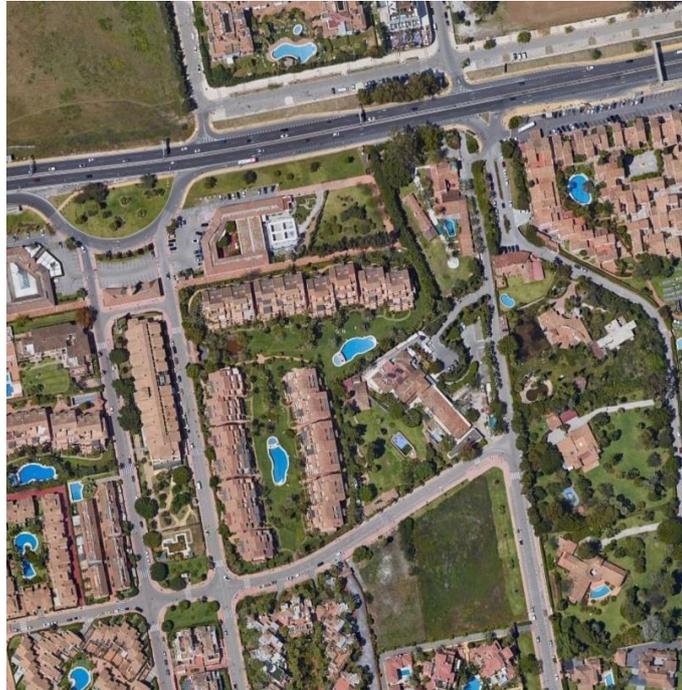




HC HOSPITALES, SL

**TÍTULO:**

ESTUDIO DE TRÁFICO Y CAPACIDAD (O.M. FOM/2873/2007) EN TRAMO DE LA CARRETERA A-7 PARA MODIFICACIÓN PUNTUAL DE ELEMENTOS PARA LA CALIFICACIÓN DE UNA PARCELA COMO EQUIPAMIENTO SANITARIO PRIVADO SUC-NA DEL T.M. DE MARBELLA (MÁLAGA)

AUTOR:

Joaquín González Vega
Ingeniero de Caminos

SOLICITANTE:

HC Hospitales, SL

FECHA:

MAYO 2022

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE22e00019399942

CSV

GEISER-7430-964a-248e-48f6-8ba2-6a0d-7fb8-e4f7

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

18/05/2022 17:50:04 Horario peninsular

Validez del documento

Original



| | |
|---------|--------------|
| Edición | 01 |
| Fecha | mayo 2022 |

ÍNDICE

| | |
|---------------------------|----|
| ÍNDICE | 1 |
| 1. ANTECEDENTES Y OBJETO. | 2 |
| 2. SITUACIÓN ACTUAL. | 2 |
| 3. TRÁFICO. | 5 |
| 4. NIVEL DE SERVICIO. | 7 |
| 5. CONCLUSIONES. | 13 |



1. ANTECEDENTES Y OBJETO.

Con fecha junio de 2021, se redacta una propuesta de Modificación Puntual de Elementos del Plan General de Ordenación Urbana de Marbella por iniciativa de la mercantil H.C. HOSPITALES, S.L. con CIF: B-79962122 con Domicilio social en Urbanización Las Mimosas s/n, Casa Santa Isabel, Nueva Andalucía (Marbella).

H.C. HOSPITALES, S.L. es la mercantil encargada de gestionar la parcela en base al contrato de arrendamiento de la misma que mantiene tiene con el titular registral de la misma a fin de gestionar el establecimiento sanitario que en ella existe.

La finalidad de dicha Modificación de Elementos del PGOU es el cambio de Calificación de la parcela donde está ubicado actualmente el hospital, en Urb. Las Mimosas, C/Ventura del Mar Nº11, Casa Santa Isabel, que se encuentra dentro del núcleo de población de Nueva Andalucía. Dicha propuesta consiste en cambiar la calificación actual de residencial en tipología Unifamiliar Exenta (UE-6) a calificación de Equipamiento Sanitario Privado (ES (p)).

