

CAPÍTULO 1

PATRONES DE TRÁFICO DE VEHÍCULOS EN VIALES DE BARDENAS REALES

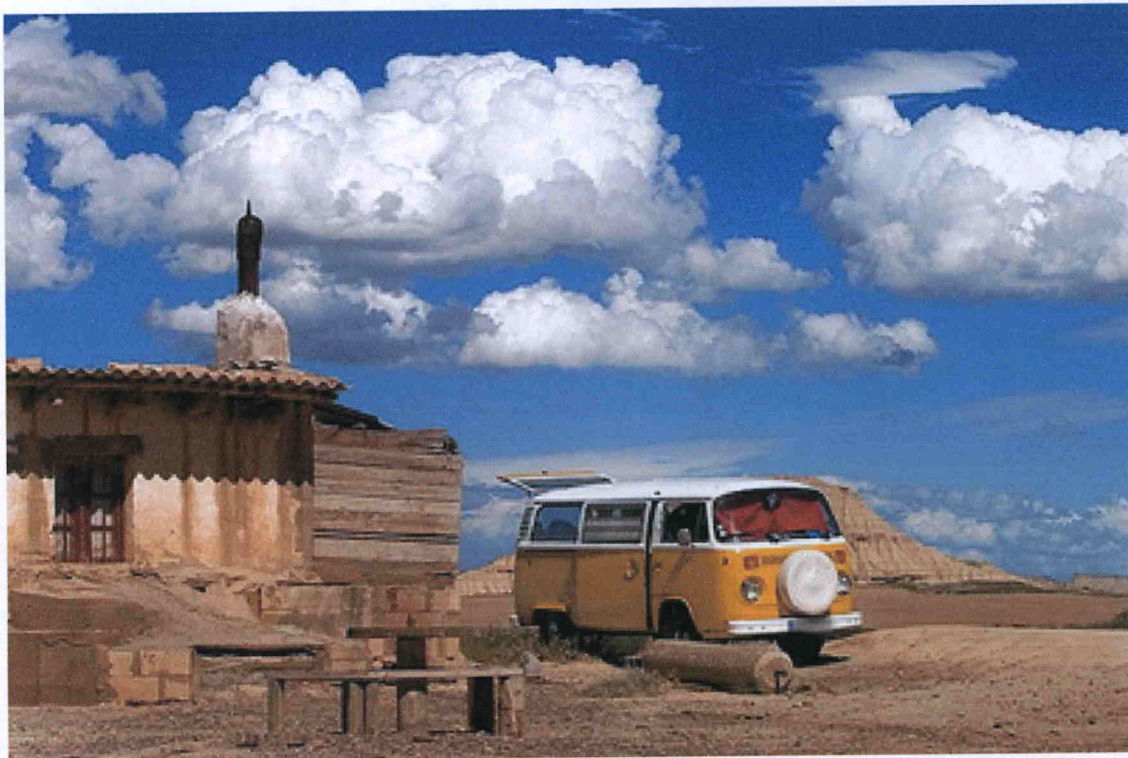


Foto: http://www.bardenasreales.es/galeria_ia.php?cat=21&pag=3

INTRODUCCIÓN:

Su finalidad es conocer el uso humano de los viales y caminos del Parque Natural, por medio del conteo del paso de vehículos (bicicletas, segways, motos, quads, coches, tractores o autobuses) por sistemas automáticos colocados en diferentes puntos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio y estratificación del muestreo

La evaluación de la intensidad de tráfico se realizó en toda la superficie del Parque Natural y Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales (Figura 1.1).

