

BUSTOP 1.0



MODELO DE SIMULACION DE PARADEROS DE BUSES

Desarrollado a partir del modelo IRENE 4.2
de la Universidad de Chile.

Fenómeno



- Un paradero es en esencia un conjunto de lugares de transferencia de personas de un andén a un vehículo y viceversa.
- Reconociendo que en la practica esta transferencia se produce normalmente de maneras muy informales, establecer un modelo matemático requiere una definición física clara del proceso.

Formalización



- En consecuencia, se entiende por paradero como una zona bien delimitada donde esperan y descenden los pasajeros (andén), y asimismo de la pista adyacente a ella, donde se detienen los buses (área de parada). Esta última puede contener uno o más lugares de detención, denominados sitios.

Funcionamiento



El funcionamiento de la estación dependerá de varios factores:

Características de los buses. Influyen algunas propias al diseño de los vehículos y otras de carácter operacional. Entre las primeras: longitud, número y ancho de puertas; entre las segundas: velocidad de recorrido, tasas de aceleración y frenado, uso asignado de las puertas y reglas de apertura y cierre de éstas, sistema de pago del pasaje (dentro del vehículo: con o sin cobrador; fuera del vehículo).



Funcionamiento



Demanda de la estación

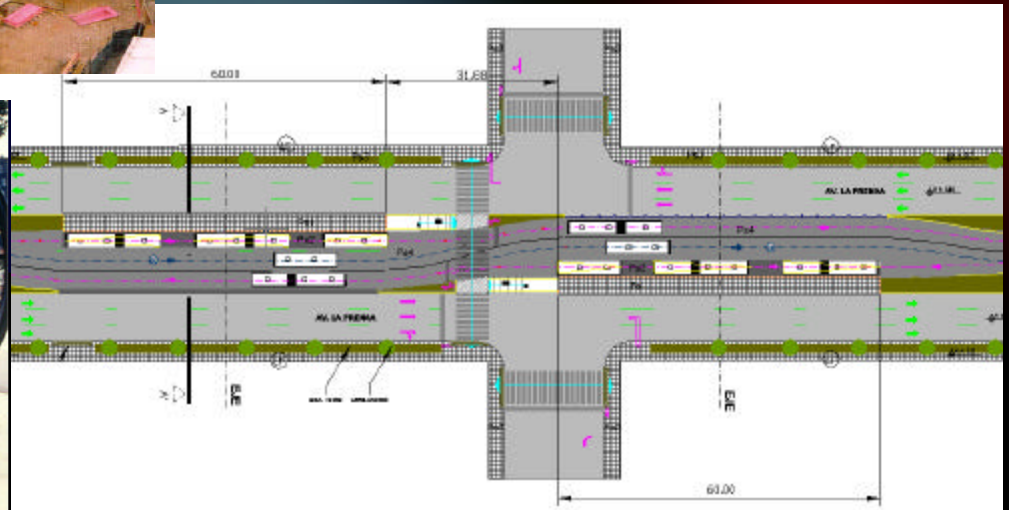
La demanda de pasajeros que suben o bajan de cada vehículo, según hora del día y el flujo de buses que se detiene y que no se detiene, la distribución de estas variables según servicio y la forma de las llegadas de peatones y de vehículos (aleatoria, en pelotón, etc.).



Funcionamiento



Diseño físico de la estación. Puede haber varios andenes, dependiendo del tamaño de la estación, cada uno con sus respectivas áreas de parada, y éstas pueden tener uno o más sitios.



Funcionamiento

Modalidad de operación de la estación.

Existen una diversidad de características relevantes, que pueden estar condicionadas por el diseño físico o corresponder a costumbres.

- Obligatoriedad de detenerse
- Asignación de los sitios
- Reglas de detención
- Disciplina de entrada
- Disciplina de salida



La mayoría de estos factores son de carácter permanente. Es la demanda la esencialmente variable en el tiempo. En consecuencia, es la que condiciona la cantidad y duración de las detenciones que se producen por movimiento de pasajeros y el flujo de buses que pasa por cada andén.

