



## DETERMINACIÓ DE LA DISTÀNCIA INTRAMUNICIPAL REALITZADA A PEU I EN VEHICLE PRIVAT

---

### AUTORS

**Xavier Roselló**, Adjunt al Director Tècnic, ATM

**Francesc Calvet**, Cap del Servei de Planificació, ATM

## CONTINGUTS

1.	JUSTIFICACIÓ	3
2.	ESTIMACIÓ DE LA DISTÀNCIA	5
2.1	Metodologia aplicada	5
2.2	Discussió de resultats	6
2.3	Determinació de les dades	6

## 1 – JUSTIFICACIÓ

Per avaluar diferents estadístics de mobilitat com ara els desplaçaments\*km, fonamentals per al càlcul de les variables socials i ambientals incloses en l'informe de sostenibilitat ambiental del pdI i del pdM, cal conèixer les distàncies de cada desplaçament.

El territori està subdividit en zones, i se suposa que tots els desplaçaments amb origen o destinació en una zona determinada tenen lloc en un punt d'aquesta, dit centroide. Per tant, conèixer la distància entre dues zones equival a estimar la distància entre dos centroides mitjançant un algorisme de camí mínim damunt d'un graf. El problema sorgeix quan es tracta d'estimar la distància a l'interior d'una mateixa zona, cas que ocorre en els desplaçaments intramunicipals. Per això ha estat necessari realitzar una estimació precisa de les distàncies intramunicipals, informació fins ara no disponible, la qual cosa constitueix l'objecte d'aquest treball.

En l'estimació de la distància intramunicipal, cal distingir dos casos: els dels grans municipis, subdividits en diverses zones, i els dels municipis petits, constituïts per una sola zona. En el cas dels grans, la distància total recorreguda a l'interior del municipi és la mitjana ponderada de la distància dels desplaçaments entre zones d'un mateix municipi i dels desplaçaments efectuats a l'interior de cada una de les zones constituents. Però en aquesta mitjana pesen més els recorreguts entre zones, la distància dels quals es calcula amb prou precisió mitjançant algorismes de camí mínim dins del graf, que no pas els recorreguts fets a l'interior de cada una de les zones. Per això, una estimació imprecisa de les distàncies intrazonals no influirà gaire en la mitjana global del municipi, raó per la qual aquests valors no s'han recalculat sinó que s'han acceptat com a correctes els ja existents.

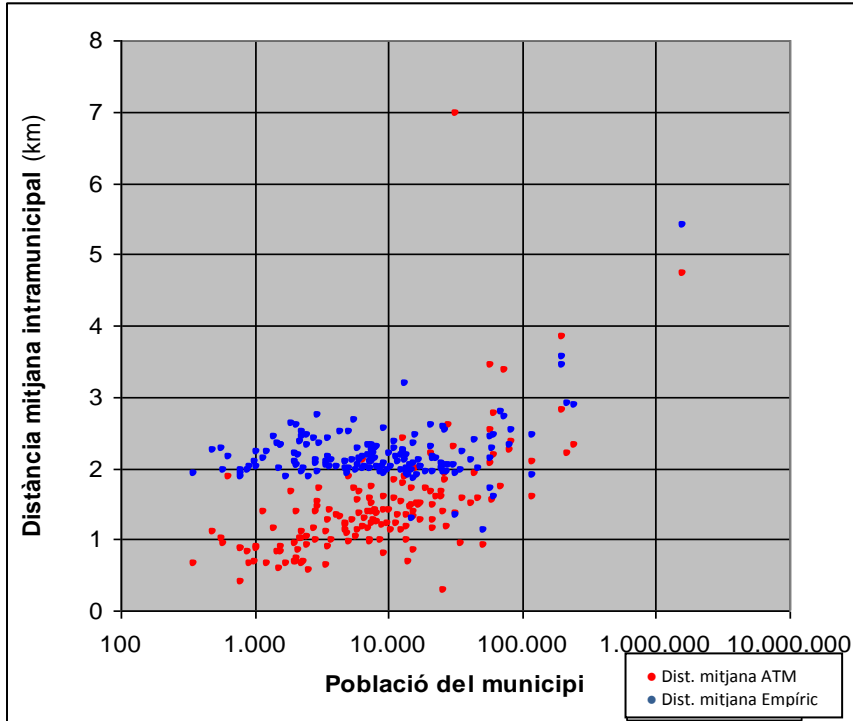
En canvi, per als municipis d'una única zona EMO, la xifra que s'estimi com a distància interior és la que decidirà el valor en aquell municipi, ja que tots els desplaçaments realitzats tindran aquella mateixa distància segons el model. Per avaluar aquesta xifra es disposa de dues fonts d'informació: una que dona aquesta variable a partir de mètodes empírics, que s'anomenarà Empírica, i una segona desenvolupada per l'ATM, que es descriu a continuació, i que s'ha fet servir en l'elaboració del pdI i el pdM.