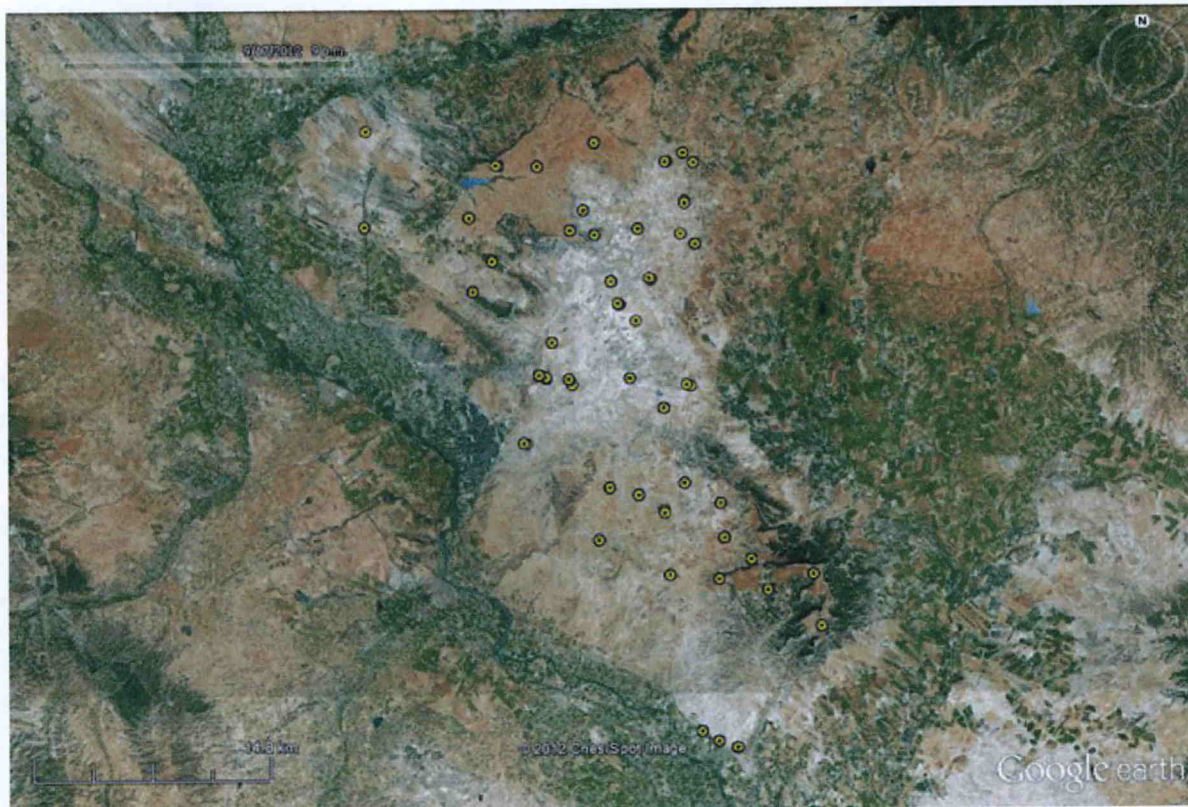


Figura 1.1. Distribución de los contadores de tráfico a lo largo del periodo de estudio (mayo 2012 a mayo 2013).

El muestreo se estratificó sobre dos criterios: tipo de viales y distribución geográfica.

En el primer caso consideramos cuatro niveles (Figura 1.2.):

- 1- Carreteras: vías asfaltadas que corresponden a la carretera NA-121 Pamplona-Tudela, La NA-125 Tudela-Ejea, la NA-126 Cabanillas-Tauste y la Carretera de acceso al Polígono de Tiro (más bien un camino asfaltado).
- 2- Pistas con firme de grava, con acceso autorizado a todo tipo de vehículos.
- 3- Pistas de tierra con acceso autorizado a BTT pero no a vehículos a motor (pero abiertas a los usos tradicionales).
- 4- Pistas de tierra con acceso autorizado solamente a vehículos agrícolas o ganaderos, policía o salvamento y de servicio del Parque Natural.

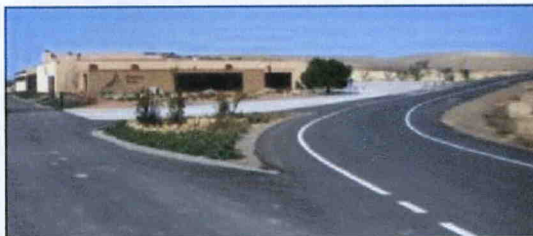


Figura 1.2. Imágenes de los cuatro tipos de vías de comunicación considerados. De izquierda a derecha y de arriba abajo: carretera, pista de grava, pista BTT y camino agrícola.

Por otra parte, los puntos de muestreo se repartieron de modo regular entre las cinco zonas de manejo que se vienen utilizando en la Reserva, que se corresponden con bastante fidelidad a ambientes fisiográficos y ecológicos diferenciados (Figura 1.3.).

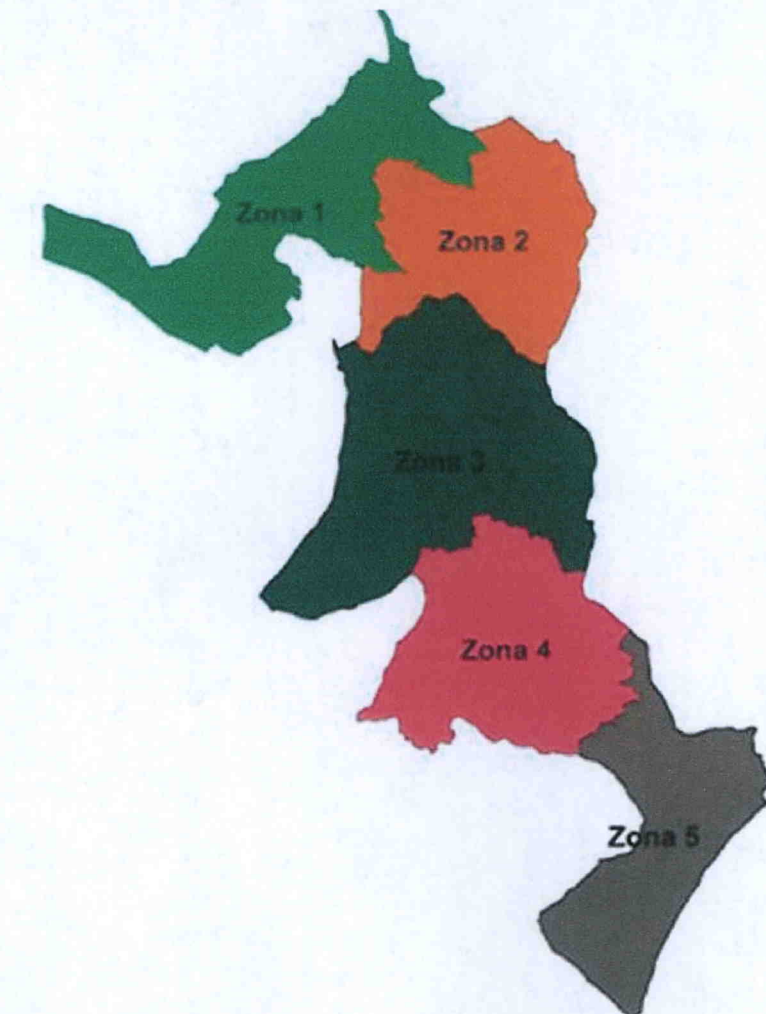


Figura 1.3. Zonificación del territorio de Bardenas Reales sobre la que se ha basado el muestreo estratificado a través de contadores de tráfico. A grandes rasgos, las cinco zonas serían:

