



SUPORT ALS PROCESSOS D'OPTIMITZACIÓ PER A LA PLANIFICACIÓ DEL SERVEI

PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

Març 2023

1. ÍNDEX

1. ÍNDEX.....	1
2. INTRODUCCIÓ I OBJECTIU	2
3. SITUACIÓ ACTUAL	3
3.1. Processos d'optimització actuals.....	3
3.2. Arquitectura de la solució	4
3.3. Llicències	5
3.4. Línies de desenvolupament futures	5
3.4.1. Nous models d'optimització en col·lectius AAC.....	5
3.4.2. Nous col·lectius	6
3.4.3. Evolucions tecnològiques	6
4. ABAST DE LA CONTRACTACIÓ.....	7
4.1. Serveis a incloure per a la consultoria d'optimització	7
4.1.1. Manteniment del sistema.....	7
4.1.2. Desenvolupaments de nous projectes	7
4.2. COMPONENTS, TECNOLOGIES I SISTEMES DINTRE DE L'ABAST	8
5. EQUIP DE TREBALL PER LA CONSULTORIA D'OPTIMITZACIÓ	10
6. DURACIÓ DEL CONTRACTE	11
7. SERVEI DE CONSULTORIA D'OPTIMITZACIÓ	12
7.1. RESPONSABILITAT DE L'OFERENT	12
7.2. HORARI DE PRESTACIÓ DEL SERVEI	12
7.3. LLOC DE PRESTACIÓ DEL SERVEI	12
7.4. LIMITACIONS EN EL SERVEI	12
7.5. SEGUIMENT DEL SERVEI.....	12
7.6. IDIOMA	12
7.7. GARANTIA	12
7.8. SUBSTITUCIÓ DELS RECURSOS DE L'EQUIP DE TREBALL.....	13
7.9. TERMINI D'INICI DE SERVEIS	13
7.10. FINALITZACIÓ DELS SERVEIS	13

2. INTRODUCCIÓ I OBJECTIU

Aquest document recull les necessitats que TMB requereix per a la realització de serveis informàtics de consultoria funcional i tècnica per al manteniment i projectes de noves implantacions de solucions per a l'optimització del servei en la planificació d'activitats dels àmbits operatius de Metro i Bus.

Les solucions d'optimització actualment implantades implementen processos de planificació crítics d'execució diària per al repartiment eficient de les activitats necessàries per a la cobertura del servei de metro per part dels col·lectius d'empleats d'Agents d'Atenció al Client.

A part del manteniment de la solució existent es preveuen projectes per a l'evolució a nous col·lectius i àmbits de la planificació, tant de Metro com de Bus, canvis de convenis i reglamentacions d'assignació d'activitats, així com evolucions tècniques cap a noves versions, modelats de regles més flexibles o millores en la infraestructura.

3. SITUACIÓ ACTUAL

3.1. Processos d'optimització actuals

TMB utilitza actualment un procés d'optimització sobre IBM ILOG CPLEX per a la planificació diària de les activitats a realitzar pel col·lectiu d'empleats més nombrós de Metro, els Agents d'Atenció al Client, amb 1.500 empleats.

El procés d'optimització té per objecte el repartiment de l'activitat de tren i estació entre la plantilla disponible garantint l'eficiència i el compliment de totes les normatives i reglamentacions que regulen la composició dels serveis. La gran variabilitat diària de plantilla requereix de processos d'optimització també diaris executats 48h abans de la seva operació. Això condiona que el servei tingui un caràcter crític per a l'operació de Metro i que els temps de procés hagin de mantenir-se per sota dels 30 minuts per a poder completar totes les etapes de la planificació diària.

