

Plec de prescripcions tècniques particulars

Número d'expedient: PTOP-2024-9

El contingut d'aquestes prescripcions tècniques consisteix en el desenvolupament del Model de Transport Multimodal de Mercaderies de Catalunya, aprovat en el marc del Mecanisme de Recuperació i Resiliència.

Amb la mera presentació de la seva oferta, l'empresa licitadora accepta les prescripcions tècniques establertes en aquest plec.

Qualsevol proposta que no s'ajusti als requeriments mínims establerts en aquest plec quedarà automàticament exclosa de la licitació.

1. Context

Aquest plec té per objecte establir les prescripcions tècniques particulars que regiran la realització dels treballs de desenvolupament del Model de Transport Multimodal de Mercaderies de Catalunya, en l'entorn del programari Visum o similar.

El Model es finançarà mitjançant els fons Next Generation que l'estat espanyol rep de la Unió Europea i es despleguen per mitjà del Mecanisme per a la Recuperació i Resiliència (MRR). El MRR neix amb el propòsit de mitigar l'impacte econòmic i social derivat de la pandèmia de la COVID-19 i de transformar l'economia i la societat europea, aprofitant les oportunitats de transició verda i digital que derivin en un territori més sostenible, digital i resiliència.

2. Fites i objectius

Les fites del projectes seran:

- Recepció de la recopilació y anàlisi de dades.
- Recepció de la caracterització de la xarxa y construcció del graf.
- Recepció de la construcció matriu de mercaderies.
- Recepció de la construcció del model de 4 etapes.
- Recepció del document de calibratge i validació del model.
- Recepció de l'informe metodològic, principals resultats e indicadors.

La data estimada per al compliment d'aquestes fites s'estableix en el cronograma de l'apartat 4 del present Plec de Condicions Tècniques.

3. Objecte del contracte o necessitat que s'ha de cobrir

Aquest plec té per objecte establir les prescripcions tècniques particulars que regiran la realització dels treballs de desenvolupament del Model de Transport Multimodal de Mercaderies de Catalunya, en l'entorn del programari Visum o similar.

El Model es finançarà mitjançant els fons Next Generation que l'estat espanyol rep de la Unió Europea i es despleguen per mitjà del Mecanisme per a la Recuperació i Resiliència (MRR). El MRR neix amb el propòsit de mitigar l'impacte econòmic i social derivat de la pandèmia de la COVID-19 i de transformar l'economia i la societat europea, aprofitant les oportunitats de transició verda i digital que derivin en un territori més sostenible, digital i resiliència.

4. Activitats i funcions de l'empresa contractista

Les activitats que l'adjudicatari del present plec haurà de dur a terme estan relacionades en essència amb l'elaboració del Model de mercaderies i assistència a la Generalitat en la seva implantació i ús, tal com es descriu en els següents apartats.

1. Revisió de la informació disponible

A l'inici dels treballs es lliurarà a l'adjudicatari la documentació disponible que es consideri útil i rellevant per a l'execució d'aquest contracte. Després de dedicar un mes a la revisió de la documentació esmentada, se celebrarà una reunió de treball entre l'empresa adjudicatària i la Generalitat a fi de consensuar la metodologia proposada per a cadascuna de les etapes del projecte, a més dels aspectes addicionals que quedin per definir, donant com a resultat un primer lliurament. La metodologia haurà de tenir en compte les recomanacions i estàndards internacionals en modelització del transport.

A més a més, caldrà explorar diferents enfocaments per tal d'innovar i poder respondre als reptes de la modelització sense que això afecti la fiabilitat i robustesa del Model. Atenent que el Model es concep com una eina de planificació de mitjà i llarg termini, la/les futura/es actualització/ons de les dades d'entrada haurà/an de ser un pilar fonamental per a permetre l'ús continuat del Model.

L'adjudicatari haurà de realitzar una revisió comprensiva de la informació, dades i context perquè el Model proposat se situï a l'avantguarda, consolidar el seu punt de partida i assegurar-se que les condicions per al seu desenvolupament es trobin a punt per al desplegament de les properes tasques i fases.

A continuació es descriuen alguns aspectes que l'adjudicatari haurà de considerar per a la revisió de la informació disponible i la proposta metodològica.

1.1. Revisió de les dades de mobilitat interprovincial

La logística que s'haurà de modelitzar és aquella de component interprovincial de Catalunya, però també haurà d'incloure els factors rellevants en l'àmbit nacional i

internacional (de llarga distància) que formen part del transport de mercaderies a Catalunya, com són els ports, aeroports i altres centres de logística. Per tant, la modelització s'hi haurà d'adequar i diferenciar els factors per a facilitar un desenvolupament del Model que sigui representatiu i el més ajustat a la realitat dels moviments logístics a Catalunya.