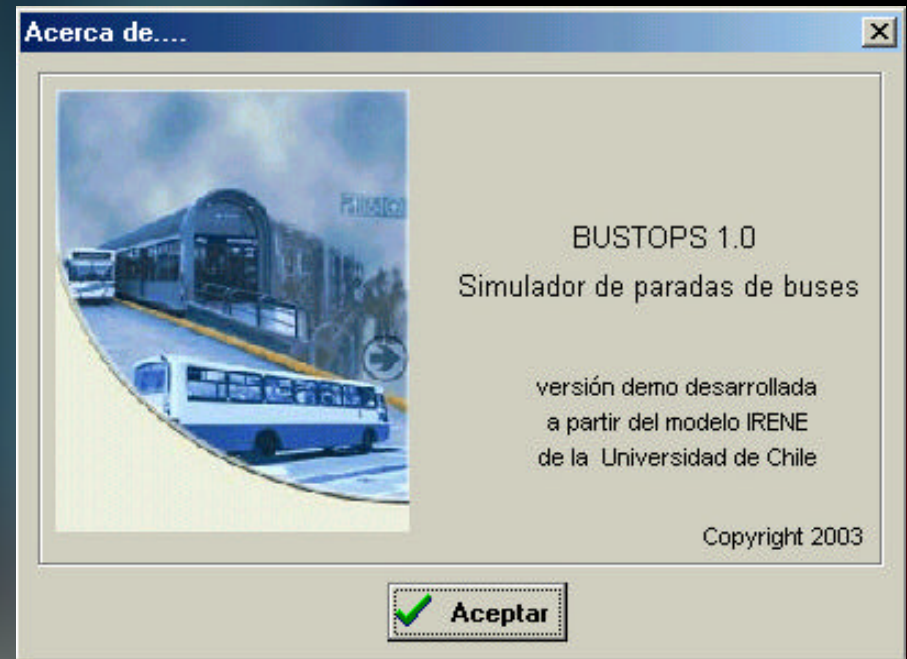
Formulación del modelo

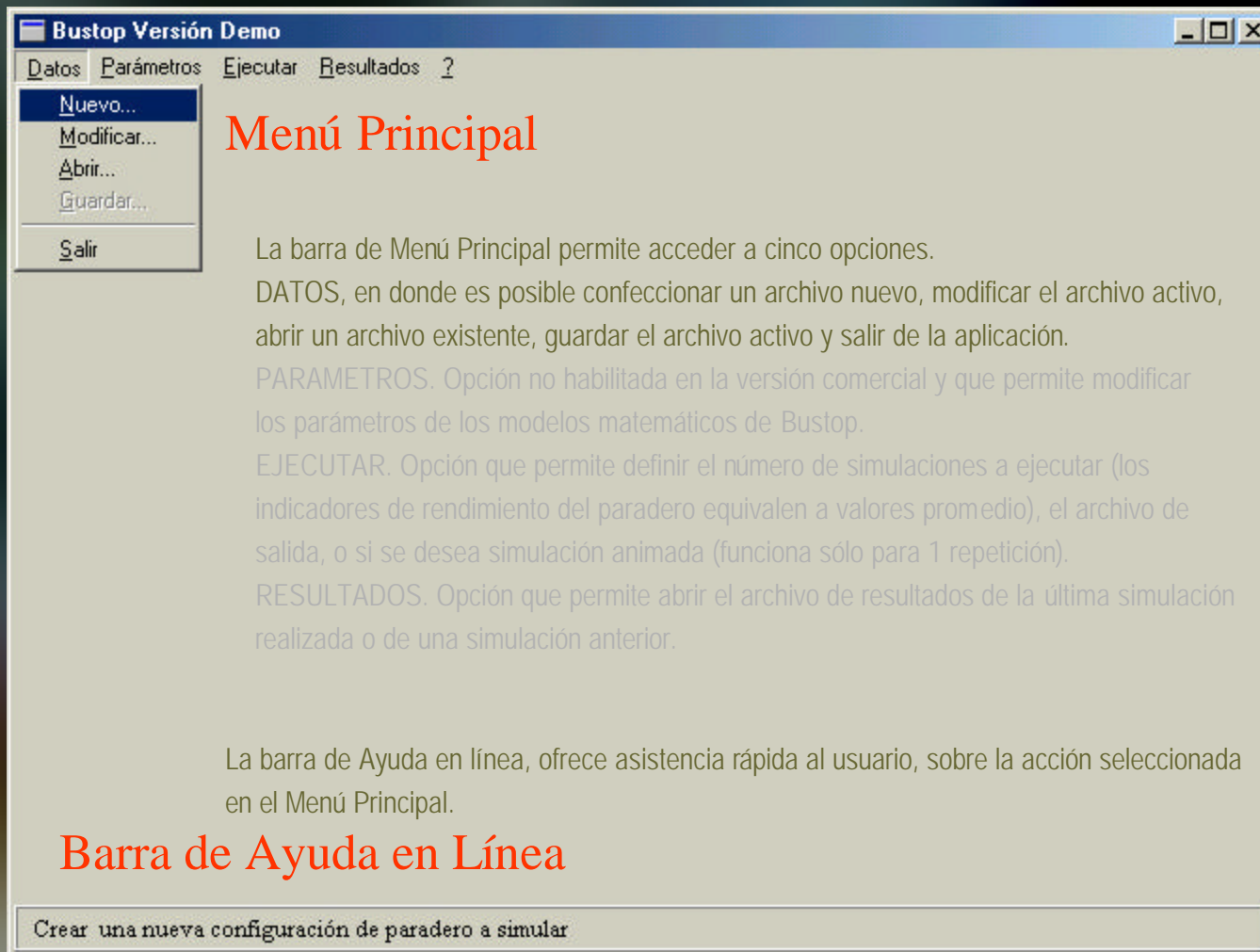
- A partir de ésta conceptualización formal, se formula un modelo para determinar la capacidad de un paradero.
- Aún bajo supuestos simplificadorios, algunas de las variables del modelo son aleatorias, resultando un complejo proceso estocástico dependiente del tiempo, es por ello la necesidad de simular la operación del paradero en vez de considerar un enfoque analítico.

