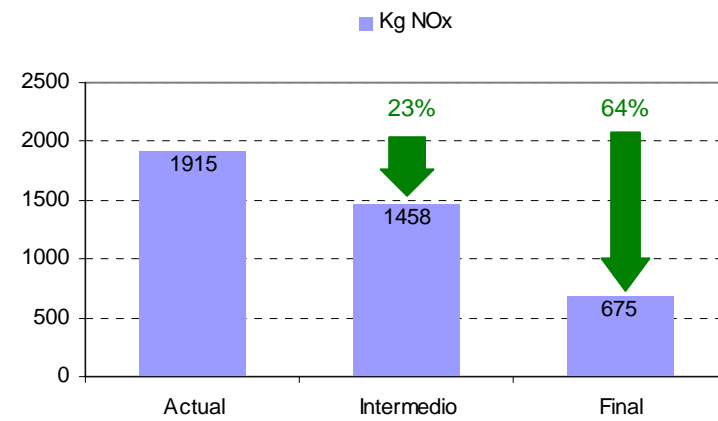
Fuente: Elaboración propia.



E2. Escenario Final B: EMISIÓN DE PM₁₀ (g/km/día) por tramo.

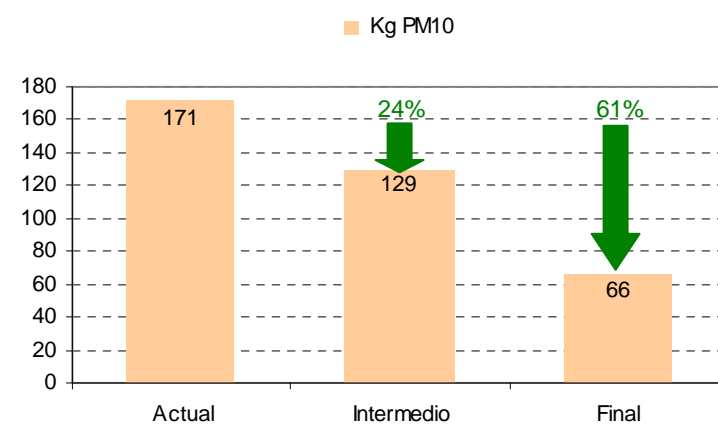
Fuente: Elaboración propia.

El descenso evolutivo de los niveles de emisión diaria debidas al tráfico vehicular en la ciudad de Vitoria queda reflejado en la siguiente tabla. La disminución de la emisiones se debe principalmente a la reducción de los vehículos privados que circulan por el interior de la ciudad. Otro factor importante es el hecho del aumento de la velocidad media general del tráfico (anexo 7 Metodología de la calidad del aire).



Emisiones de NOx diarias (kg) debidas a la tráfico.

Fuente: Elaboración propia



Emisiones de PM10 diarias (kg) debidas a la tráfico.

Fuente: Elaboración propia

Des del punto de vista de la diferenciación de las dos tipologías principales de calles (interior a supermanzana y red básica), la eliminación casi en su totalidad del tráfico en el interior de las supermanzanas, reduce extraordinariamente las emisiones de gases contaminantes en estos tramos. Esta evolución se muestra en la tabla siguiente.

EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN EN TRAMOS DE CALLE						
CONTAMINANTE	TIPO DE VÍA	ESCENARIO DE ESTUDIO				
		ACTUAL kg/día	E1. Interm. kg/día	↓	E2. Final B kg/día	↓
NO _x	RED BÁSICA	1393	1370	1.6%	655	53%
	INTERIOR DE SUPERMANZANAS	522	88	83%	20	96%
	TOTAL	1915	1458	24%	675	64%
PM ₁₀	RED BÁSICA	124	120	3%	64	48%
	INTERIOR DE SUPERMANZANAS	47	9	80%	2	96
	TOTAL	171	129	24%	66	61%

Evolución de los niveles de emisión en el tramario.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, analizando la diferenciación en los modos de desplazamiento realizados en la ciudad de Vitoria-Gasteiz también se puede apreciar la disminución de las emisiones de gases contaminantes. En la tabla siguiente se han considerado los **desplazamientos totales** (internos-internos y externos-internos), así como el modos en el que se realizan estos, diferenciando entre **transporte no motorizado**: bicicleta y a pie y **transporte motorizado**: transporte público, autobús de empresa y escolar, taxi, autocar y vehículo privado. A pesar de que los desplazamientos en vehículo motorizado aumentan las emisiones disminuyen debido al incremento de los desplazamientos en transporte público.

