

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN INTELIGENTE  
PARA LA PLANIFICACIÓN DE INTERSECCIONES Y REDES COORDINADAS  
DE SEMÁFOROS EN LA CIUDAD DE MANIZALES**

**ANGÉLICA ALZATE BOTERO  
DIEGO EDDYE HURTADO QUINTERO**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
MANIZALES  
2007**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN INTELIGENTE  
PARA LA PLANIFICACIÓN DE INTERSECCIONES Y REDES COORDINADAS  
DE SEMÁFOROS EN LA CIUDAD DE MANIZALES**

**ANGÉLICA ALZATE BOTERO  
DIEGO EDDYE HURTADO QUINTERO**

**Trabajo de grado para optar el título de  
Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones**

**Presidente  
LEONARDO LEAL GARCÍA  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
MANIZALES  
2007**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Manizales, 10 de septiembre de 2007

## **AGRADECIMIENTOS**

Los Autores expresan sus agradecimientos a:

Nicolás Gómez. Ingeniero Sistemas y Asesor de la investigación, por su valiosa e incondicional orientación a lo largo del proceso.

Iván Mauricio Ramírez. Ingeniero Civil y Asesor externo, quien fue gestor e impulsador de la idea, además de un apoyo técnico, teórico y empírico en la creación del trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Marco Conceptual	5
4.1.1 Teoría del Tráfico	5
4.1.2 Diseño de Intersecciones	7
4.1.3 Coordinación de Intersecciones	11
4.1.4 Sistema de Planificación de Intersecciones con Algoritmos de Optimización	14
4.1.5 Integración del Sistema con Sistemas de Información Geográfica y Sistemas de Control de Tráfico	16
4.1.6 OMT y UML	17
4.1.7 Herramientas	18
4.2 Marco Referencial	18
4.2.1 La Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales	18
4.2.2 Los Problemas del Tránsito	19
4.2.3 Las Soluciones del Problema del Tránsito	20

4.2.4	El Referente Actual de la Secretaría de Tránsito	21
5.	METODOLOGÍA	22
5.1	Tipo de Trabajo	22
5.2	Fases del Desarrollo de la Metodología	22
5.2.1	Fase A: El Entorno del Problema	22
5.2.2	Fase B: Análisis del Sistema	23
5.2.3	Fase C: Diseño del Sistema	26
6.	RESULTADOS	28
6.1	Casos de Uso	28
6.2	Modelo Estático	28
6.3	Modelo Dinámico	28
6.4	Modelo Funcional	30
6.5	Diseño del Sistema	30
7.	CONCLUSIONES	46
8.	RECOMENDACIONES	49
	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	53

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de clases	29
Figura 2. Ruleta de selección de individuos	41
Figura 3. Reproducción con cruzamiento	43
Figura 4. Diagrama de flujo del algoritmo genético	44
Figura 5. Interfaz para configurar plano	45

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ejemplo de un estructura como individuos del AG	39
Tabla 2. Tabla de selección de individuos	41
Tabla 3. Tabla de individuos aptos	42

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Casos de Uso	54
Anexo B. Diagrama Casos de Uso	155
Anexo C. Diccionario de Datos	164
Anexo D. Diagramas de Estados	214
Anexo E. Diagramas de Secuencia	227
Anexo F. Diagramas de Colaboración	325
Anexo G. Diagramas de Actividades	384
Anexo H. Diagramas de Flujos de Datos (DFD)	484
Anexo I. Diagramas de Diseño	507
Anexo J. Diseño de Interfaces	510
Anexo K. Diagrama de Bandas	515
Anexo L. Formato de Alimentación del Regulador CD	516
Anexo M. Factores de Ajuste al Flujo de Saturación	524
Anexo N. Diagrama Espacio – Tiempo	525
Anexo O. Codificación de Grupos según la Norma RILSA	526

## GLOSARIO

**ACCESO:** Cada una de las vías que se contraponen en una intersección y permite la entrada y salida de vehículos a través de ésta.

**ACELERACIÓN:** Incremento de la velocidad en la unidad de tiempo.

**ACERA:** *Ver Andén.*

**AFORO:** Acción de contar el número de vehículos y personas que circulan en puntos específicos de una vía. En función de los fines y objetivos un aforo incluirá diversos aspectos como sentidos de circulación, variación por unidades de tiempo, composición vehicular, etc.

**AGENTE DE TRÁNSITO:** Funcionario con facultades para regular la circulación vehicular y peatonal, comprobar infracciones a las normas legales y obligar a cumplir dichas normas.

**ANDÉN:** Área de resguardo utilizada por los peatones, para realizar las maniobras de ascenso y descenso, mismas que, generalmente, están en paraderos en vía pública y puntos de trasbordo modal.

**ÁREA DE CONFLICTO:** Espacio determinado en una intersección donde se ejecutan los diversos movimientos posibles de los vehículos de acuerdo con los ciclos programados de los semáforos.

**ARTERIA:** Vías primarias cuyas intersecciones son controladas por semáforos en gran parte de su longitud, que conectan a los diferentes núcleos o zonas de la ciudad, de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables. Pueden contar con pasos a nivel y desnivel, de uno o dos sentidos de circulación, con o sin franja separadora; puede contar con carriles exclusivos para el transporte público de pasajeros, en el mismo sentido o contra flujo.

**AVENIDA:** Arteria o calle céntrica ancha e importante por el alto nivel de actividades humanas que tienen lugar a lo largo de ella y el prestigio de los edificios que la bordean. Suele tener árboles a ambos lados y otros elementos que realzan su aspecto.

**BAHÍA DE GIRO:** Ensanchamiento de una calzada que permite a los vehículos realizar giros exclusivos a la izquierda disminuyendo el nivel de saturación de la vía.

**CALLE<sub>1</sub>:** Superficie de uso público generalmente limitada por edificaciones, que permite el tránsito de vehículos y personas; comunica, entre sí los predios que la delimitan, aloja los servicios públicos de infraestructura y posibilita la circulación.

**CALLE<sub>2</sub>:** Nomenclatura que se utiliza para la organización de direcciones de una ciudad y van perpendiculares a los cerros en dirección oriente-occidente. También son llamadas Diagonales.

**CALZADA:** Subdivisión del acceso destinado a la circulación de vehículos para entrar o salir de la intersección.

**CAPACIDAD DE CIRCULACIÓN:** Máximo número de peatones o vehículos que de manera razonable se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, en condiciones imperantes o prevalecientes de vía, tránsito y control.

**CARRERA:** Nomenclatura del sistema actual de vías, y van paralelas a los cerros, en dirección sur-norte. Las carreras son equivalentes a las transversales.

**CARRIL:** Franja de la superficie de rodamiento o calzada, destinada para la circulación en un sentido de una fila de vehículos, cuyo ancho varía en función de la velocidad, tipo de vehículos previstos y características geométricas de la vía.

**CENTRAL DE TRÁNSITO:** Sala o salas que contienen el equipo de cómputo, pantallas, mapas, y demás mandos para controlar un sistema computarizado de semáforos.

**CICLO:** Agrupación de fases que permite dar paso a todos los grupos de la intersección sin que ninguna repita.

**COLA:** Fila de vehículos detenidos o casi detenidos.

**CONDUCTOR:** Toda persona que maneje un vehículo en cualquiera de sus modalidades.

**CONFLICTO:** Dificultad que surge cuando dos grupos de vehículos de calzadas diferentes, compiten por el mismo espacio en la vía.

**CONGESTIÓN:** Afectación de la vialidad por volumen excesivo de vehículos, alguna causa humana o natural, que impide la circulación normal de los vehículos, ocasionando la concentración de un número considerable de éstos a la vez, en un espacio determinado.

**CONSUMO DE COMBUSTIBLE:** Gasto de carburante necesario para que un automóvil pueda avanzar en un trayecto. Entre menor sea el número de paradas, menos consumo de combustible presenta el móvil.

**CONTROLADOR DE SEMÁFORO:** *Ver Regulador.*

**COORDINACIÓN:** Consiste en programar el encendido de las luces de los semáforos de tal forma que los vehículos puedan atravesar la vía de un extremo a otro, a una velocidad constante y sin detenerse.

**CORREDOR:** Tramo vial existente entre varias intersecciones, que tiene continuidad, longitud, y ancho suficientes para concentrar el tránsito de vehículos y personas, y que comunica diferentes zonas dentro del entorno urbano.

**CRUCE:** *Ver Intersección.*

**DENSIDAD:** Número de vehículos que ocupan un determinado segmento de vía en un instante particular.

**DEFASE:** Diferencia de tiempo entre el comienzo de una fase en un semáforo y el inicio de la fase correspondiente en otro, real o imaginario, que se toma como referencia.

**DIAGONAL:** Denominación alternativa de calle.

**DIAGRAMA DE BANDAS:** Consiste en la representación gráfica de toda la programación de la ruta, destacando incluso los principales eventos de sus componentes de tiempo.

**DIAGRAMA ESPACIO – TIEMPO:** Diagrama de dos dimensiones que se usa para coordinar semáforos, donde se puede proyectar en una coordenada, los tiempos transcurridos y en la otra, las distancias recorridas.

**DISTANCIA:** La que recorre un vehículo desde que ocurre un suceso que lo obliga arrancar, hasta que se detiene.

**DURACIÓN DE CICLO:** Tiempo total en que un semáforo completa un ciclo.

**EMISIÓN DE GASES:** Escape de los vehículos que contamina la atmósfera.

**ESCALA:** Relación matemática entre las dimensiones reales y el dibujo en un plano.

**ESTRUCTURA:** *Ver Plan de Señales.*

**EVALUACIÓN:** Estudio detallado del funcionamiento de una intersección, corredor o red vial, con el propósito de calificar el nivel de servicio y encontrar las configuraciones óptimas.

**FACTOR DE AJUSTE:** Coeficiente por el que se multiplica el valor de un parámetro relativo a las condiciones ideales con el fin de estimar su valor en las condiciones que se estudian.

**FASE:** Parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso en una intersección, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede significar un solo movimiento vehicular, un solo movimiento peatonal, o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales. Una fase comienza con la pérdida del derecho de paso de los movimientos que entran en conflicto con los que lo ganan. Un movimiento pierde el derecho de paso en el momento de aparecer la indicación ámbar.

**FLUIDEZ DE TRÁFICO:** Facilidad con que circula una corriente vehicular.

**FLUJO CRÍTICO:** Flujo de saturación máximo entre los carriles de un grupo.

**FLUJO DE SATURACIÓN:** Representa el número de vehículos por hora por carril que puede atravesar una intersección señalizada si la señal de verde estuviera habilitada por la hora completa y el flujo de vehículos nunca fuera detenido.

**FLUJO DE VEHÍCULO:** Circulación vehicular en condiciones más o menos ideales.

**FLUJO EQUIVALENTE:** Volumen de vehículos que giran, representando como su equivalencia en vehículos directos.

**FLUJO MÁXIMO DE SATURACIÓN:** Volumen máximo de vehículos que puede pasar por uno o más carriles de una calzada a una intersección semaforizada, en ciertas condiciones, por hora de verde, descontando los tiempos perdidos por arranque de cola y despeje.

**FLUJO PROGRESIVO:** Vías de flujo continuo que no tienen elementos fijos que obstaculicen el volumen de tránsito y que provoquen interrupciones, tales como semáforos.

**FORMATO DE ALIMENTACIÓN:** Manera de codificar información para almacenarla en un archivo de texto informático que puede ser interpretada por la central de tránsito y transporte.

**GRUPO:** Uno o más carriles que acomodan tráfico, tienen una línea de para común y capacidad compartida para todos los vehículos.

**HCM:** Highway Capacity Manual (Manual de Capacidad de Carreteras).

**HORA DE MÁXIMA DEMANDA:** Intervalo de tiempo durante el cual se presentan los máximos flujos de vehículos o de usuarios de transporte.

**HORA PICO:** *Ver Hora de Máxima Demanda.*

**HORA VALLE:** Período de tiempo durante el cual se presentan las condiciones mínimas de tránsito o de movimientos de usuarios de transporte.

**ÍNDICE DE SATURACIÓN:** Relación entre la demanda de tránsito, expresada en volumen y el flujo de saturación correspondiente. Se aplica a la calzada, a una intersección semaforizada, a un carril o a un grupo de carriles de la calzada.

**INDICACIÓN DE LA SEÑAL:** Es el encendido de la una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.

**ÍNDICE K:** En un modelo de gravedad o un modelo similar, una constante de viaje que refleja los valores y percepciones intangibles del usuario; por ejemplo, imagen modal y buen servicio (con personal amigable). 2. En operaciones de vehículos, la proporción entre la separación mínima operante entre dos vehículos y la distancia máxima de frenado de emergencia. Normalmente, el coeficiente debe ser mayor que 1 para proveer un margen de seguridad.

**INTENSIDAD DE TRÁFICO:** Volumen de tránsito que circula por un solo carril.

**INTERSECCIÓN:** Lugar donde dos o más vías se unen o cruzan. Comprende todo el espacio destinado a facilitar los movimientos de los vehículos que giran y los que siguen de frente.

**INTERSECCIONES CENTRALIZADAS:** Son aquellas intersecciones que se encuentran conectadas a la central de tránsito y que son controladas remotamente por esta.

**INTERVALO:** Periodo de tiempo durante el cual los indicadores de señales mantienen constantes.

**INTERVALO DE CAMBIO DE FASE:** *Ver Tiempo Intermedio.*

**INTERVALO DE DESPEJE:** Tiempo en que ningún vehículo usa una intersección al cambiar de fase el semáforo. Es el que media desde la salida del último

vehículo de una fase hasta la entrada del primer vehículo que avanza en la fase siguiente.

**INTERVALO DE TODO ROJO:** Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del ámbar de la fase que lo pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que pierden el derecho de paso, despejar la intersección antes de que los vehículos, que lo ganan, reciban el verde. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.

**LÍNEA DE PARE:** La que se pinta o coloca en el pavimento con el objeto de señalar el lugar donde deben detenerse los vehículos para obedecer cualquier indicación de parada.

**LONGITUD DE CICLO:** El lapso necesario para una secuencia completa de indicaciones de un semáforo, hasta que vuelve al color o indicación inicial. Se da en segundos.

**LONGITUD DE CICLO ÓPTIMO:** Longitud de ciclo calculada para condiciones ideales.

**LONGITUD DE COLA:** Es la distancia medida en metros entre el primer y el último vehículo que arriban a la intersección.

**LONGITUD DE LA TRAYECTORIA:** Distancia recorrida por un vehículo, para despejar la intersección, medida en metros desde la línea de pare del carril de entrada, hasta el comienzo del carril de salida.

**LONGITUD PROMEDIO DE COLA:** Valor promedio de las longitudes de cola de varias intersecciones.

**LONGITUD PROMEDIO DE VEHÍCULOS:** Valor promedio de las longitudes de varios vehículos.

**MALLA:** Subdivisión de una red que agrupa intersecciones con características de tráfico similares.

**MATRIZ:** Herramienta que por medio de la traza de dos grupos de factores interdependientes uno en oposición al otro (uno en columnas y otro en fila) ilustra las relaciones entre ambos.

**MATRIZ DE CONFLICTOS:** Tabla o arreglo rectangular donde se relaciona cada grupo con los demás, indicando quienes presentan conflicto entre ellos.

**MATRIZ DE TIEMPOS INTERMEDIOS:** Representación del cálculo de los tiempos intermedios entre los vehículos que despejan la zona de conflicto de la intersección y los que entran a la misma, así como los peatones que despejan o entran a la zona peatonal frente a vehículos conflictivos.

**MOVIMIENTO:** Dirección indicada por medio de señales hacia donde debe transitar el flujo vehicular y peatonal en la vía.

**MOVIMIENTO DIRECTO:** Movimiento que se añade a un carril para favorecer el paso de frente de los vehículos.

**NIVEL DE SERVICIO:** Medida cualitativa que describe las condiciones de circulación de una corriente vehicular, caracterizada generalmente por ciertos parámetros como velocidad y tiempo de recorrido, libertad para maniobrar, interrupciones de la circulación, comodidad y seguridad.

**NÚMERO DE PARADAS:** Cifra de las detenciones que tenga que hacer los automóviles en el transcurso de la vía antes de llegar a una intersección. Entre menor sea el número de paradas, es más eficiente el plan de señales.

**OLA VERDE:** Sucesión de indicaciones verdes de semáforos que van apareciendo a lo largo de una vía a ciertos intervalos para que grupos de vehículos puedan avanzar por la vía sin detenerse a una velocidad determinada.

**PARADERO:** Área con infraestructura, equipamiento y mobiliario propios (bahías, andenes, etc.), donde se permite la detención momentánea de los vehículos de transporte público de pasajeros para efectuar ascensos y descensos, también llamada zona de transferencia

**PASOS PEATONALES:** Es la parte de la superficie de rodamiento, marcada o no, destinada al paso de peatones. En intersecciones urbanas, cuando no están marcadas, es la prolongación de la acera.

**PEATÓN:** Persona que transita a pie por la vía pública.

**PENDIENTE:** Grado de inclinación (ascendiente o descendiente) de una vía.

**PLAN DE SEÑALES:** La duración y asignación de los tiempos para la secuencia de todas las señales que regulan el tránsito de una intersección controlada por semáforo.

**PLANIFICACIÓN:** Uso de los conocimientos científicos y técnicos para presentar opciones para la toma de decisiones. Proceso para considerar y alcanzar consenso en una variedad de opciones.

**PLANIFICACIÓN DE INTERSECCIÓN:** Análisis de las condiciones de tráfico de una intersección que permite programar los tiempos de los semáforos que la regulan.

**PLANO:** Representación gráfica que especifica las características geométricas de una vía.

**PUNTO DE CONFLICTO:** Punto o área reducida donde se intersecan o confluyen dos trayectorias de calzadas distintas.

**RADIO DE GIRO:** Valor numérico que modifica la amplitud en la curvatura de una trayectoria. Concretamente es el valor medio cuadrático de distancia de los puntos de la sección o la distribución de masa respecto a un eje que pasa por el centro de la misma.

**RED:** Disposición de un sistema de vías que sirve a un área determinada.

**REGULADOR:** Equipo electromecánico o electrónico utilizado para controlar las indicaciones de las luces de los semáforos. Normalmente queda protegido en una caja metálica, la cual se instala en un poste o en una base de concreto hidráulico, situada en el andén u otra zona alejada de la calzada de circulación vehicular

**REPARTO DE VERDE:** Distribución del tiempo de verde efectivo, entre las fases de un ciclo, de acuerdo con las necesidades y condiciones de la vía.

**RILSA, NORMAS:** Richtlinien für Lichtsignalanlagen. Metodología alemana que contempla todas las consideraciones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para la localización y puesta en servicio de semáforos en las intersecciones de la malla vial, así como los aspectos más importantes que el ingeniero de tránsito debe tener en cuenta para el cálculo de los programas de señales para intersecciones individuales y redes coordinadas.

**SDCTU:** Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano. Herramienta integral que permite supervisar y gestionar el tráfico de una ciudad, generando las acciones necesarias para obtener el máximo rendimiento de la red viaria, informar en tiempo real al usuario.

**SEMÁFORO:** Dispositivo que proporciona indicaciones visuales para el control del tránsito de vehículos y peatones en intersecciones. Las indicaciones se hacen a través de luces con lentes de diferentes colores. El color verde corresponde a la indicación de "Siga" y el color rojo a "Pare"; el color amarillo normalmente sirve de transición entre las fases de "siga" y "pare". Los lentes con luces de colores diferentes se ordenan verticalmente en una secuencia convencional y preestablecida de la siguiente manera: rojo, amarillo y verde.

**SENTIDO DE CIRCULACIÓN:** Cualquiera de las dos orientaciones que puede seguir el desplazamiento de vehículos a lo largo de una vía.

**SENSORES:** Dispositivo que se coloca en una vía para registrar automáticamente el paso o presencia de vehículos.

**SENTIDO DE CALLE:** Dirección indicada por medio de señales hacia donde debe transitar el flujo vehicular y peatonal en la vía.

**SEÑAL DE TRÁNSITO:** Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos.

**SEPARADOR:** Dispositivo de anchura variable, distinto de una franja o línea pintada, que divide o separa longitudinalmente dos calzadas y que sirve para separar el tránsito de la misma o distinta dirección, dispuesto de tal forma que intimide e impida el paso de vehículos entre las calzadas que separa. El separador central normalmente se aprovecha para la instalación de elementos complementarios de la infraestructura vial y urbana, tales como alumbrado público, señalización vial, semáforos, árboles y zonas verdes, entre otros.

**SERVIDOR CENTRAL:** Computadora principal que conecta los reguladores de las intersecciones que están centralizadas.

**SISTEMA:** Grupo de componentes relacionados que interactúan para realizar una tarea.

**SISTEMA ESPACIO – TIEMPO:** Sistema geométrico basado en el diagrama del mismo nombre que permite coordinar las indicaciones de señales a lo largo de un corredor vial.

**SUPERFICIE DE RODAMIENTO:** Área de una vía de circulación, urbana o suburbana, sobre la que transitan los vehículos.

**TASA DE DESACELERACIÓN:** Valor promedio de desaceleración calculado para los vehículos que arriban a una intersección.

**TIEMPO ÁMBAR:** El tiempo dentro de una fase dada durante el cual el indicador amarillo es mostrado, es indicado en segundos. Por defecto son 3 segundos de tiempo de amarillo para los cambios de las fases

**TIEMPO DE ESPERA:** Tiempo en que los vehículos están detenidos por la indicación de parar del semáforo o esperando una brecha aceptable en la corriente vehicular transversal antes de que puedan proseguir su marcha.

**TIEMPO DE REACCIÓN:** El que transcurre desde que un individuo recibe un estímulo hasta que comienza a actuar para responder a él.

**TIEMPO DE ROJO EFECTIVO:** Tiempo durante el cual un movimiento dado o un juego de movimientos no se permiten ejecutar eficazmente, la longitud del ciclo menos el tiempo verde eficaz, es indicado en segundos y da el símbolo  $r$ ;

**TIEMPO DE VERDE:** El tiempo dentro de una fase dada durante el cual el indicador verde es mostrado, es indicado en segundos.

**TIEMPO INTERMEDIO:** Periodo que gasta un vehículo de un grupo para despejar la intersección sin riesgo de interferir con el vehículo del grupo opuesto, contado desde la línea de pare del acceso al cual pertenece.

**TIEMPO PERDIDO:** Tiempo en que una intersección semaforizada no es usada efectivamente por ningún movimiento vehicular. Es igual a los tiempos perdidos por despeje y por arranque de cola.

**TIEMPO PERDIDO POR ARRANQUE DE COLA:** Es el que se pierde cuando una cola de vehículos detenidos en un acceso a una intersección semaforizada se pone en movimiento. Se calcula como la suma de las diferencias entre cada intervalo de entrada de los vehículos de la cola y el intervalo de saturación.

**TIEMPO PERDIDO POR DESPEJE:** *Ver Intervalo de Despeje.*

**TIEMPO TOTAL DE VERDE EFECTIVO:** El tiempo durante una fase dada, disponible en forma efectiva para los movimientos permitidos; generalmente se toma como el tiempo de verde más el cambio de intervalo menos el tiempo perdido para la fase asignada, establecido en segundos.

**TIEMPO TOTAL PERDIDO POR CICLO:** Es la sumatoria ( $\Sigma$ ) de todos los Tiempos Intermedios por cada fase.

**TRANSICIÓN DE FASE:** Una transición de fase es el conjunto o secuencia de puntos de cambio que permiten el paso de una fase a otra.

**TRÁNSITO:** Movimiento de vehículos y/o peatones que se desplazan sobre una vialidad.

**TRANSPORTE:** Traslado de personas, animales y mercancías de un lugar a otro. Por su alcance: urbano, suburbano, foráneo, regional, nacional e internacional. Por su utilización: colectivo o individual. Por su elemento: carga o pasajeros.

**TRANSVERSAL:** Denominación alternativa de carrera.

**TRAYECTORIA:** Línea imaginaria que describe un vehículo al atravesar una intersección desde un punto de entrada hasta un punto de salida de la misma y tiene diversos ángulos de trayecto.

**VEHÍCULO:** Todo medio de motor o forma de propulsión que se usa para transportar personas o carga.

**VEHÍCULO EQUIVALENTE:** Número de vehículos ligeros que equivalen a un vehículo pesado.

**VEHÍCULOS LIGEROS:** Aquellos con un peso bruto vehicular de hasta 3.5 toneladas: Bicicletas, triciclos, bicicletas adaptadas, bicimotos, triciclos, automotores, tetramotor, motonetas, motocicletas, automóviles, camionetas, vagonetas, remolques y semi-remolques.

**VEHÍCULO PESADO:** Aquellos con un peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas: Microbús, minibús, autobuses, camiones de dos o más ejes, tractores, semi-remolques, remolques, trolebuses, vehículos agrícolas, trenes ligeros, equipo especial móvil, camionetas y vehículos con grúa.

**VEHÍCULOS LIGEROS POR HORA DE LUZ VERDE POR CARRIL:** Número de vehículos por hora que circulan por un carril con derecho a paso.

**VELOCIDAD:** Relación entre la distancia recorrida por un móvil y el tiempo que ha tardado en recorrerla.

**VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN:** En un sistema de semáforos coordinados a lo largo de una vía, es la velocidad que se toma para establecer una banda de paso en la que un grupo de vehículos pueda avanzar sin detenerse.

**VELOCIDAD DE DISEÑO:** La seleccionada para proyectar y relacionar entre sí las características físicas de una vía que influyen en la marcha de los vehículos.

**VELOCIDAD PROMEDIO:** Medida de tráfico basada en la observación de viaje del vehículo que demora cruzando una sección de la carretera de longitud conocida. Se define como la longitud del segmento dividido entre el tiempo de viaje promedio utilizado por los vehículos para cruzar el segmento. "El Tiempo de Viaje" incluye sólo el tiempo en el cual los vehículos están en movimiento.

**VERDE EFECTIVO TOTAL:** Tiempo eficaz disponible para un grupo, generalmente se toma del total de tiempo perdido por ciclo menos el cambio final del tiempo de verde y se da en segundos.

**VÍA:** Espacio físico destinado al tránsito de vehículos y personas.

**VOLUMEN:** En lo concerniente al transporte, número de unidades (pasajeros o vehículos) que pasan por un punto en una facilidad de transportación, durante un intervalo específico de tiempo, normalmente una hora.

**USUARIO<sub>1</sub>:** Persona física o moral que hace uso del servicio público de transporte de pasajeros o de carga, en cualquiera de sus modalidades del equipamiento auxiliar de éstos y de las vialidades.

**USUARIO<sub>2</sub>:** Cualquier individuo que interactúa con el computador al nivel de la aplicación.

## **RESUMEN**

La propuesta se sintetiza como la aplicación de metodologías de análisis y diseño orientadas a objetos para generar una alternativa de solución a la problemática de la gestión de intersecciones con semáforos en ciudades intermedias y pequeñas. Dicha solución se estima capaz de integrar sistemas de información geográfica con sistemas de control de tráfico urbano y algoritmos de optimización de procesos.

Los procesos que se pretenden sistematizar y optimizar tras la futura construcción e implementación de éste análisis y diseño, están relacionados con la planificación y evaluación de intersecciones y corredores viales, así como la coordinación de tramos que proporcione ondas de verde para la agilización del tránsito vehicular, apuntando siempre a garantizar un óptimo nivel de servicio y a un máximo aprovechamiento de los espacios transitables de la ciudad.

## **ABSTRACT**

The offer is synthesized as the application of analysis methodology and design orientated to objects, to generate an alternative solution to the problematic of the management of intersections with traffic lights in intermediate and small cities. The above-mentioned solution is considered capable of integrating systems of geographical information with systems of control of urban traffic and algorithms of process optimization.

The processes that are pretend to systematize and to optimize, after the future construction and implementation of this analysis and design, are related to the planning of intersections and corridors of ways, as well as the coordination of sections that provide waves of green lights for the fast running traffic, always pointing to guarantee an ideal level of service, and maximum utilization of passable space in the city.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de regulación de tráfico comenzó a trabajarse desde la visión del semáforo hace 150 años aproximadamente y desde entonces comenzó la intromisión de tecnologías electrónicas y de información, en la labor administrativa del transporte terrestre.

En este camino investigativo, se han creado herramientas tecnológicas sobre plataformas de hardware y software cuyas prestaciones han apuntado a la eficiencia en la gestión y la respuesta a las exigencias del transporte urbano, priorizando en estas creaciones el cubrimiento de las necesidades de ciudades con altos índices de volumen vehicular.

Por tanto, siguiendo esta línea y buscando atender los requerimientos de ciudades pequeñas e intermedias como Manizales, el presente trabajo tiene como fin el diseño de un sistema de información que aplique teorías de la ingeniería de tránsito combinadas con técnicas de procesamiento y optimización de datos para complementar el funcionamiento del sistema distribuido de control de tráfico urbano implementado actualmente en la ciudad, integrando además la información geográfica que puede facilitar el SIG orientado a tránsito utilizado hoy por hoy.

En este orden de ideas, se pretendió utilizar la metodología de análisis y diseño de sistemas de información orientada a objetos OMT (Object Modeling Technique) creada por James Rumbaugh y la notación UML, para modelar la estructura y el funcionamiento de una herramienta que al ser implementada permita la administración, planificación y coordinación de las intersecciones con semáforos existentes en la ciudad, sin importar su tipo o condición, dando respuesta rápida a las problemáticas del entorno y buscando una evaluación continua del servicio prestado por la red vial.

Se pretende pues, que esta construcción sea útil para el consecuente avance en las tecnologías de información orientadas al tránsito terrestre y favorable a la continua y progresiva investigación en éste área, colaborando a mejorar las condiciones de movilidad de la población de esta localidad como primera medida y de otras localidades del país en una segunda instancia.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

En el área del tránsito y el transporte, importante por su propósito de acortar distancias y disminuir tiempos, se han presentado problemas de organización causales de altos índices de accidentes y congestiones de tráfico. Para darles solución, se crearon sistemas de centralización semafórica. Sin embargo, siguen existiendo influencias externas, como las horas de máxima demanda, cuando un alto porcentaje de la población se moviliza entre sus lugares de trabajo y sus casas, provocando caos vehicular y la necesidad de sistemas versátiles de centralización de semáforos, que se adapten continuamente a los requerimientos de cada intersección. Estas condiciones han dado pie a tecnologías y técnicas, tanto electrónicas como informáticas, que tienen como fin, sistematizar dichos procesos, aumentando los niveles de seguridad, orden y sincronización en el flujo de vehículos.

Uno de los sistemas que han surgido, es el que se usa actualmente en Manizales, el cual integra un porcentaje de intersecciones, monitoreadas desde una central que posee estructuras de procesamiento muy veloces para cubrir necesidades de modificación de tiempos, que se presenten como consecuencia de un problema de tráfico en la zona cubierta por ella.

Dicho sistema no posee una planeación de intersecciones y redes coordinadas que se ajuste a los niveles de eficiencia a los que trabaja la central, dado que dicha planeación se lleva a cabo usando una herramienta aislada que no cumple con el objetivo de determinar conflictos en las intersecciones, proporcionando, mediante técnicas de Ingeniería de tránsito, los tiempos y las fases adecuadas para hacer que el flujo vehicular se optimice.

Esta eficiencia esta condicionada por errores (humanos, técnicos, físicos), que pueden provocar caos vehicular, el cual variará, dependiendo de los factores externos ya comentados (horas de máxima demanda, prioridad de avenidas).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar y diseñar un sistema de información inteligente que sistematice y optimice el proceso de planificación de intersecciones y redes coordinadas de semáforos, funcionando en línea con la central actual de tránsito y recibiendo datos de un SIG que maneja datos específicos de tránsito.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el proceso de planificación de intersecciones semaforizadas, aplicando conceptos del estándar americano combinado con el estándar alemán, para optimizar los tiempos de espera.
- Analizar las coordinaciones de corredores viales, mediante el uso de sistemas espacio-temporales para garantizar ondas de verde a lo largo de las avenidas.
- Diseñar un sistema que apoye la planificación de intersecciones y la coordinación de corredores viales
- Diseñar las interfaces gráficas de usuario para el sistema a partir de los casos de uso.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El proyecto es novedoso en la medida en que pretende proporcionar soluciones integrales a problemas de tránsito, integrando la eficacia y organización para manejar datos terrestres que proporcionan los sistemas de información geográfica, con la capacidad de raciocinio e inferencia lógica de los sistemas inteligentes, con el fin de optimizar el proceso de planeamiento de tráfico en ciudades intermedias, permitiendo entregar soluciones en el menor tiempo posible.

La tendencia de integrar y monitorear el tránsito urbano desde una central, se está convirtiendo en un aspecto de interés prioritario, para cubrir la necesidad de que las personas se puedan trasladar cómoda y eficazmente de un lugar a otro. En comienzo, el sistema se dedicará al análisis de la planeación del tránsito Manizaleño, y pretende satisfacer necesidades como: Respuesta en tiempo real a problemas de tráfico, integración de intersecciones marginadas de la central, proporcionar mayor amplitud en su cobertura, sincronización y coordinación en corredores viales, exactitud y confiabilidad en el cálculo de los planes de señales, minimización del riesgo de accidentes, eliminación del manejo de herramientas obsoletas poco recomendables (Ej. Hojas de Cálculo) y disminución de los tiempos de respuesta para solucionar congestiones vehiculares.

En consecuencia, se producen variados beneficios como: Ahorro de tiempo en el proceso de planeación de tráfico, mejoramiento de la calidad en la gestión del tránsito vehicular, facilidad de adaptación de los complejos semaforicos a determinadas influencias externas, mayor seguridad para vehículos y peatones, prontitud para descongestionar vías saturadas y economía para la administración municipal, dado que este tipo de solución resulta muy costosa.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

En este apartado, se pretende explicar encadenadamente los términos que poseen mayor relevancia durante la investigación en el campo de la planificación y diseño de intersecciones, usando tecnologías y técnicas informáticas. Se hará especial énfasis en aquellos conceptos que desde su base especializada son difíciles de entender o se prestan a distintas interpretaciones.

**4.1.1 Teoría de Tráfico.** Los términos que pertenecen a la teoría de tráfico junto con los del diseño de intersecciones, son los más especializados entre los utilizados durante la investigación, razón por la cual deben ser conceptualizados con mayor énfasis.

- **Ingeniería de tránsito (o de tráfico).** Es una rama de la Ingeniería, relacionada con la Ingeniería Civil, que se encarga del planeamiento y la gestión del transporte, tanto urbano como rural, para que el uso que vehículos y peatones hacen de la infraestructura vial, sea eficiente, rápido, cómodo y seguro. Dentro de éste campo disciplinal se ubica la Teoría de Tráfico, que se encarga de sustentar el tratamiento de las variables que intervienen en el problema, aplicando observaciones, mediciones, cálculos matemáticos y probabilidades.
- **Funcionalidad de la teoría de Tráfico.** En primera instancia, la teoría de tráfico hace uso de métodos matemáticos y probabilísticos para definir la manera de valorar y calcular variables como la intensidad o volumen del tráfico, velocidad, desfase, ciclos, demoras, fases, repartos y capacidad entre otros. La teoría de tráfico, se utiliza para el análisis de las diversas situaciones a solucionar a través del entendimiento de las distintas variables con sus respectivas relaciones, además del tratamiento matemático que se le debe dar a estas para diseñar correctamente el planeamiento de las intersecciones, aplicando mecanismos geométricos para coordinarlas eficientemente desde la central. Así, se pueden determinar variables como la intensidad o volumen de tráfico ( $I$ ), la velocidad ( $V$ ), y la separación ( $a$ ), mediante observaciones locales o momentáneas como lo plantea Valdés:

Como se ha visto, el tráfico se puede observar de dos formas, ambas instantáneas:

- a. "Local"
- b. "Momentánea"

En una "observación local" se consideran diversos vehículos que atraviesan, a lo largo de un cierto período de tiempo, una determinada sección transversal o sección de observación de una vía (por ejemplo, aforo de tráfico).

En una "observación momentánea" se consideran en el mismo instante diversos vehículos en un tramo de vía (por ejemplo, fotografía aérea)<sup>1</sup>.

- **Intensidad o volumen de tráfico.** También conocida como flujo vehicular, es la cantidad de vehículos que atraviesan un tramo de la vía en un intervalo de tiempo, que dependiendo de la situación puede estar dado en segundos, minutos u horas. Por lo general las observaciones que se realizan para tomar esta variable, usan períodos de quince minutos y en ocasiones de una hora. La Intensidad de tráfico, depende de la demanda de vehículos, pero también de la oferta de la vía, o dicho en otras palabras de la capacidad de servicio; ésta se define como el parámetro que establece la intensidad de tráfico máxima, tolerable por un tramo de vía. Dicha intensidad, también depende indiscutiblemente, de la velocidad promedio con la que los vehículos atraviesan dicho tramo.
- **Velocidad.** La velocidad es la magnitud escalar que relaciona la distancia que existe entre dos puntos, con el tiempo que se demora un objeto móvil en recorrerla. Ésta se puede entender desde varias perspectivas:

La velocidad de un determinado vehículo puede definirse de tres formas fundamentales:

"Velocidad local", es decir la velocidad de un vehículo al atravesar una determinada sección de una vía.

"Velocidad de circulación" ( $V_c$ ), que es igual a la distancia recorrida en un tramo determinado dividida por el tiempo en que el vehículo está en movimiento.

"Velocidad de recorrido" ( $V_r$ ), que es el cociente entre la distancia total recorrida en un tramo determinado y el tiempo que transcurre desde el instante en que el vehículo inicia el viaje hasta que llega a su destino, incluyendo las posibles detenciones y retrasos debidos al tráfico<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> VALDÉS, Antonio. Ingeniería de Tráfico. Madrid: Dossat, 1971. p. 326.

<sup>2</sup> Ibíd. p. 97.

Además, se puede relacionar, no con un solo vehículo, sino con un grupo de vehículos, a los cuales se les miden dos tipos de velocidad, velocidad media local y velocidad media en un tramo.

Otro aspecto de la velocidad, es que ésta en la mayoría de los casos, depende del vehículo predecesor, es decir, aparece el término de “velocidad influida” que se refiere a la velocidad que tiene un vehículo cuando su separación con el vehículo predecesor no permite la intercalación de un tercer vehículo. Ahora, se ha vinculado otro concepto nuevo, la separación. Ésta no es más, sino la distancia que existe entre dos vehículos identificados mediante una observación momentánea en un determinado tramo de la vía.

La medición de la velocidad se puede realizar microscópicamente (esto es, vehículo por vehículo), también es tomada de modo general, analizando un grupo de vehículos. Otro aspecto de medición, para la velocidad, radica en diferenciar de qué tipo es, es decir, si se está hablando de velocidad local, o velocidad en un tramo, o velocidad de acceso, cada una con un modo de diferente de cálculo y con un tratamiento distinto.

Cuando lo que interesa, como es lo normal en Ingeniería de Tráfico, no es la velocidad de un vehículo aislado sino de un grupo de vehículos, hay dos formas de obtener los valores medios.

La primera es medir las velocidades locales de todos los vehículos que pasan por una sección determinada y obtener la media en un cierto período. Se obtiene así una “velocidad media local” en el tiempo:

$$V_t = \frac{\sum V_j}{n},$$

Siendo n el número de vehículos observados y  $v_j$  la velocidad local del vehículo j.

Otro sistema es considerar un cierto tramo de vía de longitud L y hallar la media de los tiempos empleados por un grupo de n vehículos en recorrer el tramo: se obtiene así una “velocidad media en un tramo”:

$$V_r = \frac{nL}{\sum t_j}^3.$$

**4.1.2 Diseño de Intersecciones.** El diseño de intersecciones, busca determinar los tiempos de ciclo, fases, distancias y secuencias que deben manejar los grupos de semáforos pertenecientes a una intersección, dependiendo de las condiciones del entorno que hagan variar la demanda, tales como la hora del día, la prioridad

---

<sup>3</sup> Ibíd. p. 97.

de una avenida sobre una transversal, un imprevisto, un accidente y otros factores relacionados.

Después de un exhaustivo trabajo de campo, que puede ser reemplazado por referencias de fuentes que tengan todos o parte de los datos actualizados (como la Secretaría de Tránsito y Transporte), y además de identificar las distintas variables con tratamientos similares a los efectuados sobre la intensidad y la velocidad determinando sus valores mediante observaciones como las anteriormente ejemplarizadas, se necesita realizar un estudio de cada intersección para sincronizar los distintos grupos semafóricos pertenecientes a ella, con la asignación de sus respectivas fases, hasta llegar a la conclusión de cuales grupos son compatibles y cuales son opuestos, para inmediatamente asignar los tiempos:

En la distribución de las fases se deben diferenciar las corrientes de tránsito entre compatibles e incompatibles. Compatibles son aquellas que pueden fluir simultáneamente sin encontrar puntos de conflicto en el despeje de la intersección. Cuando en la misma fase se presenta un movimiento peatonal paralelo a un movimiento vehicular con giros a la izquierda o a la derecha se sugiere señalar de manera independiente en fases separadas<sup>4</sup>.

A continuación se definen algunos de los conceptos más importantes del diseño de intersecciones.

- **Intersección.** Matemáticamente, una intersección es el punto común donde se cruzan dos o más líneas; para la teoría de tráfico, sólo se deben cambiar las líneas por vías. Cuando en una intersección se presentan giros comprometedores, que representan peligro de accidentes para los vehículos que llegan a ella por cualquiera de las vías de acceso, debe entrar en el discurso, el concepto de semáforo definido por Cal y Mayor: “El semáforo es el aparato electromecánico proyectado específicamente para facilitar el control de tránsito de vehículos y peatones, con indicaciones visuales en el camino”<sup>5</sup>.
- **Grupos de semáforos.** Éstos son conjuntos de señales que comparten el derecho de atravesar la intersección. Se deben numerar ordinalmente, para obtener los resultados esperados de la estructura de control que maneja la

---

<sup>4</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ., Secretaría Tránsito y Transporte, CAL Y MAYOR Y ASOCIADOS. Manual De Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito Y el Transporte, Tomo I, Capítulo 5, Parte 6 [en línea]: Bogotá D.C., 2005: [citado 1 junio 2006]. Disponible en: <[http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoI\\_Capítulo5\\_9\\_36\\_45.TránsitoYTransporteenBogotá\(PARTE6\)>](http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoI_Capítulo5_9_36_45.TránsitoYTransporteenBogotá(PARTE6)>)

<sup>5</sup> CAL Y MAYOR., Rafael. Ingeniería de Tránsito. 5ª edición. México D. F.: Asociación Mexicana de Caminos, A. C. y Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A., 1972. p. 207.

intersección. La numeración se realiza en el siguiente orden: Norte, sur, oeste, este y utiliza convenciones para situaciones especiales como intersecciones dobles y triples. Para identificar los grupos de semáforos, también conocidos como grupos de carriles o de señales, la mejor opción es utilizar el estándar alemán conocido como la norma RILSA (Anexo O, Codificación de Grupos según la norma RILSA).

- **Plan de Señales.** El planteamiento anterior y las demás especificaciones de diseño, las debe manejar el administrador del sistema de control de tráfico, para depositar en él la labor de mostrar las fallas en los grupos de semáforos y enviar los planes de señales que el administrador diseña para que sean corregidos. En esta problemática, interviene un concepto nuevo: plan de señales. Este es el formato documental, gráfico o digital, que sintetiza los valores de tiempo asignados a cada fase y ciclo pertenecientes a los grupos de semáforos convergentes en una intersección.
- **Reparto.** Se refiere al cálculo preciso de los tiempos que deben ser asignados para cada fase y subsecuentemente para cada grupo de semáforos que haga parte de la estructura de control de una intersección.
- **Fase.** Es la señal o conjunto de señales semaforicas que permite uno o varios pasos simultáneos a través de la intersección.
- **Ciclo.** Es la agrupación de fases que permite dar paso a todos los grupos de la intersección sin que ninguna repita. Dentro del proceso de asignación y distribución de tiempos, cobra relevancia la “longitud del ciclo”, que no es otra cosa que la duración de éste medida en segundos. En la materia de programación de semáforos dictada en la Universidad de Chile, se enfoca de la siguiente manera:

- El enfoque tradicional está basado en la minimización de las demoras de los vehículos de los movimientos críticos (Webster, 1958). Así, el tiempo de ciclo óptimo viene dado por:

$$C_0 = \frac{1.5 * L + 5}{1 - Y} \quad (\text{Seg.})$$

- Existen algunas objeciones al criterio:
  - No considera demoras de usuarios, sólo de vehículos (incorporar tasas de ocupación)
  - Segregar corrientes con alta ocupación y otorgarles prioridad
  - Consumo de combustible
  - Número de detenciones y accidentes
- Como respuesta a estas objeciones, Akcelik propone:

$$C_0 = \frac{(1.4 + K) * L + 6}{1 - Y} \quad (\text{Seg.})$$

K = 0: minimizar demoras.

K = 0,2: minimizar demoras y combustible.

K = 0,4: minimizar combustible<sup>6</sup>.

- **Retraso.** Es la diferencia entre el tiempo que gasta un vehículo observado en atravesar un tramo, y el tiempo que emplearía a una velocidad constante y sin interrupciones.

Otras variables como los tiempos intermedios, las trayectorias, los conflictos, que determinan la sincronía entre los semáforos de una intersección, se deben someter a un proceso de cálculos matemáticos, en algunas ocasiones geométricos, que producen como resultado una estructura de control para el plan de señales de una intersección.

Se deben tener en cuenta además de la realización de cálculos de estas variables, la existencia de factores que pueden alterar el comportamiento normal del tráfico y obligan a reconstruir los planes de señales para las intersecciones conflictivas.

Estos factores, después de innumerables estudios se han condensado en uno de los capítulos del Manual de Capacidad de Carreteras conocido por su sigla inglesa: HCM (*Highway Capacity Manual*), y es un estándar de suma relevancia en el mencionado proceso de planificación de intersecciones con semáforos.

Actualmente la Secretaría de Tránsito de Bogotá es pionera en la aplicación de la metodología descrita en éste manual, y de la misma manera el presente trabajo adopta estos mecanismos para lograr planes de señales óptimos que se adapten a las condiciones del entorno tipificadas en esta gama de factores de ajuste que cambian los valores de los tiempos y afectan a todo un plan de señales. Algunos de ellos son (Anexo M, Factores de ajuste al flujo de saturación) para más información):

- Factor de Ajuste por Ancho de carril.
- Factor de Ajuste por Vehículos pesados.
- Factor de Ajuste por Pendientes.
- Factor de Ajuste por Parqueos.
- Factor de Ajuste por Bloqueo de Buses.
- Factor de Ajuste por Tipo de Área.

---

<sup>6</sup> PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS [en línea]: Universidad de Chile [citado 22 mayo 2005]. Disponible en: <[http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase17\\_programacion\\_semaforosII.PDF](http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase17_programacion_semaforosII.PDF)>

- Factor de Ajuste por Utilización del carril.
- Factor de Ajuste por Giros Izquierdos.
- Factor de Ajuste por Giros derechos.
- Factor de Ajuste por Bloqueo de Peatones y bicicletas.

Se hace necesario, aparte de realizar el tratamiento a todos los factores incidentes en el problema, encauzarlos hacia satisfacer necesidades como:

- Evitar que entre los instantes de aparición de la situación problemática y de implantación del plan de señales apropiado, existan lapsos tan amplios que generen más problemas sin haber solucionado el primero.
- Controlar y optimizar todas las variables de modo que los procesos de monitoreo, identificación y resolución de dificultades, se ejecuten confiable y eficazmente.

**4.1.3 Coordinación de Intersecciones.** Paralelo al proceso de diseño de intersecciones, se involucra necesariamente el término coordinación, que se define como la programación semafórica que permite a un grupo de vehículos, atravesar una vía con velocidad constante, es decir, sin ningún obstáculo en su trayectoria. Éste concepto va de la mano con el de sincronización, ya que ésta es la programación semafórica que permite la coincidencia de tiempos entre las intersecciones y la exactitud en el reparto de los tiempos de ciclo y fase.

La herramienta más utilizada para graficar y diseñar la coordinación de intersecciones, son los diagramas de tiempo – espacio (Anexo N Diagrama Espacio - Tiempo), que se explican a fondo a continuación:

Un diagrama espacio-tiempo es un gráfico que se utiliza para determinar la posición de una partícula –que realiza un movimiento rectilíneo- a lo largo del tiempo. Dados unos ejes cartesianos en los que en ordenadas se representa el tiempo y en abscisas la distancia, la representación de la trayectoria de un vehículo que acelera desde 0 es una curva creciente y la pendiente de la recta tangente a dicha curva en un punto es la velocidad instantánea de dicho vehículo<sup>7</sup>.

Con dichos diagramas, se pueden calcular los desfases, que a su vez representan el tiempo existente entre un momento de referencia arbitrariamente escogido y el instante en el que el semáforo tiene luz verde. Éste tiempo debe permanecer igual durante la vía, para asegurar la sincronización de ella.

---

<sup>7</sup> DÍAZ, María del Carmen et. al. Métodos Geométricos de Coordinación de Intersecciones Reguladas por Semáforos [en línea] Santander, España: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002. [citado 7 septiembre 2005]. Disponible en: <<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/210.pdf>>

Los diagramas de espacio – tiempo, han sido ampliamente estudiados y perfeccionados por integrantes del departamento de Expresión Gráfica y Cartografía de la Universidad de Alicante en España:

Los métodos empleados hasta ahora para la coordinación de intersecciones son herencia del anterior uso de los semáforos en la regulación del paso de los ferrocarriles. El diagrama espacio-tiempo que se utiliza, en el que tan solo se reflejan los datos relativos al tiempo y a la distancia entre intersecciones, es eficaz en vías con índices de saturación bajos, y su eficacia era más que suficiente cuando se empezó a utilizar en la segunda década del siglo XX.

En la actualidad, el aumento exponencial del volumen del tráfico y del número de cruces regulados por semáforos hace necesaria una coordinación tanto más precisa cuanto más cercana a la saturación se encuentre la arteria, puesto que, en estos casos, pequeños errores de cálculo conducirían al bloqueo de la misma con el consiguiente aumento desmesurado de los tiempos de recorrido<sup>8</sup>.

Este proceso de coordinación de intersecciones con semáforos en una red vial, necesita como requisito principal la previa planificación, optimización y evaluación de las intersecciones pertenecientes al corredor, para así encargarse de sincronizar los tiempos de dichas intersecciones y generar una onda de verde en todos los corredores, garantizando una movilidad mas fluida a lo largo de la red, respetando las prioridades de los corredores principales y disminuyendo el número de las paradas de los vehículos a causa de las colas.

- Lo primero ha realizar es la división de la red en mallas, para lo cual se tiene en cuenta los sectores de la red donde las características del tráfico poseen diferencias considerables en lo que respecta a variables como el tipo de área, la intensidad de tráfico, la capacidad, el tiempo de viaje, las demoras y las longitudes de cola; todas éstas previamente determinadas y controladas en los procesos de planificación y evaluación.
- El paso a seguir es la creación de los corredores dentro de sus respectivas mallas, identificando cuales son las intersecciones involucradas, verificando que se hallen planificadas debidamente para garantizar un tratamiento adecuado al tráfico que se genera en cada una por la influencia de sus precursoras y especificando los grupos de carriles que intervienen en cada corredor.

---

<sup>8</sup> Ibíd.

- Seguidamente, se deben tomar a través de mediciones y cálculos, la velocidad a flujo libre de cada corredor, sobre la cual se establecerá una velocidad de viaje con la cual diseñar cada uno de éstos y la longitud de cada corredor, considerando además las respectivas distancias entre las intersecciones que intervienen.
- Se deben unificar los ciclos de las intersecciones a coordinar. En general la RILSA recomienda los siguientes valores para los tiempos de ciclo:
  - Mínimo 30 segundos.
  - Normal entre 50 hasta 75 segundos.
  - Máximo 120 segundos.

Este valor unificado, sin embargo, se puede determinar con base en las longitudes de ciclo óptimas calculadas para cada intersección y otorgando prioridad a la intersección con mayor índice de saturación en el corredor.

- Con estas variables tomadas y las respectivas estructuras de control de cada intersección, se elaboran diagramas espacio – tiempo para cada corredor en un sistema de coordenadas donde la distancia es el eje X y el tiempo el eje Y, colocando cada una de las intersecciones en el plano de acuerdo a su ubicación espacial, y desplazándolas en el tiempo para crear un vector de velocidad constante. A este desplazamiento en el tiempo, se le conoce como desfase. Son estos desfases los que conllevan a una progresión sobre cada corredor para proporcionar un tráfico fluido.
- Teniendo calculados estos desfases, se deben modificar las estructuras de control de cada intersección perteneciente a los corredores, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:
  - Se deben determinar los corredores centrales (por lo general son las avenidas principales) los cuales tendrán prioridad sobre los demás corredores de la malla.
  - Se deben identificar y proteger las intersecciones maestras de cada malla. Una intersección maestra es aquella que pertenece a varios corredores al mismo tiempo y por esta razón no debe sufrir modificaciones en su estructura de control, más allá de las que se le realicen para coordinarla dentro del corredor central al cual pertenece.
- Luego de establecer los desfases los cuales darán una coordinación progresiva a los corredores, se debe controlar el tiempo de viaje, los tiempos de espera o demoras y el número de paradas sobre cada

intersección, totalizando estos valores para los corredores, las mallas y la red.

**4.1.4 Sistema de Planificación de Intersecciones con Algoritmos de Optimización.** Existen en la actualidad metodologías de análisis y diseño de sistemas de información que permiten encontrar las necesidades de un entorno específico, en este caso de la planificación de intersecciones con semáforos, y plasmar una solución informática en una serie de modelos. Adicional a esto, el sistema busca optimizar funciones que de ser realizadas manualmente, llevarían cierto grado de complejidad. Para esto se han escudriñado diversas posibilidades, de entre las cuales se ha encontrado que la técnica apropiada para cumplir este cometido son los “algoritmos genéticos”.

Un Algoritmo Genético se concibe como una robusta propuesta de optimización, que se puede describir como la búsqueda de soluciones óptimas a un problema, con base en métodos de selección natural, tal como lo menciona Goldberg:

Genetic algorithms are search algorithms based on the mechanics of natural selection and natural genetics. They combine survival of the fittest among string structures with a structured yet randomized information exchange to form a search algorithm with some of the innovative flair of human search. In every generation, a new set of artificial creatures (string) is created using bits and pieces of the fittest of the old; an occasional new part is tried for good measure. While randomized, genetic algorithms are no simple random walk. They efficiently exploit historical information to speculate on new search points with expected improved performance<sup>9\*</sup>.

Se reconoce entonces este método como una ramificación de la inteligencia artificial, cuya idea original fue gestada por John Holland en 1970 y ha sido utilizado para optimizar una función según criterios de selección que apuntan hacia una respuesta ideal del problema.

---

<sup>9</sup> GOLDBERG, David E. Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning. The University of Alabama. Addison-Wesley Publishing Company, 2005. p. 1.

\* Los Algoritmos genéticos son aquellos algoritmos de búsqueda basados en mecanismos de selección y genética natural. Estos combinan la supervivencia de las mejores estructuras de cadenas lineales con un estructurado pero aleatorio intercambio de información para formar un algoritmo de búsqueda con algo de instinto innovador propio de la búsqueda humana. En cada generación, una nueva tanda de criaturas artificiales (cadena) es creada usando pedazos y piezas de las mejores entre los más viejos; ocasionalmente una nueva parte es ensayada para verificar. A pesar de ser aleatorios, los algoritmos genéticos no son sencillamente algo al azar. Estos explotan eficientemente información histórica para especular en nuevos puntos de búsqueda con un esperado mejor desempeño. (Traducción por Pardo Hernández, Juan Guillermo)

La explicación de porqué se ha escogido ésta técnica en lugar de otras se debe a las ventajas que muestra para trabajar en entornos donde una respuesta óptima se hace complicada y poco accesible; a continuación se aprecian las características que configuran la robustez de este método:

In order for genetic algorithms to surpass their more traditional cousins in the quest for robustness, GAs must differ in some very fundamental ways. Genetic algorithms are different from more normal optimization and search procedures in four ways:

- GAs work with a coding of the parameter set, not the parameters themselves.
- GAs search from a population of points, not a single point.
- GAs use payoff (objective function) information, not derivatives or other auxiliary knowledge.
- GAs use probabilistic transition rules, not deterministic rules<sup>10\*</sup>.