1.2. Demanda induïda

A l'inici dels treballs de desenvolupament del Model, el proveïdor haurà d'elaborar una anàlisi de les metodologies existents per al tractament i l'estimació de la demanda induïda, amb l'objectiu de definir la que millor s'adeqüi al desenvolupament del Model i les seves característiques.

1.3. Primera i última milla

A més dels modes i les baules tradicionals del transport de mercaderies, la denominada primera i última milla suposa un factor fonamental en la cadena de qualsevol sistema logístic avui en dia. És per això que l'adjudicatari haurà d'incloure aquest component i diferenciar-lo en el procés metodològic i de modelització.

1.4. Viatges en buit

El model tindrà en compte la proporció de viatges en buit que un mateix vehicle farà com a resultat de l'enviament de mercaderies, especialment en les etapes de generació i atracció i de distribució, en les quals les implicacions d'aquests viatges són més importants.

Amb la finalitat de fer una revisió completa de l'estat de la informació disponible per al desenvolupament del Model, la Generalitat proposa els següents canals d'informació:

- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
- Instituto de Estadística de Catalunya (IDESCAT)
- Observatori de la Mobilitat de Catalunya (OMC)
- CIMALSA, Logística i mobilitat
 - o Observatori de la logística
 - o Observatori dels costos del transport de mercaderies per ferrocarril

A més, s'estudiarà la informació disponible dels punts d'intercanvi modal de la cadena logística, com per exemple:

- Aeroport del Prat
- Centre Logístic Barcelona
- ZAL Port
- Port Tarragona

2. Desenvolupament i implementació de les etapes de modelització en Visum o similar (Any Base)

Un cop estudiat el context a través de la revisió d'informació disponible, serà objecte d'estudi el càlcul d'un model de quatre (4) etapes per a mercaderies amb retroacció entre etapes successives que permeti la iteració entre aquelles etapes en les quals sigui necessari realitzar ajusts. A cadascuna de les quatre (4) etapes li correspondrà un submodel de: generació/atracció, distribució, repartiment modal i assignació. Per a cada etapa haurà de realitzar un calibratge i validació i, si s'escau, ajust, de les variables empleades i dels resultats obtinguts l'any base (2023), que siguin comparables amb la informació que la Generalitat de Catalunya posi a la disposició de l'empresa adjudicatària a l'inici dels treballs, però que no hagin estat emprades per al càlcul de les matrius.

L'any base del Model serà el 2023, el darrer any complet amb dades. Així mateix, es duran a terme dos escenaris de prognosi, (1) l'any 2030 i (2) l'any 2040.

Tant per a l'any base del Model (2023) en la seva fase de calibratge, com en els escenaris de prognosi, es durà a terme una anàlisi de sensibilitat de les variables explicatives i de l'elasticitat, comprovant en cada etapa que la variació d'aquestes resulta coherent amb les hipòtesis plantejades. Posat que els resultats mostrin un alt grau de sensibilitat a la modificació de les variables esmentades, es calcularà un escenari addicional que tingui en compte els canvis detectats en l'anàlisi de sensibilitat.

El model contarà amb els següents requeriments mínims:

- Criteris mínims de zonificació:
 - Zones de transport internes corresponents a una desagregació mínima comarcal, exceptuant:
 - Aquells municipis de més de 50.000 habitants, que hauran de constituir una zona de transport independent de la comarca a la qual pertanyin.
 - Aquells municipis de més de 75.000 habitants, que hauran d'incloure una desagregació major en zones de transport basades en districtes.
 - Zones de transport internes corresponents a nodes de ruptura de la càrrega: aquest tipus els constituïran les plataformes logístiques de qualsevol naturalesa de la Comunitat Autònoma, que representaran zones de superfície reduïda respecte a les anteriors, però que suposaran l'origen o destí d'una elevada proporció de viatges de mercaderies.
 - Zones de transport externes: corresponents als punts de contacte amb França, Andorra, la resta d'Espanya i, en última instància, la resta del món. L'abast d'aquestes zones es tractarà de la següent manera:

- França: atès que l'única regió francesa en contacte terrestre amb Catalunya és Occitània, es tractarà com una única zona de transport externa.
- Andorra: es tractarà com una única zona de transport externa.
- Resta d'Espanya: es desagregaran les zones de transport d'acord amb les províncies de contacte terrestre amb la Comunitat Autònoma de Catalunya (Osca, Saragossa, Terol i Castelló).
- Resta del món: es tractarà com una única zona de transports externa, per a tenir en compte l'entrada de mercaderies amb origen o destí diferents de les anteriors zones de transport externes esmentades. Resultarà d'interès, especialment per a avaluar la relació de mercaderies de ports i aeroports.

