



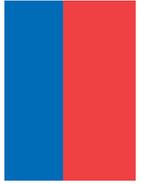
# AVANCES Y DESAFÍOS EN LA GESTIÓN, MODELACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS

FERNANDO JOFRÉ  
UOCT



# UN POCO DE HISTORIA

---



- A mediados de la década de los 80 se crea la Unidad Operativa de Control de Tránsito, bajo el alero de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Transporte Urbano (Sectu) en el Ministerio de Planificación y Cooperación.
- Entre las primeras acciones desarrolladas se confecciona el Capítulo de Semáforos del Manual de Señalización de Tránsito, y se elabora una norma de controladores de tráfico y las especificaciones técnicas de instalación de los nuevos semáforos.
- Al mismo tiempo se realiza un completo diagnóstico de la situación de las instalaciones de semáforo de Santiago y se evalúa la factibilidad de construir un sistema centralizado de control de tránsito.
- Entre los años 1990 y 1991 se implementa un sistema piloto de control de tránsito y se evalúan distintas estrategias de control.
- A fines del año 1992 se licita el proyecto SCAT y entre los años 1994 y 1998 se construye el sistema de control de tránsito de Santiago: en el marco del proyecto se realizan estudios intensivos de tránsito que comprenden el análisis y conformación de todas las redes de semáforo de la ciudad de Santiago; la periodización de cada una de ellas; y el estudio, cálculo, implementación y sintonía fina de los planes de tiempo para cada red.