Para el caso de estudio presente, se ha llevado este tipo de proceso partiendo de una población genética (las respuestas conseguidas a través de la aplicación de ecuaciones matemáticas) con la meta de aproximarse a un modelo óptimo (la solución en condiciones ideales), teniendo patrones de selección (las condiciones, características y requisitos del entorno) que realicen iteradamente este procedimiento evaluativo de determinar qué parte de la población aprueba y pasa a la siguiente generación, hasta tener la solución que converge más hacia el modelo impuesto (solución adecuada al entorno). La función que se pretende involucrar en este enfoque de optimización es la creación de una estructura de control óptima (que incluye Tiempos de Rojo y de Ámbar, Reparto de Verde, Transiciones entre fases), basada en un tiempo de ciclo ideal y los requisitos o necesidades del entorno que establecen prioridades en la asignación de los tiempos.

---

<sup>10</sup> *Ibíd.*, p. 7.

\* En orden. Para que los algoritmos genéticos (AGs) sobrepasen a sus más tradicionales primos en la búsqueda de robustez, los AG deben diferenciarse en algunas cosas muy fundamentales. Los algoritmos genéticos se diferencian de los procedimientos de optimización y búsqueda más comunes en cuatro formas:

- La palabra del AG con codificación de un conjunto de parámetros, no con los parámetros en ellos mismos.
- Los AG buscan desde puntos poblados, no de un solo punto.
- Los AG usan información final (función objetivo), no derivativa o de otros conocimientos auxiliares.
- Los AG usan reglas de transición probabilística, no reglas determinísticas. (Traducción por Pardo Hernández, Juan Guillermo)

**4.1.5 Integración del Sistema con Sistemas de Información Geográfica y Sistemas de Control de Tráfico.** Se encuentra que sin ser indispensables para el sistema de planificación de intersecciones, tanto los SIG como los sistemas de centralización o control de tráfico (como el SDCTU), ayudan a una mejor respuesta del sistema, siempre que se encuentren integrados a él.

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG).** Los SIG aparecen como un concepto interesante para la administración de datos geográficos y esa exactitud combinada con una apropiada información con respecto al tránsito de vehículos, se puede encontrar en software como el TRANSCAD y el MAPTITUD, usados por la Secretaría de Tránsito local. Un SIG entonces se define como:

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato<sup>11</sup>.

Un SIG se convierte entonces en una fuente de información y almacenamiento, disponible y actualizada permanentemente, que alberga las descripciones de todas las intersecciones mediante una base de datos a partir de la cual se pueda extraer información geográfica precisa que ayude a visualizar mapas de las zonas (permitiendo un monitoreo más eficaz) y que produzca los insumos necesarios para la acción del sistema de planificación.

La herramienta que se aconseja utilizar para este fin, es un SIG orientado a tránsito que posee innumerables ventajas sobre los mecanismos convencionales para almacenar y analizar información geográfica, tal como lo argumenta Luz Adriana Ramírez, Especialista en SIG de la Universidad de Manizales:

Sin embargo en algunos casos, se ha encontrado que los datos no están disponibles, o no se pueden obtener, o su cantidad es tan compleja que no se pueden integrar, o no son confiables, o no

---

<sup>11</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, Los SIG- SIG. [en línea]. [Citado 28 agosto 2007]. Disponible en: <<http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001#2>>

existe coherencia al interrelacionarlos, y las bases de datos no se encuentran estandarizadas, o se componen de datos digitales y no digitales, o se tienen datos redundantes, o la precisión de los datos no es la adecuada, o no toda la información espacial se encuentra georeferenciada...<sup>12</sup>.

- **Sistemas de Control de Tráfico.** Por su parte un sistema de control de tráfico es aquel que se encarga de administrar una red de semáforos, centralizando las intersecciones y programándolas desde un servidor principal. Para esto usa un conjunto de componentes de software y hardware, como detectores, semáforos, reguladores, ordenadores, aplicaciones de gestión de tráfico, entre otros, que interrelacionados buscan ordenar, regular y optimizar el tráfico urbano. Dentro de estos elementos se hacen presentes los reguladores y detectores. Los primeros son los dispositivos que controlan electrónicamente los tiempos de los semáforos y se dividen según el nivel de variación, en reguladores de tiempos fijos y dependientes del tráfico, dentro de los cuales existe una subdivisión, que según la manera como varían se denominan semiaccionados, o accionados por el tráfico. Éstos últimos, hacen indispensable el uso de los detectores.

Un detector según Valdés, es “cualquier dispositivo capaz de registrar y transmitir los cambios que se producen, o los valores que se alcanzan, en una determinada característica del tráfico o de la vía”<sup>13</sup>. Y existen distintos tipos de detectores, entre los que se destacan los de presión, magnéticos, de lazo, de radar y de láser.

**4.1.6 OMT y UML.** Según los enfoques propuestos en los apartados anteriores, se pretende combinar herramientas poderosas y eficaces que automaticen las teorías que a regulación de tráfico y diseño de intersecciones se refieren, tal como lo sugieren los expertos y de la forma como ellos investigan, trabajan y aplican actualmente. Así pues, para lograr aplicar todo lo anterior y realizar un análisis y un diseño encaminados a modelar adecuadamente el sistema de planificación de intersecciones, se siguieron la metodología OMT y la notación UML. Este objetivo se puede clarificar de la siguiente manera: “Su objetivo es desarrollar un modelo de lo que va a hacer el sistema. El modelo se expresa en términos de objetos y de

---

<sup>12</sup> RAMÍREZ L., Luz Adriana. Conexión Vial Sector Ondas del Otún Avenida Centenario, su Evaluación y Modelación en un Sistema de Información Geográfica. Estudio de Prefactibilidad. Trabajo de Grado. Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Manizales, Manizales, 2003. Pág. 4.

<sup>13</sup> VALDÉS, Antonio. Op. cit. p. 638.

relaciones entre ellos, flujo dinámico de control y las transformaciones funcionales”<sup>14</sup>.

- **OMT (Object Modeling Technique).** Técnica de Modelo de Objetos diseñada por James Rumbaugh que detalla una metodología mediante la cual pretende llevar un sistema del mundo real a una serie de modelos que representen su funcionamiento como sistema informático. Una de las ventajas de utilizar esta metodología, es su carácter público, es decir, cualquiera puede acceder a ella sin necesidad de pagar por hacerlo. Además de esto se hace conveniente su utilización, por su acoplamiento a las necesidades actuales de la ingeniería del software.
- **UML (Unified Modeling Language).** Este es un estándar de notación que cumple las tareas de modelar, construir y documentar los elementos que conforman un sistema de información orientado a objetos. Para esto se basa en una serie de diagramas que se pueden visualizar claramente en el capítulo 5 que describe la metodología.

**4.1.7 Herramientas.** Para poder realizar los modelos sugeridos por la metodología OMT basados en la notación UML, se utilizaron las siguientes herramientas:

- Rational Rose: Herramienta CASE que permite graficar los diagramas utilizados en la metodología OMT utilizando el lenguaje estándar de notación UML. Este proporciona suficientes medios para realizar todos los modelos del análisis (estático, dinámico) excepto el funcional, así como los diagramas del diseño del sistema y el diseño de objetos.
- Smart Draw: Aplicación diseñada para permitir la elaboración de diagramas de toda índole, para una variada gama de modelos y notaciones. En este caso en particular, fue utilizado para diseñar los diagramas de flujo de datos, esenciales para detallar el modelo funcional del sistema.

## 4.2 MARCO REFERENCIAL

**4.2.1 La Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales.** La Secretaría de Tránsito y Transporte es una dependencia de la Alcaldía del municipio de Manizales, que cumple el papel de velar por el buen funcionamiento del transporte terrestre público y privado dentro del Municipio, además de preocuparse por mantener una circulación ágil y eficiente de toda la población, tanto vehicular como peatonal, rigiéndose de acuerdo con lo estipulado por el Código Nacional de

---

<sup>14</sup> METODOLOGÍA OMT. [en línea]: Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. [Citado 12 marzo 2005]. Disponible en: <<http://www.mcc.unam.mx/~cursos/Objetos/Omt/omt.html>>

Tránsito Terrestre. Dentro de la Secretaría de Tránsito y Transporte, se ubica una sección denominada Unidad Técnica, que se encarga de la administración y mantenimiento de los recursos técnicos que regulan el tránsito de la ciudad. A su vez, la Unidad Técnica tiene una subdivisión conocida como *Semaforización* la cual es la directamente implicada en los procesos de planificación y coordinación de intersecciones con semáforos, además de vigilar el funcionamiento del Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano (SDCTU).

**4.2.2 Los Problemas del Tránsito.** Uno de los principales problemas del tránsito contemporáneo, radica en que los autos modernos requieren de trazados o carreteras, con el mismo nivel de modernización y no se adecuan a los caminos antiguos diseñados para vehículos de tracción animal; dicho problema se ve reflejado en las bajas velocidades promedio que se manejan en el tráfico interurbano de ciudades medianas y pequeñas.

El por qué del problema del tránsito. Radica básicamente en la enorme disparidad que existe entre el vehículo moderno y los caminos antiguos que tiene que usar. En el término “camino” se incluye el trazo urbano, que data, en la mayoría de los casos, de cientos de años antes de Cristo.

Sería imposible que un automóvil desarrollado en el siglo XX y que está en continua evolución para reducir las distancias y los costos de transporte, pueda ser usado eficientemente en caminos y calles trazadas para cabalgaduras o para vehículos tirados por animales; o aún, para vehículos de motor de hace 30 ó 40 años<sup>15</sup>.

En este problema existen factores que inciden determinadamente, como la ya comentada superposición del tránsito motorizado en caminos inadecuados y la falta de planificación en el tránsito, siendo ésta última la falencia de mayor prioridad en el presente trabajo y la cual se pretende contrarrestar aprovechando al máximo los recursos disponibles, como lo son las intersecciones autorreguladas y la misma central de tránsito existente, evitando hacer cambios revolucionarios y traumáticos para la ciudad.

Aunque el concepto propio es atacar el problema de la planificación del tránsito especialmente la proyección de intersecciones, para éste autor mexicano, existen cinco factores fundamentales que influyen.

Analizando pormenorizadamente el problema ya enunciado, se aprecia que intervienen cinco factores contribuyentes y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solución al mismo. Estos factores son: diferentes tipos de vehículos en el mismo camino (diferentes

---

<sup>15</sup> CAL Y MAYOR., Rafael. Op. cit. p. 13.

dimensiones, velocidades y características de aceleración), superposición del tránsito motorizado en caminos inadecuados (caminos que no han evolucionado), falta de planificación en el tránsito (intersecciones proyectadas sin base técnica), el automóvil no considerado como necesidad pública (falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario). Todos estos factores crean el problema cuya severidad se puede medir en: accidentes y congestionamiento<sup>16</sup>.

**4.2.3 Las Soluciones al Problema del Tránsito.** A su vez se proponen tres tipos de soluciones que no se enfocan como inversiones de base tecnológica, sino como cambios en el trazado y rediseño de las carreteras interurbanas:

Si el problema del tránsito nos causa pérdida de vidas y bienes, o sea que equivale a una situación de falta de seguridad para las personas y de ineficiencia económica del transporte, la solución, lógicamente, la obtendremos haciendo el tránsito seguro y eficiente.

Hay tres tipos de solución que podemos dar al problema de tránsito:

1. **SOLUCIÓN INTEGRAL:** Si nuestro problema es causado por un vehículo moderno sobre caminos antiguos, la solución integral consistirá en crear un nuevo tipo de caminos que sirva a este vehículo, dentro de la previsión posible. Necesitaríamos crear ciudades con trazo nuevo, revolucionario; calles destinadas a alojar al vehículo de motor, con todas las características inherentes al mismo. Esta solución es casi imposible de aplicar en las ciudades actuales, ya que necesitaríamos empezar por barrer con todo lo existente. Los caminos actuales tendrían que ser sustituidos por otros, cuya velocidad de proyecto fuese de 200 kilómetros por hora.
2. **SOLUCION PARCIAL DE ALTO COSTO:** Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente tenemos, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angosta, cruceros peligrosos, obstrucciones naturales, capacidad restringida, falta de control en la circulación, etc., pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es, siempre, muy elevada. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles; creación de intersecciones rotatorias; creación de intersecciones canalizadas; túneles; cruces a desnivel; construcción de arterias de acceso controlado; sistemas de control

---

<sup>16</sup> Ibíd. p. 15.

automático con semáforos; estacionamientos públicos y privados, etc.

3. SOLUCION PARCIAL DE BAJO COSTO: Equivale al aprovechamiento máximo de las condiciones existentes<sup>17</sup>.

**4.2.4 El Referente Actual de la Secretaría de Tránsito.** Desde esta perspectiva, la solución adoptada en primera instancia por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales, ha sido una solución parcial de alto costo, teniendo en cuenta la inversión realizada en el Sistema de Control de Tráfico Urbano (SDCTU) que ha resultado benéfica para el tránsito vehicular, pero aún subutilizada debido al *cuello de botella* presentado en el área de la planificación, diseño y coordinación de las intersecciones con semáforos.

Ahora bien, la solución que se pretende plantear en este momento, tomando estos antecedentes como patrón de referencia, es una solución parcial de bajo costo la cual como lo afirma Cal y Mayor se refiere simplemente al aprovechamiento de las condiciones que se tienen en la actualidad, integrando las tecnologías de la información para colaborar con un tránsito más cohesionado y mejor administrado.

En la actualidad existe software especializado en este campo, el cual se enfoca en la planificación de vías en ciudades grandes, los cuales hacen difícil su aplicabilidad en entornos viales como el de Manizales. Estos sistemas, aparte de sus altos costos, se limitan mucho al concepto del Ingeniero de Tráfico, dándole un alto margen de error humano a un proceso que debería ser más automatizado.

---

<sup>17</sup> Ibíd. p. 15.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE TRABAJO

El proceso ejecutado para la realización del proyecto, tiene las características de una investigación en Desarrollo Tecnológico en el cual se aplicaron teorías, como la Teoría de Tráfico, para analizar problemáticas relativas a la gestión y planificación del tráfico urbano, y diseñar una solución tecnológica con miras a optimizar el transporte en ciudades medianas y pequeñas.

En dicho proceso se utilizó la técnica de modelación de objetos OMT de James Rumbaugh, la cual acompañada de su respectiva notación UML basada en diagramas, proporciona una metodología ordenada, clara y eficiente para expresar sistemas del mundo real, como el presente caso de estudio, en modelos que permitan su implementación en un sistema informático.

### 5.2 FASES DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Para la realización de la metodología planteada, se ejecutaron las actividades que se describen a continuación:

**5.2.3 Fase A. El entorno del problema.** En esta fase se realizó toda la labor de recopilación y acoplamiento de los datos concernientes al entorno del problema, así como su consecuente organización, depuración. Además llevo a cabo un acercamiento hacia el conocimiento de los agentes externos con los cuales se relacionaría directa e indirectamente el sistema.

- **Etapa 1.** Capacitación. Se investigó acerca del manejo, características, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas vecinos al sistema de planificación de intersecciones.
  - **Actividad 1a.** Capacitación acerca del manejo de la central de tránsito. En esta actividad se revisó documentación técnica acerca del manejo y funcionamiento de la central de tránsito vigente en Manizales, conocida como el SDCTU (Sistema de Control de Tráfico Urbano), aclarando los conceptos por ésta manejados y recopilando los datos relevantes que ofrecieran ayuda para el entendimiento del área problemática.
  - **Actividad 1b.** Acercamiento al SIG utilizado por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales. Se tornó importante, ejecutar ésta tarea de acercamiento al Sistema de Datos Geográficos orientado al

transporte, utilizado por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales, tarea en la cual se estableció la funcionalidad y características generales de la aplicación, estimando desde un principio la influencia que pudiera tener en la solución del problema en estudio.

- **Etapa 2.** Gestión de la información relacionada con el problema. En esta etapa se recopiló toda la información encontrada y se le realizó un proceso de depuración y apropiación, apuntando hacia la resolución del problema en estudio.
  - **Actividad 2a.** Recolección de información. Se investigaron todas las fuentes bibliográficas posibles, en donde se incluyeron referencias de líderes en este campo como Valdés y Cal y Mayor y a su vez estándares como el HCM y la norma RILSA. También se reunió información proporcionada por expertos en la materia y material digital encontrado en Internet, relacionado con los diversos tópicos enmarcados dentro del área problemática.
  - **Actividad 2b.** Procesamiento de la información. Toda la información encontrada y reunida en la actividad anterior, se sometió a un proceso de depuración en el cual se extractaron los datos más relevantes y pertinentes, dejando de un lado aquellos que no ofrecieron ninguna ayuda para describir el entorno del problema.

**5.2.2 Fase B. Análisis del Sistema.** Teniendo una previa recopilación de información, la cual da un punto de partida, amplia más los conceptos y permite entender mejor la problemática, se comenzó entonces a aplicar la metodología OMT para el análisis del sistema, siguiendo cuidadosamente las indicaciones en cada etapa y desarrollando progresivamente cada uno de los modelos que dieron como resultado la descripción detallada del funcionamiento como tal de todo el sistema de planificación de intersecciones y redes coordinadas de semáforos.

- **Etapa 1.** Especificación del sistema. Se consiguió pues, a partir de la información recopilada, crear un documento donde se pudiera representar el funcionamiento del caso de estudio en ese momento, y basándose en entrevistas con expertos y operarios, determinar los casos de uso del sistema. Esta etapa permitió que la investigación tuviera como primer resultado, una descripción detallada del problema en estudio y su entorno.
  - **Actividad 1a.** Elaboración del enunciado del problema. Este documento es el punto de partida de la metodología OMT; consiste en una descripción detallada de la actualidad del problema en estudio. El nivel de detalle que se pudiera manejar en él, determinaba en gran parte la calidad de los modelos que se elaboraran después. Se dedicó en esta

actividad el tiempo necesario para describir minuciosamente el problema, abordándolo desde todos los puntos de vista posibles, y dejando una herramienta documental clara para apoyar en ella el resto de la metodología.

- **Actividad 1b.** Elaboración de Casos de Uso. Tal vez la técnica más potente, eficiente y versátil que tiene esta metodología, es la de los casos de uso. Esta actividad, incluyó la utilización de una gran parte de los datos recogidos al inicio, apoyados en la experiencia de los expertos, para plasmar la forma como se utiliza el sistema, representando la manera como interactúan éste y el usuario. El documento conseguido, sería de importante ayuda en el resto de los modelos creados.
- **Actividad 1c.** Elaboración del Diagrama de Casos de Uso. Ésta actividad se realizó encadenadamente con la actividad anterior. El objetivo de ésta tarea, era representar con notación UML, la interacción usuario – sistema, descrita en los casos de uso.
- **Etapa 2. Modelo Estático.** La construcción de éste modelo requiere de retomar la información previamente levantada en la etapa anterior, para encontrar en ella los objetos, atributos y asociaciones entre los objetos, además de una idea inicial de los métodos de cada objeto, elaborando un esquema de lo que es en esencia el sistema.
  - **Actividad 2a.** Elaboración Diagrama de Clases. Se representó mediante notación UML el modelo de objetos desde la perspectiva estática, es decir, las clases con sus atributos y métodos que describen el sistema y las relaciones entre sus elementos. Para terminar el diagrama de clases, fue necesario ejecutar un proceso de identificación, selección, depuración y refinamiento, que se iteró en varias ocasiones hasta tener un modelo claro y acertado acerca del sistema.
  - **Actividad 2b:** Elaboración Diccionario de Datos. Paralela a la actividad anterior, se realizó la elaboración de éste documento que reúne todas las clases del sistema, describiendo en cada una su semántica, funcionalidad, límites, atributos y métodos.
- **Etapa 3: Modelo Dinámico.** En esta etapa se describió el comportamiento del sistema con respecto al tiempo, basado en los objetos descritos por el modelo estático. Aquí se analizaron los estados a los que podía llegar cada objeto, así como los diferentes escenarios donde entraban a interactuar varios objetos entre sí y el flujo de control que se establecía en dicho comportamiento.

- **Actividad 3a:** Elaboración Diagramas de Estados. Se realizó un diagrama por cada clase con comportamiento relevante, es decir con algún grado de complejidad en su conducta. Éste diagrama establecido con la notación UML, como todos en ésta metodología, representó las posibles transiciones entre los estados de una instancia, desde que es creada hasta que termina, teniendo en cuenta los eventos provenientes del exterior del objeto o del objeto en sí mismo.
- **Actividad 3b:** Elaboración Diagramas de Secuencia. Esta actividad se basó en representar mediante un diagrama para cada escenario o proceso importante, la actuación y correlación entre cada uno de los objetos involucrados en él. Esto se logró, apoyándose en la información previamente generada en la elaboración de los casos de uso.
- **Actividad 3c:** Elaboración Diagramas de Colaboración. La construcción de estos diagramas fue muy similar a la de los diagramas de secuencia. Estos también representan la interacción de los objetos en cada uno de los escenarios del sistema, pero hace mayor énfasis en los mensajes que entran y salen de cada uno de ellos al interactuar entre sí.
- **Actividad 3d:** Elaboración Diagramas de Actividades. Esta actividad se realizó con base en los casos de uso y con alguna referencia en los diagramas de estado. El objetivo de la realización de estos diagramas es mostrar el comportamiento según los casos de uso, mostrando la lógica con la que operan los procesos más importantes del sistema.
- **Actividad 3e:** Refinar Modelo Estático. Al elaborar los diagramas del modelo dinámico, se esclarecieron errores o inconsistencias que existían en el modelo estático inicial; por ésta razón se debió refinar este, tanto en el diagrama de clases, como en el diccionario de datos. Éste ultimo sobretodo por que en el modelo dinámico se vislumbran métodos en cada clase que al Principio no se discernieron.
- **Etapa 4:** Modelo Funcional. En esta etapa se describieron las transformaciones del sistema, especificando por niveles, los procesos que ejecuta el sistema con sus respectivas entradas y salidas.
  - **Actividad 4a:** Refinamiento de Casos de Uso. En esta actividad, se reestructuraron los casos de uso, orientándolos hacia lo que debe hacer el sistema.
  - **Actividad 4b:** Elaboración de Diagramas de Flujo de Datos. Estos diagramas hacen parte de otra metodología, conocida como estructurada, pero fue una herramienta de mucha utilidad para describir operaciones, en su mayoría cálculos matemáticos, realizadas en todo el

sistema para transformar datos de entrada en datos de salida, especificando de donde sale y a donde llega la información (Actores, Almacenes de datos).

**5.2.3 Fase C: Diseño del Sistema.** En esta fase del trabajo, se presentó la solución al problema y se describió la manera como funcionará el sistema, teniendo en cuenta los requerimientos de hardware y software, distribuyéndolo en subsistemas y definiendo una arquitectura global establecida sobre el esquema proporcionado por el análisis.

- **Etapa 1: Diseño del Sistema.** En esta etapa se tuvieron en cuenta las políticas de diseño, las consideraciones especiales y los requerimientos, para establecer la solución integral del problema en estudio, representando el sistema en subsistemas y definiendo el modelo de entidad – relación destinado a la gestión de los datos.
  - **Actividad 1a: Elaboración Diagrama de Paquetes.** Esta actividad se llevó a cabo, mediante la agrupación de los elementos del sistema en subsistemas o paquetes, utilizando como criterio de agrupación, objetos con métodos comunes y divisiones del sistema de acuerdo a su organización. En éste diagrama se detallan los niveles de organización de los paquetes, desde aquellos donde se sustenta toda la información, hasta aquellos donde se elabora la interacción gráfica entre usuario y máquina, mostrando la dependencia entre los paquetes de una capa superior con los de su respectiva capa inferior.
  - **Actividad 1b: Determinación de los Requerimientos.** En esta tarea se elaboró un documento donde se detallaron las decisiones políticas con respecto a consideraciones de diseño como el número de procesadores, la velocidad de procesamiento de datos, el tipo de sistema, el tipo de arquitectura, la topología de la red de comunicaciones, prioridades del sistema, características opcionales y obligatorias, condiciones de frontera y el tipo de flujo de control.
- **Etapa 2: Diseño de Objetos.** Para esta etapa se utilizó el esqueleto que proporciona el análisis para completar la descripción de las clases y refinar el modelo de objetos, orientándolo hacia lo que el sistema debe hacer. Para esto se desarrollan modelos donde se especifica con detalle, la ubicación del software con respecto al hardware del sistema, así como los componentes adicionales o externos al sistema y su forma de relacionarse.
  - **Actividad 2a: Elaboración Diagrama de Despliegue.** Esta actividad fue elaborada determinando la manera como los componentes de software se distribuirían en el hardware determinado y como sería el

funcionamiento en tiempo de ejecución para hacer un acercamiento al desempeño del sistema.

- **Actividad 2b:** Elaboración Diagrama de Componentes. Para la realización de este diagrama se tomaron como referencia los elementos de software ajenos al sistema, que pudieran servir para lograr una adecuada cohesión al interior de éste y que permitieran el funcionamiento esperado en la integración con otros sistemas. En este modelo se muestran tales elementos como scripts, código fuente, código binario y otros, además de la manera como estarían relacionados con el código del sistema y entre ellos.
- **Actividad 2c:** Diseño de Interfaces. Después de realizar todo el diseño del sistema y de tener una visión clara de lo que se espera sea el funcionamiento de éste, se realizó éste documento donde se presentan las interfaces gráficas principales que describen el posible aspecto visual y permiten identificar la forma de manipular y administrar el sistema.
- **Etapa 3:** Diseño del Algoritmo Genético. Para el cumplimiento de esta etapa se tomaron bases teóricas establecidas previamente sobre la aplicación de los algoritmos genéticos y se utilizaron en la creación de un modelo que se ajuste a las necesidades de optimización del caso de estudio.
  - **Actividad 3a:** Investigación y documentación. Se tomaron referencias teóricas de autores como David Goldberg y de otras fuentes consultadas en la Web, para recopilar información suficiente y clara que permitiera establecer coherentemente un modelo de algoritmo genético.
  - **Actividad 3b:** Diseño del Modelo de Algoritmo Genético: Con las bases teóricas recopiladas, se diseñó un modelo de algoritmo genético para optimizar el proceso de planificación de intersecciones.

## 6. RESULTADOS

El presente trabajo, tuvo como principal objetivo realizar un análisis y diseño enfocado a sistematizar y optimizar los procesos de planificación y coordinación de intersecciones con semáforos en Manizales. Por esta razón se presenta como producto de la investigación, el conjunto de los modelos obtenidos al concluir con el cumplimiento de dicho objetivo, los cuales describen un esquema sólido para que se ejecute una apropiada implementación de dicho sistema.

En este capítulo, debido a la extensión de los documentos, se muestra únicamente la porción más relevante de cada modelo; la respectiva ampliación de cada uno se puede encontrar en los anexos según se indique.

### 6.1 CASOS DE USO

Los casos de uso se presentan como un formato para levantamiento de información que especifica los escenarios en los cuales el usuario interactúa con el sistema, describiendo así los cursos normales y alternativos; hay un caso de uso para cada escenario (en total se documentaron 98 casos de uso) y se pueden encontrar en el Anexo A, Casos de uso. Basándose en este levantamiento se elaboró un diagrama general de casos de uso que ilustra la información procesada, mediante notación UML (Anexo B).

### 6.2 MODELO ESTÁTICO

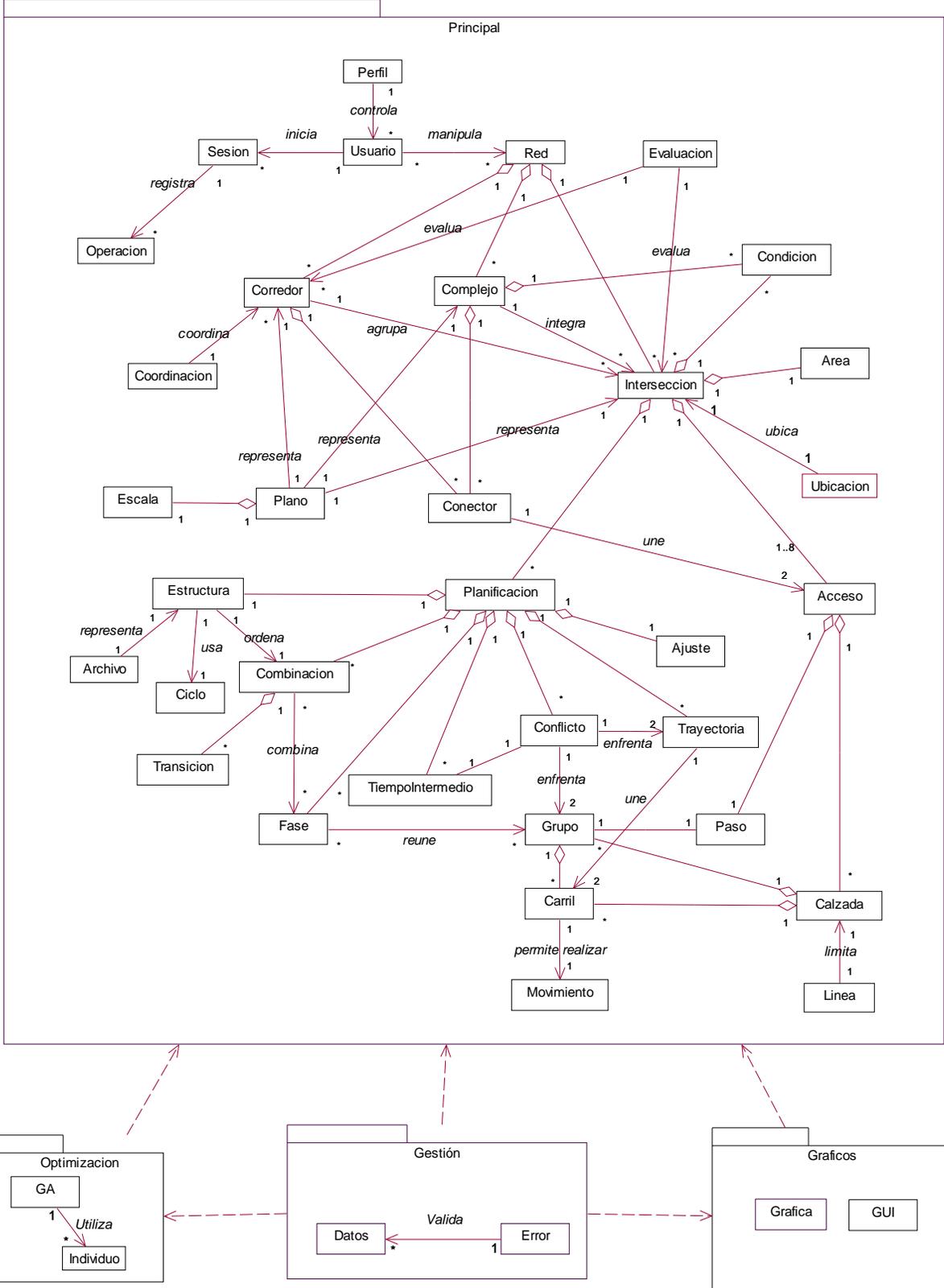
Dentro del Modelo Estático se destacan dos documentos:

- **Diagrama de Clases.** Este diagrama representa el esquema global del sistema, describiendo las relaciones entre los elementos que lo componen (Figura 1).
- **Diccionario de Datos.** El diccionario de datos, es el documento con la descripción completa de las clases (39 en total), sus atributos y sus métodos, y se encuentra en el Anexo C.

### 6.3 MODELO DINÁMICO

Este modelo tiene como resultado los siguientes documentos:

Figura 1. Diagrama de clases



- **Diagramas de Estados.** Se obtuvieron un total de 21 diagramas, uno por cada clase con un comportamiento dinámico relevante. Para acceder a todos los diagramas de estados véase el Anexo D, Diagramas de estados.
- **Diagramas de Secuencia.** Se realizaron 96 diagramas de secuencia en donde se analizaron los principales escenarios con base en los casos de uso. El documento con la totalidad de los diagramas de secuencia se encuentra en el Anexo E, Diagramas de secuencia.
- **Diagramas de Colaboración.** Los diagramas de colaboración tienen una relación de correspondencia con los de secuencia, por tanto que para cada escenario con diagrama de secuencia se tienen también su respectivo diagrama de colaboración. En el Anexo F, Diagramas de colaboración, se pueden ver todos los diagramas de colaboración.
- **Diagramas de Actividades.** En total se realizaron 97 diagramas de actividades para describir las secuencias lógicas de cada escenario del sistema. Todos los diagramas de actividades están en el Anexo G, Diagramas de actividades.

## 6.4 MODELO FUNCIONAL

Este modelo está representado por medio de los diagramas de Flujo de Datos, los cuales pertenecen a la metodología estructurada, y no aparecen en la metodología OMT. Sin embargo, estos diagramas cobran mucha relevancia en este análisis y diseño, para describir minuciosamente como ocurre la transformación de los datos en todo el proceso de planificación de intersecciones, cuales son los insumos y cuales los resultados, cuales las fuentes y cuales los destinos de la información.

Se alcanzó una profundidad de 4 niveles de detalle, los cuales se pueden apreciar diagramados en el Anexo H, Diagramas de flujo de datos.

## 6.5 DISEÑO DEL SISTEMA

La producción documental que se obtuvo en esta etapa del proceso, esta reflejada en los siguientes apartados:

- **Características del Sistema**
  - **Características Obligatorias**

- Elaboración de planes de señales, ejecutando el proceso completo desde la elaboración del plano, hasta la presentación de un reporte que incluye el plan visto como diagrama de bandas (Anexo K) y como formato de texto (Anexo L).
  - Realizar la coordinación de las intersecciones previamente diseñadas, entregando el diagrama de espacio-tiempo respectivo (Anexo N).
  - Realizar la evaluación de las intersecciones y corredores, basándose en los estándares de calidad americanos.
  - Optimizar los cálculos, implementando donde sea posible la herramienta de los algoritmos genéticos.
  - Brindar facilidad de manejo al usuario, utilizando un ambiente agradable y simple.
  - Realizar un manejo preventivo de los errores, dando al usuario la menor posibilidad de cometerlos.
  - Dar comunicación segura entre el equipo donde se alojará el software y los equipos del SIG y la central.
  - Elaborar el archivo de texto plano a partir del plan de señales generado, en el formato requerido por los dispositivos reguladores de los semáforos.
  - Permitir una administración de usuarios completa y segura.
  - Actualizar las Bases de Datos del sistema y de la central.
  - Operatividad sobre Windows.
  - Manejo de una API para asegurar la conectividad entre Bases de Datos.
- **Características Opcionales**
    - Importar datos del SIG concernientes a la geografía de la intersección que se esté diseñando.
    - Llevar un registro continuo de los cambios que hace cada usuario desde que ingresa hasta que abandona el sistema.

- Asignar a todas las variables que maneje el sistema, mientras estas lo permitan, un valor por defecto según el estándar americano o según estudios viales locales.
  - Organizar los elementos del sistema (redes, intersecciones, corredores, planificaciones, planes, carriles, grupos, trayectorias, conflictos, etc.), jerárquicamente, en forma de Árbol.
- **Políticas de Diseño**
    - **Requerimientos de Hardware**
      - El sistema de planificación de Intersecciones funcionará en una estación de trabajo donde el usuario podrá arrancar el sistema y dejarlo funcionando preferiblemente sincronizado con el SIG y la central (aunque ésta no es una característica obligatoria), los cuales se encontrarán en dos estaciones diferentes.
      - En el cálculo de las planificaciones un usuario puede demorarse entre 15 y 25 minutos en los que se realiza un volumen alto de transacciones, debido al carácter cíclico o repetitivo de los algoritmos genéticos y a las múltiples funciones matemáticas y de búsqueda.
      - Se hace necesario un procesador aceptablemente veloz y confiable. Además de esto, se necesita suficiente capacidad de almacenamiento pues el volumen de datos que se maneja por intersección es muy alto y en una red pequeña se puede estimar la existencia de unas 70 intersecciones. Con base en lo anterior, unas características mínimas para la estación de trabajo que albergará el sistema, sugieren un procesador de 2.4 Ghz (independiente de si es Intel o AMD), una memoria RAM de 512 Mb, un disco duro con espacio de almacenamiento de 120 Gb y una tarjeta de video de 64 bits.
      - Las conexiones entre las estaciones no requieren unas prestaciones altas debido a que no se manejan comunicaciones en tiempo real; pero es conveniente que los datos se actualicen en la central de tránsito inmediatamente después de que la planificación se haya realizado y el Ingeniero de Tránsito haya dado la orden.

- **Plan de Reusabilidad**

Se aconseja implementar el sistema en el lenguaje Java de Sun Microsystems, porque tiene altas prestaciones para manipular gráficos, acceso a bases de datos, procesamientos multi-hilo, estructuras de datos avanzadas y además por su cualidad de multi-plataforma que lo hace versátil a la hora de migrar hacia otro sistema operativo distinto de Windows. Las siguientes son librerías básicas que se pueden reutilizar para la implementación del sistema:

- Java Java.swing: Interfaz Gráfica
- Java awt: Interfaz Gráfica
- Java.awt: Interfaz Gráfica
- Java.sql : Acceso a Base de Datos
- Javax.crypto: Encriptación de Claves
- Java.net: Comunicaciones
- Java.math: Operaciones Matemáticas
- Java.io: Entrada y Salida de Datos
- Java.lang.Exception: Manejo de Excepciones
- PostGIS: Conversión de Datos Geográficos a Base de Datos Postgres.

- **Requerimientos del Sistema**

- **Usuarios**

- El sistema debe ser multiusuario.
- El sistema debe llevar un registro histórico de la fecha y hora tanto del ingreso como de la salida de los usuarios al sistema.
- El sistema deberá disponer de las opciones necesarias (crear, modificar, borrar, consultar) para que el administrador manipule los usuarios que harán uso de él y su respectiva información.
- El sistema no puede permitir que un usuario lo utilice sin haberse identificado, para esto el primer cuadro de dialogo que se despliega en pantalla al cargar el sistema debe ser el de registro, y durante la ejecución del programa, se deben validar continuamente los permisos del usuario, con el fin de evitar intrusiones en funciones que no le corresponden a dicho usuario.

- La contraseña que ingresa el usuario debe ser encriptada antes de ser almacenada.
  - Si el usuario realiza tres (3) intentos fallidos al entrar la contraseña para ingresar al sistema, este se bloquea y debe ser reiniciado. En este caso solo se recibirá la contraseña del administrador.
  - El sistema creará un perfil con los permisos y restricciones respectivos para cada tipo de usuario que ingrese al sistema. De igual manera se brindará seguridad a la BD con la misma política de permisos.
  - En el cuadro de dialogo de registro de usuario el sistema debe dar la posibilidad de cerrarse
- **Diseño de Intersecciones**
- El usuario puede crear las redes que necesite.
  - El sistema no debe permitir que se repitan dos (2) redes con el mismo nombre, así como tampoco dos (2) corredores o dos (2) intersecciones si estos pertenecen a la misma red.
  - El sistema no permitirá que dos (2) intersecciones, que pertenezcan a la misma red, tengan la misma dirección (calle y carrera).
  - El sistema debe organizar los objetos (redes, corredores, intersecciones, planificaciones, planos, etc.) en forma de árbol y debe mantenerlos visibles al usuario.
  - El sistema advertirá al usuario sobre las dependencias existentes entre los diferentes pasos de la planificación en el momento de crear, modificar, borrar o guardar alguno, dado que en la mayoría de los casos estos son consecutivos y cada paso depende del paso que le antecede.
  - El sistema proporcionará al usuario:
    - Los grupos óptimos para cada calzada de entrada según el flujo vehicular.
    - Las fases óptimas que hagan del planeamiento el indicado para la planificación.

- Las combinaciones de fase óptimas según los parámetros de eficiencia establecidos.
- Las estructuras óptimas para cada intersección, según las condiciones del entorno.

Y para lo anterior el sistema sugiere las mejores opciones, pero debe dejar la última palabra al usuario quien en definitiva es el que escoge.

- El sistema permitirá al usuario hacer varias planificaciones para una misma intersección y definir unas condiciones del entorno para las cuales cada una de esas planificaciones entraría en actuación.
- Al momento de modificar cualquier registro, el sistema debe deshabilitar los campos que el usuario no deba modificar y habilitará aquellos que se puedan cambiar.
- En cualquier proceso donde el usuario deba digitar información, el sistema deberá validar el formato de dicha información y avisar cualquier error que encuentre.
- Al borrar un registro el sistema pedirá que se ingrese la contraseña del administrador o del ingeniero de tránsito, quienes son lo tipos de usuario habilitados para esta acción. Si la contraseña se digita mal tres (3) veces consecutivas, el sistema se bloquea y deberá ser reiniciado. Sin embargo, antes de reiniciarse se guardan los cambios hechos hasta antes de la eliminación.
- El sistema tendrá para todas las variables que maneje, un valor por defecto que será asignado según el estándar americano.
- El sistema generará el plan de señales y lo presentará en forma de diagrama de bandas donde se especificarán los tiempos de Rojo/Verde/Ámbar que se asignaron a cada semáforo de la intersección.
- Con los datos entrados por el usuario se requiere que el sistema realice los repartos de los tiempos y calcule los tiempos de transiciones de fase, longitud de ciclo, y demás parámetros que se necesiten para la construcción del plan.

- El sistema asignará una codificación única para cada elemento creado y será manejada internamente, es decir, no será visible a los usuarios.
  - El sistema debe tener integradas todas las tablas que permiten calcular los diferentes factores de ajuste que proporciona el estándar americano.
- **Coordinación**
    - Las intersecciones se agruparán en corredores y estos a su vez en mallas (una red puede tener una sola malla) las cuales se asociarán a través de desfases que creen olas de verde progresivas a lo largo de la red.
    - El sistema deberá controlar los cambios sobre la red de semáforos, proporcionando prioridad a las estructuras de control de las intersecciones maestras y dando prelación a los corredores centrales.
    - Las coordinaciones se estimarán con base en el procedimiento geométrico conocido como análisis de espacio – tiempo (Anexo N) obteniendo a través de este los respectivos desfases para cada intersección.
- **Evaluación**
    - El sistema debe evaluar el funcionamiento de una intersección y asignarle un nivel de servicio que describirá el resultado en un reporte.
    - El sistema también estará en capacidad de evaluar un corredor coordinado, siempre y cuando todas sus intersecciones estén evaluadas.
- **Planos**
    - El sistema deberá proveer las herramientas suficientes para que el usuario personalice el plano dibujado por el sistema a medida que éste va creando la intersección, sus accesos y demás elementos.
    - Cuando el sistema va a crear un plano, el sistema requiere que se defina la escala antes de dibujar con cualquier herramienta.

- El sistema debe estar en capacidad de calcular cualquier distancia en el plano.
  - El sistema tendrá que manejar un código único de colores para identificar dentro del plano los accesos, trayectorias, puntos de conflicto, carriles, movimientos, grupos y fases y de esta manera facilitar la visibilidad para el usuario.
- **Comunicación con Otros Sistemas**
    - El sistema guardará toda la información en bases de datos recomendando utilizar el motor de Postgres para Windows.
    - El sistema debe trabajar sobre el sistema operativo Windows.
    - El sistema importará datos del SIG para proporcionar mayor exactitud y confiabilidad a las planificaciones.
    - El sistema deberá manejar La API ODBC para exportar datos a la central SDCTU.
    - El sistema debe proporcionar comunicación segura con la central SDCTU y el SIG.
    - El sistema debe convertir cada plan de señales en un archivo de texto plano con el formato que exigen los dispositivos reguladores de tráfico (Anexo M)
  - **Diagrama de Paquetes.** Este es un único diagrama donde se agruparon los elementos del sistema en subsistemas o paquetes, utilizando como criterio de agrupación, objetos con métodos comunes y divisiones del sistema de acuerdo a su organización. En éste diagrama permite detallar los niveles de organización de los paquetes (Anexo I), desde aquellos donde se sustenta toda la información, hasta aquellos donde se elabora la interacción gráfica entre usuario y máquina, con su respectiva dependencia entre capas.
  - **Diagrama de Despliegue.** Se realizó este diagrama para determinar la manera como los componentes de software se pueden repartir dentro del hardware determinado, teniendo en cuenta las especificaciones de los equipos y un acercamiento al funcionamiento en tiempo de ejecución para caracterizar un posible desempeño del sistema (Anexo I).

- **Diagrama de Componentes.** Este apartado del diseño involucra los elementos de software que son ajenos al desarrollo del sistema pero que se necesitan para lograr una adecuada cohesión al interior de éste y permitir el funcionamiento esperado en la integración con otros sistemas, mostrando además la manera como estarían relacionados con el código del sistema y entre ellos mismos. Algunos de éstos elementos son scripts, código fuente, código binario y otros (Anexo I).
- **Diseño del Algoritmo Genético.**

El algoritmo genético se aplica en el proceso de optimizar la estructura de control para la intersección. La optimización se evidencia en la consecución de resultados que pueden sobrepasar la calidad de aquellos que se obtienen por vía de aplicar ecuaciones matemáticas.

Esta optimización es medida, con base en el parámetro de la demora de una intersección, el cual determina el nivel de servicio de la misma. Dicha demora se calcula con base en el proceso de evaluación seguido por el estándar americano HCM, siendo su valor menor o igual a 10 segundos en casos óptimos y mayor de 80 segundos en casos inaceptables.

Para lograr pues la optimización de éste parámetro de demora, utilizando algoritmos genéticos, se desarrolla la siguiente secuencia de procesos:

- Se parte de la estructura de control creada con base en las condiciones y volúmenes vehiculares establecidos y las ecuaciones estándares provistas por el HCM (Anexo K).
- Ésta estructura se evalúa con los parámetros estándares de calidad para obtener el valor en segundos de la demora en dicha intersección. Éste valor de la demora es el parámetro que se quiere optimizar y por esto se toma como la meta a superar por el algoritmo genético.
- Teniendo este punto de partida se inicia el Algoritmo genético, con la creación de una población de individuos cuya forma será la de una estructura de control regida por los siguientes parámetros:
  - La estructura será codificada como una matriz cuyas filas son los grupos de semáforos y las columnas los instantes de

tiempo entre el segundo cero (0) y el valor de longitud de ciclo igual al calculado en el proceso de planificación (Tabla 1).

Grupo	Tiempo (seg.)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	2	2	1	1	1	3	2
2	1	1	1	1	3	2	0	0	0	2	2
3	0	0	0	0	2	2	1	1	1	3	2
4	1	1	1	1	3	2	0	0	0	2	2

Verde = 0

Rojo = 1

Amarillo = 2

Amarillo – Rojo = 3

**Tabla 1.** Ejemplo de una estructura como individuo del AG

- Los códigos que se introducirán en cada celda de la estructura serán números enteros entre el cero (0) y el tres (3), uno para cada indicación del semáforo de la siguiente manera:
  - Verde: 0
  - Rojo: 1
  - Amarillo: 2
  - Amarillo-Rojo: 3
- Las estructuras adoptan de la estructura inicial, la información concerniente a los grupos de semáforos, incluyendo sus compatibilidades.
- Como patrón inicial se tiene en cuenta que los grupos no compatibles entre ellos, deben ser opuestos en su indicación en el mismo instante de tiempo, es decir, si uno de ellos tiene señal verde (0), en ese mismo instante de tiempo el otro debe estar en rojo (1).
- Como mínimo para cada indicación de verde (0) se necesitan cinco (5) instantes de tiempo consecutivos.
- Como mínimo para cada indicación de rojo (1) se necesitan cinco (5) instantes de tiempo consecutivos.
- Como mínimo para cada indicación de amarillo (2) se necesitan tres (3) instantes de tiempo consecutivos.
- Como máximo para cada indicación de rojo-amarillo (3) se permiten dos (2) instantes de tiempo consecutivos.

- Después de un grupo de instantes en verde, debe seguir un grupo amarillo.
  - Después de un grupo de instantes en amarillo, si éste viene precedido de un grupo de instantes en verde, debe seguir un grupo rojo, de lo contrario debe seguir un grupo verde.
  - Después de un grupo de instantes en rojo, debe seguir un grupo amarillo-rojo.
  - Después de un grupo de instantes amarillo-rojo, debe seguir un grupo amarillo.
  - Todos estos parámetros se incluyen dentro de la función de evaluación (fitness), para penalizar a los individuos que no los cumplan.
- Teniendo una población inicial de ocho (8) individuos, se realiza una evaluación tomando como función fitness el cálculo de la demora para cada individuo (estructura de control) utilizando los valores de flujo vehicular y condiciones de tránsito calculados en la planificación de la intersección (Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Intersección en el Anexo H). A éste calculo de la demora se le sumará una penalización de 0,1 segundos por cada ocasión en que el individuo no cumpla con alguna de las reglas mencionadas en el apartado anterior. Como el valor de la demora es mejor cuando disminuye y la calificación de la función fitness debe ser mejor cuando crece, entonces la función fitness es inversamente proporcional al parámetro de la demora y su representación matemática sería:

$$f(i) = \frac{1}{d + (0.1 * Np)}$$

- Luego de la evaluación se realiza el proceso de selección. En esta parte se asigna un orden jerárquico a todos los individuos según el valor de su respectiva función fitness, basado en la siguiente ecuación:

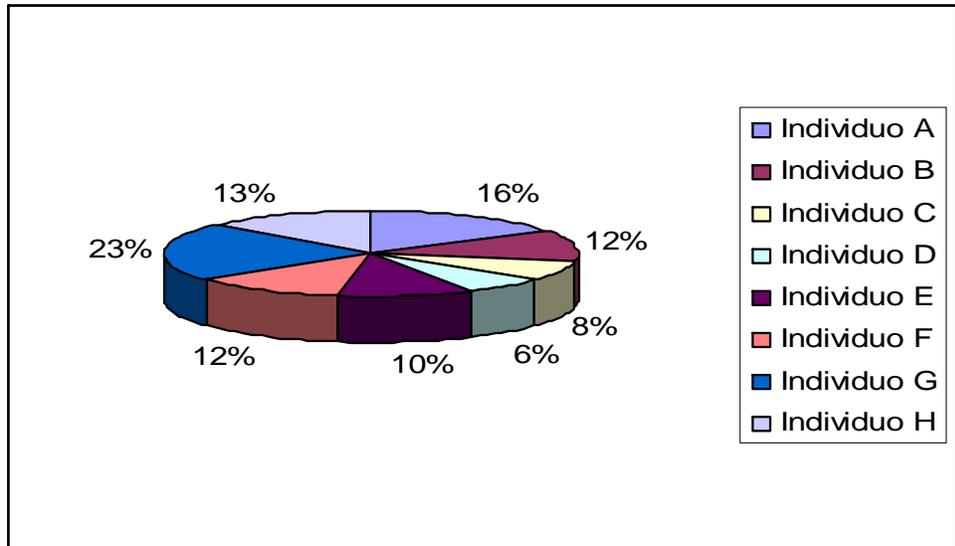
$$P(i) = \frac{f(i)}{\sum_{I=1}^N f(i)}$$

- Éste método se conoce como la ruleta, pues como su nombre lo indica, se elabora una ruleta donde tiene mas probabilidad de ser seleccionado aquel con mayor puntaje  $P(i)$  según su función fitness (Tabla 2 y Figura 2).

	demora (s)	f(i)	P(i)
Individuo A	10	0,10	15,71
Individuo B	13	0,08	12,08
Individuo C	20	0,05	7,85
Individuo D	25	0,04	6,28
Individuo E	15	0,07	10,47
Individuo F	13	0,08	12,08
Individuo G	7	0,14	22,44
Individuo H	12	0,08	13,09
Total		0,64	100,00

**Tabla 2.** Tabla de selección de individuos

**Figura 2.** Ruleta de selección de individuos



- Luego de la selección se escogen los cuatro (4) individuos mejor adaptados para la reproducción, es decir con el mayor  $P(i)$  (Tabla 3).

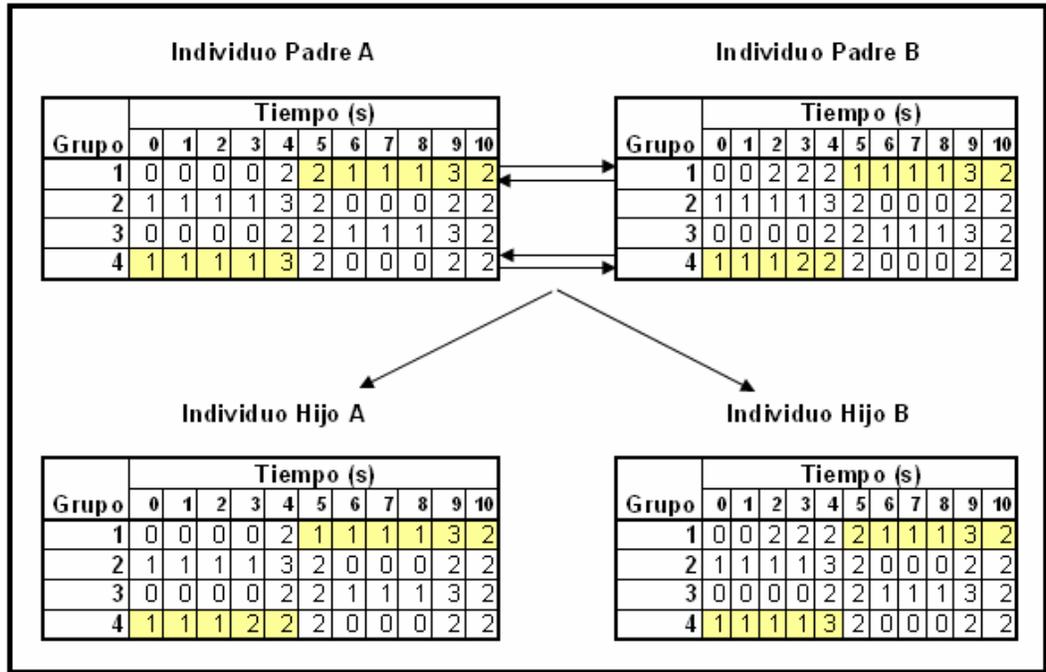
	demora (s)	f(i)	P(i)
Individuo G	7	0,14	22,44
Individuo A	10	0,10	15,71
Individuo H	12	0,08	13,09
Individuo B	13	0,08	12,08
Individuo F	13	0,08	12,08
Individuo E	15	0,07	10,47
Individuo C	20	0,05	7,85
Individuo D	25	0,04	6,28
Total		0,64	100,00

■ Individuos aptos para la reproducción.