- | | | |
|------------------------|------------------------|----------------|
| 1: El Plano-Landazuria | 2: Blanca Alta | 3: Blanca Baja |
| 4: Tres Montes-Umbría | 5: La Negra-El Fraile. | |

Evaluación de la intensidad de tráfico

Siguiendo a Román et al (2010) hemos utilizado dispositivos automáticos con el nombre comercial TRAFx Vehicle Counter Generation III (<http://www.trafx.net/>, Figura 1.4.). Estos contadores tienen integrado un magnetómetro y un software para detectar el paso de vehículos, siendo su radio de detección de 6 m. Se colocaron en el borde de los caminos y carreteras, enterrados a unos 10 cm, y protegidos de la humedad dentro de un recipiente de plástico con bolsas zip con silicagel, con el objeto de evitar un mal funcionamiento. Una vez enterrado el aparato, se marcaba su posición con el GPS.

Cada uno de los contadores disponibles estuvo tomando datos durante al menos una semana en cada punto, rotándose después a otra localización. Los datos almacenados en los contadores se descargan en el campo en un aparato “G3 Dock” y posteriormente se pasan al ordenador y se introducen en la base de datos. Cada vez que un contador se cambió de sitio se inicializó de nuevo.

Estos contadores presentan también la opción de poder contar los vehículos, añadiendo a la base de datos un registro con la hora a la que pasa el vehículo, o un acumulando del número de vehículos que pasan cada hora o cada día, asignando un valor 0 al intervalo de tiempo en el que no pasa ninguno. Esta segunda opción ha sido la elegida en nuestro estudio para la recogida de los datos.

El periodo de tiempo que pasa entre dos registros de coches se definió cuidadosamente, para evitar que un vehículo largo que pase despacio sea contado más de una vez, estando ajustado a la velocidad estimada de tránsito (mayor o menor de 50 km/h).



Figura 1.4. Arriba: Contador de TRAFx Vehicle Counter Generation III. Abajo: el contador ya colocado dentro del recipiente de plástico y en el hueco adyacente al camino a muestrear. (Fotos: Comunidad de Bardenas).

RESULTADOS

¿Cuándo se produce una mayor afluencia de vehículos a la Bardena?

El contador de tráfico que ha estado permanentemente colocado en Aguilares (excepto una semana de abril por avería electrónica) permite comprobar (Figura 1.5.) que globalmente la mayor afluencia de vehículos a través de la carretera del Polígono de Tiro se ha producido en primavera, manteniéndose ya en verano y otoño (hasta el 31 de octubre a niveles algo inferiores). Destacan los “picos” de más de 700 vehículos diarios que han tenido lugar en Semana Santa y en algunos fines de semana de primavera (festividad puente 1 de mayo) así como en el puente del 12 de octubre. Mención especial requiere la punta del 23-25 de septiembre, muy marcada, debida al rodaje de una película (“The Counselor”) en las inmediaciones del cuartel militar. En general se aprecian picos recurrentes en los fines de semana, especialmente de primavera. En un día de fin de semana que no coincida con vacaciones o puentes pueden estar registrándose pasos de 300 vehículos por día en Aguilares.