RELACIÓN DE LAS EMISIONES Y LOS MODOS DE DESPLAZAMIENTOS					
		Actual	Intermedio	Final B	Evolución final con respecto a la situación actual
NO MOTORIZADO	nº desplazamientos	299.807	264.204	337.742	+ 37.935
	Emisiones NO _x (kg/día)	0	0	0	0
	Emisiones PM ₁₀ (kg/día)	0	0	0	0
MOTORIZADO	nº desplazamientos	264.204	256.314	279.343	+ 15.139
	Emisiones NO _x (kg/día)	1915	1458	675	- 1.240
	Emisiones PM ₁₀ (kg/día)	171	129	66	- 105

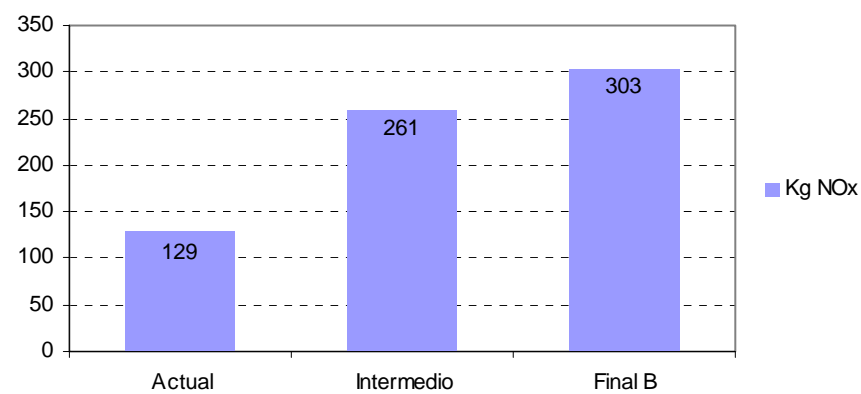
Relación de las emisiones y los modos de desplazamiento.

Fuente: Elaboración propia

Emisiones derivadas de la red de autobuses

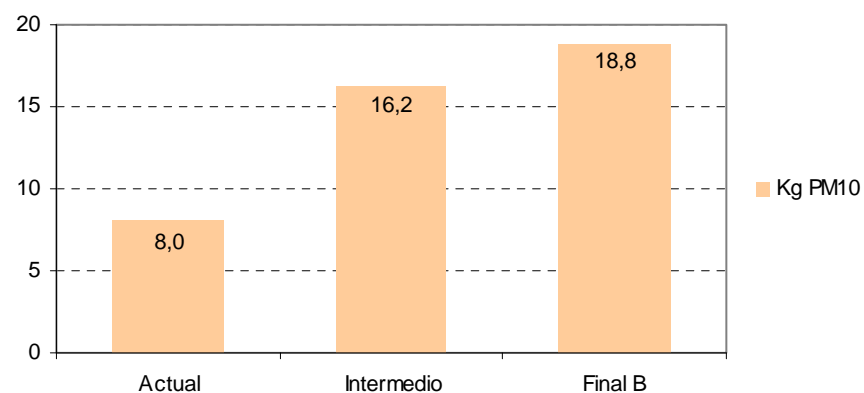
La red de autobuses es un punto clave en la disminución de las emisiones de la ciudad debidas a la movilidad. Claro está, que una mejoría en el servicio, supone un aumento de la frecuencia de autobuses, un aumento del número de vehículos circulando y por lo tanto las emisiones en su conjunto. Sin embargo, el indicador significativo de la red es su eficiencia, es decir, el cociente entre las emisiones de gases contaminantes y los pasajeros transportados. Es con este cociente donde se puede apreciar si un cambio en el diseño de la red de autobuses es beneficiario para la ciudad en términos de contaminación atmosférica.

