SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD

ANEXO TÉCNICO ELEMENTOS PARA EQUIPOS DE CONTROL ACTROS Y LICENCIAS INES+

Objeto: ADQUISICIÓN DE REPUESTOS PARA EQUIPOS DE CONTROL ACTROS Y LICENCIAS DE SOFTWARE (INES) PERTENECIENTES AL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

Dependencia: Dirección de Gestión de Tránsito y Control de Tránsito y Transporte

Bogotá D.C., noviembre de 2022

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 3
2. EQUIPO DE CONTROL ACTROS 3
2.1. Módulo NT-24 4
2.2. Backplane BP0 5
2.3. LS4000 6
2.3.1. Memoria de programa 6
2.3.2. Memoria de datos 6
2.4. CPU V56 7
2.5. Módulo ASK-2 breaker automático de protección 8
2.6. Backplane BP5 8
2.7. Módulo SK24 9
2.8. Módulo IO24 9
2.9. Reloj GDF 10
2.10. Referencia de los elementos 10
3. LICENCIAS PARA EL MANEJO ADAPTATIVO EN RED DE INTERSECCIONES CON INES 10
3.1. Recopilación de datos 12
3.2. Pronóstico a corto plazo 12
3.3. Determinación del estado del tráfico 13
3.4. Incidentes de tráfico y el sistema de control difuso 13
3.5. Algoritmo del software INES 16
3.6. Modo responsivo (Selección de Plan) 18
3.7. Modo adaptativo central 19
4. INSTALACIÓN DE LOS MÓDULOS 22
5. CANTIDADES A ADQUIRIR 23
6. SOPORTE DE LOS REPUESTOS 23
7. RECEPCIÓN DE LOS REPUESTOS 24
8. MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE LAS LICENCIAS INES 24
9. VERSIÓN DE LAS LICENCIAS 27

Gráficos

Gráfico 1. Diagrama de bloques del equipo de control Actros 3

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de Semaforización de la Ciudad de Bogotá se encuentra conformado entre otros elementos, por equipos de control marca Actros. Con el objeto de garantizar un óptimo funcionamiento de estos dispositivos, la Secretaría Distrital de Movilidad a través de contratos para este fin, realiza el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de control.

Los equipos se encuentran integrados por módulos electrónicos y otros componentes que pueden resultar afectados por diversos factores, requiriendo en algunas ocasiones el cambio de algún elemento para que el equipo continue con su normal funcionamiento.

Por tal razón es importante que los grupos de trabajo que hacen parte del contratista de mantenimiento, cuenten con repuestos para los controladores del sistema de semaforización de la ciudad.

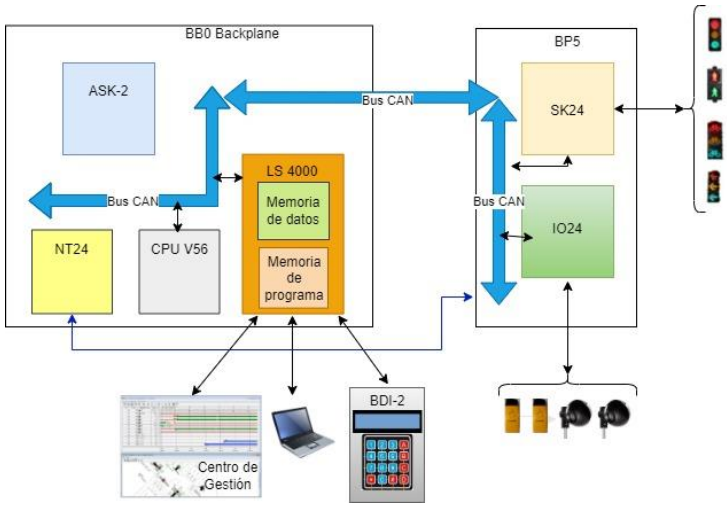
Adicionalmente, mediante el software INES, se realizan procesos en base a algoritmos que permiten pronósticos a partir de información sensada por parte los videodetectores ubicados en las intersecciones semaforizadas de la ciudad; con el fin de realizar cambios en la operación semafórica a partir de indicadores y parámetros calibrados, previo a varios eventos de confirmación, en zonas, corredores o sectores, de la red semaforizada de la ciudad.

En este documento se observan a grandes rasgos las funcionalidades de cada uno de los módulos requeridos por los equipos de control Actros y del software INES, pertenecientes al sistema de semaforización.

2. EQUIPO DE CONTROL ACTROS

Este elemento es un equipo de control para intersecciones semafóricas cuyas propiedades, entre otras son las siguientes.

Gráfico 1. Diagrama de bloques del equipo de control Actros



Fuente: Elaboración propia

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

- Se basa en una arquitectura modular, lo cual permite su uso en cualquier sistema de control de tráfico.
- Soporta una variedad de interfaces para la comunicación con los Centros de Control de Tráfico, entre ellos el protocolo OCIT.
- Cumple con normas RiLSA (EN 12675[1]), DIN VDE0832-200 (EN 50293[2]), EN 50556[3], EN 61508 SIL3[4], TÜV Certificate of Inspection[5] y Marca CE (Incluye EMC[6] y directiva de bajo voltaje[7]).
- Ofrece alta seguridad contra fallas aleatorias y sistemáticas, lo anterior por medio del monitoreo de todas las salidas de lámparas, por voltaje y por corriente, también por la supervisión de todos los estados de señalización.
- Permite su expansión modular hasta 288 entradas/salidas para diferentes usos, las entradas se pueden emplear en diferentes propósitos, por ejemplo para conectar detectores de bucle, video detectores, botones peatonales y entradas de propósito general compatibles con el sistema. Es posible configurar cada entrada en función de la necesidad de la intersección (peatón, transporte público o vehículos de emergencia).
- A nivel funcional la arquitectura del controlador se fundamenta en módulos controlados por microcontroladores que se comunican por medio de una interfaz de bus CAN interna.
- El controlador puede funcionar en modos de control de tráfico adaptativo y responsivo entre otros.

El controlador Actros se compone de los siguientes elementos.

2.1. Módulo NT-24

Es la fuente de poder del dispositivo, se encarga de convertir el voltaje de alimentación de 117 VAC a una tensión de 24 VDC, toda vez que los demás módulos del equipo requieren estos

---

[1] Requisitos funcionales de seguridad de los reguladores de tráfico. (Tomado de UNE-EN 12675:2018 Semáforos. Requisitos funcionales de seguridad.)

[2] Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) de los sistemas de señalización de tráfico. (Tomado de UNE-EN 50293:2013 Sistemas de señalización del tráfico por car...)

[3] Requisitos para sistemas de señalización de tráfico viario (tomado de UNE-EN 50556:2019 Sistemas de señalización del tráfico viario.)

[4] Trata los aspectos a tener en consideración cuando se utilicen sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables (E/E/PE) para ejecutar funciones de seguridad. (tomado de UNE-EN 61508-1:2011 Seguridad funcional de los sistemas eléctr...)

[5] El Certificado TÜV fue creado para probar, revisar y regular productos y tecnologías para prevenir accidentes y eliminar defectos (tomado de What Is TÜV Certification and Why Is It Important? - ViewSonic Library)

[6] Demuestra que el fabricante ha evaluado el producto y se considera que este cumple los requisitos de seguridad, sanidad y protección del medio ambiente exigidos por la UE (tomado de Marcado CE: obtención del certificado, requisitos de la UE - Your Europe (europa.eu))

[7] Garantiza que los equipos eléctricos que se encuentran dentro de determinados límites de tensión ofrecen un alto nivel de protección a los ciudadanos (tomado de Low Voltage Directive (LVD) (europa.eu))

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

niveles de voltaje para su normal funcionamiento, asimismo actúa como filtro ante variaciones transitorias de entrada.

Fotografía 1. Módulo NT-24

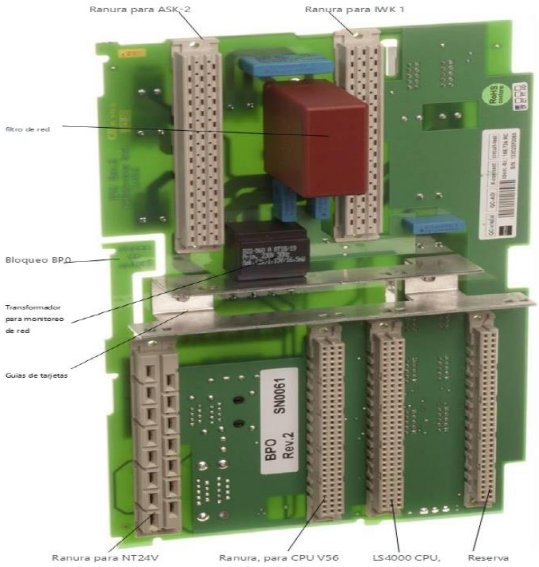


Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.2. Backplane BP0

Se trata de un grupo de conectores de tarjetas soportados por una placa de circuito impreso, cuyas pistas o buses de material conductor, conectan eléctricamente entre sí los pines de los módulos, de manera tal que se logra el correcto intercambio tanto de señales de control, como de señales de intercambio de información entre los elementos del equipo de control que coinciden en el BP0.