**Tabla 3.** Tabla de Individuos Aptos

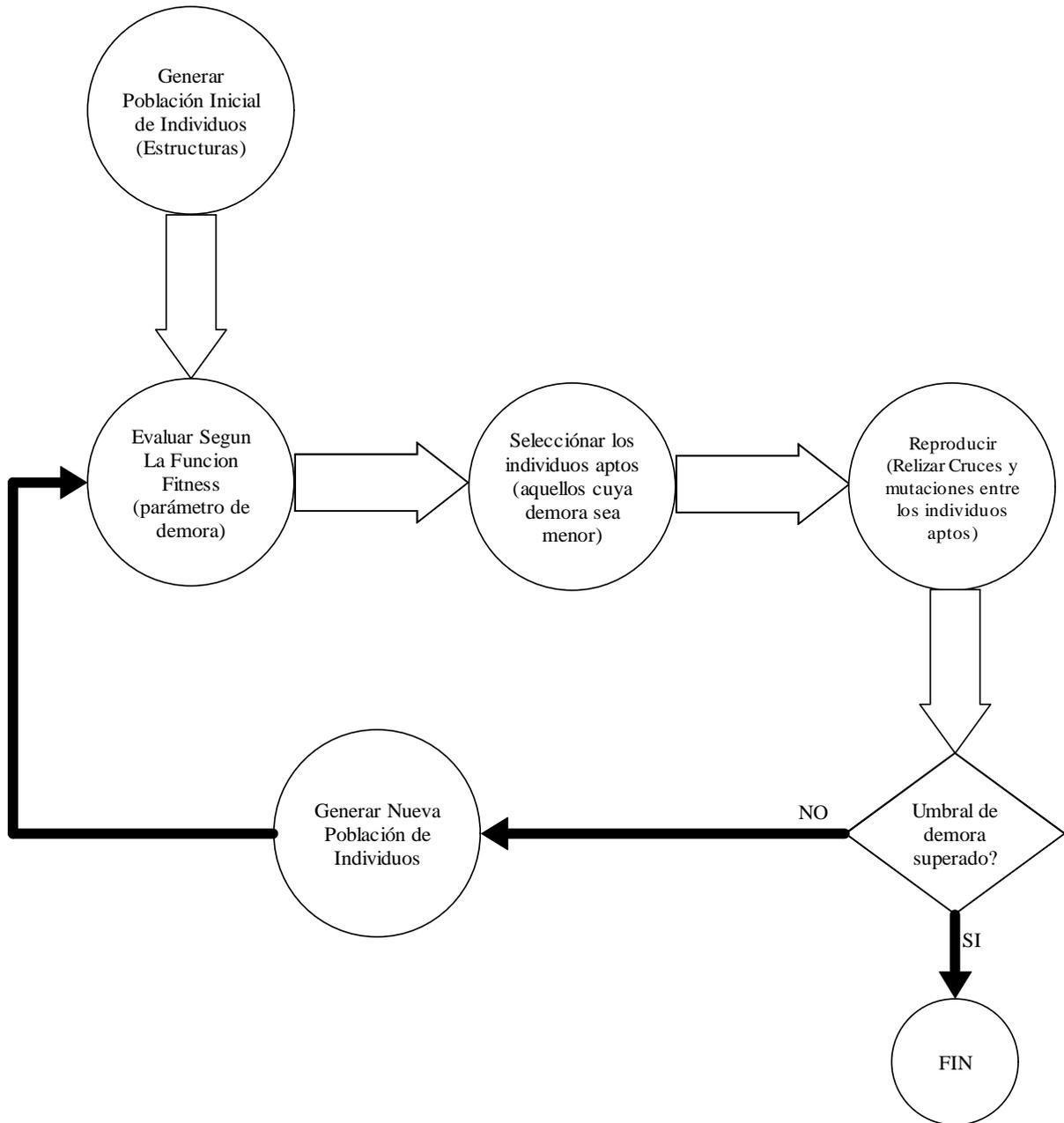
- Para la reproducción se utilizará el modelo de algoritmo genético de estado fijo, el cual utiliza el esquema generacional de los mamíferos y otros animales de vida larga, donde coexisten padres y sus descendientes, permitiendo que los hijos sean educados por sus progenitores, pero también que a la larga se genere competencia entre ellos. En este modelo se establecen los individuos seleccionados en el paso anterior como los llamados a ser padres, y además se escogen cuales de la población anterior serán eliminados, para dar paso a los descendientes. De esta manera se mantiene una población de magnitud constante la cual va evolucionando rápidamente convergiendo hacia la función objetivo.
- Para llevar a cabo esta reproducción se utilizarán aleatoriamente tres operadores genéticos: Cruce simple, Cruce doble y mutación.
  - *El Cruce Simple.* Se establece un punto fijo dentro de la estructura de ambos individuos y se intercambia la información desde este punto hasta el final.
  - *El Cruce Doble.* Se establecen un punto inicial y uno final en ambos individuos y se intercambia la información comprendida entre dichos puntos.
  - *Mutación:* Aleatoriamente se modifica el valor de una de las celdas del individuo.
  - Una condición importante es que tanto el cruce simple como el doble se realizarán entre los grupos homónimos de cada individuo, es decir, el grupo uno (1) de la estructura A sólo se puede cruzar con el grupo uno (1) de la estructura B.

**Figura 3.** Reproducción con cruzamiento



- Al terminar la reproducción, se selecciona la nueva población de los ocho (8) individuos más aptos, entre las dos generaciones y se comienza el proceso de nuevo desde la fase de evaluación.
- La bandera para terminar el algoritmo se define como un número de iteraciones después de alcanzar el parámetro de demora impuesto como objetivo. Este número de iteraciones se debe obtener y refinar sometiendo a prueba el algoritmo.

**Figura 4.** Diagrama de flujo del algoritmo genético

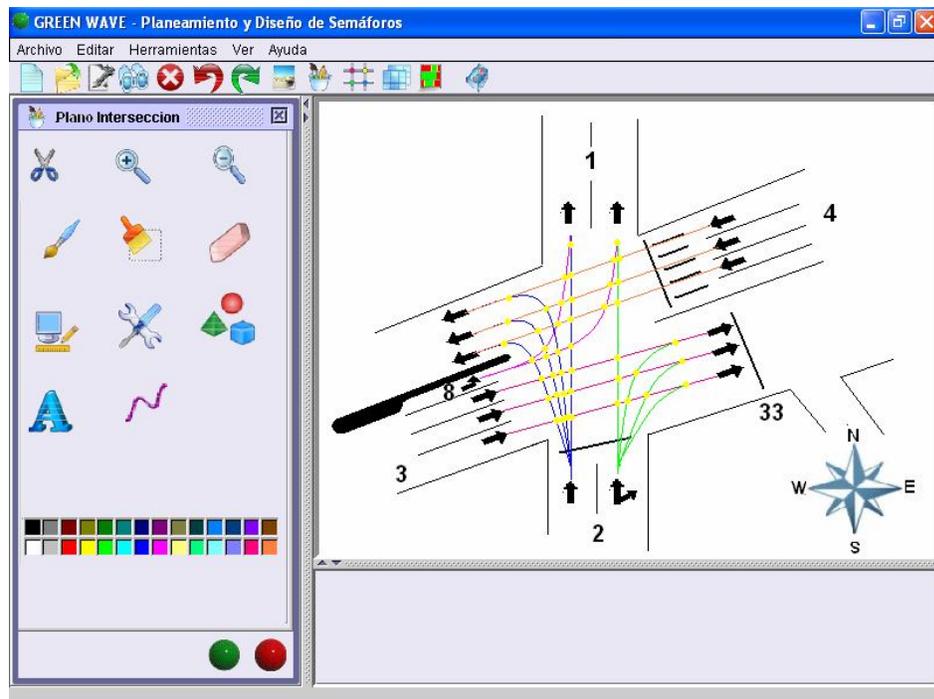


- **Diseño de Interfaces**

Dentro de la etapa de diseño, se elaboraron unas interfaces gráficas de usuario que marquen un patrón a seguir para la implementación del sistema, inclinando siempre el sistema hacia un modo de uso simple, amigable y concreto. Para esto se ha hecho énfasis en el uso de un marco especial ubicado a la izquierda del usuario desde donde se ejerce

todo el control del programa, teniendo las barras de herramientas y menú estándares, ubicando un espacio amplio para la presentación de los planos, gráficos, matrices, formularios y reportes. Por último, se pretende que la barra de estado se establezca de un modo más amigable al usuario y se pueda brindar en ella una información detallada de cada uno de los procesos, tanto durante su ejecución como después de ella. Las pantallas principales que conforman un bosquejo de lo que podría ser la Interfaz Grafica de Usuario (GUI) del sistema se encuentran en el Anexo J.

**Figura 5.** Interfaz para configurar plano



## 7. CONCLUSIONES

- Se ha realizado un estudio amplio del área problemática y su entorno, el cual ha resultado en el presente análisis y diseño del sistema, obteniendo así una plantilla sobre la cual se puede realizar un proceso de implementación de software con unas bases consistentes. Se pretende con esto enfatizar en la necesidad de continuación de este trabajo en uno de desarrollo de software, que si bien tiene un margen de dificultad alto, puede representar un beneficio importante para la comunidad.
- El margen de dificultad contemplado para la implementación de éste software, radica en que se deben realizar varios módulos por separado, los cuales en sí mismos son proyectos de desarrollo con un cierto grado de complejidad. En primer lugar, uno que sistematice los procesos de planificación, coordinación y evaluación de intersecciones con semáforos. En segundo lugar, uno que optimice los resultados obtenidos aplicando para esto técnicas como los algoritmos genéticos. En tercer lugar, una interfaz que convierta datos de una capa específica de un SIG a una base de datos convencional y por último una interfaz que permita la comunicación entre el sistema de planificación desarrollado y el sistema distribuido de control de tráfico urbano, ya existente, esto con el fin de actualizar la información en ambas direcciones e integrar el sistema para dar una respuesta más rápida y oportuna.
- El Campo de la Ingeniería de tráfico, es un área que siendo de vital importancia para el desarrollo de una localidad, es todavía asumido desde una base en ocasiones muy empírica, puesto que la teoría esta muy dispersa y por decirlo de alguna manera, poco estandarizada. Una de las intenciones de este trabajo, ha sido pues, aterrizar un estándar reconocido para grandes ciudades como el HCM, a una ciudad pequeña como Manizales, proponiendo soluciones aún en la existente carencia de bases teóricas unificadas
- Si se tiene en cuenta que una de las principales funciones del campo disciplinal de la Ingeniería de Sistemas, es la innovación como fuente para producir tecnología y a través de ésta generar mejores condiciones de vida, la integración de la Ingeniería de tráfico con la de Sistemas y por su puesto con las nuevas tecnologías, es un campo que se debe explorar con mayor énfasis, pues conlleva a una mejor calidad de vida al estar colaborando con una movilidad en vías públicas más ordenada y eficiente, ayudando además a generar seguridad al reducir el riesgo de accidentalidad.

- Es importante ejecutar la implementación de los modelos aquí planteados en un desarrollo de software. Se hace muy útil para contribuir a una mejor administración de los recursos viales de Manizales, y es recomendable proyectarla hacia las demás localidades del país y a nivel latinoamericano, dado que la tecnología en este campo no está muy desarrollada para ciudades pequeñas que tienen características y necesidades de tráfico diferentes a las grandes ciudades, para las cuales si hay una infraestructura definida y desarrollada. Además la inversión que las localidades destinan a esta área de desarrollo es poca y los costos de implementar soluciones similares a esta son altos.
- La solución planteada es un desarrollo tecnológico de bajo costo, que se especializa en planificar y coordinar las intersecciones con semáforos para ciudades pequeñas, tomando a Manizales como referente; esta solución se inclina hacia las necesidades de diseño de tráfico que no cubren los programas implementados actualmente, los cuales están diseñados para cubrir condiciones de tránsito en ciudades grandes y además no presentan alternativas de optimización, ni de integración como las planteadas en este documento. Lo anterior en el mejor de los casos como es el de Manizales, dado que la mayoría de las ciudades y municipios del país, no tienen un control adecuado del tránsito urbano y las herramientas que utilizan son obsoletas y poco apropiadas.
- La Integración de los tres sistemas, a saber: El Sistema distribuido de control de Tráfico Urbano, El Sistema de Información Geográfica y el Sistema de Planificación y Coordinación de Intersecciones, se plantea como una solución ideal al problema del tránsito. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los módulos del sistema de planificación de Intersecciones deben funcionar también de forma independiente, de modo que al implantar el sistema en un entorno donde no haya un sistema de control distribuido de tráfico, o no haya un SIG, éste pueda cumplir con su trabajo, teniendo otras alternativas para alimentar la información de entrada y para presentar los resultados obtenidos.
- Dentro de la metodología OMT para analizar y diseñar sistemas de información, se debe resaltar la importancia que tiene, a la hora de obtener resultados satisfactorios, el realizar un levantamiento de la información profundo y lo más completo posible, sobretodo utilizando una potente herramienta como lo son los casos de uso. Por lo general, esta herramienta no es dimensionada en la verdadera magnitud de su potencial, por eso se quiere resaltar para aquellos que realicen análisis orientado a objetos el uso primordial de ésta como base fundamental dentro de la metodología.
- En el proceso de Análisis de un sistema, a medida que se va avanzando, los nuevos modelos son muy dependientes de los primeros que se realizan. Es por

esta razón que se debe estar muy atento y seguro sobre la correcta elaboración de cada modelo antes de seguir adelante y así evitar el tener que hacer cambios en todos los documentos y diagramas subsecuentes a un modelo de mayor jerarquía donde se detectaron errores en tiempo avanzado, provocando una demora considerable sobre el tiempo estimado de ejecución.

- Los algoritmos genéticos, utilizados sobre la Ingeniería de tráfico, pueden conllevar a obtener resultados que en ningún momento se pueden obtener con la sola aplicación de ecuaciones matemáticas sobre las variables medidas en un trabajo de campo. Un método de optimización como éste, puede ser altamente explotado en situaciones como éstas, donde confluyen una serie de patrones externos que condicionan las soluciones a un problema, y lo condicionan hacia un campo más reducido de respuesta. Lo que se busca pues en esencia, es que este tipo de algoritmos lleven funciones de la teoría de tráfico a respuestas óptimas, no basadas en cálculos uniformados sobre un papel, sino en las circunstancias y necesidades específicas de cada entorno y situación.

## 8. RECOMENDACIONES

- Para la implementación del sistema aquí analizado y diseñado, se recomienda utilizar un lenguaje de programación como java, que provee una gama muy amplia de herramientas en todos los ámbitos requeridos, como lo son la parte gráfica, las comunicaciones entre estaciones de trabajo, el acceso a bases de datos, algoritmos de computo, procesamiento multi-hilo, estructuras de datos avanzadas como árboles o grafos, aplicación de recursividad, entre otros. Además, de esto se recomienda este lenguaje por ser multi-plataforma y permitir mayor aplicabilidad en un futuro, en caso de necesitar migrar hacia sistemas operativos diferentes a Windows.
- También es recomendable la utilización de Postgres como gestor de bases de datos, principalmente porque tiene una herramienta denominada PostGIS, muy conveniente para relacionar las bases de datos con los Sistemas de Información Geográfica.
- Debido a la naturaleza especializada del presente trabajo, se recomienda antes de hacer uso de éste, entender los conceptos en él presentados, haciendo uso del glosario, el marco teórico y acudiendo si es necesario a la bibliografía citada.
- Los autores recomiendan tener en cuenta para la ejecución de cualquier proceso de análisis y diseño ha realizar en un futuro, un acentuado énfasis en la etapa de planificación del sistema, primordialmente en las debidas proyecciones acerca del tiempo y los recursos a utilizar, además de un conciente y profundo levantamiento de la información, como pilares fundamentales para tener resultados satisfactorios.

## BIBLIOGRAFÍA

### Materiales Impresos

CAL Y MAYOR., Rafael. Ingeniería de Tránsito. 5ª edición. México D. F.: Asociación Mexicana de Caminos, A. C. y Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A., 1972. p.207

GOLDBERG., David E. Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning. The University of Alabama. Addison-Wesley Publishing Company, 2005. p. 1, 7

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. Highway Capacity Manual. Tercera Edición. Transportation Research Board. Washington, D.C., 1997. p. 247-384

RAMÍREZ L., Luz Adriana. Conexión Vial Sector Ondas del Otún Avenida Centenario, su Evaluación y Modelación en un Sistema de Información Geográfica. Estudio de Prefactibilidad. Trabajo de Grado. Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Manizales, Manizales, 2003. p.4.

VALDÉS., Antonio. Ingeniería de Tráfico. Madrid: DOSSAT S.A., 1971. p.97, 326,

### Otras Fuentes

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ., Secretaría Tránsito y Transporte, CAL Y MAYOR Y ASOCIADOS. Manual De Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito Y el Transporte, Tomo I, Capítulo 5, Parte 6 [en línea]: Bogotá D.C., 2005: [citado 1 junio 2006]. Disponible en: <[http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoI\\_Capítulo5\\_9\\_36\\_45.TránsitoYTransporteenBogotá\(PARTE6\)](http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoI_Capítulo5_9_36_45.TránsitoYTransporteenBogotá(PARTE6))>

\_\_\_\_\_. Manual De Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito Y el Transporte, Tomo III, Capítulo 3, Capacidad y Niveles de Servicios, Flujo Discontinuo [en línea]: Bogotá D.C., 2005: [citado 17 marzo 2006]. Disponible en: <[http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoIII\\_Capítulo3\\_14\\_4\\_8.CapacidadyNivelesdeServicio,Fluj~1](http://www.transitobogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoIII_Capítulo3_14_4_8.CapacidadyNivelesdeServicio,Fluj~1)>

AMERICAN PLANNING ASOCIATION. Los Fundamentos de la Planificación de Sitios. [en línea]: Washington, D.C.: Glosario, 2002. [citado 16 junio 2006]. <Disponible en: <http://www.planning.org/caces/g.html>>

BOGOTÁ. Descripción Geográfica. Situación de Bogotá y sus Alrededores [en línea]: Bogotá, Colombia: 2005. [citado 24 mayo 2006]. Disponible en: <[http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/frame\\_detalle.php?h\\_id=357&patron=01.0101](http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/frame_detalle.php?h_id=357&patron=01.0101)>

CARRETEROS, Norma 8.1-IC. Señalización Vertical: Señalización de nudos de la red viaria, y de entradas o salidas específicas [en línea]: España: 1999. [citado 1 diciembre 2005]. Disponible en: <[http://www.carreteros.org/normativa/s\\_vertical/8\\_1ic/apartados/5\\_1.htm](http://www.carreteros.org/normativa/s_vertical/8_1ic/apartados/5_1.htm)>

DÍAZ., María del Carmen et. al. Métodos Geométricos de Coordinación de Intersecciones Reguladas por Semáforos [en línea]: Santander, España: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002. [citado 7 septiembre 2005]. Disponible en: <<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/210.pdf>>

GALLEGOS LÓPEZ., Rafael, MENDOZA DÍAZ., Alberto. Efectos de la Regularidad Superficial en la Capacidad vial de Autopistas y Carreteras Multicarril Mexicanas [en línea]: Sanfandila, Qro, México: Secretaria de Comunicaciones y Transporte Instituto Mexicano de Transporte, 2004. [citado 7 septiembre 2005]. Disponible en: <<http://www.imt.mx/Espanol/Publicaciones/pubtec/pt262.pdf>>

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, Los SIG- SIG. [en línea]. [citado 28 agosto 2007]. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001#2>

METODOLOGIA OMT. [en línea]: Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. [citado 12 marzo 2005]. Disponible en: <<http://www.mcc.unam.mx/~cursos/Objetos/Omt/omt.html>>

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia [en línea]: Bogotá D.C., Colombia: Glosario, 2004. [citado 10 diciembre 2005]. Disponible en: <[http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Manual\\_senalizacion/Glosario.pdf](http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Manual_senalizacion/Glosario.pdf)>

\_\_\_\_\_. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia [en línea]: Bogotá D.C., Colombia: Semáforos, 2004. [citado 15 diciembre 2005]. Disponible en:

<[http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Manual\\_senalizacion/Capitulo7\\_SEMAFOROS.pdf](http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Manual_senalizacion/Capitulo7_SEMAFOROS.pdf)>

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras [en línea]: Lima, Perú: Glosario, 2000. [citado 25 enero 2006]. Disponible en: [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/transito/anexoh/anexoh.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/transito/anexoh/anexoh.htm)

PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS [en línea]: Universidad de Chile [citado 22 mayo 2005]. Disponible en: <[http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase17\\_programacion\\_semaforosII.PDF](http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase17_programacion_semaforosII.PDF)>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan de gestión de tránsito y transporte para el municipio de Popayán [en línea]: 2003. [Citado 1 marzo 2006]. Disponible en: <[http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIES\\_Participacion\\_Privada\\_Infraestructura/Informe\\_3.PDF](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIES_Participacion_Privada_Infraestructura/Informe_3.PDF)>

MERELO GUERVÓS., Juan Julián, Informática evolutiva: Algoritmos genéticos [en línea]: Genura. [Citado 28 agosto 2007]. Disponible en: <http://geneura.ugr.es/~jmerelo/ie/ags.htm>

CAMPOS., Javier, Algoritmos Genéticos [en línea]: Universidad Tecnológica de Cataluña. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, 1999. [Citado 27 agosto 2007]. Disponible en: [http://www.lsi.upc.es/~iea/transpas/9\\_geneticos/index.htm](http://www.lsi.upc.es/~iea/transpas/9_geneticos/index.htm)

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**CASOS DE USO**

**CONTENIDO**

	Pág.
Casos de Uso de Acceso	55
Casos de Uso de Ajuste	60
Casos de Uso de Calzada	71
Casos de Uso de Carril	76
Casos de Uso de Combinación	83
Casos de Uso de Complejo	85
Casos de Uso de Corredor	90
Casos de Uso de Estructura	95
Casos de Uso de Evaluación	101
Casos de Uso de Grupo	106
Casos de Uso de Intersección	109
Casos de Uso de Línea	114
Casos de Uso de Paso Peatonal	115
Casos de Uso de Perfil	120
Casos de Uso de Planificación	125
Casos de Uso de Plano	130
Casos de Uso de Red	133
Casos de Uso de Sesión	138
Casos de Uso de Tiempo Intermedio	140
Casos de Uso de Trayectoria	145
Casos de Uso de Usuario	150

### Casos de Uso de Acceso

**NOMBRE:** Crear Acceso

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crean los accesos que conformarán la geometría de la intersección.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber por lo menos una intersección creada y debe estar seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Acceso".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo acceso.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo acceso (Ver caso de uso "Ingresar Información de Acceso").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
7	El sistema crea un registro del acceso en la tabla acceso.
8	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Acceso creado. Las tablas acceso y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos del acceso.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

#### Comentario

La información acerca del acceso esta relacionada con la intersección a la que será asociado, ubicación, tipo, número de calzadas, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Acceso".

- NOMBRE:** Modificar Acceso
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica los accesos con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un acceso creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Acceso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Acceso".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Acceso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del acceso (Ver caso de uso "Ingresar Información de Acceso").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el acceso.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades del acceso en la tabla acceso.
10	El sistema actualiza el registro del plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** El acceso, el plano en pantalla, y las tablas acceso y plano quedan modificados con toda la información del acceso.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del acceso, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Acceso".

**NOMBRE:** Ingresar Información de Acceso

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen y digitan los datos del acceso.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar el "Acceso".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona la intersección a la que se asociará el acceso.
2	El usuario selecciona la ubicación del acceso (Norte, NorEste, NorOeste, Sur, SurEste, SurOeste, Este, Oeste).
3	El usuario selecciona el tipo del acceso (Entrada, Salida, Mixto).
4	El usuario determina el número de calzadas que tenga el acceso.
5	El usuario determina el ancho del acceso (m).
6	El usuario determina el largo del acceso (m).
7	El usuario determina la inclinación del acceso (grados).
8	El usuario determina la pendiente del acceso (grados).
9	El usuario determina el número de separadores.
10	El usuario determina el ancho de los separadores.
11	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el acceso.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada y seleccionada por el usuario para el acceso.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
1	Cuando está activado el proceso de "Propiedades del Acceso", el sistema deshabilita esta opción para seleccionar una intersección.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID del acceso es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto, según los estándares, para: El número de calzadas, Ancho, Largo, Inclinación y Pendiente del acceso, el Número y Ancho de los separadores.

**NOMBRE:** Consultar Acceso

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al acceso.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un acceso creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Acceso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Acceso".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Acceso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del acceso.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del acceso que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Acceso

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del acceso.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un acceso creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Acceso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Acceso".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Acceso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del acceso de la tabla acceso y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Acceso eliminado. La tabla acceso, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del acceso.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo se puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Ajuste

**NOMBRE:** Crear Análisis de Tráfico

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crea el análisis de tráfico para una planificación de la intersección.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber una planificación creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre los elementos involucrados en el análisis de tráfico.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Análisis de Tráfico".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo análisis de tráfico.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo análisis de tráfico (Ver caso de uso "Modulo de Entrada para el Análisis de tráfico").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para finalizar la creación del análisis de tráfico.
5	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Análisis de Tráfico creado. La información en pantalla queda actualizada con los datos obtenidos.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
-----------	--------

### Comentario

La información de análisis de tráfico esta especificada en el módulo de entrada y afecta a las entidades de grupo, carril, calzada, paso y ajuste. Esta información se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Análisis de Tráfico".

**NOMBRE:** Modificar Análisis de Tráfico

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se modifica el análisis de tráfico con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un análisis de tráfico creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de “Análisis de Tráfico”.
2	El sistema muestra el menú de opciones de “Análisis de Tráfico”.
3	El usuario escoge la opción de “Propiedades del Análisis de Tráfico”.
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de análisis de tráfico (Ver caso de uso “Modulo de Entrada para el Análisis de tráfico”).
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el análisis de tráfico.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para finalizar la modificación del análisis.
7	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** La información de análisis de tráfico queda actualizada en pantalla.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.

**Comentario**

La información modificable acerca del análisis de tráfico, se encuentra en el caso de uso “Modulo de Entrada para el Análisis de Tráfico”.

- NOMBRE:** Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escogen y digitan los datos del módulo de entrada para el análisis de tráfico.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar seleccionada la opción del modulo de entrada en el proceso de crear o modificar el "Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona y digita la información sobre el análisis de giros por grupo de carriles (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de Giros por Grupo de Carriles").
2	El usuario selecciona y digita la información sobre el análisis de vehículos pesados (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de vehículos Pesados").
3	El usuario selecciona la opción de análisis de pasos peatonales (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de Pasos Peonales").
4	El usuario selecciona y digita la información sobre el análisis de características generales de tráfico (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de Características Generales de Tráfico").
5	El usuario selecciona y digita la información sobre el análisis de volumen vehicular por carril (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de Volumen Vehicular por Carril").
6	El usuario selecciona y digita la información sobre el análisis de grupos (Ver caso de uso "Seleccionar Información de Análisis de Grupos").

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada y seleccionada por el usuario para el módulo de entrada de análisis de tráfico.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

Excepción	Acción
-----------	--------

**Comentario**

La información disponible por cada uno de los elementos del módulo de entrada para la planificación, está detallada en los casos de uso correspondientes.

**NOMBRE:** Consultar Análisis de Tráfico

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información concerniente al Análisis de Tráfico.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un análisis de tráfico creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este los elementos involucrados.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Análisis de Tráfico".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Análisis de Tráfico".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Análisis de Tráfico".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del análisis de tráfico.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del análisis de tráfico que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Análisis de Tráfico

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del análisis de tráfico.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un análisis de tráfico creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Análisis de Tráfico".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Análisis de Tráfico".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Análisis de Tráfico".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la tabla ajuste y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Análisis de Tráfico eliminado. La tabla ajuste, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del análisis de tráfico.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y después de esto sólo se puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

**NOMBRE:** Análisis de Giros por Grupo de Carriles  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de giros por grupo de carriles.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona un grupo.
2	El usuario determina si tiene giro a la izquierda.
3	El usuario selecciona el tipo de giro a izquierda (Exclusivo o Compartido).
4	El usuario determina si tiene giro a la derecha.
5	El usuario selecciona el tipo de giro a derecha (Exclusivo o Compartido).
6	El usuario selecciona el tipo de operación de giro a derecha (Permitido o Protegido).
7	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo digitado.
8	El sistema valida los datos.
9	El sistema actualiza el registro de la tabla grupo.
10	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** La Información sobre el análisis de giros por grupo de carriles queda adicionada en el registro correspondiente de la tabla grupo, además la información en pantalla queda actualizada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
2	El sistema deshabilita la opción del paso 3, cuando el usuario no determina la existencia de giro a la izquierda.
4	El sistema deshabilita las opciones de los pasos 5 y 6, cuando el usuario no determina la existencia de giro a la derecha.
10	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

**NOMBRE:** Análisis de Vehículos Pesados  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de vehículos pesados.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario determina el ajuste de vehículos pesados equivalentes.
2	El usuario selecciona un grupo.
3	El usuario determina si tiene parada de bus.
4	El usuario determina el número de buses.
5	El usuario determina el porcentaje de vehículos pesados.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo determinado.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro de la tabla grupo.
9	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** La Información sobre el análisis vehículos pesados queda adicionada en el registro correspondiente de las tablas grupo y ajuste, además la información en pantalla queda actualizada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
3	El sistema deshabilita la opción del paso 4, cuando el usuario no determina la existencia de la parada de bus.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas. El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para el ajuste de vehículos pesados equivalentes, el número de buses y el porcentaje de vehículos pesados.

**NOMBRE:** Análisis de Pasos Peatonales

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de pasos peatonales.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona el paso peatonal.
2	El usuario determina si tiene botón detector de peatones.
3	El sistema muestra al usuario el mínimo de tiempo de verde en segundos.
4	El sistema muestra la tabla de los pasos peatonales.
5	El usuario selecciona el grupo.
6	El usuario determina el número de peatones en conflicto con giro derecho.
7	El sistema muestra la tabla de relación del grupo y los peatones.
8	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo digitado.
9	El sistema valida los datos.
10	El sistema actualiza los registros correspondientes en las tablas grupo y paso.
11	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** La información de análisis de pasos peatonales queda adicionada en los registros correspondientes de las tablas grupo y paso, además la información en pantalla queda actualizada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
9	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas. El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares, para el número de peatones en conflicto con giro derecho.

**NOMBRE:** Análisis de Características Generales de Tráfico

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de características generales de tráfico.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario determina el factor de hora pico.
2	El usuario determina el flujo de saturación.
3	El usuario determina el tipo de área (CBD o NO CBD).
5	El usuario selecciona la calzada.
6	El usuario determina la pendiente.
7	El sistema muestra la tabla de relación de la calzada y la pendiente.
8	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo digitado.
9	El sistema valida los datos.
10	El sistema crea un registro en la tabla ajuste, con la información entrada por el usuario, y actualiza el registro correspondiente en la tabla calzada.
11	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Las tablas ajuste y calzada quedan actualizadas con lo digitado. Además queda actualizada la información en pantalla.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
9	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para factor de hora pico, el flujo de saturación y la pendiente.

**NOMBRE:** Análisis de Volumen Vehicular por Carril

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de volumen vehicular pro carril.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona un acceso.
2	El sistema carga las calzadas correspondientes al acceso seleccionado.
3	El usuario selecciona una calzada.
4	El sistema carga los carriles correspondientes a la calzada seleccionada.
5	El usuario selecciona un carril.
6	El usuario determina el ancho del carril (m).
7	El usuario determina el volumen vehicular directo.
8	El usuario determina el volumen vehicular de giro derecho.
9	El usuario determina el volumen vehicular de giro izquierdo.
10	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo digitado.
11	El sistema valida los datos.
12	El sistema actualiza la tabla carril con la información de análisis de volumen vehicular por carril.
13	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información seleccionada por el usuario para el análisis de volumen vehicular por carril.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
11	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas. El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares, para el ancho del carril, los volúmenes vehiculares directos y de giro a la derecha e izquierda.

**NOMBRE:** Análisis de Grupos

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen los datos del análisis de grupos.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el "Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona un grupo.
2	El usuario determina si el grupo tiene carril de parqueo.
3	El usuario determina el número maniobras del carril de parqueo.
5	El sistema muestra al usuario el volumen total del grupo.
6	El sistema muestra al usuario el número de carriles del grupo.
7	El sistema muestra la tabla de relación con el código ID del grupo, el número de carriles, el volumen total, el carril de parqueo y el número de maniobras de parqueo.
8	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar lo digitado.
9	El sistema valida los datos.
10	El sistema actualiza la tabla grupo con la información del análisis de grupos.
11	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** La tabla grupo queda actualizada con la información de análisis de grupos, y la información en pantalla queda actualizada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
3	Este campo solo se habilita si el grupo tiene carril de parqueo, por defecto se mantendrá deshabilitado.
9	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

## Casos de Uso de Calzada

**NOMBRE:** Crear Calzada

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crean las calzadas que tenga un acceso.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber un acceso creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nueva Calzada".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva calzada.
3	El usuario escoge y digita la información para la nueva calzada (Ver caso de uso "Ingresar Información de Calzada").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
7	El sistema crea un registro de la calzada en la tabla calzada.
8	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Calzada creada. Las tablas calzada y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de la calzada.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

La información acerca de la calzada esta relacionada con el acceso asociado, tipo, número de carriles, velocidad, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Calzada".

- NOMBRE:** Modificar Calzada
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica las calzadas con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una calzada creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Calzada".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Calzada".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Calzada".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de la calzada (Ver caso de uso "Ingresar Información de Calzada").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para la calzada.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades de la calzada en la tabla calzada.
10	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** La calzada, el plano en pantalla y las tablas calzada y plano quedan modificadas con toda la información de la calzada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de la calzada, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Calzada".

**NOMBRE:** Ingresar Información de Calzada  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escogen y se digitan los datos de la calzada.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar la "Calzada".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona el acceso al cual se asociará la calzada.
2	El usuario selecciona el tipo de la calzada (Entrada, Salida, Mixto).
3	El usuario determina el número de carriles que tendrá la calzada.
4	El usuario determina la velocidad de la calzada (K/h).
5	El usuario determina el ancho de la calzada (m).
6	El usuario configura la línea de pare/salida de la calzada (Ver caso de uso "Configurar Línea").
7	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para la calzada.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para la calzada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
1	Cuando está activado el proceso de "Propiedades de la Calzada", el sistema la deshabilita la opción para seleccionar el acceso.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID de la calzada es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para el número de calzadas, ancho, inclinación y pendiente de la calzada.

El sistema toma por defecto para el largo de la calzada, el valor del largo del acceso.

La información que se puede configurar para la línea de pare, se encuentra en el caso de uso "Configurar Línea".

**NOMBRE:** Consultar Calzada

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la calzada.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una calzada creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Calzada".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Calzada".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Calzada".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la calzada.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la calzada que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Calzada

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la calzada.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una calzada creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Calzada".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Calzada".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Calzada".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la calzada de la tabla calzada y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Calzada eliminada. La tabla calzada, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la calzada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo se puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Carril

**NOMBRE:** Crear Carril

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crean los carriles que van a pertenecer a una calzada.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber una calzada creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Carril".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo carril.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo carril (Ver caso de uso "Ingresar Información de Carril").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
7	El sistema crea un registro del carril en la tabla carril.
8	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Carriles creados. Las tablas carril y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de carril.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	El sistema comunica los errores (con respecto al formato), y pide reingresar los datos.

### Comentario

La información acerca del carril esta relacionada con: La calzada asociada, tipo el carril, tipo de tráfico, ancho, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Carril".

- NOMBRE:** Modificar Carril
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifican los carriles con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un carril creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Carril".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Carril".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Carril".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del carril (Ver caso de uso "Ingresar Información de Carril").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el carril.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades del carril en la tabla carril.
10	El sistema actualiza el registro del plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

- POSTCONDICIÓN:** El carril, el plano en pantalla y las tablas carril y plano quedan modificadas con toda la información del carril.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del carril, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Carril"

- NOMBRE:** Ingresar Información de Carril
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escogen y digitan los datos del carril.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar "Carril".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona la calzada a la que será asociado el carril.
2	El usuario selecciona el tipo del carril (Entrada, Salida).
3	El usuario determina el tipo de tráfico que tenga el carril (Mixto, Liviano, Pesado, Masivo, Servicio Público).
4	El usuario determina el ancho del carril en metros.
5	El usuario configura el carril como bahía de giro exclusivo, en caso de serlo. (Ver caso de uso "Configurar Bahía").
6	El usuario selecciona un movimiento para el carril (Movimiento de Giro a la Izquierda, Movimiento de Giro a la Derecha, Movimiento Directo, Movimiento Directo con Giro a la Izquierda, Movimiento Directo con Giro a la Derecha, Movimiento Directo con giro a la Izquierda y a la Derecha).
7	El usuario determina el nivel máximo de saturación.
8	El usuario determina el volumen directo.
9	El usuario determina el volumen giro a la derecha.
10	El usuario determina el volumen giro a la izquierda.
11	El usuario determina el porcentaje de buses.
12	El usuario determina el porcentaje de camiones.
13	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el carril.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para el carril.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
1	Cuando está activado el proceso de "Propiedades del Carril", el sistema la deshabilita la opción para seleccionar una calzada.
5	El sistema verifica si el usuario configura el carril como una bahía y habilita la opción de "configurar bahía".

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

Cuando el usuario selecciona la calzada a la que va a pertenecer el carril, el sistema toma por defecto la información de la calzada, así como la cantidad de carriles y guarda para cada carril la configuración del primer carril creado.

El código ID del carril es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares: Ancho, nivel máximo de saturación, los volúmenes directos, giro a la derecha, giro a la izquierda y los porcentajes de buses y camiones.

El sistema toma por defecto para el largo del carril, el valor del largo de la calzada.

La información que se puede configurar para la bahía, se encuentra en el caso de uso "Configurar Bahía".

**NOMBRE:** Consultar Carril

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al carril.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un carril creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Carril".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Carril".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Carril".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del carril.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del carril que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Carril

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del carril.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un carril creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Carril".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Carril".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Carril".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del carril de la tabla carril y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Carril eliminado. La tabla carril, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del carril.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

**NOMBRE:** Configurar Bahía

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen, digitan y validan los datos para la configuración de la bahía.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el cuadro de diálogo para Ingresar los datos del carril y habilitada la opción de "Configurar Bahía", además el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre el elemento carril.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario determina el ancho de la bahía en metros.
2	El usuario determina el largo de la bahía en metros.
3	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para la bahía.
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección los datos ingresados.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Queda validada la información digitada por el usuario para la bahía.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

El código ID de la bahía está determinado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para: Ancho y Largo de la bahía.

## Casos de Uso de Combinación

- NOMBRE:** Seleccionar Combinación de Fases
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se crean las fases para el diseño de la planificación de intersecciones y se selecciona una combinación de fases.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber una planificación creada y selecciona en pantalla y estar distribuidos los grupos. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Seleccionar Combinación Fases".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo con las tablas de las fases y las combinaciones de fases posibles.
3	El sistema determina y muestra la combinación de fases óptima.
4	El usuario selecciona la combinación de fases que se utilizará.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la configuración.
6	El sistema valida los datos.
7	El sistema crea un registro de la combinación en la tabla combinación y se crean los registros respectivos en la tabla de Fase.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Combinación de fases seleccionada. Las tablas combinación y fase, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de selección.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
6	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

El sistema determina automáticamente las posibles fases y las muestra al usuario por medio de la tabla de fases.

El sistema genera las posibles combinaciones de fase y las visualiza al usuario por medio de la tabla de combinación de fases y determina cual es la combinación óptima, dando a este mismo la posibilidad de escoger cualquier otra combinación de fase de las ya calculadas.

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

**NOMBRE:** Modificar Combinación de Fases

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se modifican los datos actuales para las fases y se vuelve a escoger una combinación de fases.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar creada la combinación de fases y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario escoge la opción de “Modificar Combinación Fases”.
2	El sistema abre un cuadro de diálogo con la información actual de las fases y combinaciones.
3	El sistema determina y muestra la combinación de fases óptima.
4	El usuario selecciona la combinación de fases que se utilizará.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
6	El sistema valida los datos.
7	El sistema actualiza el registro de la combinación en la tabla combinación y se actualizan los registros respectivos en la tabla de Fase.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Combinación de fases seleccionada. Las tablas combinación y fase, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos modificados.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
6	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

El sistema determina automáticamente las posibles fases y las muestra al usuario por medio de la tabla de fases.

El sistema genera las posibles combinaciones de fase y las visualiza al usuario por medio de la tabla de combinación de fases y determina cual es la combinación óptima, dando a este mismo la posibilidad de escoger cualquier otra combinación de fase de las ya calculadas.

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

### Casos de Uso de Complejo

**NOMBRE:** Crear Complejo

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crea un complejo de intersecciones adyacentes.

**PRECONDICIÓN:** Debe existir al menos una red creada y seleccionada en pantalla. Debe haber al menos dos intersecciones adyacentes creadas. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Complejo".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo complejo.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo complejo (Ver caso de uso "Configurar Información de Complejo").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema actualiza en el plano de complejo según los datos ingresados.
7	El sistema crea un registro del complejo en la tabla complejo.
8	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Complejo creado. Las tablas complejo y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos del complejo.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

#### Comentario

La información acerca del complejo esta relacionada con el nombre, intersecciones adjuntas, comentarios, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Configurar Información de Complejo"

- NOMBRE:** Modificar Complejo
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica el complejo con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un complejo creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Complejo".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Complejo".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Complejo".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del complejo (Ver caso de uso "Configurar Información de Complejo").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el complejo.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades del complejo en la tabla complejo.
10	El sistema actualiza el registro del plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** El complejo, el plano en pantalla y las tablas complejo y plano quedan modificados con toda la información del complejo.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de complejo se encuentra en el caso de uso "Configurar Información de Complejo".

**NOMBRE:** Configurar Información de Complejo  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escoge las intersecciones y digitan los datos del complejo.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar el "Complejo".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona una intersección.
2	El sistema valida que la intersección seleccionada este completa.
3	El sistema muestra las intersecciones adyacentes a la intersección seleccionada.
4	El usuario selecciona una intersección de la lista mostrada por el sistema.
5	Se repiten los pasos del 1 al 4 hasta completar el complejo según el criterio del usuario o hasta que le número de intersecciones sea cinco (5).
6	El sistema une las intersecciones agregadas por los accesos comunes.
7	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el complejo.

**POSTCONDICIÓN:** Queda registrada la información digitada por el usuario para el complejo.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
2	El sistema comunica al usuario que dicha intersección esta incompleta y no es posible seleccionarla. Luego le pide que seleccione otra.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.  
El código ID del complejo es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Consultar Complejo

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al complejo.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un complejo creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Complejo".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Complejo".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Complejo".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del complejo.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del complejo que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Complejo

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del complejo.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un complejo creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Complejo".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Complejo".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Complejo".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del complejo de la tabla complejo y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Complejo eliminado. La tabla complejo, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del complejo.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso Corredor

**NOMBRE:** Crear Corredor

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crea un corredor de intersecciones.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber una red creada y seleccionada en pantalla como mínimo con dos intersecciones consecutivas creadas. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Corredor".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo corredor.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo corredor (Ver caso de uso "Configurar Información de Corredor").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano del corredor según los datos ingresados.
7	El sistema crea un registro del corredor en la tabla corredor.
8	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Corredor creado. Las tablas corredor y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con toda la información del corredor.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

La información acerca del corredor esta relacionada con: El nombre, intersecciones adjuntas, distancias y comentarios, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Configurar Información de Corredor".

- NOMBRE:** Modificar Corredor
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica el corredor con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un corredor creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Corredor".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Corredor".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Corredor".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del corredor (Ver caso de uso "Configurar Información de Corredor").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el complejo.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades del corredor en la tabla corredor.
10	El sistema actualiza el registro del plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** El corredor, el plano en pantalla y las tablas corredor y plano quedan modificados con toda la información del corredor.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del corredor, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Corredor"

- NOMBRE:** Configurar Información de Corredor
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escogen las intersecciones y se digitan los datos del corredor.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar el "Corredor".

**FLUJO NORMAL:**

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona una intersección.
2	El sistema valida que la intersección seleccionada este completa.
3	El sistema muestra las intersecciones adyacentes a la intersección seleccionada.
4	El usuario selecciona una intersección de la lista mostrada por el sistema.
5	El sistema pide al usuario que digite la distancia entre las 2 intersecciones seleccionadas.
6	Se repiten los pasos del 1 al 5 hasta completar el corredor según el criterio del usuario.
7	El usuario selecciona el tipo de corredor (Alta velocidad, Suburbano, Intermedio, Urbano).
8	El usuario selecciona la velocidad a flujo libre del corredor.
9	El usuario ingresa la longitud del corredor en metros.
10	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el corredor.

**POSTCONDICIÓN:** Queda registrada la información digitada por el usuario para el corredor.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

Excepción	Acción
2	El sistema comunica al usuario que no es posible seleccionar dicha intersección y se pide que seleccione otra.
5	Cuando la distancia entre las intersecciones es grande, según el máximo de separación establecido, no hay coordinación del corredor.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.  
El código ID del corredor es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Consultar Corredor

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al corredor.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un corredor creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Corredor".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Corredor".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Corredor".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del corredor.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del corredor que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Corredor

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del corredor.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un corredor creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Corredor".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Corredor".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Corredor".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del corredor de la tabla corredor y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Corredor eliminado. La tabla corredor, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del corredor.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Estructura

**NOMBRE:** Crear Estructura

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se determina el orden de secuencia que tendrán las fases creadas.

**PRECONDICIÓN:** Planificación creada y seleccionada en pantalla. Deben estar creadas las fases y definida una combinación de fases. También deben estar distribuidos los grupos. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de escritura para este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nueva Estructura".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva estructura.
3	El usuario configura la información del ciclo para la nueva estructura (Ver caso de uso "Configurar Ciclo").
4	El usuario organiza la información para la nueva estructura (Ver caso de uso "Ordenar Estructura").
5	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
6	El sistema valida los datos.
7	El sistema crea registros nuevos en las tablas estructura, ciclo y transición.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Estructura creada. Las tablas de estructura, ciclo, transición y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos seleccionados.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
6a	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.
6b	El sistema verifica que la longitud de ciclo seleccionada este entre un rango del 80 y el 120% de la longitud de ciclo óptimo calculada por el sistema, de lo contrario lo comunica al usuario y pide que se seleccione de nuevo.

### Comentario

La información acerca del ciclo esta relacionada con la longitud de ciclo a usar dentro de la estructura y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Configurar Ciclo".

La información acerca de la estructura esta relacionada con las posiciones de las fases dentro de la estructura y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ordenar Estructura".

- NOMBRE:** Modificar Estructura
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica la estructura con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una estructura creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Estructura".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Estructura".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Estructura".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar la información de la estructura (Ver caso de uso "Ordenar Estructura").
5	El usuario organiza la información que desea modificar para la estructura.
6	El usuario modifica la configuración de la información del ciclo para la estructura (Ver caso de uso "Configurar Ciclo").
7	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
8	El sistema valida los datos.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades de la estructura en la tabla estructura y actualiza además las propiedades de sus dependencias.
10	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Las tablas estructura, ciclo y transición, quedan modificadas con toda la información de la estructura. Además la información en pantalla queda actualizada.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del ciclo, se encuentra en el caso de uso "Configurar Ciclo".  
 La información modificable acerca de la estructura, se encuentra en el caso de uso "Ordenar Estructura".

**NOMBRE:** Configurar Ciclo

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se determina la longitud de ciclo a usar en la estructura de la planificación de intersecciones.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso crear o modificar "Estructura".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El sistema muestra las tablas de grupos y fases posibles para la estructura.
2	El sistema calcula y muestra el tiempo total de todo rojo en segundos.
3	El sistema calcula y muestra el tiempo perdido en el ciclo (L) en segundos.
4	El sistema calcula y muestra la longitud de ciclo óptimo en segundos.
5	El usuario determina la longitud de ciclo a usar en segundos.

**POSTCONDICIÓN:** Ciclo Configurado.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

La información mostrada acerca del ciclo está determinada automáticamente por el sistema, el usuario solo tiene que determinar la longitud de tiempo a usar, y si no la determina el usuario, el sistema asignará una por defecto.

**NOMBRE:** Ordenar Estructura  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se determina el orden de secuencia que tendrán las fases ya creadas.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar la "Estructura".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El sistema muestra el tiempo de verde efectivo.
2	El sistema muestra una tabla con las fases, grupos y tiempo de verde.
3	El sistema muestra la tabla para organizar la estructura.
4	El usuario selecciona una fila de la tabla de la estructura.
5	El usuario selecciona la opción de subir o bajar la fila seleccionada hasta donde lo desee. El sistema calcula y muestra la sumatoria de las transiciones, según el orden establecido en los pasos 4 y 5, y además el sistema le indica al usuario si la sumatoria es mejor (menor) o peor (mayor) que la anterior.
6	
7	Se repiten los pasos 4, 5 y 6 las veces que considere el usuario.
8	El usuario selecciona la opción de mostrar el diagrama de bandas.
9	El sistema muestra el diagrama de bandas para dicha estructura.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecido el orden de secuencia de las fases, las respectivas transiciones de fases y el diagrama de bandas mostrado en pantalla, si el usuario desea que se muestre.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
8	El usuario puede no seleccionar la opción de mostrar el diagrama de bandas.

**Comentario**

El código ID de la estructura es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Consultar Estructura

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la estructura.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una estructura creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Estructura".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Estructura".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Estructura"
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la estructura.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la estructura que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Estructura

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la estructura.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una estructura creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Estructura".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Estructura".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Estructura".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la estructura de la tabla estructura y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Estructura eliminada. La tabla estructura, la información en pantalla y las dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la estructura.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Evaluación

- NOMBRE:** Evaluar Intersección
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se crea una evaluación que medirá el servicio prestado por una intersección.
- PRECONDICIÓN:** Intersección creada, completamente planificada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de escritura para este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de “Evaluar Intersección”.
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva evaluación.
3	El Usuario Ingresa la información necesaria para que la intersección sea evaluada (Ver caso de uso “Ingresar Información para Evaluar Intersección”).
4	El Sistema analiza la capacidad y nivel de servicio de la intersección.
5	El sistema entrega un reporte al usuario con los resultados de la evaluación.
6	El Usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la evaluación.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema crea un registro nuevo en la tabla evaluación y actualiza las tablas asociadas.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Intersección evaluada. Las tablas de evaluación, las tablas asociadas y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos seleccionados.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
2	El Sistema carga las propiedades de la evaluación, en caso de que ésta intersección ya esté evaluada.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.
8	Cuando el sistema encuentra que el registro de la evaluación ya existe, lo actualiza.

### Comentario

La información acerca de la evaluación esta relacionada con las demoras y las condiciones de tráfico que las generan. Esta información se encuentra especificada en un caso de uso aparte llamado: “Ingresar Información para Evaluar Intersección”.

El reporte que se entrega al usuario, incluye los cálculos sobre las demoras y el nivel de servicio que presta la intersección, además de la respectiva descripción del estado actual de ésta.

- NOMBRE:** Evaluar Corredor Coordinado
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se crea una evaluación que medirá el servicio prestado por un corredor coordinado.
- PRECONDICIÓN:** Corredor creado, coordinado, con sus respectivas intersecciones evaluadas y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de escritura para este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario escoge la opción de "Evaluar Corredor".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva evaluación.
3	El usuario selecciona la duración del período de análisis/evaluación dado en horas.
4	El Sistema analiza el nivel de servicio del corredor.
5	El sistema entrega un reporte al usuario con los resultados de la evaluación.
6	El Usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la evaluación.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema crea un registro nuevo en la tabla evaluación y actualiza las tablas asociadas.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Corredor evaluado. Las tablas de evaluación, las tablas asociadas y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos seleccionados.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
2	El Sistema carga las propiedades de la evaluación, en caso de que éste corredor ya esté evaluado.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.
8	Cuando el sistema encuentra que el registro de la evaluación ya existe, lo actualiza.

**Comentario**

El reporte que se entrega al usuario, incluye los cálculos sobre las demoras, la densidad de semáforos, el tiempo de marcha, la velocidad de viaje y el nivel de servicio que presta el corredor coordinado, además de la respectiva descripción del estado actual de éste.

- NOMBRE:** Consultar Evaluación
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador
- DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la evaluación de una intersección o un corredor coordinado.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una evaluación creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Evaluación".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Evaluación".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Evaluación"
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la evaluación.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

- POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la evaluación que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Evaluación

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la evaluación de una intersección o corredor.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una evaluación creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Evaluación".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Evaluación".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Evaluación".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la tabla evaluacion y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Evaluación eliminada. La tabla evaluacion, la información en pantalla y las dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la evaluación.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

- NOMBRE:** Ingresar Información para Evaluar Intersección
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escogen y se ingresan los datos necesarios para evaluar la intersección.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de “Evaluar Intersección”.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona la duración del período de análisis o evaluación dado en horas.
2	El usuario selecciona el tipo de control (actuado, fijo, semiactuado).
3	El usuario selecciona un grupo.
4	El usuario selecciona la proporción de vehículos que llegan en verde para este grupo de carriles.
5	El sistema muestra una tabla descriptiva con seis tipos de llegada disponibles para que el usuario escoja aquel que se ajusta a las condiciones de este grupo de carriles.
6	El usuario selecciona el tipo de llegada de los vehículos de este grupo (Escoge uno entre 6 tipos disponibles).
7	El usuario determina el valor de la brecha mínima del control en segundos.
8	El usuario determina el valor de la cola inicial (en vehículos).
9	Repite los pasos 2 al 8, con cada grupo de la intersección.

- POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para evaluar la intersección.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
7	Cuando el tipo de control seleccionado es “fijo”, se desactiva esta opción.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas. El código ID de la evaluación es un consecutivo asignado por el sistema. El sistema dispone de unos valores por defecto para todos los campos, según los estándares.

## Casos de Uso de Grupo

<b>NOMBRE:</b>	Distribuir Grupos
<b>ACTORES:</b>	Ingeniero de Tránsito
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se distribuyen los grupos vehiculares para la planificación.
<b>PRECONDICIÓN:</b>	Carriles creados. Seleccionada en pantalla el componente calzada. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Calzada".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Calzada".
3	El usuario escoge la opción de "Distribución de Grupos".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para la distribución de los grupos en la calzada.
5	El sistema muestra la tabla de los carriles disponibles de esa calzada.
6	El usuario selecciona un carril de la tabla carriles.
7	El usuario selecciona el grupo a donde se agregará el carril.
8	El usuario agrega el carril al grupo ya seleccionado.
9	El sistema asigna un identificador a cada grupo, según los carriles agregados.
10	Se repiten los pasos del 6 al 9 hasta que cada uno de los carriles esté asignado a un grupo o cuando el usuario lo considere necesario.
11	El usuario selecciona la opción aceptar si está de acuerdo con la distribución.
12	El sistema valida los datos.
13	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
14	El sistema crea el registro de los grupos en la tabla grupo.
15	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
16	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

<b>POSTCONDICIÓN:</b>	Quedan los grupos distribuidos en la calzada dependiendo de los carriles previamente configurados, se actualizan las tablas grupo y plano, y la información en pantalla.
-----------------------	--

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
3	El sistema tendrá activada la opción si los carriles ya están configurados en la calzada, de lo contrario ésta se desactivará.
7	Para el primer carril que se seleccione, solo estará activo el grupo número uno, para el segundo carril, estará activo el grupo uno y automáticamente se activa el grupo dos, el usuario tiene la posibilidad de seleccionar a cual grupo pertenecerá ese carril y así sucesivamente con todos los carriles y grupos posibles, teniendo como máximo cuatro grupos disponibles.
9	Si es necesario, el usuario puede remover un carril de un grupo haciendo

- uso de la opción "Remover Carril de Grupo".
- 12 Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.
- 14 El sistema verifica la existencia del registro de grupo y si este existe lo actualiza.

**Comentario**

Cada carril que ya tenga configurado el grupo al que pertenece, queda deshabilitado para volverse a seleccionar.

La forma de remover un carril de un grupo, se encuentra en el caso de uso "Remover Carril de Grupo".

**NOMBRE:** Remove Carril de Grupo  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se remueve un carril que ha sido asignado previamente a un grupo.  
**PRECONDICIÓN:** El Proceso “Distribuir Grupos” en curso y por lo menos un carril asignado a un grupo.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona un carril dentro de un grupo.
2	El usuario selecciona la opción remover carril.
3	El sistema habilita nuevamente el carril para ser asignado nuevamente dentro de un grupo.
4	El sistema actualiza el ID del grupo al cual pertenecía el carril removido.

**POSTCONDICIÓN:** El carril queda removido del grupo y disponible para ser asignado nuevamente.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

### Casos de Uso de Intersección

<b>NOMBRE:</b>	Crear Intersección
<b>ACTORES:</b>	Ingeniero de Tránsito
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se crea una intersección para comenzar el proceso de planificación.
<b>PRECONDICIÓN:</b>	Debe haber una red creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

#### FLUJO NORMAL:

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario escoge la opción de "Nueva Intersección".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva intersección.
3	El usuario escoge y digita la información para la nueva intersección (Ver caso de uso "Ingresar Información de Intersección").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja un plano por defecto para la intersección.
7	El sistema crea el registro de la intersección nueva en la tabla interseccion.
8	El sistema crea el registro del plano nuevo en la tabla plano.
9	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Intersección creada. Las tablas interseccion y plano, y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de la intersección.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

#### Comentario

La información acerca de la intersección esta relacionada con el nombre, calle, carrera, tipo, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Intersección".

- NOMBRE:** Modificar Intersección
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica la intersección con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber una intersección creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Intersección".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Intersección".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Intersección".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de la intersección (Ver caso de uso "Ingresar Información de Intersección").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para la intersección.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza el registro de las propiedades de la intersección en la tabla interseccion.
10	El sistema actualiza el registro del plano.
11	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

- POSTCONDICIÓN:** La intersección, el plano en pantalla, y las tablas interseccion y plano quedan modificadas con toda la información de la intersección.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de la intersección, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Intersección".

- NOMBRE:** Ingresar Información de Intersección
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digitan los datos de la intersección.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar la "Intersección".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario digita el nombre de la intersección.
2	El usuario selecciona la ubicación (dirección con nomenclatura de la ciudad).
3	El usuario selecciona el tipo de intersección (Sencilla o Múltiple).
4	El usuario selecciona el número de accesos.
5	El usuario selecciona la red a la que va a pertenecer la intersección.
6	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para la intersección.

**POSTCONDICIÓN:** Queda registrada la información digitada por el usuario para la intersección.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
5	Cuando está activado el proceso de "Propiedades de la Intersección", el sistema deshabilita la opción de red.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID de la intersección es un consecutivo asignado por el sistema.

La información disponible para la ubicación, debe estar previamente determinada por el SIG.

El valor para el número de accesos se encuentra en un rango desde 1 hasta 8 incluidos.