En respuesta a esta propuesta, la Dirección General de Carreteras emite un informe con número de referencia MA1-060/21 en el que solicita, entre otras cuestiones, que se redacte un Estudio de Tráfico en el que se analice la incidencia del tráfico generado en los niveles de servicio y seguridad de la autovía A-7 y confirme la no afeción a la misma.

Por tanto, el presente Estudio de Tráfico pretende atender dicha solicitud.

2. SITUACIÓN ACTUAL.

2.1. ÁMBITO DE LA MODIFICACIÓN.

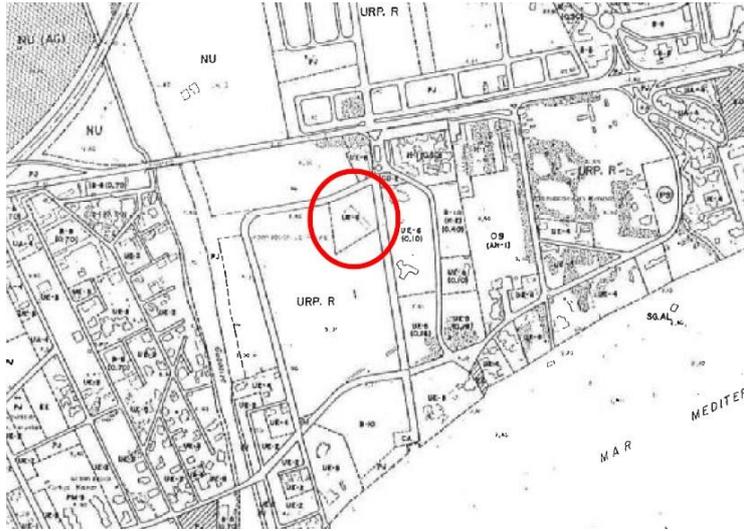
La parcela a la que afecta el ámbito de la innovación posee forma romboidal con una superficie de 9.875 m², es sensiblemente plana y hace esquina con dos viales públicos. Según datos catastrales, en su interior existen varias construcciones con hasta dos alturas, más sótano y una piscina, con un total de 2.653 m² de superficie construida. Existe una zona entrada y salida de vehículos, así como de aparcamientos y aceras peatonales. El resto de la parcela se encuentra ajardinada.

Sus linderos son los siguientes:

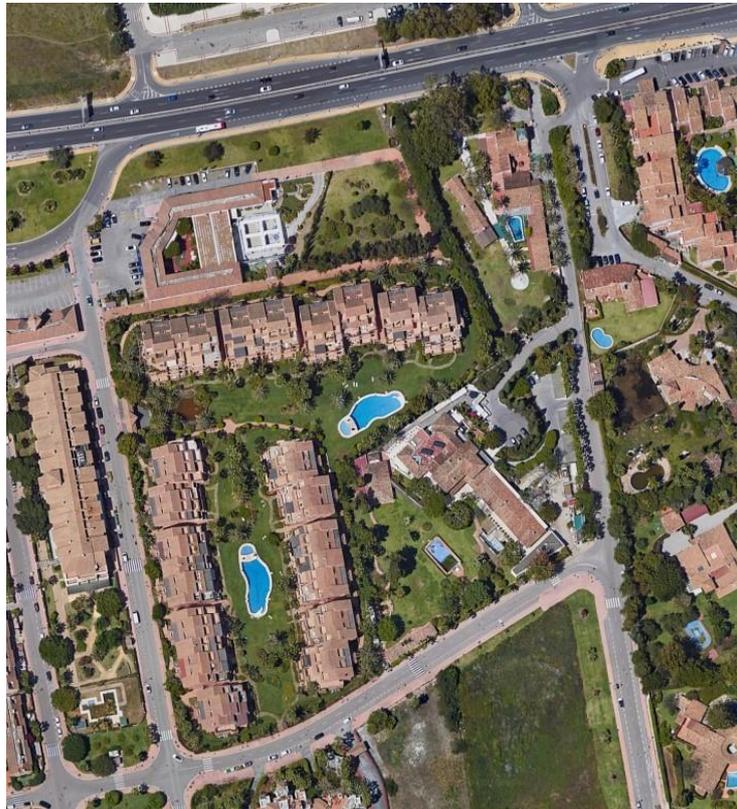
- Al Norte y al Oeste: linda con parcelas residenciales ya edificadas, las cuales poseen zonas ajardinadas.
- Al Este: Linda con calle Ventura del Mar.
- Al Sur: Linda con calle Arroyo Pepina Norte.