A continuació, es relacionen alguna de les característiques més significatives dels processos d'optimització:

- Els processos d'optimització CPLEX s'utilitzen per a la planificació diària d'activitats per a un col·lectiu de 1.500 agents d'atenció al client del metro.
- Els agents d'atenció al client estan assignats a una de les bases de personal de cada línia, es divideixen en 5 torns de treball principals (matí, tarda i nit més 2 torns solapats que reforcen la part central del dia), multiplicitat d'horaris particulars per reduccions de jornades o conciliacions i poden tenir diferents habilitacions.
- Es gestionen 900 serveis diaris amb 6.200 hores de treball que inclouen 3.500 activitats de cobertura d'estacions, conducció de vehicles i maniobres.
- Les activitats planificades inclouen la cobertura de 120 estacions i la conducció de 120 trens diàriament.
- Per a la confecció diària de l'oferta de serveis es tenen en compte 400 llocs (estacions, bases, dipòsits, andanes), 1.000 temps de desplaçament a peu, 130.000 hores de pas i més de 10.000.000 de possibilitats de trasllats amb vehicles.
- El model d'optimització de serveis inclou 10-20 restriccions i 10-20 elements de cost sobre els serveis generats que regulen aspectes sobre la composició d'activitats dels serveis a realitzar.
- Els usuaris del sistema inclouen a 5 programadors que executen 35 processos d'optimització setmanals (1 procés per a cada línia de metro i dia).
- El rendiment dels processos d'optimització (solucions en menys de 15 minuts de mitjana) i la disponibilitat i continuïtat del servei són factors crítics donat el caràcter diari dels processos de planificació d'activitats.
- La solució i els algorismes implementats garanteixen la resolució en situacions estàndard i extremes, tant de plantilla com d'activitats a cobrir (talls de línies, vagues, etc.).
- La flexibilitat i escalabilitat del servei és imprescindible per garantir temps de resposta curts a les necessitats de canvi del negoci (canvis en el modelatge d'horaris, criteris de distribució d'activitats, etc.).

El procés d'optimització de serveis consta de 2 fases. La primera és la de generació d'activitats. Té per objecte el tall o divisió de l'oferta de servei a realitzar en un dia (tren i estació) en activitats que puguin ser combinades, de manera eficient i respectant totes les reglamentacions, en serveis a realitzar pels empleats.

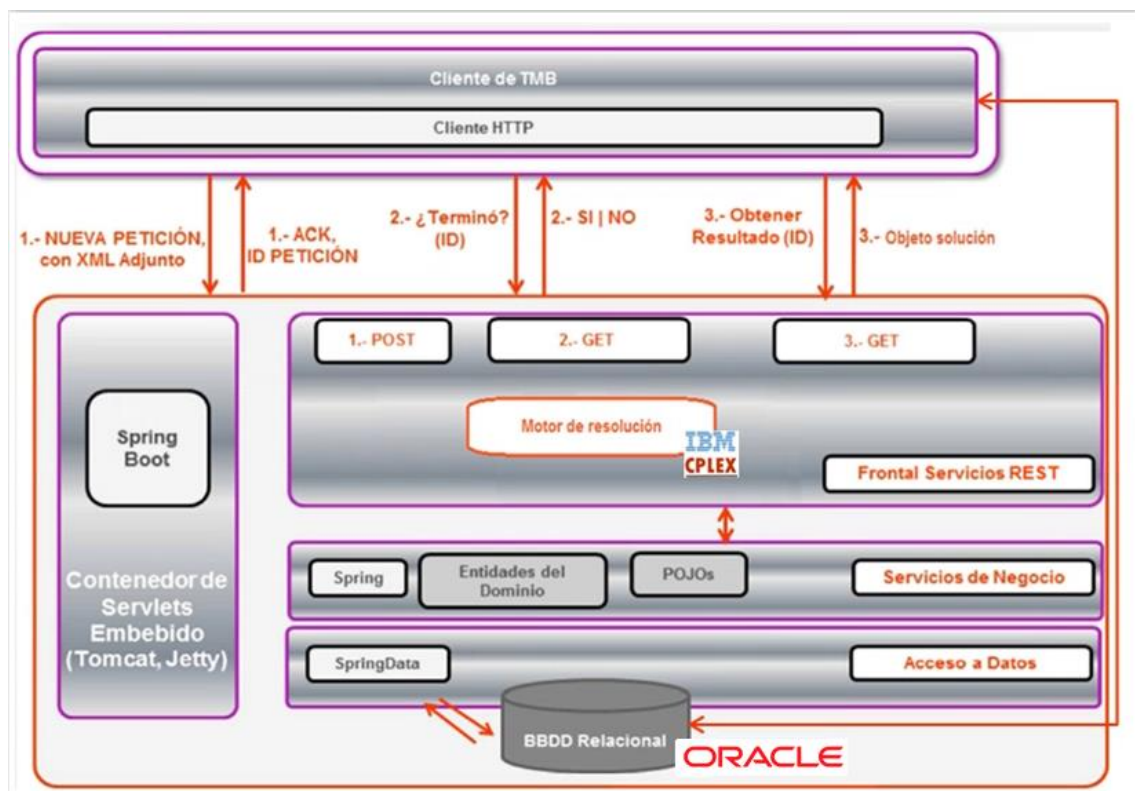
La fase de generació d'activitats es divideix igualment:

