

ANÀLISI
MULTICRITERI
DE LA VARIANT
TÀRREGA-
VILAGRASSA

Per Maria Rosa Pijuan

16

La variant Vilagrassa-Tàrrega va ser inaugurada el maig del 1991. Té uns 7,4 km. i va des del límit del terme d'Anglesola i Vilagrassa, passant pel nord de la ciutat de Tàrrega, fins sobrepassar el polígon industrial d'aquesta.

En línies generals, es pot dir que ha suposat una inversió de 1.918 milions de pessetes i que evita que passin pel casc urbà de Tàrrega uns 15.000 vehicles diaris, dels quals el 32% són camions, el 3%, motocicletes, i la resta, turismes.

Si tenim en compte que els camions suposen una càrrega sobre el trànsit tres vegades superior a la d'un turisme, el tràfic que passa per la N-II equival a prop dels 40.000 cotxes en els dos sentits diaris.

He elegit l'anàlisi multicriteri enfront d'altres (cost-benefici, Framework-Appraisal, programació linial, impactes comunitaris) perquè té en compte els aspectes econòmics, els socials i els mèdio-ambientals.

Aquesta anàlisi està feta per comparar diversos projectes. En el cas que ens ocupa, compararé les situacions *do-something* i *do-nothing*, o sigui, haver fet la variant o no haver-la feta.

1. FASES DE L'ANÀLISI

Les fases de l'anàlisi multicriteri són:

1.1. DEFINIR EL PROJECTE I L'ALTERNATIVA, per assolir un cert objectiu.

L'objectiu, en el meu cas, és descobrir els avantatges i desavantatges que la Nacional II no passi pel nucli urbà de Tàrrega, amb tot el que això representa: efectes sobre el medi ambient, urbanístics, territorials, econòmics i financers, etc.

La definició del projecte és la situació que anomenaré *do-something* (fer quelcom), o sigui, la construcció de la circumvalació.

A l'alternativa li diré *do-nothing* (no fer res); estaríem en el cas hipotètic que no s'hagués construït la variant i el trànsit continués passant per dins la ciutat.

1.2. ESTABLIR CRITERIS MITJANÇANT ELS QUALS ES JUTGEN AMBDUES ALTERNATIVES

Els criteris que he elegit en el projecte que estudio són:

Econòmics

Els que es poden mesurar quantitativament, com:

- cost total monetari
- rendibilitat econòmica
- estalvis en cost monetari de funcionament

Socials i sobre el medi ambient

Factors del tràfic:

- soroll

- contaminació atmosfèrica
- vibracions

Factors de la carretera:

- intrusió visual i estètica
- separació
- seguretat en el tràfic i trànsit

Urbanístics i territorials

- descongestió dels centres urbans
- consum de terrenys
- canvis en els accessos al territori
- efectes sobre l'agricultura de la zona

1.3. TROBAR UNA AVALUACIÓ PARCIAL

És la contribució de cada una de les alternatives a cada un dels criteris. Aquestes contribucions poden ser qualitatives, quantitatives o en termes físics, o pot ser que només s'estableixi un ordre.

Seguidament, explicaré alguna de les formes d'avaluar cada un dels criteris, vàlids en les dues situacions considerades: *do-nothing* (que no s'hagués construït la variant, sols tenir en compte els costos de manteniment) i *do-something* (o sigui, fer el desviament de la N-II al seu pas per Tàrraga).

2. AVALUACIÓ DE CRITERIS

2.1. ECONÒMICS I FINANCERS

Cost total monetari. En aquest van inclosos els costos de construcció, de manteniment i d'expropiació. Aquests costos normalment es calculen amb els preus de mercat.

En el cas de la construcció del vial, el cost total es calcula en 1.918 milions de pessetes, sense comptar el manteniment (CM1) per als posteriors anys.

En el cas de no construcció del vial, sols s'haurien de tenir en compte els costos de manteniment (CM2), que pot ser que siguin una mica més elevats que els de manteniment d'una carretera nova. El supòsit, per tant, que faig és $CM1 < CM2$.

