

**PLIEGO TÉCNICO PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS
SERVICIOS DE CONEXIÓN DE LOS CENTROS DE
CONTROL DE BUS DE TRANSPORTS DE BARCELONA,
SA, CCG, Y DEL CENTRO DE GESTIÓN DE LA
MOVILIDAD DEL AJUNTAMENT DE BARCELONA, CGM,
PARA LA ACTIVACIÓN DE LA PRIORIDAD
SEMAFÓRICA AL BUS EN LOS CRUCES DE LA GRAN
VIA DE LES CORTS CATALANES**



Transports de Barcelona, SA

Octubre de 2023

Contenido

1	Objeto del pliego.....	3
2	Descripción.....	4
2.1	Preferencia con reguladores CITY de última generación con capacidad de proporcionar la preferencia para el bus	5
2.2	Preferencia con reguladores con gestión centralizada desde el CGM	6
2.3	Módulos, desarrollos, servicios y hardware en el CGMU para la preferencia para el bus	6
2.3.1	Módulo de preferencia en el SDCTU	6
2.3.2	Desarrollos solución de la preferencia	7
2.3.3	Caso de uso del autobús	7
2.4	Servicios.....	9
2.5	Hardware CGMU	10
3	Cruces existentes en la Gran Vía de les Corts Catalanes, a lo largo del trazado de la línea H12	11
4	Presupuesto	12

1 Objeto del pliego

El objeto del presente documento es detallar los requerimientos técnicos necesarios para la contratación de los servicios de conexión de los centros de control de Bus de Transports de Barcelona, SA. y del Centro de Gestión de la Movilidad del Ajuntament de Barcelona, para poder activar la prioridad semafórica del autobús en los cruces de la Gran Vía de les Corts Catalanes.

2 Descripción

Teniendo en cuenta los requisitos planteados, se requiere una solución de Preferencia para el autobús en la Gran Vía de les Corts Catalanes de Barcelona, basada en la integración entre el sistema de tráfico (SDCTU) existente en el Centro de Gestión de la Movilidad del Ajuntament de Barcelona, y el sistema de ayuda a la explotación (SAE): SAE de autobuses TMB, en el Centro de Control de Bus.

En la siguiente imagen se muestra una arquitectura básica de la solución de preferencia al transporte público requerida:



La solución debe estar compuesta por los siguientes elementos:

- Módulo de Preferencia al Transporte Público en el sistema de Tráfico actual.
- Desarrollos:
 - Desarrollos de integración con el SAE autobuses de TMB (externo).
 - Desarrollos de servicios web de integración con SAE Bus externo de TMB.
 - Desarrollos para la funcionalidad del Módulo de preferencia autobús en MISTRAL (conector vertical de la preferencia bus, e Interfaz de MISTRAL).
- Servicios:
 - Servicios de instalación y configuración, puesta en marcha y formación, del SDCTU - Módulo de preferencia al SAE Bus externo. Incluye lo siguiente:
 - Servicios derivados de la integración entre los sistemas SDCTU y SAE Bus (establecer la conexión y configuración de datos del modelo compartido).
 - Servicios de pruebas coordinadas con terceros (SAE Bus).
 - Servicios de instalación, formación y ayuda a puesta en marcha de versión evolucionada de MISTRAL con la preferencia integrada. Servicios de instalación y configuración de los nuevos conectores de la preferencia en MISTRAL.
 - Servicios de formación y ayuda a la puesta en marcha del regulador CITY con funcionalidad de preferencia autobús.

Para la implantación de la solución, los cruces con preferencia deberán ir equipados con:

1. Reguladores CITY con CPU Linux de última generación, que estarán dotados de una funcionalidad especial y a medida para este proyecto.

ó

2. Reguladores de protocolo B, con gestión centralizada desde el Centro de Gestión de la Movilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se acepta la implementación de una solución mixta, que trabaje con reguladores CITY de última generación con capacidad de proporcionar la preferencia y con reguladores de protocolo B con gestión centralizada desde el CGM para gestionar la preferencia (esta última opcional). Para ello se admite el trabajar de dos maneras distintas en función del tipo de regulador.