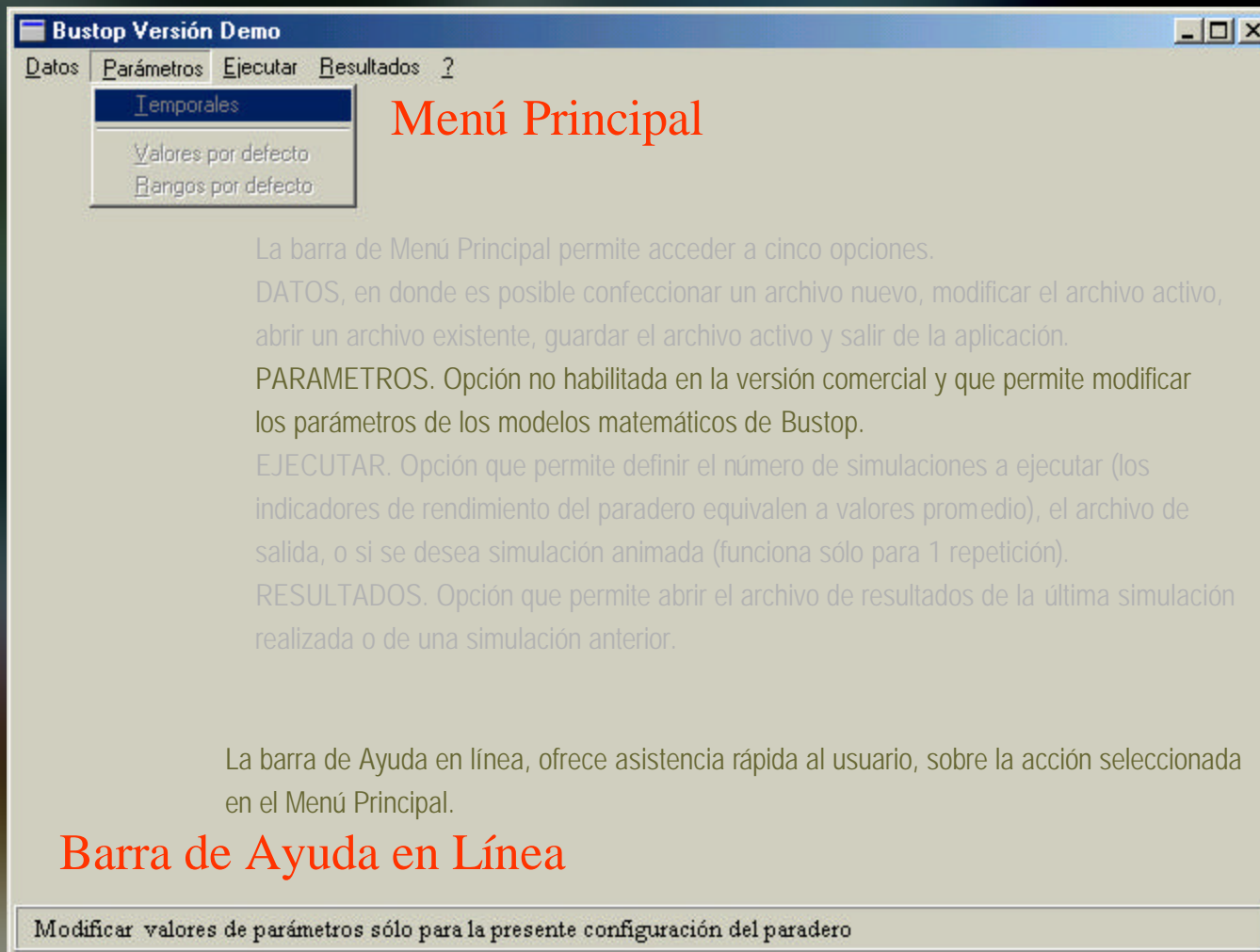
¿Qué hace BUSTOP?