Comparando los resultados obtenidos en los distintos escenarios resulta un aumento de las emisiones totales en la nueva red propuesta respecto a la red actual. Este aumento es debido al incremento del número total de vehículos circulando diariamente que son necesarios para poder mejorar las frecuencias del servicio actual. De este modo, se minimizan los tiempos de espera en la parada a la vez que es posible absorber el crecimiento de la demanda previsto y mejorar los tiempos de viaje que los usuarios deben invertir en realizar sus trayectos.



Emisiones de NOx diarias (kg) debidas a la red de autobuses

Fuente: Elaboración propia



Emisiones PM₁₀ diarias (kg) debidas a la red de autobuses

Fuente: Elaboración propia

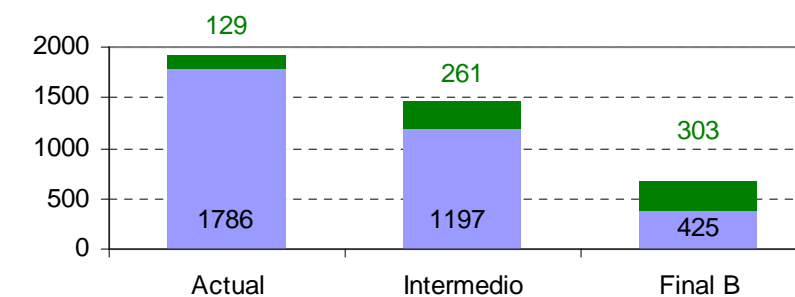
A pesar de que la red propuesta tiene un mayor nivel de emisión de gases contaminantes, el propio diseño de la red junto con la mejora global del servicio, consigue captar un mayor número de viajeros de modo que maximiza la eficiencia medioambiental.

RED DE AUTOBUSES (Escenario)	Nº DE LINIAS	gNOx / pasajero	gPM10 / pasajero	Reducción respecto actual
Actual	16	129	8,0	0,0%
Intermedio	8	78	4,8	40%
Final B	9	40	2,0	72%

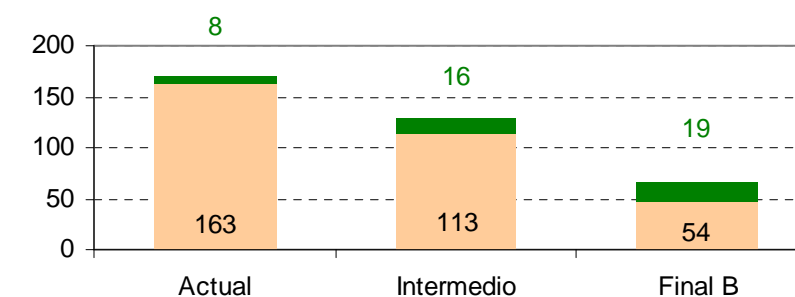
Eficiencia emisiva de las redes de autobuses

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, donde mejor se puede apreciar la afectación de las emisiones debidas a la red de autobuses sobre el global de las emisiones del tráfico, es en un análisis de los gases contaminantes emitidos por cada uno de los modos de desplazamiento. En el gráfico siguiente se puede comprobar que un aumento en las emisiones de los autobuses, no tiene porqué ser perjudicial para los niveles de emisión, sino que el aumento del servicio de transporte público, provoca la captación de nuevos pasajeros y el traspaso modal de éstos, con la consiguiente reducción de emisiones globales ya que el autobús es más eficiente que el vehículo privado.



Kg de NOx (BUS) Kg de NOx (Coche)



Kg de PM₁₀ (BUS) Kg de PM₁₀ (Coche)

Emisiones de NOx y PM₁₀ diarias diferenciadas en Bus y otros vehículos.

Fuente: Elaboración propia