Fotografía 2. Backplane BP0



Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

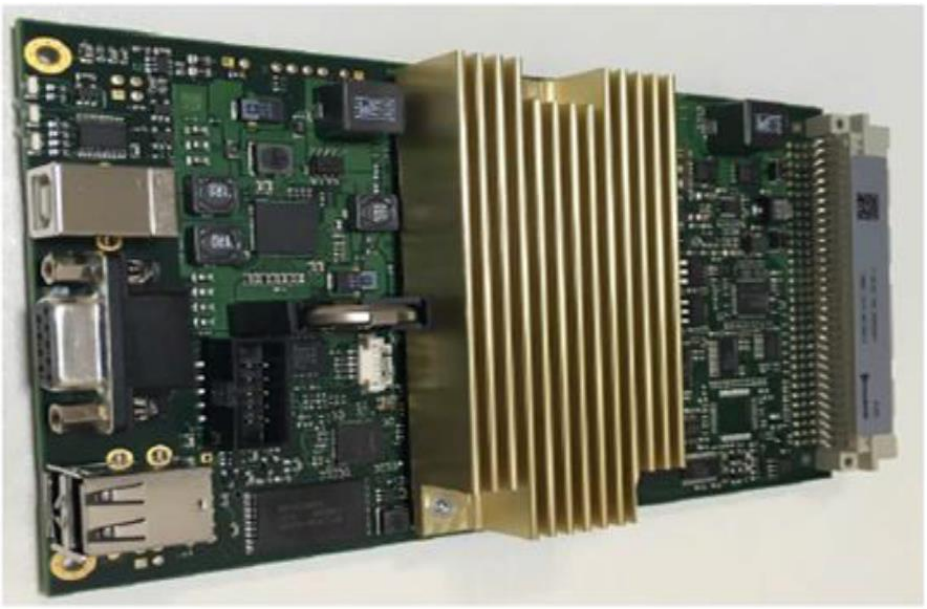
Este elemento permite la conexión entre sí de los módulos NT-24, LS4000, ASK-2 y CPU-V56, entre otros, igualmente tiene conectores para el intercambio de información con otros backplanes del equipo a través del bus CAN.

2.3. LS4000

Esta tarjeta contiene el procesador principal del sistema, se encarga de controlar el funcionamiento de los demás módulos, adicionalmente tiene conectores para las memorias de datos y de programa, dispone de puertos para la programación del módulo y mediante el estado de 5 LEDs indica las condiciones de funcionamiento del equipo.

En el manual del equipo de control, el fabricante indica que por razones de seguridad y para garantizar el correcto funcionamiento del equipo, solo se deben utilizar tarjetas SD suministradas por el mismo fabricante del controlador.

Fotografía 3. Módulo LS4000 vista superior



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.3.1. Memoria de programa

Es una memoria SD donde se almacena la secuencia de instrucciones que debe llevar a cabo el módulo LS4000, por otra parte, se almacena también la dirección IP del equipo de control. Para el equipo de control Actros se utiliza una memoria con capacidad de 2 Gb.

2.3.2. Memoria de datos

Se trata de una memoria SD de 1 Gb de capacidad, utilizada para el almacenamiento de todos los datos, entre estos, registro de estados, de errores y de fallos del equipo de control, entre otros.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Fotografía 4. Módulo LS4000 vista inferior, ranuras para memorias de datos y de programa



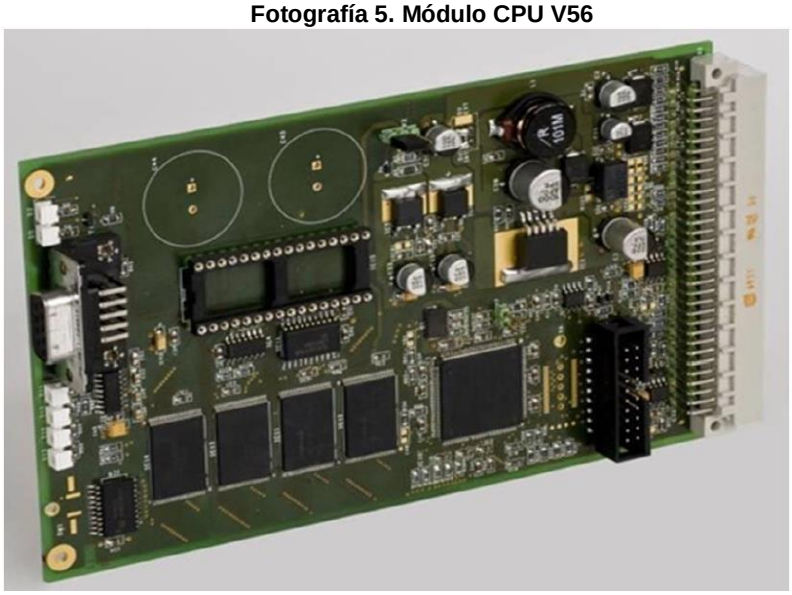
Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.4. CPU V56

Este módulo realiza el monitoreo de los conflictos que pueden llegar a existir en los grupos de señales, las tarjetas de conmutación de lámparas (SK24) informan de forma constante el estado de las salidas, esto con el fin de que el módulo CPU V56 realice la comparación entre el estado real de las lámparas con el estado programado. En caso de detectar algún error, el equipo de control cambia su estado a falla por seguridad de señales.

La CPU V56 contiene una memoria EPROM que almacena datos de seguridad y de programación del controlador.

Fotografía 5. Módulo CPU V56



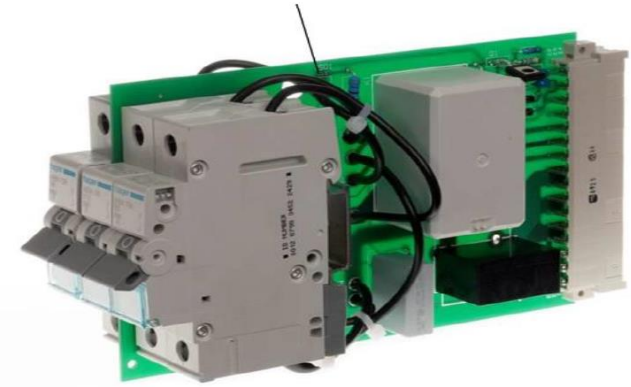
Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

2.5. Módulo ASK-2 breaker automático de protección

Este módulo contiene interruptores automáticos (breakers) para controlar la alimentación del controlador y las lámparas, adicionalmente posee fusibles para la protección del equipo.

Fotografía 6. Módulo ASK-2

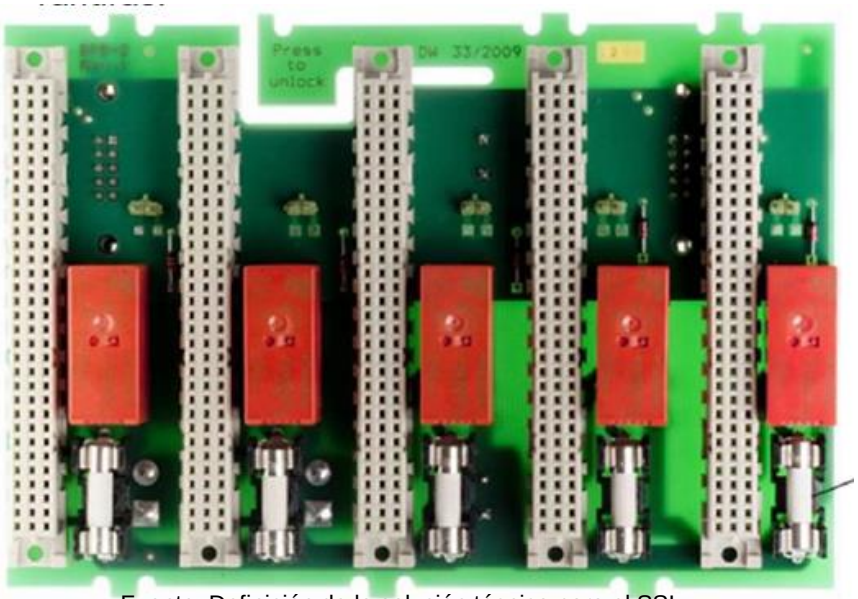


Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.6. Backplane BP5

Esta tarjeta soporta los módulos que controlan la salida a lámparas del equipo (SK24) y los módulos de entrada/salida del sistema (I/O24), se conecta al Backplane BP0 a través de conectores para el bus CAN.