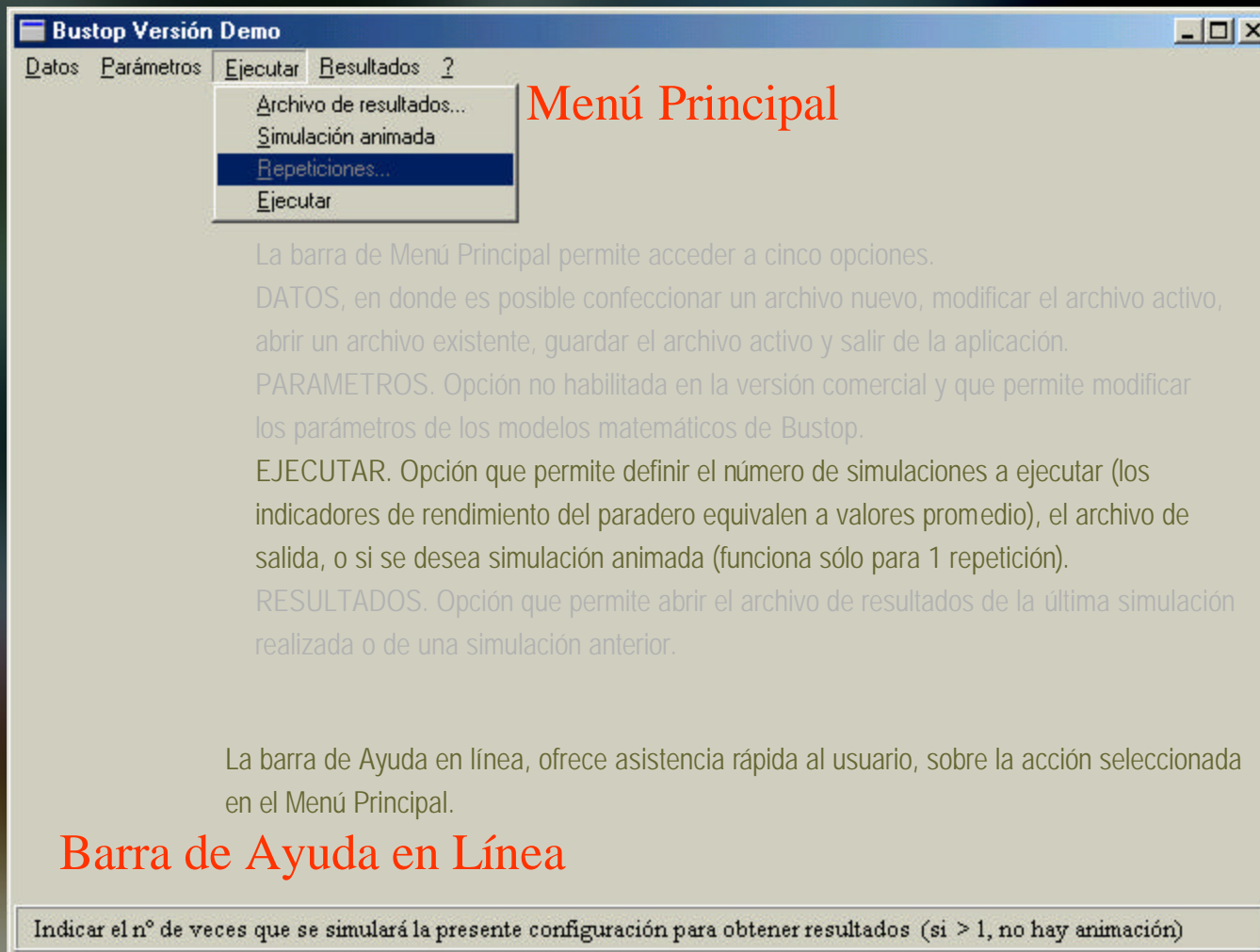
- Estima la capacidad de un paradero, si esta saturado.
 - Las demoras (en cola, por movimiento de pasajeros o por esperas internas);
 - Indicadores de eficiencia de la operación del paradero
 - Longitud de cola de entrada al paradero (así como el porcentaje del tiempo que ella excede un valor crítico prefijado)

Para una variedad de combinaciones de demanda, diseño y modalidad de operación.
Los datos requeridos son sencillos de obtener.









Menú Principal

La barra de Menú Principal permite acceder a cinco opciones.

DATOS, en donde es posible confeccionar un archivo nuevo, modificar el archivo activo, abrir un archivo existente, guardar el archivo activo y salir de la aplicación.

PARAMETROS. Opción no habilitada en la versión comercial y que permite modificar los parámetros de los modelos matemáticos de Bustop.