La referencia catastral de la parcela es: 3597102UF2339N0001RJ.





Situación de la parcela en el PGOU de Marbella



Vista aérea de La parcela.



2.2. CARRETERA A-7.

El tramo de la carretera A-7 que da acceso a la zona se corresponde con el limitado entre los PK 172 y 173.

La sección que esta presenta para el tramo en cuestión tiene las siguientes características:

- Dos carriles por sentido de 3,20 m de ancho.
- Mediana de 2,00 metros de ancho con barrera tipo New Jersey de hormigón como sistema de contención de impactos.
- Arcén de 60 cm también con barrera tipo New Jersey de hormigón como sistema de contención de impactos.



Sección acotada del tramo objeto de estudio



3. TRÁFICO.

3.1. ÁMBITO DE LA MODIFICACIÓN.

Para calcular el volumen de tráfico generado por la parcela objeto de estudio, tomamos como dato de partida la previsión de aparcamientos en las edificaciones, según el artículo 199 de las Normas Urbanísticas del vigente PGOU del T.M. de Marbella.

Actualmente, la parcela es de uso residencial y hay tres viviendas. Para edificios de viviendas, dicho artículo indica:

“a) Una plaza por cada vivienda. En viviendas de superficie construida igual o superior a los 200 metros cuadrados, una plaza por cada fracción de 100 metros cuadrados...”

Así pues, adoptamos el valor de 1,3 vehículos/vivienda, de este modo:

$$\text{vehículos generados residencial} = 3 \text{ viv} \cdot 1,3 \text{ veh/viv} = 3,9 \cong 4 \text{ veh}$$

Si consideramos que cada vehículo realiza dos viajes de ida y dos de vuelta al día y que todos estos trayectos pasan por la carretera A-7, tenemos la siguiente IMD:

$$IMD_{res} = 4 \text{ viajes} \cdot 4 \text{ veh} = 16 \text{ veh/día}$$

Con el cambio de uso de la parcela a equipamiento sanitario, el citado artículo indica:

“g) Clínicas, sanatorios y hospitales: Una plaza por cada 2 camas.”

Puesto que el hospital tendrá 20 habitaciones, considerando 2 camas en cada una tenemos que:

$$\text{vehículos generados hospital} = 20 \text{ hab} \cdot 2 \text{ cama/hab} \cdot 0,5 \text{ veh/cama} = 20 \text{ veh}$$

Si consideramos que cada vehículo realiza dos viajes de ida y dos de vuelta al día y que todos estos trayectos pasan por la carretera A-7, tenemos la siguiente IMD:

$$IMD_{hosp} = 4 \text{ viajes} \cdot 20 \text{ veh} = 80 \text{ veh/día}$$

Puesto que no se prevé ampliar las instalaciones, el volumen de tráfico generado permanecerá constante en el tiempo. De este modo, podemos concluir que el incremento en la IMD producido por el cambio de uso es:

$$\Delta IMD = IMD_{hosp} - IMD_{res} = 80 - 16 = 64 \text{ veh/día}$$



3.2. CARRETERA A-7.

En el tramo de carretera objeto de estudio tenemos como dato de partida la IMD correspondiente al año 2019:

$$IMD_{2019} = 93.945 \text{ veh/día}$$

La estimación de la evolución de esta IMD con el paso de los años, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IMD_i = IMD_0 \cdot c^i$$

Donde:

- IMD_i es la IMD al cabo de i años
- i es el número de años transcurridos desde el año cero (año del que se conoce la IMD)
- IMD_0 es la IMD en el año cero
- c es la tasa de incremento. En este caso se toma igual al 4%

De este modo:

$$IMD_{2022} = 93.945 \cdot 1,04^3 = 105.675 \text{ veh/día}$$

3.3. TRÁFICO TOTAL.

Con los datos obtenidos en los dos apartados anteriores, tenemos que, tras la puesta en funcionamiento del hospital, la IMD esperada es de:

$$IMD_{A-7} = IMD_{2022} + \Delta IMD = 105.739 \text{ veh/día}$$

Como puede observarse, el incremento de IMD debido al hospital (64 veh/día) tan solo es el 0,06% de la IMD total obtenida. Por este motivo, y porque el tráfico generado por el hospital permanecerá constante, se estudiará únicamente el nivel de servicio de la carretera en el año en que entrará en funcionamiento el hospital (2022) para confirmar que éste se mantiene.