A continuació es comparen les dues famílies de valors i es constata que la segona font d'informació és més versemblant, especialment pel fet que té la fita superior a 1,2 km, mentre que en la font Empírica aquest valor és 2 km, xifra més difícil d'admetre atesa la dimensió dels nuclis urbans. El gràfic conté tots els municipis, fins i tot els subdividits, raó per la qual s'ha preferit de fer servir l'escala logarítmica per representar la població.

### OBJECTIU DE L'ESTUDI

Realitzar una estimació precisa de les distàncies intramunicipals mitjanes recorregudes per tal de calcular diferents estadístics de mobilitat del pdM com els desplaçaments\*km

**FIGURA 1.**  
**COMPARACIÓ DE DISTÀNCIES MITJANES INTRAMUNICIPALS**  
**SEGONS EL MÈTODE EMPÍRIC I EL DE L'ATM**



## 2 – ESTIMACIÓ DE LES DISTÀNCIES

Per millorar la metodologia d'avaluació de la distància mitjana, es compta amb una estimació de les superfícies de nuclis urbans, prenent en consideració dos tipus d'urbanització d'acord amb la seva densitat: la compacta i la laxa. Atès, però, que els nuclis històrics, on resideix el gruix de la població, corresponen a la mena d'urbanització dita compacta, s'ha volgut relacionar la distància mitjana de què es disposa amb aquest tipus de superfície. Aquesta tipologia de superfícies serà d'utilitat quan s'estimaran novament les distàncies mitjanes en cotxe i a peu.

### 2.1 – METODOLOGIA APLICADA

Un cop es constata que els valors inicials ATM són acceptables però clarament millorables, es proposa una nova metodologia, dita Cerdà, per determinar la distància mitjana en vehicle privat, que fa servir la informació següent:

- superfície urbanitzada compacta municipal
- superfície urbanitzada laxa municipal
- longitud del nucli urbà, **a** (valor major)
- amplada del nucli urbà, **b** (valor menor). Evidentment, **a > b**.
- longitud entre els centres de gravetat de la superfície compacta i laxa, **c**

Es demostra analíticament i es constata empíricament, que la distància mitjana dins d'un nucli d'aquestes dimensions és **(a+b)/3**. Aquesta fórmula correspon a la distància mitjana entre dos punts qualssevol d'un rectangle, suposant que la distància definida és la Manhattan. La distància Manhattan entre dos punts de coordenades  $(x_1, y_1)$  i  $(x_2, y_2)$  es defineix així.

$$d_{12} = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

que dins d'un nucli urbà és una mesura de distància més realista que l'euclidiana o a vol d'ocell.

Es defineix així mateix la distància **c** com la que hi ha entre els nuclis urbans compacte i lax, suposant que no són adjacents. En el cas d'existir més d'un nucli lax, la magnitud **c** és la mitjana ponderada de les diferents distàncies dels nuclis laxos respecte al nucli compacte.

Segons això, la distància mitjana intermunicipal, **d**, vindrà donada per l'expressió:

$$d = \alpha \cdot \frac{a+b}{3} + (1-\alpha) \cdot c$$

on el primer sumand representa la distància mitjana recorreguda pels vehicles a l'interior de la zona compacta, i el segon la distància entre les zones laxes i la compacta. Implícitament se suposa, doncs, que no hi ha desplaçaments a l'interior de les zones laxes, hipòtesi que reposa en el nombre baix d'equipaments de què solen disposar.

**α** és un coeficient que representa el pes relatiu dels desplaçaments a l'interior del nucli compacte i entre aquest i els nuclis laxos.

A l'estudi intern de l'ATM titulat "Estimació de les densitats de població" d'abril 2008, s'estimava en 16 la relació entre densitats mitjanes d'una superfície compacta d'una superfície laxa. Però al mateix temps s'admetia que un resident en una zona laxa té una mobilitat doble que si residís en zona compacta. Per tant, als efectes de mobilitat, la generació de desplaçaments en cotxe serà 8 vegades inferior, i no 16, per unitat de superfície laxa respecte de la compacta. Així doncs, el valor del coeficient  $\alpha$  es determinarà fent:

$$\alpha = \frac{C}{C + L/8}$$

on  $C$  és la superfície d'edificació compacta del municipi i  $L$  és la superfície laxa.

També s'assaja de substituir el valor 8 pel valor 6, i es fan proves en aquest sentit, però els valors que s'obtenen són sensiblement iguals.