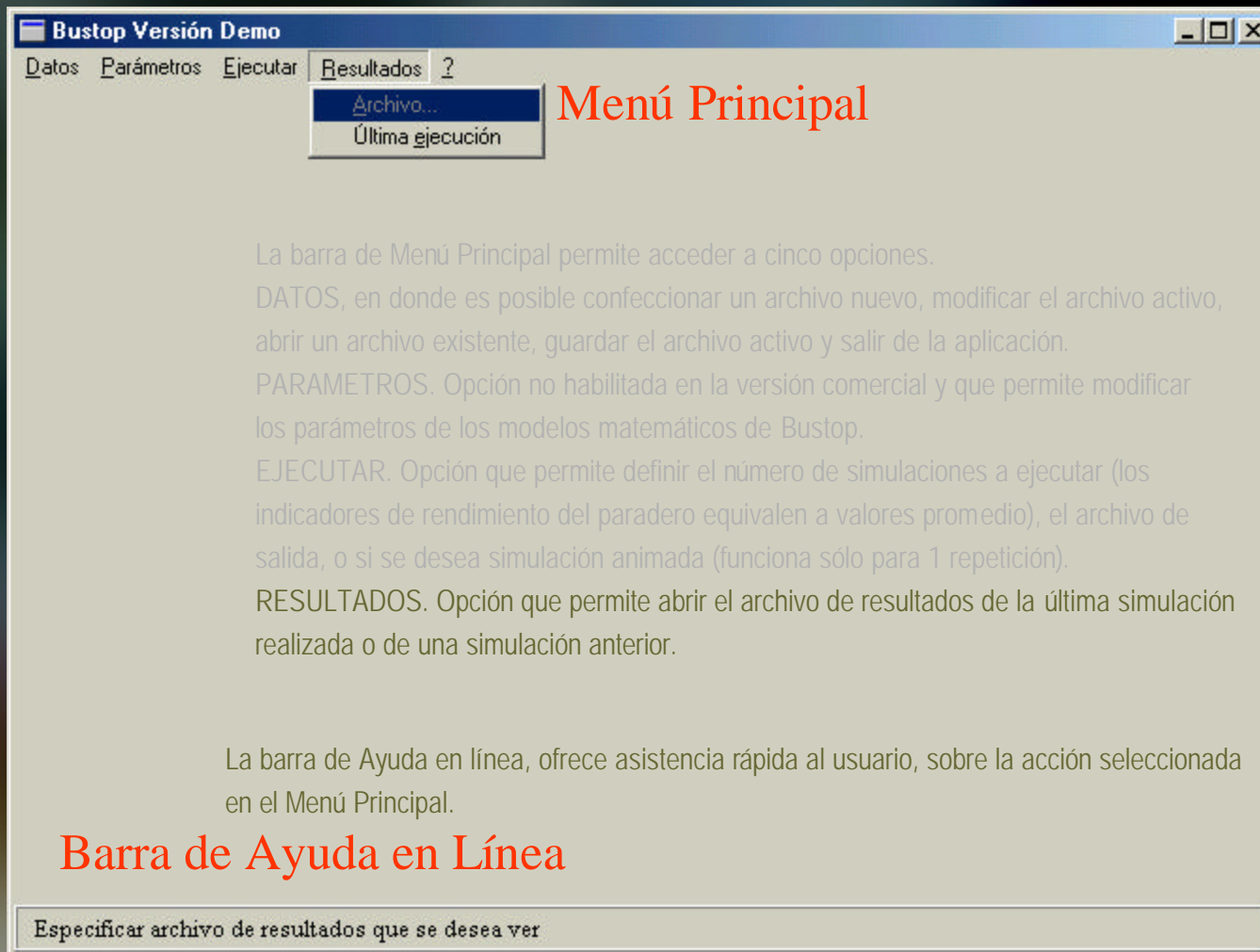
EJECUTAR. Opción que permite definir el número de simulaciones a ejecutar (los indicadores de rendimiento del paradero equivalen a valores promedio), el archivo de salida, o si se desea simulación animada (funciona sólo para 1 repetición).

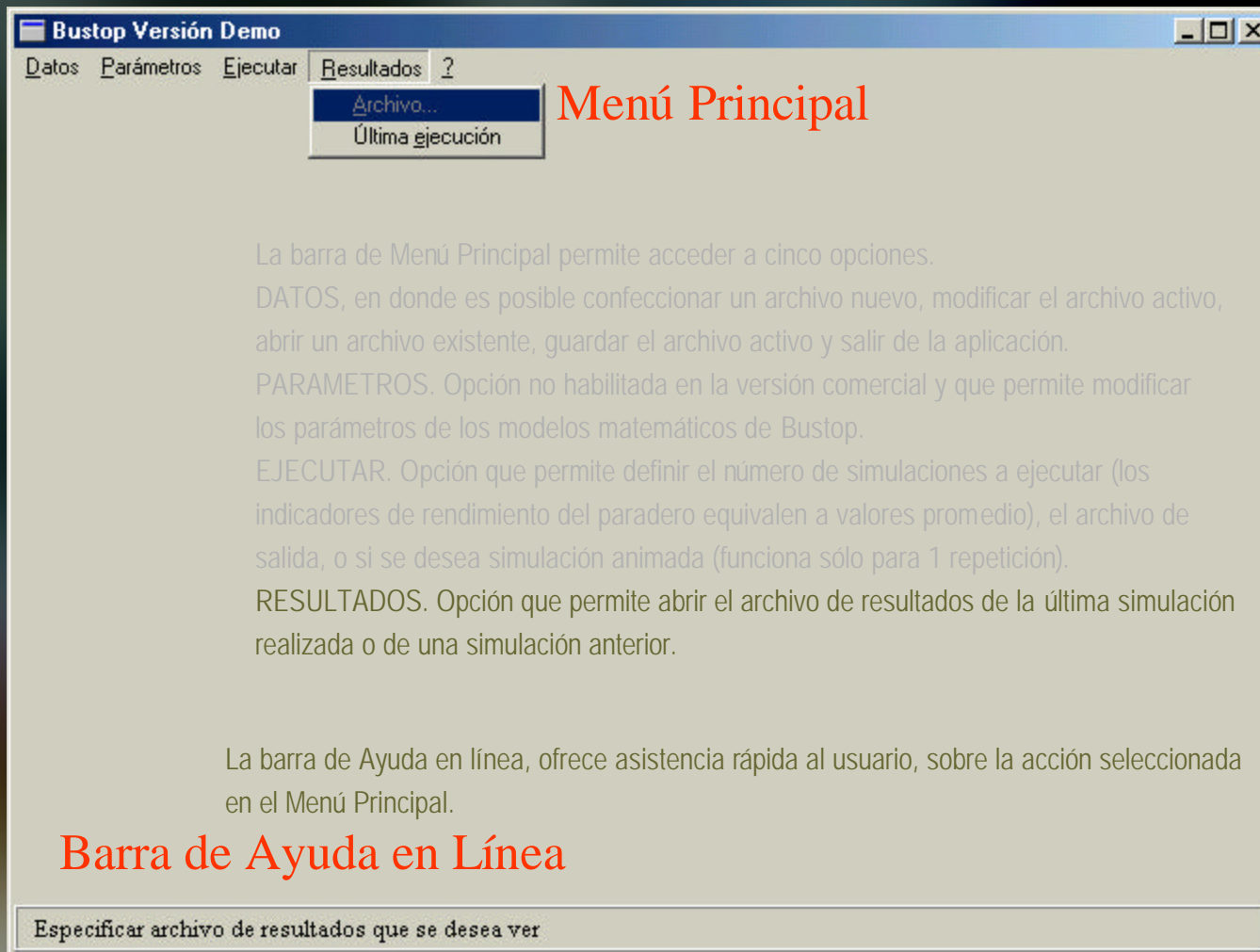
RESULTADOS. Opción que permite abrir el archivo de resultados de la última simulación realizada o de una simulación anterior.