La evolución del nivel de servicio en un año horizonte dado dependerá únicamente de la evolución del tráfico actual de la carretera A-7, siendo despreciable la influencia del tráfico del hospital y quedando, por tanto, fuera del alcance del presente estudio.



4. NIVEL DE SERVICIO.

4.1. DEFINICIÓN DE NIVELES DE SERVICIO.

El Manual de Capacidad clasifica el nivel de servicio en 6 niveles: A, B, C, D, E y F; de acuerdo a las condiciones en que se desarrolla la circulación en tramos de flujo continuo (Chapter 13 del HCM2000 Basic Freeway Segments), cuyas definiciones cualitativas son las siguientes:

Nivel de Servicio A

Describe la circulación en flujo libre. La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que eligen libremente sus conductores, sin que se vean obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Los efectos de los incidentes o averías en un punto se absorben fácilmente a este nivel.

Nivel de Servicio B

Representa razonablemente flujo libre y las velocidades de flujo libre se mantienen. La capacidad de maniobra dentro del flujo de tráfico es sólo un poco restringida, y el nivel general de bienestar físico y psicológico proporcionado a los conductores sigue siendo alta. Los efectos de incidentes menores y averías puntuales son todavía de fácil absorción.

Nivel de servicio C

Describe la situación de circulación con velocidades cercanas a la velocidad en flujo libre de la autopista. La libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico es notablemente más restringida, y los cambios de carril requieren más atención y vigilancia por parte del conductor. Incidentes menores aún pueden ser absorbidos, pero se observa un importante empeoramiento local de servicio. Se forman grupos de vehículos que van a la misma velocidad dando lugar a colas.

Nivel de servicio D

Es el nivel en el que las velocidades comienzan a disminuir ligeramente con el aumento de los flujos y la densidad comienza a aumentar un poco más rápido. La libertad de maniobra dentro del flujo de tráfico es notablemente más limitada, y el conductor aprecia una reducción en los niveles de bienestar físico y psicológico. Incluso los incidentes de menor importancia pueden crear colas, debido a que el flujo de tráfico tiene poco espacio para absorber las perturbaciones.

Nivel de Servicio E

Describe el funcionamiento al límite de capacidad. Las operaciones en este nivel son volátiles, ya que prácticamente no hay espacios libres en el flujo de tráfico. Los vehículos



| | | |
|---|---------|--------------|
| ESTUDIO DE TRÁFICO Y CAPACIDAD (O.M. FOM/2873/2007) EN TRAMO DE LA CARRETERA A-7 EN EL T.M. DE MARBELLA (MÁLAGA) | Edición | 01 |
| | Fecha | mayo 2022 |

están muy próximos entre sí y queda poco espacio para maniobrar y se circula a velocidades superiores a 80 km / h. Cualquier interrupción del flujo de tráfico, tales como los vehículos que entran por un acceso (rampa) o un vehículo que cambie de carril, puede establecer una onda de perturbación que se propaga hacia aguas arriba. En capacidad, ante cualquier incidente mínimo, pueden generarse largas colas. La posibilidad de maniobra dentro de la corriente de tráfico es extremadamente limitada, y el nivel de bienestar físico y psicológico que ofrece el conductor es pobre.

Nivel de Servicio F

Describe interrupciones en el flujo vehicular. Estas condiciones en general, existen cuando se está dentro de la formación de colas después de haber alcanzado la situación de congestión. También se utiliza para describir las condiciones en el momento de la ruptura o el cuello de botella y el flujo de descarga de cola que se produce a velocidades inferiores a la velocidad más baja alcanzada en el nivel de servicio E, así como las operaciones dentro de la cola que se forma aguas arriba. Siempre que se den las condiciones de nivel de servicio F, tienen el potencial de propagarse aguas arriba de grandes distancias.