- Turnificació: Procés que talla els blocs de trens en torns de treballs i els segmenta per a aconseguir peces fàcilment combinables.
- Zonificació: Model d'optimització per a la combinació de les peces en blocs de zona compatibles amb una base de personal i torn de treball.
- Binomiat: Procés pel que es combinen cadascun dels blocs de zona obtinguts amb una estació i es tallen per les hores de pas del tren del bloc per l'estació. D'aquesta manera s'obtenen activitats que son combinables en binomis (parells de serveis que cobreixen de forma alterna un tren i una estació durant la duració d'un torn de treball).

La segona fase del procés d'optimització és la confecció de serveis que té per objecte la combinació de les activitats generades en la fase anterior en serveis assignables a empleats tenint en compte tots els condicionants. És la fase més crítica des del punt de vista de temps de procés i és necessària la combinació de diferents tècniques d'optimització per a maximitzar les combinacions avaluades i mantenir temps de processos de 15 minuts.

3.2.Arquitectura de la solució

El següent diagrama mostra l'arquitectura de la solució implementada. Es basa en microserveis desenvolupats mitjançant la llibreria Spring Boots. La integració amb els sistemes de planificació de TMB es realitza mitjançant serveis REST per a les peticions i respostes i accessos a BBDD Oracle.



3.3.Llicències

Les llicències actualment utilitzades per TMB son:

- IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Developer Edition
- IBM ILOG CPLEX Optimizer Deployment Edition Processor Value Unit 1120 (PVU)
- IBM ILOG CPLEX Optimizer Procesadores no productivos Value Unit 280 (PVU)

3.4.Línies de desenvolupament futures

En aquest apartat es plantegen exemples de possibles evolucions i projectes futurs en l'àmbit de l'optimització per a la planificació de serveis que haurien de quedar inclosos en els serveis de suport.

3.4.1. Nous models d'optimització en col·lectius AAC

3.4.1.1. Noves normatives en la distribució d'activitats

Les estratègies de distribució d'activitats requereixen d'evolucions periòdiques per canvis en els convenis i regulacions, aplicació de nous criteris, etc... Aquests poden alterar la durada, la quantitat, la tipologia o la distribució en els serveis de les activitats incloses en les jornades dels empleats o els propis horaris de treball. Aquests canvis requereixen des de petites evolucions fins a reimplementacions completes dels processos d'optimització.

3.4.1.2. Nous models de circulació

La distribució d'activitats es basa en l'intercanvi entre empleats d'activitats de conducció i estació. Canvis en els models de circulació en els quals no tots els trens paressin en totes les

estacions, al llarg de tota la línia o un segment d'aquestes, condicionarien les possibilitats d'intercanvi entre empleats i per tant la distribució d'activitats.

3.4.1.3. Noves estratègies d'optimització

La necessitat actual de processos d'optimització diaris és deguda a la gran variabilitat de plantilla entre diferents dies, deguda a l'heterogeneïtat d'empleats. Dos col·lectius d'empleats es reparteixen la mateixa activitat i molts horaris de treball particulars, així com diferents capacitacions per a tipus d'activitats. En la mesura en què la plantilla es fa més homogènia, disminueix la variabilitat diària i poden avaluar-se processos d'optimització més tàctics i menys operatius que donin lloc a distribucions d'activitats més eficients a repetir múltiples vegades durant períodes de temps.