La barra de Ayuda en línea, ofrece asistencia rápida al usuario, sobre la acción seleccionada en el Menú Principal.

Barra de Ayuda en Línea

Indicar el n° de veces que se simulará la presente configuración para obtener resultados (si > 1, no hay animación)





Al seleccionar un archivo nuevo, se accede a la pantalla de dialogo siguiente. En ella, se tienen cuatro opciones (lenguetas).

DEFINE LA OPERACIÓN DEL PARADERO

Nueva Configuración

Paradero Demanda Semáforo Arriba Semáforo Abajo

CARACTERÍSTICAS DEL PARADERO

Identificación : Paradero de ejemplo

Datos Físicos

☐ Está formalizado Número de sitios : 2

☐ Hay semáforo aguas arriba Longitud de cada sitio (m) : 12

☐ Hay semáforo aguas abajo Extensión cola crítica (buses) : 0

Flujo de saturación (bus/h): 1100

Modalidad de Operación

Paradero **Buses**

☐ No se permite salir por pista adyacente ☐ Intervalo de llegadas es constante

☐ Existe congestión en andén ☐ Todos deben pasar por área de parada

☐ Detención única para transferencia ☐ Puertas especializadas

Aceptar Cancelar Ayuda

Nueva Configuración

Paradero Demanda Semáforo Arriba Semáforo Abajo

CARACTERÍSTICAS DEL PARADERO

Identificación : Paradero de ejemplo

Datos Físicos

☐ Está formalizado Número de sitios : 2

☐ Hay semáforo aguas arriba Longitud de cada sitio (m) : 12

☐ Hay semáforo aguas abajo Extensión cola crítica (buses) : 0

Flujo de saturación (bus/h): 1100

Modalidad de Operación

Paradero **Buses**

☐ No se permite salir por pista adyacente ☐ Intervalo de llegadas es constante

☐ Existe congestión en andén ☐ Todos deben pasar por área de parada

☐ Detención única para transferencia ☐ Puertas especializadas

Aceptar Cancelar Ayuda

Si el paradero funciona con alto grado de formalidad

Si existe semáforo aguas arriba y/o aguas abajo

Número de sitios en el andén a simular

Dependerá del tipo de vehículo simulado

Número de buses que puede causar bloqueo aguas arriba del paradero

Máximo flujo de buses posible por área de parada si ninguno se detuviese

Imposible adelantar por pista adyacente a buses detenidos en sitios delanteros

Existe alta densidad de pasajeros y desorden en el andén

Buses transfieren pasajeros en una sola detención

Si las llegadas al paradero o al semáforo aguas arriba (de existir) son constantes. En otro caso, se asume llegadas aleatorias.

Nueva Configuración

Paradero Demanda Semáforo Arriba Semáforo Abajo

CARACTERÍSTICAS DEL PARADERO

Identificación : Paradero de ejemplo

Datos Físicos

☐ Está formalizado Número de sitios : 2

☐ Hay semáforo aguas arriba Longitud de cada sitio (m) : 12

☐ Hay semáforo aguas abajo Extensión cola crítica (buses) : 0

Flujo de saturación (bus/h): 1100

Modalidad de Operación

Paradero **Buses**

☐ No se permite salir por pista adyacente ☐ Intervalo de llegadas es constante

☐ Existe congestión en andén ☐ Todos deben pasar por área de parada

☐ Detención única para transferencia ☐ Puertas especializadas

Aceptar Cancelar Ayuda

Si las puertas son sólo de subida o de bajada. En caso contrario, la puerta de subida puede usarse para bajar

Si los buses que no transfieren pasajeros, también deben pasar por el área de parada