- Dies tipus:

Per tal d'avaluar l'evolució del trànsit de mercaderies es planteja la modelització dels següents dies tipus:

	Dies tipus d'estiu		Dies tipus d'hivern
1	Laborable mig (dilluns a dijous) en període estival	5	Laborable mig (dilluns a dijous) en període no estival
2	Divendres en període estival	6	Divendres en període no estival
3	Dissabtes laborables en període estival	7	Dissabtes laborables en període no estival
4	Diumenges i festius en període estival	8	Diumenges i festius en període no estival

La discriminació entre dies d'estiu i hivern queda justificada per l'estacionalitat per tipus de mercaderia.

A més a més, es modelitzaran quatre (4) hores punta:

- Hora punta del matí, coincident amb l'hora punta del trànsit general dels matins (8-9 h)
- Hora punta del migdia, coincident amb l'hora punta del trànsit de mercaderies (11-12 h)
- Hora punta de la tarda, coincident amb l'hora punta del trànsit general de les tardes (18-19 h)
- Hora vall nocturna

- Tipus de mercaderia a considerar:

- M1: Automòbils i peces per a la seva fabricació
- M2: Productes de la indústria siderúrgica: bobines i perfils d' acer, ferralla, carrils, etc.
- M3: Productes de la indústria química i combustibles
- M4: Minerals i materials de construcció
- M5: Fusta i paper
- M6: Grànels agroalimentaris sòlids i líquids
- M7: Productes alimentaris peribles
- M8: Altres productes manufacturats per a gran consum
- M9: Maquinària i béns d'equip no contemplats en altres apartats i/o desconeguts

2.1. Submodel de generació i atracció

El model de generació i atracció de viatges en modes emprats per al transport de mercaderies permetrà quantificar els volums desplaçats des d'una perspectiva zonal i global, així com ubicar els nodes de producció i atracció logístics a cada zona del Model. Els volums de viatges i la seva corresponent transformació a les unitats de producció (tones, metres cúbics o nombre de contenidors) es calcularan a partir de les dades recaptades sobre variables socioeconòmiques que permetin segmentar la població en grups amb característiques homogènies enfront de la logística, i que permetin al seu torn assumir una evolució tendencial similar davant les variables econòmiques emprades per a l'estimació dels escenaris en els horitzons de prognosi. Per a cadascun dels grups de població i motius d'enviaments s'empraran ràtios de producció de viatges associats a les mercaderies (enviaments), i aquestes ràtios es justificaran per a cada mode de transport. D'altra banda, l'atracció de viatges de cada zona, és a dir, la demanda d'enviaments de mercaderies, s'estimarà segons les ràtios d'usos del sòl de cada zona, amb un detall de desagregació que permeti distingir les diferents activitats econòmiques intrazonals.

S'admetrà, quedant subjecte a avaluació, que l'adjudicatari proposi metodologies i formulacions diferents de les descrites.

2.2. Submodel de distribució

El model de distribució es basa en el principi que el volum de viatges entre una zona d'origen i una zona de destí és proporcional a la generació de viatges de la zona d'origen, a l'atracció de la zona de destí i inversament proporcional a la distància que els separa o al cost del desplaçament entre aquestes.

L'objectiu del model de distribució logística de mercaderies és la concreció de la magnitud de mercaderies entre diferents parells d'òrigens i destins mitjançant una matriu origen-destí (O-D).

La metodologia proposada per a aquesta etapa és una formulació potencial, també anomenada gravitatòria, que quantifica el nombre de viatges entre zones en funció de la producció i atracció de moviments de productes i de la dificultat de desplaçament entre aquestes àrees, ja sigui condicionat pel temps de recorregut, pel seu cost o per la seva freqüència, és a dir, la seva impedància.

S'admetrà, quedant subjecte a avaluació, que l'adjudicatari proposi metodologies i formulacions diferents de les descrites.

En aquesta etapa, cal tenir en compte que els nodes més importants de generació i atracció de viatges han de ser representats per una zona pròpia, ja que la matriu O-D no té per objectiu la definició dels desplaçaments interns d'una zona, sinó entre parells de diferents zones.

2.3. Submodel de repartiment modal

S'avaluarà el repartiment modal a la situació actual i la seva previsible variació en els escenaris de prognosi mitjançant un model explicatiu d'elecció directa a partir de les variables disponibles. El model de repartiment modal haurà de ser sensible a les variacions de la xarxa, en termes d'implantació de noves infraestructures o serveis públics i/o privats de logística.