3.4.2. **Nous col·lectius**

3.4.2.1. Conductors de Bus

En TMB es planifica de manera diària l'activitat de 3.200 conductors. Els processos de distribució d'activitats són més senzills que els aplicats en AAC en assignar-se serveis fixos a empleats que adaptin la seva jornada. No obstant això, existeixen etapes manuals, de combinació d'activitats lliures de diferents línies en serveis, en les quals l'aplicació de tècniques d'optimització podria reduir temps de procés i millorar l'eficiència.

3.4.2.2. Altres col·lectius de Metro

En altres col·lectius de metro podria millorar-se l'eficiència emprant tècniques d'optimització de la planificació de les seves activitats:

- Inspectors, que planifiquen les seves accions per a maximitzar l'efecte de l'activitat d'inspecció amb els recursos personals disponibles.
- Agents de línies automàtiques, que operen segons una distribució d'activitats en missions amb recorreguts plantejats per a minimitzar el temps de resposta davant necessitats.

3.4.3. **Evolucions tecnològiques**

3.4.3.1. Gestió de versions

Canvis de versions de les eines i llibreries utilitzades per a l'optimització.

3.4.3.2. Adaptació d'infraestructures

Adaptació de la solució a canvis en la infraestructura maquinari o programari: noves versions de bases de dades o sistemes operatius, nova infraestructura de servidors, etc.

4. ABAST DE LA CONTRACTACIÓ

4.1. Serveis a incloure per a la consultoria d'optimització

4.1.1. Manteniment del sistema

Serveis de manteniment correctiu, consultiu, preventiu, evolutiu, adaptatiu, normatiu i perfectiu dels diferents components en l'abast de la licitació.

Les activitats habituals en l'àmbit dels manteniments correctius, consultius, evolutius inclouen:

- Recepció d'incidències, peticions o consultes
- Diagnòstic o proposta de solució
- Anàlisi d'impacte de les modificacions
- Desenvolupament de la solució incloent accions de millora del codi per a prevenir errors o millorar el rendiment
- Gestió de versions de la solució
- Proves i suport a proves d'usuaris
- Eventual correcció de les dades
- Actualització de la documentació
- Coordinació, comunicació i gestió de canvi amb àrees usuàries i tècniques
- Posades en productiu, desplegaments o publicacions

Algunes de les activitats a realitzar en els àmbits dels manteniments preventius, evolutius, adaptatius o perfectius inclouen, a més de les anteriors.

- Coneixement i seguiment del roadmap dels diferents components estàndard de la solució
- Gestió del cicle de vida de les solucions desplegades: caducitats, necessitats de noves versions, etc.
- Gestió de llicències, comptes associats, escalat d'incidències associades als productes llicenciats, etc.
- Seguiment dels canvis normatius amb efecte en la solució
- Seguiment i adaptació a l'evolució tecnològica de la infraestructura maquinari i programari i altres sistemes integrats
- Monitoratge i seguiment de les solucions i processos
- Propostes de millora

En els següents apartats es detallen alguns aspectes concrets dels diferents components englobats en l'abast de la licitació.

4.1.2. Desenvolupaments de nous projectes

Serveis de projectes de consultoria sobre els diferents components i tecnologies en l'abast de solució per a donar resposta a necessitats com:

- Desenvolupament de nous serveis d'optimització
- Evolucions majors sobre els serveis existents
- Adaptacions majors a canvis tecnològics, normatius o d'infraestructura

S'hauran de contemplar totes les etapes de l'execució de projectes:

- Anàlisi de necessitats
- Dissenys funcionals i tècnics
- Prototips
- Construcció
- Test tècnics i funcionals
- Documentació
- Formació
- Posada en marxa
- Suport post-arrenqui i correcció d'incidències
- Coordinació, comunicació i gestió de canvi amb àrees usuàries i tècniques
- Gestió de l'abast

4.2. COMPONENTS, TECNOLOGIES I SISTEMES DINTRE DE L'ABAST

Optimització:

La versió del producte IBM ILOG CPLEX Optimization Studio utilitzada es la 12.6.1

Arquitectura de producció.