# UN POCO DE HISTORIA

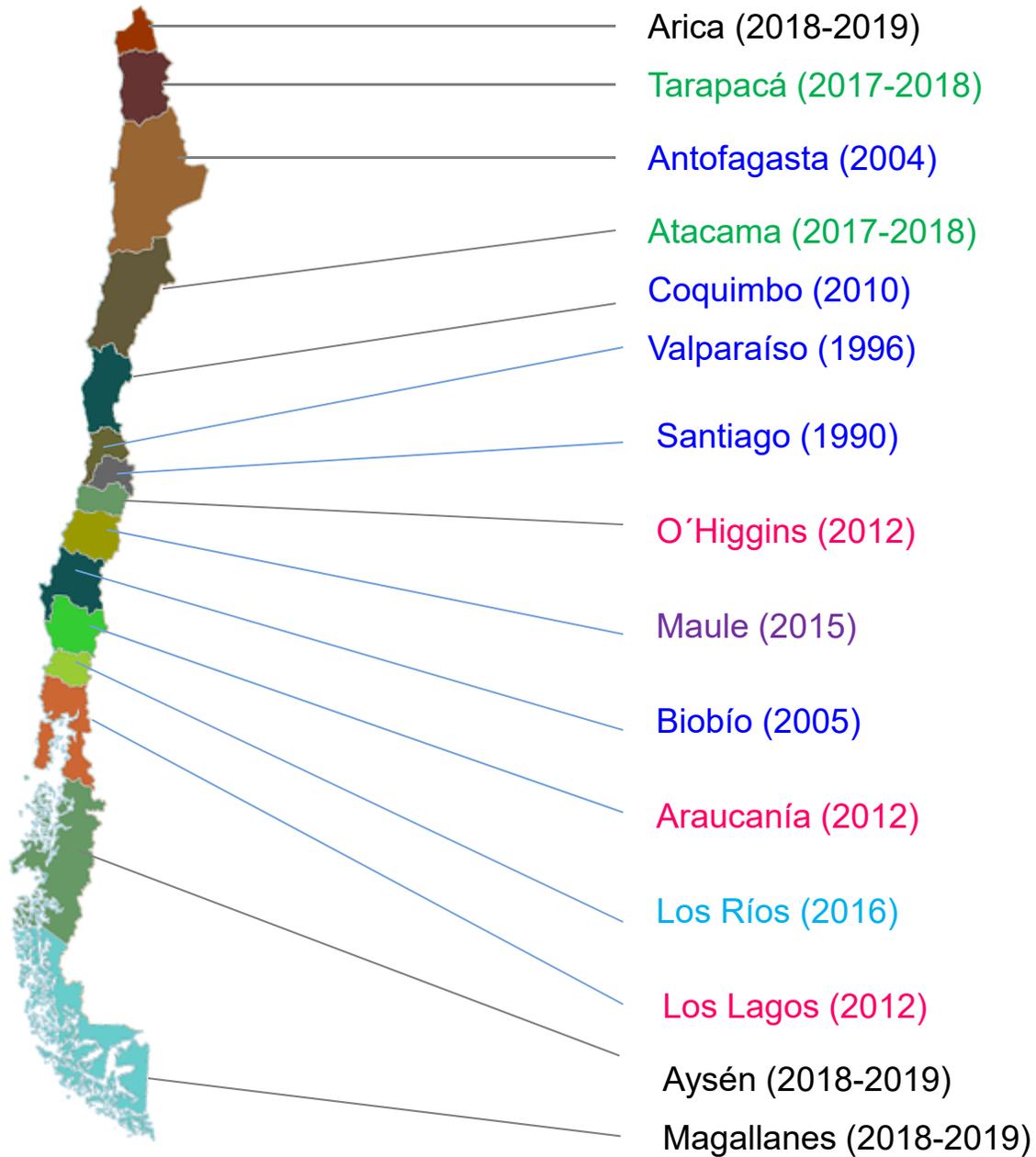
---



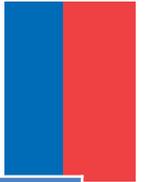
- Como parte del proyecto se desarrolla también el Programa Transyt 8S, que incorpora correcciones y mejoras en el modelo de dispersión; permite especificar los parámetros de dispersión en arcos de buses, y tiene una rutina para elegir ciclo y nodos en doble fase y doble verde.
- El año 2004 la UOCT pasa a depender administrativamente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Entre los años 2006 y 2008 se realizan nuevamente extensos estudios de tránsito a nivel de toda la ciudad para definir las nuevas programaciones a ser implementadas con motivo de la puesta en marcha de Transantiago.
- El año 2008 la UOCT pasa a ser un Programa de carácter nacional, integrando los centros de control regionales que ya existían en esa fecha: Antofagasta, Valparaíso y Biobío.
- El año 2012 se aprueba la nueva versión del Capítulo de Semáforos del Manual de Señalización de Tránsito, incluyendo un Manual de Programación de Semáforos, y que establece nuevas y mayores exigencias para el proceso de justificación, modelación y programación de semáforos.



# Presencia Nacional UOCT



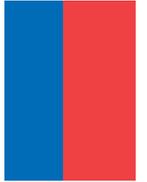
# SITUACION A NIVEL REGIONAL



UOCT REGIONALES ACTUALES	PRÓXIMA INTEGRACIÓN
UOCT de Antofagasta: 142 intersecciones de Antofagasta, 13 CCTV	Calama
UOCT de Coquimbo: 139 intersecciones integradas (50 de Coquimbo y 89 de La Serena), 23 CCTV	Ovalle
UOCT de Valparaíso: 338 intersecciones integradas (94 de Valparaíso, 174 de Viña del Mar, 19 de Villa Alemana, 40 de Quilpué, 11 de Concón), 60 CCTV, 2 VMS	San Antonio Limache
UOCT de O'Higgins: 131 intersecciones integradas (114 de Rancagua, 3 de Machalí, 14 de San Fernando), 21 CCTV y 1 VMS	Rengo
UOCT del Maule: 127 intersecciones integradas (75 de Talca, 52 de Curicó), 10 CCTV	Cauquenes
UOCT del Biobío: 342 intersecciones integradas (165 de Concepción, 24 de Chiguayante, 25 de San Pedro de la Paz, 44 de Talcahuano, 6 de Tomé, 59 de Chillán, 9 de Chillán Viejo y 10 de Coronel), 35 CCTV y 3 VMS	Los Ángeles
UOCT de la Araucanía: 74 intersecciones de Temuco, 9 CCTV	Villarrica
UOCT Los Lagos: 72 intersecciones de Puerto Montt, 16 CCTV, 1 VMS	Castro y Osorno