4.2. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO.

4.2.1. NIVEL DE SERVICIO ACTUAL.

La metodología de obtención del nivel de servicio que se describe en este apartado, se aplica a tramos de flujo continuo. Las variables de tráfico características de flujo continuo consideradas en el Manual de Capacidad son las siguientes:

- Volumen de tráfico por unidad de tiempo, Intensidad (veh/h).
- Velocidad (km/h).
- Densidad (veh/km).
- Espaciamiento (m) e intervalo entre vehículos (s).

La variable fundamental de tráfico que define el nivel de servicio es la densidad de tráfico, medida en vehículos equivalentes a coches por kilómetro y carril. A continuación, se expone la metodología analítica para determinar el valor de densidad.

Para determinar el nivel de servicio se considera la intensidad de tráfico en la calzada que se estudie durante un periodo punta de 15 minutos. Como normalmente se conoce la intensidad media durante una hora I, hay que aplicarle el factor de hora punta para obtener la intensidad en los 15 minutos de punta, en vehículos hora.

La primera variable que se mide es la velocidad libre VL en la vía. En el capítulo 23.4 del HCM 2000 se define como la velocidad media de los coches cuando el tráfico es ligero (inferior a 1.300 v/h/carril), en caso que no se dispusieran los datos de campo, las



medidas se establecerían en gabinete; esto se haría para intentar, con datos en tiempo real, establecer un patrón de referencia del cálculo del nivel de servicio con pesados. Esta velocidad libre puede estimarse a partir de la velocidad libre básica VLB, que sería la velocidad libre en una vía en condiciones ideales. A esta velocidad básica se le aplican correcciones, para tener en cuenta las características reales de la vía.

Como velocidad libre básica puede tomarse la velocidad de proyecto de la vía o la velocidad máxima legal si fuera menor que la de proyecto. En nuestro caso es 80 km/h

$$VL = VLB - f_a - f_o - f_n - f_e$$

Donde:

- VL es la velocidad libre real (km/h)
- VLB es la velocidad libre básica (km/h)
- f_a es un factor de corrección por anchura de carril, según la siguiente tabla. En nuestro caso, carriles de 3,20 m, toma el valor de 5,6.

EXHIBIT 23-4. ADJUSTMENTS FOR LANE WIDTH

| Lane Width (m) | Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h) |
|----------------|---|
| 3.6 | 0.0 |
| 3.5 | 1.0 |
| 3.4 | 2.1 |
| 3.3 | 3.1 |
| 3.2 | 5.6 |
| 3.1 | 8.1 |
| 3.0 | 10.6 |

- f_o es un factor de corrección por obstáculos laterales, según la siguiente tabla. En nuestro caso, obstáculos a 0,6 m y 2 carriles por sentido, toma el valor de 3,9.

EXHIBIT 23-5. ADJUSTMENTS FOR RIGHT-SHOULDER LATERAL CLEARANCE

| Right-Shoulder Lateral Clearance (m) | Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h) | | | |
|---|---|-----|-----|-----|
| | Lanes in One Direction | | | |
| | 2 | 3 | 4 | ≥ 5 |
| ≥ 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1.5 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.2 |
| 1.2 | 1.9 | 1.3 | 0.7 | 0.4 |
| 0.9 | 2.9 | 1.9 | 1.0 | 0.6 |
| 0.6 | 3.9 | 2.6 | 1.3 | 0.8 |
| 0.3 | 4.8 | 3.2 | 1.6 | 1.1 |
| 0.0 | 5.8 | 3.9 | 1.9 | 1.3 |



- f_n es un factor de corrección por número de carriles, según la siguiente tabla. En nuestro caso, 2 carriles por sentido, toma el valor de 7,3.