Fotografía 7. Backplane BP5



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

2.7. Módulo SK24

La función de este módulo es controlar y realizar seguimiento a las salidas del equipo de control, tiene capacidad de manejar hasta 24 salidas cada una con su respectivo fusible de protección. La tarjeta cuenta con LEDs de estado para visualizar fallos, por ejemplo, en caso de que no se detecte el último rojo de un flujo.

Fotografía 8. Módulo SK24



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.8. Módulo IO24

Este es el dispositivo para conectar señales de dispositivos de entrada/salida, es posible el manejo de señales de 24 dispositivos. Como ejemplo de dispositivos de entrada se pueden mencionar los botones de demanda y las cámaras de videodetección, este módulo como todos los demás cuenta con LEDs que indican el estado de funcionamiento.

Fotografía 9. Módulo IO24



Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

2.9. Reloj GDF

Para la sincronización del equipo de control, se dispone de este dispositivo, el cual procesa la señal de reloj desde una conexión hacia los satélites del sistema de posicionamiento global.

Fotografía 10. Módulo Reloj GDF



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

2.10. Referencia de los elementos

En la siguiente tabla se observa el número de referencia de los módulos compatibles con el equipo Actros.

Tabla 1 Referencia de los repuestos Actros

Ítem	Descripción	Referencia
1	Módulo NT-24	A.N90.253.030
2	Backplane BP0	A.N90.361.383
3	LS4000	A.N90.361.410
4	CPU V56	A.N90.361.252
5	Módulo ASK-2	A.N90.361.380
6	Backplane BP5	A.N90.361.382
7	Módulo SK24	A.N90.361.321
8	Módulo IO24	A.N90.361.322
9	Reloj GDF	A.N90.320.193

Fuente: Elaboración propia

3. LICENCIAS PARA EL MANEJO ADAPTATIVO EN RED DE INTERSECCIONES CON INES

El sistema de semaforización incluye herramientas que integran los aplicativos asociados a la ingeniería de tránsito, entre los cuales se encuentra el Software INES[8] para la gestión de modos Adaptativos y Responsivos en redes semafóricas, el algoritmo de control de red habilita los siguientes tipos de control:

[8] Tomado de Definición de Solución Técnica para el SSI

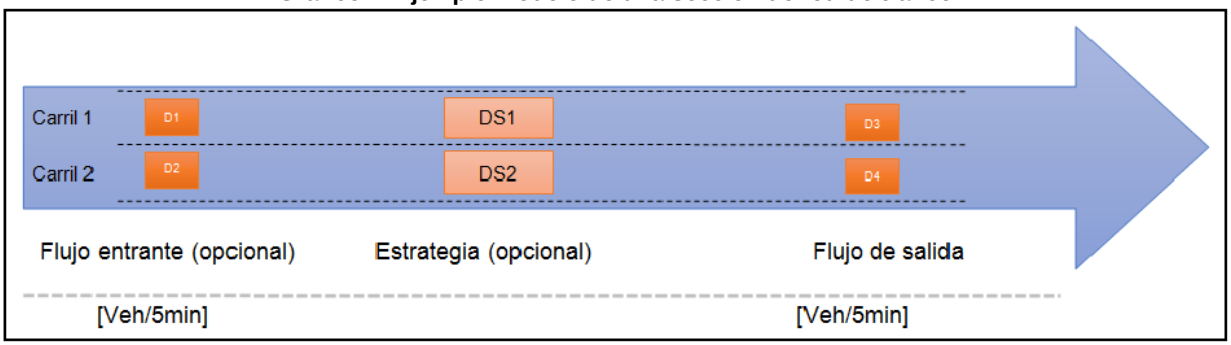
Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

- Responsivo: Método de selección de planes en el que, en función de las condiciones del tráfico de un corredor o red, se interviene directamente en los procesos de los controladores mediante el envío de parámetros para llevar a cabo un cambio de plan de señales determinado. En otras palabras, se optimiza la capacidad (tiempo de verde por hora) a través de un cambio de escenario.
- Ajuste de tiempos de verde: Se optimiza la capacidad realizando una redistribución de los tiempos de verde máximos para los controladores con tráfico actuado.
- Adaptativo: Modo de control en el que, en base a las condiciones del tráfico de un corredor o red, se ajustan los procesos de los controladores por medio de la transmisión de características asociadas al ajuste de tiempos de verdes, el desfasaje o la gestión de colas. Optimiza la capacidad a través del cálculo y modificación de los tiempos de verde actuales.

Al tomar el plan de señales a través de selección responsiva, el control de red cambia la capacidad de todos los grupos de señales (cambio de escenario). La optimización se realiza en función del flujo del tráfico previsto, la estructura de coordinación de los escenarios existentes, la identificación de incidentes de tráfico y otras reglas definidas. El objetivo de la optimización es seleccionar el escenario más adecuado de acuerdo con los indicadores preestablecidos. El efecto es una optimización de la distribución de tiempo verde por hora que influye en las direcciones de flujo dentro de la red.

La red de tráfico se divide en secciones, en el gráfico 2 se ilustra un ejemplo modelo de una sección de la red de tráfico. Para cada sección, se mide y se pronostica el flujo de tráfico que entra y sale de la sección. Los datos sin procesar recibidos de la central de tráfico se comprueban para ver si son coherentes y de ser así, se agregan. Usando detectores estratégicos, se calcula la calidad del flujo de tráfico (indicado por la velocidad y el volumen del tráfico) y se identifican los incidentes de tráfico que se pueden deducir de estas mediciones.

Gráfico 2. Ejemplo modelo de una sección de red de tráfico



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Usando como entrada los tiempos verdes actuales y parametrizados, la capacidad de todas las secciones y el índice de flujo resultante, se realiza el cálculo para cada escenario y se evalúan las relaciones de flujo. La curva de utilidad resultante (función objetivo) muestra el escenario con la utilidad más alta (tiempo de ciclo óptimo) para todo el sistema.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

La distribución optimizada de tiempos verdes máximos ayuda a retrasar el cambio requerido a escenarios de mayor capacidad (extendiendo el final del verde).

Se analiza la situación del tráfico prevaleciente (volumen de tráfico, calidad del flujo de tráfico, relación de flujo) y se realizan los cambios apropiados para compensar los tiempos dentro de un rango definido (se cambia el comienzo del verde en los flujos coordinados).

Si varios escenarios son elegibles, y si la diferencia en la utilidad es menor, la "aptitud" de la coordinación se utiliza como un criterio de decisión adicional.

Los parámetros se pueden utilizar para cambiar la selección optimizada de escenarios y otros procesos de optimización. Esto permite desarrollar una variedad de estrategias (por ejemplo, una que se centra en la coordinación de las vías arteriales, otra en el promedio de tiempo de espera bajo en la red en general, etc.).

Si los detectores estratégicos conectados al sistema identifican un estado de tráfico crítico, un sistema de control difuso puede identificar interrupciones en el flujo de tráfico. El sistema de control difuso intervendrá en el control de tráfico según sea necesario. Seleccionará un programa nominalmente más eficiente, independiente de los índices de flujo calculados.

3.1. Recopilación de datos

Para identificar el estado actual del tráfico, los datos de tráfico disponibles se recopilan a través de interfaces y los datos de los 5 minutos anteriores se agregan. Los datos sin procesar se verifican para ver si son coherentes, utilizando una variedad de criterios heurísticos. Luego se produce una lista de fuentes de error.

Si la central de tráfico entrega un mensaje de error del detector, el sistema adaptativo identifica un error de detección. Dependiendo de cuántos detectores estén ubicados a lo largo de la calle, el valor de conteo [vehículo / intervalo] se recopila al menos una vez en cada sección: tráfico entrante al principio de la sección (opcional), tráfico saliente al final de la sección, detectores estratégicos entre intersecciones.

Si se identifica un error de detección, se realiza una entrada en el monitoreo de controles adaptativos. Este archivo se puede analizar automáticamente en la sección de monitoreo del control de red, lo que permite que los errores y fallas se resuelvan de forma individual y rápida.

3.2. Pronóstico a corto plazo

Mediante regresión lineal, el algoritmo de control crea un pronóstico para el siguiente intervalo de 5 minutos sobre la base de los flujos de tráfico de los últimos 15 minutos. Esto se realiza primero para el tráfico entrante, ya que el flujo entrante no está limitado por el tiempo verde de su sección respectiva. El cambio previsto en el flujo entrante se utiliza para proyectar el flujo para el tráfico saliente.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

3.3. Determinación del estado del tráfico

La relación de flujo se calcula utilizando el tiempo verde medido de la corriente del vehículo respectivo y el flujo detectado. El algoritmo también tiene en cuenta el número de carriles, así como las reducciones en el flujo de tráfico que resultan de factores específicos del carril. Por último, la relación de flujo se calcula en función del avance de la línea de detención definido para la sección correspondiente.