- 4 servidors productius + 2 servidors contingència.
- DB Oracle 19c
- SO Red Hat Enterprise Linux Server release 6.10 (Santiago)

Arquitectura d'integració.

- 2 Servidors integració
- DB Oracle 19c
- SO Red Hat Enterprise Linux Server release 6.10 (Santiago)

Arquitectura de desenvolupament.

- Servidor desenvolupament.
- DB Oracle 19c
- SO Red Hat Enterprise Linux Server release 6.10 (Santiago)

Metro

PPS Metro amb versions SAP ERP 6.0 EHP6 (Oracle 19) y SAP Netweaver 7.0 EHP3. La versió del SO es SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3.

Els entorns actuals son:

- 1 sistema productiu
 - 1 sistema d'integració
 - 1 sistema de desenvolupament i 2 sistemes de test
-

Bus

PPS Bus amb versions SAP ERP 6.0 EHP7 (Hana 2.0.) y SAP Netweaver 7.4 SP15.

La versió del SO es Red Hat Enterprise Linux Server release 6.10 (Santiago)

Els entorns actuals son:

- 1 sistema productiu
- 1 sistema de integració
- 1 sistema de desenvolupament i 2 sistemes de test

5. EQUIP DE TREBALL PER LA CONSULTORIA D'OPTIMITZACIÓ

Els perfils i dedicacions que s'estimen necessaris per a cobrir els serveis de suport als processos d'optimització en la planificació de personal, tant per al manteniment com per a l'execució de nous projectes, i l'estimació de necessitats de dedicació anuals són:

Perfil	Dedicació anual prevista
Expert d'optimització y planificació de personal	400 hores
Consultor d'optimització	1.440 hores
Data Scientist	160 hores
Arquitecte de software	160 hores
Consultor tècnic	480 hores

En el document 'matriu_perfils' es detallen els coneixements i les experiències requerides per a cadascun dels perfils i coneixements indicats. Els coneixements es quantifiquen segons l'experiència específica acumulada en aquest coneixement segons la següent taula:

Nivell	Experiència acumulada
Bàsic (B)	A partir de 6 mesos
Mitjà (M)	A partir de 12 mesos
Avançat (A)	A partir de 24 mesos
Expert (E)	A partir de 48 mesos

Per al còmput de mesos es tindrà en compte la participació en projectes en els últims 6 anys, sempre que el coneixement s'hagi aplicat en els últims 24 mesos.

L'ofertant haurà d'acreditar l'experiència dels seus recursos, mitjançant CV signats per les persones.

Els membres de l'equip hauran d'aconseguir com a mínim el 50% dels coneixements requerits segons el seu perfil. En casos de substitucions durant la durada de l'acord marc, els nous membres de l'equip hauran d'acreditar com a mínim els coneixements presentats en l'oferta a la licitació i valorats per a l'adjudicació.

Es requereix flexibilitat en el dimensionament d'equips al llarg de la durada del servei per a donar resposta als diferents nivells de càrrega de treball.

6. DURACIÓ DEL CONTRACTE

La proposta de l'ofertant haurà de contemplar que el servei s'ha de realitzar en un període de tres anys prorrogables un més (3 + 1) d'acord amb les condicions que s'estableixin des de l'acceptació de la comanda o la signatura del contracte.

L'inici serà immediat en finalitzar el procés de licitació.

7. SERVEI DE CONSULTORIA D'OPTIMITZACIÓ

7.1. RESPONSABILITAT DE L'OFERENT

L'ofertant es compromet a disposar de personal de servei qualificat i estable per a complir amb les seves obligacions acordades en la present contractació. Haurà d'assegurar en tot moment els coneixements sol·licitats i es farà càrrec dels traspassos de coneixement necessaris i específics de client durant la durada del contracte.

7.2. HORARI DE PRESTACIÓ DEL SERVEI

L'horari de prestació del servei serà de dilluns a divendres dins de la franja entre les 7.00 i les 19.00. Serà necessària una alta flexibilitat per a realitzar posades en producció i altres intervencions fora d'aquest horari.