Rendibilitat econòmica. A base de fer una anàlisi cost-benefici. En aquest cas, el criteri més adient per mesurar la rendibilitat econòmica d'ambdues alternatives és el VAN o valor actual net. Es basa en la idea que la diferència entre beneficis i costos actualitzats sigui major que 0; si hi ha diverses alternatives, com és el meu cas, s'agafa el major. Es representa:

$$\frac{\text{Sumatori (Beneficis-Costos)}}{(1+r)^t}$$

r és el factor d'actualització; t , el temps

Els costos són els costos totals monetaris; els beneficis, els obtinguts per l'estalvi de temps de persones i per l'estalvi de cost de funcionament, que explicaré a continuació.

També es podria utilitzar la TRI (taxa de rendiment intern), però discrimina a favor dels projectes amb menys capital inicial.

Per aquests càlculs suposaria un altre estudi tan extens com aquest, que potser properament faré.

Estalvi en el cost de funcionament dels vehicles. Són els estalvis en despeses de carburant, lubricant, pneumàtics, peces de recanvi i mà d'obra de conservació.

En el cas que estudio, la diferència entre la situació *do-something* i la *do-nothing* és d'uns dos-cents metres; per tant, quasi insignificant.

Allò que influirà més serà que, amb la situació *do-something*, la velocitat pot ser més elevada.

La forma de calcular-ho es basa, en primer lloc, en el Banc Mundial, on s'exposen les estimacions dels percentatges de participació, prenent el valor 100 per al carburant:

carburant	100%
lubricants	5%
pneumàtics	15%
peces de recanvi i mà d'obra de conservació	60%

El consum en combustible per 100 km d'un vehicle lleuger en zona urbana és:

$$g = 1.1 (4.2 + 137 / \text{velocitat km/h})$$

Suposant que la mitjana, passant per fora la ciutat, sigui 100 km/h, i, passant per dins, uns 40 km/h, els resultats són:

$$\text{en el primer cas, } g_1 = 6.127; \text{ en el segon, } g_2 = 8.387$$

Calculant-ho per a 7 km, ja que les dades anteriors són per a 100 km, tenim:

$$(g * [7/100]) \text{ és } g_1' = 0.429 \text{ i } g_2' = 0.587$$

Com que la mitjana és d'uns 15.000 vehicles per dia, el resultat total serà:

$$15.000 * 0,429 = 6.435 \text{ per al primer cas.}$$

$$15.000 * 0,587 = 8.805 \text{ per a la situació } do-nothing.$$

Com veiem, és major en el cas de no construcció del vial. La diferència ens donarà el combustible estalviat en litres cada dia. És: $ac = 2.370 \text{ l}$.

Suposant que el valor mitjà del combustible sigui de 90 pessetes per litre, el resultat del càlcul és:

$$ah = 90 * 1.06 * 1.08 * ac * 365$$

ac és l'estalvi en litres de combustible al dia en terreny pla.

El resultat és: $ah = 89.127.832$ pessetes l'any.

Per tant, sembla molt millor la situació primera (construcció del desviament).

2.2. SOCIALS I SOBRE EL MEDI AMBIENT

Els factors que influeixen en el medi ambient poden diferenciar-se segons provinguin del trànsit o de la carretera. Els primers són aquells factors derivats de les característiques del trànsit: soroll, contaminació i vibracions. Els segons són els que es deriven del fet que hi hagi la carretera i comprenen intrusió visual i separació. Seguidament els passaré a explicar un per un.

Soroll. S'ha definit el soroll com un so molest. Segons aquesta definició, el so no ha de considerar-se només com una pertorbació física del mitjà de transmissió, sinó també com una sensació auditiva.

D'una manera molt general, els efectes del soroll del trànsit poden ser: expressions de malestar, dificultat en la comunicació verbal, descens en l'execució del treball, obstaculització del son i generació d'estrés. Per tant, és clar que és un impacte de gran importància.

La mesura que s'utilitza és el decibeli, que ordena els sorolls d'acord amb el seu nivell global de pressió sonora i no considera la decreixent resposta de l'orella a les freqüències altes o baixes; per això existeixen diferents tipus de filtres de ponderacions de freqüències A,B,C. Sembla que el més útil per comparar sorolls de tràfic terrestre és el decibeli amb filtre A.