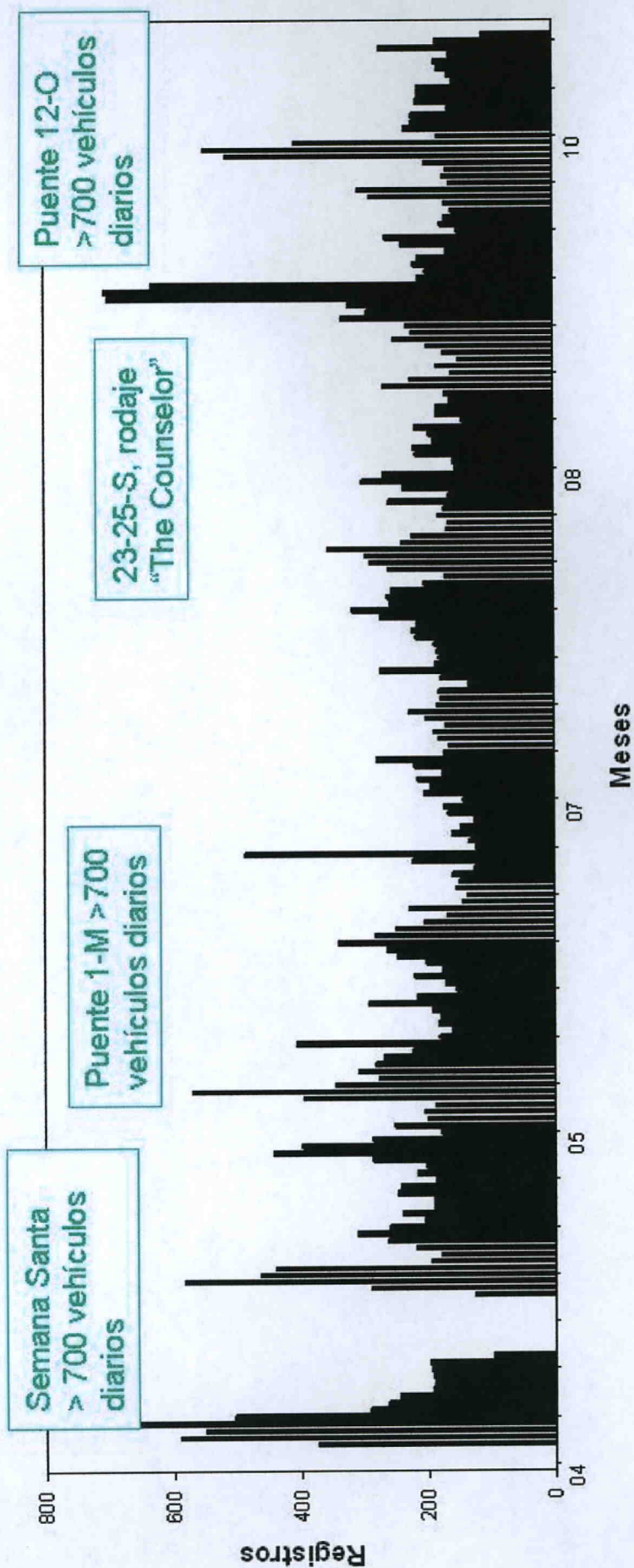


Figura 1.5. Patrón de registros de vehículos desde abril a noviembre en Aguilares (carretera del Polígono de Tiro). Las marcas en el eje de abcisas representan los domingos. Obsérvense los picos recurrentes de los fines de semana y los máximos (por encima de 600 registros) alcanzados a primeros de Abril (Semana Santa) y finales de Septiembre (filmación de "The Counselor"). Destacan también la alta afluencia en fines de semana de primavera y en el puente del 12 de octubre.

Variaciones estacionales en el tráfico de vehículos

El análisis del conjunto de datos disponibles para caminos de grava, BTT y agrícolas reveló que los primeros soportaban un tráfico mucho mayor (de hasta 300 registros diarios) mientras que las otras dos categorías presentaban niveles muy similares (Figura 1.6.). A nivel estacional, la tendencia de todos los tipos de caminos fue mostrar menor número de registros en invierno y, seguidamente, verano. El mayor volumen de tráfico se produce invariablemente en primavera.

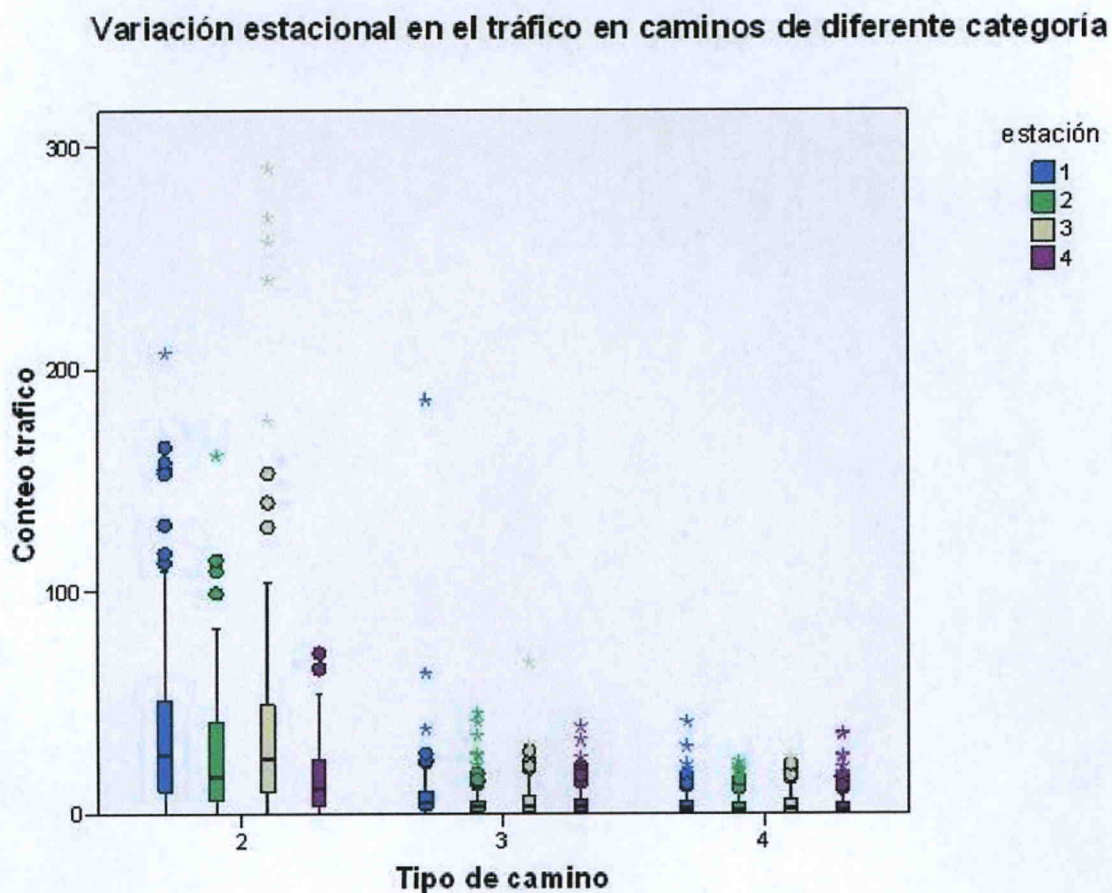


Figura 1.6. Número de registros (conteos) en tres tipos de caminos no asfaltados (2: grava; 3: BTT; 4: agrícola). Se muestran también los valores por estación (1, primavera: marzo, abril, mayo; 2, verano: junio, julio, agosto; 3, otoño: septiembre, octubre, noviembre; 4, invierno: diciembre, enero, febrero).

Variación de tráfico entre días laborables y festivos

Aunque ya aparecía claramente esbozado con anterioridad para los registros de tráfico de Aguilares, una representación específica según el tipo de camino de la variación de conteos entre días laborables y festivos reveló que en todos ellos se mantenía la tendencia a registrar más vehículos en festivos, si bien la diferencia era claramente más apreciable para caminos de grava, y progresivamente más escasa para caminos BTT y agrícolas (Figura 1.7.).