Caldrà modelitzar els modes de transport de mercaderies per carretera, ferrocarril, marítim i aeri mitjançant funcions d'utilitat sobre la base del cost generalitzat i la percepció de cada mode de transport. S'espera que el cost generalitzat inclogui el temps de moviment en vehicle, temps d'accés i dispersió, temps d'espera, temps de transbordament, cost de la tramesa i altres costos.

La formulació proposada per al desenvolupament del Model és del tipus Logit multimodal, en què la probabilitat de triar un mode determinat és producte de la seva pròpia utilitat i la utilitat d'altres modes en cada nivell del model Logit.

Com a alternativa, es pot prendre un mode de transport de referència i emprar com a variables explicatives les diferències de cost generalitzat respecte a aquest, o aplicar models de repartiment per a parelles de modes en comptes de per a tots els modes en competència, simultàniament.

S'admetrà, quedant subjecte a avaluació, que l'adjudicatari proposi metodologies i formulacions diferents de les descrites.

2.4. Submodel d'assignació

Es durà a terme un Model que permeti l'assignació de viatges mitjançant un model de xarxa, és a dir, que mitjançant l'assignació de viatges a la xarxa se seleccionaran els camins o rutes emprades per a, posteriorment, "carregar" els fluxos origen-destí sobre la xarxa.

El graf viari ha de ser el mateix utilitzat en el SIMCAT de manera que el model de mercaderies s' integri i sigui compatible amb aquest. El graf utilitzat és el detallat oficial de la Generalitat de Catalunya. El graf ferroviari ha de tenir el mateix origen que el graf de la Direcció General d' Infraestructures de Mobilitat, amb els ajustaments necessaris en les indefinicions en l'àmbit de les mercaderies o fora de l'àmbit de Catalunya.

En carregar la xarxa, es modifica la impedància característica de cada arc (determinada per la velocitat, costos del mode de transport, etc.) representant els fenòmens de congestió en la modelització, que es dotarà de realisme mitjançant l'ajust de les funcions de flux-demora del Model. El procés finalitza quan s'aconsegueix l'equilibri de costos entre les diferents opcions de ruta. El Model d'assignació haurà de ser capaç de produir, almenys, els següents resultats:

- Indicadors del comportament de la xarxa: velocitats mitjanes, vehicles*km, etc.
- Fluxos en els diferents arcs de la xarxa modelitzada amb les corresponents demores i nivells de congestió.
- Rutes emprades per a cada parell origen-destí.
- Indicadors d'emissions de contaminants a causa del trànsit modelat.

A causa del grau de desagregació de la zonificació (almenys en l'àmbit comarcal, i considerant els grans nodes de generació i atracció com a zones independentment de la seva mida) i del caràcter interurbà de la demanda considerada en les matrius d'enviaments, caldrà establir alguna metodologia per a la consideració de l'efecte dels enviaments de curt recorregut i trànsits d'agitació sobre la xarxa de carreteres, de manera que sigui possible avaluar la capacitat i els nivells de servei, així com realitzar el calibratge tenint en compte les dades d'aforament.

2.5. Procés de calibratge i validació del Model

El Model de quatre (4) etapes haurà de ser sotmès a un procés de calibratge i validació d'acord amb els indicadors estadístics internacionals utilitzats habitualment i els seus criteris d'acceptació (llistats més a baix en aquest mateix epígraf), amb l'objectiu de garantir la qualitat en l'ajust i la robustesa de l'eina de cara a la seva utilització per a la simulació d'escenaris futurs.

El calibratge es durà a terme mitjançant el contrast dels resultats obtinguts en l'assignació amb les dades obtingudes en camp o facilitades per la Generalitat de Catalunya (els punts de contrast de dades emprats per a calibrar el SIMCAT). Aquest procés resulta fonamental, perquè serà el principal indicador de si el Model respon de manera fidedigna al comportament de la mobilitat actual.

Es basarà en l'ajust als següents indicadors:

2.5.1. GEH

Un dels mètodes existents per a verificar la bondat del calibratge del Model i poder considerar-lo com una reproducció realista de la xarxa representada és el paràmetre estadístic GEH, la formulació del qual és:

$$GEH_i = \sqrt{\frac{(C_i - A_i)^2}{(C_i + A_i)/2}}$$

On C_i és la dada observada i A_i és la dada assignada pel Model en l'enllaç i .

$$\%T = \frac{\sum_{j=1}^n Modelat_j}{\sum_{j=1}^n Observat_j}$$

On j representa cada arc individual amb aforament, prenent n com el total dels arcs amb aforament a la xarxa.

Els criteris d'acceptació del paràmetre estadístic GEH són:

- que almenys el 85 % dels casos tinguin un $GEH \leq 5$
- que almenys el 90 % dels casos tinguin un $GEH \leq 10$

El nombre mínim de punts considerats per al càlcul del GEH serà cent (100).