## 2.2 – DISCUSSIÓ DE RESULTATS

Si es comparen els resultats dels 126 municipis sense subdivisió (d'un total de 164) es constata que la metodologia Cerdà en comparació l'ATM inicial és més coherent municipi a municipi perquè la introducció de les variables superfície i les variables  $a$  i  $c$  permeten un ajust fi més precís que les altres metodologies de caire més generalista.

Tot i així, la metodologia Cerdà no és d'aplicació evident en alguns casos particulars:

- quan hi ha dos o més nuclis compactes
- quan hi ha nuclis laxos adjacents al compacte
- quan hi ha dispersió de nuclis compactes i laxos, com a l'Alt Penedès

En general, la principal discrepància entre les dues metodologies és que a l'Alt Penedès la Cerdà dona valors més alts que la ATM inicial pel fet d'introduir la variable  $c$ . A la resta de comarques, el mètode Cerdà dona resultats inferiors perquè llavors dominen els nuclis compactes.

## 2.3 – DETERMINACIÓ DE LA DISTÀNCIA MITJANA A PEU

La determinació de la distància a peu en municipis d'una única zona segueix una metodologia conceptualment semblant a la del vehicle privat, per bé que l'expressió numèrica només té en compte el nucli compacte, ja que suposa que a l'interior de les zones laxes i entre aquestes i el nucli compacte no hi ha desplaçaments a peu. Per tant, la fórmula utilitzada ha estat:

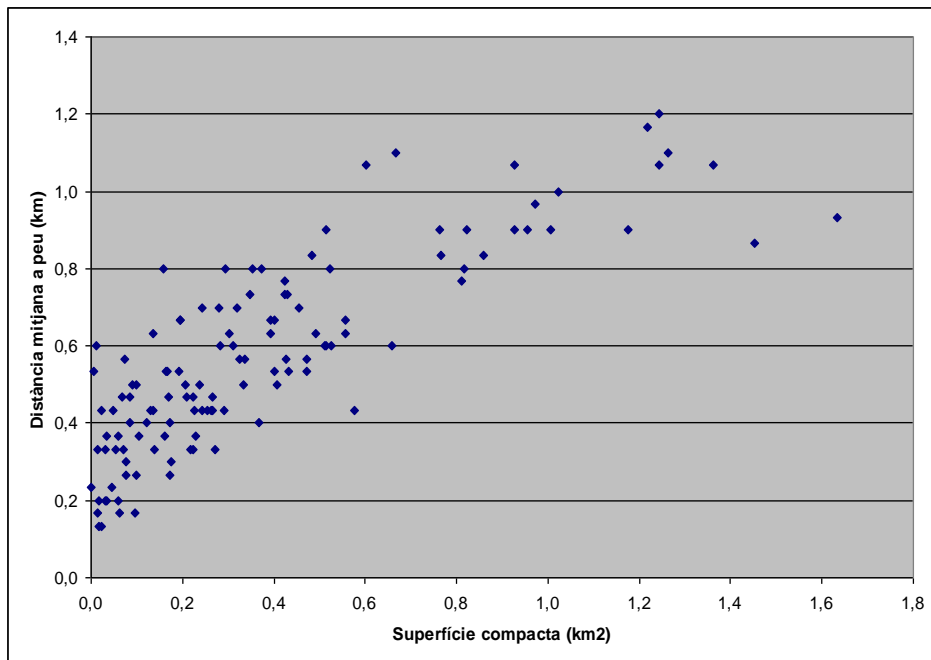
$$d = \frac{a+b}{3}$$

on les magnituds  $a$  i  $b$  són la longitud i amplada respectivament del rectangle a què s'assimila el continu urbà compacte del municipi.

Per tant, els valors d' $a$  i  $b$  són els mateixos que en el cas de la distància en cotxe, excepte en el cas de superfícies laxes que formin un continu urbà amb la zona compacta, en el qual cas no cal posar cap limitació de valors perquè, tal com es demostra en el gràfic adjunt, la distribució és homogènia i continua, sense existència de valors erràtics.

En qualsevol cas, s'aprecia que aquesta metodologia Cerdà dona resultats coherents i realistes a nivell municipal. La distància hauria d'augmentar segons l'arrel quadrada de la superfície, tendència que tendeix a manifestar-se en la figura 2. Cal notar que aquesta tendència no s'observava en les distàncies Empíriques, la qual cosa és poc realista..

**FIGURA 2.**  
**RELACIÓ ENTRE LA SUPERFÍCIE COMPACTA DEL MUNICIPI I LA DISTÀNCIA MITJANA INTRAMUNCIPAL RECORREGUDA A PEU.**



S'hi observa un creixement proporcional a l'arrel quadrada de la superfície.