2.1 Preferencia con reguladores CITY de última generación con capacidad de proporcionar la preferencia para el bus

Corresponderá a la solución para reguladores con capacidad para gestionar la prioridad. Tal y como recomendó ETRA. En este caso, el regulador ejecutará la preferencia para el bus y el funcionamiento es el siguiente:

- El sistema elabora el plan de tráfico en función de la estrategia seleccionada y los datos de tráfico, y envía el plan a cada regulador, o se está ejecutando un plan local programado. Es el regulador quien ejecuta el plan y, por lo tanto, conoce en cada momento, en tiempo real, la fase y el estado de los grupos semafóricos.
- Es el regulador quien conoce la activación de demandas, por ejemplo, en estructuras semiactuadas, en tiempo real, que determinan el plan de tráfico en ejecución
- Es el regulador de tráfico quien, cuando ejecuta un cambio de plan y aplica correcciones, sabe exactamente la información de en qué instante dentro del ciclo y de las fases está, y no el sistema de tráfico.
- Y no solo en un cambio de plan, es el regulador quien sabe en cualquier momento, exactamente la información de en qué instante dentro del ciclo y de las fases está, y no el sistema de tráfico, cuando le llegue la petición de la preferencia.
- El algoritmo de la preferencia al bus implementado en el regulador intenta dar verde al acceso por el que se ha anunciado que llega el bus en el intervalo de tiempo en que se prevé que va a llegar el bus a la línea de parada. Caso de que esto no sea posible, tomará acciones para minimizar el tiempo de espera del autobús, adelantar el inicio del verde.
- Por ejemplo, si el autobús llega al final de la fase compatible con su movimiento, el regulador extiende la fase para recogerlo, acortando la fase siguiente, de forma que no se genera un desfase que haya que corregir.
- Se requiere ajuste máximo en tiempos.

2.2 Preferencia con reguladores con gestión centralizada desde el CGM

De esta manera, el sistema de tráfico SDCTU recibirá la petición de prioridad del SAE y la trasladará al regulador como si fuese una demanda de actuación sobre el plan programado en el cruce, ya sea mediante la activación de la propia demanda o mediante el encendido de una salida de no tráfico que active el detector correspondiente a la demanda, y pasará por usar desde el sistema de tráfico, con estos reguladores, las órdenes DL o J. Queda por tanto, la funcionalidad supeditada a la programación implementada en el cruce.

Esta solución estará disponible tanto si está el regulador centralizado funcionando en modo REMOTO SELECCIÓN PLANES, como si está centralizado en modo LOCAL HORARIO. Activada una demanda, el regulador actuará según programación.

El Monitor de Preferencia del SDCTU deberá permitir configurar qué reguladores van a funcionar con capacidad para gestionar la prioridad, o sin ella, y en el caso segundo, si hay que enviarles una orden DL o una orden J (según corresponda al regulador), que son las dos posibilidades para activar una demanda por detector lógico o mediante el encendido de una salida de no tráfico.

El Monitor de preferencia del SDCTU tratará el mensaje de petición de prioridad que llega del SAE y armará una temporización con el tiempo de llegada de la estimación, para enviar al regulador la activación (por DL o J, según corresponda al regulador). Cuando el SAE cancele la petición, el Monitor de Preferencia procederá a cancelar la orden DL o J.

2.3 Módulos, desarrollos, servicios y hardware en el CGMU para la preferencia para el bus

2.3.1 Módulo de preferencia en el SDCTU

El Módulo de preferencia del SDCTU permitirá la gestión y monitorización de la funcionalidad de preferencia al transporte público, con las siguientes funcionalidades:

- **Monitorización de la Preferencia.** Recogerá información del estado de los reguladores de tráfico y de los detectores/balizas (si los hay) que permiten localizar los vehículos a los que se debe facilitar la prioridad. La preferencia que se aplicará desde cada regulador del sistema se monitorizará gracias a los mensajes que genera dicho regulador, referentes al estado de preferencia y la previsión de funcionamiento respecto del vehículo que circula.
- **Tratamiento estadístico.** Toda la información recogida por el regulador se almacenará para generar estadísticas mediante la herramienta de estadísticas de la aplicación.
- **Control de la Preferencia.** Gestionará la activación o desactivación de la preferencia solicitada en los reguladores, bien desde el Interfaz del Monitor de Preferencia o bien desde cualquier otra aplicación con conexión (actualmente disponen de esta opción el SAE ETRA y el SDCTU).

- **Interconexión con el SDCTU.** Recogerá la información de carga de tráfico y ejecutará las peticiones de control de la preferencia que lleguen desde el SDCTU.
- **Interconexión con el SAE de ETRA.** Actualizará la información de los reguladores en el SAE ETRA, recogerá información del SAE ETRA referente a la posición de los vehículos y ejecuta las peticiones de control de la preferencia que lleguen desde el SAE ETRA, atendiendo a las prioridades otorgadas por retraso de línea u otros motivos. También la información de posición permite identificar y localizar el vehículo a lo largo de todo su recorrido.