2.5.2. R^2

El factor R^2 mesura la correlació existent entre 2 fonts de dades (model – comptatges), amb uns criteris d'acceptació per al model general és estadístic $R^2 > 0,80$.

2.5.3. RMSE

El factor %RMSE (Root Mean Square Error) és l'arrel quadrada de les diferències al quadrat entre els fluxos modelats i les dades observades en aquells arcs dels quals es disposin de dades, dividits entre el nombre d'observacions. Igual que el GEH, és una dada que aporta una idea de la proximitat entre totes dues dades.

El %RMSE es formula com:

$$\%RMSE = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (Observat_j - Modelat_j)^2}{n-1}}}{\frac{\sum_{j=1}^n Observat_j}{n}} \times 100$$

El valor de %RMSE acostuma a variar entre un 10 % (si els fluxos modelats són molt similars a l'observat, arc a arc) i un 100 % (si és molt diferent). Es pot fixar objectiu per donar validesa al Model amb valors per sota del 40 %. En les zones allunyades de l'àrea de major interès per a l'anàlisi es poden acceptar uns valors del 40 % per a validar la xarxa.

2.5.4. Ajust de funcions VDF

Addicionalment a l'ajust dels indicadors esmentats, tant abans com després del calibratge, i per a millorar el realisme del Model, s'ajustaran les funcions de flux-demora del model d'assignació.

L'ajust d'aquestes funcions permetrà reproduir de manera realista els efectes de la congestió relacionant el temps (cost) i/o la velocitat amb el flux (vehicles en l'arc) per a cadascun dels arcs de la xarxa.

Les funcions de flux-demora hauran de complir:

- Realisme del temps de viatge
- La relació cost-flux ha de ser extrapolable als arcs del mateix tipus de la xarxa

Entre les funcions més comunament emprades es troba la proposta del Bureau of Public Roads, als EUA, l'any 1964:

$$t = t_0 \left[1 + \alpha (V/Q_p)^\beta \right]$$

On:

- t : temps de viatge per unitat de longitud
- t_0 : temps de viatge per unitat de longitud a flux lliure
- Q_p : capacitat real de l'arc
- α i β : paràmetres per a calibrar
- V : volum en l'arc

S'admetrà, quedant subjecte a avaluació, que l'adjudicatari proposi metodologies i formulacions diferents de les descrites.

2.6. Preparació del gestor d'escenaris futurs

Un cop construït i degudament validat el Model per a l'any base, aquest serà emprat per a l'anàlisi i l'avaluació d'escenaris futurs d'oferta i demanda de transport de mercaderies. El desenvolupament d'escenaris futurs queda fora de l'abast de la present contractació. No obstant això, l'adjudicatari haurà de preparar en el Model la funcionalitat requerida per a la creació d'aquests escenaris, incloent-hi les variables que permetin simular-los i que seran acordades prèviament.

2.7. Suport tècnic per a la preparació d'escenaris futurs

El suport tècnic per a la preparació d'escenaris futurs consistirà en les tasques següents per part del consultor:

- Capacitacions i assessorament al personal del Departament de Territori en el lliurament.
- Coordinació de la recollida de dades i utilització de les bases de dades necessàries per al desenvolupament del Model de cara al futur.
- Assessorament tècnic quant a l'estructura i funcionalitat del gestor d'escenaris futurs durant la seva utilització posterior per part de la Generalitat de Catalunya.
- Suport tècnic especialitzat per a la integració del Model, de manera coordinada i simultània amb la Generalitat, per a garantir una compatibilitat adequada entre ambdues entitats i, a més, assegurar la integració del Model per al seu futur.

2.8. Integració amb el Model actual SIMCAT

El model SIMCAT de planificació viària en Visum de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat conté el graf viari real i la caracterització viària i una assignació de trànsit en hora punta matí. El model de mercaderies del present contracte s'haurà d'integrar en aquest model SIMCAT. El model SIMCAT i tota la documentació i informació relacionada amb aquest serà entregada a l'adjudicatari del present contracte.

La xarxa d'aquest model està composta per un total de 1565 zones. La definició de la zonificació que s'ha utilitzat per a la construcció del model de transport s'ha dut a terme tenint en compte la matriu de mobilitat de Catalunya EMO i les dades addicionals proporcionades pel Departament de Territori.

Els connectors queden definits tal com estaven definits en el graf proporcionat pel Departament de Territori. Addicionalment, existeixen una sèrie de connectors externs per connectar la xarxa a la resta de les ciutats i països propers a Catalunya.

Hi ha assignada una tipologia d'arcs sobre el conjunt d'arcs definits en el graf del Departament del Territori. A aquests arcs se'ls ha donat una sèrie de característiques geomètriques i de funcionalitat que s'ajusten a la realitat.