Es mesura amb el nombre de persones afectades per més de 60 dbA (el cant dels ocells ja suposa 45 db). I es comença calculant l'amplada de banda, des del centre a la calçada, on se supera el nivell de soroll referenciat.

La forma de calcular-ho és:

$$Leq = 10 * \log d * Q + \log d/u + 10 * \log ((1-p) * ((ve^{2.67}) / 63) + 31.6 * p * vp^{1.37})$$

Leq és el nivell equivalent en dbA.

d és la distància de referència (15 metres).

Q és la intensitat mitjana en veh/hora.

p és el tant per un de vehicles pesants.

vp és la velocitat de vehicles pesants.

ve és la velocitat de vehicles lleugers.

u és la distància des del centre de la calçada, on el nivell sonor s'ha reduït fins a 60.

És evident, sense fer els càlculs, que el nivell de soroll s'ha de reduir molt en treure la carretera del centre urbà. Per tant, $Leq1 < Leq2$.

Contaminació. El tub d'expulsió de gasos és el principal agent contaminant en els vehicles. N'existeixen altres, com les pèrdues per evaporació del dipòsit de gasolina i del carburador, o les pèrdues del càrter, que, en total, comptabilitzen cap al 35% dels hidrocarburs expulsats.

Els principals agents contaminants són el nitrogen, els hidrocarburs, també el monòxid de carboni, òxids de nitrogen, compostos de plom i partícules de carboni (fum). De tots ells, els tres més importants, probablement, són el monòxid de carboni, els òxids de plom i els compostos de plom. En condicions d'ambient assolellat i sense vent, els hidrocarburs poden combinar-se amb els òxids de nitrogen per formar productes secundaris que hom sol denominar boira fotoquímica. Aquest tipus de boira causa irritacions en els ulls, és nociva per a les plantes i és produïda quasi sempre pels vehicles a motor.

En aquest apartat també es pot dir que els motors diesel produeixen menys contaminació que els de gasolina.

Per calcular aquest indicador es pot prendre només en consideració el monòxid de carboni, els hidrocarburs i l'òxid de nitrogen. L'indicador, per tant, s'estima en base a les emissions d'aquests tres productes. Al següent quadre hi ha les concentracions en parts de milió dels tres agents contaminants per al diesel i el gas-oil, als diferents estats del motor (punt mort, acceleració, marxa llarga, desacceleració).

És obvi que el nivell de contaminació dins la ciutat és més baix quan els vehicles passen per fora.

Composició representativa dels gasos d'escapament (Concentració en parts per milió)

	Contaminant	Punt mort	Acceleració	Creuer	Desacceleració
Motors de gasolina	Monòxid de carboni	69.000	29.000	27.000	39.000
	Hidrocarburs	5.300	1.600	1.000	10.000
	Òxid de nitrogen	30	1.020	650	10
	Aldehids	30	20	10	290
Motors diesel	Monòxid de carboni	Mínim	1.000	Mínim	Mínim
	Hidrocarburs	400	200	100	300
	Òxid de nitrogen	60	350	240	30
	Aldehids	10	20	10	30

Font: Road Research Laboratory Report LR 352, 1970. Llibre OCDE.

Vibracions. Els vehicles en moviment produeixen vibracions com a resultat de les fluctuacions que es produeixen en la càrrega de contacte de la roda en passar sobre les irregularitats de la superfície de la carretera; cada eix produeix una curta sèrie de vibracions.

Els revestiments de les carreteres es deterioren amb el pas dels vehicles i llavors es produeix un augment de les vibracions degudes al tràfic. La gent comença a rebre les vibracions quan la velocitat corpuscular màxima va de 0,15 a 0,3 mm/s.

Les vibracions es poden interpretar en funció tant de la reacció humana com del deteriorament dels immobles. En el quadre següent es pot veure com mesurar aquest impacte. Per a l'anàlisi multicriteri es poden utilitzar els mm/ss calibrant a 2,5 de resultes del desviament, ja que per dins la ciutat només passen tres mil vehicles; serien d'un nivell de 5 a 10 sense el desviament.