# Sistema de Control de Tránsito de Santiago



2.900 Intersecciones semaforizadas integradas al sistema de control.	❖ N° de redes existentes: 161
567 Intersecciones operan en modalidad de control dinámico (SCOOT)	❖ Redes en control dinámico SCOOT: 32
2.323 Intersecciones operan con planes de tiempo prefijados según la hora del día o día de la semana	❖ Redes con planes de tiempo prefijados: 129
10 intersecciones aisladas que operan totalmente actuadas por el tráfico	❖ Las redes que operan en control dinámico son en general aquellas que presentan variaciones muy importantes de flujo vehicular a lo largo del día; ejes troncales con presencia media de transporte público, pero con flujos de buses segregados del resto del tráfico; el entorno de las salidas de las autopistas urbanas; y redes con arcos cortos críticos (por ej.: puentes sobre el río Mapocho)
190 cámaras de televisión	❖ Próxima integración de los semáforos más importantes de comunas periféricas como Melipilla, Talagante, Colina, Peñaflor, Pirque, Padre Hurtado.
17 letreros de señalización variable	
50 estaciones de conteo automático de tráfico	



# PLAN DE DESARROLLO PROGRAMA UOCT



- Hace unos pocos años la UOCT concluyó un Plan de Desarrollo y Mejoramiento Tecnológico, que se está implementando gradualmente y que está orientado a dotar a los centros de control de tránsito del país de un conjunto de tecnologías, instrumentos, procedimientos y sistemas integrados que atiendan tres elementos básicos:



**Mayor capacidad para detectar dónde, cuándo y por qué ocurre la congestión.**

**Mayor conocimiento y capacidad de actuar o de intervenir a través del sistema de control para mitigar los problemas.**

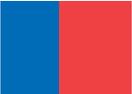
**Incrementar los canales de comunicación para informar a los usuarios de las condiciones de operación de las vías.**

- La UOCT está desarrollando también actualmente un estudio de diagnóstico de los centros de control de tránsito del país, como producto del cual se definirán también iniciativas para aumento de cobertura de los sistemas.





## Algunos Ejemplos de Iniciativas Prioritarias Desarrolladas en el Gran Santiago y Regiones en el Marco de este Plan

- Revisión de las programaciones en ejes o puntos críticos con circulación de transporte público que han presentado mayores caídas en las velocidades de operación: Alameda, Santa Rosa, redes en el entorno de las Estaciones Intermodales La Cisterna y Bellavista, General Mackenna – Ismael Valdés Vergara, Los Leones, Pedro de Valdivia y Antonio Varas.
  - ✓ Beneficios importantes en el eje Santa Rosa por reducción de tiempos de ciclo en sub-planes del período punta mañana.
  - Implementación de la facilidad de prioridad para buses en el Corredor Grecia, a través de la habilitación de control dinámico: resultados auspiciosos, beneficios en los períodos punta a nivel de toda la red.
  - Implementación de otras facilidades del sistema de control dinámico como gating (compuertas): aplicable en redes con niveles de congestión importantes, que tienen aguas arriba de los puntos críticos arcos largos donde retener flujo sin generar problemas de bloqueo (ejemplo de aplicación: Costanera Andrés Bello – Santa María)
  - Implementación gradual de redes en control dinámico, condicionada a la factibilidad de que ellas puedan ser adecuadamente supervisadas: evaluaciones realizadas en Santiago muestran reducciones de demoras de un 8% de SCOOT sobre planes de tiempo fijo actualizados.
- 

## Algunos Ejemplos de Iniciativas Prioritarias Desarrolladas en el Gran Santiago y Regiones en el marco de este Plan

- Implementación de sistemas automáticos de mediciones de tiempo de viaje con sensores bluetooth, cámaras de reconocimiento de placa patente y tag: permiten obtener información casi en tiempo real y generar alarmas ante incidentes o problemas.
- Aumento de la cobertura de los sistemas de cámaras de televisión y letreros de señalización variable.
- Habilitación de proyecto piloto de cámaras de detección automática de incidentes: detección de colas, bloqueo de intersecciones (Bilbao con Pedro de Valdivia en Santiago, y en Viña del Mar).
- Revisión de los tiempos de verdes mínimos en las intersecciones del Gran Santiago: como resultado de la reducción de la velocidad de caminata de los peatones de 1,4 m/seg a 1,1 m/seg ó 0,9 m/seg.
- Uso más extensivo de ciclos dobles en intersecciones que tienen grados de saturación bajos en comparación con las intersecciones críticas.
- Implementación de fases peatonales exclusivas o fases escondidas para reducir los problemas de interferencia entre peatones y ciclistas, y vehículos que viran.