La xarxa viària disposa d'informació bàsica sobre les característiques de les vies i el trànsit que suporten:

- Classificació funcional: Bàsica, Comarcal i Local
- Classificació tècnica: Autopista, Via preferent de doble calçada, via preferent de calçada única, carretera de doble calçada i carretera convencional de calçada única.
- Velocitat de flux lliure per a vehicles lleugers (km/h)
- Velocitat de flux lliure per a vehicles pesants (km/h)
- Capacitat de la via (veh/h)
- Peatge quilomètric per als vehicles lleugers (€/km)
- Peatge quilomètric per als vehicles pesants (€/km)

Per a l'estimació dels temps de recorregut a cadascun dels arcs es defineixen unes funcions volum-retard que tenen en compte el temps de recorregut amb flux lliure penalitzat en funció de la saturació de la via.

Durant el calibratge s'han ajustat els coeficients a, b i c de la funció cònica per a ajustar el model a la situació actual. Per als diferents tipus de via s'empren diferents coeficients que defineixen les funcions de volum de trànsit-retard en el temps de viatge.

El model de carreteres de Catalunya es nodreix de les matrius Origen-Destinació, les quals són assignades a la xarxa mitjançant l'aplicació del model d'assignació per tal d'obtenir el volum de trànsit per cada arc de la xarxa.

La composició del trànsit a les carreteres no és homogènia; però això, per tal d'obtenir una representació més acurada dels comportaments que es dona a la xarxa, és necessari dividir la demanda total de trànsit en diferents sub-grups de demanda, anomenats segments de demanda. Cada segment de demanda té característiques pròpies, fet que permet modelitzar millor el seu comportament. Els segments de demanda utilitzats són:

- Vehicles lleugers
- Vehicles lleugers de trànsit inter-regionals (entre regions limítrofes amb Catalunya)
- Vehicles lleugers de llarg recorregut
- Vehicles pesants
- Vehicles pesants que venen del Maresme (que poden circular per la B-10 per accedir al Port de Barcelona)

Per a l'assignació del volum de trànsit a la xarxa, a partir de les matrius de cada segment de demanda, s'ha utilitzat l'algorisme d'equilibri i aprenentatge presentat pel

Professor Lohse¹ al 1997. Aquest procediment modelitza el procés d'aprenentatge dels conductors sobre la xarxa de carreteres. Començant amb una assignació "tot o res", els conductors van incloent consecutivament en cada nova recerca de ruta, la informació guanyada en la iteració anterior. S'atenyen diverses "rutes més curtes" en un procés iteratiu al qual, per a la busca d'una determinada ruta, la impedància es dedueix de la impedància del volum de trànsit considerat i de la impedància anterior estimada. Per tal de poder fer això, el total del flux de trànsit s'assigna a la ruta més curta trobada a cada pas de la iteració. Durant el primer pas de la iteració només es tenen en compte les impedàncies de la xarxa en flux lliure (assignació 100% a la millor ruta).

El càlcul de la impedància en cada iteració succedent es porta a terme usant les impedàncies mitjanes calculades fins el moment junt amb les impedàncies resultants del volum actual. És a dir, cada pas de la iteració n es basa en les impedàncies basades en $n-1$. L'assignació de la matriu de demanda a la xarxa correspon a quantes vegades la ruta ha estat considerada com a òptima. El procediment només termina quan els temps de viatge estimats en el procés d'elecció de ruta i els temps de viatge efectivament mesurat en la ruta coincideixen en un grau suficient; és molt probable que aquest estat estable de trànsit correspongui amb el comportament dels conductors front l'elecció de ruta.

Per tal d'estimar el temps de viatge de cada arc en la iteració succedent $n+1$, el temps de viatge estimat per a la iteració n s'afegeix a la diferència entre el temps de viatge realment calculat (iteració n , calculat a partir de les funcions volum-retard) i el temps de viatge estimat per a la iteració n . La condició de terminació del càlcul iteratiu s'ateny quan els temps de viatge estimats en les iteracions n i $n-1$, i el temps realment calculat en la iteració n són suficientment semblants. Aquesta similitud es defineix pel paràmetre de precisió ε .