2.3.2 Desarrollos solución de la preferencia

En este apartado se describen con detalle los desarrollos requeridos, necesarios para implantar la solución de preferencia al transporte público.

2.3.2.1 Desarrollos de integración con el SAE de TMB

Se valorarán los desarrollos de una nueva API con servicios web para integración con SAE Bus externo de TMB

2.3.2.2 Desarrollos para complementar la funcionalidad del Módulo de Preferencia en MISTRAL

Se valorarán los desarrollos para completar la funcionalidad del Módulo de preferencia en MISTRAL. Se incluyen, entre otros:

- Desarrollos conector preferencia bus.
- Desarrollos interfaz MISTRAL integración preferencia bus.
- Integración en MISTRAL de estados, eventos y alarmas de la preferencia bus.

2.3.3 Caso de uso del autobús

Se describe a continuación el funcionamiento de la solución de preferencia con el autobús.

Se deberá plantear una solución de prioridad semafórica condicionada al autobús, que otorgue prioridad a algunos vehículos en función de sus necesidades, y por tanto identificando a cada vehículo y la necesidad de preferencia solicitada.

La solución implica poner en marcha la funcionalidad de prioridad semafórica a partir de la integración entre el sistema de control de tráfico SDCTU y el sistema de Ayuda a la Explotación SAE de Transports de Barcelona, SA.

Para ello anteriormente se han descrito los desarrollos requeridos necesarios para disponer de la integración del Módulo de preferencia con un sistema SAE externo. Todo ello, para poder ofrecer la mayor precisión posible y aprovechar lo más adecuadamente los tiempos en el regulador.

La solución que se requiere no requerirá de dispositivos físicos como balizas en la calle, sino que se basa en el envío por parte del SAE de la información de posicionamiento del vehículo.

Se incluye a continuación un esquema de funcionamiento:

- El SAE Bus envía al Sistema de Tráfico la información de posicionamiento de cada autobús (su instante y su posición), la solicitud de prioridad y la ventana temporal estimada de llegada al cruce.
- El Sistema de Tráfico gestionará la preferencia a partir de dicha información.
- El regulador actuará suponiendo un tiempo de recorrido hasta alcanzar la línea de parada del cruce.

El SAE Bus procederá al envío de la estimación de llegada a la línea de parada del cruce:

- El SAE Bus realizará la estimación del instante de paso del autobús por la línea de parada del cruce.
- De esta forma, se aprovecha toda la información disponible en el SAE de tiempos y velocidades de recorrido, paradas intermedias, acciones de regulación, tiempos de parada, etc.
- El SAE Bus solicitará las prioridades.
- El SAE Bus dispondrá de información histórica que emplea en el cálculo de las estimaciones de llegada.

Sistema SAE Bus

El sistema SAE Bus calculará la prioridad a pedir para los autobuses en función de su retraso y de los parámetros de ponderación de la línea y, si el resultado es mayor a un umbral, el SAE realizará la solicitud de preferencia. Ofrecerá además el posicionamiento exacto de los autobuses y la estimación del tiempo de llegada de los mismos al cruce.

Al aproximarse un autobús a un cruce con preferencia, el SAE notifica al Sistema de Control de Tráfico su presencia, indicando la ventana temporal estimada en la que llegará al semáforo.

El SAE Bus generará la petición de preferencia cuando detecte el paso de un autobús por el punto de aproximación. Mientras el vehículo no alcanza la posición del semáforo, el SAE volverá a enviar la estimación de tiempo de llegada si detecta alguna desviación sobre el tiempo anterior notificado al SDCTU.

Cuando el vehículo sobrepasa el cruce, el SAE Bus avisará al Sistema de Control de Tráfico, cancelando la petición de preferencia solicitada anteriormente y el SDCTU enviará notificación de las actuaciones derivadas de la petición.

Sistema de Tráfico SDCTU

El sistema de Control de Tráfico (SDCTU) calculará las cargas de tráfico de los grupos semafóricos de los cruces, y registrará en BBDD la información relativa a la prioridad,

tanto la que proviene del sistema y el módulo de preferencia, como las procedentes del regulador. La información estará disponible posteriormente y estará accesible a través de históricos.

Módulo de preferencia del SDCTU

La preferencia podrá ser activada o desactivada para cada uno de los cruces, de manera manual o diferida en el tiempo. El estado de la preferencia, al igual que de comunicación o alarma, se monitorizará en la interfaz de usuario.