Con el fin de evaluar diferentes escenarios con respecto a su capacidad, el índice de flujo para todos los escenarios debe calcularse en función del flujo de tráfico actual. El tiempo real de verde medido se modifica y se aplica a los otros escenarios actualmente inactivos, lo que permite sus diferentes tiempos de ciclo. Para un grupo de señales dado, el cálculo utiliza un tiempo verde que se esperaría si todas las corrientes de esa intersección solicitaran verde y se usaran todo el tiempo disponible para ellos. Este valor se define como el tiempo verde mínimo.

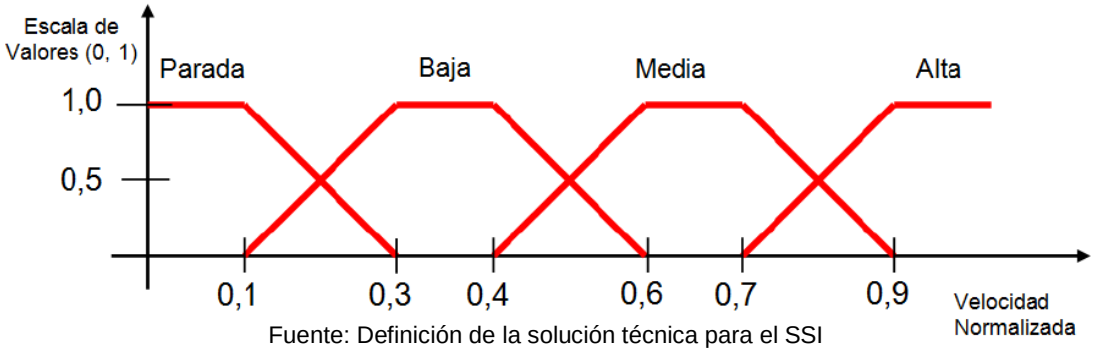
Si el tiempo verde medido es mayor que este valor, por ejemplo, debido a que un flujo en conflicto no solicitó el verde, la diferencia entre el tiempo verde real esperado se incluye en el cálculo de la capacidad como un porcentaje parametrizable.

3.4. Incidentes de tráfico y el sistema de control difuso

Con el fin de reaccionar ante situaciones de flujo crítico (por ejemplo, congestión) que no se pueden detectar utilizando solo la relación entre el flujo medido, las velocidades y los flujos medidos por detectores estratégicos, el análisis se realizará empleando lógica difusa. Sobre esta base, se desarrolló un sistema que decide, en función del estado actual del tráfico, si es posible cambiar a un escenario de menor capacidad o si es necesario cambiar inmediatamente a un escenario de mayor capacidad.

Para cada sección, los valores medidos se normalizan utilizando los valores máximos medidos para el flujo y la velocidad del tráfico; los valores generados de esta manera son difusos. Esto significa que la “pertenencia” a los valores medidos en clases de estado predefinidas se registra utilizando valores entre cero y uno. El gráfico 3 ilustra cómo el valor de velocidad normalizado se asigna a los valores de pertenencia (0 - 1) de las clases "parada", "velocidad baja", "velocidad media" y "velocidad alta".

Gráfico 3. Ejemplo de velocidad difusa

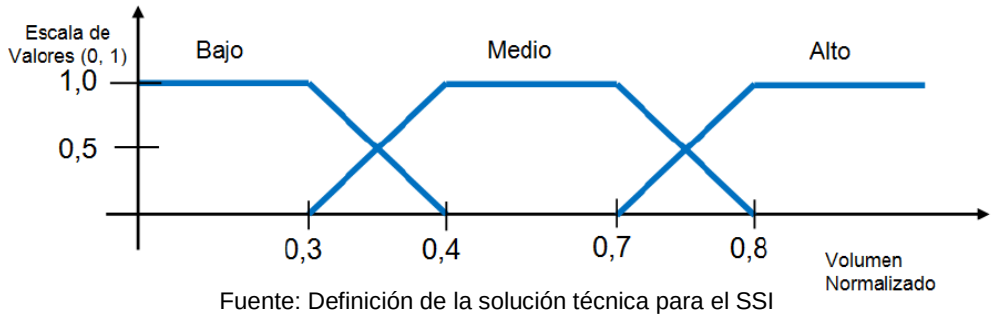


Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

La misma función de clasificación es aplicada al volumen de tráfico normalizado, el ejemplo se ilustra en el gráfico 4.

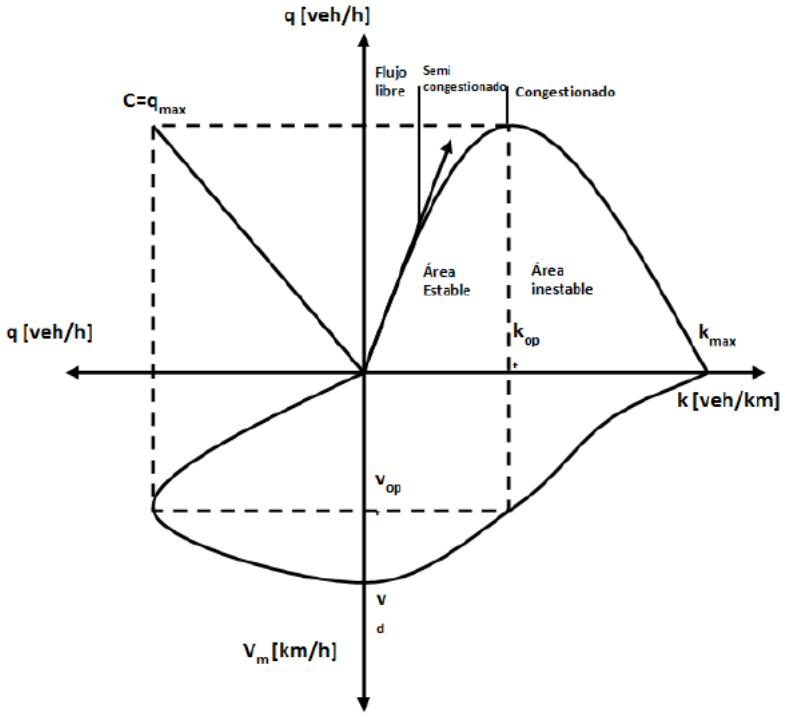
Gráfico 4. Volúmenes de tráfico difusos



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Los valores de pertenencia de clase de todos los detectores dentro de una sección transversal de la red se combinan para generar una visión general del estado del tráfico. La clase con el valor combinado más alto define la velocidad y/o la clase de flujo. La combinación de cuatro clases de velocidad y tres clases de flujo da como resultado 12 posibles estados de tráfico. El Gráfico 5 ilustra la relación entre el flujo de tráfico, la densidad del tráfico y la velocidad media, la cual se basa en estudios empíricos realizados en tramos de carretera abierta y que para el rango estable, también se puede aplicar al tráfico urbano.

Gráfico 5. Diagrama fundamental de velocidad, capacidad y densidad de tráfico



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI, Manual de capacidad alemán HBS 2015

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Las variables que se observan en la Figura 38, se describen a continuación:

q	:	Flujo de tráfico [veh/h]
q_{max}	:	Máximo flujo de tráfico [veh/h]
C	:	Capacidad [veh/h]
v_m	:	Velocidad actual promedio [km/h]
v_d	:	Velocidad deseada [km/h]
v_{opt}	:	Velocidad promedio actual óptima [km/h]
k	:	Densidad de tráfico [veh/km]
k_{opt}	:	Densidad de tráfico óptima [veh/km]

Usando este diagrama es posible realizar un análisis cualitativo de las combinaciones de velocidad y flujo de tráfico. Las combinaciones de velocidades entre el rango bajo y medio con flujo de tráfico entre bajo y medio, se encuentran en el rango estable del diagrama fundamental, haciendo que cualquier intervención sea innecesaria.

Los valores altos de flujo de tráfico, en combinación con valores de altas velocidades, son físicamente imposibles. En tal caso, se debe asumir que uno de los detectores está defectuoso.

La combinación de valores medios de velocidad y flujo de tráfico alto, o valores bajos de velocidad con flujo de tráfico medio, indica que el flujo de tráfico está cerca de la capacidad máxima y, por lo tanto, se aproxima al rango inestable. El sistema no permite cambiar a un escenario de menor capacidad en este caso.

La combinación de valores de velocidad baja y bajo flujo, se interpreta como un incidente de tráfico externo. En las redes urbanas la capacidad suele estar determinada por el flujo de saturación, que a su vez está determinado por el tiempo de verde. Así, el tráfico se prorratea de forma natural.