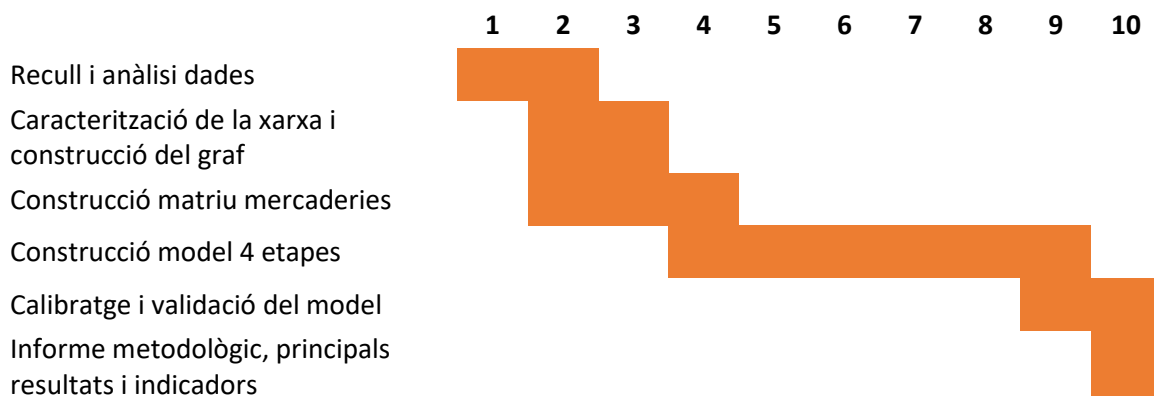
Durant l'assignació de la matriu de demanda a la xarxa de transport, es realitza la cerca d'una sèrie de rutes de connexió entre cada parell origen – destinació a les quals se'ls assigna els vehicles que circulen per cadascuna d'aquestes rutes. Aquesta cerca de rutes es realitza a partir del valor de la impedància de cada ruta entre els diferents parells OD.

La impedància està expressada en cèntims d'euro i es calcula a partir del temps de viatge així com d'altres paràmetres que tenen efecte en l'elecció de la ruta de viatge com és el cost del peatge.

2.9. Període de garantia

L'empresa adjudicatària es posarà a la disposició de la Generalitat de Catalunya per a cobrir un període de garantia, per a valorar el funcionament del Model lliurat i fer costat a l'Administració en el seu ús. Aquesta garantia tindrà un període d'un (1) any.

La durada prevista per a l'execució del present contracte és de un 10 mesos. El cronograma dels treballs dedicats a l'elaboració del Model serà el següent:



5. Finalitats i objectius que s'han d'assolir

Les finalitats i objectius que s'han d'assolir mitjançant la realització d'aquest contracte són els següents:

En primer lloc, el desenvolupament del Model per a la Generalitat haurà d'estar adaptat al nou present tecnològic i a les necessitats pròpies de l'Administració, de manera que sigui una eina clau en els processos que requereixen una planificació fonamentada i una presa de decisions altament informada. Aquest es durà a terme mitjançant l'ús de programaris informàtics comercials dissenyats específicament per al desenvolupament dels models de transport.

També haurà de facilitar l'exploració de nous camps on innovar que donin resposta als reptes que planteja la modelització —sens perjudici de la robustesa i fiabilitat del Model—, una adaptació a la modelització estratègica i, mitjançant l'eina Visum o similar, poder exercir un ús correcte del Model sense necessitat de posseir un coneixement avançat sobre el mateix.

Així mateix, es creu necessari crear un sistema homogeni i interoperable amb altres agents de caràcter rellevant per a models de gran escala, com ara: la Comissió Europea —mitjançant el Transport Integrated Model for Europe (TRIMODE) —, el Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (MITMA) del Govern d'Espanya —amb la posada en marxa del Model Nacional de Mercaderies— o la mateixa Generalitat de Catalunya —mitjançant el Model SIMCAT—.

D'aquesta manera, es vol elaborar un model de transport de mercaderies que permeti a la Generalitat tenir un punt de referència en aquells processos que requereixen una planificació a escala regional, i que aquest pugui evolucionar en futures versions quant a la magnitud i l'abast.

Per a fer-ho, caldrà realitzar una programació de l'estructura de la cadena dels procediments en el Model mitjançant l'ús de Visum o similar, que permeti executar cadascuna de les fases de la modelització del transport multimodal de mercaderies a l'any base i el procés iteratiu que les vincula entre si (bucle).

D'aquesta manera, s'obtindrà una representació dels mecanismes que defineixen la magnitud dels viatges entre els diferents orígens i destins representats per mitjà d'una matriu origen-destí (O-D), així com una avaluació dels mateixos que permeti modificar el repartiment modal en un escenari futur.

L'elaboració del present Model suposa una fita estratègica per a la Generalitat, considerant que la seva aplicació col·laborarà en la persecució d'objectius vitals per al desenvolupament de la regió, com ara: convertir els ports de Barcelona i Tarragona en el focus logístic més atractiu del sud d'Europa, potenciar l'activitat econòmica de la xarxa portuària de la Comunitat de Catalunya o integrar els ports al sistema urbà i millorar-ne l'accessibilitat. Tot això es vincula a ajudar a millorar la mobilitat de les mercaderies mitjançant l'impuls del transport ferroviari, que ha d'assolir quotes superiors al 10 % i, en aplicació de les directives europees, millorar la gestió per mitjà de vehicles pesants.