Resumen: Reacción de las personas y daño a los edificios en los varios niveles de vibración

Velocidad corpuscular máxima**mm/s	Reacción humana	Efecto en los edificios
0 a 0,15	Imperceptible para las personas – no hay intrusión.	No es probable que las vibraciones causen daño.
0,15 a 0,3	Umbral de percepción – posibilidad de intrusión.	No es probable que las vibraciones causen daño.
2,0	Vibraciones perceptibles.	Nivel superior de vibración recomendado a que pueden someterse las ruinas y los monumentos antiguos.
2,5	Nivel en el que las vibraciones continuas empiezan a molestar a las personas.	No hay virtualmente ningún riesgo de deterioro "arquitectónico" para los edificios normales.
5	Las vibraciones molestan a las personas en el interior de los edificios (esto está de acuerdo con los niveles establecidos para personas que se hallan en puentes y sometidas a períodos de vibraciones relativamente cortos).	Umbral en el que hay riesgo de deterioro "arquitectónico" para las viviendas normales con muros y cielos rasos recubiertos de yeso. Tipos especiales de acabado tales como el revestimiento de muros y el tratamiento de los cielos rasos con materiales flexibles, etc., pueden minimizar el deterioro "arquitectónico".
10 - 15	Vibraciones consideradas como desagradables para las personas que se ven continuamente sometidas a ellas y que algunas personas consideran inaceptables al andar sobre puentes.	Vibraciones de un nivel superior al que normalmente produce el tráfico, pero que pueden causar deterioro "arquitectónico" y, posiblemente, otros daños menores en la estructura.

Font: Road Research Laboratory Report LR 418, 1971. Llibre OCDE.



Fotografia: Jordi Gabernet.

Intrusió visual. La intrusió visual és quelcom molt subjectiu i, per tant, difícil de mesurar. L'única forma de mesurar-la és qualitativament, amb els següents criteris:

a) Des del punt de mira de l'usuari:

- més nombre de vistes agradables i perspectives urbanes;
- perspectives desagradables que s'amaguen per la ubicació de la carretera;
- tram de la carretera en què es mantenen les estructures de màximes normes arquitectòniques, els dispositius per al control del tràfic (senyals, semàfors), també llums de la ciutat, baranes protectores, etc.

b) Des del punt de mira del no usuari:

- la mesura en què la carretera es combina amb la topografia natural mitjançant el traçat horitzontal i vertical més adient;
- la mesura en què les artèries locals han quedat absorbides en el paisatge urbà mitjançant l'apropiat disseny de l'amplada de les voravies, dels barris i altres accessoris que es poden posar al carrer.

Com tots els intangibles, una forma de mesurar-ho són les preferències revelades o manifestades.

Separació. Aquesta s'ocupa de la separació psicològica, cultural i física que el desviament pot intensificar o introduir en la zona urbana.

Els principals efectes que es poden considerar són:

1. Efectes sobre les aspiracions i objectius dels veïns i sobre la seva forma de vida.
2. Efectes psicològics deguts al desplaçament de la carretera.
3. Efectes sobre les instal·lacions i costums comercials.
4. Efectes de la millora dels serveis d'urgència en termes de carreteres tallades i augment de congestió.

Els efectes 1, 2 i 4 els considero favorables en el cas del desviament. L'efecte tres es pot considerar desfavorable, car molt trànsit passa per fora. Per tant, globalment, la separació és un factor positiu.

Seguretat del trànsit. Hom mesura el nombre i la gravetat dels accidents en funció del volum de tràfic i de taxes d'accidentabilitat per tipologia vial.

Les taxes de sinistralitat s'han pres de la norma francesa del Ministeri de Transports:

– carreteres de 6 metres: 36 accidents per 10^8 veh*km

– carreteres de 9 metres: 26 accidents per 10^8 veh*km

– autopistes: 10 accidents per 10^8 veh*km

Per accident, 1,7 ferits i 0,16 morts.

Això es pot fer servir per al nou vial, que és de suposar que serà com una autopista. O sigui, que tindrà 10 accidents per 10^8 veh*km. Com que l'amplada de l'antiga N-II és de 9 metres, ha de tenir 26 accidents per 10^8 veh*km. En conseqüència, aquest factor serà favorable.