El gráfico 6 ilustra los posibles 12 estados de tráfico y las acciones que puede tomar el sistema bajo cada una de esas condiciones:

Gráfico 6. Estados de tráfico

q\v	Alto	Medio	Bajo	Estanca-miento
Bajo	Tráfico Libre	Tráfico Normal	Tráfico Bloqueado	Tráfico Bloqueado
Normal	Tráfico Libre	Tráfico Normal	Tráfico Denso	Atasco
Alto	Falla de detector	Tráfico Denso	Atasco	Atasco

q\v	Alto	Medio	Bajo	Estanca-miento
Bajo	No hay cambio	No hay cambio	No hay cambio descendente	No hay cambio descendente
Normal	No hay cambio	No hay cambio	No hay cambio descendente	Cambio ascendente automático
Alto	No hay cambio	No hay cambio descendente	Cambio ascendente automático	Cambio ascendente automático

Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

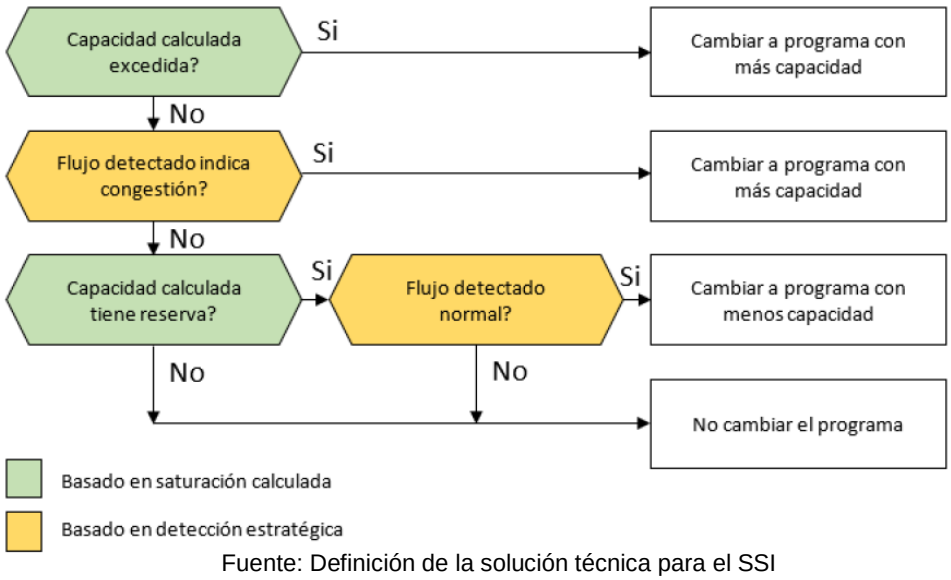
Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Si la capacidad real de una sección es significativamente menor a la capacidad de las intersecciones señalizadas, seguramente la causa no es la congestión debida a la sobrecarga, como sería en el caso de un tramo de camino abierto, sino más bien un problema externo, por ejemplo, carriles mezclados debido a una intervención en la vía. En este caso, se evitaría el cambio a un programa de menor capacidad ya que no habría ninguna razón para esperar ninguna mejora en la calidad del tráfico como resultado del aumento de la capacidad en cualquier punto en particular.

Si una velocidad definida como parada se identifica en combinación con volúmenes de tráfico en el rango medio a alto, se realiza inmediatamente un cambio a un programa de mayor capacidad (selección del plan, modo responsivo).

El diagrama de flujo presentado en la Figura 7, explica el proceso de decisión entre el módulo de saturación, el cual se observa en la sección 3.6 Modo responsivo (Selección de Plan), y los estados registrados en los detectores estratégicos explicados en la matriz:

Gráfico 7. Prioridad de detección estratégica



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

3.5. Algoritmo del software INES

El algoritmo de control implementado en el sistema de control de red INES realiza varios pasos para elegir el programa correcto (Selección de plan, Modo responsivo) y optimizar el programa actual (Adaptativo central). Ambos módulos pueden funcionar en paralelo.

La lógica de control se divide en una parte central que se ejecuta en el servidor INES y una parte local que se ejecuta en cada controlador de tráfico. La lógica central elige ya sea el plan o los parámetros óptimos para el control (si procede) y el control local ejecuta el programa seleccionado e interpreta los parámetros enviados (si procede). A continuación, se describe la forma en la que se ejecuta el algoritmo y se definen los parámetros intercambiados con el control local:

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

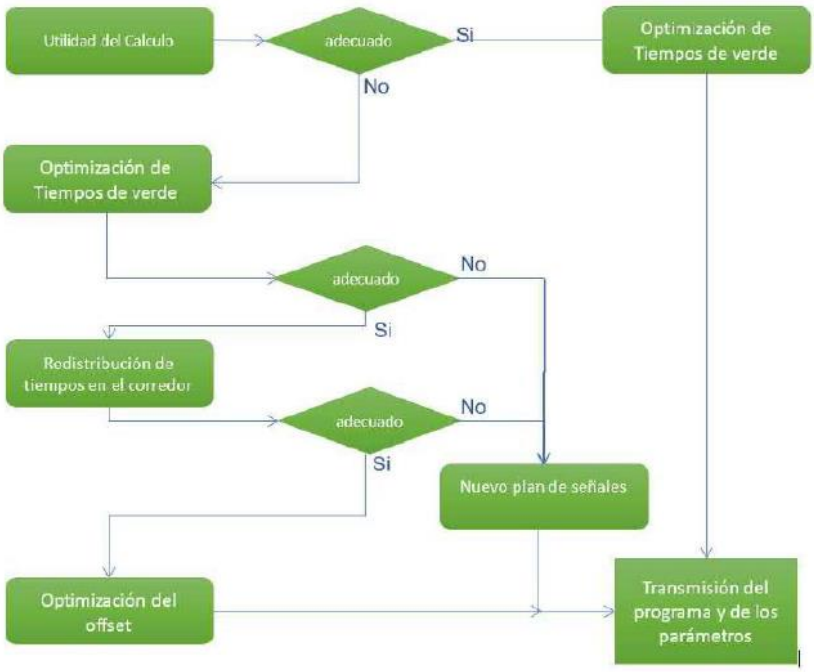
Descripción general del algoritmo: En general el algoritmo se ejecuta a través de tres etapas:

- Verificar si el programa actual es el más apropiado.
- De no ser así, verificar si al ajustar los tiempos de verde del plan actual el nuevo plan de señales generado es el apropiado.
- De no ser así, determinar cuál otro programa de señales es el más adecuado.

La segunda etapa solo aplica para los corredores que incluyen intersecciones operando en modo adaptativo.

En el Gráfico 8 se ilustra la secuencia de los pasos de optimización que lleva a cabo el algoritmo de control en la central. En un primer paso se comprueba si el programa actual es adecuado para la situación de tráfico actual, los tiempos de verde del programa actual se optimizan para aquellas intersecciones que operan en modo adaptativo central, la selección del programa se envía a los controladores de tráfico a través de la central de tráfico.

Gráfico 8. Diagrama de flujo del algoritmo central software INES



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Si el programa actual no es el más adecuado, se ejecuta la redistribución de los tiempos de verde, se verifica entonces, si el programa de señales actual con la redistribución de los tiempos de verde es el más adecuado, se evalúan los efectos en el corredor causados por la redistribución de los tiempos, de ser necesario se ajustan, de modo tal que se cumplan con las restricciones del corredor. Si el efecto causado por la distribución de tiempos verde conduce a la solución adecuada, se mantiene el programa actual y los parámetros modificados se envían a los controladores de tráfico que conforman el corredor a través de la central.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Si la redistribución de tiempos de verde no permite que el programa actual sea el más adecuado, se elige un programa de señales diferente.

3.6. Modo responsivo (Selección de Plan)

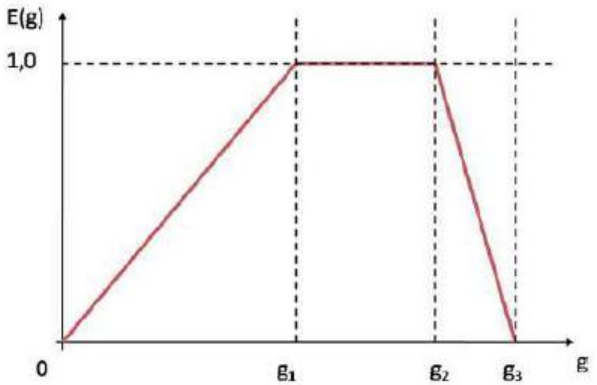
Utilidad del cálculo

El objetivo al seleccionar escenarios disponibles (selección de plan, modo responsivo) no es solo minimizar el índice de flujo. Este enfoque llevaría al escenario con la mayor proporción de tiempo verde que se seleccionará para cada momento del día. Por lo tanto, se mediante una función objetivo se evalúan los índices de flujo calculados de manera que:

- Se favorece el escenario con la relación de flujo más optima posible.
- Cuando la demanda es alta, se selecciona un escenario de mayor capacidad.
- Cuando la demanda es baja, se selecciona el escenario con los tiempos de espera más bajos para flujos subordinados.