**NOMBRE:** Consultar Intersección

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la intersección.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una intersección creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Intersección".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Intersección".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Intersección".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la intersección.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la intersección que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Intersección

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la intersección.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una intersección creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Intersección".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Intersección".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Intersección".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la intersección de la tabla intersección y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Intersección eliminada. La tabla intersección, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la intersección.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Línea

**NOMBRE:** Configurar Línea

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen, digitan y validan los datos para la configuración de la línea.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la calzada y habilitada la opción de "Configurar" la línea, además el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona el tipo de línea (Entrada, Salida, Mixto).
2	El usuario determina el largo de la línea (m).
3	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el separador.
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la configuración.
5	El sistema valida la datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
7	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Queda validada la información digitada por el usuario y el plano y la tabla plano quedan actualizadas.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
1	El sistema tendrá previamente activada o desactivada esta opción, si el sistema verifica que el tipo de la calzada seleccionada es "Mixto".
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID de la línea es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para el largo de la línea

Las líneas que no se configuran y que tengan el tipo de la calzada "Mixto", toman la configuración del sistema con el tipo de la línea como de entrada

## Casos de Uso de Paso Peatonal

**NOMBRE:** Crear Paso Peatonal

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crean los pasos peatonales que tenga un acceso.

**PRECONDICIÓN:** Deben estar establecidos los accesos con sus respectivas características, y seleccionado uno en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevo Paso".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos del nuevo paso.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo paso (Ver caso de uso "Ingresar Información de Paso Peatonal").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema dibuja en el plano de la intersección según los datos ingresados.
7	El sistema crea automáticamente el grupo para el paso peatonal.
8	El sistema crea un registro del paso peatonal en la tabla pasos.
9	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
10	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Pasos peatonales creados. Las tablas pasos y plano, y la información en pantalla queda actualizadas con los datos del paso peatonal.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	El sistema comunica los errores (con respecto al formato), y pide reingresar los datos.

### Comentario

La información acerca de los pasos peatonales esta relacionada con el acceso asociado, tipo, ubicación, ancho, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Paso Peatonal"

- NOMBRE:** Modificar Paso Peatonal
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifica el paso peatonal con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un paso peatonal creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Paso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Paso".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Paso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del paso peatonal (Ver caso de uso "Ingresar Información de Paso Peatonal").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el paso peatonal.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema dibuja en el plano según las modificaciones realizadas.
9	El sistema actualiza automáticamente el grupo para el paso peatonal.
10	El sistema actualiza el registro de las propiedades del paso peatonal en la tabla pasos.
11	El sistema actualiza el registro del plano.
12	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** El paso peatonal, el plano y las tablas pasos y plano quedan modificados con toda la información del paso peatonal.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información acerca del paso peatonal que puede ser modificada, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Paso Peatonal"

**NOMBRE:** Ingresar Información de Paso Peatonal  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digitan los datos del paso peatonal.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar el "Paso Peatonal".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona el acceso al que será asociado el paso peatonal.
2	El usuario selecciona el tipo del paso peatonal (Entrada, Salida, Mixto).
3	El usuario determina el la ubicación del paso (m) sobre el acceso de entrada.
4	El usuario determina el ancho del paso peatonal (m).
5	El usuario determina el largo del paso peatonal (m).
6	El usuario determina el flujo de saturación del paso peatonal.
7	El usuario determina el volumen peatonal del paso peatonal.
8	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para el paso peatonal.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para el paso peatonal.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
1	Cuando está activado el proceso de "Propiedades del Paso", el sistema deshabilita la opción de acceso.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID del paso peatonal es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para el ancho, largo, el flujo de saturación y el volumen peatonal del paso.

**NOMBRE:** Consultar Paso Peatonal

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador.

**DESCRIPCIÓN:** Se consultan toda la información perteneciente al paso peatonal.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un paso creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Paso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Paso".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Paso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del paso.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del paso que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Paso Peatonal

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del paso peatonal.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un paso peatonal creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Paso".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Paso".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Paso".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del paso peatonal de la tabla paso y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Paso peatonal eliminado. La tabla paso, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación del paso peatonal.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

### Casos de Uso de Perfil

**NOMBRE:** Crear Perfil

**ACTORES:** Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se crea un perfil con su respectivo nombre y permisos.

**PRECONDICIÓN:** Usuario registrado como Administrador.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona la opción "Nuevo Perfil".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar la información del nuevo perfil.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo perfil (Ver caso de uso "Ingresar Información de Perfil").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea el registro del perfil nuevo en la tabla perfil.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Perfil creado. La tabla perfil y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos del perfil.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5a	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.
5b	El sistema valida que el nombre del perfil no exista y si existe lo comunica al usuario y pide que lo reingrese.

#### Comentario

La información acerca del perfil esta relacionada con el nombre, la descripción del perfil, la descripción de permisos, los comentarios del perfil , y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Perfil".

**NOMBRE:** Modificar Perfil

**ACTORES:** Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se modifican los datos para el perfil.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un perfil creado y seleccionado en pantalla además el usuario registrado como Administrador.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Perfil".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Perfil".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Perfil".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del perfil.
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el perfil (Ver caso de uso "Ingresar Información de Perfil").
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro del perfil modificado en la tabla perfil.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** El perfil y tabla perfil quedan modificados con toda la información del perfil.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del perfil que puede ser modificada se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información del Perfil".

**NOMBRE:** Ingresar Información del Perfil  
**ACTORES:** Administrador  
**DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digitan los datos del perfil.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar el "Perfil".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario digita el nombre.
2	El usuario digita la descripción del perfil.
3	El usuario selecciona los permisos del perfil de la tabla de permisos.
4	El usuario digita los comentarios del perfil.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para el perfil.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

El código ID del perfil es un consecutivo asignado por el sistema.

**NOMBRE:** Consultar Perfil

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al perfil.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un perfil creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Perfil".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Perfil".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Perfil".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del perfil.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del perfil que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

- NOMBRE:** Borrar Perfil
- ACTORES:** Administrador
- DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del perfil.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un perfil creado y seleccionado en pantalla y el usuario registrado como Administrador.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Perfil".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Perfil".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Perfil".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña de Administrador.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del perfil de la tabla perfil y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Perfil eliminado. La tabla perfil, la información en pantalla, y las dependencias de perfil, quedan actualizadas con la eliminación del perfil.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Planificación

- NOMBRE:** Crear Planificación
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se crea una planificación asociada a una determinada intersección.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber una intersección creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nueva Planificación".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva planificación.
3	El usuario escoge y digita la información para la nueva planificación (Ver caso de uso "Ingresar Información de Planificación").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea un registro de la planificación en la tabla planificación.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Planificación creada. La tabla planificación y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de la planificación.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

La información acerca de la planificación esta relacionada con el nombre, hora de inicio, hora de fin, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Planificación".

**NOMBRE:** Modificar Planificación

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se modifica la planificación con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una planificación creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Planificación".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Planificación".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Planificación".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de la planificación (Ver caso de uso "Ingresar Información de Planificación").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para la planificación.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro de las propiedades de la planificación en la tabla planificación.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** La planificación y tabla planificación quedan modificadas con toda la información de la planificación.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de la planificación, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Planificación".

- NOMBRE:** Ingresar Información de Planificación
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digitan los datos de la planificación.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar la "Planificación".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona la intersección a la que será asociada la planificación.
2	El usuario digita el nombre de la planificación.
3	El usuario selecciona la hora de inicio de la planificación.
4	El usuario selecciona la hora de fin de la planificación.
5	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para la planificación.

**POSTCONDICIÓN:** Queda registrada la información digitada por el usuario para la planificación.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
1	Cuando está activado el proceso de "Propiedades de la Planificación", el sistema la deshabilita la opción intersección.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID de la planificación es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema tiene configurado un rango para las horas de inicio y hora de fin de la planificación.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para la hora de inicio y la hora de fin de la planificación.

**NOMBRE:** Consultar Planificación

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consultan toda la información perteneciente a la planificación.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una planificación creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Planificación".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Planificación".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Planificación".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la planificación.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la planificación que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Planificación

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la planificación.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una planificación creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Planificación".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Planificación".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Planificación".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la planificación de la tabla planificación y actualizan sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Planificación eliminada. La tabla planificación, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la planificación.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Plano

- NOMBRE:** Configurar Plano de Intersección
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se configura el plano para la intersección, según la configuración de la intersección.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una intersección creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El Usuario escoge la opción "Configurar Plano de Intersección".
2	El Sistema abre un cuadro de diálogo, con el plano inicial y las herramientas para configurarlo.
3	El usuario selecciona la escala para el plano.
4	El sistema dibuja la intersección de acuerdo con toda la configuración ya establecida en el proceso de la creación de cada intersección.
5	El usuario retoca el plano según las herramientas de edición proporcionadas.
6	El sistema re-dibuja el plano de acuerdo con las opciones que el usuario vaya seleccionando.
7	El usuario selecciona la opción aceptar si está de acuerdo con lo dibujado.
8	El sistema valida los datos.
9	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
10	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

- POSTCONDICIÓN:** Plano de intersección configurado, la tabla plano y la información en pantalla con los datos del plano quedan actualizados.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
8	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

El código ID del plano es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Configurar Plano de Complejo

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se configura el plano para el complejo, según los planos de sus intersecciones.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un complejo creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El Usuario escoge la opción "Configurar Plano de Complejo".
2	El Sistema abre un cuadro de diálogo, con el plano inicial y las herramientas para configurarlo.
3	El usuario selecciona la escala para el plano.
4	El sistema dibuja el complejo de acuerdo con toda la configuración ya establecida en el proceso de la creación del complejo.
5	El usuario retoca el plano según las herramientas de edición proporcionadas.
6	El sistema re-dibuja el plano de acuerdo con las opciones que el usuario vaya seleccionando.
7	El usuario selecciona la opción aceptar si está de acuerdo con lo dibujado.
8	El sistema valida los datos.
9	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla de plano.
10	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Plano de complejo configurado, la tabla plano y la información en pantalla con los datos del plano quedan actualizados.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
8	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

El código ID del plano es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Configurar Plano de Corredor

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se configura el plano para el corredor, según los planos de sus intersecciones.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un corredor creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El Usuario escoge la opción "Configurar Plano de Corredor".
2	El Sistema abre un cuadro de diálogo, con el plano inicial y las herramientas para configurarlo.
3	El usuario selecciona la escala para el plano.
4	El sistema dibuja el corredor de acuerdo con toda la configuración ya establecida en el proceso de la creación del corredor.
5	El usuario retoca el plano según las herramientas de edición proporcionadas.
6	El sistema re-dibuja el plano de acuerdo con las opciones que el usuario vaya seleccionando.
7	El usuario selecciona la opción aceptar si está de acuerdo con lo dibujado.
8	El sistema valida los datos.
9	El sistema actualiza el registro del plano en la tabla plano.
10	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluido el Plano).

**POSTCONDICIÓN:** Plano de complejo configurado, la tabla plano y la información en pantalla con los datos del plano quedan actualizados.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
8	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos

**Comentario**

El código ID del plano es un consecutivo asignado por el sistema

### Casos de Uso de Red

- NOMBRE:** Crear Red
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se crea una Red.
- PRECONDICIÓN:** Usuario registrado con permiso de escritura sobre este elemento.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona la opción "Nueva Red".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva red.
3	El usuario escoge y digita la información para la nueva red (Ver caso de uso "Ingresar Información de Red").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea el registro de la red nueva en la tabla red.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Red creada y la tabla red queda actualizada con la información de la red.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

#### Comentario

La información acerca de la red está relacionada con el nombre, autor o responsable y descripción, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Red"

**NOMBRE:** Modificar Red

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se modifica la información de una red.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una red creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Red".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Red".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Red".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de la red (Ver caso de uso "Ingresar Información de Red").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para la red.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro de la red modificada en la tabla red.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** La red y tabla red quedan modificadas con la información de la red.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de la red, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Red"

**NOMBRE:** Ingresar Información de Red  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito  
**DESCRIPCIÓN:** Se escogen y se digitan los datos de la red.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso un proceso de crear o modificar la "Red".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario digita el nombre.
2	El usuario digita el autor o responsable.
3	El usuario digita la descripción.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para la red.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

El código ID de la red es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Consultar Red

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la red.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una red creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Red".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Red".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Red".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la red.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la red que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Red

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la red.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una red creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Red".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Red".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Red".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la red de la tabla red y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Red eliminada. La tabla red, la información en pantalla y las dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la red.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

### Casos de Uso de Sesión

- NOMBRE:** Abrir Sesión
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador
- DESCRIPCIÓN:** El usuario se registra para interactuar con el sistema.
- PRECONDICIÓN:** El sistema debe estar iniciado.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El sistema pide al usuario que digite el alias.
2	El usuario digita el alias.
3	El sistema pide al usuario que digite la contraseña.
4	El usuario digita la contraseña.
5	El usuario ingresa al sistema para interactuar con él.
6	El sistema actualiza la tabla registro.

- POSTCONDICIÓN:** La tabla registro queda actualizada con la fecha y hora del ingreso de dicho usuario y el perfil del usuario queda cargado en el sistema.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
1	El sistema da al usuario la opción de cerrar el sistema desde este mismo diálogo.
4	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

#### Comentario

**NOMBRE:** Cerrar Sesión  
**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador  
**DESCRIPCIÓN:** El usuario cierra la sesión para dejar de interactuar con el sistema.  
**PRECONDICIÓN:** El usuario debe estar registrado.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona la opción "Cerrar Sesión".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar el cierre de sesión.
3	El usuario confirma la decisión de cerrar la sesión.
4	El sistema cierra la sesión del usuario y abre el cuadro de diálogo "Registrar Usuario".
5	El sistema actualiza la tabla registro.

**POSTCONDICIÓN:** La tabla registro queda actualizada con la fecha y hora de la salida del sistema del usuario registrado.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
3	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso del cierre de sesión.

**Comentario**

## Casos de Uso de Tiempo Intermedio

**NOMBRE:** Crear Tiempos Intermedios

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se crean los tiempos intermedios para el diseño de la planificación de intersecciones.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber una planificación creada y selecciona en pantalla y estar distribuidos los grupos. Además, el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nuevos Tiempos Intermedios".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de los nuevos tiempos intermedios.
3	El usuario escoge y digita la información para el diseño de los tiempos intermedios (Ver caso de uso "Ingresar Información de Tiempos Intermedios").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea un registro de la en la tabla tiempo intermedio.
7	El sistema actualiza la información en pantalla (Incluida la Matriz).

**POSTCONDICIÓN:** Tiempos Intermedios creados. La tabla tiempo intermedio y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de los tiempos intermedios.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

### Comentario

La información acerca de los tiempos intermedios esta relacionada con la velocidad de aproximación, tiempo de percepción del conductor, tasa de desaceleración, entre otros, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Tiempos Intermedios"

- NOMBRE:** Modificar Tiempos Intermedios
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Se modifican los tiempos intermedios con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.
- PRECONDICIÓN:** Debe estar creada la configuración de tiempos intermedios para esta planificación y debe estar seleccionada en pantalla. Además el usuario debe estar registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de Tiempos Intermedios".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de tiempos intermedios (Ver caso de uso "Ingresar Información de Tiempos Intermedios").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para los tiempos intermedios.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro de las propiedades de tiempos intermedios en la tabla tiempo intermedio.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Los tiempos intermedios y la tabla tiempo intermedio quedan modificados con toda la información del tiempo intermedio.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de los tiempos intermedios, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Tiempos Intermedios".

**NOMBRE:** Ingresar Información de Tiempos Intermedios

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escogen y se digitan los datos de los tiempos intermedios.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar "Tiempos Intermedios".

**FLUJO NORMAL:**

Secuencia	Acción
1	El usuario determina la velocidad de diseño (K/seg.).
2	El usuario determina el tiempo de percepción del conductor (seg.).
3	El usuario determina la tasa de aceleración (m/s <sup>2</sup> ).
4	El usuario determina la longitud del vehículo (m).
5	El usuario selecciona el grupo de entrada.
6	El usuario selecciona el grupo de despeje.
7	El usuario selecciona la opción de calcular uno o todos los tiempos intermedios.
8	El sistema calcula el o los tiempos intermedios.
9	El sistema muestra los resultados en la matriz de tiempos intermedios.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para los tiempos intermedios.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

Excepción	Acción
7	Si se opta por calcular un solo tiempo intermedio, el sistema deshabilita el botón "aceptar", hasta que se calculen todos los tiempos intermedios, uno por uno.

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

El código ID del tiempo intermedio es un consecutivo asignado por el sistema.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares, para la velocidad de aproximación, tiempo de percepción del conductor, tasa de aceleración, longitud de despeje, y longitud del vehículo.

**NOMBRE:** Consultar Tiempos Intermedios

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a los tiempos intermedios.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar creada la configuración de los tiempos intermedios para la planificación y esta configuración seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Tiempos Intermedios".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de tiempos intermedios, incluyendo la matriz.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de los tiempos intermedios que se quiere consultar (incluyendo la matriz).

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Tiempos Intermedios

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la configuración de tiempos intermedios.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar creada la configuración de tiempos intermedios para esta planificación y dicha configuración seleccionada en pantalla. Además, el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Tiempos Intermedios".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Tiempos Intermedios".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del tiempo intermedio de la tabla tiempo intermedio y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Configuración de Tiempos Intermedios eliminada. La tabla tiempo intermedio, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación de los tiempos intermedios.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

## Casos de Uso de Trayectoria

- NOMBRE:** Crear Trayectoria
- ACTORES:** Ingeniero de Tránsito
- DESCRIPCIÓN:** Definir el recorrido que pueden hacer los vehículos entre un carril entrada y un carril de salida.
- PRECONDICIÓN:** Debe haber una planificación seleccionada en pantalla. Además, deben estar establecidos los carriles con sus respectivas características. Además el usuario registrado con permisos de escritura sobre este elemento.

### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario escoge la opción de "Nueva Trayectoria".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar los datos de la nueva trayectoria.
3	El usuario escoge y digita la información para la nueva Trayectoria (Ver caso de uso "Ingresar Información de Trayectoria").
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea un registro de la trayectoria en la tabla trayectoria.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

- POSTCONDICIÓN:** Trayectorias creadas. La tabla trayectoria y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos de la trayectoria.

### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	El sistema comunica los errores (con respecto al formato), y pide reingresar los datos.

### Comentario

La información acerca de la trayectoria está relacionada con el acceso, calzada y carril asociado de entrada y salida, como también el radio de giro de dicha trayectoria, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Trayectoria"

**NOMBRE:** Modificar Trayectoria

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se modifica una trayectoria con base en los parámetros ya establecidos en el proceso de creación.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una trayectoria creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Trayectoria".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Trayectoria".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades de la Trayectoria".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos de la trayectoria (Ver caso de uso "Ingresar Información de Trayectoria").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para la trayectoria.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro de las propiedades de la trayectoria en la tabla trayectoria.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** La trayectoria y la tabla trayectoria quedan modificadas con toda la información de la trayectoria.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca de la trayectoria, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Trayectoria"

**NOMBRE:** Ingresar Información de Trayectoria

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digita los datos de la trayectoria.

**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso de crear o modificar la "Trayectoria".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario selecciona un acceso de entrada a la intersección.
2	El usuario selecciona una calzada de entrada a la intersección.
3	El usuario selecciona un carril de entrada a la intersección.
4	El usuario selecciona un acceso de salida de la intersección.
5	El usuario selecciona una calzada de salida de la intersección.
6	El usuario selecciona un carril de salida de la intersección.
7	El usuario determina el ángulo del radio de giro de la trayectoria.
8	El usuario escribe los comentarios que sean necesarios para la trayectoria.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada por el usuario para la trayectoria.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

**Excepción      Acción**

**Comentario**

Con el fin de evitar errores del usuario, el sistema proporciona opciones en cada campo (basándose en la información que tiene preparada), para que el usuario escoja entre ellas.

Cuando el usuario selecciona el acceso al que va a pertenecer la trayectoria, el sistema toma por defecto la información de acceso y todos sus componentes, actualizando la información de calzada.

Cuando el usuario selecciona la calzada al que va a pertenecer la trayectoria, el sistema toma por defecto la información de calzada y todos sus componentes, actualizando la información de carril.

El sistema dispone de unos valores por defecto según los estándares para el radio de giro de la trayectoria.

**NOMBRE:** Consultar Trayectoria

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente a la trayectoria.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una trayectoria creada y seleccionada en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Trayectoria".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Trayectoria".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Trayectoria".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información de la trayectoria.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información de la trayectoria que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Trayectoria

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito

**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro de la trayectoria.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos una trayectoria creada y seleccionada en pantalla y el usuario registrado con permisos de lectura y escritura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Trayectoria".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Trayectoria".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Trayectoria".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro de la trayectoria de la tabla trayectoria y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Trayectoria eliminada. La tabla trayectoria, la información en pantalla y sus dependencias quedan actualizadas con la eliminación de la trayectoria.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

**Comentario**

### Casos de Uso de Usuario

**NOMBRE:** Crear Usuario

**ACTORES:** Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se crea el usuario que interactuará con el sistema.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber mínimo tres perfiles creados y el usuario registrado como Administrador.

#### FLUJO NORMAL:

Secuencia	Acción
1	El usuario selecciona la opción "Nuevo Usuario".
2	El sistema abre un cuadro de diálogo para Ingresar la información del nuevo usuario.
3	El usuario escoge y digita la información para el nuevo usuario (Ver caso de uso "Ingresar Información de Usuario")
4	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar la creación.
5	El sistema valida los datos.
6	El sistema crea el registro del usuario nuevo en la tabla usuario.
7	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Usuario creado. La tabla usuario y la información en pantalla quedan actualizadas con los datos del usuario.

#### FLUJO ALTERNATIVO:

Excepción	Acción
5	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos

#### Comentario

La información acerca del usuario está relacionada con el nombre, descripción, perfil, alias, contraseña y comentarios, y se encuentra en un caso de uso aparte llamado: "Ingresar Información de Usuario"

**NOMBRE:** Modificar Usuario

**ACTORES:** Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se modifica los datos para del usuario.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un usuario creado y seleccionado en pantalla, y el usuario registrado como Administrador.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Usuario".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Usuario".
3	El usuario escoge la opción de "Propiedades del Usuario".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para modificar los datos del usuario (Ver caso de uso "Ingresar Información de Usuario").
5	El usuario escoge y digita la información que desea modificar para el usuario.
6	El usuario selecciona la opción aceptar para confirmar las modificaciones.
7	El sistema valida los datos.
8	El sistema actualiza el registro del usuario modificado en la tabla usuario.
9	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** El usuario y tabla usuario quedan modificados con toda la información del usuario.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	El sistema habilita los campos que se pueden modificar y deshabilita los inmodificables.
7	Los errores que se encuentren (con respecto al formato) se comunican al usuario y se pide que reingrese los datos.

**Comentario**

La información modificable acerca del usuario, se encuentra en el caso de uso "Ingresar Información de Usuario"

**NOMBRE:** Ingresar Información de Usuario  
**ACTORES:** Administrador  
**DESCRIPCIÓN:** Se escoge y se digitan los datos del usuario.  
**PRECONDICIÓN:** Debe estar en curso el proceso crear o modificar "Usuario".

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario digita el nombre.
2	El usuario digita la descripción del usuario.
3	El usuario selecciona el tipo de cuenta o perfil para el usuario.
4	El sistema pide al usuario que digite un alias.
5	El usuario digita el alias.
6	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña.
7	El usuario ingresa la contraseña.
8	El sistema pide al usuario que confirme la contraseña.
9	El usuario confirma la contraseña.
10	El usuario digita los comentarios para este usuario.

**POSTCONDICIÓN:** Queda establecida la información digitada para el usuario.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

El código ID del usuario es un consecutivo asignado por el sistema

**NOMBRE:** Consultar Usuario

**ACTORES:** Ingeniero de Tránsito, Operador, Administrador

**DESCRIPCIÓN:** Se consulta toda la información perteneciente al usuario.

**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un usuario creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario debe estar registrado con permisos de lectura sobre este elemento.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Usuario".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Usuario".
3	El usuario escoge la opción de "Consultar Usuario".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo mostrando toda la información del usuario.
5	El usuario selecciona la opción aceptar para salir de la consulta.
6	El sistema sale de la consulta.

**POSTCONDICIÓN:** Se muestra en pantalla la información del usuario que se quiere consultar.

**FLUJO ALTERNATIVO:**

<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
------------------	---------------

**Comentario**

**NOMBRE:** Borrar Usuario  
**ACTORES:** Administrador  
**DESCRIPCIÓN:** Se elimina el registro del usuario.  
**PRECONDICIÓN:** Debe haber al menos un usuario creado y seleccionado en pantalla. Además, el usuario registrado como Administrador.

**FLUJO NORMAL:**

<b>Secuencia</b>	<b>Acción</b>
1	El usuario pide al sistema el menú de opciones de "Usuario".
2	El sistema muestra el menú de opciones de "Usuario".
3	El usuario escoge la opción de "Eliminar Usuario".
4	El sistema abre un cuadro de diálogo para confirmar la eliminación.
5	El sistema pide al usuario que ingrese la contraseña de Administrador.
6	El usuario ingresa la contraseña.
7	El sistema elimina el registro del usuario de la tabla usuario y actualiza sus respectivas dependencias.
8	El sistema actualiza la información en pantalla.

**POSTCONDICIÓN:** Usuario eliminado. La tabla usuario, la información en pantalla y las dependencias quedan actualizadas con la eliminación del usuario.

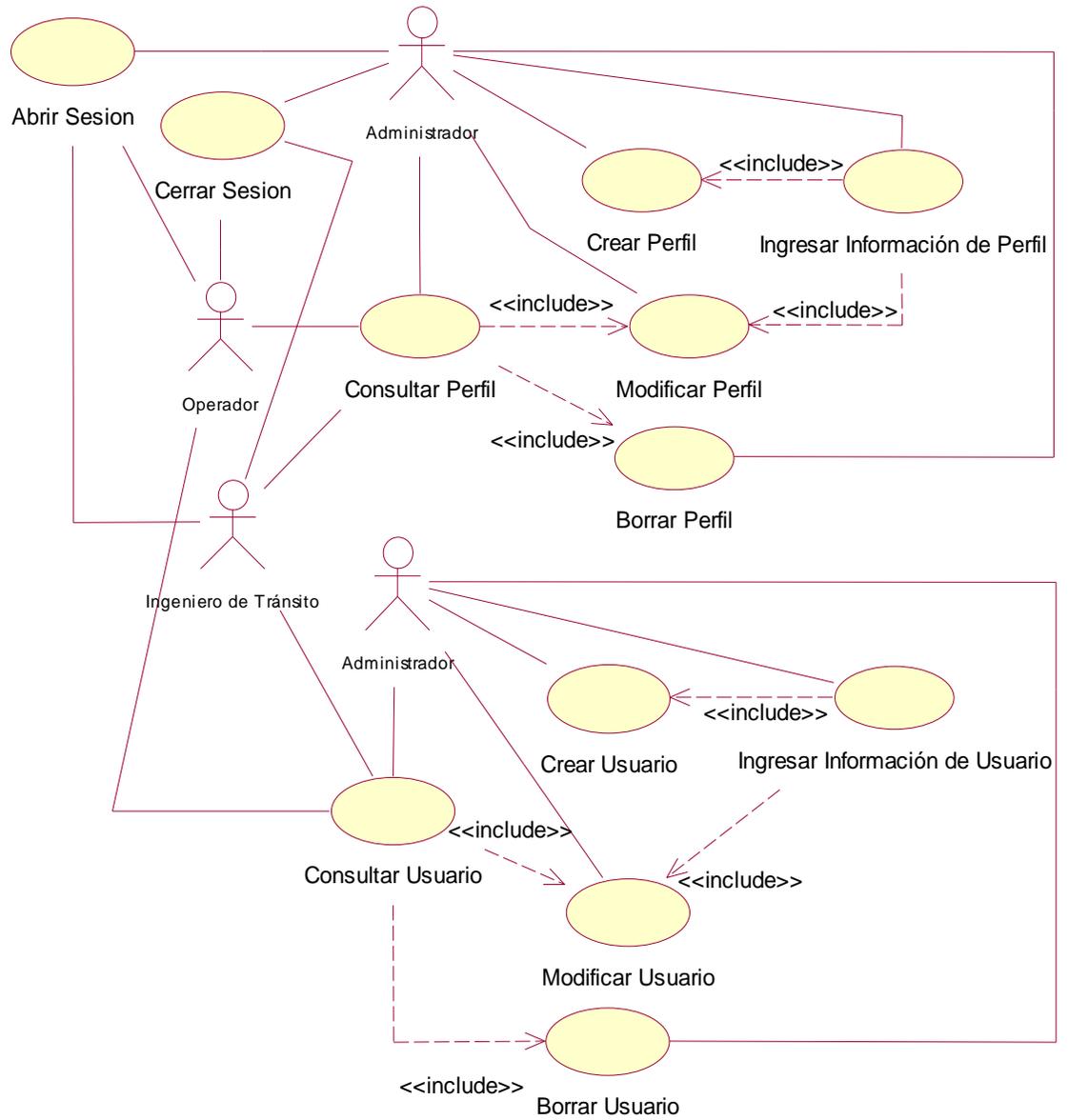
**FLUJO ALTERNATIVO:**

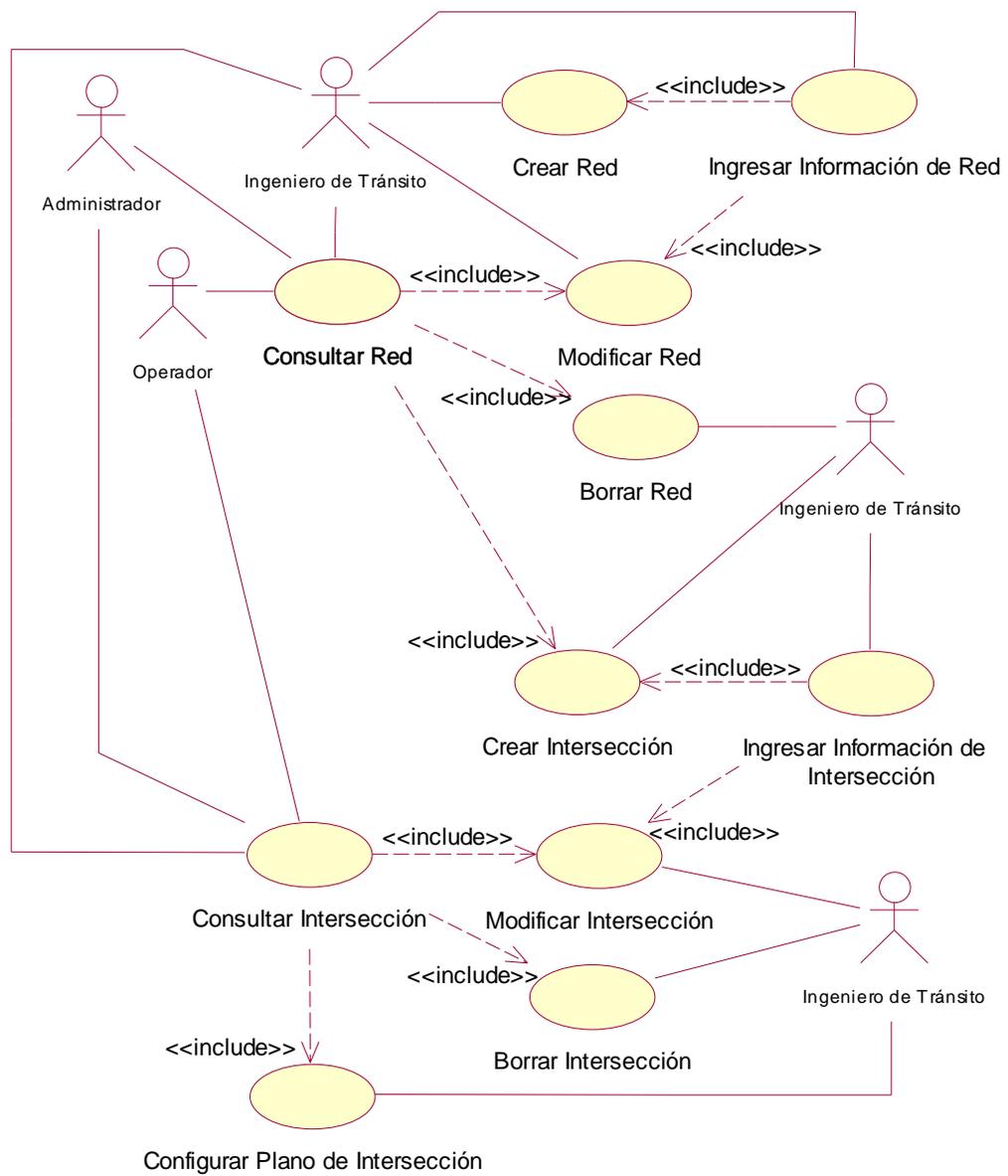
<b>Excepción</b>	<b>Acción</b>
4	Cuando el usuario elige la opción cancelar, termina el proceso de eliminación.
6	Con tres intentos fallidos al ingresar la contraseña, el sistema se bloquea y sólo puede ingresar con la contraseña del Administrador.

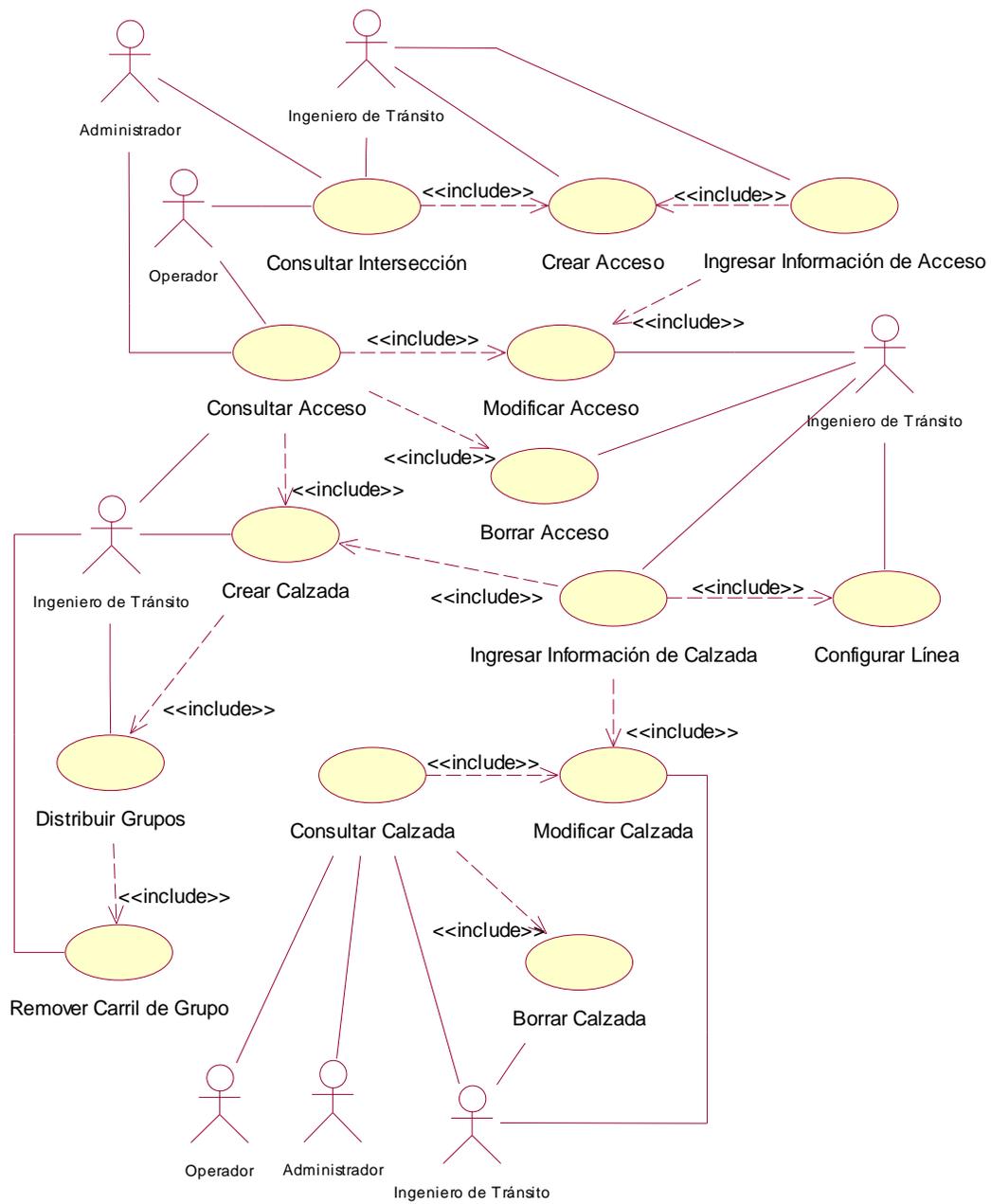
**Comentario**

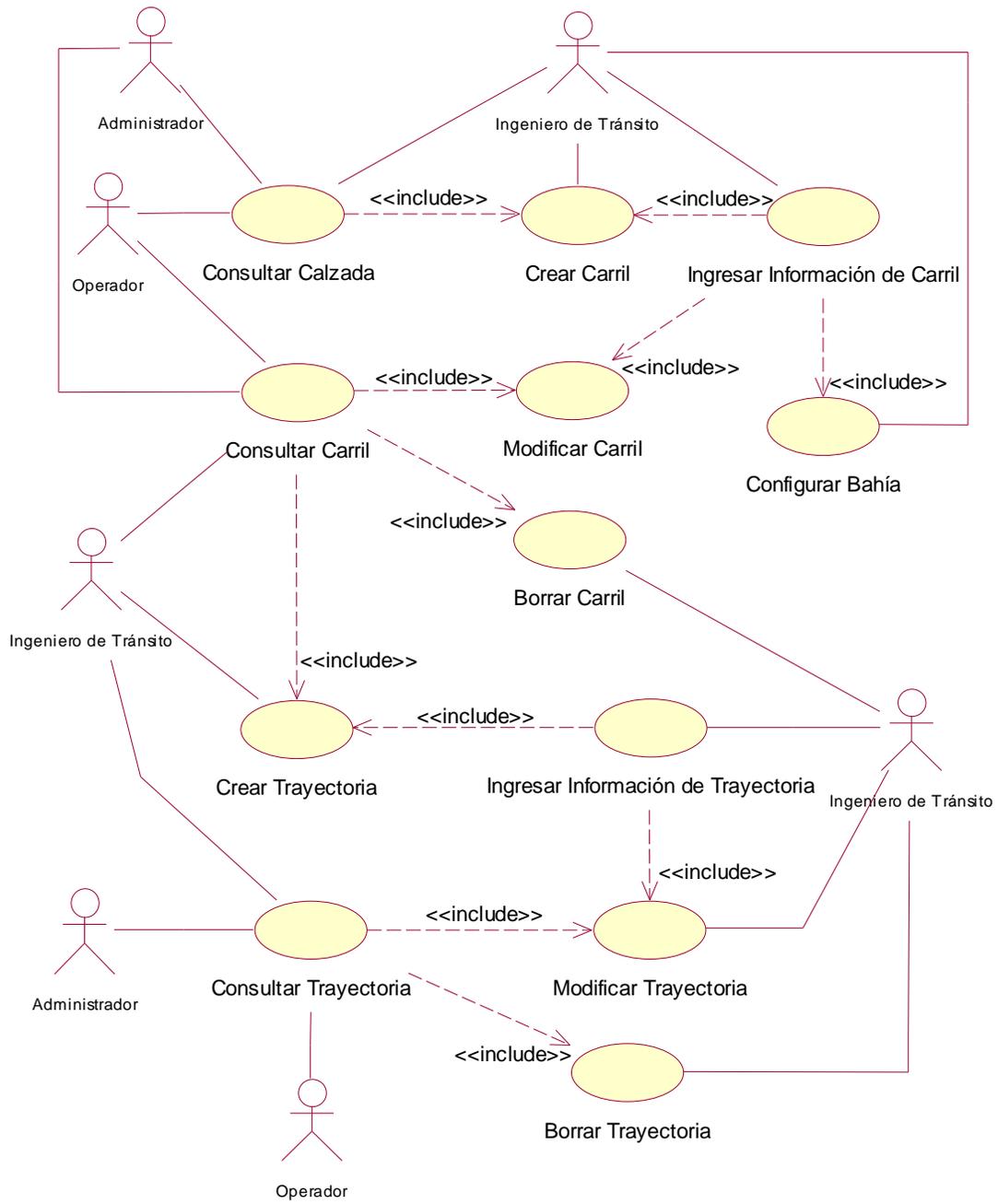
## ANEXO B

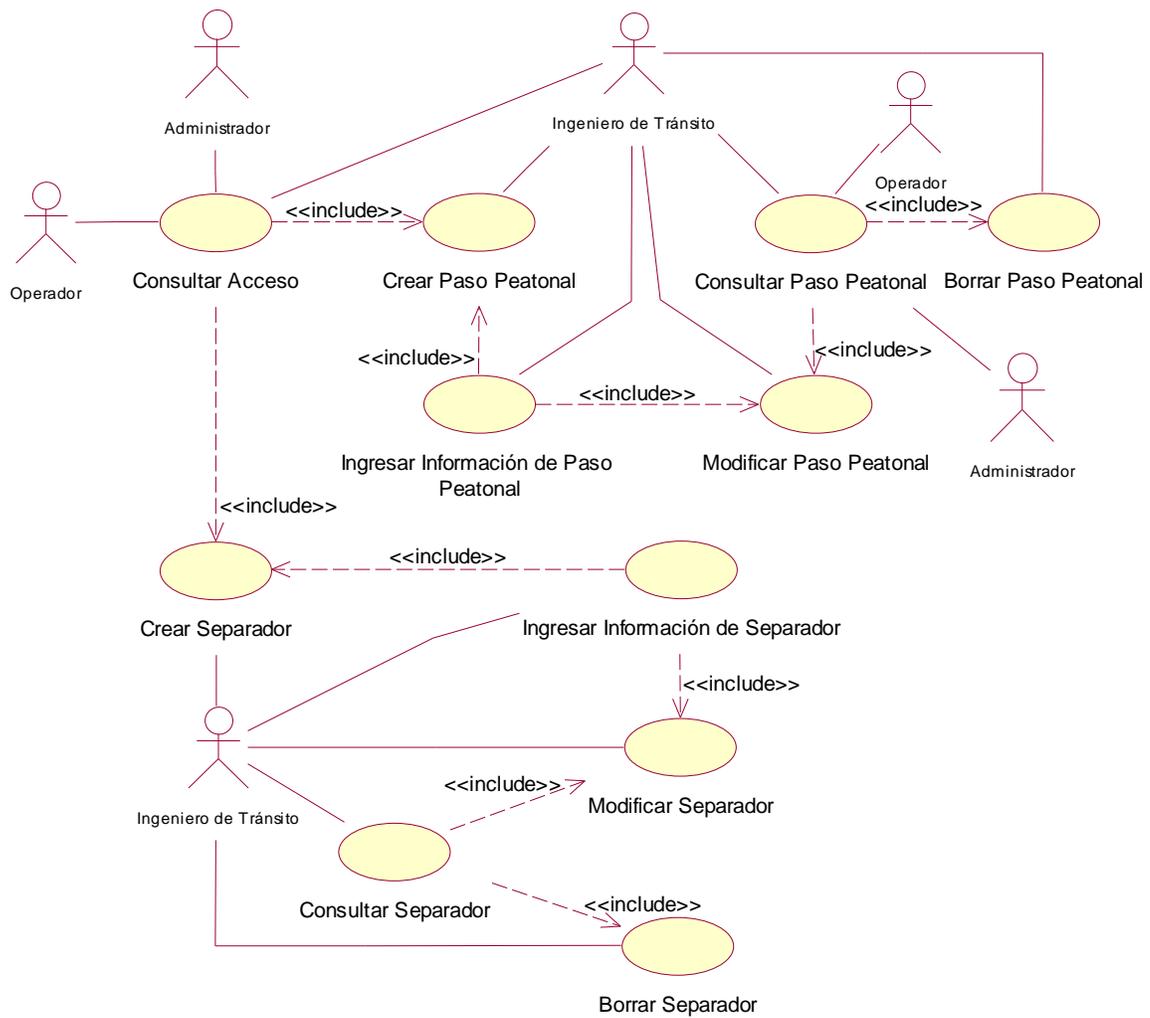
### DIAGRAMA DE CASOS DE USO

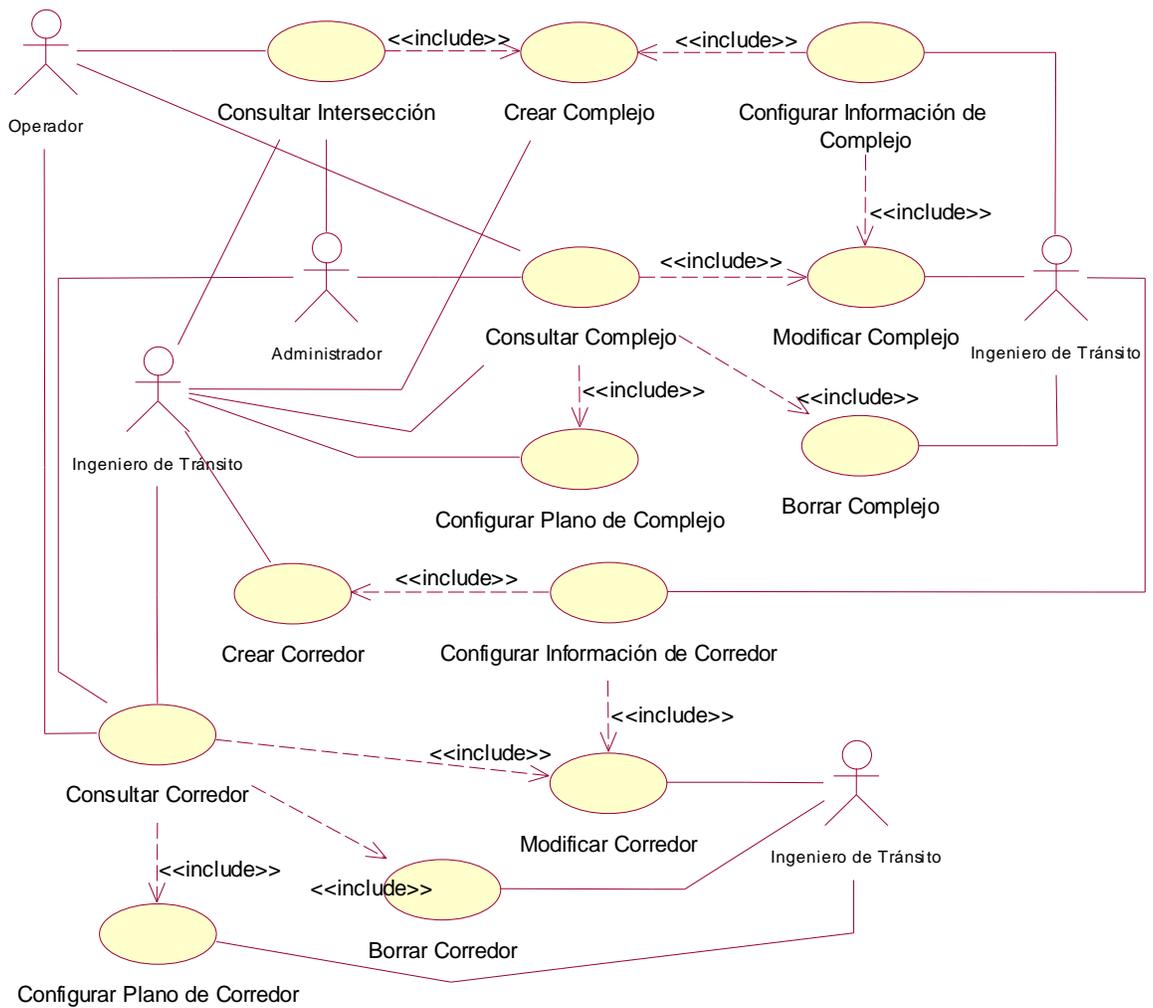


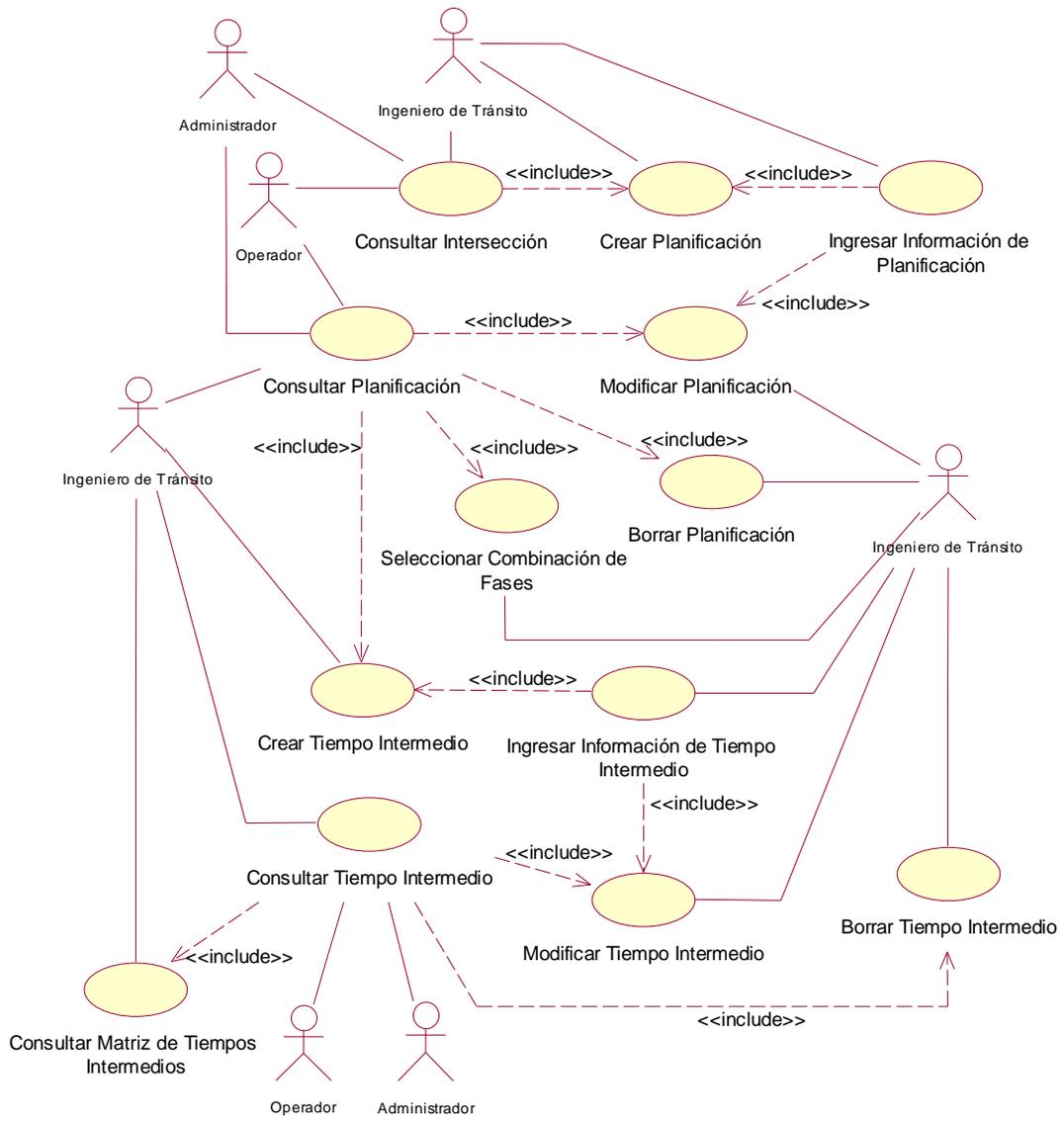


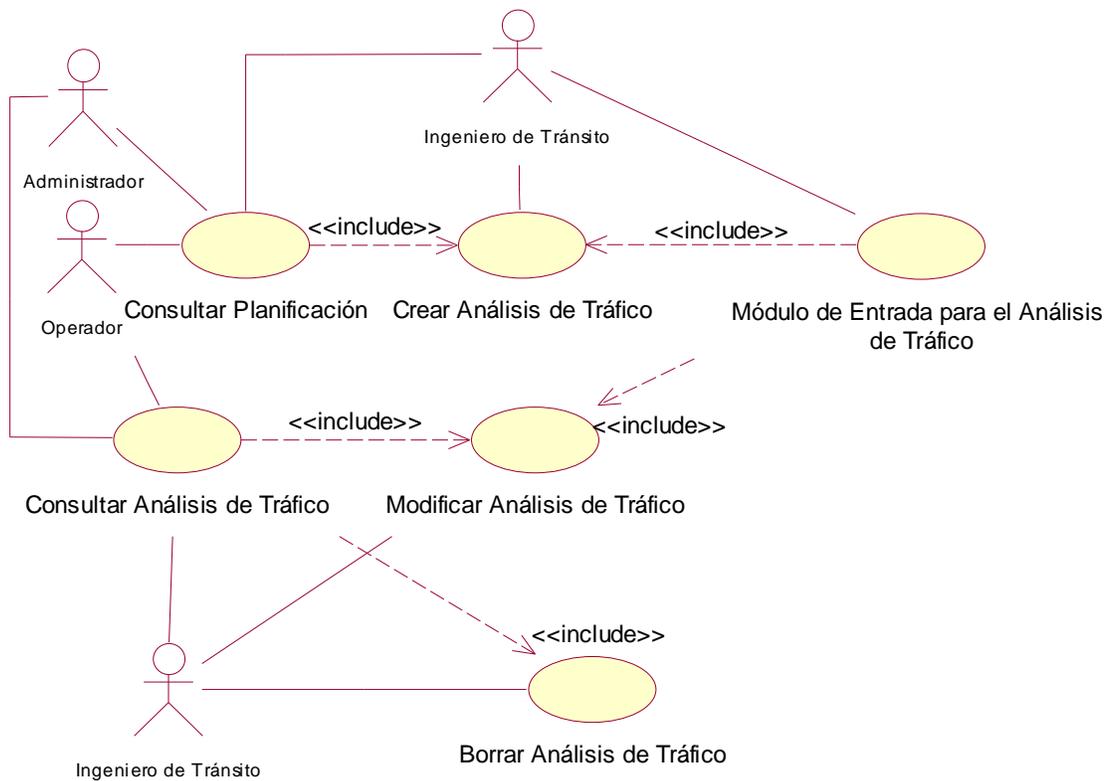
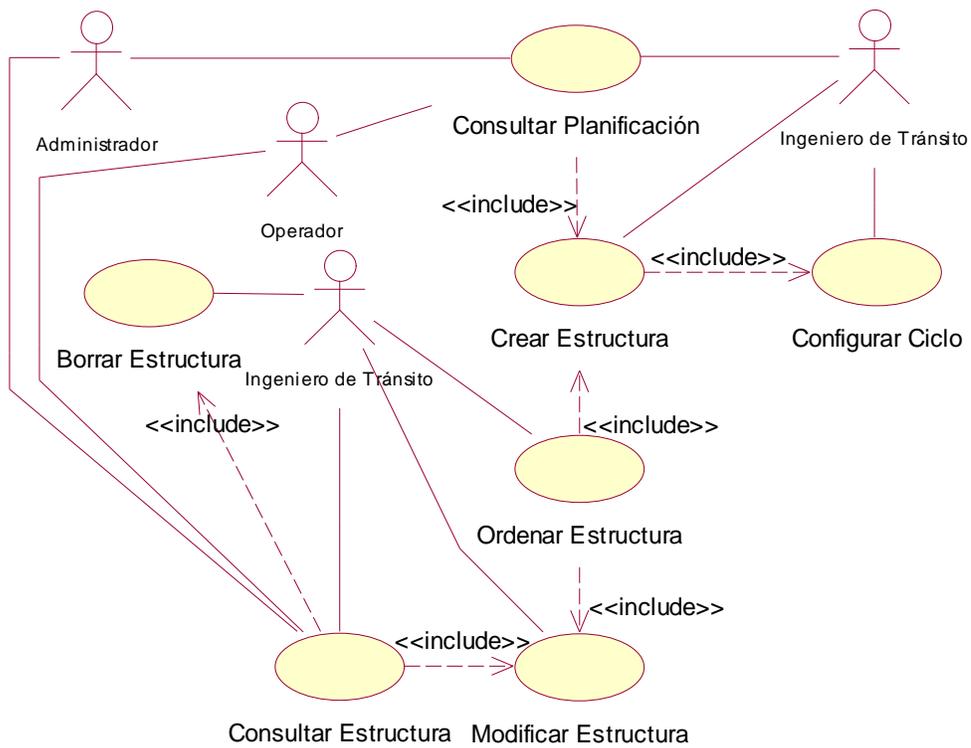


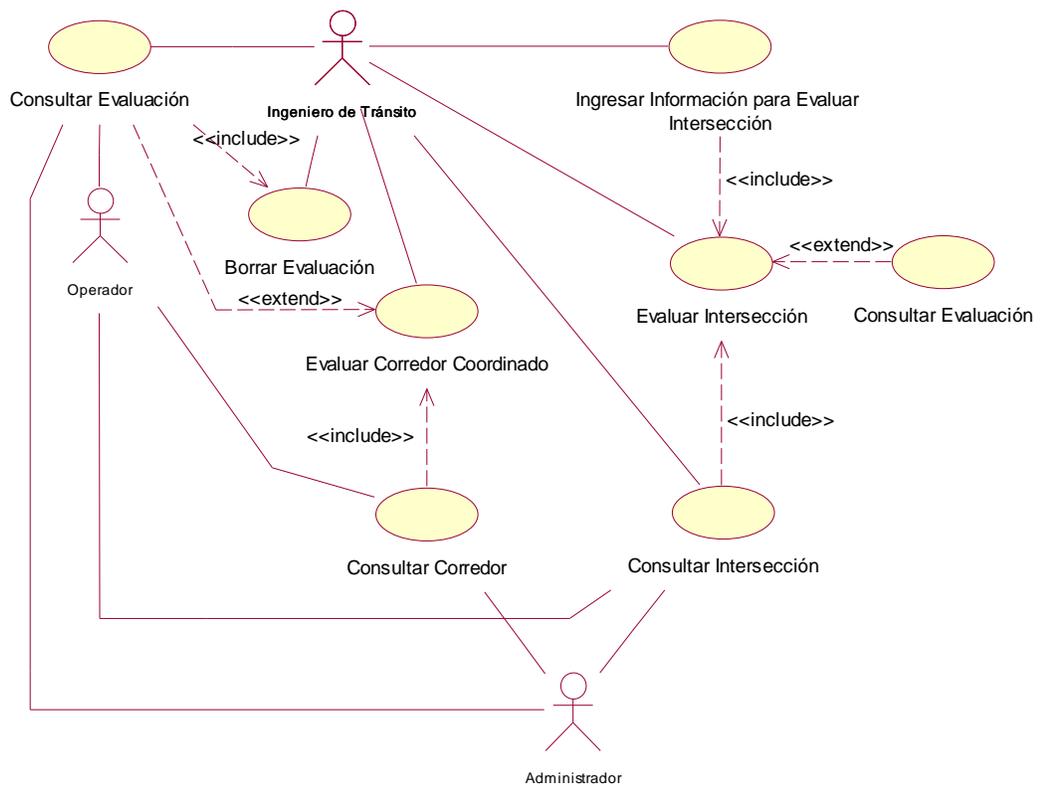
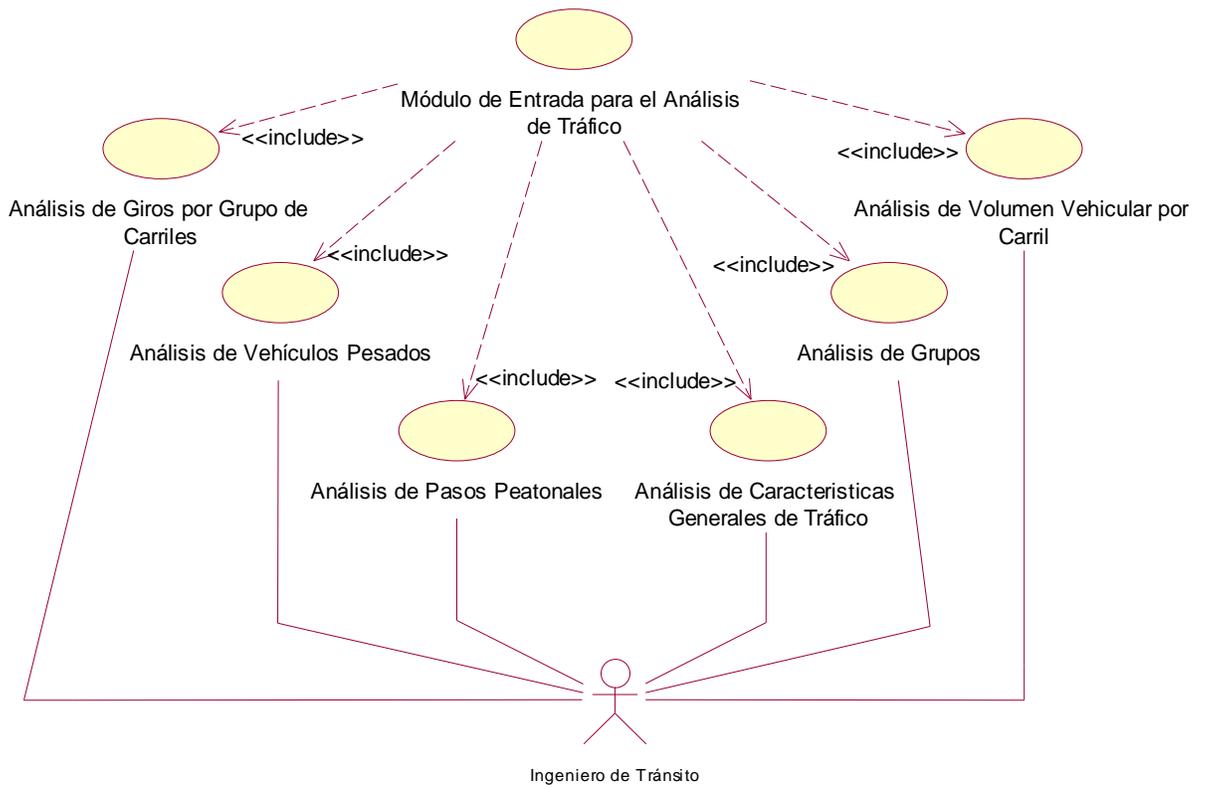












**ANEXO C**  
**DICCIONARIO DE DATOS**

**CONTENIDO**

	Pág.
Acceso	166
Ajuste	168
Area	169
Archivo	170
Calzada	171
Carril	173
Ciclo	175
Combinacion	176
Complejo	177
Condicion	178
Conector	179
Conflicto	180
Coordinacion	181
Corredor	182
Datos	183
Error	185
Escala	187
Estructura	188
Evaluacion	189
Fase	190
GA	191
Grafica	192
Grupo	194
Individuo	196
Interseccion	197
Linea	199
Movimiento	200
Operacion	201
Paso	202
Perfil	203
Planificación	204
Plano	205
Punto	206
Red	207
Sesion	208
TiempoIntermedio	209

Transicion	210
Trayectoria	211
Ubicacion	212
Usuario	213

**NOMBRE:** Acceso

**DESCRIPCION:** Un acceso es cada una de las vías que se interceptan en una intersección, que pueden clasificarse en entrada, salida o entrada-salida. Cada acceso tiene una ubicación con respecto al plano que depende del punto cardinal que representa (Norte, NorEste, NorOeste, Sur, SurEste, SurOeste, Este, Oeste) y de su inclinación horizontal en grados; además, se tiene en cuenta que por cada intersección se podrá tener un máximo de 8 accesos, uno por cada punto cardinal. Los accesos se dividen en calzadas por medio de separadores. Sin embargo, en ciudades pequeñas es común que el acceso tenga solo una calzada. Acceso se asociará con su respectivo plano y estará conformado por sus respectivas calzadas.