# ESTUDIO COMPARATIVO DE TRANSYT 8S y TRANSYT 15



## Objetivo General del Estudio en Desarrollo

El objetivo principal del estudio consiste en realizar un análisis comparativo de los programas TRANSYT 8S y TRANSYT 15, y evaluar mejoras en el cálculo de diversos parámetros.

## Objetivos Específicos

- Análisis y modelación de una red con particularidades (pistas sólo bus, corredores de transporte público, vías exclusivas, vías reversibles, fases peatonales, etc.).
- Modelación de peatones y modelación de prioridad al transporte público.
- Optimización de programaciones Redes SCAT 74, 23-49 con Transyt 15.
- Analizar la validez de los valores de determinados parámetros como el flujo de saturación, empleando nuevas tecnologías (por ejemplo, el uso de cámaras de TV).
- Analizar y proponer actualizaciones y cambios en la actual Metodología de Programación de Semáforos.
- Tareas de Capacitación a los profesionales UOCT a nivel nacional.



## Algunas Características y Capacidades de T15

En T15 se definen arcos, líneas de detención, nodos, etapas, fases, matrices de entreverdes, etc. Además, el diseño de fases y la programación está asociada a los controladores y no a los nodos como en T8S.

Permite intersecciones con  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , o  $\frac{1}{3}$  del tiempo de ciclo de la red. También admite intersecciones con otros tiempos de ciclo.

Incorpora mayores facilidades para encontrar el tiempo de ciclo de una red.

Puede simular patrones de flujo vehicular variable.

Permite modelar a los peatones que circulan en las intersecciones y su interacción con los vehículos.

Dispone de 3 modelos para representar la circulación vehicular en la red. El primero de ellos (DPM) está basado en un modelo de dispersión de pelotones. Un segundo modelo (CTM) considera las dimensiones temporal y espacial de la circulación. El tercer método (CDPM) permite el análisis de pistas cortas.

Cuenta con facilidades gráficas para el despliegue de los datos de entrada y resultados que facilitan el análisis y las decisiones acerca de cuál es la programación más adecuada de una red.

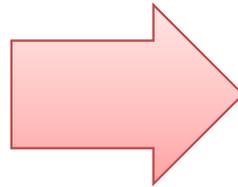


## Comparación entre T15 y T8S

- T15 tiene opciones adicionales para tratar congestión, interacción con peatones, pistas cortas, virajes con oposición, programación asociada a controladores y no a nodos, etc.
- T15 tiene una interfaz de usuario moderna que facilita la detección de errores y el reporte de resultados.
- T8S solamente supera a T15 en arcos normales de tráfico general no congestionado, gracias al modelo de dispersión corregido y ampliado.
- Esto último es absolutamente insuficiente para preferirlo, especialmente para optimización de programaciones.



**la recomendación es usar T15**



## Enfoque del Estudio

- Nos vamos a concentrar en conocer y utilizar bien las capacidades de T15.
- Se intentará que el TRL provea versión de T15 con dispersión corregida.
- Tareas metodológicas requieren simulación y validación.
- Incorporar técnicas novedosas para la obtención de datos.
- En una de las redes se analizarán las opciones de T15 más relevantes: CTM en arcos congestionados, modelación de buses con diferentes esquemas de prioridad, modelación de pistas cortas, virajes con oposición y peatones.

## Desafíos de Corto y Mediano Plazo

- Consolidar las UOCT existentes y dotarlas de las más modernas tecnologías y mejores procedimientos de gestión.
- Aumentar la cobertura de los centros de control, incorporando nuevas ciudades que presenten problemas de congestión.
- Habilitar en el momento óptimo las nuevas UOCT en aquellas regiones donde los estudios de factibilidad técnico-económica así lo recomienden.
- Concluir el estudio comparativo de Transyt ya reseñado, y probar todas las nuevas facilidades de T15, incorporando a éste las mejoras que se requieran.
- Revisión de la conformación de las redes de semáforo y actualización de las programaciones de las distintas redes con las nuevas técnicas y metodologías, idealmente cada 3 años, según los mejores estándares internacionales.
- Avanzar en el desarrollo de una metodología de evaluación de proyectos ITS, lo que facilitaría la generación de nuevas iniciativas de inversión.