En base a una función de evaluación $E(g)_{i,j}$ que mapea la relación de flujo de una sección i al valor de utilidad normalizado para el escenario respectivo j. Se define un rango entre las relaciones de flujo g1 y g2 en las que se supone que el flujo en la sección respectiva es óptimo. También se define una relación de flujo máxima g3. La utilidad aumenta linealmente desde su valor original hasta g1 y alcanza un valor de uno. Hasta que se haya alcanzado g2, el flujo está en el rango óptimo; la utilidad se mantiene en un valor de uno. La utilidad disminuye linealmente si se supera g2 y va a cero cuando alcanza g3. El gráfico 9 ilustra la función de evaluación descrita:

Gráfico 9. Función de evaluación



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Se realiza un cálculo para cada sección para determinar qué escenario es el más adecuado para ello. Después de calcular el valor de utilidad $E(g)_{i,j}$ para cada sección i, se calcula el valor de utilidad general ponderado E(g) total j para todos los escenarios j. Se define un factor de ponderación αi para cada sección. Este factor determina el peso o la importancia dada a la utilidad de una sección en particular como parte de la utilidad general de un escenario. Si una sección en un escenario no tiene utilidad (por ejemplo, debido a la congestión), el escenario completo del escenario recibirá un valor de utilidad de cero.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Evaluar el estado de una coordinación
El algoritmo de control evalúa no solo la situación del flujo, sino también el estado que se espera en las direcciones de coordinación definidas. Esta evaluación simula los tiempos de viaje en la red, utilizando planes de tiempo de señal y sus tiempos de desplazamiento (como se muestra en los diagramas de distancia de tiempo), así como los volúmenes de tráfico pronosticados. La idoneidad de un escenario se calcula en función del nivel de coordinación (número de paradas y tiempo de espera / pérdida).

En ciertas circunstancias, la evaluación del índice de flujo puede no ofrecer un resultado claro (es decir, se considera que múltiples escenarios son elegibles). Esto puede deberse a que el tráfico está en transición de un escenario a otro o porque los programas pico para los picos matutinos y vespertinos son elegibles. En estos casos, el algoritmo selecciona el escenario con la utilidad más alta.

Tiempo de respuesta del sistema
Las fluctuaciones aleatorias en el flujo de tráfico pueden llevar a que el algoritmo realice recomendaciones de cambio prematuro (selección del plan, modo responsivo). Para prevenir tales reacciones, se desarrolló un umbral de tiempo de reacción mínimo, de forma tal que el algoritmo de control no recomiende cambiar a otro escenario hasta que la tendencia del flujo de tráfico se haya confirmado en varios intervalos sucesivos; esto a pesar de que el sistema tiene la capacidad de responder en intervalos mínimos de 5 segundos.

Un umbral mínimo de cuatro intervalos (ciclos) sucesivos ha demostrado ser efectivo para cambiar a un programa de menor capacidad. Cambiar a un programa de mayor capacidad es posible solo después de dos intervalos (ciclos). Los escenarios de mayor capacidad son priorizados de esta manera. Los valores de umbral pueden ser ajustados por el usuario en el panel de control.

De acuerdo con lo anterior, la parametrización recomendada para ser implementada en un sistema de semaforización con control Adaptativo / Responsivo, es que el algoritmo de operación verifique las condiciones en intervalos de mínimo 5 minutos, garantizado así la estabilización en las tendencias de cambio del flujo vehicular, y de esta forma tome las decisiones más adecuadas para por las condiciones del tránsito detectadas.

3.7. Modo adaptativo central

Funcionalidad a nivel local
Los controladores que funcionan en modo centralizado ejecutarán un control estándar. Los parámetros de control son determinados por el ingeniero responsable de la intersección individual. El control de red está alargando o acortando el plan de permisividad del control individual para cada fase.

Si se implementa un control de desfase temporal, estos planes permisivos determinan el tiempo máximo de la fase en verde. Si no se implementa el desfase en el tiempo, la duración del plan de permisividad es igual a la duración de la fase. El ingeniero responsable de la intersección define la longitud inicial de estos planes permisivos. El control de red los altera enviando deltas

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

al controlador. El ingeniero también proporciona deltas máximos y mínimos para el control de la red.

El control estándar asegura que en el caso de que los deltas excedan estos valores máximos y mínimos, el control funcione con los valores estándar definidos por el ingeniero. Los valores enviados a través de la matriz se transfieren al control real en un momento determinado del ciclo, si el control de red reinicia el contador de validación.

Modelo de datos

En el modo de operación adaptativo, el control de red acorta o alarga los tiempos de verde de las distintas fases. La transmisión se realiza a través de las variables personalizables dentro del bloque de parámetros de usuario de la interfaz OCIT-C (Ver Tabla 2). En este caso los valores se transmiten en una matriz de 64 variables enteras. La matriz puede ser leída y escrita por la central de tráfico.

Tabla 2 Parámetros transmitidos por INES al controlador

PARÁMETRO	DPV1 [ÍNDICE]	DESCRIPCIÓN	RANGO	UNIDAD	MEMORIA
Longitud de Fase dinámica	1 al 8	"Fase Delta": Longitud máxima de la fase calculada por INES "Reducción máxima de la longitud de la fase" =< "Longitud de fase dinámica" =< "máxima prolongación de la longitud de la fase" "Fase Delta" > 0 Valores entre 1 y 999 = Positivo, entre 1001 y 1999 = Negativo "Fase Delta" = 0 → no hay cambio en la longitud de la fase	0 a 1999	[s]	2 bytes
Offset	9	Offset en modo coordinado, de 1 a 999 = Positivo; de 1001 a 1999 = Negativo El offset positivo desplaza el plan de señales hacia adelante (a la derecha), lo que significa un inicio tardío del tiempo de verde 1-CT = Positivo, 1001 – (1000+CT) = Negativo "0" = no hay offset	0 a 1999	[s]	2 bytes
Corredor Verde	10	Parámetro: Suprimir dirección secundaria 0 = No hay supresión 1 = Suprimir la dirección secundaria una vez 2 = Suprimir la dirección secundaria cada 2 ciclos 3 = Supresión de dirección secundaria en 2 de 3 ciclos	0 a 3	[-]	1 byte
Validez	11	Validez del BLOB Valor configurado por INES para la duración máxima de validez. El valor se cuenta hacia abajo cada segundo. Validez = 0 → BLOB es invalido	300 a 350	[s]	2 bytes
Programa	12	Índice del programa correspondiente	1 a 32	[-]	1 byte
Indefinido	13 a 63		-	[-]	

Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Algoritmo central: Redistribución de tiempos de verde

El algoritmo adaptativo central es un módulo que redistribuye los tiempos verdes dentro de un plan de señales dado. Para la redistribución de tiempos de verde, en la red se divide aún más.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

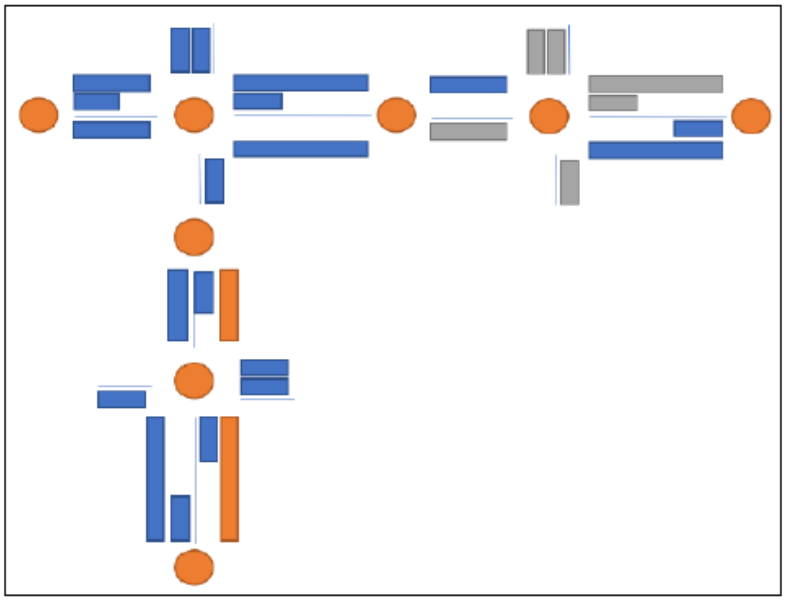
Cada grupo de señales que forma parte de la redistribución se define como un enlace de red. La misma función de utilidad empleada para la selección del escenario se aplica para optimizar la distribución a través de todas las fases en una intersección.