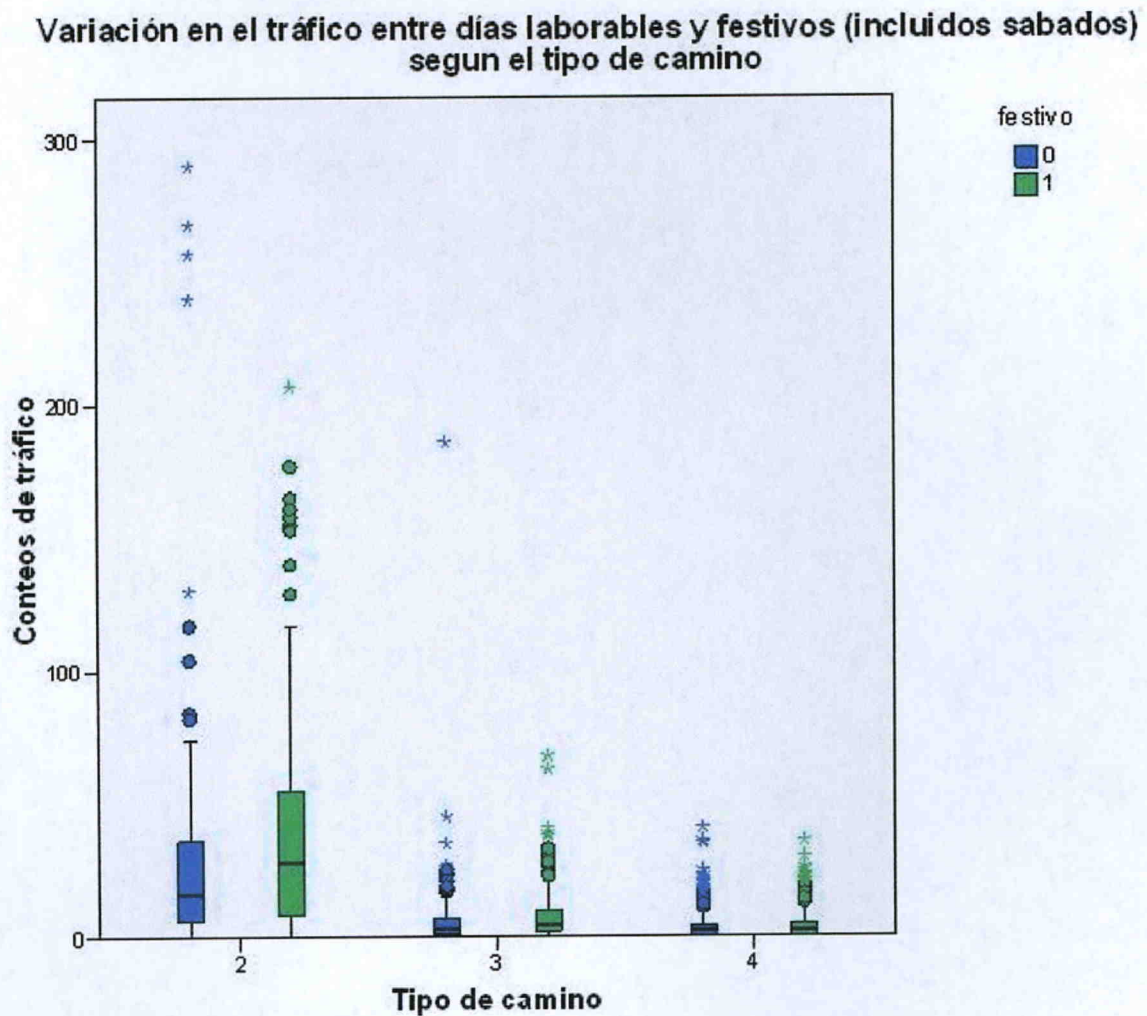


Figura 1.7. Número de registros (conteos) en tres tipos de caminos no asfaltados (2: grava; 3: BTT; 4: agrícola). Se muestran los valores para días “laborables” (azul) y “festivos” (sábados domingos y festivos en general, en verde).

Análisis conjunto de la información: Modelo Linear generalizado

Para determinar la contribución conjunta de los diferentes factores que pueden determinar cambios en las intensidades de tráfico de caminos no asfaltados de Bardenas Reales, hemos ajustado un Modelo Linear Generalizado Mixto (GLMMIX) en el que la variable dependiente fue el número de registros diarios por contador, y las variables independientes: 1) el tipo de camino (factor de tres niveles: grava, BTT, agrícola), 2) la estación (factor de cuatro niveles: primavera, verano, otoño, invierno), 3) si el día es o no festivo (factor de dos niveles), 4) la distancia a Aguilares, medida como aquella más corta utilizada y racional que pueda ser utilizada por cualquier tipo de vehículo, 5) la distancia a la carretera asfaltada más cercana (incluidas las perimetrales a todo el Parque Natural) y 6) el número de registros obtenidos el mismo día por el contador de Aguilares. El error fue Gamma y la función de enlace Log. El punto (lugar donde el contador estaba colocado) se incluyó como variable aleatoria.

Los resultados (Tabla 1.1.) revelaron que el mejor modelo (menor AICc) incluía las variables tipo de camino (Grava > BTT > Agrícola), la estación (primavera > otoño > verano > invierno), la distancia a Aguilares (negativa), la distancia a la carretera más cercana (negativa) y el número de entradas por Aguilares (positivo). En otras palabras, el tráfico es más intenso en zonas cercanas a Aguilares (o a otras carreteras asfaltadas) y en días en que hay mucha entrada de vehículos por Aguilares. Este hecho afecta a todos los caminos pero más intensamente a caminos de grava. El efecto de que el día sea o no festivo desaparece al incluirse la variable que evalúa los conteos en Aguilares.