EXHIBIT 23-6. ADJUSTMENTS FOR NUMBER OF LANES

| Number of Lanes (One Direction) | Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h) |
|---------------------------------|--|
| ≥ 5 | 0.0 |
| 4 | 2.4 |
| 3 | 4.8 |
| 2 | 7.3 |

- f_e es un factor de corrección por separación entre enlaces, según la siguiente tabla. En nuestro caso, donde hay numerosos enlaces, tomamos el valor más desfavorable, esto es, 12,1.

EXHIBIT 23-7. ADJUSTMENTS FOR INTERCHANGE DENSITY

| Interchanges per Kilometer | Reduction in Free-Flow Speed, f_D (km/h) |
|----------------------------|--|
| ≤ 0.3 | 0.0 |
| 0.4 | 1.1 |
| 0.5 | 2.1 |
| 0.6 | 3.9 |
| 0.7 | 5.0 |
| 0.8 | 6.0 |
| 0.9 | 8.1 |
| 1.0 | 9.2 |
| 1.1 | 10.2 |
| 1.2 | 12.1 |

De este modo:

$$VL = 80 - 5,6 - 3,9 - 7,3 - 12,1 = 51,1 \text{ km/h}$$

La intensidad de vehículos (veh/h) se obtiene al dividir la IMD por las 24 horas que tiene un día:

$$I = \frac{IMD}{24} = \frac{105.675}{24} = 4.403,12 \cong 4.403 \text{ veh/h}$$

Esta intensidad se debe corregir para tener en cuenta picos en hora punta. Además, cuando el tráfico no está formado exclusivamente por coches es necesario obtener la intensidad de un tráfico equivalente que estuviera formado únicamente por coches. Para ello se aplican unos factores de equivalencia que sirven para determinar a cuántos coches equivale cada vehículo de otro tipo. Estos factores de equivalencia dependen del tipo de vehículo (camiones, autobuses, vehículos de recreo, etc.) y de las características del trazado que a su vez dependen del tipo de terreno atravesado (terreno llano,



ondulado o accidentado). En nuestro caso, dado que los datos de partida son en vehículos ligeros, no se aplicará ningún factor de corrección por tipo de vehículo.

De este modo, la intensidad en vehículos equivalentes por carril viene dada por la siguiente expresión:

$$I_{eq} = \frac{I}{FHP \cdot N \cdot f_{VP} \cdot f_P}$$

Donde:

- I_{eq} Es la Intensidad equivalente (veh_{eq}/h)
- I es la Intensidad (veh/h)
- f_P es un factor de calidad de conducción, en general se adopta el valor de 1.
- FHP es el factor de hora punta. El intervalo del factor de hora punta en autopistas y autovías está entre 0,80 y 0,95. En nuestro caso tomamos el valor medio, esto es, 0,88
- N es el número de carriles del tramo. En nuestro caso 4 (dos por sentido).
- f_{VP} es el factor por vehículos pesados. Puesto que partimos de vehículos ligeros, tomamos el valor 1.

Calculando:

$$I_{eq} = \frac{4.403}{0,88 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1} = 1.250,85 \cong 1.251 \text{ veh}_{eq}/h/\text{carril}$$

La capacidad por carril de una calzada tipo autovías y autopistas, expresada en veh/h/carril viene dada por la siguiente expresión:

$$C = 1.800 + 5VL$$

Donde:

- C es la capacidad (veh/h/carril)
- VL es la velocidad libre (km/h).

En nuestro caso:

$$C = 1.800 + 5 \cdot 51,1 = 2.055,55 \cong 2.056 \text{ veh}/h/\text{carril}$$

La densidad en capacidad, D_C (veh/km/carril), para el caso de las autovías y autopistas es:

$$D_C = 28$$



La velocidad de los coches en capacidad (km/h) viene dada por la siguiente expresión:

$$V_C = \frac{C}{D_C}$$

Donde:

- C es la capacidad (veh/h/carril)
- V_C es la velocidad en capacidad (km/h).