DEFINE ANTECEDENTES DE DEMANDA DE BUSES Y DE PASAJEROS

Paradero de ejemplo

Paradero **Demanda** Semáforo Arriba Semáforo Abajo

USO DEL PARADERO

Período de simulación

Duración (min) : 60

Long. cola inicial (bus) : 1

Buses

Flujo total (bus/h) : 175

% que transfiere pax : 85

% que va lleno : 5

Detenciones por transferencia

Número medio por bus : 1

Pasajeros

☒ media por bus ☐ por hora

Demanda subida : 1.2

Demanda bajada : 2.3

Detención principal bifuncional

Moda pax. que suben : 1

Moda pax. que bajan : 1

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Duración de la simulación en minutos. Mínimo 15, Máximo 90

Número medio de buses en cola al inicio del período

Tasa de subida y bajada de pasajeros, expresada como promedio por bus o por hora.

Tasa de subida y bajada más frecuente en primeras detenciones bifuncionales

Número medio de detenciones en que un bus transfiere pasajeros. Mínimo 1, Máximo el número de sitios definidos.

Flujo total que circula por la calle. Se identifica el porcentaje del flujo que se detiene para transferir pasajeros y el porcentaje de buses que circula lleno.

DEFINE ANTECEDENTES DE SEMAFORO AGUAS ARRIBA

Paradero de ejemplo

Paradero Demanda **Semáforo Arriba** Semáforo Abajo

SEMÁFORO AGUAS ARRIBA

Características Línea de Detención :

Distancia a entrada paradero (m) : 0

Flujo de automóviles (veh/hora) : 0

% de automóviles que viran : 0

Flujo de saturación básico (ADE/h) : 2000

Factores de equivalencia :

• bus (ADE/bus) : 1.75

• auto que vira (ADE/veh) : 0

Programación semáforo :

Tiempo de ciclo (s) : 0

Verde efectivo para pista (s) : 0

Demora media paradero intermedio (s) : 0

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Distancia entre la línea de parada de semáforo y entrada al paradero

Flujo de automóviles que circula y porcentaje de vehículos que gira en línea de detención del semáforo

En caso de existir un paradero intermedio entre semáforo y paradero modelado, ingresar la demora promedio.

DEFINE ANTECEDENTES DE SEMAFORO AGUAS ABAJO

Paradero de ejemplo

Paradero Demanda Semáforo Arriba **Semáforo Abajo**

SEMÁFORO AGUAS ABAJO

Características Línea de Detención :

Distancia a salida paradero (m): 0

Flujo de saturación básico (ADE/h) : 2000

Factor equivalencia bus (ADE/bus) : 1.75

Factor cola adicional pista adyac. : 0

Programación semáforo :