	Estimate	S.E.	g.l.	F	P
Intercepto	1,4582	0,1031			
Tipo de camino			2	622,14	<0,0001
Grava	1,8203	0,05163			
BTT	0,5361	0,05921			
Agrícola	0				
Día (Festivo/Laborable)			1	2,19	0,1388
Estación			3	7,79	<0,0001
Primavera	0,1603	0,06792			
Verano	-0,0442	0,06407			
Otoño	0,2113	0,06702			
Invierno	0				
Distancia a carretera	0,0113	0,0047	1	5,73	0,0168
Distancia a Aguilares	-0,0137	0,0021	1	39,13	<0,0001
Registros Aguilares	0,0012	0,00025	1	20,03	<0,0001

Tabla 1.1. Resultados del GLIMMIX que relaciona el tráfico registrado por contadores en un punto dado de Bardenas con variables relativas al tipo de camino, el día, la estación las distancias a Aguilares y a otras carreteras asfaltadas y el número diario de conteos de tráfico en Aguilares. (S.E. = Error Estandar; g.l. = grados de libertad).

Una vez realizada esta aproximación general, resulta interesante desglosar el tráfico observado realmente en cada camino de Bardenas, porque ello puede arrojar luz sobre patrones puntuales que pueden quedar oscurecidos por un análisis general (por ejemplo puntos muy concretos que por factores no contemplados en el análisis puedan recibir muchas visitas). Para ello nos hemos centrado en los registros de tráfico del comienzo del verano del año 2012. Del mismo modo realizaremos un análisis particular de los patrones horarios de tráfico.

¿Qué zonas de la Bardena y qué tipo de viales soportan un mayor tráfico?

El análisis de los contadores colocados entre el 1 de junio y el 23 de julio de 2012 reveló (Figura 1.8.) que, como era de esperar, las carreteras asfaltadas que recorren el Parque son las que soportan mayor número de vehículos, en especial la carretera de Pamplona (4.920 vehículos/día). Le sigue ya a mucha distancia la carretera de Ejea (476 v/d) y ya casi igualadas las carreteras de Tauste (298 v/d) y la de Aguilares-Polígono de Tiro (246 v/d).

Atendiendo a los caminos, también como era de esperar los caminos secundarios (autorizados a vehículos y BTT) soportan un tráfico considerable (Figura 1.8.). Destacan la pistas de Castildetierra (73 v/d), la Perimetral del Polígono (52 v/d), la pista del Paso (42 v/d), la del Yugo-Landazuría (41 v/d). Con menor tráfico se encuentran ya la pista del camino de Fustiñana (20 v/d) y ya, con mucho menos tráfico, la de acceso a La Negra tanto por el Norte como por el Sur (<10 v/d).

Los caminos terciarios (autorizados a BTT) tienen todas tasas de tráfico menores de 10 v/d (y casi todos menores de 5 v/d; Figura 1.8.) a excepción del camino de El Paso – Cornialto que registra 19 v/d. Por último, los caminos con sólo uso agrícola registran tasas en general por debajo de 5 v/d con la notable excepción del camino de la Cruceta (16 v/d) y los caminos de la Punta de la Estroza (6 v/d) y de zonas de la Negra.