La estimación de paso se elaborará en el SAE Bus y se recibirá a través del Sistema de Tráfico la siguiente información:

- Prioridad solicitada.
- Ventana de tiempo prevista de paso.
- Instante límite de espera de llegada del autobús.

El Sistema de Control de Tráfico enviará a cada regulador con la prioridad activada la siguiente información:

- Las cargas de tráfico por grupo semafórico.
- La asignación de autobuses a grupos semafóricos.
- La solicitud de prioridad de un autobús, cada vez que se recibe del SAE.

Regulador

Las funciones del regulador serán las siguientes:

- Comprobará a qué grupo semafórico está asignado el autobús, para el acceso en cuestión.
- Intentará dar verde durante la ventana prevista de paso del autobús. Si no puede, minimizará el tiempo de espera, adelantando el inicio de verde lo máximo posible.
- Decidirá si da paso o no al vehículo y cómo debe actuar para ello, a partir de:
 - La prioridad demandada para ese autobús.
 - La relación de cargas para ese grupo semafórico y el resto de grupos semafóricos.
 - La situación de sus fases y grupos demandados.
- Enviará al sistema información del número de actuaciones de preferencia realizadas para su almacenamiento histórico y procesamiento estadístico a posteriori.

A la hora de dar paso al autobús se deberá tener en cuenta la sincronización con el sistema de tráfico, con el objetivo de:

- Respetar el tiempo de ciclo.
- No acumular desfases.

2.4 Servicios

Adicionalmente a los servicios de instalación, configuración y puesta en marcha, se deberán desarrollar actividades previas en materia de Ingeniería de Tráfico y realizar un estudio de cada uno de los cruces implicados en la prioridad al transporte público.

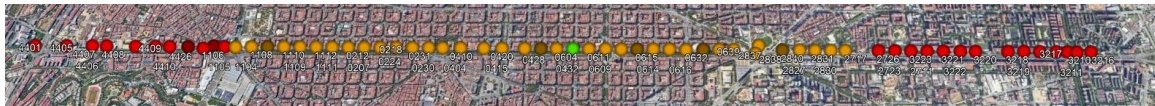
2.5 Hardware CGMU

Para la implantación de la prioridad BUS se deberá considerar las necesidades de ampliación de Hardware en el CGMU para la correcta ejecución de todos los procesos implicados.

3 Cruces existentes en la Gran Vía de les Corts Catalanes, a lo largo del trazado de la línea H12

En la figura siguiente se representan los cruces existentes en la Gran Vía de les Corts Catalanes, a lo largo del trazado de la línea H12.

- Los cruces sobre los cuales no se puede implantar la prioridad Bus debido a obsolescencia o indisponibilidad de la prestación se indican en color rojo
- Los cruces sobre los cuales se puede implantar la prioridad Bus realizando una actualización de CPU y adquiriendo la licencia correspondiente se indican en color ámbar y marrón
- Los cruces sobre los cuales se puede implantar la prioridad Bus tan solo adquiriendo la licencia correspondiente se indican en color verde



4 Presupuesto

El VEC y su descomposición son los siguientes:

	Cantidad	Precio unitario	Total (sin IVA)
Desarrollos, licencias y servicios de puesta en marcha:			
Desarrollo software SDCTU Monitor de preferencia - Integración com SAE TB			
Desarrollo software MISTRAL - Funcionalidad de preferencia integrada	1	197,957.14 €	197,957.14 €
Servicios			
Ingeniería de tráfico por cruce	63	685.00 €	43,155.00 €
Gestión de proyecto	1	22,000.00 €	22,000.00 €
Desarrollo para reguladores sin capacidad para gestionar la prioridad			
Incluye:			
Documentación de usuario			
Especificación requerimientos de usuario			
Parametrización y configuración de la solución por regulador			
Gestión de la petición de prioridad por orden DL	1	52,207.14 €	52,207.14 €
Gestión de la petición de prioridad por orden J			
Gestión de la cancelación de prioridad por orden DL			
Gestión de la cancelación de prioridad por orden J			
Integración			
Servicios			
Mantenimiento anual del software a partir de año de garantía	2	27,639.43 €	55,278.86 €
Servidor para ampliación del CGMU	1	6,230.00 €	6,230.00 €
TOTAL:			376,828.14 €

El PBL es el siguiente: **455.962,05 € (IVA, 21%, incluido)**

* * * * *

Agustín López Marín
Director Área Proyectos Bus