#### ATRIBUTOS:

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoAcceso</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
<i>codigoInterseccion</i>	Entero	Código de la clase Padre
<i>tipo</i>	Entero	0=entrada, 1=salida, 2=mixto(ent-sal)
<i>numeroCalzadas</i>	Entero	Min=1, max=10
<i>ubicacion</i>	Entero	0=norte, 1=sur, 2=este, 3=oeste
<i>numeroSeparadores</i>	Entero	Min=0
<i>volumenAjustadoTotal</i>	Entero	Ajuste del flujo para el acceso en veh./hora
<i>ancho</i>	Flotante	Min=3.3
<i>inclinación</i>	Flotante	Angulo de entrada a la intersección
<i>largo</i>	Flotante	Min=6
<i>demora</i>	Flotante	Demora total para el acceso en s/veh.
<i>pendiente</i>	Flotante	Planicie=0, subida>0, bajada<0.
<i>anchoSeparadores[]</i>	Flotante	Por defecto 1 m por separador
<i>calzadas[]</i>	Calzada	Las calzadas que componen el acceso
<i>pasoPeatonal</i>	Paso	El paso peatonal adherido al acceso
<i>puntoInicial</i>	Punto	Las coordenadas del plano donde comienza
<i>bahia</i>	Bahia	La bahia de giro Izquierdo (si la tiene)
<i>separadores[]</i>	Separador	Min=0
<i>errorAcceso</i>	Error	Manejo de los errores
<i>datosAcceso</i>	Datos	Gestión de la información

#### OPERACIONES:

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarAcceso</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarAcceso</i>	Elimina el registro de un acceso según el código entrado
<i>buscarAccesos</i>	Busca los accesos que pertenezcan a una intersección
<i>almacenarAcceso</i>	Guarda los datos de un acceso nuevo
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un acceso nuevo

#### ASOCIACIONES:

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Interseccion	(2-4) a 1

Contiene	Calzada	1 a N
Contiene	Paso	1 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Contiene	Separador	1 a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Ajuste

**DESCRIPCION:** Los Factores de Ajuste son las condiciones del entorno que hacen variar los resultados en la planificación. Los siguientes son los principales factores de ajuste:

Factor de la hora de máxima demanda (FHMD), factor de ajuste para vehículos pesados (FVP), flujo equivalente de vehículos directos por hora por carril (FEVDPHPC), factor de ajuste para vehículos que dan vuelta a izquierda (FVI), factor de ajuste para vehículos que dan vuelta a derecha (FVD), factor de ajuste por pendiente (FP). Todos estos factores están definidos según ecuaciones previamente establecidas por el estándar americano "Highway Capacity Manual" (HCM).

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoAjuste</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>flujoSaturacionIdeal</i>	Entero	Por defecto = 1900
<i>tipoArea</i>	Entero	0 = CBD*, 1= NO CBD, 2 = otro
VPE	Flotante	Vehículos Pesados Equivalentes (def = 1.5)
FHP	Flotante	Factor de Hora Pico (defecto = 0.9)
FTA	Flotante	Factor por tipo de área (defecto = 1)
<i>errorAjuste</i>	Error	Manejo de los errores
<i>datosAjuste</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarAjuste</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarAjuste</i>	Elimina un registro de Ajuste, según el código entrado
<i>buscarAjuste</i>	Busca los registros de Ajuste que pertenezcan a la planificación
<i>AlmacenarAjuste</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de Ajuste
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un registro de Ajuste nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Planificacion	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

\*CBD (Central Business District) = Area muy congestionada.

**NOMBRE:** Area

**DESCRIPCION:** Area es la clase que delimitará las coordenadas dentro de las cuales se trazarán las trayectorias y se encontrarán los puntos conflictivos entre los grupos de la intersección. La determinación del Área de Conflicto depende de la existencia del plano de la intersección y se demarca con respecto a las líneas de pare y de salida que contengan las calzadas.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoArea</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
<i>codigoInterseccion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>numeroVertices</i>	Entero	Min = 4
<i>vertices[]</i>	Punto	Los vértices para dibujar en el plano
<i>errorArea</i>	Error	Manejo de los errores
<i>datosArea</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarArea</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarArea</i>	Elimina un registro de Area, según el código entrado
<i>buscarArea</i>	Busca el Área de Conflicto que pertenezcan a una intersección
<i>almacenarArea</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de Area
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un registro nuevo de Area

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Interseccion	1 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1
Dibujada por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Archivo

**DESCRIPCION:** Archivo es la representación en formato de texto plano de una estructura o plan de señales.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigo</i> Archivo	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
codigoEstructura	Entero	Código de la clase padre
tamaño	Flotante	Tamaño del archivo en bytes
nombre	Cadena	Nombre del archivo
directorioDestino	Cadena	Ruta para guardar en el host remoto
errorArchivo	Error	Manejo de errores
datosArchivo	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarArchivo	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarArchivo	Elimina un Archivo de texto, según el código entrado
buscarArchivo	Busca el Archivo de Texto que pertenezca a una Estructura
almacenarArchivo	Guarda los datos de un registro nuevo de Archivo de texto
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a un Archivo de texto nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Representa a	Estructura	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Calzada

**DESCRIPCION:** Es una subdivisión del acceso destinada a la circulación de vehículos. Un acceso puede tener más de una calzada y en este caso estaría dividido por medio de separadores. Los carriles son definidos en la calzada, al igual que la velocidad de diseño y se grafican allí mismo las líneas de pare y de salida. Una calzada, si es de entrada, tiene como mínimo un grupo de señales, pero si es de salida no puede tener grupos asignados. La posición de la calzada hace referencia a la ubicación de ésta dentro del acceso contando ascendentemente de derecha a izquierda.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCalzada</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoAcceso</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>numeroCarriles</i>	Entero	Min=1
<i>numeroGrupos</i>	Entero	Entrada, Mixta Min=1. Salida, Max=0
<i>posicion</i>	Entero	De derecha a izquierda, primera = 1
<i>tipo</i>	Entero	Entrada=0, Salida=1, Mixta(E-S)=2
<i>ancho</i>	Flotante	Min = 3.3
<i>velocidad</i>	Flotante	Velocidad promedio de aproximación
<i>largo</i>	Flotante	Min = 6
<i>pendiente</i>	Flotante	Planicie = 0, subida>0, bajada<0
<i>tieneBahia</i>	Booleano	Si tiene bahía = true, no tiene = false
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra que agrega el usuario
<i>errorCalzada</i>	Error	Manejo de errores
<i>linea</i>	Linea	Respectiva línea de pare o de salida
<i>carriles[]</i>	Carril	Lista de los carriles
<i>grupos[]</i>	Grupo	Lista de los grupos
<i>datosCalzada</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCalzada</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCalzada</i>	Elimina una calzada, según el código entrado
<i>buscarCalzadas</i>	Busca las calzadas que pertenezcan a un acceso especificado
<i>almacenarCalzada</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de calzada
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una calzada nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Acceso	N a 1
Limitada por	Linea	1 a 1
Contiene	Carril	1 a N
Contiene	Grupo	1 a N
Gestionada por	Datos	N a 1

Dibujada por  
Validada por

Grafica  
Error

N a 1  
N a 1

**NOMBRE:** Carril

**DESCRIPCION:** Carril es una porción del ancho de una calzada cuyo ancho depende del número de carriles, la velocidad promedio y el ancho de la calzada. Cada carril pertenece a una calzada, tiene un movimiento y también está asociado a un grupo. Además, se enumera según su ubicación en la calzada, comenzando por el extremo izquierdo.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCarril</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoCalzada</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoGrupo</i>	Entero	Código del grupo al que está asociado
<i>ubicacion</i>	Entero	De izquierda a derecha, el primero = 1
<i>tipo</i>	Entero	Entrada=0, Salida=1
<i>tipoTráfico</i>	Entero	Vehículos=0, Buses=1, Mixto=2
<i>NMS</i>	Entero	Nivel Máximo de Saturación
<i>volumenDirectos</i>	Entero	Volumen horario de veh. Que siguen derecho
<i>volumenDerecha</i>	Entero	Volumen horario de veh. Que voltean a Der.
<i>volumenIzquierda</i>	Entero	Volumen horario de veh. Que voltean a Izq.
<i>volumenDirectosAjustados</i>	Entero	Volumen Directos incluidos Ajustes
<i>volumenDerechaAjustados</i>	Entero	Volumen Derecha incluidos Ajustes
<i>volumenIzquierdaAjustados</i>	Entero	Volumen Izquierda incluidos Ajustes
<i>volumenAjustadoTotal</i>	Entero	Volumen Total, incluidos Ajustes
<i>porcentajeBuses</i>	Entero	Por defecto = 0%
<i>porcentajeCamiones</i>	Entero	Por defecto = 0%
<i>ancho</i>	Flotante	Min = 3.3
<i>largo</i>	Flotante	Min = 6
<i>FVP</i>	Flotante	Factor de Ajuste por Veh Pesados. Def = 1
<i>tieneGrupo</i>	Booleano	Si tiene grupo asignado = true, sino = false
<i>esBahia</i>	Booleano	Si es una bahía de giro izq = true, sino = false
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra que el usuario agrega
<i>errorCarril</i>	Error	Manejo de errores
<i>movimiento</i>	Movimiento	El movimiento asignado
<i>datosCarril</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCarril</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCarril</i>	Elimina un carril, según el código entrado
<i>buscarCarriles</i>	Busca los carriles que pertenezcan a una calzada especificada
<i>almacenarCarril</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de carril
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un carril nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Calzada	N a 1
Contenido en	Grupo	N a 1
Permite Realizar	Movimiento	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Ciclo

**DESCRIPCION:** El Ciclo es el intervalo de tiempo que permite dar paso a todas las fases de una estructura sin que ninguna se repita. La longitud de ciclo óptimo es la medida en segundos del tiempo que demoraría un ciclo en condiciones ideales. La longitud de ciclo se calcula basándose en la longitud de ciclo óptimo y teniendo en cuenta la demanda vehicular de la intersección.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCiclo</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoEstructura</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>totalTiempoPerdidoCiclo</i>	Entero	Suma de los tiempos perdidos de las fases
<i>totalTodoRojo</i>	Entero	Suma de los tiempos todo rojo de las fases
<i>longitudCicloUsar</i>	Entero	Duración del ciclo, según situación vial
<i>longitudCicloOptimo</i>	Flotante	Duración del ciclo, en condiciones ideales
<i>errorCiclo</i>	Error	Manejo de Errores
<i>datosCiclo</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCiclo</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCiclo</i>	Elimina un registro de Ciclo, según el código entrado
<i>buscarCiclo</i>	Busca el ciclo que pertenezca a una estructura especificada
<i>almacenarCiclo</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de ciclo
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un ciclo nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Utilizado por	Estructura	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Combinacion

**DESCRIPCION:** Una combinación es una colección de fases (donde no se repiten fases), que permite a todos los grupos de vehículos de una planificación despejar la intersección. Las combinaciones de una planificación se ordenan según su nivel de eficiencia.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCombinacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
codigoPlanificacion	Entero	Código de la clase padre
posicion	Entero	Posición según el orden de eficiencia
sumaTransiciones	Entero	Sumatoria de la duración de sus transiciones
nombre	Cadena	Consecutivamente de A a Z.
errorCombinacion	Error	Manejo de Errores
fases[]	Fase	Las Fases que la componen
transiciones[]	Transicion	Las transiciones entre fases
datosCombinacion	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarCombinacion	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarCombinacion	Elimina una combinación, según el código entrado
buscarCombinaciones	Busca las combinaciones según la planificación especificada
almacenarCombinacion	Guarda los datos de un registro nuevo de combinación
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a una nueva combinación

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Planificacion	N a 1
Combina	Fase	N a M
Contiene	Transicion	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Complejo

**DESCRIPCION:** Un complejo es una agrupación de intersecciones adyacentes que comparten plano, planificaciones, condiciones y evaluaciones. Se hace necesaria esta clase, debido a que la codificación de los grupos vehiculares según la norma alemana RILSA cambia si un equipo regulador de tráfico maneja la programación de varias intersecciones al tiempo.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoComplejo</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
<i>codigoRed</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>nombreComplejo</i>	Cadena	Cadena de caracteres para identificarlo
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra proporcionada por usuario
<i>errorComplejo</i>	Error	Manejo de Errores
<i>plano</i>	Plano	Representación gráfica en forma de Mapa
<i>intersecciones[]</i>	Interseccion	Intersecciones que lo componen
<i>evaluacion</i>	Evaluacion	Evaluación sobre el nivel de servicio
<i>condiciones[]</i>	Condicion	Condiciones del entorno para activaciones
<i>datosComplejo</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarComplejo</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarComplejo</i>	Elimina un complejo, según el código entrado
<i>buscarComplejos</i>	Busca los complejos que pertenecen a la red especificada
<i>almacenarComplejo</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de complejo
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un nuevo complejo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Red	N a 1
Representado por	Plano	1 a 1
Integra	Interseccion	1 a N
Evaluado por	Evaluacion	N a 1
Contiene	Conector	1 a N
Contiene	Condicion	1 a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Condicion

**DESCRIPCION:** La clase Condicion contiene la información concerniente a las características del entorno que provocarán la activación de una planificación específica. Dicha información esta relacionada con la hora, el día de la semana, el nivel de saturación, la posible existencia de accidentes y otros factores que intervengan para que la planificación adecuada entre en actuación. La clase Condición estará entonces asociada a la clase Planificación. Condición, no es quien activa una planificación, solo se asocia a una para que el sistema sepa cuando ésta se debe activar.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCondicion</i>	Entero	Clave principal de la clase
<i>codigoPadre</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>tipoPadre</i>	Entero	Tipo de padre: Intersección=0, Complejo=1
<i>nivelSaturacion</i>	Entero	Variable que mide la congestión
<i>diaSemana</i>	Cadena	Ej: lunes, martes...
<i>hora</i>	Tiempo	Hora del día desde 00:00 hasta 23:59
<i>hayAccidente</i>	Booleano	Si hay algún accidente = true, sino = false
<i>esDiaFestivo</i>	Booleano	Si es un día de fiesta =true, sino = false
<i>errorCondicion</i>	Error	Manejo de Errores
<i>datosCondicion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCondicion</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCondicion</i>	Elimina una condición, según el código entrado
<i>buscarCondiciones</i>	Busca las condiciones según la intersección o complejo padre
<i>almacenarCondicion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de condición
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una condición nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Interseccion	N a 1
Contenida en	Complejo	N a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Conector

**DESCRIPCION:** Un conector es una herramienta usada por un Complejo, cuya función es la de unir dos intersecciones adyacentes por sus accesos comunes. El ancho del conector toma por defecto el ancho de todo el acceso, y el largo es predeterminado y puede ser modificado por el usuario.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
codigoConector	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
codigoComplejo	Entero	Código de la clase padre
codigoAcceso1	Entero	Código del primer acceso a conectar
codigoAcceso2	Entero	Código del segundo acceso a conectar
ancho	Flotante	Ancho del conector dado en metros
largo	Flotante	Largo del conector dado en metros
puntos[]	Punto	Puntos que conforman el conector
errorConector	Error	Manejo de Errores
datosConector	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarConector	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarConector	Elimina un conector, según el código entrado
buscarConectores	Busca los conectores de un complejo especificado
almacenarConector	Guarda los datos de un registro nuevo de conector
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a un conector nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Complejo	N a 1
Une a	Acceso	1 a 2
Validado por	Error	N a 1
Contiene	Punto	1 a N
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Conflicto

**DESCRIPCION:** La clase Conflicto determina un punto en el plano donde se cruzan trayectorias de dos (2) grupos distintos y contiene la información necesaria para calcular el respectivo tiempo intermedio. El grupo de despeje es aquel que tiene en un momento determinado el derecho de paso para atravesar el área de conflicto de la intersección. El grupo de entrada es aquel que esta detenido esperando por el derecho de paso. El punto de conflicto es aquel donde se cruzan ambas trayectorias.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoConflicto</i>	Entero	Clave Principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoGrupoEntrada</i>	Entero	Código del grupo que entra al cruce
<i>codigoGrupoDespeje</i>	Entero	Código del grupo que despeja el cruce
<i>codigoTrayectoriaEntrada</i>	Entero	Código de la trayectoria que entra al cruce
<i>codigoTrayectoriaDespeje</i>	Entero	Código de trayectoria que despeja el cruce
<i>distancia</i>	Flotante	En (m), del punto inicial al punto de conflicto
<i>errorConflicto</i>	Error	Manejo de Errores
<i>puntoConflicto</i>	Punto	Punto donde se cruzan las dos trayectorias
<i>tiempoIntermedio</i>	TiempoIntermedio	Tiempo Intermedio asociado a este conflicto
<i>datosConflicto</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarConflicto</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarConflicto</i>	Elimina un conflicto, según el codigo entrado
<i>buscarConflictos</i>	Busca los conflictos de una interseccion especificada
<i>almacenarConflicto</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de conflicto
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un conflicto nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Planificacion	N a 1
Enfrenta a	Grupo	1 a 2
Enfrenta a	Trayectoria	1 a 2
Ubicado por	Punto	1 a 1
Asociado a	TiempoIntermedio	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Coordinacion

**DESCRIPCION:** La coordinación consiste en programar el encendido de las luces de los semáforos de tal forma que los vehículos puedan atravesar la vía con varias intersecciones de semáforos, de un extremo a otro, a una velocidad constante entre tramos y sin detenerse. La clase Coordinacion contiene los métodos y atributos necesarios para coordinar corredores utilizando para ello sistemas geométricos espacio-temporales que generaran posteriormente el desfase que se debe aplicar al ciclo de cada intersección.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCoordinacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoCorredor</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>desfase</i>	Entero	Debe ser mayor que 0
<i>errorCoordinacion</i>	Error	Manejo de Errores
<i>datosCoordinacion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCoordinacion</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCoordinacion</i>	Elimina una coordinación, según el código entrado
<i>buscarCoordinacion</i>	Busca la coordinación de un corredor especificado
<i>almacenarCoordinacion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de coordinación
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una coordinación nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Coordina a	Corredor	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Corredor

**DESCRIPCION:** Corredor es una agrupación de intersecciones que se encuentran consecutivas en una vía. La clase corredor se utiliza para agrupar varias intersecciones, ordenarlas según su ubicación en la vía, determinar la distancia existente entre ellas y posteriormente coordinarlas. Corredor tendrá un plano basándose en los planos de las intersecciones que lo conforman.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoCorredor</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoRed</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>numeroIntersecciones</i>	Entero	Min=2
<i>tipoVia</i>	Entero	1=Alta velocidad, 2=Suburbana, 3=Intermedia, 4=Urbana
<i>distancias[]</i>	Flotante	Las distancias que hay entre intersecciones
<i>velocidadCorredor</i>	Flotante	Velocidad promedio de los vehículos
<i>velocidadFlujoLibre</i>	Flotante	Velocidad de flujo libre
<i>demoraControl</i>	Flotante	Demora de control en s/veh.
<i>tiempoMarcha</i>	Flotante	Tiempo de marcha de vehículos en s.
<i>nombreCorredor</i>	Cadena	Cadena de caracteres para identificarlo
<i>tieneEvaluacion</i>	Booleano	Si ya esta evaluado = true, sino = false
<i>evaluacion</i>	Evaluacion	La evaluación, si la tiene
<i>coordinacion</i>	Coordinacion	El Objeto que coordina el corredor
<i>planoCorredor</i>	Plano	Objeto que lo representa en forma de mapa
<i>errorCorredor</i>	Error	Manejo de errores
<i>intersecciones[]</i>	Interseccion	Las intersecciones que lo componen
<i>datosCorredor</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarCorredor</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarCorredor</i>	Elimina un corredor, según el código entrado
<i>buscarCorredores</i>	Busca los corredores de una red especificada
<i>almacenarCorredor</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de corredor
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un corredor nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Red	N a 1
Evaluado por	Evaluacion	N a 1
Coordinado por	Coordinacion	N a 1
Representado por	Plano	1 a 1
Agrupar	Interseccion	1 a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Datos

**DESCRIPCION:** Datos es la entidad encargada de realizar las transacciones entre la base de datos del sistema y las demás clases, permitiendo así operaciones de conexión, desconexión, búsqueda, inserción, actualización y eliminación.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
numeroBooleanos	Entero	Num de Datos Booleanos en la sentencia
numeroFlotantes	Entero	Num de Datos Flotantes en la sentencia
numeroEnteros	Entero	Num de Datos Enteros en la sentencia
numeroCadenas	Entero	Num de Datos Cadenas en la sentencia
numeroFechas	Entero	Num de Datos Fechas en la sentencia
numeroTiempos	Entero	Num de Datos Tiempos en la sentencia
valoresBooleanos[ ]	Booleano	Valores de los datos Booleanos
valoresEnteros[ ]	Entero	Valores de los datos Enteros
valoresFlotantes[ ]	Flotante	Valores de los datos Flotantes
valoresFechas[ ]	Fecha	Valores de los datos Fechas
valoresTiempos[ ]	Tiempo	Valores de los datos Tiempos
valoresCadenas[ ]	Cadena	Valores de los datos Cadenas
sentencia	Cadena	Sentencia SQL para interactuar con la BD
errorDatos	Error	Manejo de Errores
resultados	ResultSet *	Lista con los resultados de búsqueda
conexion	Connection *	Objeto que maneja la conexión con la BD
sentenciaPreparada	PreparedStatement * <sup>18</sup>	Objeto para construir la sentencia SQL

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizar	Ejecuta una actualización sobre la BD (Elim, Actualiz, Inserción)
buscar	Ejecuta una búsqueda sobre la BD
conectar	Realiza la conexión con la BD para poder acceder a ella
insertarValoresSentencia	Construye la sentencia SQL con los valores recibidos

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Gestiona a	Acceso	1 a N
Gestiona a	Ajuste	1 a N
Gestiona a	Area	1 a N
Gestiona a	Archivo	1 a N
Gestiona a	Calzada	1 a N
Gestiona a	Carril	1 a N
Gestiona a	Ciclo	1 a N

---

<sup>18</sup> Objetos proporcionados por la interfaz de conexión con bases de datos. Estos son susceptibles de cambiar dependiendo de la plataforma de implementación utilizada.

Gestiona a	Combinacion	1 a N
Gestiona a	Complejo	1 a N
Gestiona a	Condicion	1 a N
Gestiona a	Conector	1 a N
Gestiona a	Conflicto	1 a N
Gestiona a	Coordinacion	1 a N

#### **ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Gestiona a	Corredor	1 a N
Gestiona a	Escala	1 a N
Gestiona a	Estructura	1 a N
Gestiona a	Evaluacion	1 a N
Gestiona a	Fase	1 a N
Gestiona a	Grupo	1 a N
Gestiona a	Interseccion	1 a N
Gestiona a	Linea	1 a N
Gestiona a	Movimiento	1 a N
Gestiona a	Operación	1 a N
Gestiona a	Paso	1 a N
Gestiona a	Perfil	1 a N
Gestiona a	Planificacion	1 a N
Gestiona a	Plano	1 a N
Gestiona a	Punto	1 a N
Gestiona a	Red	1 a N
Gestiona a	Separador	1 a N
Gestiona a	Sesion	1 a N
Gestiona a	TiempoIntermedio	1 a N
Gestiona a	Transicion	1 a N
Gestiona a	Trayectoria	1 a N
Gestiona a	Usuario	1 a N
Validado por	Error	N a 1

**NOMBRE:** Error

**DESCRIPCION:** La clase Error tiene la función de administrar todos los potenciales errores que existan en la manipulación del sistema, y al detectarlos, procede a clasificarlos proporcionando el mensaje apropiado para orientar al usuario a corregirlos.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
codigo	Entero	Numero que identifica el tipo de error
hayError	Booleano	Si se detecta error se activa esta bandera
mensaje	Cadena	El mensaje asociado a un determinado error

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
asignarMensaje	Según el error detectado, se carga el mensaje que se mostrará

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Valida a	Acceso	1 a N
Valida a	Ajuste	1 a N
Valida a	Area	1 a N
Valida a	Archivo	1 a N
Valida a	Calzada	1 a N
Valida a	Carril	1 a N
Valida a	Ciclo	1 a N
Valida a	Combinacion	1 a N
Valida a	Complejo	1 a N
Valida a	Condicion	1 a N
Valida a	Conector	1 a N
Valida a	Conflicto	1 a N
Valida a	Coordinacion	1 a N
Valida a	Corredor	1 a N
Valida a	Datos	1 a N
Valida a	Escala	1 a N
Valida a	Estructura	1 a N
Valida a	Evaluacion	1 a N
Valida a	Fase	1 a N
Valida a	Grafica	1 a N
Valida a	Grupo	1 a N
Valida a	Interseccion	1 a N
Valida a	Linea	1 a N
Valida a	Movimiento	1 a N
Valida a	Operación	1 a N
Valida a	Paso	1 a N

Valida a	Perfil	1 a N
Valida a	Planificacion	1 a N
Valida a	Plano	1 a N
Valida a	Punto	1 a N
Valida a	Red	1 a N
Valida a	Separador	1 a N

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Valida a	Sesion	1 a N
Valida a	TiempoIntermedio	1 a N
Valida a	Transicion	1 a N
Valida a	Trayectoria	1 a N
Valida a	Usuario	1 a N

**NOMBRE:** Escala

**DESCRIPCION:** La clase Escala se encarga de establecer la relación entre las medidas reales y las medidas representadas en el plano, con el fin de determinar las distancias reales de todas las trayectorias y demás elementos que se lleguen a graficar en este. El usuario escoge una escala de **cm.** a **m** y el sistema maneja internamente una escala de **cm.** a **píxeles**. Entonces cualquier distancia del plano se puede convertir de píxeles a metros utilizando los factores de conversión en X y en Y, basados en las escalas previamente mencionadas.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
codigoEscala	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
codigoPlano	Entero	Código de la clase padre
resolucionX	Entero	Resolución actual sobre el eje X
resolucionY	Entero	Resolución actual sobre el eje Y
factorX	Flotante	Factor de conversión sobre el eje X
factorY	Flotante	Factor de conversión sobre el eje Y
errorEscala	Error	Manejo de Errores
datosEscala	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarEscala	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarEscala	Elimina una escala, según el código entrado
buscarEscala	Busca la escala de un plano escogido
almacenarEscala	Guarda los datos de un registro nuevo de escala
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a una escala nueva
convertirAPlano	Convierte coordenadas reales en coordenadas de pantalla
convertirAREales	Convierte coordenadas de pantalla en coordenadas reales

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Plano	1 a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Estructura

**DESCRIPCION:** La estructura o plan de señales es el producto como tal del proceso de planificación. Esta clase se encarga de tomar todas las combinaciones de fases encontradas y ubicar las tres (3) mejores para que el usuario escoja la que mejor se acomode a las necesidades de la intersección, Para esto, Estructura realiza el calculo de longitud de ciclo y el reparto de tiempos de verde entre las fases y sus grupos. Para encontrar las mejores combinaciones se tienen en cuenta dos parámetros:

1. Mientras menos fases tenga una combinación se asegura mayor seguridad y eficiencia.
2. Para reducir las demoras se deben incluir el mayor número posible de movimientos/Grupos en una misma fase.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoEstructura</i>	Entero	Clave principal de la clase (es consecutivo)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoCombinacionOptima</i>	Entero	Cod. de mejor combinación encontrada
<i>codigoCombinacionEscogida</i>	Entero	Cod. de combinación elegida por usuario
<i>tiempoVerdeEfectivo</i>	Entero	Tiempo total de verde, para ser repartido
<i>errorEstructura</i>	Error	Manejo de errores
<i>ciclo</i>	Ciclo	El ciclo utilizado por la estructura
<i>datosEstructura</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarEstructura</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarEstructura</i>	Elimina una estructura, según el código entrado
<i>buscarEstructura</i>	Busca la estructura de una planificación escogida
<i>almacenarEstructura</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de estructura
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una estructura nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Planificacion	1 a 1
Ordena a	Combinacion	1 a 1
Utiliza a	Ciclo	1 a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1
Dibujada por	Grafica	N a 1
Representada por	Archivo	1 a 1
Optimizada por	GA	N a 1

**NOMBRE:** Evaluacion

**DESCRIPCION:** La clase Evaluacion contiene los métodos para analizar el rendimiento de la planificación que funciona actualmente en una determinada intersección o a lo largo de un corredor vial. A su vez entrega un concepto sobre la calificación obtenida, a la cual hace referencia la variable "Nivel de servicio", describiendo así el resultado de la evaluación y dando pautas sobre el tratamiento a seguir.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoEvaluacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoPadre</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>tipoPadre</i>	Entero	Tipo de Padre: (intersección=0, corredor=1)
<i>tipoControl</i>	Entero	Control (fijo=0, actuado=1, semi-actuado=2)
<i>nivelServicio</i>	Entero	Indica la calidad del servicio actual.
<i>gradoSaturacionCritico</i>	Flotante	Grado de Saturación Máximo o crítico.
<i>demoraTotal</i>	Flotante	Indica el retraso total en el servicio.
<i>errorEvaluacion</i>	Error	Manejo de errores.
<i>datosEvaluacion</i>	Datos	Gestión de la información.

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarEvaluacion</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarEvaluacion</i>	Elimina una evaluación, según el código entrado
<i>buscarEvaluacion</i>	Busca la evaluación según el código y tipo de padre escogidos
<i>almacenarEvaluacion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de evaluación
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una evaluación nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Evalua a	Interseccion	1 a N
Evalua a	Corredor	1 a N
Evalua a	Complejo	1 a N
Evalua a	Red	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Fase

**DESCRIPCION:** Fase reúne los grupos que no son conflictivos ente ellos. La posición de fase se refiere al turno en que la fase recibe derecho de paso con respecto a las demás fases del ciclo. Un grupo puede pertenecer a varias fases al mismo tiempo. Una fase no puede tener dos grupos iguales.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoFase</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>tiempoPerdido</i>	Entero	Tiempo en que la fase no recibe paso.
<i>tiempoVerde</i>	Entero	Tiempo donde la fase recibe paso
<i>posicion</i>	Entero	Turno en que la fase recibe paso en el ciclo
<i>errorFase</i>	Error	Manejo de errores
<i>grupos[]</i>	Grupo	Grupos que componen la fase
<i>datosFase</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarFase</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarFase</i>	Elimina una fase, según el código entrado
<i>buscarFases</i>	Busca las fases según el código de la planificación
<i>almacenarFase</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de fase
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una fase nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Planificacion	N a 1
Reune a	Grupo	N a M
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** GA

**DESCRIPCION:** Esta clase contiene los métodos de optimización basados en algoritmos genéticos, para mejorar los resultados proporcionados por el sistema orientándolos hacia los requerimientos del entorno. Ésta clase se asocia con todas las clases del sistema que están involucradas en el proceso de diseño y planificación de intersecciones.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
estructuralInicial población	Estructura Individuo[8]	Es la estructura a optimizar La población
nuevaGeneracion	Individuo[32]	La generación resultante luego de la Reproducción.
iteraciones	Entero	El número de veces que se repite el Algoritmo, luego de alcanzar la demora de la estructura inicial.

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
generarPoblaciónInicial	Genera la población inicial aleatoriamente y con base en reglas pre-establecidas.
penalizarIndividuo	Dentro de la evaluación, se reduce la calificación de un individuo por no cumplir con las reglas establecidas.
optimizarEstructura	Optimiza una estructura creada.
generarNuevaPoblación	Establece los nuevos individuos de la población luego de haber obtenido una nueva generación.
cruceSimple	Intercambia Información de dos individuos con base en el método de cruce simple.
cruceDoble	Intercambia Información de dos individuos con base en el método de cruce doble.
evaluarIndividuo	Evalúa los elementos de una generación con respecto a la función fitness, aplicando criterios de evaluación de intersecciones.
selección	Selecciona los elementos que según la evaluación deben pasar a la siguiente generación.

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Optimiza a	Movimiento	1 a N
Optimiza a	Trayectoria	1 a N
Optimiza a	Estructura	1 a N
Validada por	Error	N a 1

**NOMBRE:** Grafica (Abstracta)

**DESCRIPCION:** Esta clase es la encargada de dibujar toda la información que el sistema requiera para la planificación de una intersección. Dicha clase tendrá todas las gamas de manipulación para dichos gráficos. Esta clase no realiza ningún tipo de cálculo con relación al proceso de planificación, sólo se limita a recibir información para representarla gráficamente.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
---------------	-------------	--------------------

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
dibujarAcceso	Dibuja un acceso en pantalla según las propiedades de éste
dibujarArea	Dibuja el área de conflicto basado en las líneas de pare/salida
dibujarCalzada	Dibuja una calzada según sus propiedades
dibujarCarril	Dibuja un carril según sus propiedades
dibujarConector	Dibuja un conector para el plano de un complejo
dibujarConflicto	Dibuja el punto donde dos trayectorias tienen conflicto
dibujarEstructura	Dibuja el diagrama de bandas que representa la estructura de señales
dibujarLinea	Dibuja una línea de pare o de salida
dibujarMovimiento	Dibuja una flecha que representa el movimiento de un carril
dibujarPaso	Dibuja un paso peatonal según las propiedades de este
dibujarPlano	Dibuja un plano con todos sus elementos
dibujarPunto	Dibuja un punto en el plano
dibujarSeparador	Dibuja un separador según los atributos de este
dibujarTrayectoria	Dibuja una trayectoria entre un carril de entrada y uno de salida

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Dibuja a	Acceso	1 a N
Dibuja a	Area	1 a N
Dibuja a	Calzada	1 a N
Dibuja a	Carril	1 a N
Dibuja a	Conector	1 a N
Dibuja a	Conflicto	1 a N
Dibuja a	Estructura	1 a N
Dibuja a	Linea	1 a N
Dibuja a	Movimiento	1 a N
Dibuja a	Paso	1 a N
Dibuja a	Plano	1 a N
Dibuja a	Punto	1 a N

Dibuja a  
Dibuja a  
Validada por

Separador  
Trayectoria  
Error

1 a N  
1 a N  
N a 1

**NOMBRE:** Grupo

**DESCRIPCION:** El Grupo representa mediante un código basado en la norma RILSA, el movimiento de un conjunto de vehículos que transitan por su respectivo carril, calzada o acceso. Este código se conocerá en adelante como el identificador del grupo. El tipo de grupo discrimina si éste es vehicular, peatonal, sencillo, múltiple y sus diferentes sub-categorías que se especifican con sus respectivos códigos en la "Tabla de asignación de grupos". La relación máxima de flujo actual a flujo de saturación (rmfafs) y el volumen vehicular son datos que permiten calcular cuanto tiempo de verde es conveniente que se reparta a un grupo.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoGrupo</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoCalzada</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>tipo</i>	Entero	Ver la tabla "Asignación de Grupos"
<i>tipoLlegada</i>	Entero	Tipo de llegada o arribo para el grupo
<i>tipoGiroIzquierdo</i>	Entero	Exclusivo=0, permitido=1
<i>tipoGiroDerecho</i>	Entero	Exclusivo=0, permitido=1
<i>TOGD</i>	Entero	Tipo Operación Giro Der, perm=0, proteg=1
<i>numeroBusesHora</i>	Entero	Cantidad de buses que arriban en una hora
<i>porcentajeVehiculosPesados</i>	Entero	Por defecto = 0%
<i>peatonesConflictoGD</i>	Entero	Num de Peatones en conflicto con giro derecha
<i>numeroManiobrasParqueo</i>	Entero	Numero de maniobras de parqueo
<i>numeroCarriles</i>	Entero	Numero de carriles en el grupo. Min = 0
<i>volumenTotal</i>	Entero	Volumen de tráfico total en el grupo
<i>volumenAjustadoTotal</i>	Entero	Volumen Total incluidos los ajustes
<i>porcentajeGirosDerecha</i>	Entero	Porcentaje del volumen que gira a derecha
<i>porcentajeGirosIzquierda</i>	Entero	Porcentaje del volumen que gira a izquierda
<i>flujoSaturacion</i>	Entero	Se basa en el ideal y se le aplican ajustes
<i>qMax</i>	Entero	Flujo crítico (El mayor entre los carriles)
<i>qb</i>	Entero	Cola inicial al principio del periodo en vehículos
<i>capacidad</i>	Entero	Flujo Máximo de Vehículos dado en veh/hora
<i>tiempoAmbar</i>	Entero	Tiempo que el grupo recibe señal ámbar
<i>tiempoRojo</i>	Entero	Tiempo que el grupo recibe señal Roja
<i>tiempoVerde</i>	Entero	Tiempo que el grupo recibe paso
<i>tiempoPerdido</i>	Entero	Tiempo en el que el grupo no tiene paso
<i>tiempoPeriodoAnálisis</i>	Flotante	Duración del período de análisis en horas
<i>tiempoDemandaInsatisfecha</i>	Flotante	Tiempo de demanda insatisfecha en horas
<i>P</i>	Flotante	Proporción de Vehículos que llegan en Verde
<i>FPA</i>	Flotante	Factor de Ajuste por Tipo de Llegada
<i>K</i>	Flotante	Factor de demora incremental
<i>FAC</i>	Flotante	Factor de ajuste por ancho de carriles
<i>FPEN</i>	Flotante	Factor de ajuste por pendiente
<i>FVP</i>	Flotante	Factor de ajuste por vehículos pesados
<i>FP</i>	Flotante	Factor de ajuste por parqueos

FBB	Flotante	Factor de ajuste por bloqueo de buses
FUC	Flotante	Factor de ajuste por utilización de carriles
FGD	Flotante	Factor de ajuste por giros a derecha
FGI	Flotante	Factor de ajuste por giros a izquierda
Y	Flotante	Relación máx. de flujo actual a flujo de saturación
PF	Flotante	Factor de Ajuste de progresión
u	Flotante	Parámetro de demora
gradoSaturación	Flotante	Relación entre flujo (volumen) actual y la capacidad
demoraUniforme	Flotante	Retraso uniforme para el grupo
demoraIncremental	Flotante	Retraso por llegadas aleatorias para el grupo
demoraColaInicial	Flotante	Retraso por existencia de cola inicial para el grupo
demoraTotalGrupo	Flotante	Retraso Total (suma de las tres demoras).
tieneGiroIzquierdo	Booleano	Si el grupo tiene giro a izquierda, se activa
tieneGiroDerecho	Booleano	Si el grupo tiene giro a derecha, se activa
tieneParadaBus	Booleano	Si el grupo tiene parada de bus, se activa
tieneCarrilParqueo	Booleano	Se activa cuando existe un carril de parqueo
id	Cadena	Identificador (Ver tabla "Asignación de Grupos")
errorGrupo	Error	Manejo de errores
datosGrupo	Datos	Gestión de la información

#### OPERACIONES:

Nombre	Descripción
actualizarGrupo	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarGrupo	Elimina un grupo, según el código entrado
buscarGrupos	Busca los grupos de un acceso o fase.
almacenarGrupo	Guarda los datos de un registro nuevo de grupo
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a un grupo nuevo

#### ASOCIACIONES:

Nombre	Clase Asociada	Cardinalidad
Contenido en	Calzada	N a 1
Reunido por	Fase	M a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Individuo

**DESCRIPCION:** Esta clase contiene la información para codificar una estructura representándola como un individuo del Algoritmo Genético.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Matriz	Entero[][]	La Estructura de Control en forma de Matriz
Longitud de Ciclo	Entero	El número de Columnas de la matriz
Número de Grupos	Entero	El número de filas de la matriz
CompatibilidadGrupos	Bolean[][]	Matriz de compatibilidades entre los grupos
penalización	Flotante	Total de penalizaciones del individuo

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
CargarCompatibilidad	Carga la información de compatibilidad de los grupos

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Utilizado por	GA	N a 1

**NOMBRE:** Interseccion

**DESCRIPCION:** La clase Interseccion contiene la información de cabecera que identifica a un cruce o intersección. Además posee varias planificaciones, entre las cuales se activa la indicada según las condiciones del entorno. Puede o no, pertenecer a un corredor, así como puede o no, pertenecer a un Complejo. También posee un plano, que representa su geometría en pantalla, permitiendo identificar los accesos que la componen y su área de conflicto. El número de accesos va desde 1 (cuando se intercepta una vía con un paso peatonal), hasta 8 (cuando se semaforizan glorietas). Además, puede tener o no una evaluación que califica el nivel de servicio de su planificación activa.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoInterseccion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoRed</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoComplejo</i>	Entero	Código del complejo asociado, si existe
<i>codigoCorredor</i>	Entero	Código del corredor asociado, si existe
<i>numeroAccesos</i>	Entero	Min=1, Max=8.
<i>tipo</i>	Entero	Sencilla=0, compleja=1.
<i>tieneEvaluacion</i>	Booleano	Si tiene evaluación = true, sino = false
<i>nombre</i>	Cadena	El especificado por el usuario para identificarla
<i>calle</i>	Cadena	La calle, según la nomenclatura de la ciudad
<i>carrera</i>	Cadena	La carrera, según la nomenclatura de la ciudad
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra proporcionada por el usuario
<i>errorInterseccion</i>	Error	Manejo de errores
<i>plano</i>	Plano	Representación gráfica de la intersección
<i>evaluacion</i>	Evaluacion	Calificación del nivel de servicio
<i>condiciones[]</i>	Condicion	Condiciones que activan las planificaciones
<i>planificaciones[]</i>	Planificacion	Lista de planificaciones, según las necesidades
<i>accesos[]</i>	Acceso	Los Accesos que la componen
<i>areaConflicto</i>	Area	El área donde se presentan los conflictos
<i>datosInterseccion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarInterseccion</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarInterseccion</i>	Elimina una interseccion, según el codigo entrado
<i>buscarIntersecciones</i>	Busca las intersecciones de una red
<i>almacenarInterseccion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de interseccion
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el codigo o clave principal a una interseccion nueva
<i>activarPlanificacion</i>	Activa una planificacion según la condicion del entorno
<i>desactivarPlanificacion</i>	Desactiva una planificacion, ante un cambio en la condicion

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Red	N a 1
Integrada en	Complejo	1 a N
Agrupada en	Corredor	1 a N
Representada por	Plano	1 a 1
Evaluada por	Evaluacion	N a 1
Contiene	Condicion	1 a N
Contiene	Planificacion	1 a N
Contiene	Acceso	1 a (2-4)
Contiene	Area	1 a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1
Ubicada por	Ubicacion	1 a 1

**NOMBRE:** Linea

**DESCRIPCION:** La clase linea es la encargada de administrar las lineas de pare y las lineas de salida que pertenecen a cada calzada de entrada y de salida respectivamente. Con las líneas de pare y de salida creadas en el plano, el sistema esta en capacidad de definir el área de conflicto.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoLinea</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoCalzada</i>	Entero	Codigo de la clase padre
<i>tipo</i>	Entero	Pare = 0, salida = 1.
<i>ubicacion</i>	Flotante	Distancia en metros desde el inicio de la calzada
<i>largo</i>	Flotante	Dado en metros
<i>comentario</i>	Cadena	Informacion extra proporcionada por el usuario
<i>errorLinea</i>	Error	Manejo de errores
<i>puntos[]</i>	Punto	Los puntos que la componen
<i>datosLinea</i>	Datos	Gestion de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarLinea</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarLinea</i>	Elimina una linea, según el codigo entrado
<i>buscarLinea</i>	Busca la linea perteneciente a una calzada
<i>almacenarLinea</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de linea
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el codigo o clave principal a una linea nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Calzada	1 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1
Dibujada por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Movimiento

**DESCRIPCION:** Un Movimiento es aquel que realiza un vehículo desde un carril de entrada con el fin de despejar la intersección. Su origen puede ser cualquiera de los cuatro puntos cardinales (Norte, sur, este, oeste) y su dirección es un código entero que indica hacia donde se dirige el vehículo.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoMovimiento</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoCarril</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>origen</i>	Entero	Norte=0, sur=1, este=2, oeste=3
<i>destino</i>	Entero	Direc=0, der=1, izq=2, direc-der=3, direc-izq=4, todos=5
<i>errorMovimiento</i>	Error	Manejo de errores
<i>datosMovimiento</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarMovimiento</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarMovimiento</i>	Elimina un movimiento, según el código entrado
<i>buscarMovimiento</i>	Busca el movimiento perteneciente a un carril
<i>almacenarMovimiento</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de movimiento
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un movimiento nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Permitido por	Carril	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1
Optimizado por	GA	N a 1

**NOMBRE:** Operación

**DESCRIPCION:** Contiene la información acerca de una acción específica realizada sobre el sistema, en una sesión determinada, detallando la hora de ejecución, y si el resultado fue o no exitoso.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoOperacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoSesion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>tuvoExito</i>	Booleano	Si la operación fue exitosa se activa la bandera
<i>horaEjecucion</i>	Tiempo	Hora del día en que se ejecutó (formato militar)
<i>descripcion</i>	Cadena	Texto que describe la acción la realizada
<i>errorOperacion</i>	Error	Manejo de errores
<i>datosOperacion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>almacenarOperacion</i>	Guarda en la BD, el registro de una nueva operación
<i>eliminarOperacion</i>	Elimina un registro de una operación realizada
<i>buscarOperaciones</i>	Busca las operaciones realizadas durante una sesión
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una operación nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Sesion	N a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Paso

**DESCRIPCION:** La clase Paso contiene la información necesaria para representar la forma como intervienen los pasos peatonales en la intersección, especificando el acceso al cual pertenecen y su ubicación con respecto a este. También se utiliza para administrar la información de flujo peatonal, factores de ajuste relacionados y demás datos relevantes a la hora de asignarle su respectivo reparto de verde.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoPaso</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoAcceso</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>flujoSaturacion</i>	Entero	Flujo de Peatones en una hora de verde
<i>volumen</i>	Entero	Cantidad de peatones por hora
<i>tipo</i>	Entero	Entrada=0, Salida=1, Mixto=2
<i>minimoVerde</i>	Entero	Tiempo mínimo de verde requerido. Def = 4
<i>ubicacion</i>	Flotante	En metros, con respecto al acceso asociado
<i>ancho</i>	Flotante	Dado en metros.
<i>largo</i>	Flotante	Dado en metros.
<i>tieneGrupo</i>	Booleano	Cuando tiene un grupo asignado se activa
<i>tieneDetector</i>	Booleano	Si hay botón para detectar peatones se activa
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra que proporciona el usuario
<i>errorPaso</i>	Error	Manejo de errores
<i>puntos[]</i>	Puntos	Puntos que conforman el paso peatonal
<i>grupo</i>	Grupo	Grupo asignado, si lo tiene
<i>datosPaso</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarPaso</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarPaso</i>	Elimina un paso peatonal, según el código entrado
<i>buscarPaso</i>	Busca el paso peatonal perteneciente a un acceso
<i>almacenarPasos</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de paso
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un paso nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Acceso	1 a 1
Asociado a	Grupo	1 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Perfil

**DESCRIPCION:** Perfil se encarga de vigilar permanentemente cuales funciones deben estar habilitadas y cuales no, según el usuario. Permisos es arreglo de dos dimensiones que en una de ellas maneja la lista de las funciones que tiene el sistema y en la otra los permisos de lectura, creación, modificación y eliminación. De esta manera un campo puede estar conformado por: (carril, creación) y su valor es booleano, es decir tiene permiso (true) o no lo tiene (false).