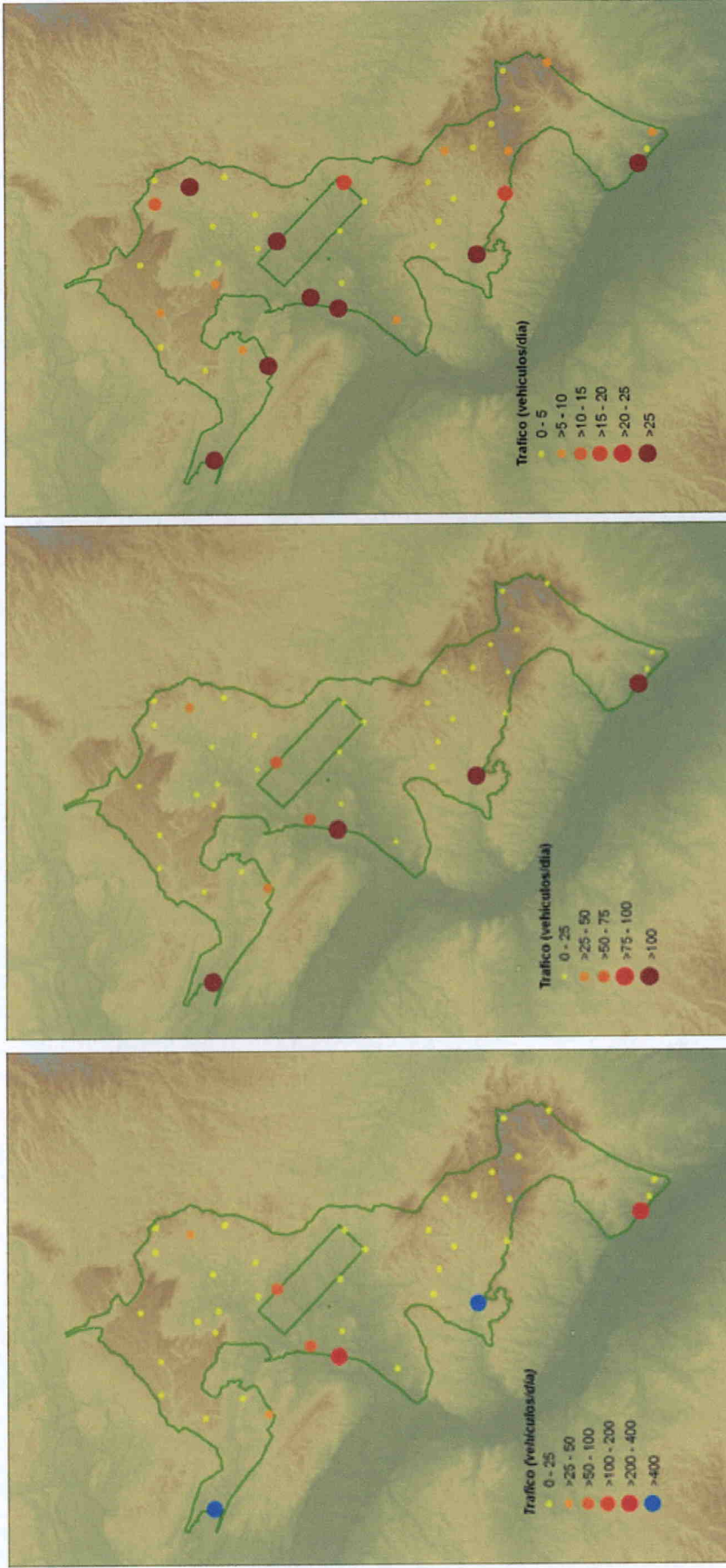


Figura 1.8. Patrones espaciales en número de registros/día alcanzados en contadores de tráfico. De izquierda a derecha aumenta la resolución a pequeña escala.

¿Qué ritmo horario tiene el tráfico en Bardenas?

Hemos examinado el ritmo circadiano de tráfico en dos tipos de viales: (i) la carretera de Aguilares, por donde se produce la entrada mayoritaria de turistas a la Reserva de la Biosfera, en el periodo abril-octubre y (ii) el conjunto de caminos agrícolas para el periodo 1 de junio-23 de julio. Los resultados (Figura 1.9.) muestran patrones recurrentes.

En Aguilares, los máximos en el número de registros se producen a media mañana y a media tarde. El tráfico comienza generalmente a las 6 de la mañana y finaliza a las 21 h. Cuando la afluencia turística es máxima (Semana Santa) se producen picos mucho más marcados que cuando se trata de días no festivos (diario). Es señalable el pequeño pico que se produce de 7 a 8 de la mañana en días de diario (no en festivos) y que corresponde a la llegada de los trabajadores del cuartel militar.

En caminos agrícolas el patrón horario es bastante similar, si bien hay que destacar que existe un cierto tráfico nocturno, probablemente ligado a laboreo aunque sin duda existen causas menos evidentes, como visitas furtivas de diversa índole. Es notable que los picos de tráfico se encuentren algo desplazados hacia horas más tempranas y tardías, lo que puede tener que ver con los usos agrícolas o no turísticos comentados.

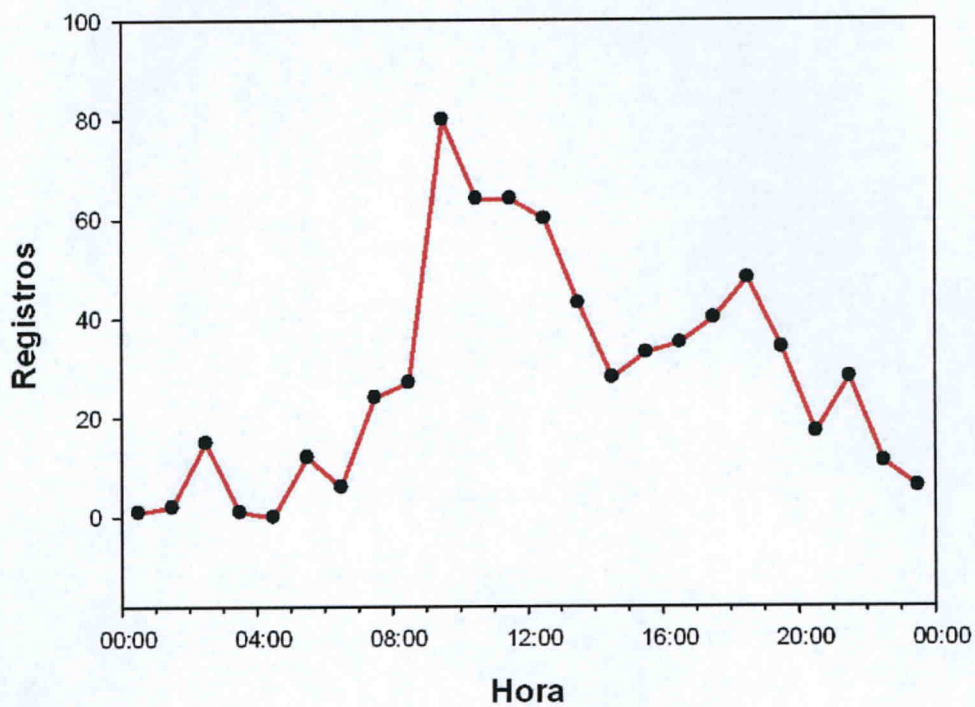
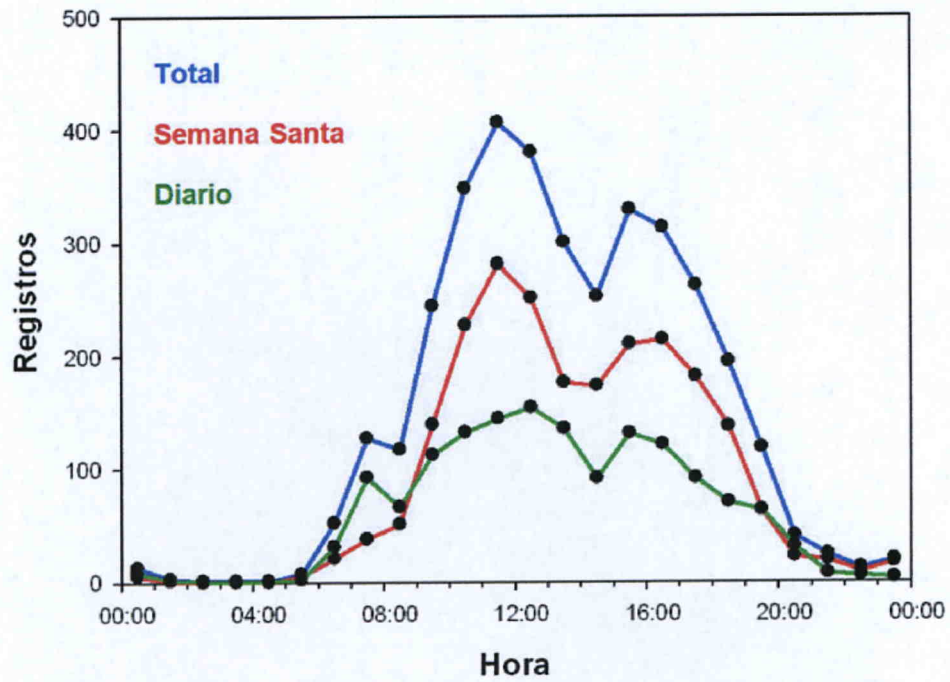