Tiempo de ciclo (s) : 0

Verde efectivo para pista (s) : 0

Desfase relativo del rojo (s) : 0

Aceptar

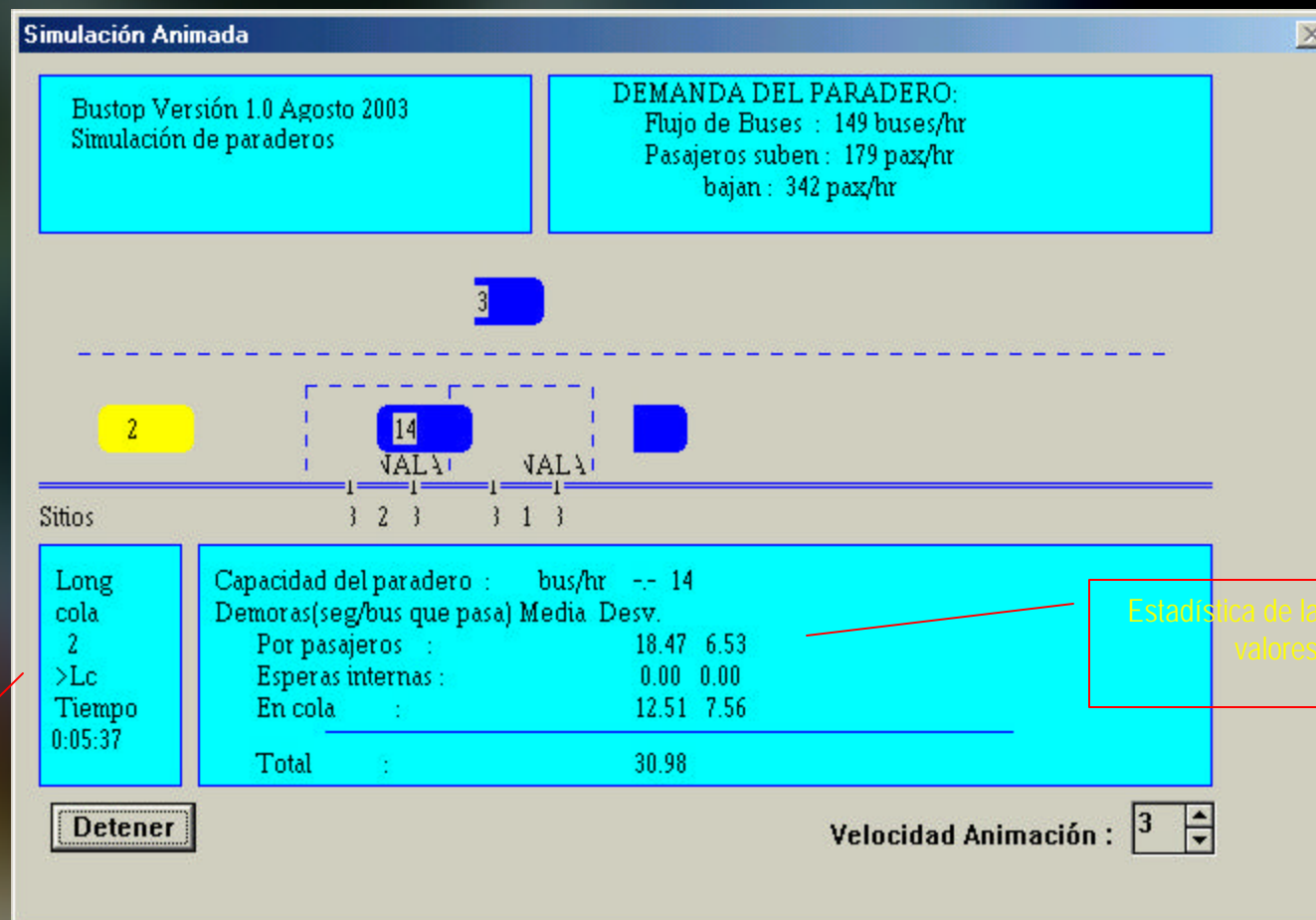
Cancelar

Ayuda

Distancia entre la línea de parada de semáforo aguas abajo y entrada al paradero

Razón entre longitud de cola promedio de pista adyacente y distancia del paradero a línea de parada.

OPCION DE SIMULACION ANIMADA



Estadística de la simulación. Se detallan valores promedio y desviación.

Detalle de la simulación. Longitud de cola promedio del paradero, mayor a cola crítica especificada. Tiempo de simulación del paradero.

Estructura archivo de salida

BUSTOP Versión 1.0

Fecha : 08-11-2003

Simulación de una parada de Transporte Público

DATOS DEL PARADERO

Identificación : Paradero de ejemplo
Tipo : Informal
Número de sitios : 2
Flujo de saturación : 1100 buses/hora
Longitud cola inicial : 1 buses
Parámetros : Todos con valor por defecto
Período de simulación : 60 minutos (149 buses)

Buses Flujo total 175 bus/hr

Transfieren 85 %

Demanda Suben 179 pax/hora

Pasajeros Baján 342 pax/hora

Detenciones Media 1.00 det/bus

Tipo 11 % sólo subida
47 % sólo bajada
42 % subida/bajada

Modalidad de Operación

- Buses llegan con intervalo aleatorio
- Sólo los buses que transfieren pasajeros pasan por el paradero
- Puertas no especializadas : se permite bajar por puerta de subida
- 5% de los buses van llenos
- No hay congestión en andén
- Detención única en sitio disponible más próximo a la salida
- Se puede salir por pista adyacente
- Paradero aislado (libre de interferencias de semáforos)

Estructura archivo de salida

RESULTADOS DE LA SIMULACION

Flujo por el paradero : 150 buses/hr (Incluye cola inicial)
 Capacidad : Indeterminada por insuficiente saturación
 Grado de saturación : -.-

Demoras (por bus que pasa) [seg]

Por pasajeros Media	20.43
D.E.	8.30
Esperas internas Media	0.00
D.E.	0.00
Espera en cola Media	16.96
D.E.	21.30
Demora Total Media	37.38

D.E. representa la desviación estándar en la corrida.

Extensión máxima de cola del paradero

Media en el Período : 0.63 buses (7 metros)
 > Crítica (0 buses) : 36.51 % del tiempo

Indicadores de eficiencia [pax transferidos / seg demora]

Interna: 0.17 Cola: 0.21 Global: 0.09

Indices de uso de los sitios del paradero

Sitios : 2 1
 Ocupación : 52.1 % 52.3 %
 Detenciones por transferencia : 48.0 % 52.0 %

Detenciones en el paradero (# medio por bus que pasa por área de parada)

Tipo de Detención	Sólo subida	Sólo bajada	Subida y Bajada	Espera interna	Espera en cola
Principal	0.11	0.47	0.42	0.07	0.58
Secundaria	0.00	0.00	0.00		
Total	por pasajeros : 1.00			por Congestión : 0.65	

Tasas de subida y bajada (pax/det)

	Subidas		Bajadas	
Detención sólo sub.	sub/baj	sólo baj.	sub/baj	
Principal	2.27	2.27	2.57	2.57
Secundarias	-.-	-.-	-.-	-.-

Bajadas por puerta de subida : 59 %

Distribución de subidas y bajadas de pasajeros en bifuncionales principales

SUBIDAS	BAJADAS
Media: 2.266	Media: 2.571
Moda : 1	Moda : 1