En nuestro caso:

$$V_C = \frac{2.056}{28} = 73,42 \text{ km/h}$$

La velocidad es constante e igual a la velocidad libre $V=V_L$ mientras la intensidad I_{eq} no sobrepase un valor límite IL . La expresión de la intensidad límite para autopistas y autopistas es la siguiente:

$$IL = 3.100 - 15V_L$$

En nuestro caso:

$$IL = 3.100 - 15 \cdot 51,1 = 2.333,50 \cong 2.333 \text{ veh/h/carril} > I_{eq}$$

Por tanto, tomamos $V=V_L=51,1$ km/h

Conocidos ya la intensidad I_{eq} y la velocidad V , se obtiene el valor de la densidad D y con ello el Nivel de Servicio, de acuerdo a la siguiente ecuación y siguiente tabla:

$$D = \frac{I_{eq}}{V} = \frac{1.251}{51,1} = 24,48 \cong 25 \text{ veh}_{eq}/\text{km}/\text{carril}$$

| NIVEL DE SERVICIO | Densidad (veh _{eq} /km/carril) |
|-------------------|--|
| A | 0-7 |
| B | 7-11 |
| C | 11-16 |
| D | 16-22 |
| E | 22-28 |
| F | >28 |

En nuestro caso, tenemos que el nivel de servicio actual es de tipo E.



4.2.1. NIVEL DE SERVICIO TRAS LA INNOVACIÓN.

A continuación, se rehacen los mismos cálculos que en el apartado anterior, pero teniendo en cuenta el incremento de la IMD debido al hospital.

$$VL = LB - f_a - f_o - f_n - f_e = 80 - 5,6 - 3,9 - 7,3 - 12,1 = 51,1 \text{ km/h}$$

$$I = \frac{IMD}{24} = \frac{105.739}{24} = 4.405,79 \cong 4.406 \text{ veh/h}$$

$$I_{eq} = \frac{I}{FHP \cdot N \cdot f_{VP} \cdot f_P} = \frac{4.406}{0,88 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1} = 1.251,70 \cong 1.252 \text{ veh}_{eq}/h/carril$$

$$C = 1.800 + 5VL = 1.800 + 5 \cdot 51,1 = 2.055,55 \cong 2.056 \text{ veh/h/carril}$$

$$D_C = 28$$

$$V_C = \frac{C}{D_C} = \frac{2.056}{28} = 73,42 \text{ km/h}$$

$$IL = 3.100 - 15VL = 3.100 - 15 \cdot 51,1 = 2.333,50 \cong 2.333 \text{ veh/h/carril} > I_{eq}$$

$$D = \frac{I_{eq}}{V} = \frac{1.252}{51,1} = 24,50 \cong 25 \text{ veh}_{eq}/km/carril$$

| NIVEL DE SERVICIO | Densidad (veh _{eq} /km/carril) |
|-------------------|--|
| A | 0-7 |
| B | 7-11 |
| C | 11-16 |
| D | 16-22 |
| E | 22-28 |
| F | >28 |

Por tanto, tenemos que el nivel de servicio tras la implantación del hospital es de tipo E.

5. CONCLUSIONES.

La implantación del hospital no supone ningún cambio en el nivel de servicio actual de la carretera A-7.

Como puede verse, los parámetros calculados para la obtención del nivel de servicio son prácticamente iguales en la situación actual (uso residencial) y tras la implantación del hospital. Esto se debe a que la IMD generada por el hospital es prácticamente despreciable frente a la IMD actual de la carretera A-7.



ESTUDIO DE TRÁFICO Y CAPACIDAD (O.M. FOM/2873/2007) EN
TRAMO DE LA CARRETERA A-7 EN EL T.M. DE MÁLAGA (MÁLAGA)

| | |
|---------|--------------|
| Edición | 01 |
| Fecha | mayo 2022 |

Además, teniendo en cuenta que el tráfico generado por el hospital permanecerá constante a lo largo del tiempo, pues no se prevé ampliación alguna del mismo, podemos concluir que la evolución del nivel de servicio de la carretera A-7 dependerá exclusivamente de la evolución de su IMD actual, siendo completamente despreciable el efecto ocasionado por el hospital.

Málaga, mayo de 2022

El Ingeniero de Caminos

GONZALEZ
VEGA
JOAQUIN -
79027613G

Firmado digitalmente
por GONZALEZ VEGA
JOAQUIN -
79027613G
Fecha: 2022.05.09
16:33:35 +02'00'

Fdo: Joaquín González Vega

Colegiado nº 32.719