Figura 1.9. Patrones horarios (del 1 de julio al 16 de agosto) de registros de vehículos en contadores de tráfico. Arriba: contador de Aguilares (carretera del Polígono de Tiro), se distingue el total y los valores correspondientes a Semana Santa (jueves - domingo) y resto de días. Abajo: sumatorio de todos los caminos terciarios (abajo).

DISCUSIÓN:

Los datos recogidos hasta el momento indican muy claramente que el tráfico en el Parque Natural de Bardenas Reales se concentra en carreteras asfaltadas y, en menor medida, en pistas autorizadas a vehículos. Si exceptuamos el tráfico de paso en carreteras nacionales y comarcales, los ejes principales son la carretera de Aguilares y las pistas que desde ahí dan acceso a la Bardena por Castildetierra y la Perimetral, a lo que se añade la pista de El Paso que viene de Carcastillo.

El patrón general de llegada de vehículos a Bardenas por Aguilares revela picos de hasta 700 vehículos diarios coincidiendo con días festivos, periodos de vacaciones y eventos muy especiales. Hay que tener en cuenta que estos registros incluyen aquellos vehículos que acuden a diario a la base militar (varias decenas) y, sobre todo, que se contabilizan registros tanto de ida como de vuelta, por lo que el número de vehículos reales que acceden al Parque en estos “picos” debe ser realmente de alrededor de 300.

Los registros diarios en las pistas con firme de zahorras de Castildetierra y el perimetral revelan intensidades de tráfico de hasta 100 registros. Los caminos BTT y agrícolas tienen intensidades de tráfico mucho menores (menos de 5 vehículos al día) a excepción de algunos puntos como el camino de La Estroza, que soporta comparativamente mucho más tráfico del esperado.

En otras palabras: el intenso tráfico de entrada a la Bardena por las pistas principales no se traduce en tráfico en caminos agrícolas. Las excepciones son La Cruceta, que debe recoger tráfico de entrada y salida a Aragón y algunos caminos agrícolas que deben tener atractivo turístico (no autorizado) como el camino de la Punta de la Estroza. Éste es un caso muy notable que registra paso de vehículos tanto de día como en horas nocturnas.

Desde el punto de vista de gestión del Parque Natural y Reserva de la Biosfera, la primera conclusión que se saca es que parece existir un respeto notable de las limitaciones vigentes al tráfico rodado, puesto que no se produce la lógica extensión ramificada y decreciente de paso de vehículos a partir de las arterias principales.

Por otra parte, la atención debe centrarse en el efecto que la intensa presión de vehículos y personas pueda estar teniendo en las zonas afluencia masiva (Castildetierra, Perimetral, El Paso) y en controlar la presencia de vehículos y personas en puntos muy sensibles que reciben visitas recurrentes (Punta de la Estroza).

Por último es muy destacable que los horarios de afluencia se concentran entre las 9 de la mañana y las 5 de la tarde, con un pico muy marcado en torno a mediodía. Esto plantea interesantes posibilidades de regulación de tráfico y también de seguridad de los visitantes en un contexto de condiciones meteorológicas adversas por altas temperaturas.

NOTA FINAL: El registro de tráfico mediante contadores automáticos en los viales de la Reserva de la Biosfera de Bardenas continúa en la actualidad y proseguirá en el futuro con la finalidad de cubrir nuevos objetivos. Por ejemplo, mediante procedimientos experimentales se quiere incidir en el desglose de la información proporcionada por los aparatos para determinar patrones de paso de vehículos de distinta naturaleza como bicicletas o vehículos que pasan a alta velocidad, vehículos de gran longitud (autobuses, tractores con remolque, etc.) o grupos de vehículos que pasan muy juntos. Además, se están llevando a cabo estudios específicos relativos a patrones de presencia y abundancia de fauna y de cambios en los procesos ecológicos que requieren información de contadores de tráfico con el fin de determinar cómo responden dichas variables al paso de vehículos. Por último, mediante su colocación permanente en puntos clave, se pretende que los registros de contadores de tráfico se conviertan a largo plazo en un sistema más de monitoreo de presencia y tráfico de vehículos en la Reserva de la Biosfera.