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoPerfil</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>permisos[][]</i>	Booleano	Matriz con las funciones y los permisos
<i>nombre</i>	Cadena	Cadena de texto para identificar el perfil
<i>errorPerfil</i>	Error	Manejo de Errores
<i>datosPerfil</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarPerfil</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarPerfil</i>	Elimina un perfil, según el código entrado
<i>buscarPerfiles</i>	Busca los perfiles existentes
<i>almacenarPerfil</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de perfil
<i>cargarPerfil</i>	Carga el perfil de un usuario en una sesión
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un perfil nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Controla a	Usuario	1 a N
Gestionado por	Datos	N a 1
Validado por	Error	N a 1

**NOMBRE:** Planificacion

**DESCRIPCION:** Esta clase reúne toda la información acerca del proceso de planificación de intersecciones que va desde el plano hasta la estructura o plan de señales. A una sola intersección se le pueden asignar varias planificaciones que serán activadas dependiendo de las condiciones del entorno. La planificación toma una copia del plano de su intersección y la modifica durante el proceso.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoInterseccion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>horaInicio</i>	Tiempo	Hora (militar) en que se activa la planificación
<i>horaFin</i>	Tiempo	Hora en que se desactiva la planificación
<i>nombre</i>	Cadena	Texto que identifica a la planificación
<i>comentario</i>	Cadena	Información extra entregada por el usuario
<i>errorPlanificacion</i>	Error	Manejo de errores
<i>conflictos[]</i>	Conflicto	La lista de conflictos encontrados
<i>tiemposIntermedios[]</i>	TiempoIntermedio	La lista de tiempos intermedios calculados
<i>trayectorias[]</i>	Trayectoria	La lista de trayectorias trazadas
<i>ajuste</i>	Ajuste	Los ajustes utilizados por la planificación
<i>estructura</i>	Estructura	La estructura planificada
<i>combinaciones[]</i>	Combinacion	Las combinaciones encontradas
<i>datosPlanificacion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarPlanificacion</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarPlanificacion</i>	Elimina una planificación, según el código entrado
<i>buscarPlanificaciones</i>	Busca las planificaciones según la intersección escogida
<i>almacenarPlanificacion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de planificación
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una planificación nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Interseccion	N a 1
Contiene	Conflicto	1 a N
Contiene	TiempoIntermedio	1 a N
Contiene	Trayectoria	1 a N
Contiene	Ajuste	1 a 1
Contiene	Estructura	1 a 1
Contiene	Combinacion	1 a N
Contiene	Fase	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Plano

**DESCRIPCION:** El conjunto de puntos que describen la geometría de la intersección, o corredor conforman la geometría de la clase Plano. Estos puntos serán graficados en pantalla por la clase Grafica. El plano se puede generar según las especificaciones del usuario. Plano puede ser usado por tres clases, Intersección, Corredor y Complejo. El plano de Complejo permite representar la geometría de un complejo uniendo varias intersecciones por sus accesos comunes, a través de conectores.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoPlano</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoPadre</i>	Entero	Código del padre
<i>tipoPadre</i>	Entero	Intersección=0, corredor=1, complejo=2
<i>nombre</i>	Cadena	Texto que identifica al plano
<i>escala</i>	Escala	Escala para conversión de distancias
<i>puntos[]</i>	Puntos	Conjunto de puntos que conforman el plano
<i>errorPlano</i>	Error	Manejo de errores
<i>datosPlano</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarPlano</i>	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
<i>eliminarPlano</i>	Elimina una planificación, según el código entrado
<i>buscarPlano</i>	Busca las planificaciones según la intersección escogida
<i>almacenarPlano</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de planificación
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una planificación nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Representa a	Interseccion	1 a 1
Representa a	Complejo	1 a 1
Representa a	Corredor	1 a 1
Contiene	Escala	1 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Dibujado por	Grafica	N a 1

**NOMBRE:** Punto

**DESCRIPCION:** Esta clase contiene la información necesaria para describir o dibujar un punto en el plano

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoPunto</i>	Entero	
<i>codigoPadre</i>	Entero	
<i>tipoPadre</i>	Entero	
<i>coordenadaX</i>	Entero	
<i>coordenadaY</i>	Entero	
<i>color</i>	Entero	
<i>estaActivo</i>	Booleano	

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarPunto</i>	
<i>almacenarPunto</i>	
<i>eliminarPunto</i>	
<i>buscarPuntos</i>	
<i>asignarClavePrincipal</i>	

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
---------------	-----------------------	---------------------

**NOMBRE:** Red

**DESCRIPCION:** Red se encarga de agrupar las intersecciones, complejos y corredores de la malla vial de la ciudad. Esta clase reúne tanto las intersecciones centralizadas como las no centralizadas. Pueden existir varias Redes, así como también una red se puede dividir en subredes que se conocerían como mallas. La clase red tendría en ese caso dos tipos: Principal, cuando no pertenece a ninguna red y malla cuando es una red dentro de otra red.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoRed</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
tipoRed	Entero	0=Principal, 1=Malla.
CodigoRedMadre	Entero	Código de la Red Superior sólo cuando es tipo malla
numeroComplejos	Entero	Numero de complejos creados
numeroIntersecciones	Entero	Numero de intersecciones creadas
numeroCorredores	Entero	Numero de corredores creados
nombre	Cadena	Texto que identifica la red
comentario	Cadena	Información extra dada por el usuario
errorRed	Error	Manejo de errores
corredores[]	Corredor	Lista de los corredores adscritos a la red
intersecciones[]	Interseccion	Lista de las intersecciones adscritas a la red
complejos[]	Complejo	Lista de los complejos adscritos a la red
datosRed	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarRed	Modifica los datos actuales por los que proporcione el usuario
eliminarRed	Elimina una red, según el código entrado
buscarRedes	Busca las redes existentes
almacenarRed	Guarda los datos de un registro nuevo de red
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a una red nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contiene	Interseccion	1 a N
Contiene	Corredor	1 a N
Contiene	Complejo	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1
Manipulada por	Usuario	M a N

**NOMBRE:** Sesion

**DESCRIPCION:** Esta clase se encarga de llevar un registro de las acciones ejecutadas por un Usuario sobre el sistema, identificando la fecha y hora de entrada y salida.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoSesion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
<i>codigoUsuario</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>fechaInicio</i>	Fecha	Fecha de inicio de la sesión (dd/mm/aaaa)
<i>fechaFin</i>	Fecha	Fecha de cierre de la sesión (dd/mm/aaaa)
<i>horaInicio</i>	Tiempo	Hora de inicio de la sesión (formato militar)
<i>horaFin</i>	Tiempo	Hora de cierre de sesión (formato militar)
<i>operacionesRealizadas[]</i>	Operacion	Lista de operaciones realizadas en la sesión
<i>errorSesion</i>	Error	Manejo de errores
<i>datosSesion</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarSesion</i>	Modifica los datos actuales de una sesión
<i>almacenarSesion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de sesión
<i>buscarSesiones</i>	Busca las sesiones pertenecientes a un usuario
<i>eliminarHistorialSesiones</i>	Elimina el historial de sesiones, según el usuario entrado
<i>abrirSesion</i>	Da inicio a una sesión de usuario
<i>cerrarSesion</i>	Cierra una sesión de usuario
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una sesión nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Iniciada por	Usuario	N a 1
Registra a	Operacion	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** TiempoIntermedio

**DESCRIPCION:** El Tiempo Intermedio es aquel que necesita un vehículo de una longitud promedio para atravesar el área de conflicto (despejar la intersección), teniendo en cuenta la velocidad y aceleración con que arriba. Este tiempo se divide en dos: El intervalo de amarillo y el de todo rojo. En los pasos peatonales no se utiliza intervalo de amarillo y se reemplaza por verde intermitente. El valor del tiempo intermedio se redondea por encima. El Tiempo Intermedio se calcula para el grupo que despeja con respecto al grupo que ingresa.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoTiempoIntermedio</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoConflicto</i>	Entero	Código del conflicto asociado
<i>tiempoRojo</i>	Entero	Parte del tiempo intermedio con señal roja
<i>tiempoAmbar</i>	Entero	Parte del tiempo intermedio con señal ámbar
<i>tiempoTotal</i>	Entero	Suma de el tiempo rojo y el tiempo ámbar
<i>tasaAceleracion</i>	Flotante	Por defecto 6.05 metros / segundo cuadrado
<i>velocidad</i>	Flotante	Velocidad de aproximación en metros / segundo
<i>longitudVehiculo</i>	Flotante	Por defecto 6.1 metros
<i>tiempoPercepcion</i>	Flotante	Percep. del conductor (Por defecto 1 segundo)
<i>errorTiempoIntermedio</i>	Error	Manejo de errores
<i>conflicto</i>	Conflicto	Conflicto asociado
<i>datosTiempoIntermedio</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarTiempoIntermedio</i>	Modifica los datos actuales de un tiempo intermedio
<i>almacenarTiempoIntermedio</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de tiempo intermedio
<i>buscarTiempoIntermedios</i>	Busca los tiempos intermedios de una planificación
<i>eliminarTiemposIntermedio</i>	Elimina un tiempo intermedio, según el código entrado
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a un tiempo intermedio nuevo

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenido en	Planificacion	N a 1
Asociado a	Conflicto	1 a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Transicion

**DESCRIPCION:** Una Transición es el cambio de autorización de pasos de un conjunto de grupos (Fase) a otro. El tiempo de inicio corresponde al segundo en el cual se retira el derecho de paso a un conjunto de grupos y el tiempo de fin es el segundo en el cual se autoriza el paso al otro conjunto de grupos. Por consiguiente, la duración es la diferencia entre el tiempo de fin y el de inicio. El nombre de la transición es una letra del alfabeto español según su orden de aparición. Así pues la primera llevará la A, la segunda la B y así sucesivamente.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoTransicion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutiva)
codigoCombinacion	Entero	Código de la clase padre
duracion	Entero	Tiempo del ciclo que demora la transición
tiempoInicio	Entero	Segundo del ciclo en que comienza
tiempoFin	Entero	Segundo del ciclo en que termina
nombre	Cadena	En orden alfabético de A a Z
errorTransicion	Error	Manejo de Errores
datosTransicion	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarTransicion	Modifica los datos actuales de una transición
almacenarTransicion	Guarda los datos de un registro nuevo de transición
buscarTransiciones	Busca las transiciones de una combinación de fases
eliminarTransicion	Elimina una transición, según el código entrado
asignarClavePrincipal	Asigna el código o clave principal a una transición nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Combinacion	N a 1
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1

**NOMBRE:** Trayectoria

**DESCRIPCION:** Trayectoria es el recorrido que hace un vehículo dentro de una intersección de un punto inicial a un punto final. La clase Trayectoria esta conformada por todos los puntos geográficos que determinan el recorrido de un vehículo desde un carril de entrada hacia uno de salida. También posee los métodos para determinar un recorrido por defecto y los límites dentro de los cuales el usuario puede modificar la amplitud del recorrido. El radio de giro de una trayectoria es la variable que modifica su forma de tal manera que represente un recorrido posible de realizar para que un vehículo despeje la intersección.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoTrayectoria</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>codigoPlanificacion</i>	Entero	Código de la clase padre
<i>codigoCarrilEntrada</i>	Entero	Código del carril de entrada (inicio)
<i>codigoCarrilSalida</i>	Entero	Código del carril de salida (final)
<i>radioGiro</i>	Entero	Variable que modifica la amplitud de la curva
<i>longitud</i>	Flotante	Distancia en metros que mide la trayectoria
<i>nombre</i>	Cadena	Texto que identifica la trayectoria
<i>errorTrayectoria</i>	Error	Manejo de errores
<i>puntos[]</i>	Punto	Conjunto de puntos que la conforman
<i>datosTrayectoria</i>	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarTrayectoria</i>	Modifica los datos actuales de una trayectoria
<i>almacenarTrayectoria</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de trayectoria
<i>buscarTrayectorias</i>	Busca las trayectorias de una planificación
<i>eliminarTrayectoria</i>	Elimina una trayectoria, según el código entrado
<i>asignarClavePrincipal</i>	Asigna el código o clave principal a una trayectoria nueva

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Contenida en	Planificacion	N a 1
Une a	Carril	1 a 2
Enfrentada por	Conflicto	2 a 1
Contiene	Punto	1 a N
Validada por	Error	N a 1
Gestionada por	Datos	N a 1
Dibujada por	Grafica	N a 1
Optimizada por	GA	N a 1

**NOMBRE:** Ubicacion

**DESCRIPCION:** Esta clase se encarga de ordenar una intersección dentro de la red vial de acuerdo con la nomenclatura utilizada en la ciudad. Para esto se vale de parámetros como la calle o avenida, carrera, diagonal y transversal, los cuales proporcionan la referencia para identificar dicha intersección dentro de la red.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoUbicacion</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
<i>tipo</i>	Entero	0=Convencional(calle, carrera) 1=Alternativa (diagonal, transversal) 2=Mixta
<i>calle</i>	Cadena	<i>Ver glosario de términos</i>
<i>carrera</i>	Cadena	<i>Ver glosario de términos</i>
<i>diagonal</i>	Cadena	<i>Ver glosario de términos</i>
<i>transversal</i>	Cadena	<i>Ver glosario de términos</i>

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<i>actualizarUbicacion</i>	Modifica los datos actuales de una ubicación
<i>almacenarUbicacion</i>	Guarda los datos de un registro nuevo de ubicación
<i>buscarUbicacion</i>	Busca la ubicación perteneciente a una intersección
<i>eliminarUbicacion</i>	Elimina una ubicación, según el código entrado
<i>UbicarInterseccion</i>	Permite al usuario asignar una ubicación a una intersección.

**ASOCIACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Ubica	Intersección	1 a 1

**NOMBRE:** Usuario

**DESCRIPCION:** Esta clase tendrá disponible la información de los distintos actores que interactúan con el sistema. Dichos actores tendrán diferentes privilegios para la manipulación de los datos y la ejecución de operaciones dentro del sistema.

**ATRIBUTOS:**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>codigoUsuario</i>	Entero	Clave principal de la clase (consecutivo)
nombre	Cadena	Nombre de pila
apellidos	Cadena	Apellidos
direccion	Cadena	Dirección del domicilio
telefono	Cadena	Numero de teléfono del domicilio
cargo	Cadena	Cargo dentro de la empresa
email	Cadena	Correo electrónico
movil	Cadena	Numero de teléfono móvil
documentoidentidad	Cadena	Numero del documento de identidad
alias	Cadena	Nombre de inicio de sesión
contraseña	Cadena	Contraseña para identificarse
errorUsuario	Error	Manejo de errores
historialSesiones[]	Sesion	Historial de las ultimas sesiones iniciadas
perfil	Perfil	Control de las funciones que puede ejecutar
datosUsuario	Datos	Gestión de la información

**OPERACIONES:**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
actualizarUsuario	Modifica los datos actuales de un usuario
almacenarUsuario	Guarda los datos de un registro nuevo de usuario
buscarUsuarios	Busca los usuarios existentes en el sistema
eliminarUsuario	Elimina un usuario, según el código entrado
asignarPerfil	Asigna el código o clave principal a un usuario nuevo

**ASOCIACIONES:**

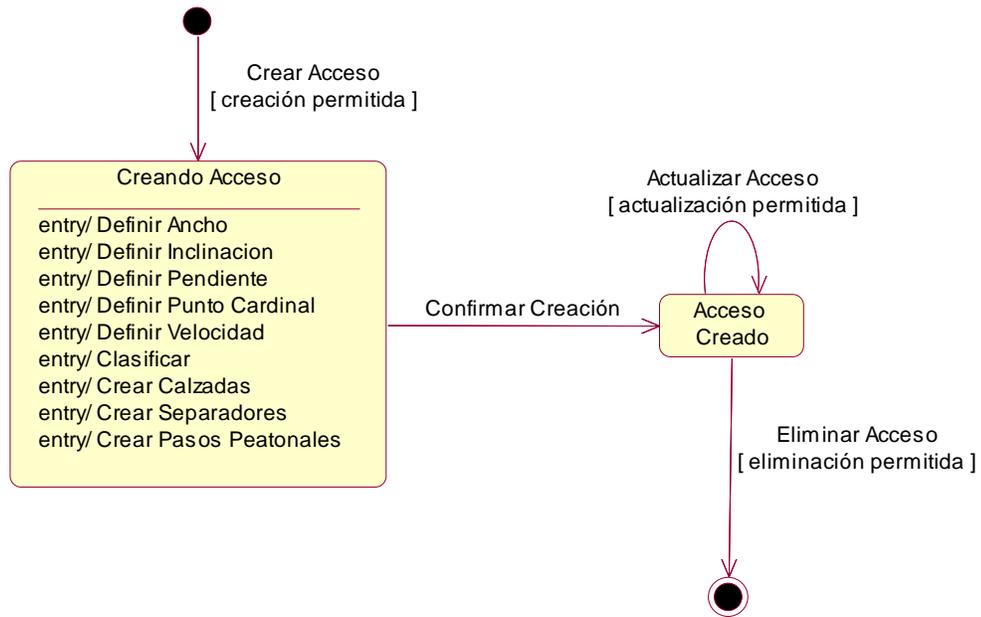
<b>Nombre</b>	<b>Clase Asociada</b>	<b>Cardinalidad</b>
Inicia	Sesion	1 a N
Controlado por	Perfil	N a 1
Validado por	Error	N a 1
Gestionado por	Datos	N a 1

**ANEXO D**  
**DIAGRAMAS DE ESTADOS**

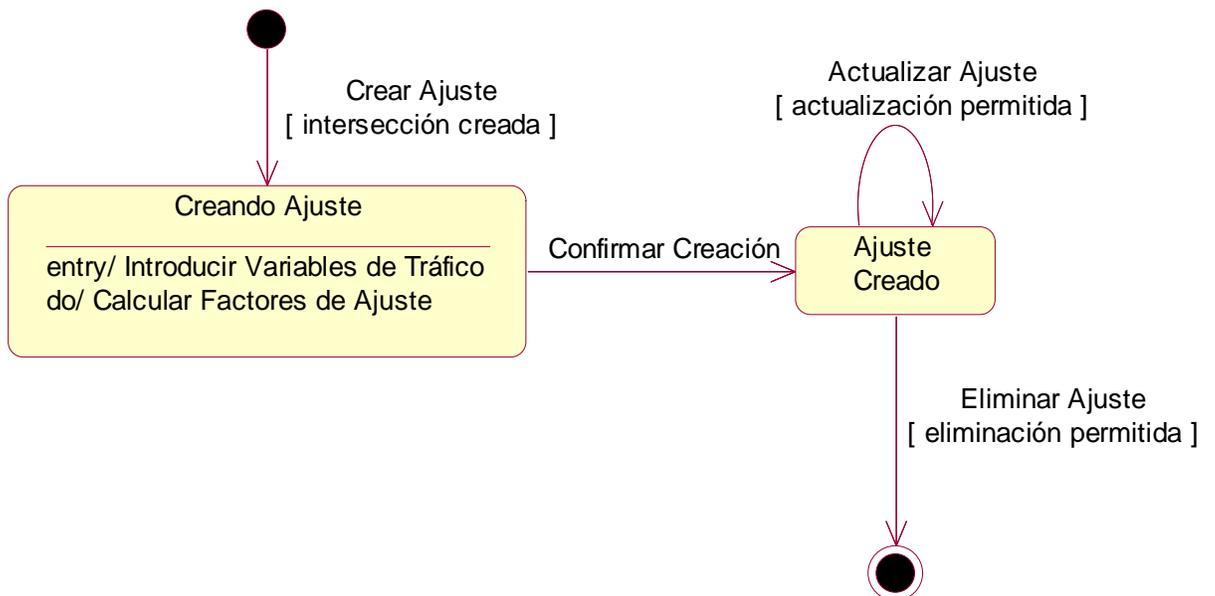
**CONTENIDO**

	Pág.
Diagrama de Estados para Acceso	215
Diagrama de Estados para Ajuste	215
Diagrama de Estados para Calzada	216
Diagrama de Estados para Carril	216
Diagrama de Estados para Ciclo	217
Diagrama de Estados para Combinacion	217
Diagrama de Estados para Complejo	218
Diagrama de Estados para Conflicto	218
Diagrama de Estados para Coordinacion	219
Diagrama de Estados para Corredor	219
Diagrama de Estados para Estructura	220
Diagrama de Estados para Evaluacion	220
Diagrama de Estados para Fase	221
Diagrama de Estados para Grupo	221
Diagrama de Estados para Interseccion	222
Diagrama de Estados para Movimiento	223
Diagrama de Estados para Planificacion	223
Diagrama de Estados para Plano de Interseccion	224
Diagrama de Estados para Red	225
Diagrama de Estados para Trayectoria	226
Diagrama de Estados para Usuario	226

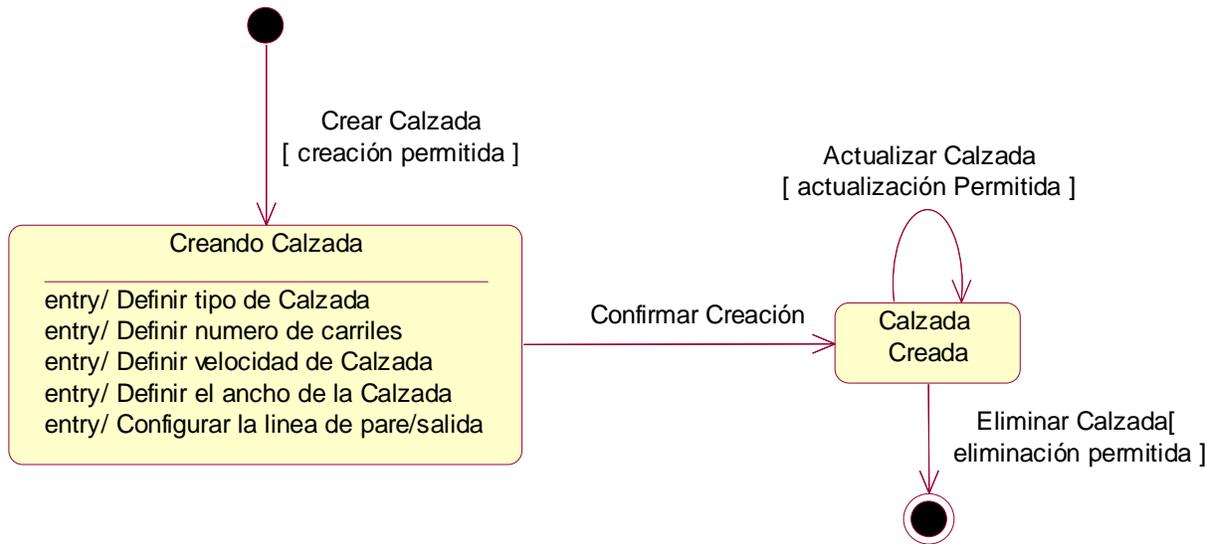
## Diagrama de Estados para Acceso



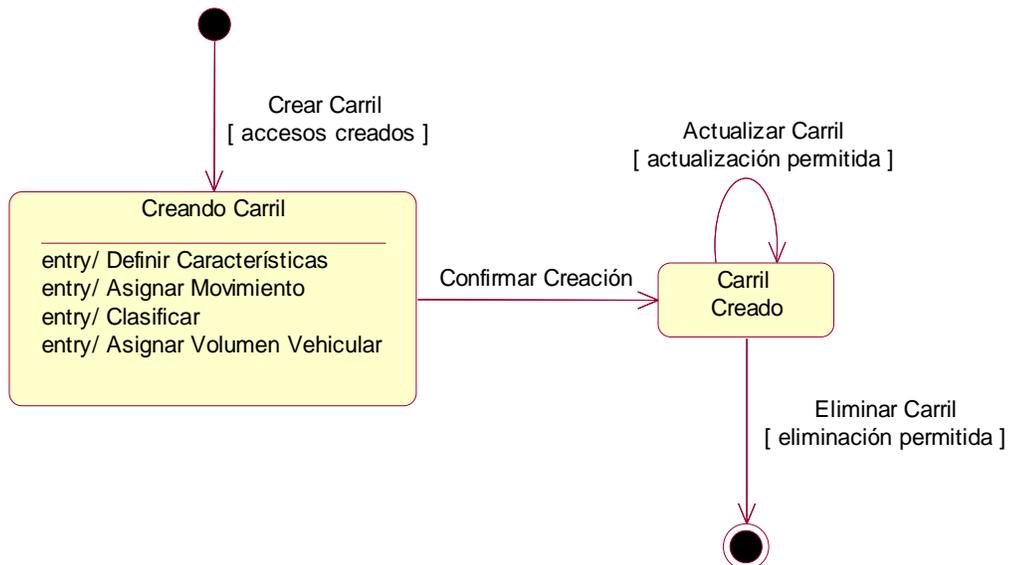
## Diagrama de Estados para Ajuste



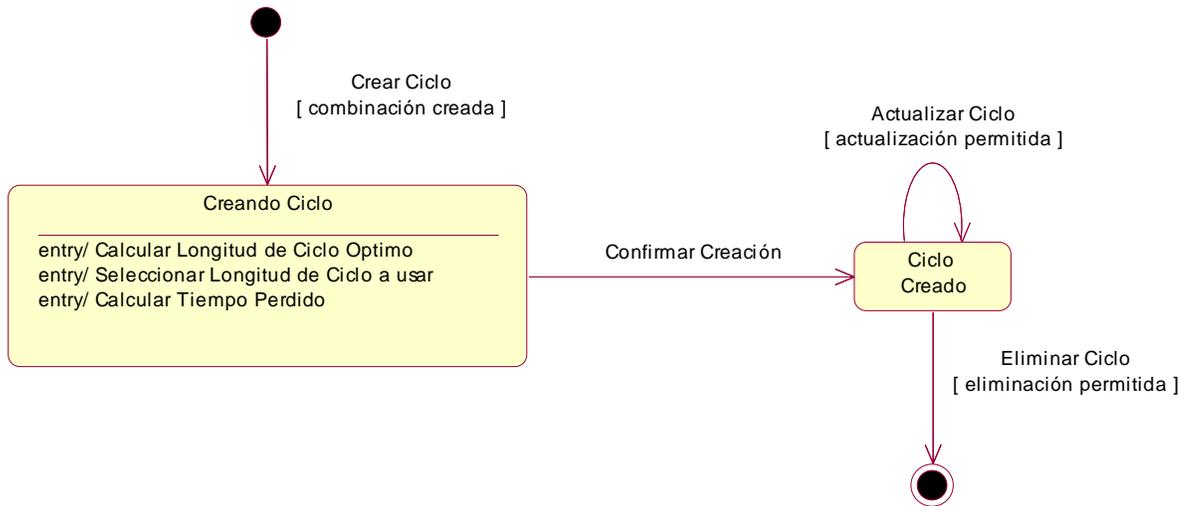
## Diagrama de Estados para Calzada



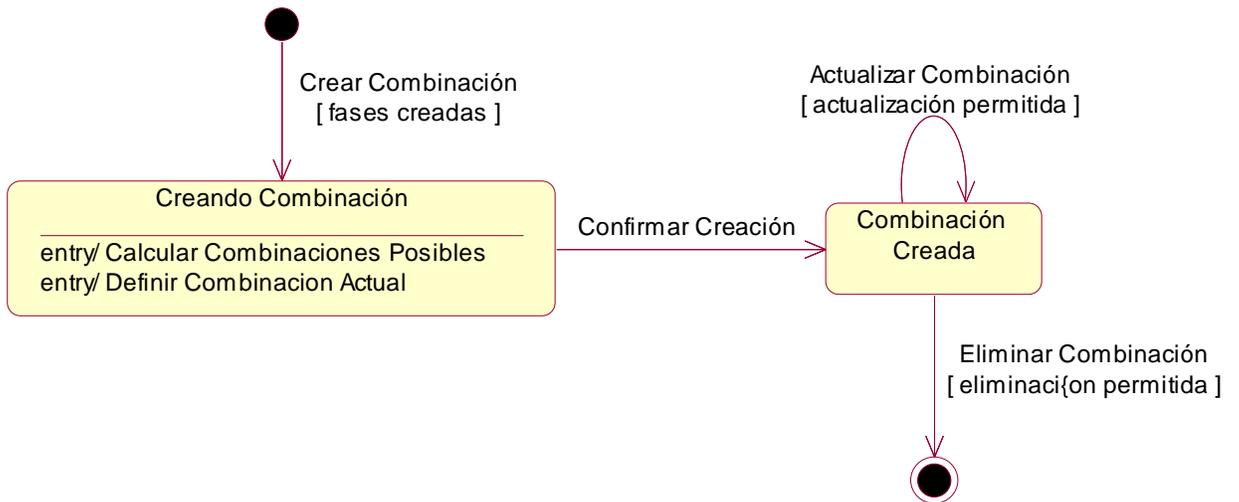
## Diagrama de Estados para Carril



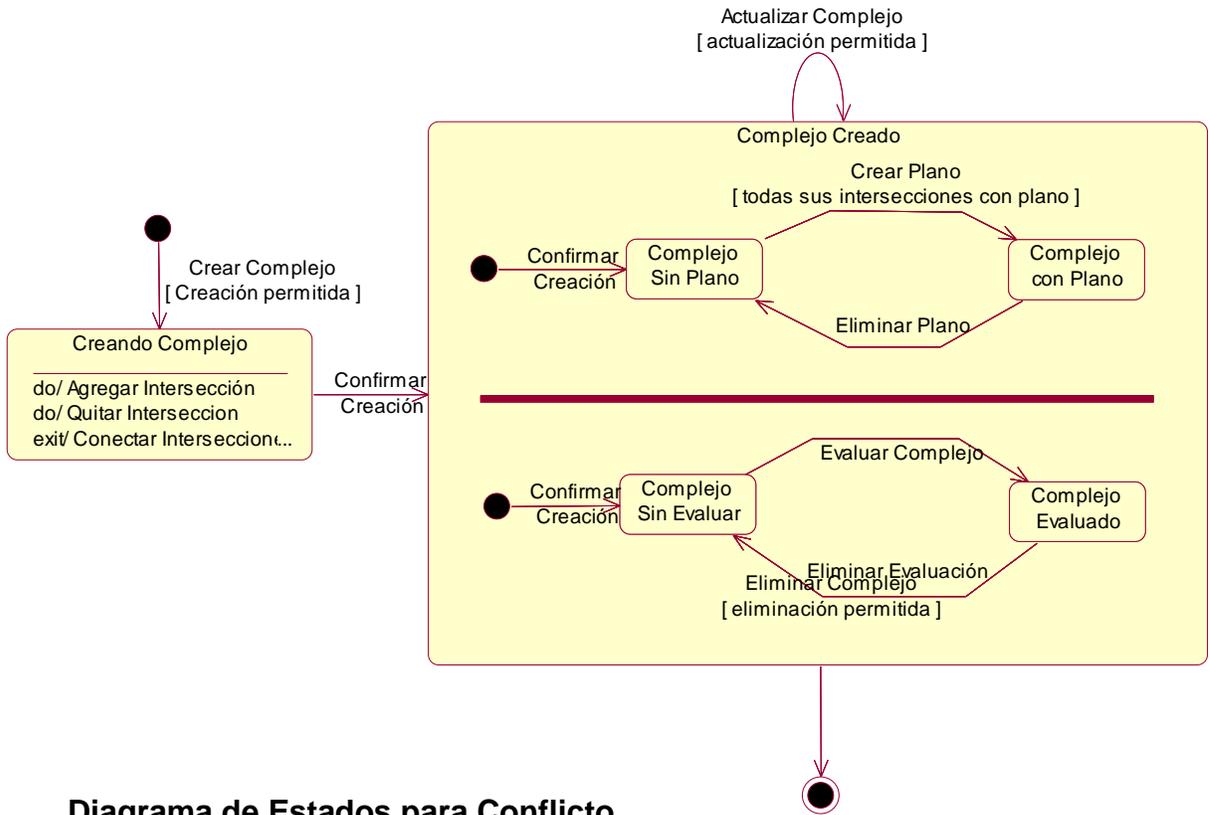
## Diagrama de Estados para Ciclo



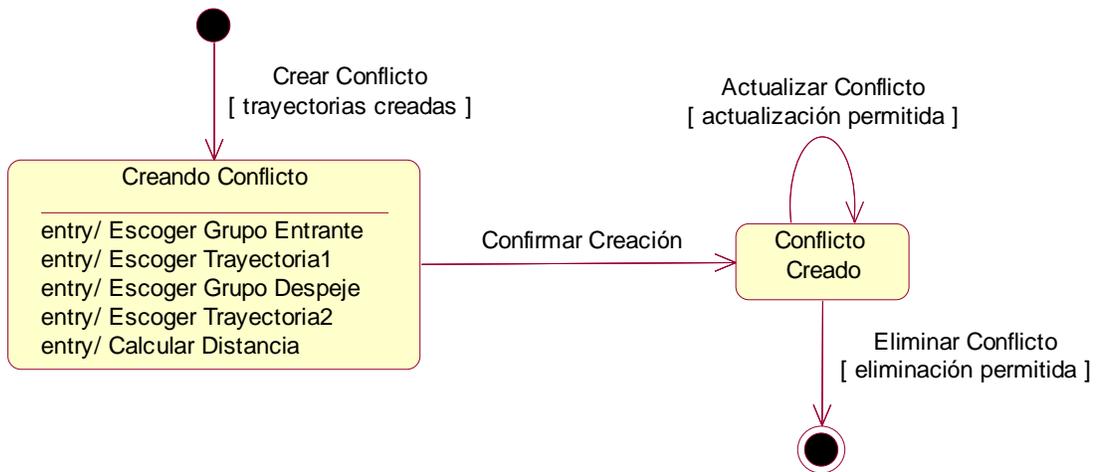
## Diagrama de Estados para Combinación



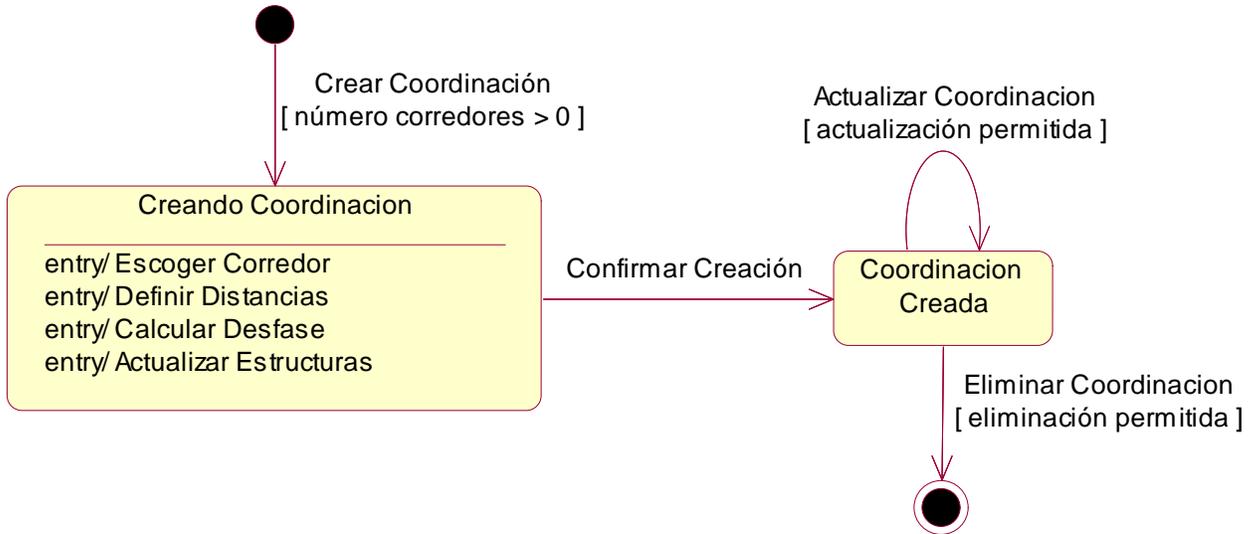
## Diagrama de Estados para Complejo



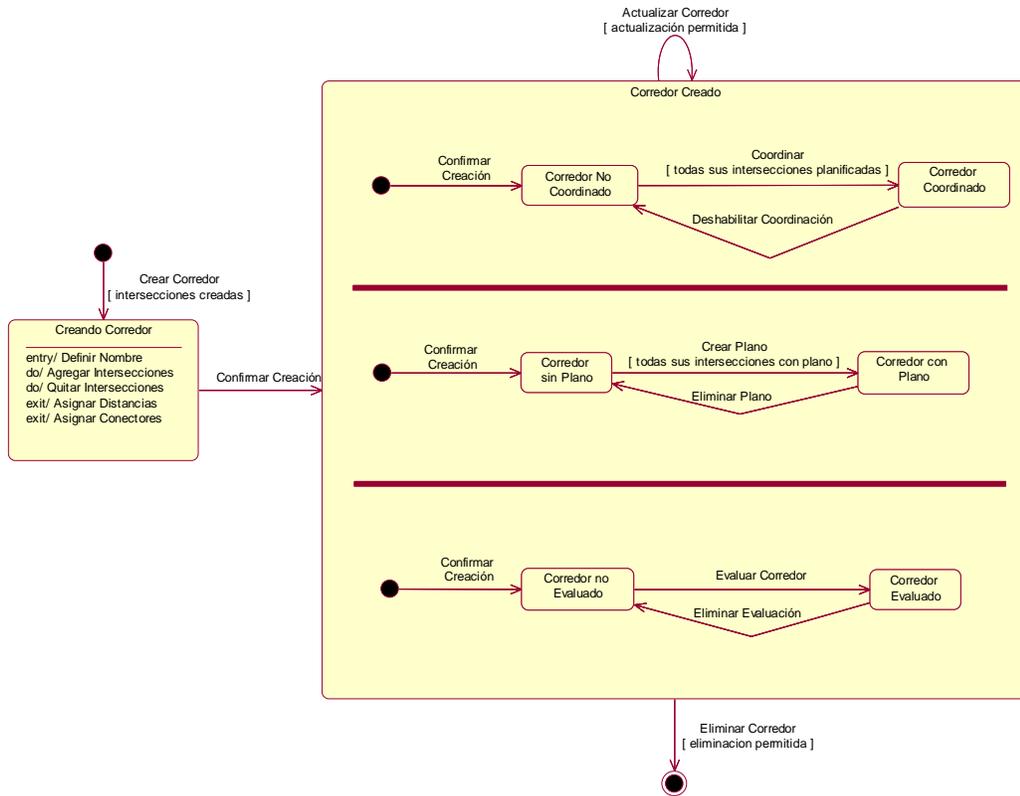
## Diagrama de Estados para Conflicto



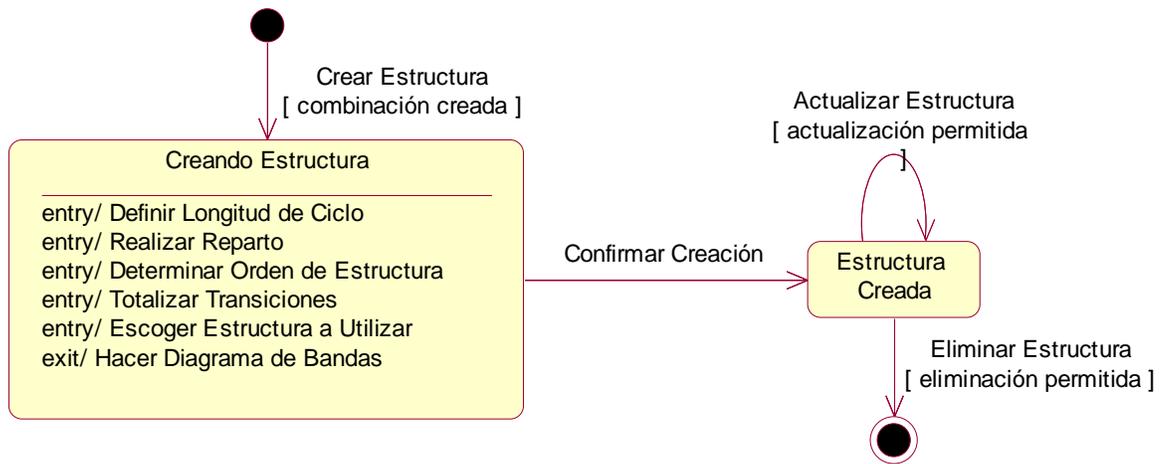
## Diagrama de Estados para Coordinación



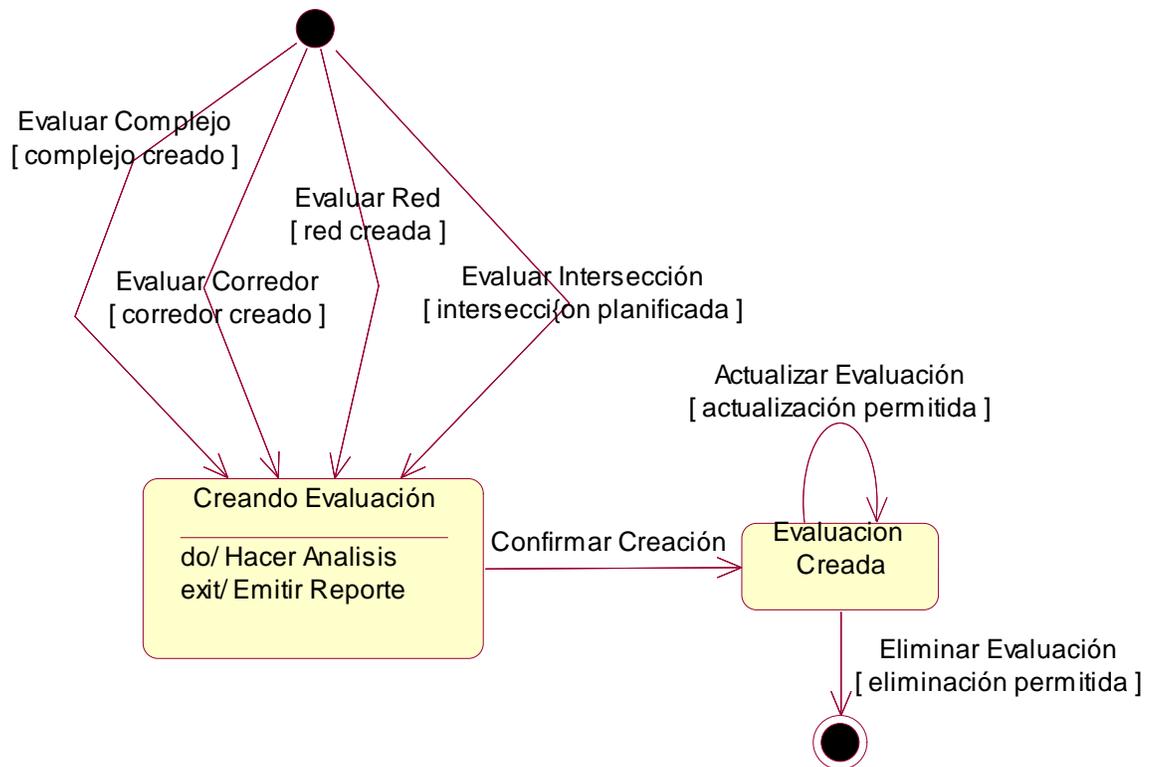
## Diagrama de Estados para Corredor



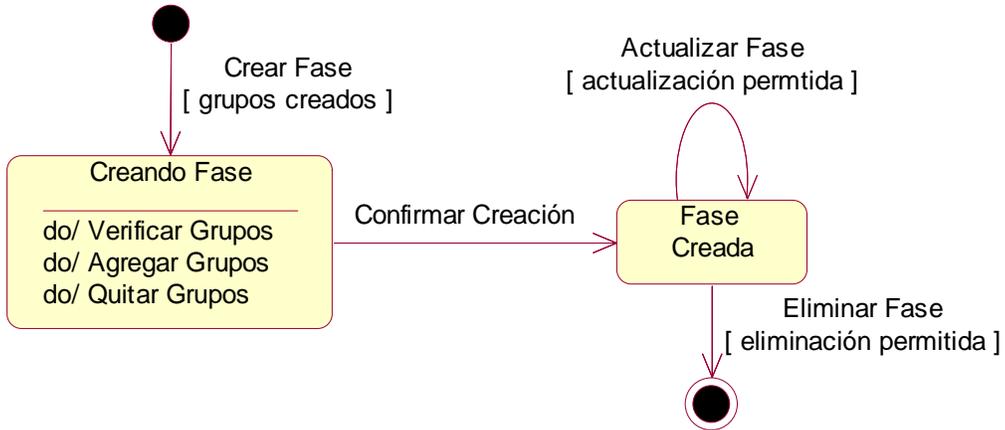
## Diagrama de Estados para Estructura



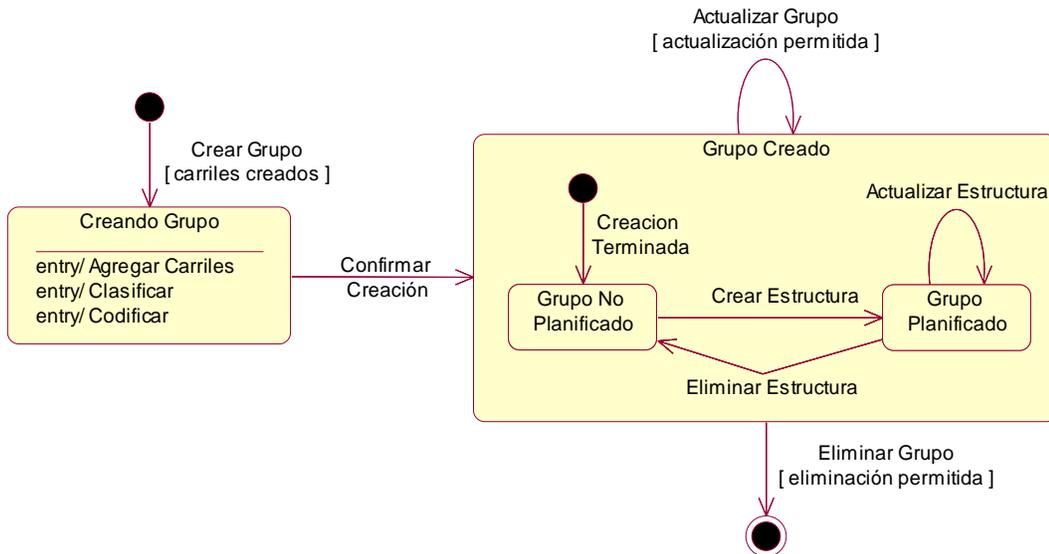
## Diagrama de Estados para Evaluación



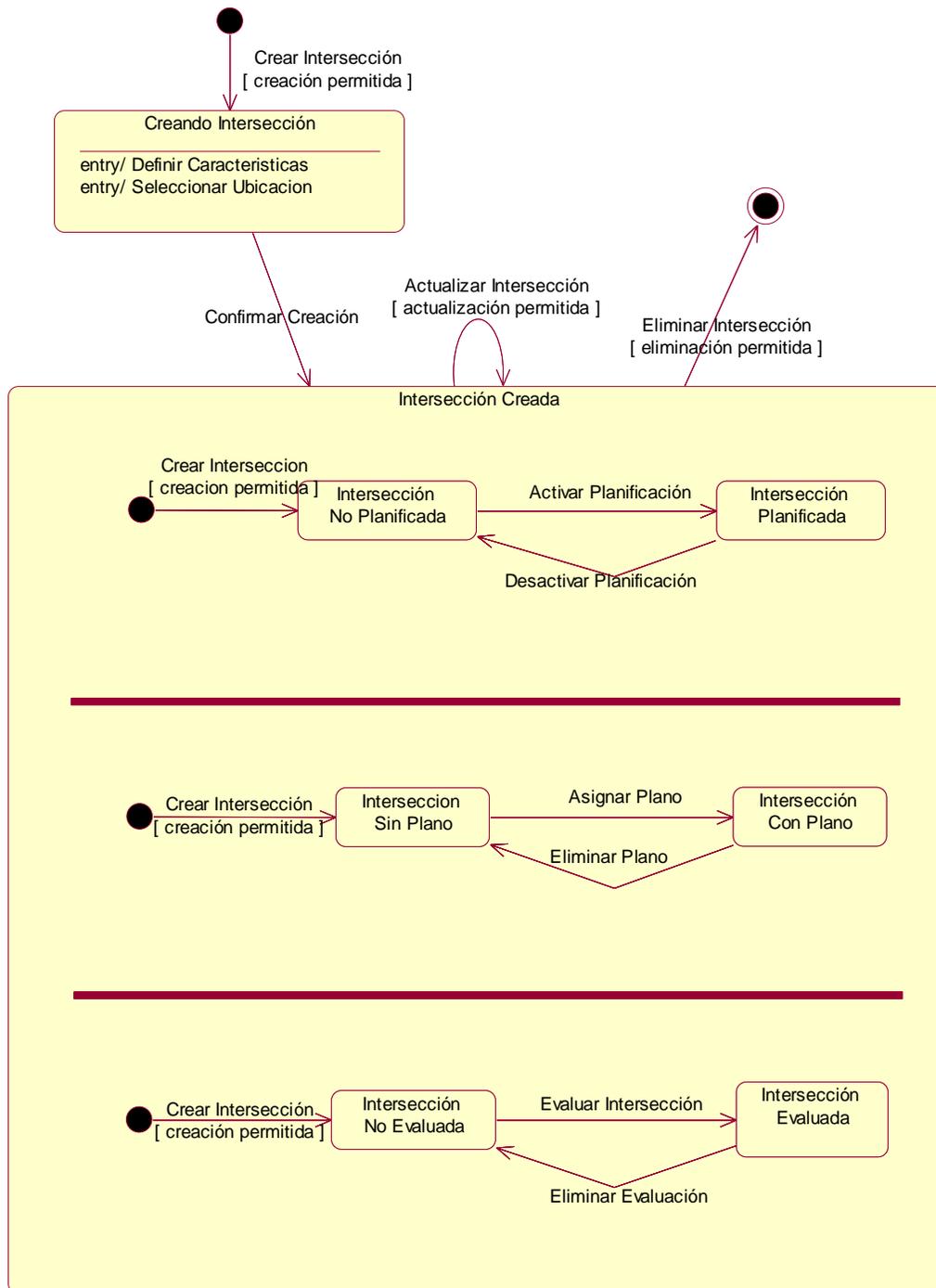
## Diagrama de Estados para Fase



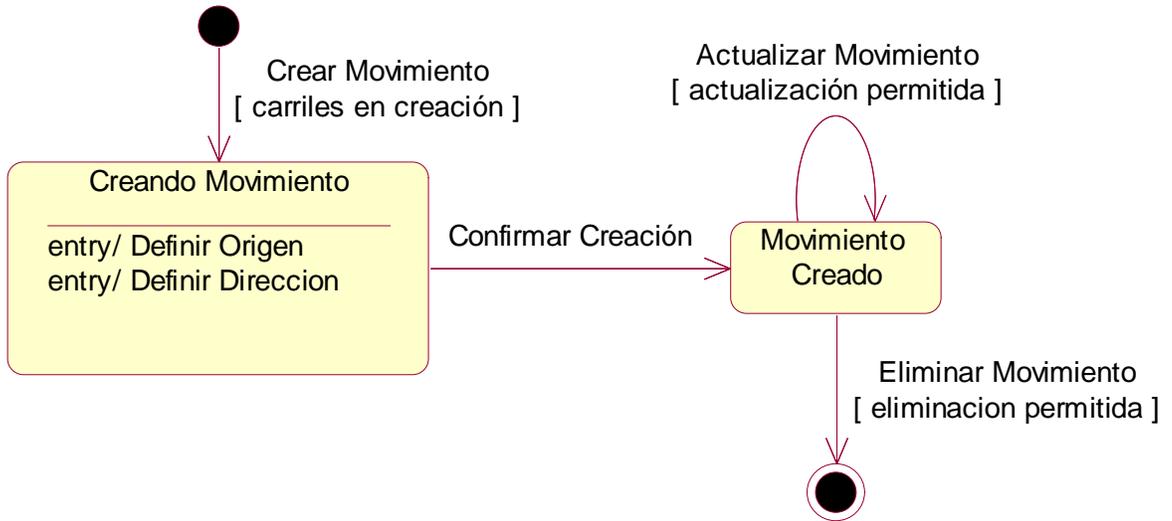
## Diagrama de Estados para Grupo



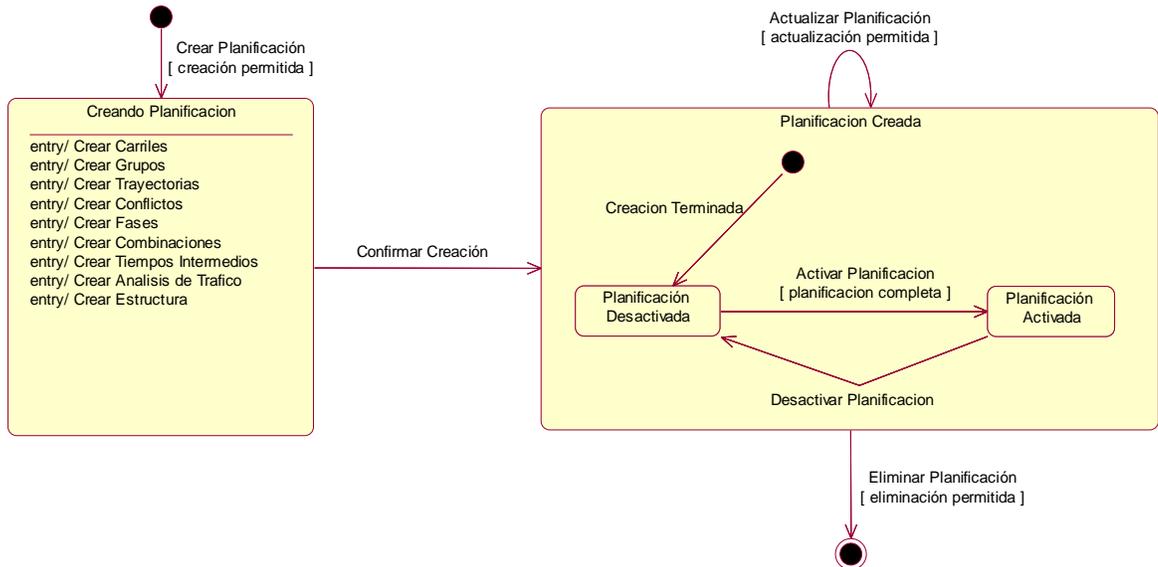
## Diagrama de Estados para Intersección



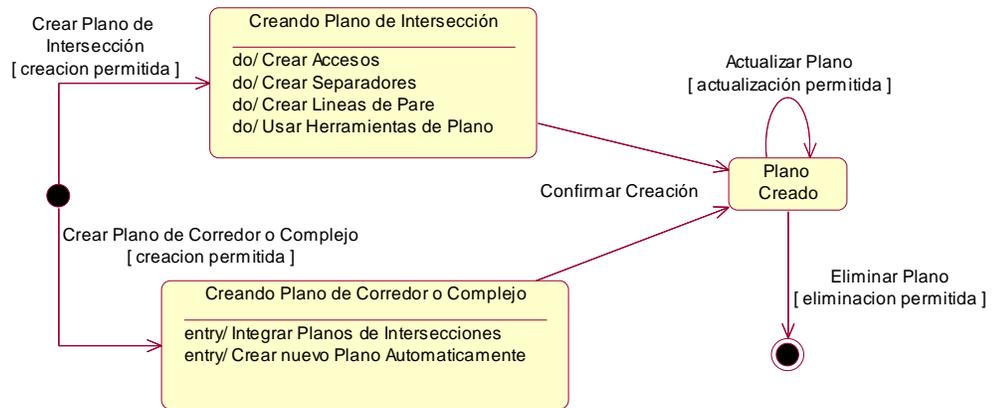
## Diagrama de Estados para Movimiento



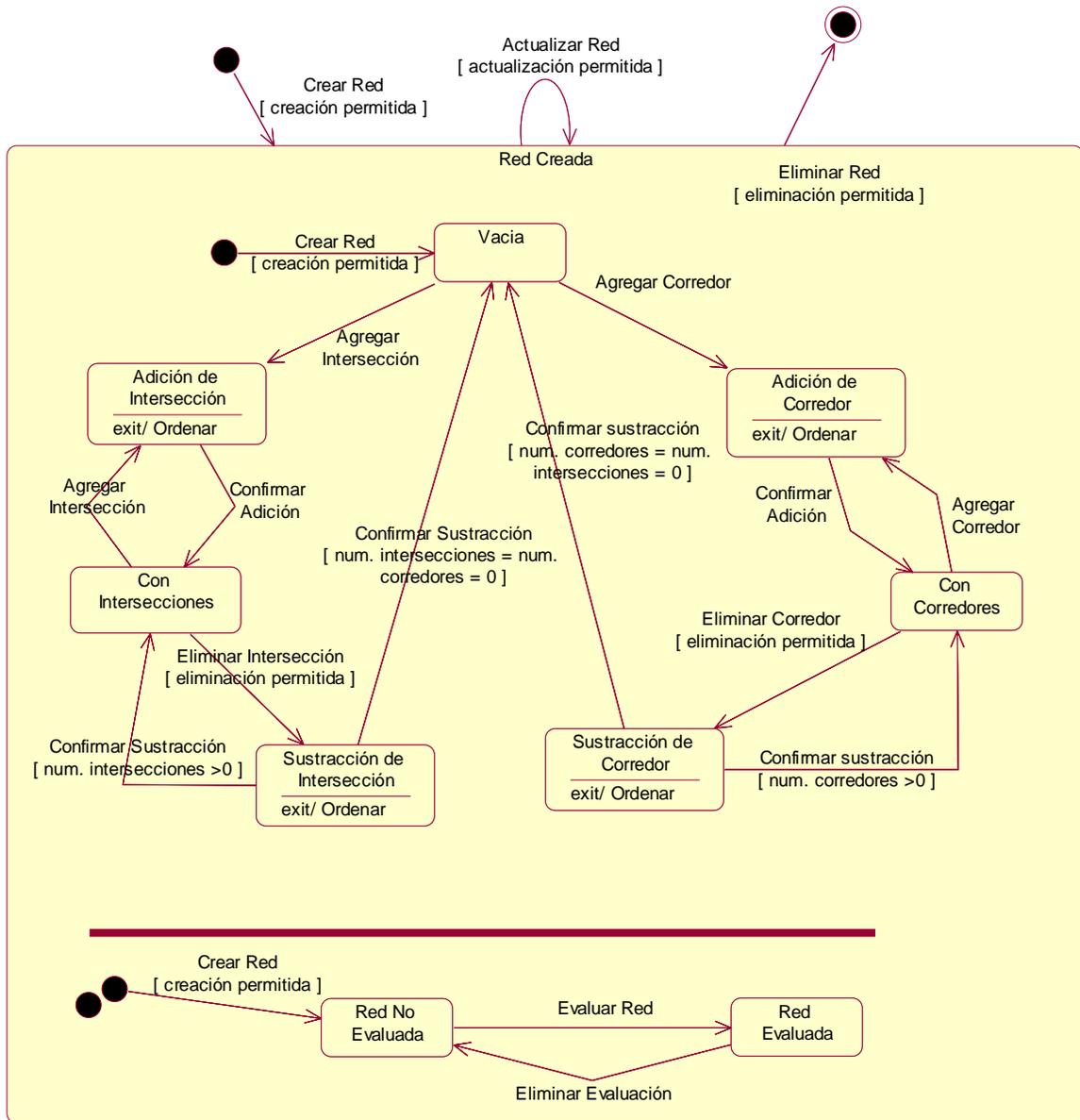
## Diagrama de Estados para Planificación