El tiempo verde disponible para la redistribución se asigna iterativamente a las fases en una intersección. Para las asignaciones se repiten los siguientes pasos hasta que se distribuye todo el tiempo verde:

- Identificar la fase con la mayor saturación/menos utilidad
- Aumentar el tiempo de verde
- Recalcular la saturación

Después de la redistribución de todas las intersecciones, se comprueba la plausibilidad de los nuevos tiempos de verde dentro de la red. Esto significa que el algoritmo comprueba si las secciones vecinas permiten un aumento o disminución del tiempo de verde sin crear un cuello de botella; para este paso se emplea un modelo de red como el que se ilustra en el Gráfico 10.

Gráfico 10. Modelo de Red



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

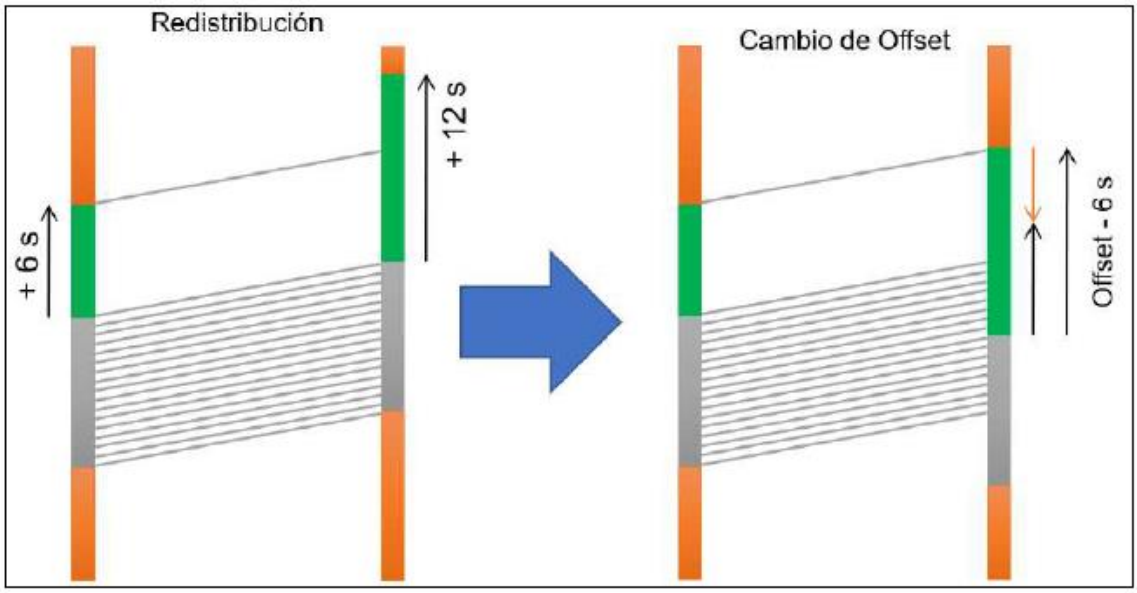
Algoritmo central: Offset

Hay dos razones para el cambio del offset entre intersecciones en un corredor coordinado. Una es la detección de una baja velocidad promedio, la otra es la necesidad de cambiar la coordinación como resultado del proceso de redistribución de tiempo de verde.

Se calcula la idoneidad de una coordinación y dentro de un pequeño margen se evalúa un conjunto de compensaciones alternativas. Si el cambio de offset conduce a un mejor resultado, el nuevo offset se envía a cada controlador de tráfico (Ver Gráfico 11).

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Gráfico 11. Cambio de Offset



Fuente: Definición de la solución técnica para el SSI

Algoritmo Central: Corredor Verde

La longitud de cola y el estado del tráfico de los flujos de tráfico concurrentes se comparan para corredores críticos seleccionados. Si la vía principal se encuentra en un estado de sobresaturación y en condiciones de congestión extrema, se dará prioridad a la vía principal durante varios ciclos. El número de ciclos depende de la longitud de la cola en la dirección concurrente. Hay tres niveles diferentes de prioridad disponibles y se implementan en el control local estándar:

- Suprimir la dirección secundaria de un ciclo durante el siguiente intervalo
- Suprimir la dirección secundaria en cada segundo ciclo durante el siguiente intervalo
- Suprimir la dirección secundaria en dos de cada tres ciclos durante el siguiente intervalo

Como se mencionó en el numeral anterior, el sistema del SSI tiene la capacidad de responder a las fluctuaciones de tráfico en un tiempo mínimo de 5 segundos, aplicando cualquiera de los algoritmos mencionados en este numeral, no obstante, la parametrización recomendada para ser implementada en un sistema de semaforización con control Adaptativo / Responsivo, es que el algoritmo de operación verifique las condiciones en intervalos de mínimo 5 minutos, garantizado así la estabilización en las tendencias de cambio del flujo vehicular, y de esta forma tome las decisiones más adecuadas por las condiciones del tránsito detectadas.

4. INSTALACIÓN DE LOS MÓDULOS

La instalación o reemplazo de los componentes que integran los equipos de control Actros, será realizada por el personal técnico del contrato de Expansión y Mantenimiento al Sistema de Semaforización de Bogotá D.C., con corte a la fecha de elaboración este documento se

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

encontraba en ejecución el contrato 2021-2517. En razón a las necesidades del sistema de semaforización, el contrato de Expansión y Mantenimiento es renovado periódicamente.

5. CANTIDADES A ADQUIRIR

A continuación, se relacionan las cantidades de los repuestos y licencias de software que serán adquiridos.

Tabla 3 Elementos que serán adquiridos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL ELEMENTOS
1	SD Digital flash car 1 GB	65
2	LS4000G	30
3	CPU-V56	20
4	EPROM 512K*8-27C040-12ns DI	20
5	SD Memory card 2 GB	45
6	SK24 Switch, G4	17
7	SK24 Cable connector set 1200mm, 24 cables	20
8	IO24 Input and Output card	40
9	IO24 Cable connector set 1200mm, 24 cables	40
10	ASK-2 Circuit breaker and relay card	10
11	BDI-2 control panel 37TE	8
12	SE4 Universal fuse unit	5
13	Modem GSM/LTE, LT910E-set (relacement)	5
14	Power supply unit 24V DC / 2,5A 60W DinRail	48
15	ACTROS System power supply unit 24V/6A EA	23
16	GDF - GPS/DCF radio clock	5
17	UDF/EDF/GDF Radio clock connecting cable	5
18	BP0, Basic backplane for ACTROS.alpha	5
19	BP5-2, Backplane for ACTROS.alpha	5
20	Guide rail red 2,0/160	29
21	Card protection lock red	29
22	Licencias de software INES tipo S	100

Fuente: Elaboración propia

6. SOPORTE DE LOS REPUESTOS

El Contratista que suministre los elementos debe brindar el soporte técnico en el evento que se presenten cambios tecnológicos en los módulos electrónicos para así garantizar su correcto funcionamiento.

El contratista se obliga a reemplazar o reparar a sus expensas aquellos equipos, materiales o partes que resulten de mala calidad o con defectos de fabricación, durante un plazo de doce (12) meses, contados a partir de la firma del acta de recibo a satisfacción.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

Serán gratuitamente suministradas o reparadas, según el caso, todas aquellas piezas que dentro de los doce (12) meses, resulten inutilizables o hayan sufrido menoscabo por causas de construcción defectuosa o materiales deficientes, o elaboración imperfecta. La garantía está sujeta a la condición de que la Secretaría Distrital de Movilidad haya seguido las instrucciones emitidas por el contratista en relación con la mercancía y que se haya aplicado de acuerdo a la forma de funcionamiento acordada por escrito.

Finalmente el contratista debe reemplazar a sus expensas y a entera satisfacción de la Secretaría Distrital de Movilidad, en un plazo máximo de 30 días calendario contados a partir de la comunicación por parte de ésta, todas aquellas partes, unidades o materiales que resultaren de mala calidad o con defectos de diseño y/o fabricación, así como todos los equipos y demás productos suministrados cuyo funcionamiento no sea correcto, hasta que a juicio de la Entidad se obtenga nuevamente el correcto funcionamiento de los bienes en cuestión.

7. RECEPCIÓN DE LOS REPUESTOS

Los repuestos serán recibidos en el almacén de la Secretaría Distrital de Movilidad ubicado en la avenida carrera 30 No. 12-01 sur, para la recepción de los componentes, entre el Supervisor del contrato por parte de la SDM y el contratista, se suscribirá la respectiva Acta de recepción de elementos, la cual deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Fecha de la recepción de los elementos.
- Nombre del componente
- Código de referencia
- Para cada repuesto se deberá indicar, serial indicado por el proveedor de los elementos, nombre de cada elemento.
- Cantidad de elementos recibidos.

8. MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE LAS LICENCIAS INES

El mantenimiento de las licencias INES como elemento del SSI[9], se encuentra cubierto por el contrato 2021-2517, en ejecución actualmente y cuyo objeto es EXPANSIÓN Y MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN DE BOGOTÁ D.C., este contrato debe ser renovado periódicamente debido a las necesidades de la ciudad, dicho mantenimiento incluye las siguientes actividades[10]:

- Identificar las anomalías de los diferentes componentes de la central semafórica *(entre ellos el software INES)*, tomar las acciones correctivas de competencia a seguir para

[9] Las características del CPD de producción del SSI, se observan en el documento "DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SSI", documento desarrollado como producto del contrato 2017 1913 y cuyo objeto fue REALIZAR EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE SEMÁFOROS INTELIGENTE (SSI) PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

[10] ANEXO 1C – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS COMPONENTE CENTRAL DE SEMAFORIZACIÓN, EQUIPOS DE CONTROL DE TRÁFICO, ELEMENTOS DE VIDEODETECCIÓN, BOTONES DE DEMANDA, SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE ELEMENTOS DE PLANTA EXTERNA DEL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

solucionar la incidencia presentada o escalar ante el superior respectivo, las acciones requeridas en caso de que el hardware y software que aún cuenten con garantía[11].

- Coordinar y adelantar todas las labores necesarias para la recuperación y operación del CPD de semaforización. Una vez superada la emergencia colocar en funcionamiento el CPD principal y retornar el control del sistema a dicho CPD principal.
- Realizar las labores necesarias para la actualización de la central y la instalación de parches de software “Hotfix”, en caso de ser requerido.
- Atender los diferentes requerimientos relacionados con la configuración y ajuste de aplicativos de la central y los dispositivos o elementos conectados a ella; de la misma forma con la maqueta de pruebas.
- Atender, apoyar y dar soporte a los diferentes requerimientos relacionados con las ventanas de mantenimiento del: sistema de comunicaciones (del sistema de semaforización), del Centro de Gestión de Tránsito (CGT), del datacenter de la SDM y las demás que puedan afectar el funcionamiento del sistema semafórico.
- Realizar labores de soporte en la verificación, diagnóstico y corrección en la configuración de detectores, así como para la configuración, lectura y gestión de los elementos asociados a valores AP o CMP (Control Meter Parameters del inglés) desde y hacia INES como insumos para la operación adecuada de los modos adaptativo y responsivo.
- Realizar atención de los diferentes requerimientos relacionados con el funcionamiento en la central, del software de gestión y manejo de los modos de operación semafórica adaptativo y responsivo (INES).
- Apoyo en la revisión de las programaciones para controladores con modos de control: tráfico actuado, tráfico adaptativo y responsivo. Dichas revisiones se realizan directamente en la central de tráfico en el software de planeamiento.
- Brindar soporte a los ingenieros de planeamiento para la correcta definición de las zonas de detección.
- Apoyo al experto en central semafórica para validación de detectores en INES.
- Entre otras funciones.

Como soporte de que las obligaciones realizadas en marco del contrato 2021-2517, cubren las labores de mantenimiento de la plataforma INES, a continuación se indican las Actividades realizadas en la ejecución de dicho contrato para el tema específico del software INES[12].

a. Algoritmo de INES.

- Mantenimiento general y supervisión del algoritmo del sistema.
- Instalación y actualización del Algoritmo y GUI. Opción agregada para cambiar las intersecciones al estado APAGADO a través de INES si es necesario o solicitado.
- Instalación y actualización del Algoritmo y GUI. Opción agregada para cambiar la velocidad en un segmento de corredor para el cálculo del tiempo perdido

[11] Las licencias adquiridas tendrán una garantía de 12 meses.
[12] Informes mensuales de ejecución del contrato 2021-2517 (diciembre 2021-septiembre 2022)

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

- Opción agregada en el servidor para influir en el comportamiento estándar para los datos de la función de apagado en el software INES (corrección para programas atascados).

b. Frontend y Backend de INES.

- Se realizó el mantenimiento a la base de datos.
- Se agregó pestaña para reglas de apagado.
- Se agregó parámetro de velocidad en el segmento del corredor.
- Se realizó copia de seguridad completa de la base de datos con el fin de mejorar la velocidad en la interfaz.
- Introducción de un índice adicional en el algoritmo para acelerar las solicitudes de la base de datos.

c. Soporte, verificación, validación y diagnóstico en la configuración de detectores y valores AP.

- Se realización de pruebas de conexión diarias y semanales para las zonas INES.
- Reporte del estado campos de detección y su correcta operación en las zonas INES.
- Se realizó la revisión del estado de los valores AP y Tiempos de Verde en las zonas INES.

d. Atención de requerimientos en la central para los modos adaptativo y responsivo (INES).

- Soporte para los requerimientos de ciclovía los días 25 y 31 de diciembre de 2021.
- Soporte para atención prioritaria y diaria de detectores en falla para restablecer las Zonas INES por función (shut down).
- Atención y soporte para ingenieros de planeamiento de la SDM en cuanto a operación del sistema desde INES.
- Reporte de tiempos de verde que no se reciben en INES para el cálculo de utilidad.
- Análisis de registros LOG para verificar el comportamiento del sistema.
- Soporte a los ingenieros de tráfico de la SDM para dejar zonas en sombra y alimentar reglas de tiempo con motivo del día sin carro (22/09/2022) y el seguimiento para el restablecimiento de las condiciones normales de operación de las zonas modificadas al día siguiente.

e. Soporte a ingenieros de planeamiento para definición de zonas de detección.

- Soporte para la división de zonas adaptativas.

f. Revisión de las programaciones para controladores con modos de control: tráfico actuado, tráfico adaptativo y responsivo. Dichas revisiones se realizan directamente en la central de tráfico en los diferentes softwares de planeamiento.

- Soporte a los ingenieros de programación Lógica.

g. Apoyo al experto en central semafórica para validación de detectores en INES.

- Se realizó acompañamiento al personal de SDM para revisión y validación del adecuado funcionamiento de detectores en las zonas INES.
- Apoyo y reporte al experto en la central para la validación de detectores.

h. Otros

- Se eliminaron archivos obsoletos en la copia de seguridad (backup), se realizaron comprobaciones de estado para diagnosticar y supervisar el estado

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195

de los componentes de la infraestructura de la aplicación (Healt Checks) y se eliminaron archivos de registro o Log files redundantes que ocupaban espacio innecesario.
- Análisis del comportamiento de valores AP.

Dado lo anteriormente relacionado, se observa que mediante el contrato de mantenimiento se cuenta con el soporte a la Licencia Principal de la plataforma INES, incluyendo actualizaciones del Backend y Frontend, parches de seguridad y soporte a actividades de Ingeniería de Tráfico.

9. VERSIÓN DE LAS LICENCIAS

Durante el proceso de modernización, se adquirió la licencia principal del software adaptativo responsivo INES, y los derechos de conexión a dicha plataforma para 825 elementos[13], de los cuales actualmente existe una disponibilidad para la conexión de 23, el plan de modernización completo de la ciudad tiene como objetivo un total cercano a 1000 intersecciones en modo Adaptativo y/o Responsivo, por lo tanto, con el fin de continuar con la implementación de este tipo de estrategias de control en corredores semaforizados en red, se requiere adquirir 100 derechos de conexión a la plataforma principal del software, se aclara que se necesita un derecho de conexión por cada equipo de control semafórico, el cual a su vez puede manejar de 1 a 3 intersecciones y tiene asociados unos dispositivos de videodetección.

Dado que la versión del software se relaciona con la licencia principal de la plataforma y no con los derechos de conexión, la versión continuara siendo la misma que opera actualmente, por lo tanto, el proveedor garantiza que no se presentaran problemas de incompatibilidad[14].

Actualmente en la ciudad de Bogotá D.C funcionan 1549 intersecciones semaforizadas gestionadas por 1279 equipos de control semafórico, estos dispositivos se instalaron a partir del año 2019 y la proyección de la vida útil de los mismos es de 20 años[15].

El software INES es utilizado para la operación de intersecciones, manejadas estas por equipos de control semafórico, en modo Adaptativo y/o Responsivo en red, por lo tanto, la versión actual (4.2.0), continuara siendo operativa a lo largo de la vida útil de los equipos de control de tráfico.

[13] El software INES tiene actualmente vinculada la cantidad total de controladores definidos por el CMF 2050 en marco del contrato 2017 1913, dentro del contexto del sistema de semáforos de la ciudad de Bogotá con un esquema de operación Responsiva / Central Adaptativa (R/CA), con base en el cual se consideró inicialmente un total de 825 controladores y sus intersecciones asociadas.

[14] Documento del proveedor con fecha 08-11-2022, donde sea garantiza la compatibilidad de las nuevos derechos de conexión con el sistema actual.

[15] Ver Anexo 1A-A2 – Análisis de escenarios sobre la reutilización de los controladores existentes, documento perteneciente al proceso SDM-LP-030-2017, proceso que dio origen al contrato N° 2017 1913.

Secretaría Distrital de Movilidad
Calle 13 # 37 - 35
Teléfono: (1) 364 9400
www.movilidadbogota.gov.co
Información: Línea 195