7.3. LLOC DE PRESTACIÓ DEL SERVEI

El Servei pot prestar-se de manera presencial en qualsevol de les dependències de TMB o en remot. TMB es reserva el dret de sol·licitar la prestació del servei en les seves dependències de fins a un 20% de les hores de cada perfil. La prestació d'aquest servei de manera presencial no comportarà cap cost addicional en cap concepte als preus/hora per perfil indicats en la proposta.

7.4. LIMITACIONS EN EL SERVEI

En cas que existissin limitacions, l'ofertant haurà d'explicitar-les per escrit.

7.5. SEGUIMENT DEL SERVEI

Prèviament a l'inici de la contractació es definiran els protocols de seguiment i reporting que TMB desitgi aplicar per a aquest servei.

Es designarà un coordinador màxim del servei per part de l'ofertant i de TMB per a solucionar qualsevol tema que afecti el correcte funcionament del servei contractat. Es preveu realitzar reunions setmanals de seguiment amb la finalitat de garantir i millorar els nivells de qualitat.

Es farà arribar a TMB mensualment una relació de totes les jornades consumides per cadascun dels perfils contractats.

Així mateix es farà un seguiment continu del servei per a verificar el seu funcionament.

7.6. IDIOMA

L'adjudicatari haurà de desenvolupar els sistemes, les interfícies d'usuari i la documentació de les aplicacions en una les dues llengües cooficials de Catalunya: català o castellà, la que aplicació en cada cas i en casos excepcionals en les dues.

7.7. GARANTIA

S'ha de garantir l'equip i coneixement establerts en aquest document.

Si en qualsevol moment en el transcurs de l'execució del servei, el seguiment continuat indica que el servei no és satisfactori (per inadequació dels perfils a les tasques, per mala qualitat dels lliuraments, per retards en els terminis acordats...) es rescindirà el contracte.

7.8.SUBSTITUCIÓ DELS RECURSOS DE L'EQUIP DE TREBALL

Si durant l'execució dels contractes l'adjudicatari proposés el canvi d'alguns dels mitjans personals que l'estan duent a terme, la substitució d'aquest personal requerirà en tot cas el compliment de les següents condicions:

- Preavis amb una antelació de 15 dies hàbils, excepte circumstàncies alienes a l'adjudicatari i sobrevingudes.
- Justificació escrita, detallada i suficient, explicant el motiu que suscita el canvi.
- Informació de la qualificació de la persona proposada, que permeti verificar que posseeix el nivell de coneixements igual o superior a l'ofert per al seu perfil.
- Establir els mecanismes per a assegurar que l'impacte de la substitució en l'execució del contracte sigui mínim:
 - Període mínim de solapament de 15 dies hàbils per persona substituïda.
 - Si la substitució és deguda a circumstàncies alienes a l'adjudicatari i sobrevingudes, aquest haurà d'actuar de manera diligent incorporant recursos de manera immediata preveient un període de solapament.
 - S'haurà de garantir la correcta transferència de coneixement interna. En tot cas, la formació i el corresponent període invertit en la corba d'aprenentatge del nou personal serà responsabilitat de l'adjudicatari.
 - L'adjudicatari haurà de garantir que no existeixi cap perjudici en el correcte desenvolupament de l'execució del contracte ni quant a la qualitat dels treballs contractats, als terminis de lliurament fixat o al nombre d'integrants de l'equip de treball.
 - Tota aquella mesura que redundi en la disminució de l'impacte que qualsevol canvi pugui suposar en la bona marxa de l'execució del contracte.
 - La incorporació addicional de nous recursos a l'equip de treball, haurà de comunicar-se amb un preavis de 15 dies hàbils.

L'incompliment de les condicions serà considerat una infracció subjecta a penalització.

7.9.TERMINI D'INICI DE SERVEIS

El termini per a l'inici dels serveis basats en la present licitació serà com a màxim de 30 dies després de l'enviament de les comandes oficials per part de TMB.

L'incompliment de les condicions serà considerat una infracció subjecta a penalització.

7.10. FINALITZACIÓ DELS SERVEIS

L'adjudicatari es compromet a realitzar una transferència del coneixement a la finalització del termini de la present licitació, i en el marc dels serveis passats, a l'organització receptora del servei, tant sigui TMB com un tercer designat per TMB.