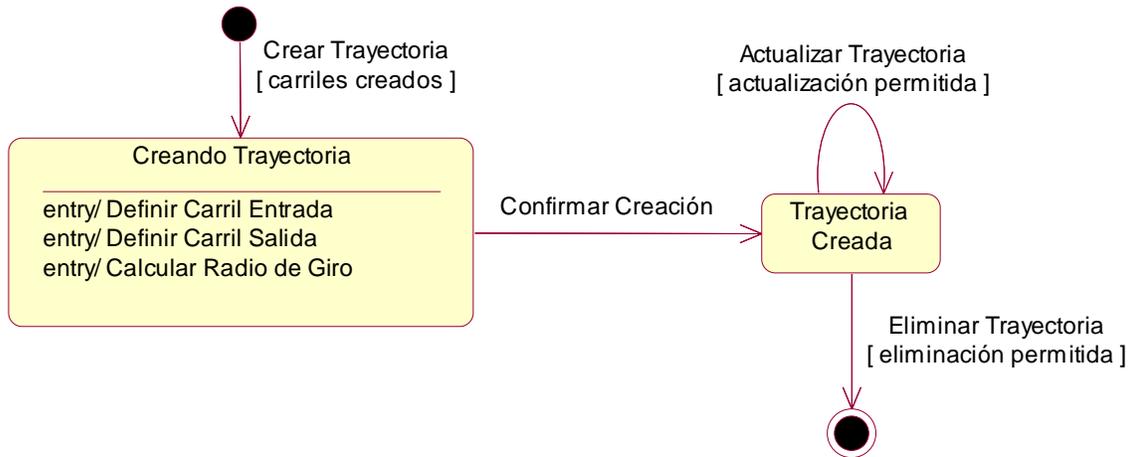
## Diagrama de Estados para Plano de Intersección



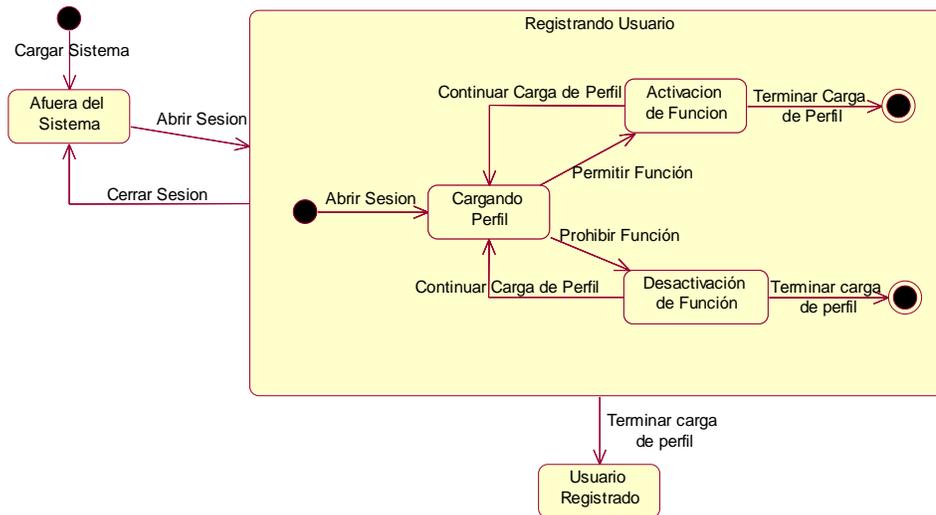
## Diagrama de Estados para Red



## Diagrama de Estados para Trayectoria



## Diagrama de Estados para Usuario



## ANEXO E

### DIAGRAMAS DE SECUENCIA

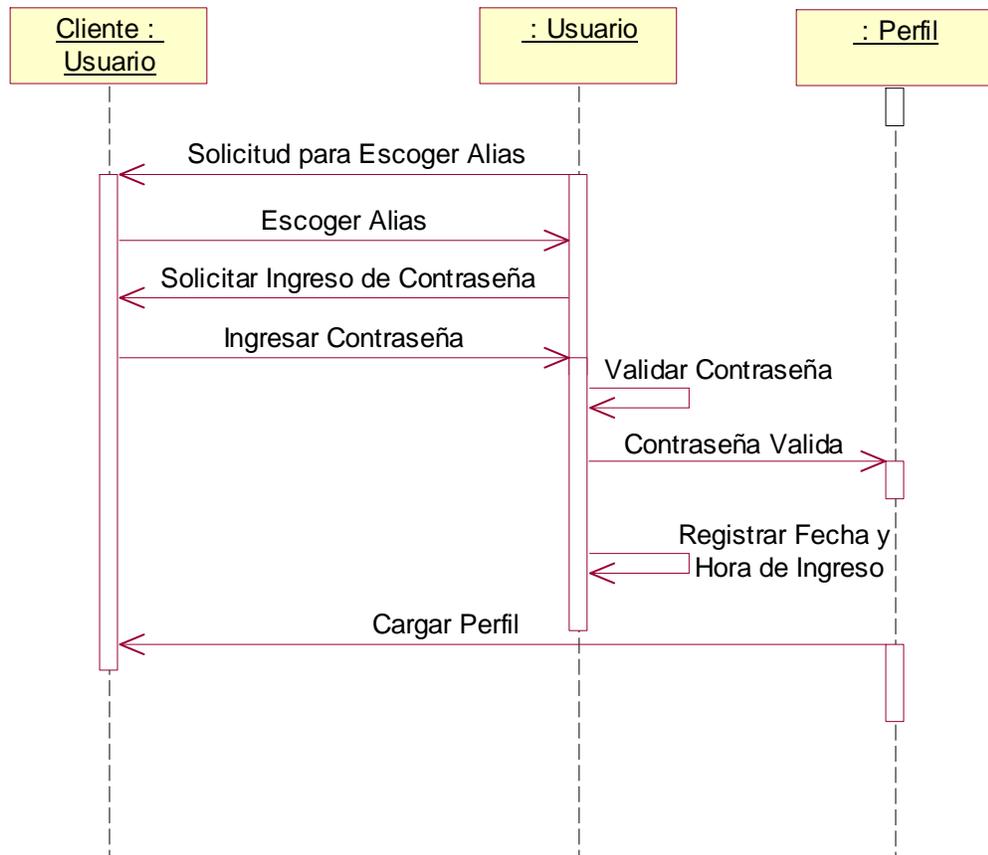
#### CONTENIDO

	Pág.
Diagrama de Secuencia para Abrir Sesión	230
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Características de Tráfico	231
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Giros por Grupo de Carriles	232
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Grupo	233
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Pasos Peatonales	234
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Vehículos Pesados	235
Diagrama de Secuencia para el Análisis de Volumen Vehicular por Carril	236
Diagrama de Secuencia para Borrar Acceso	237
Diagrama de Secuencia para Borrar Análisis de Tráfico	238
Diagrama de Secuencia para Borrar Calzada	239
Diagrama de Secuencia para Borrar Carril	240
Diagrama de Secuencia para Borrar Complejo	241
Diagrama de Secuencia para Borrar Corredor	242
Diagrama de Secuencia para Borrar Estructura	243
Diagrama de Secuencia para Borrar Evaluación	244
Diagrama de Secuencia para Borrar Intersección	245
Diagrama de Secuencia para Borrar Paso Peatonal	246
Diagrama de Secuencia para Borrar Perfil	247
Diagrama de Secuencia para Borrar Planificación	248
Diagrama de Secuencia para Borrar Red	249
Diagrama de Secuencia para Borrar Tiempos Intermedios	250
Diagrama de Secuencia para Borrar Trayectoria	251
Diagrama de Secuencia para Borrar Usuario	252
Diagrama de Secuencia para Cerrar Sesión	253
Diagrama de Secuencia para Configurar Ciclo	254
Diagrama de Secuencia para Configurar Información de Complejo	255
Diagrama de Secuencia para Configurar Información de Corredor	256
Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Complejo	257
Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Corredor	258
Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Intersección	259
Diagrama de Secuencia para Consultar Acceso	260
Diagrama de Secuencia para Consultar Análisis de Tráfico	261
Diagrama de Secuencia para Consultar Calzada	262
Diagrama de Secuencia para Consultar Carril	263
Diagrama de Secuencia para Consultar Complejo	264
Diagrama de Secuencia para Consultar Corredor	265

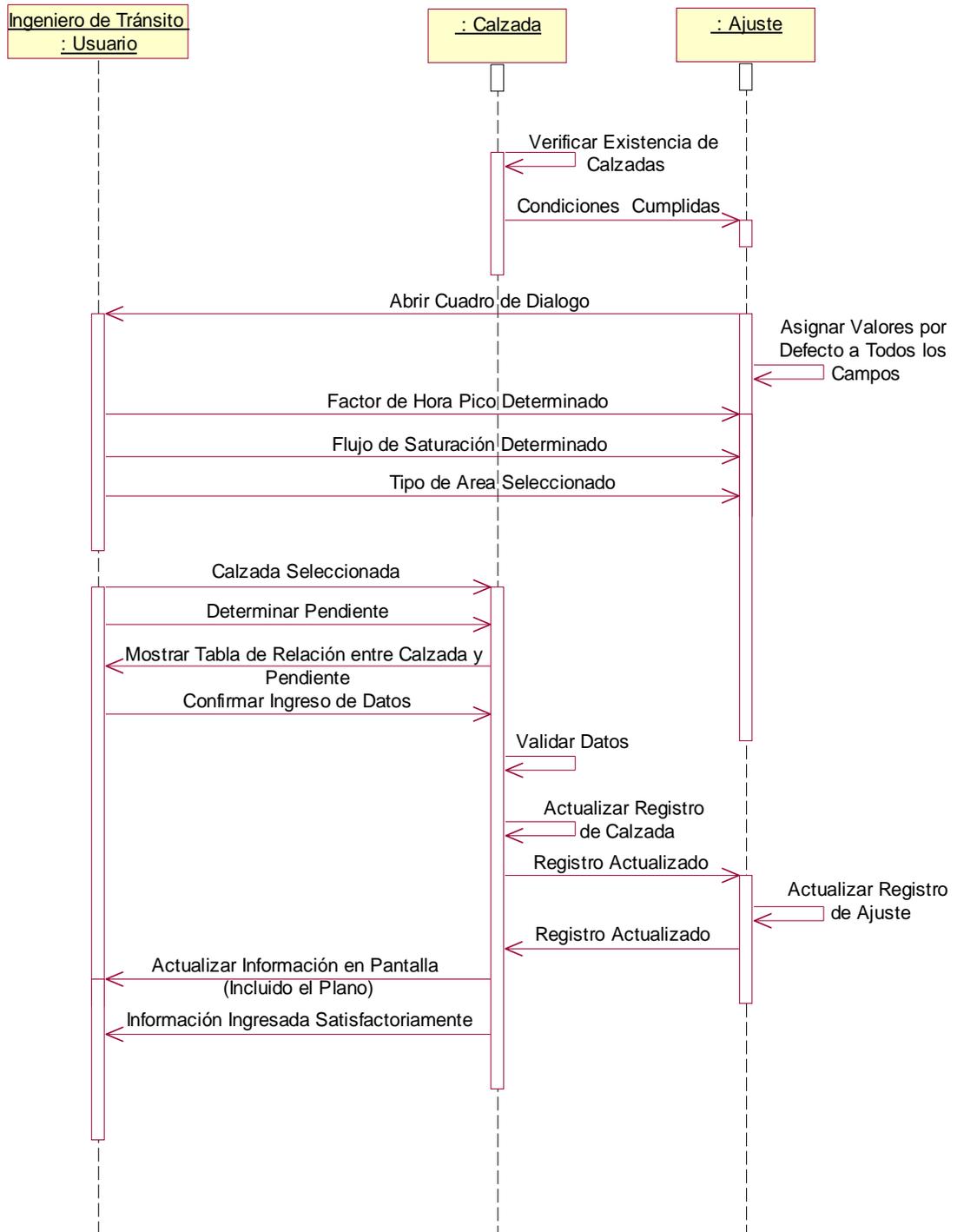
Diagrama de Secuencia para Consultar Estructura	266
Diagrama de Secuencia para Consultar Evaluación	267
Diagrama de Secuencia para Consultar Intersección	268
Diagrama de Secuencia para Consultar Paso Peatonal	269
Diagrama de Secuencia para Consultar Perfil	270
Diagrama de Secuencia para Consultar Planificación	271
Diagrama de Secuencia para Consultar Red	272
Diagrama de Secuencia para Consultar Tiempos Intermedios	273
Diagrama de Secuencia para Consultar Trayectoria	274
Diagrama de Secuencia para Consultar Usuario	275
Diagrama de Secuencia para Crear Acceso	276
Diagrama de Secuencia para Crear Análisis de Tráfico	277
Diagrama de Secuencia para Crear Calzada	278
Diagrama de Secuencia para Crear Carril	279
Diagrama de Secuencia para Crear Combinación	280
Diagrama de Secuencia para Crear Complejo	281
Diagrama de Secuencia para Crear Corredor	282
Diagrama de Secuencia para Crear Estructura	283
Diagrama de Secuencia para Crear Intersección	284
Diagrama de Secuencia para Crear Paso Peatonal	285
Diagrama de Secuencia para Crear Perfil	286
Diagrama de Secuencia para Crear Planificación	287
Diagrama de Secuencia para Crear Puntos de Conflicto	288
Diagrama de Secuencia para Crear Red	289
Diagrama de Secuencia para Crear Tiempos Intermedios	290
Diagrama de Secuencia para Crear Trayectoria	291
Diagrama de Secuencia para Crear Usuario	292
Diagrama de Secuencia para Distribuir Grupos	293
Diagrama de Secuencia para Evaluar Corredor Coordinado	294
Diagrama de Secuencia para Evaluar Intersección	295
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Acceso	296
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Calzada	297
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Carril	298
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Intersección	299
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Paso Peatonal	300
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Perfil	301
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Planificación	302
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Red	303
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Tiempos Intermedios	303
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Trayectoria	304
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Usuario	305
Diagrama de Secuencia para Ingresar Información para Evaluación	306
Diagrama de Secuencia para Modificar Acceso	307
Diagrama de Secuencia para Modificar Análisis de Tráfico	308
Diagrama de Secuencia para Modificar Calzada	309

Diagrama de Secuencia para Modificar Carril	310
Diagrama de Secuencia para Modificar Combinación	311
Diagrama de Secuencia para Modificar Complejo	312
Diagrama de Secuencia para Modificar Corredor	313
Diagrama de Secuencia para Modificar Estructura	314
Diagrama de Secuencia para Modificar Intersección	315
Diagrama de Secuencia para Modificar Paso Peatonal	316
Diagrama de Secuencia para Modificar Perfil	317
Diagrama de Secuencia para Modificar Planificación	318
Diagrama de Secuencia para Modificar Red	319
Diagrama de Secuencia para Modificar Tiempos Intermedios	320
Diagrama de Secuencia para Modificar Trayectoria	321
Diagrama de Secuencia para Modificar Usuario	322
Diagrama de Secuencia para Ordenar Estructura	323
Diagrama de Secuencia para Remover Carril de Grupos	324

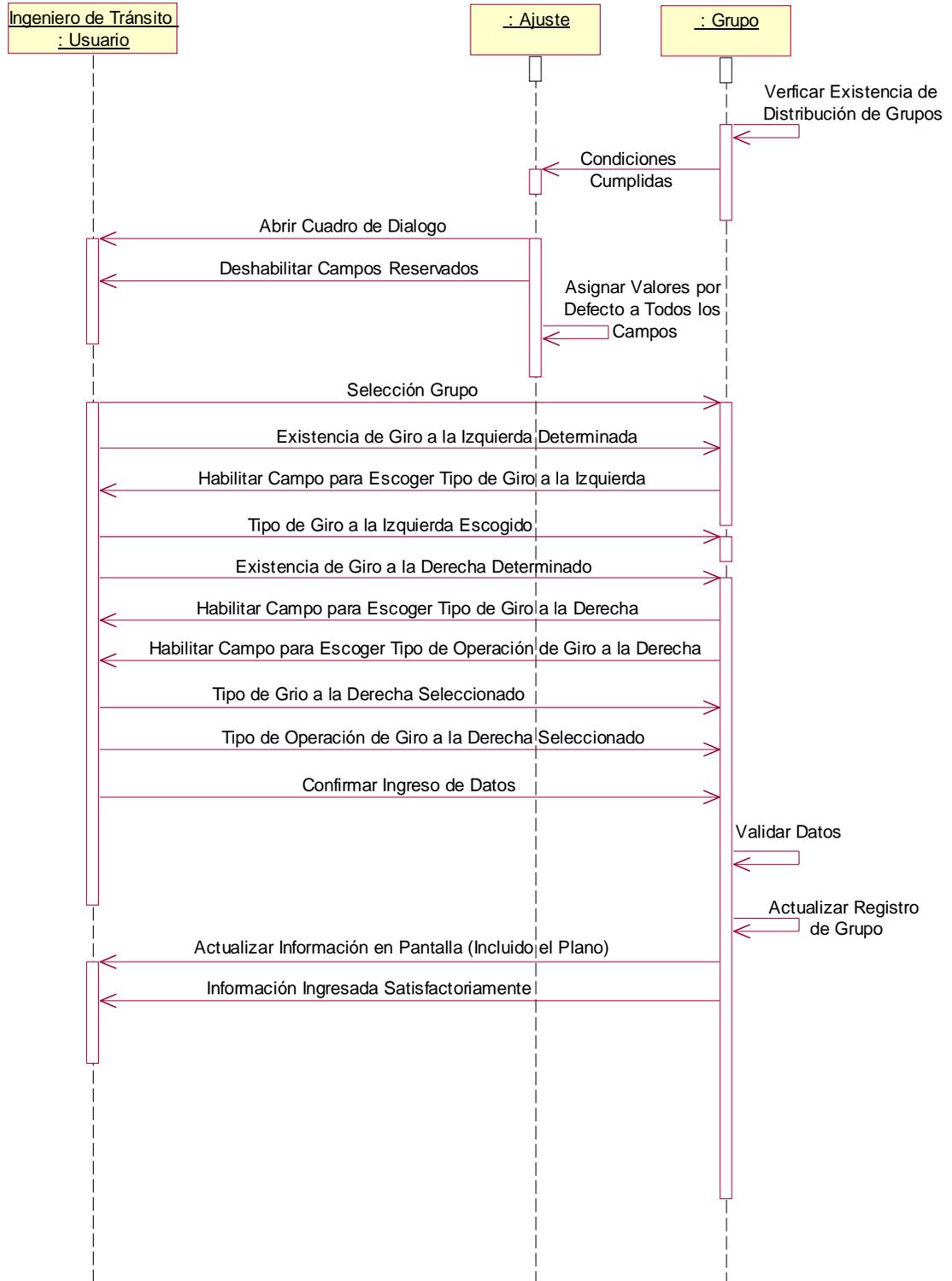
## Diagrama de Secuencia para Abrir Sesión



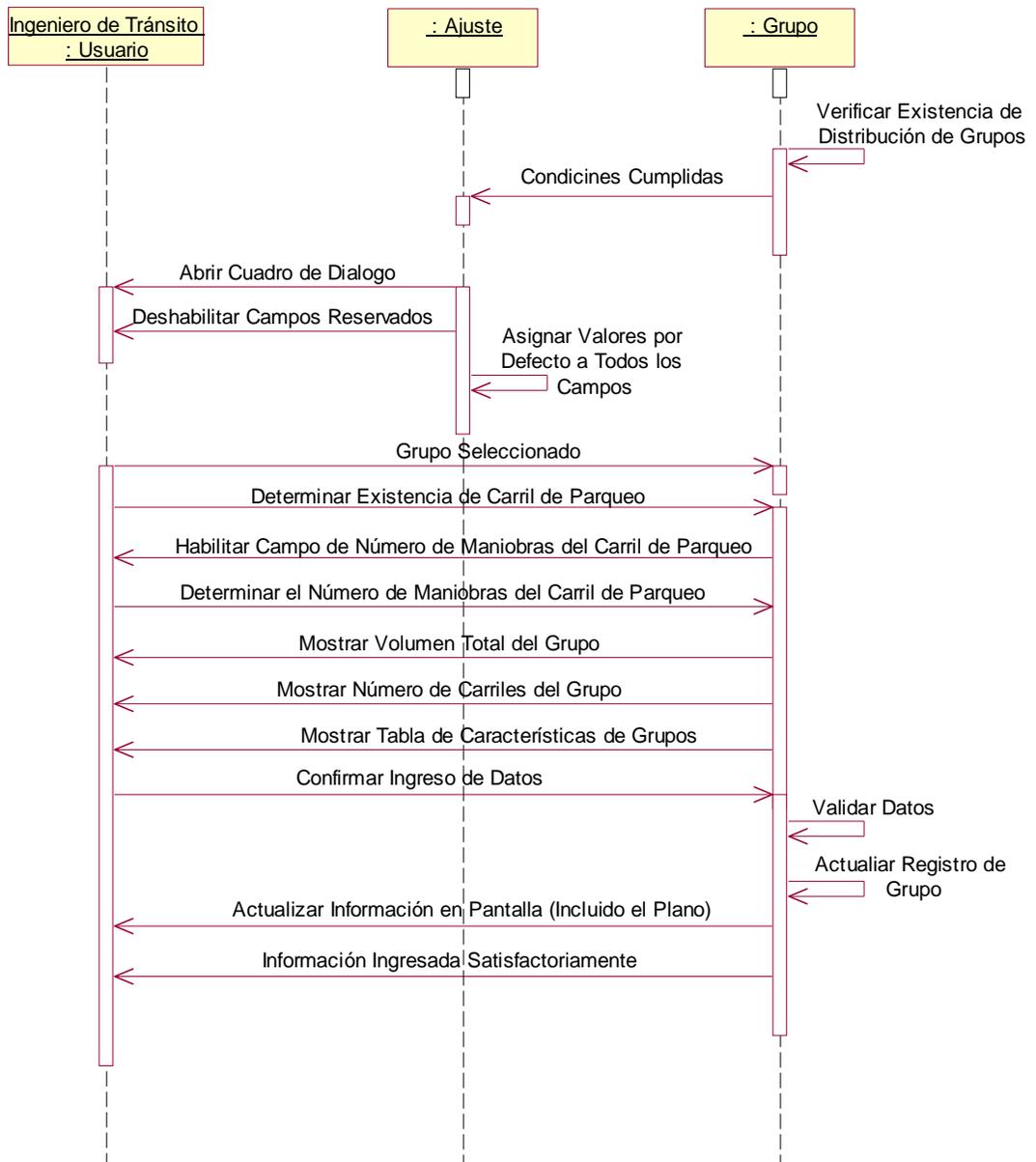
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Características de Tráfico



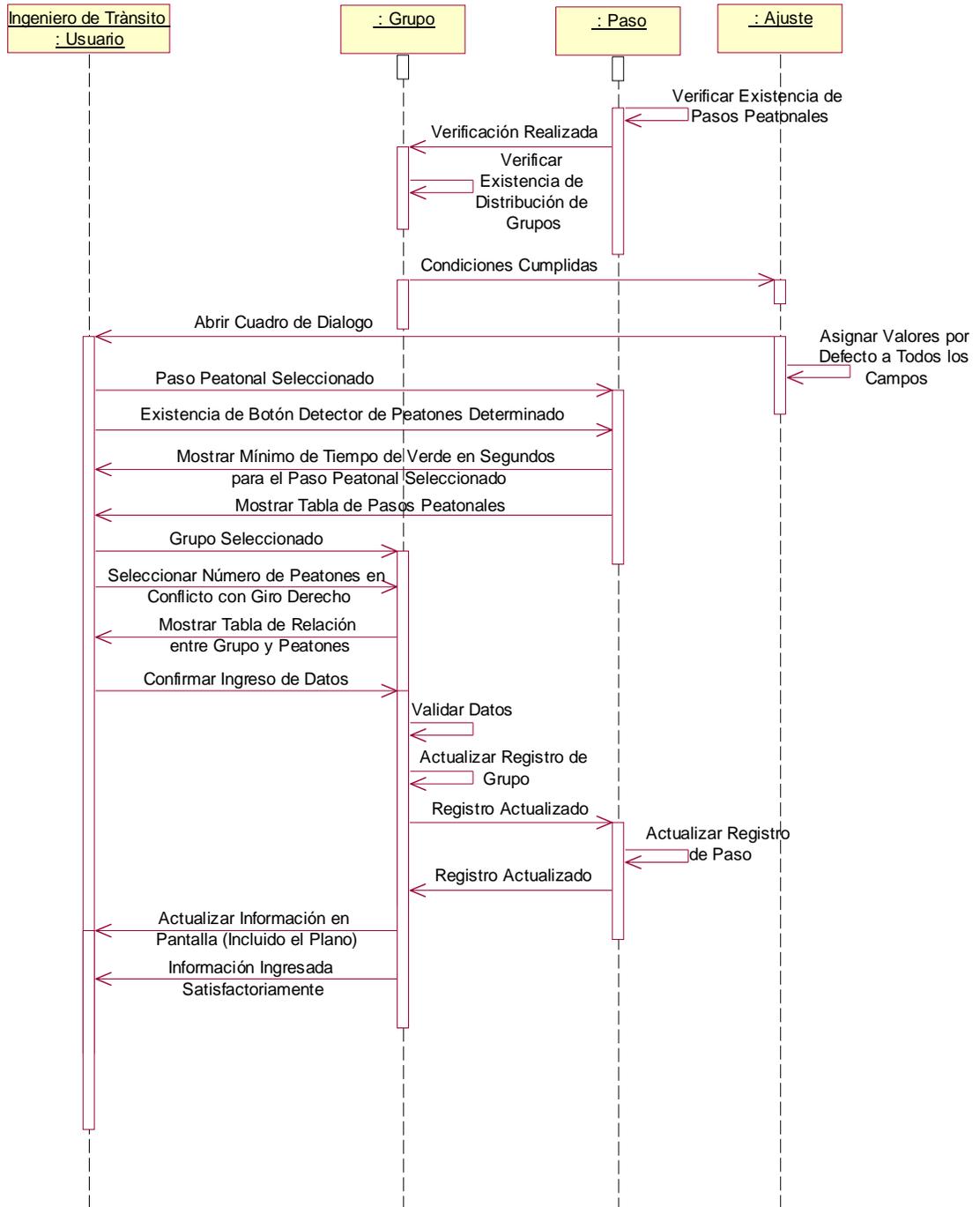
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Giros por Grupo de Carriles



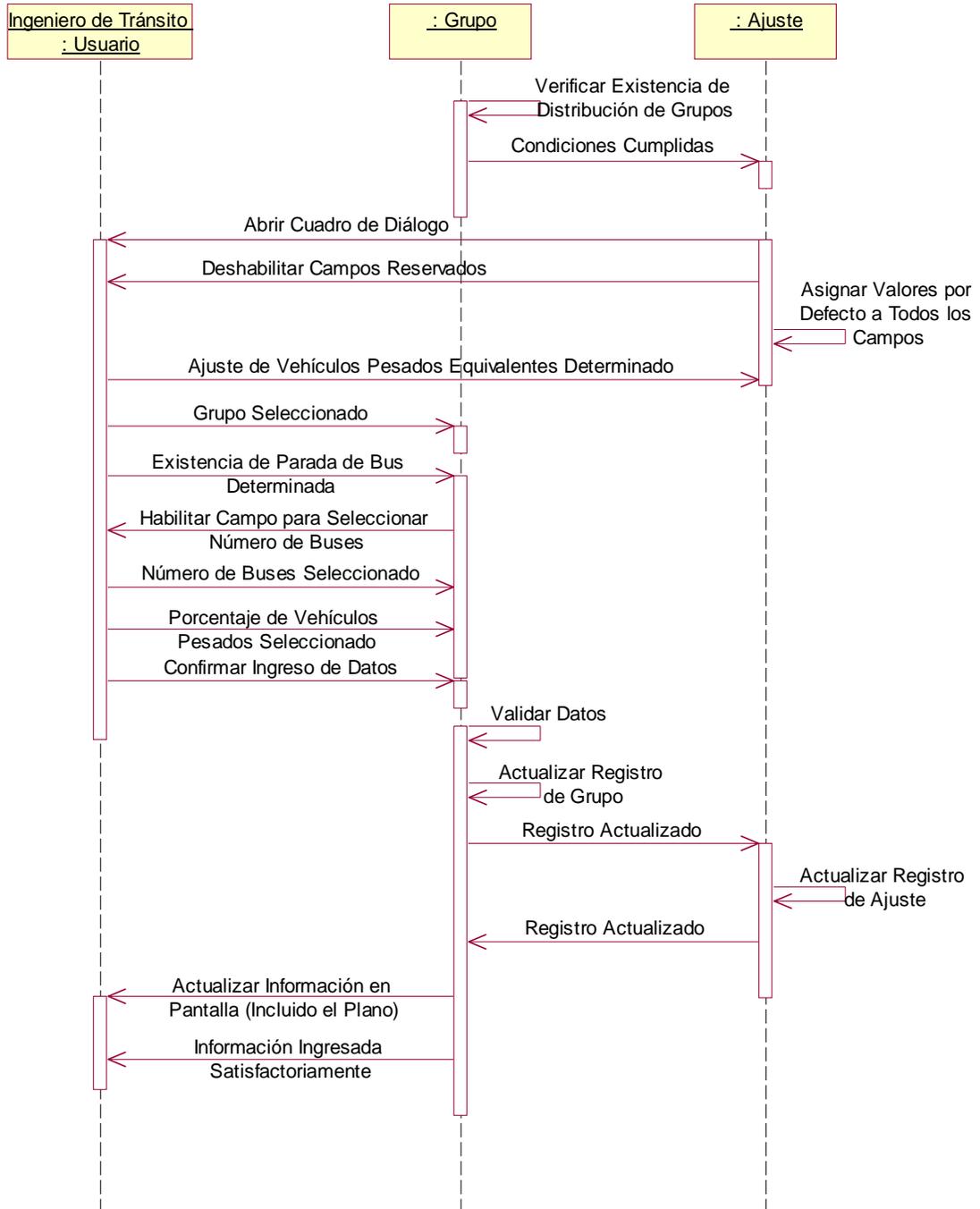
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Grupo



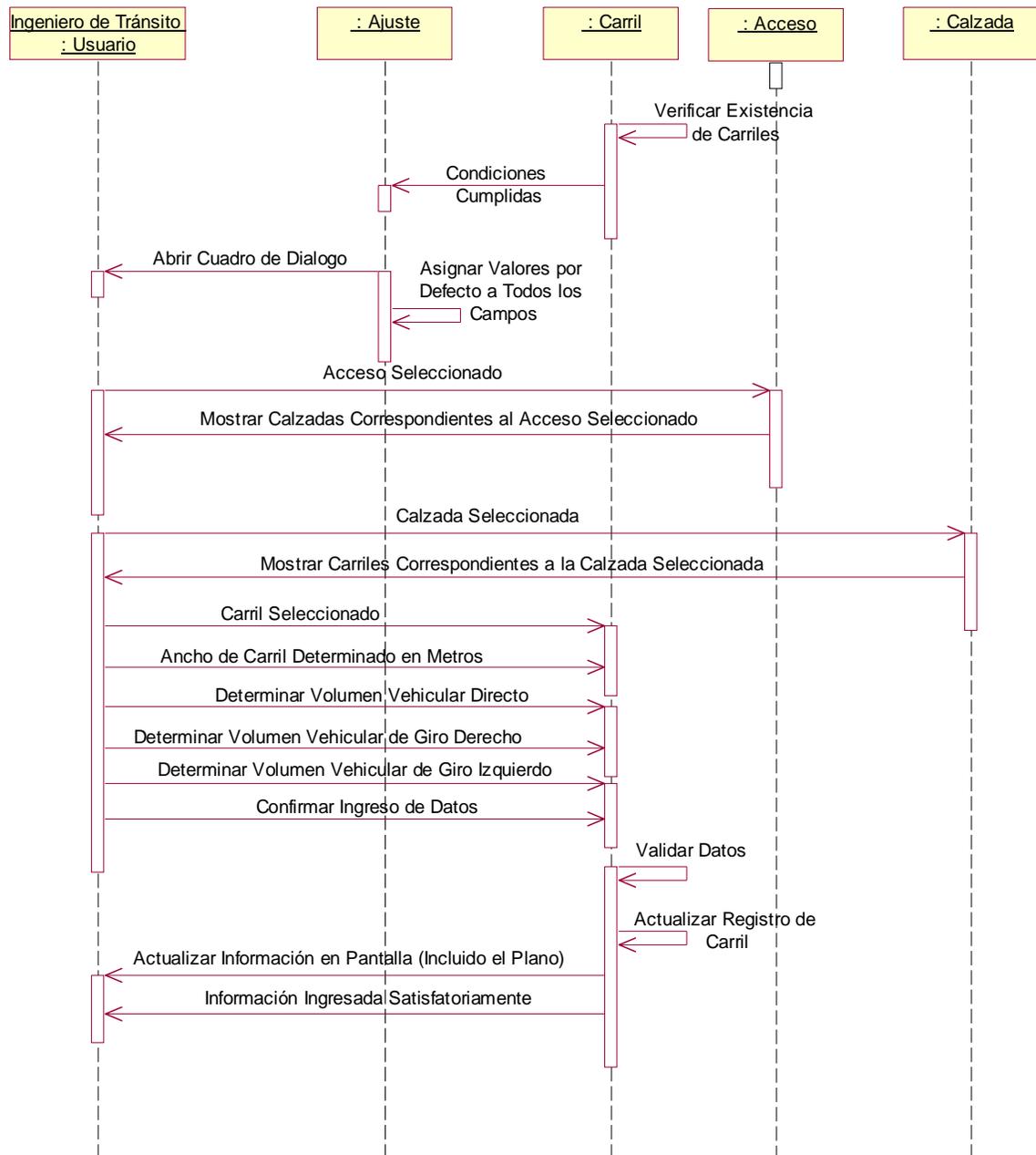
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Pasos Peatonales



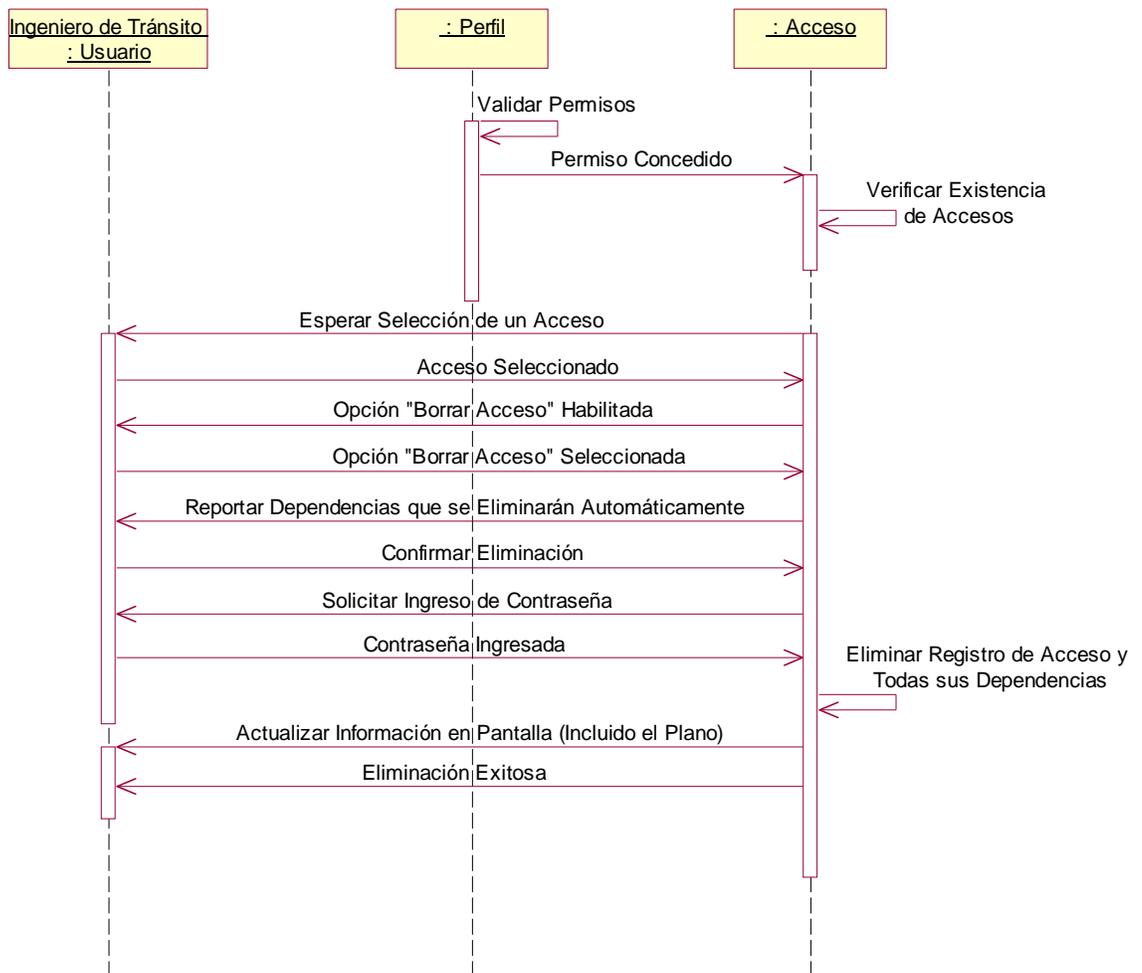
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Vehículos Pesados



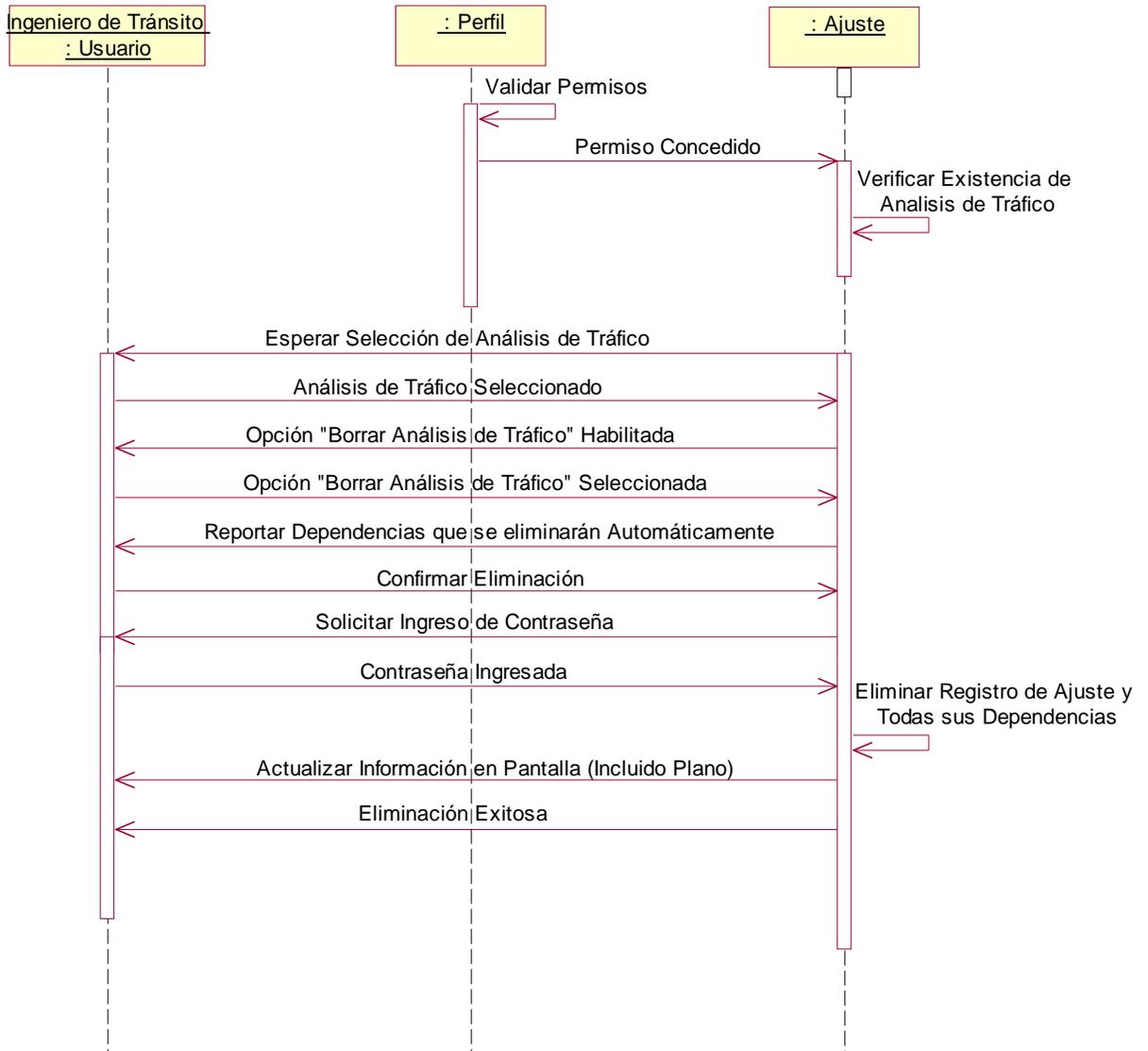
## Diagrama de Secuencia para el Análisis de Volumen Vehicular por Carril



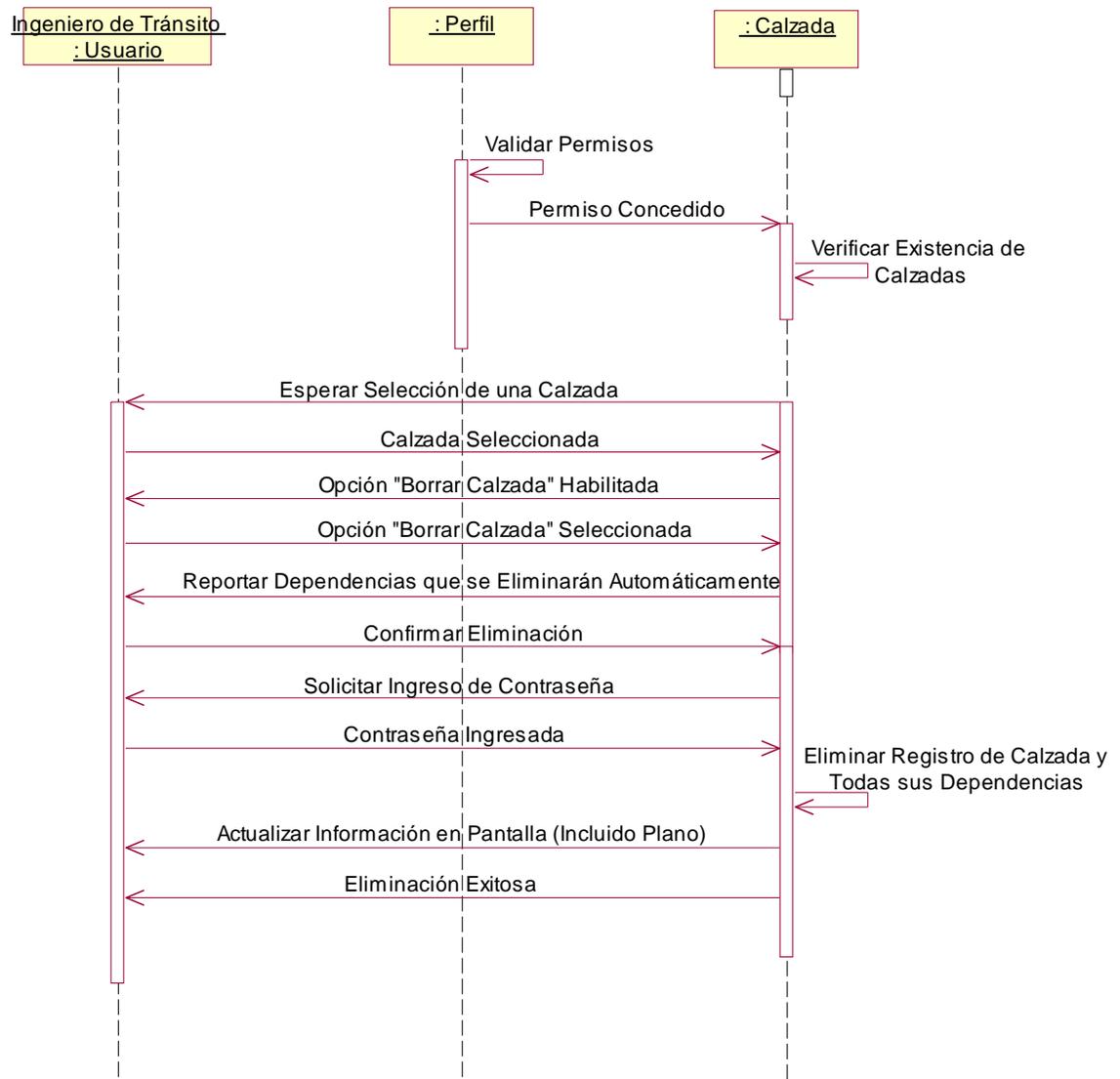
## Diagrama de Secuencia para Borrar Acceso



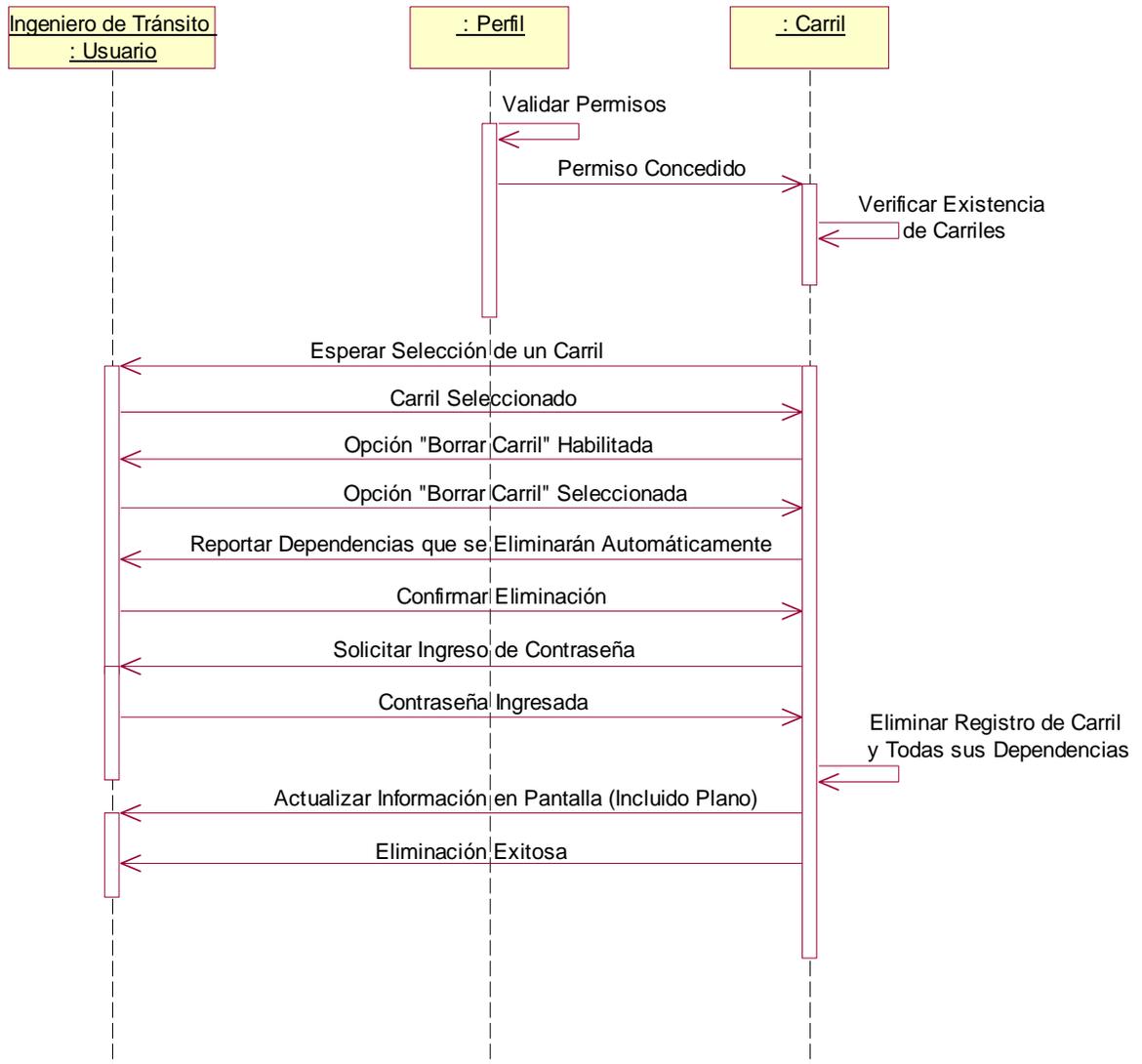
## Diagrama de Secuencia para Borrar Análisis de Tráfico



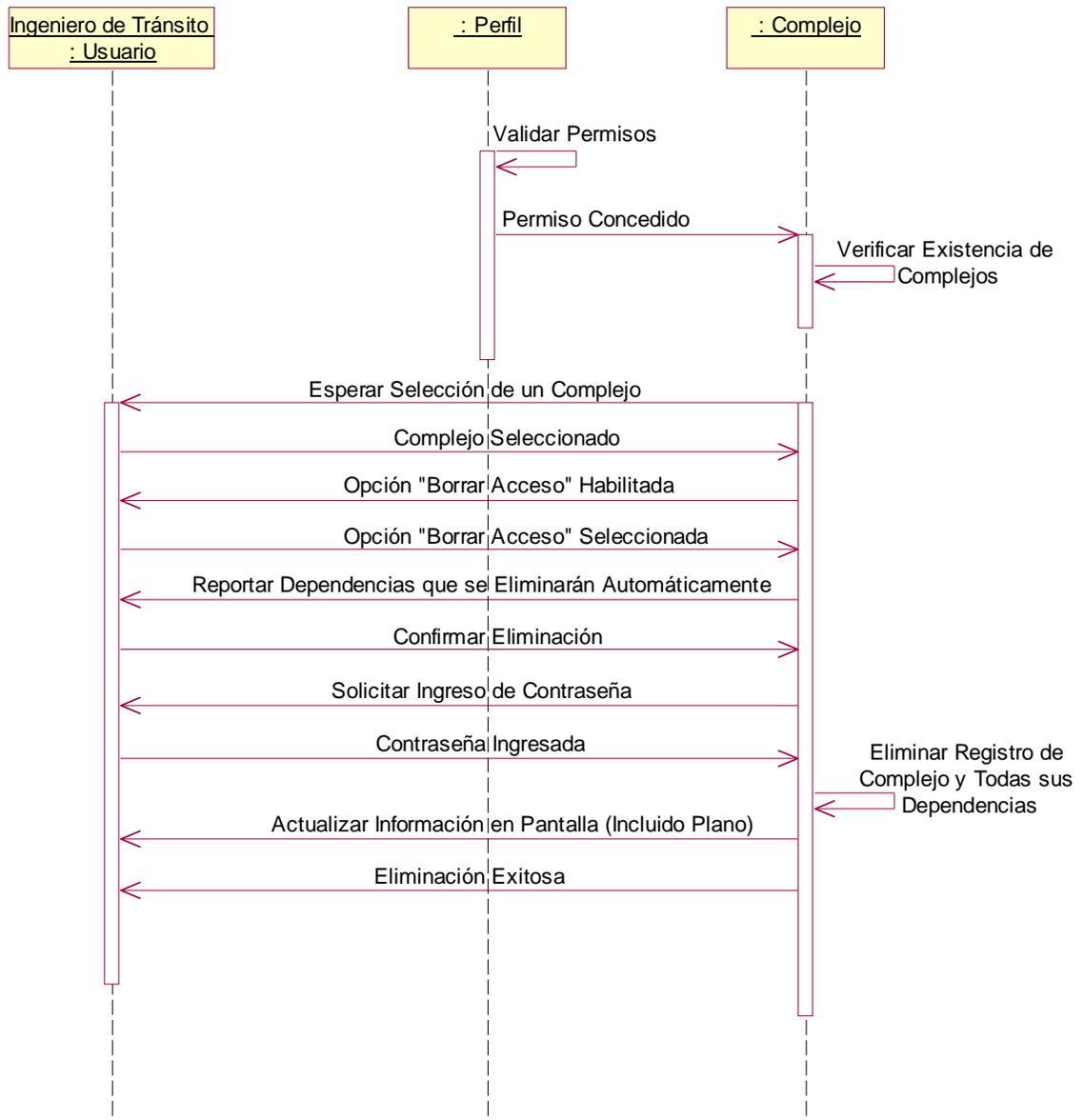
## Diagrama de Secuencia para Borrar Calzada



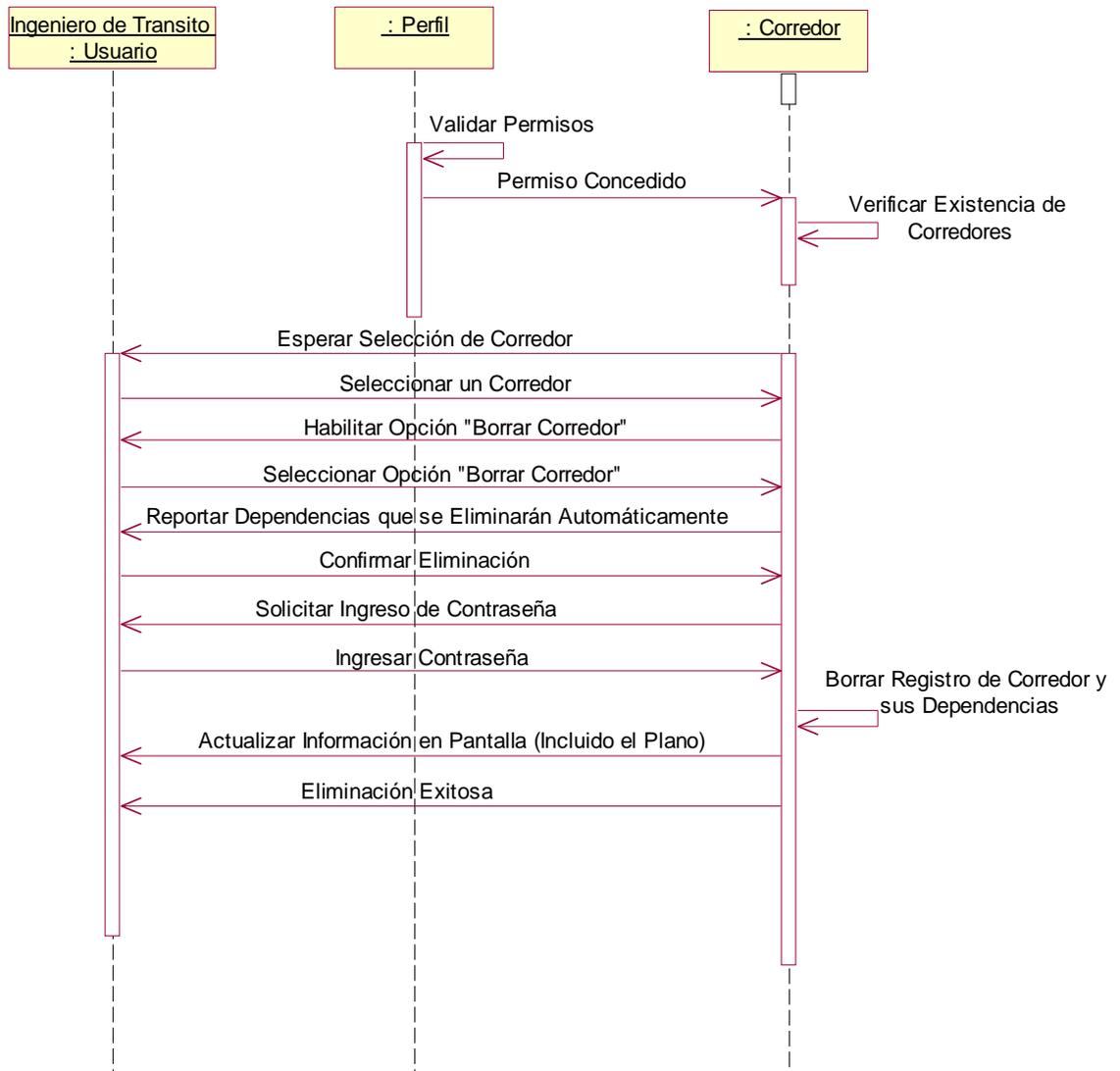
## Diagrama de Secuencia para Borrar Carril