2.3. URBANÍSTICS I TERRITORIALS

Descongestió de centres urbans. La descongestió en el centre urbà de Tàrraga amb el funcionament de la variant és un fet. Ni tan sols no faria falta avaluar-lo, però explicaré una forma de fer-ho.

Es pot calcular el temps de permanència dels vehicles en el centre urbà, tenint en compte que hi ha quatre semàfors en els set quilòmetres que dura la travessia. Una vegada es té aquesta unitat en vehicles/hora, es poden dividir pel total de tota la xarxa bàsica.

Consum de terrenys. La finalitat d'aquest criteri és demostrar que els impactes que ha produït el consum de terreny en la construcció del nou tram de carretera no es pot mesurar únicament en termes d'unitats superficials. Els mètodes practicables per quantificar això són els següents:

- Canvi esperat en els patrons de col·locació, que s'ha de mesurar pels tipus i el nombre de llocs de treball que es poden crear o destruir amb el nou projecte.
- Interferència amb llocs i zones històrico-culturals.
- Interferència amb zones naturals úniques.

En el cas de l'estudi que m'ocupa, només podríem considerar com a desfavorable el primer i encara s'hauria de fer un estudi previ per buscar possibles motius per a la creació o destrucció de llocs de treball.

Els altres dos no tenen repercussions.

Canvi en els accessos al territori. El desviament té com a resultat canvis en els accessos al terreny, que poden ser positius i negatius. Els que podríem considerar són:

- Efectes sobre canvis de l'ús actual dels terrenys de les vores del nou vial, zona de més accessibilitat per als usuaris. És de suposar que seran positius.
- Efectes sobre les propietats comercials de la ciutat, ara menys accessible. Encara que a priori podríem suposar que seria un fet negatiu, consultats els comerciants, diuen que no han notat canvis importants per la disminució del trànsit.

En conclusió, un altre factor positiu en relació a la variant.

Efectes sobre l'agricultura del sector. Aquí es descriuen els efectes de les infraestructures linials sobre l'agricultura. És un fet evident que el nombre de m^2 cultivats disminueix, degut a les expropiacions per a la construcció de la nova carretera, en un total de 472.339,5 m^2 .

Per calcular l'impacte econòmic d'això es pot utilitzar el preu de les collites en els últims anys.

Aquest aspecte seria un factor negatiu, encara que no massa, ja que, degut a la crisi del sector agrícola, molts pagesos abandonen els seus cultius.

CONCLUSIONS

Per treure alguna conclusió d'aquesta anàlisi multicriteri, és necessari fer un quadre-resum amb els dos projectes alternatius i els criteris que he avaluat i he discutit en xifres. Altres criteris més subjectius, com intrusió visual, cost-benefici, no els considero, ja que és necessari un estudi previ per avaluar-los. Passo a fer a continuació el quadre-resum, en el ben entès que el projecte 1 és la situació *do-something*, o sigui, treure el trànsit del centre urbà de Tàrraga, i el projecte 2 és la situació *do-nothing*, o sigui, la situació anterior a la construcció del desviament. El signe [+] vol dir positiu i el signe [-] vol dir negatiu.

	PROJECTE 1	PROJECTE 2
ECONOMIA I FINANCES		
Cost total mon.	1.918.000 + CM1	CM2
Estalvi func. veh. (pts/any)	89.127.832	
SOCIALS I AMBIENTALS		
Soroll (centre urbà)	+	-
Contaminació (centre urbà)	+	-
Vibracions (centre urbà)	+	-
Separació	+	-
Seguretat en el tràfic	10 acc per 10 ⁸ veh*km	26 acc per 10 ⁸ veh*km
URBANÍSTICS I TERRITORIALS		
Descongestió centres urbans	+	-
Canvi en els accessos al territori	+ i -	-
Efectes sobre l'agricultura	-	sense efectes

Per tant, aquest seria el quadre que donaríem al polític perquè decidís quin projecte realitzar. En el cas que m'ocupa, la variant ja està construïda i el que pretén el quadre és fer veure els avantatges i desavantatges que el trànsit passi per fora del casc urbà.

Sembla bastant clar que la major part dels factors són favorables a la variant; per tant, els ciutadans de Tàrraga han millorat en qualitat de vida.