El programari seleccionat per l'adjudicatari ha de ser compatible i estar integrat amb el sistema SIMCAT de la Generalitat de Catalunya.

Els lliurables a proporcionar per l'empresa contractista seran els enumerats a continuació:

- Lliurable 1: Memòria de metodologia, que serà consensuada amb la Generalitat en data d'inici de la prestació del servei.
- Lliurable 2: Informe de dades de caracterització de l'àmbit a nivell (inter)provincial.
- Lliurable 3: Memòria del Model (incloent-hi l'explicació de submodels i calibratge, resultats, ajusts, validació, etc.).
- Lliurable 4: Arxiu del Model per a la seva execució i utilització.
- Lliurable 5: Casos pràctics d'ús del Model.
- Lliurable 6: Full de càlcul per al calibratge i la validació.
- Lliurable 7: Informes de capacitació (manual d'usuari).

6. Requeriments tècnics generals obligatoris de la prestació i/o el rendiment o exigències funcionals de la prestació

L'empresa contractista ha de disposar dels suficients mitjans tècnics, materials qualitius i personals per a desenvolupar les tasques objecte d'aquest contracte.

6.1. Descripció de mitjans tècnics.



L'empresa adjudicatària haurà de disposar de les llicències pertinents (en propietat o d'ús/utilització) en el moment del tràmit de requeriment de documentació prèvia a l'adjudicació, a més de comptar amb l'equip informàtic necessari per a la realització de les tasques descrites en aquest plec. A continuació es presenten els detalls amb els quals ha de comptar l'equip informàtic:

- Equip informàtic amb la capacitat de processament necessari per a executar el Model
- Llicències PTV Visum o similar amb les funcionalitats i característiques adequades per al propi desenvolupament del Model
- Programes per al processament i anàlisi de Sistemes d'Informació Geogràfica (GIS)
- Paquet de Microsoft Office 365 o similar (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, SharePoint, etc.)

6.5. Descripció de mitjans personals.

A continuació es descriuen els requisits i recursos humans mínims que l'adjudicatari ha de complir per a l'adequada realització dels serveis establerts en el present Plec:

- Un (1) Cap de Projecte de modelització amb titulació en enginyeria superior o qualsevol altra titulació universitària que pel seu contingut aportí els coneixements tècnics suficients per a la correcta execució d'allò que constitueix l'objecte del contracte. i, almenys, tres (3) anys d'experiència en el sector de la planificació i modelització del transport, mobilitat i logística i dues (2) referències curriculars en l'elaboració de modelització de transport de mercaderies.
- Un (1) Responsable Tècnic de Modelització amb titulació en enginyeria superior o qualsevol altra titulació universitària que pel seu contingut aportí els coneixements tècnics suficients per a la correcta execució d'allò que constitueix l'objecte del contracte. i, almenys, tres (3) anys d'experiència en el sector de la planificació i modelització del transport, mobilitat i logística i dues (2) referències curriculars en l'elaboració de models de transport de mercaderies.
- Un (1) Responsable Tècnic de Programació amb titulació en enginyeria superior o qualsevol altra titulació universitària que pel seu contingut aportí els coneixements tècnics suficients per a la correcta execució d'allò que constitueix l'objecte del contracte. i, almenys, tres (3) anys d'experiència en modelització i dues (2) referències curriculars en projectes en els quals s'utilitzi el programari Visum o similar.

7. Formes de seguiment i control de l'execució de les condicions

S'estableixen reunions de seguiment entre l'adjudicatari i la Generalitat cada quinze (15) dies per a un monitoratge apropiat del desenvolupament dels treballs. Durant les reunions, es possibilitarà el treball dinàmic en equip, prendre o confirmar decisions sobre les tasques que

es vagin desenvolupant i, a més, garantir la integració de tots els treballs entre si per a l'obtenció final del Model. Aquestes reunions de seguiment tindran un format presencial o online, el qual es definirà amb la suficient antelació.

Així mateix, es preveu l'acompanyament a reunions de revisió d'avanços amb la Generalitat cada dos (2) mesos. Aquestes reunions comptaran amb la presència dels subdirectors i es duran a terme de manera presencial a la seu del Departament de Territori de la Generalitat.

Josep M. Fortuny i Olive
Subdirector general d'Ordenació del
Transport i Desenvolupament Sectorial

Signat electrònicament

Finançat per



Unió Europea
Fons Europeu
Next Generation



GOBIERNO
DE ESPAÑA



**Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**



Next Generation
Catalunya



**Generalitat
de Catalunya**