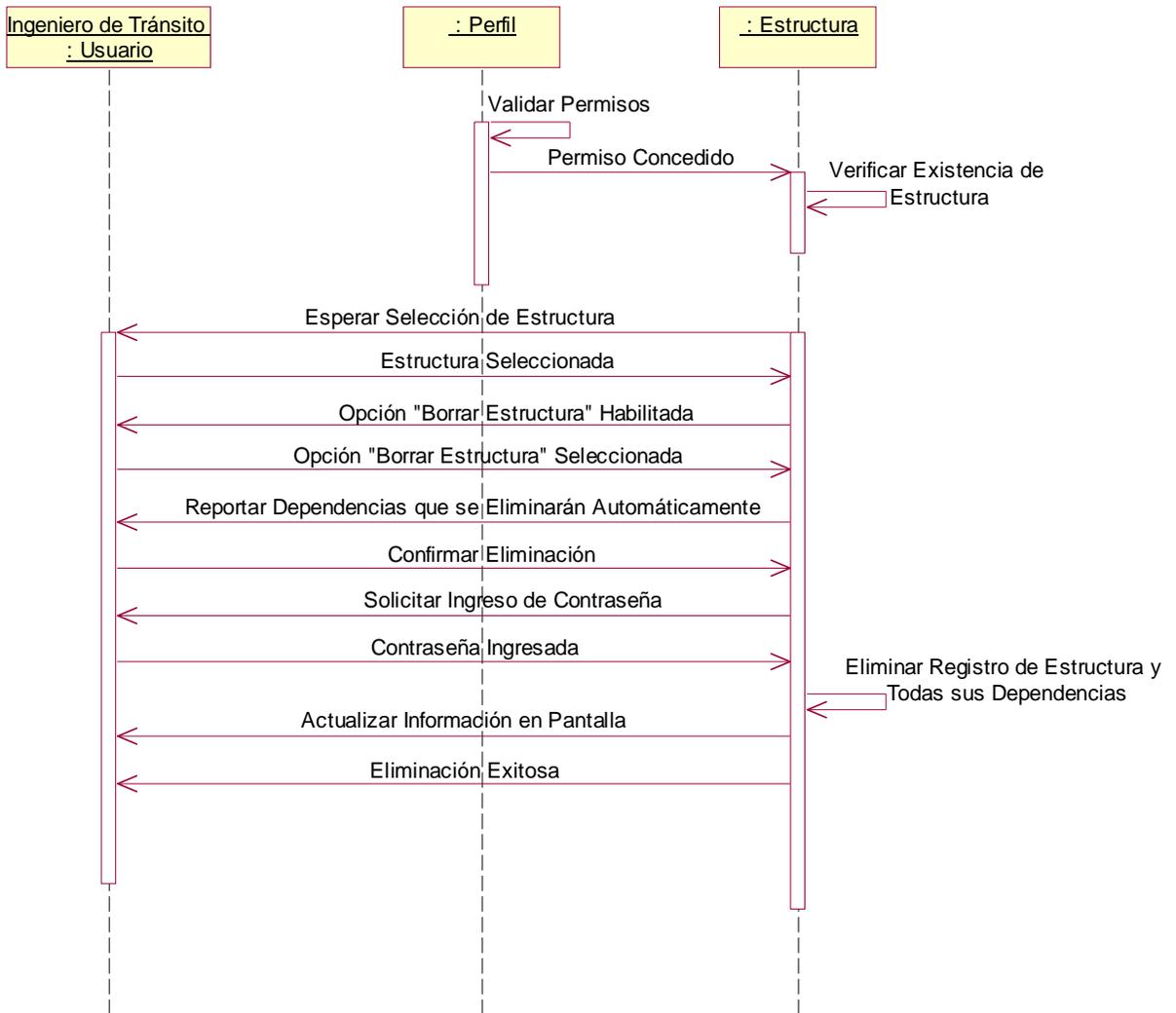
## Diagrama de Secuencia para Borrar Complejo



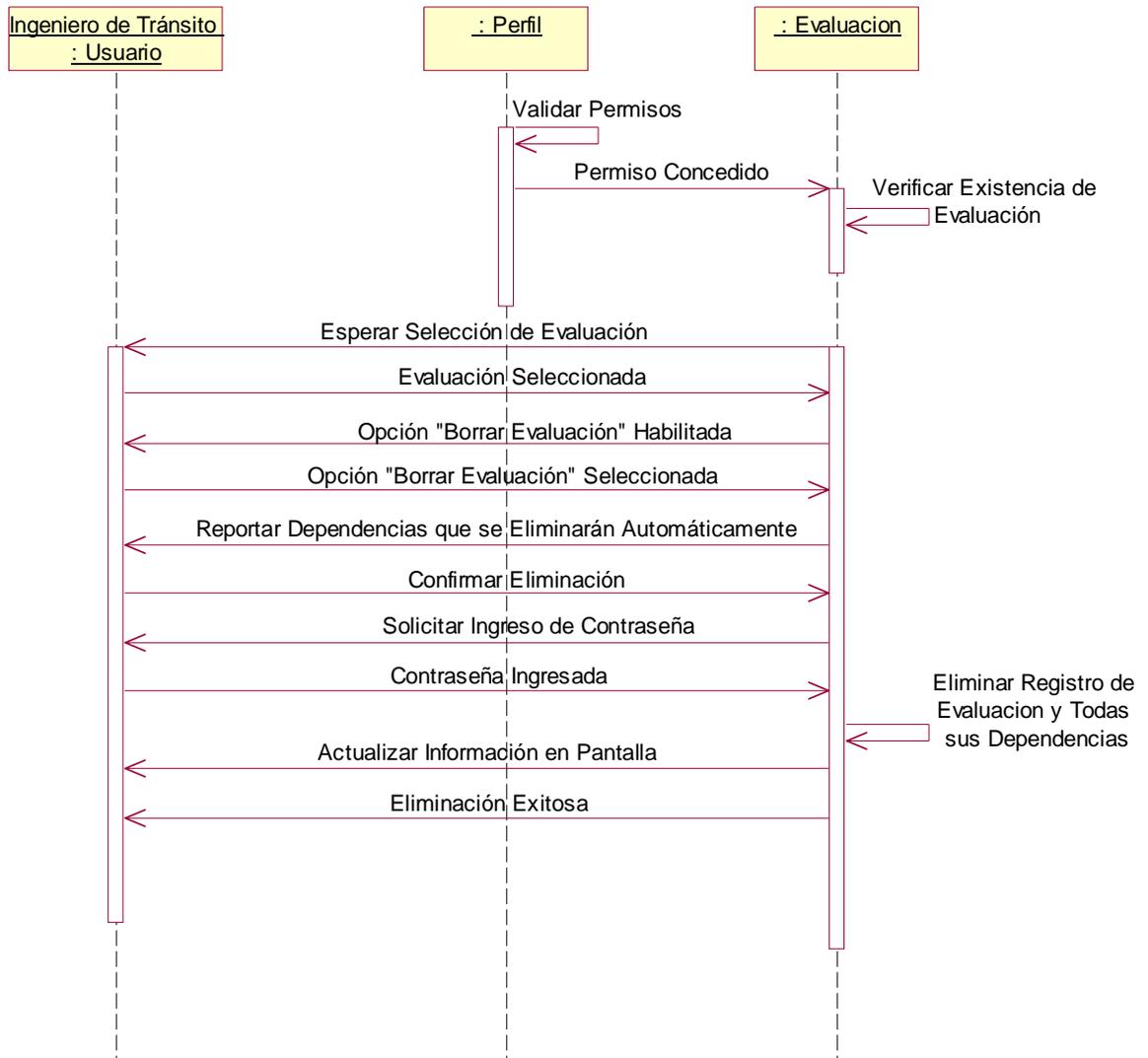
## Diagrama de Secuencia para Borrar Corredor



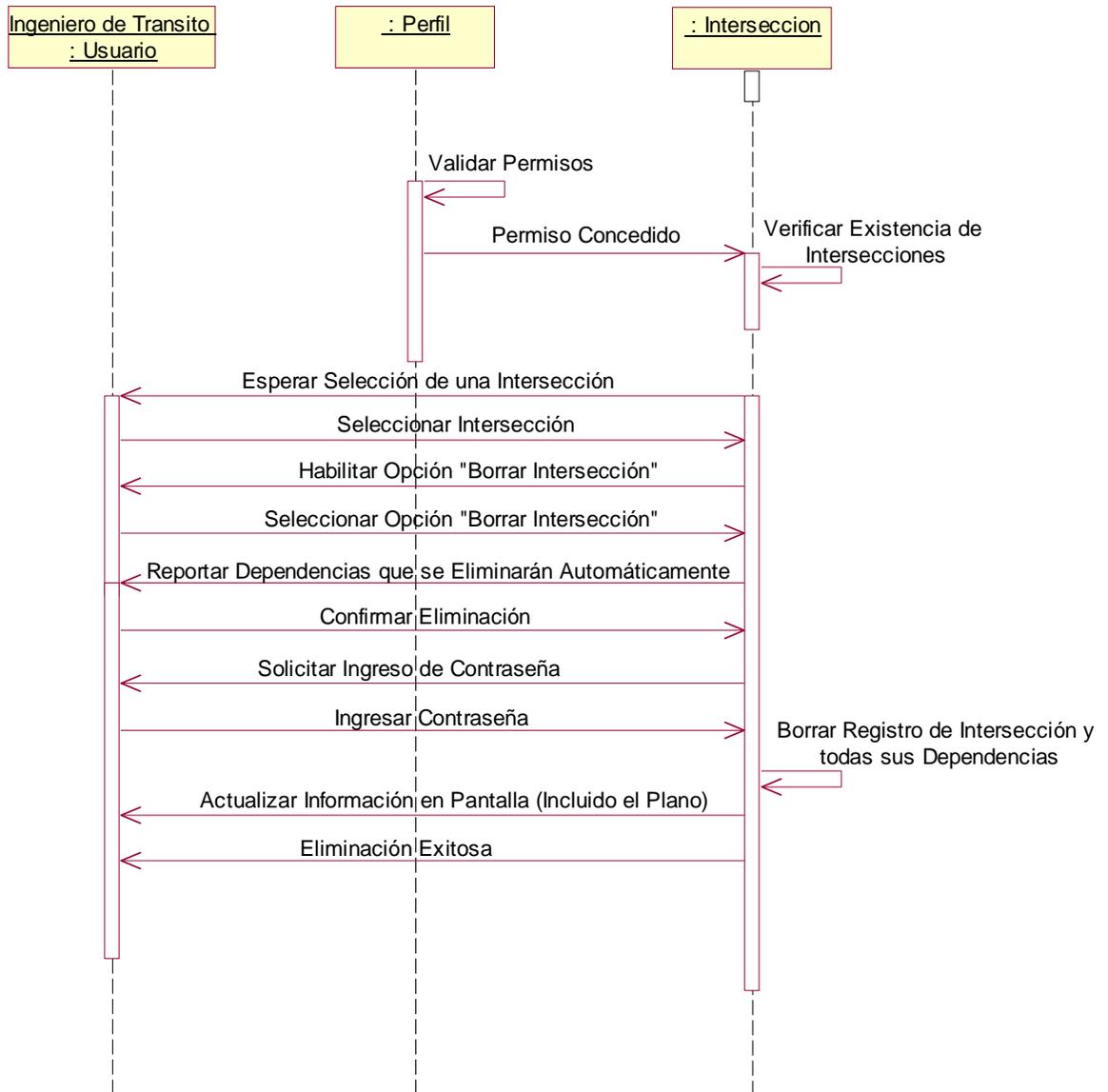
## Diagrama de Secuencia para Borrar Estructura



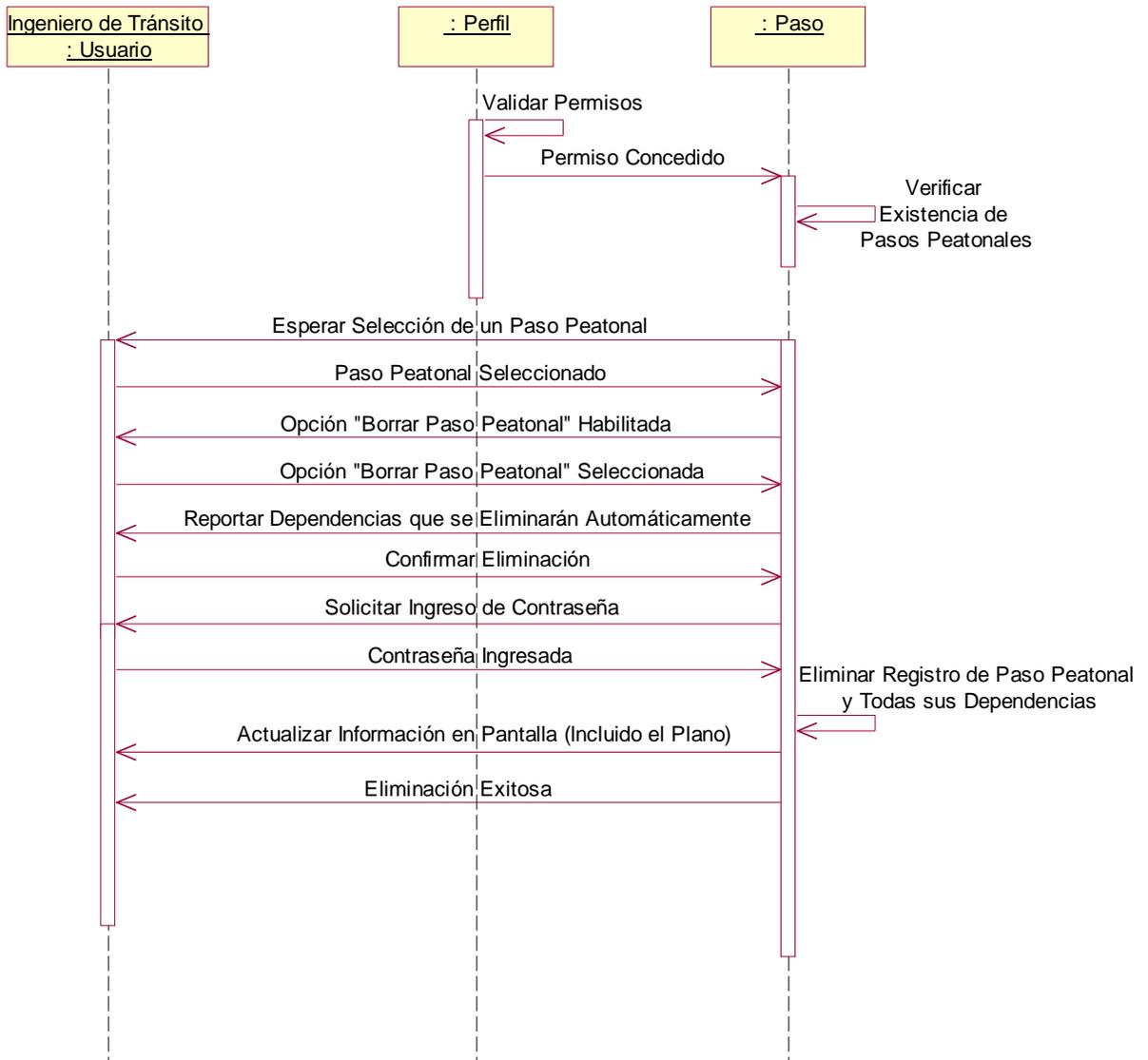
## Diagrama de Secuencia para Borrar Evaluación



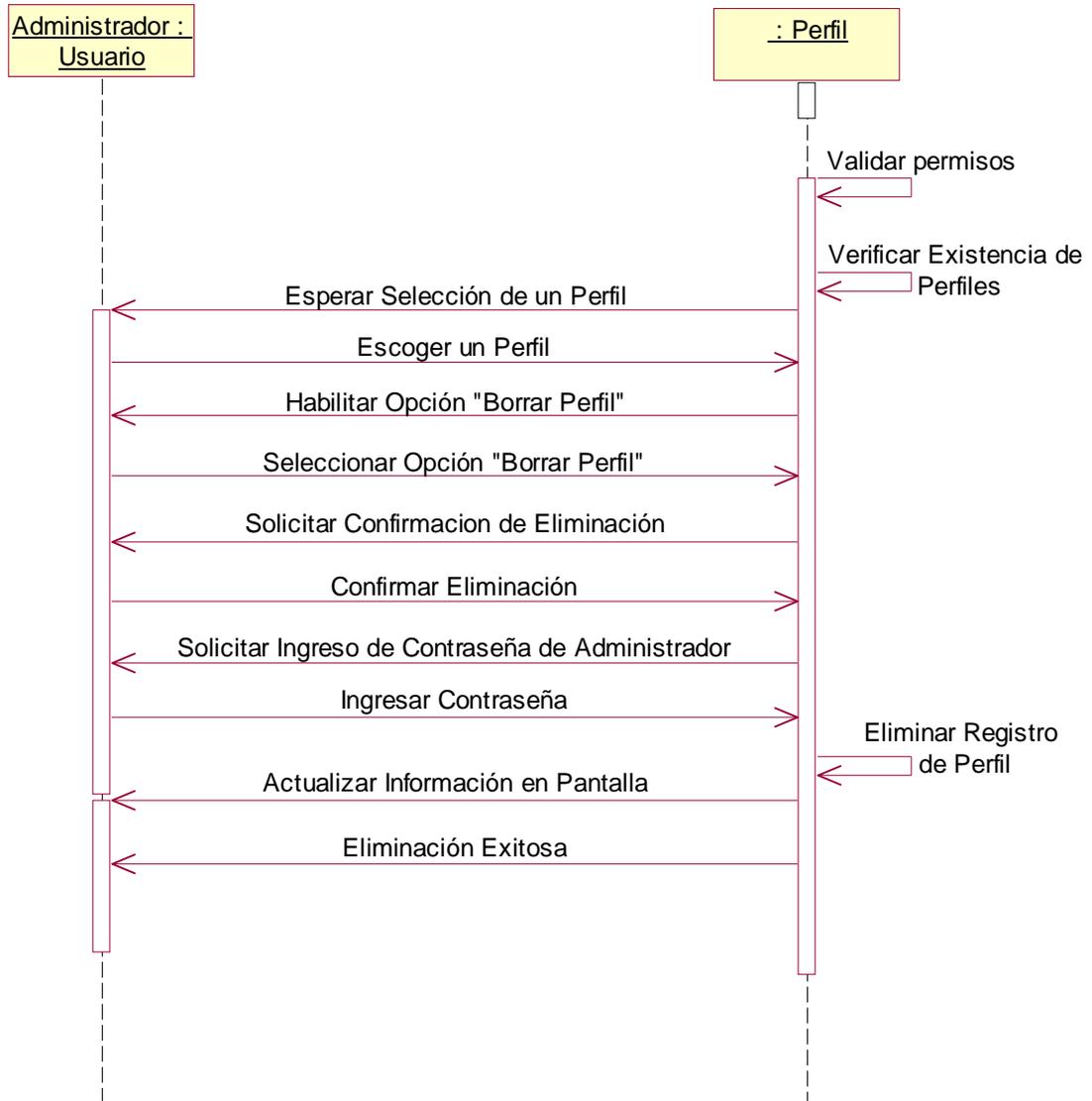
## Diagrama de Secuencia para Borrar Intersección



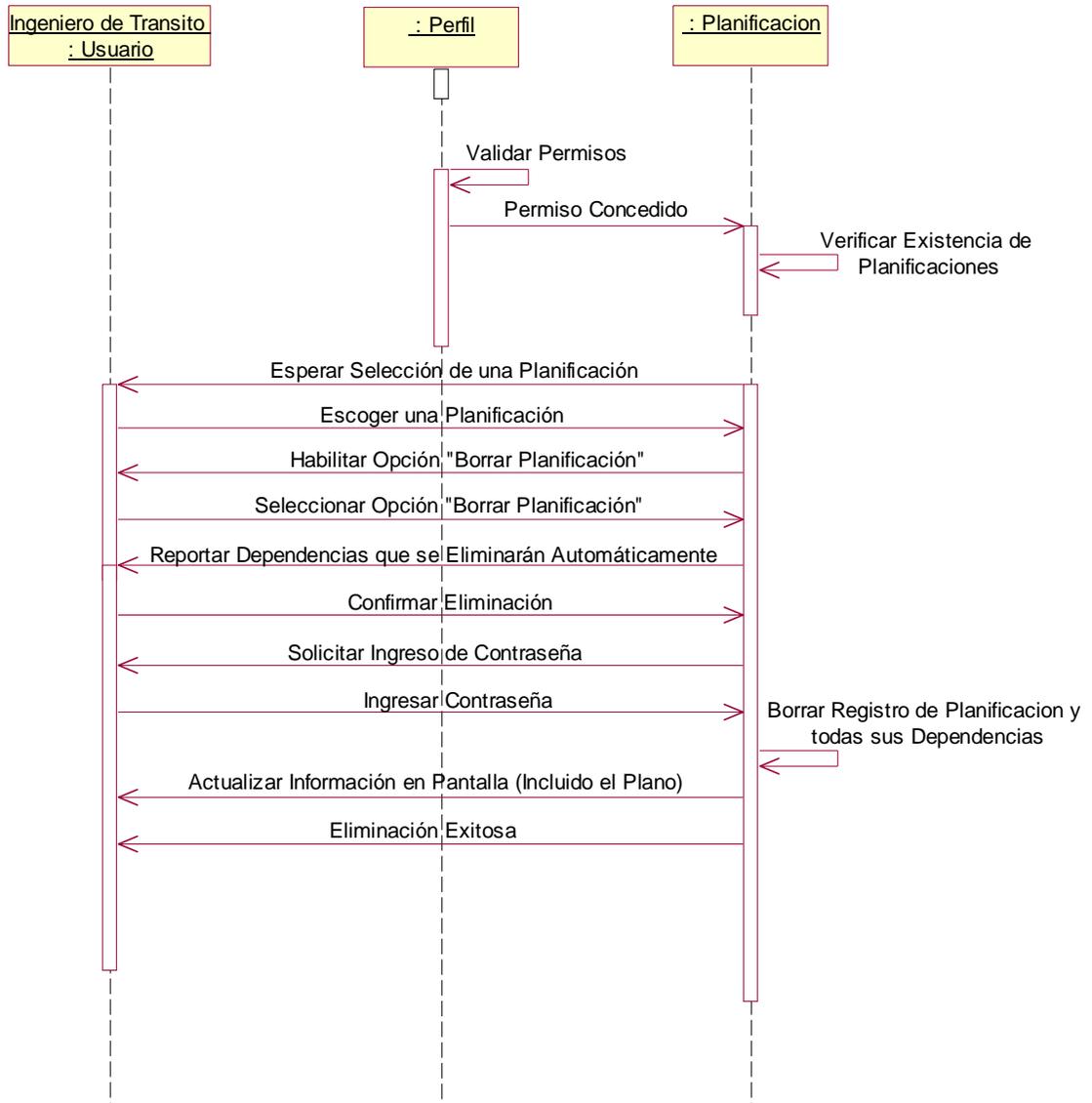
## Diagrama de Secuencia para Borrar Paso Peatonal



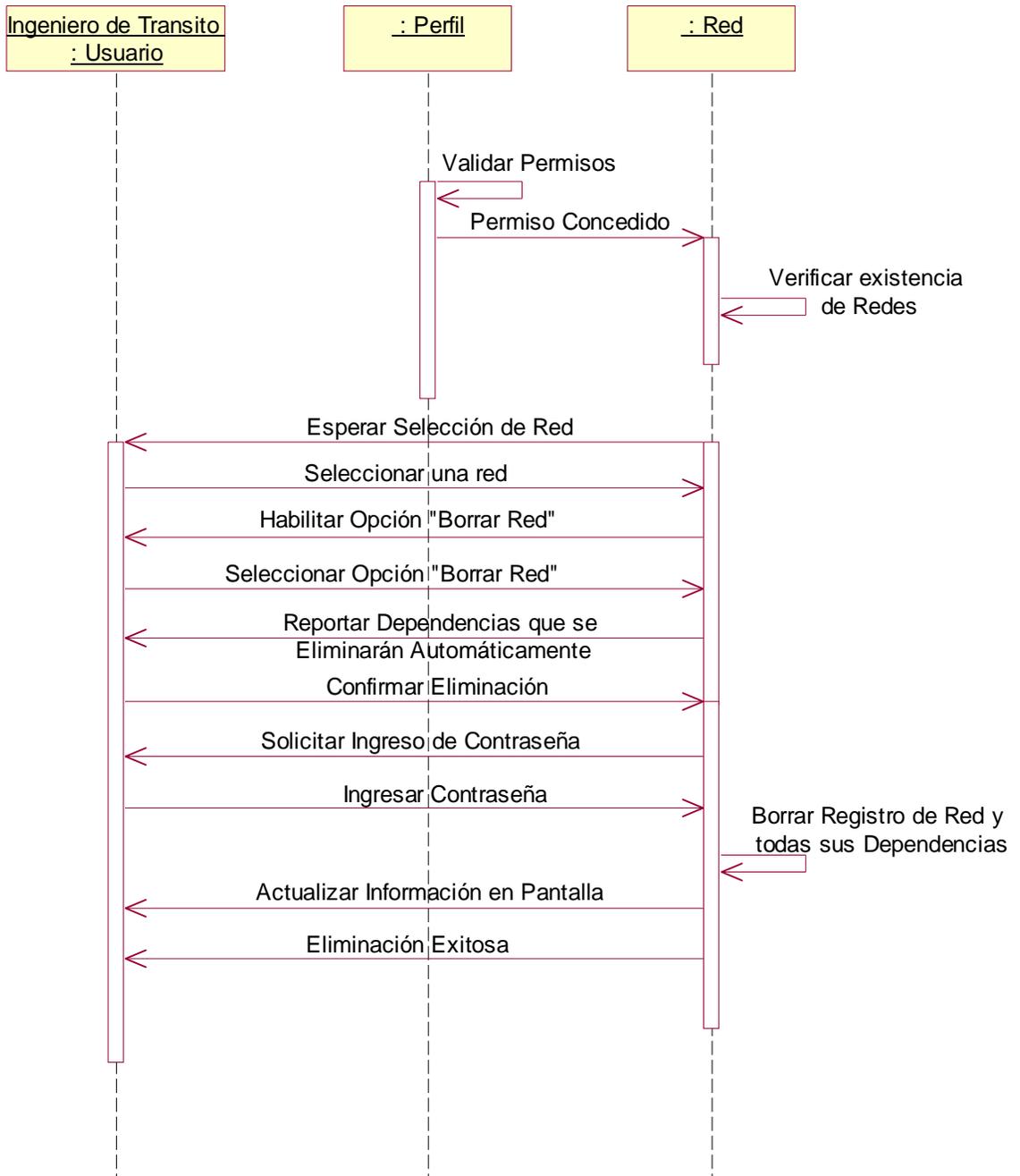
## Diagrama de Secuencia para Borrar Perfil



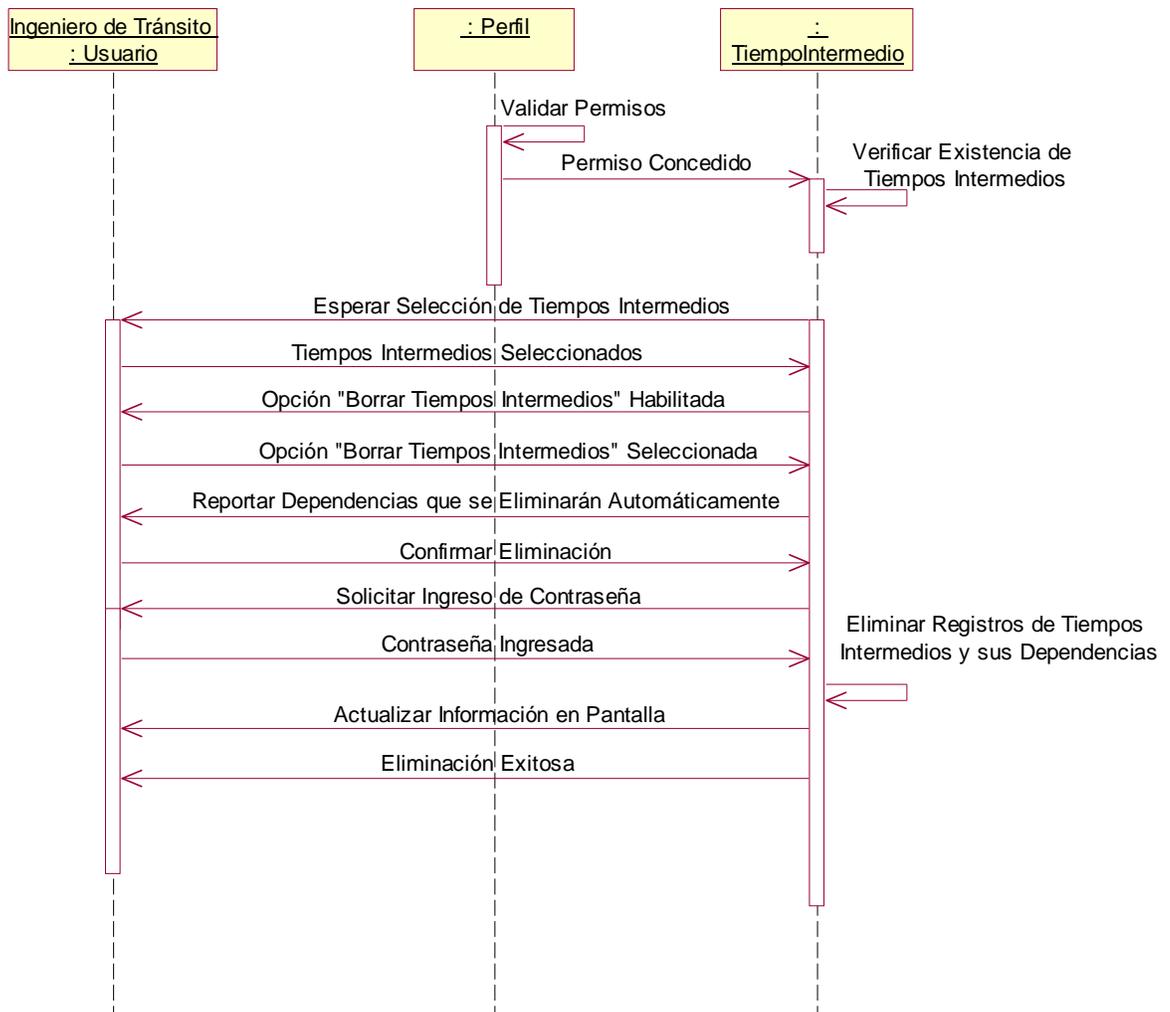
## Diagrama de Secuencia para Borrar Planificación



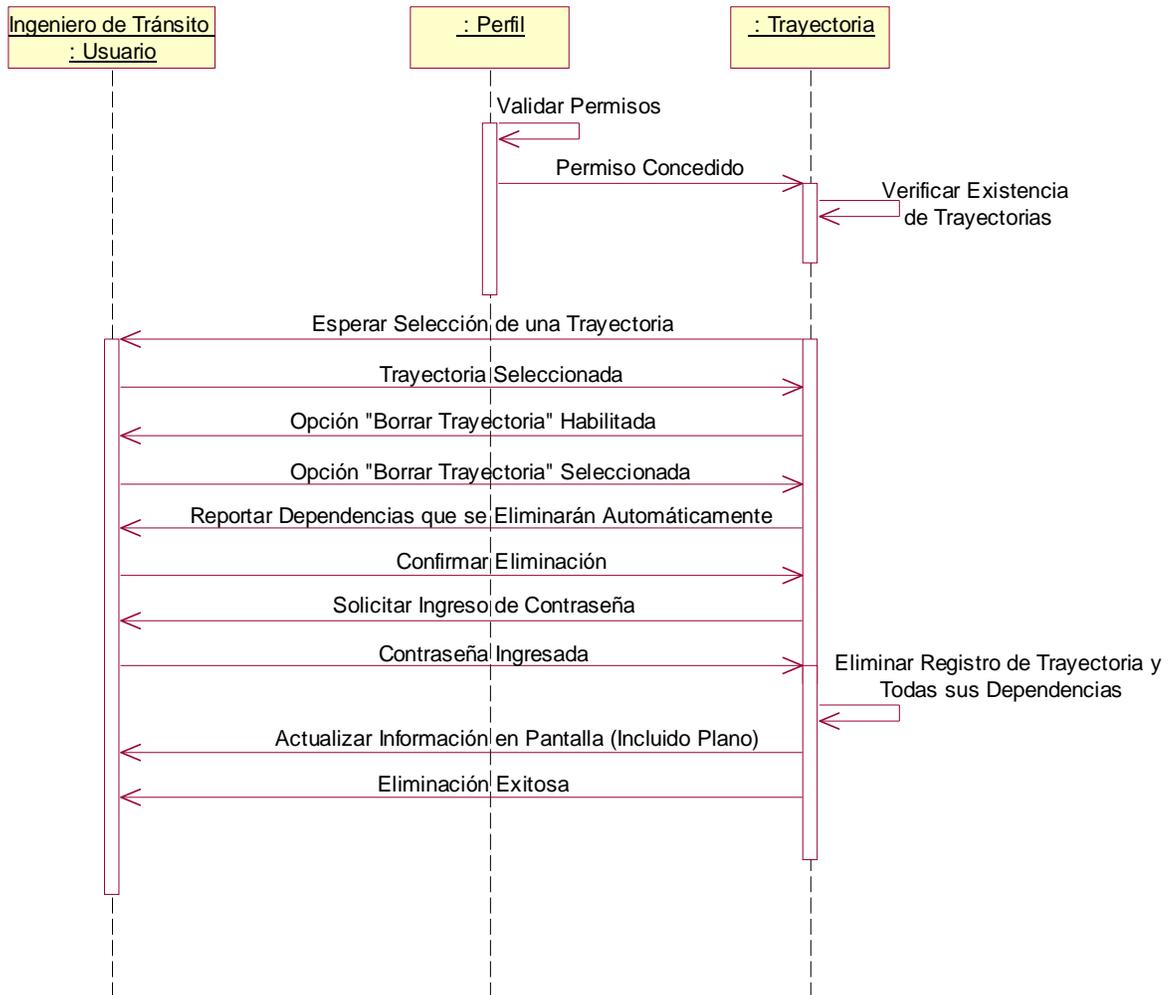
## Diagrama de Secuencia para Borrar Red



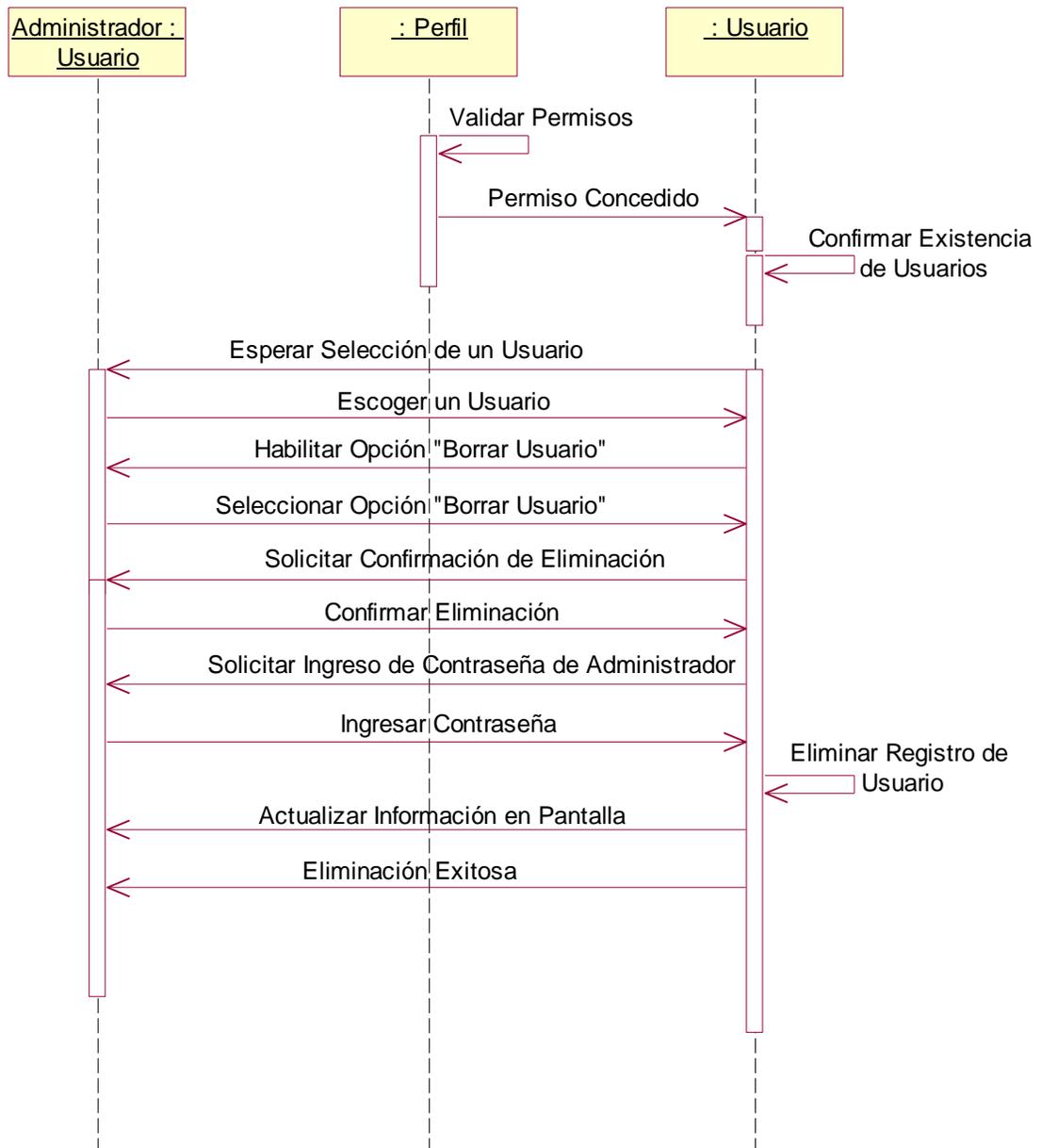
## Diagrama de Secuencia para Borrar Tiempos Intermedios



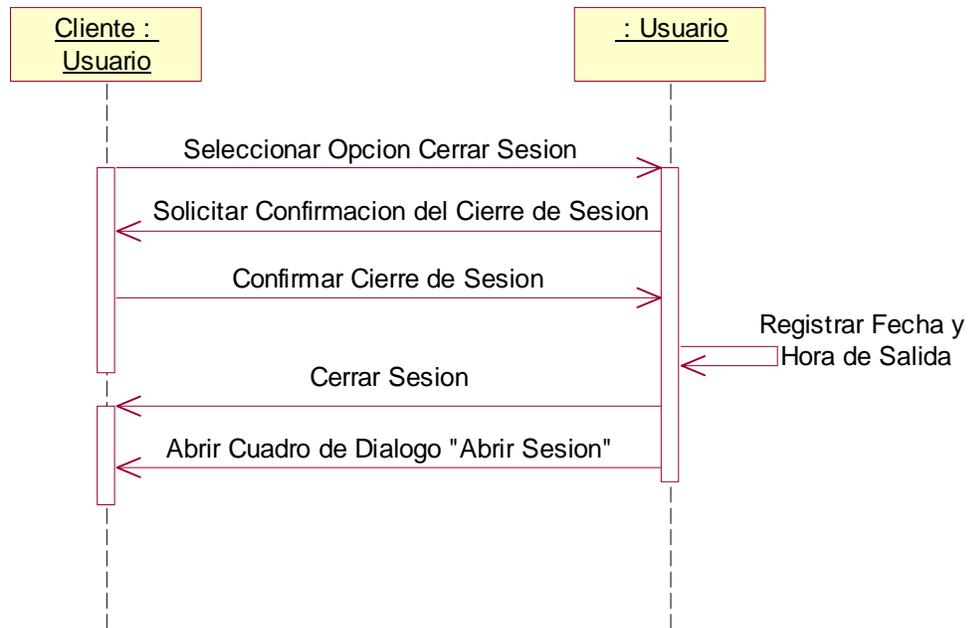
## Diagrama de Secuencia para Borrar Trayectoria



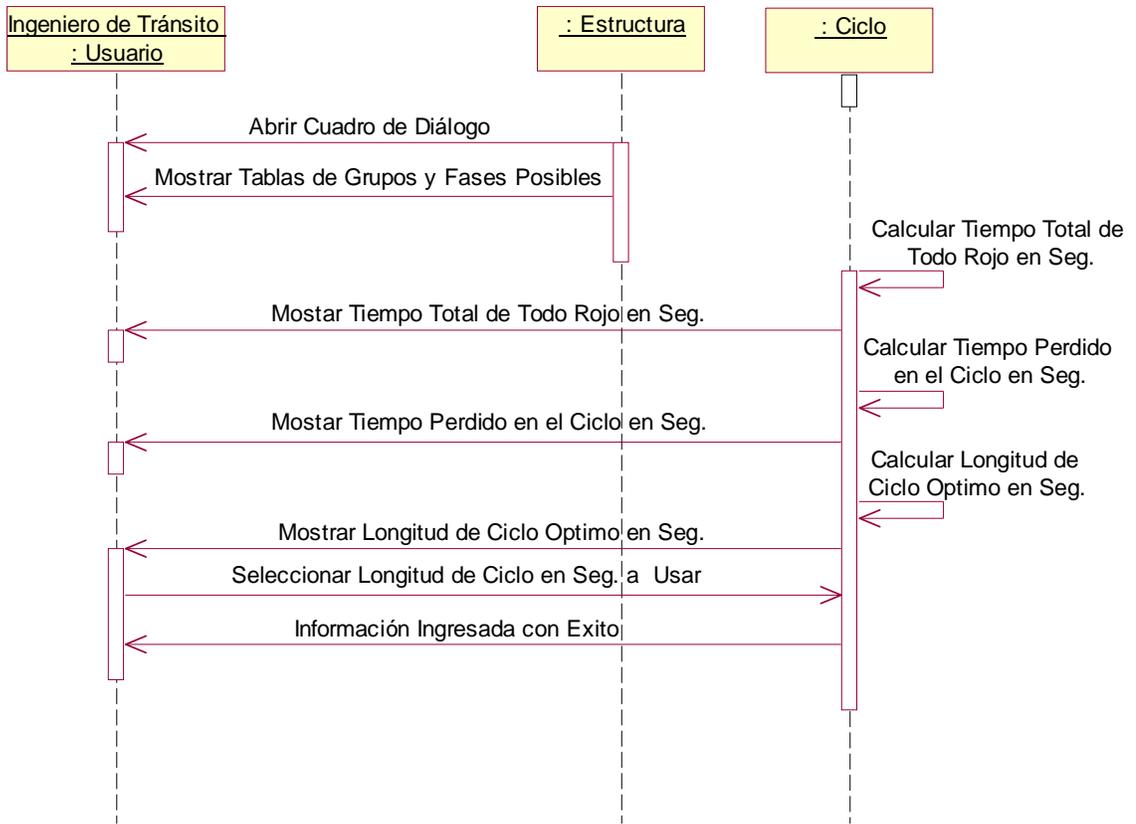
## Diagrama de Secuencia para Borrar Usuario



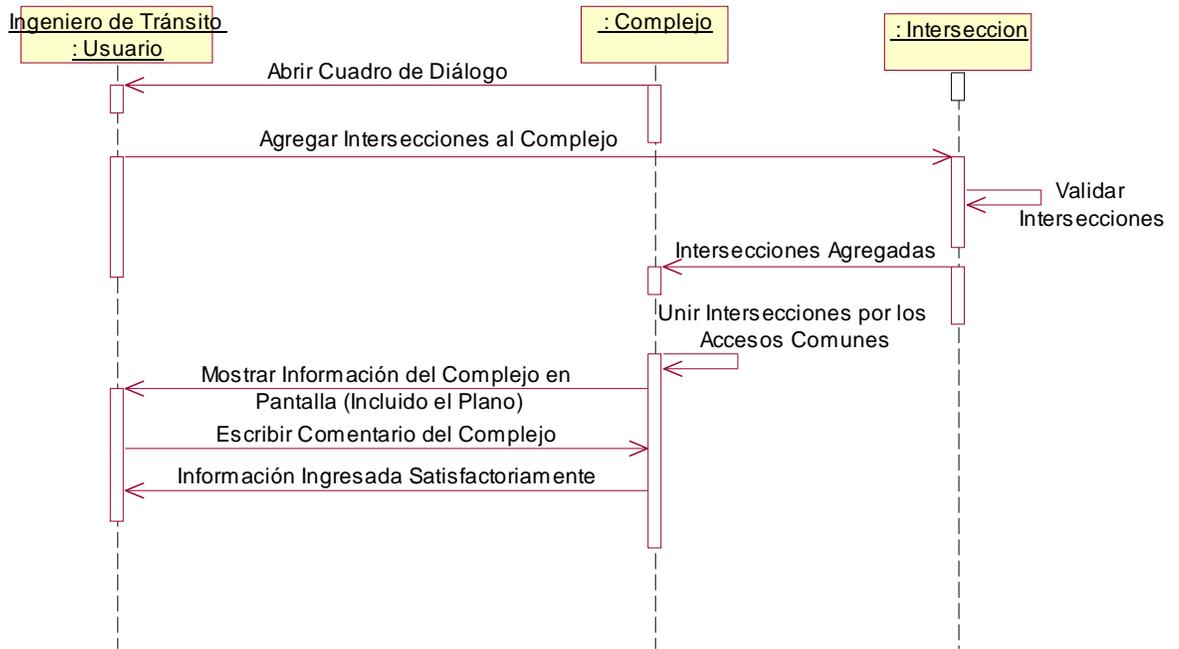
## Diagrama de Secuencia para Cerrar Sesión



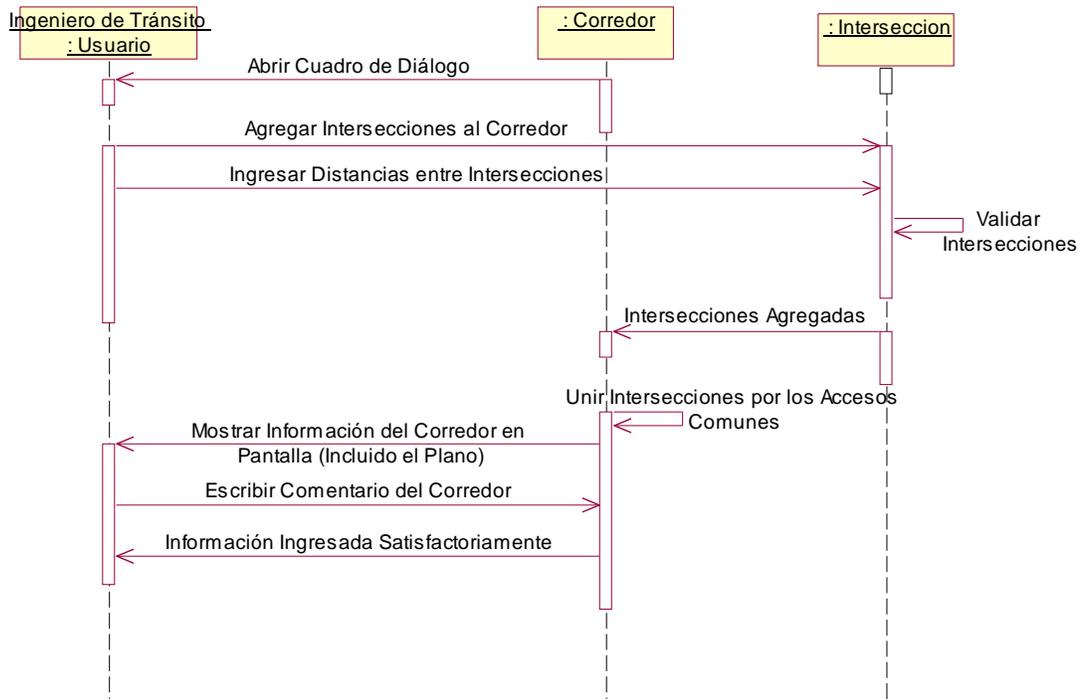
## Diagrama de Secuencia para Configurar Ciclo



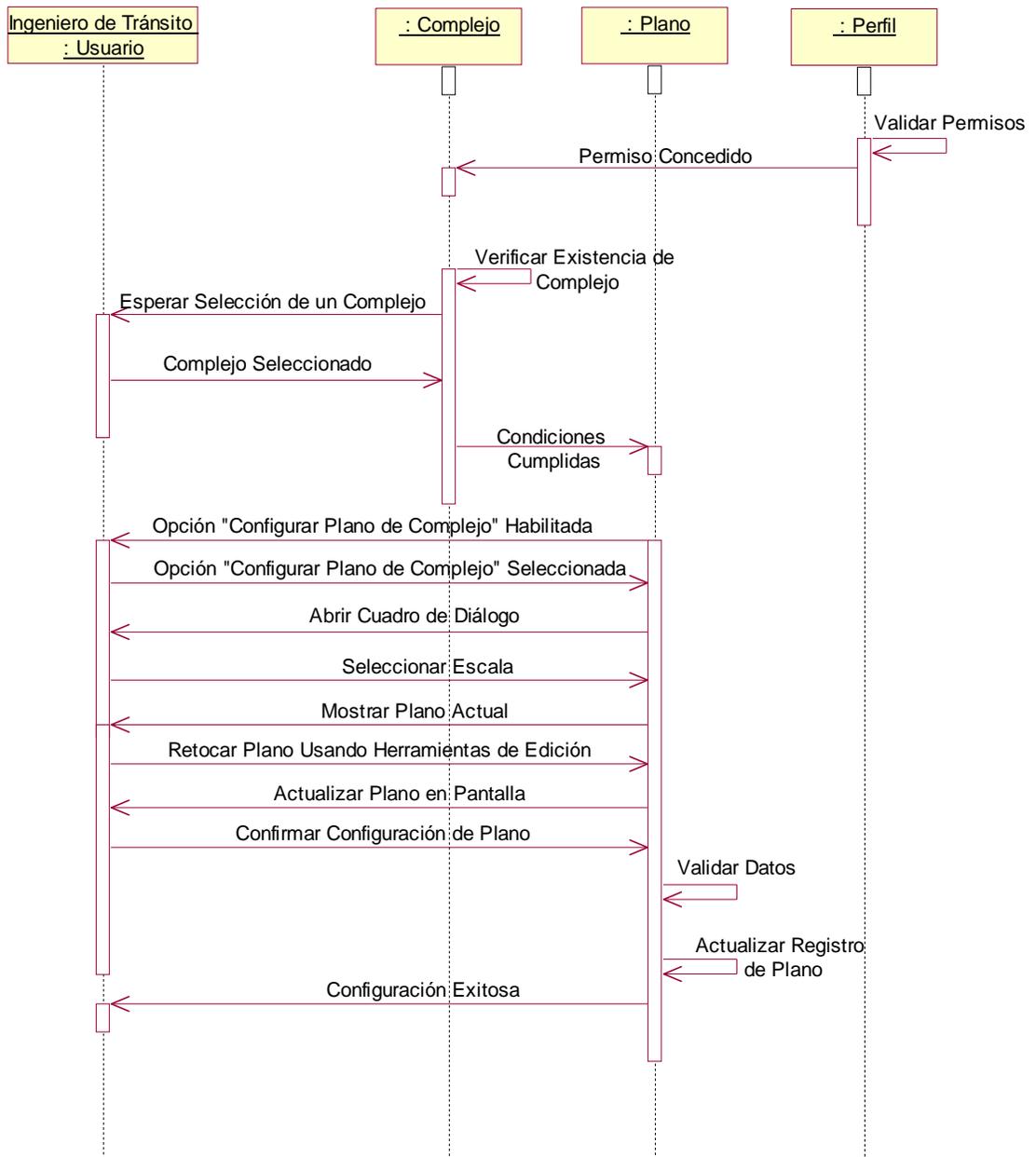
## Diagrama de Secuencia para Configurar Información de Complejo



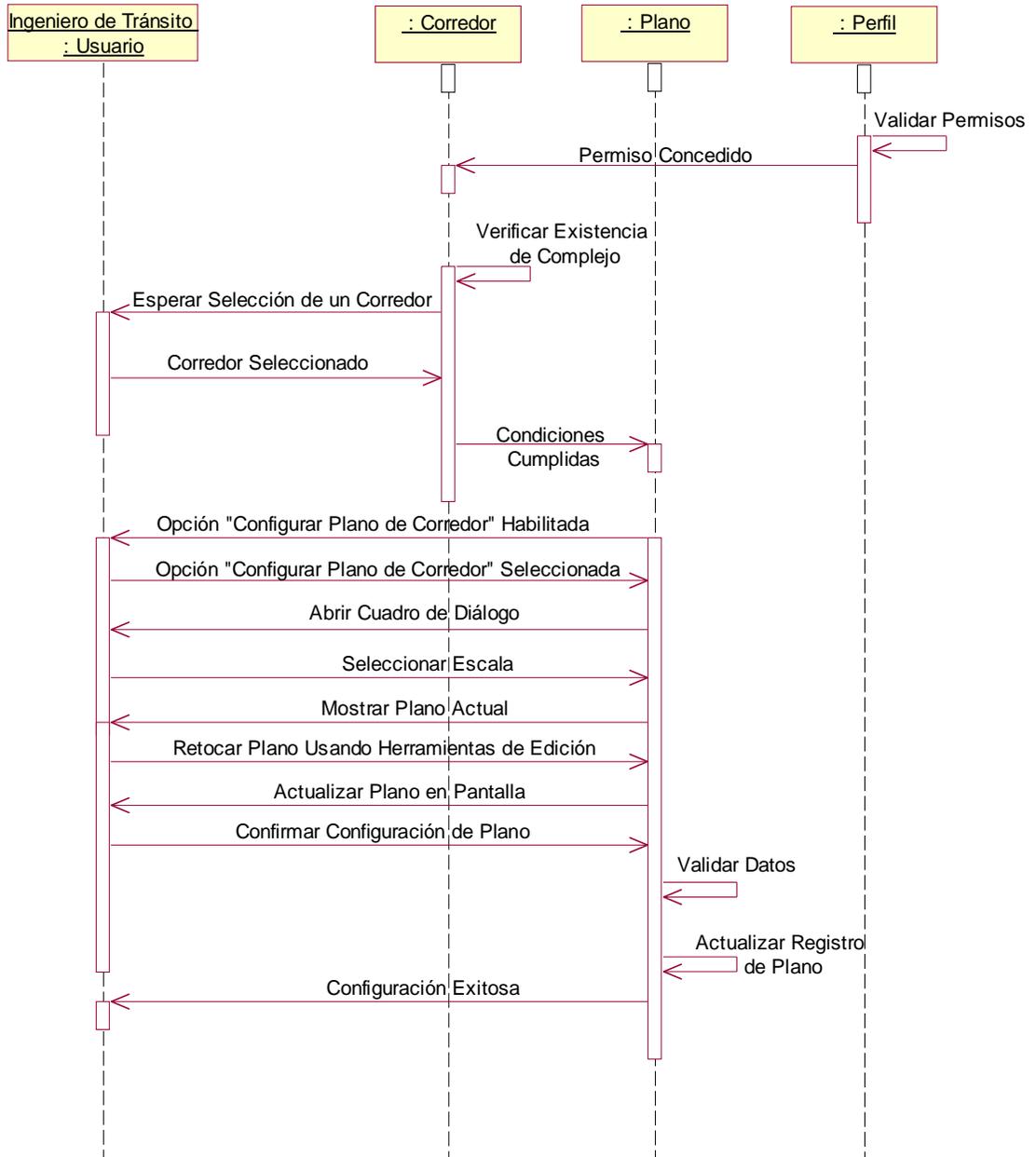
## Diagrama de Secuencia para Configurar Información de Corredor



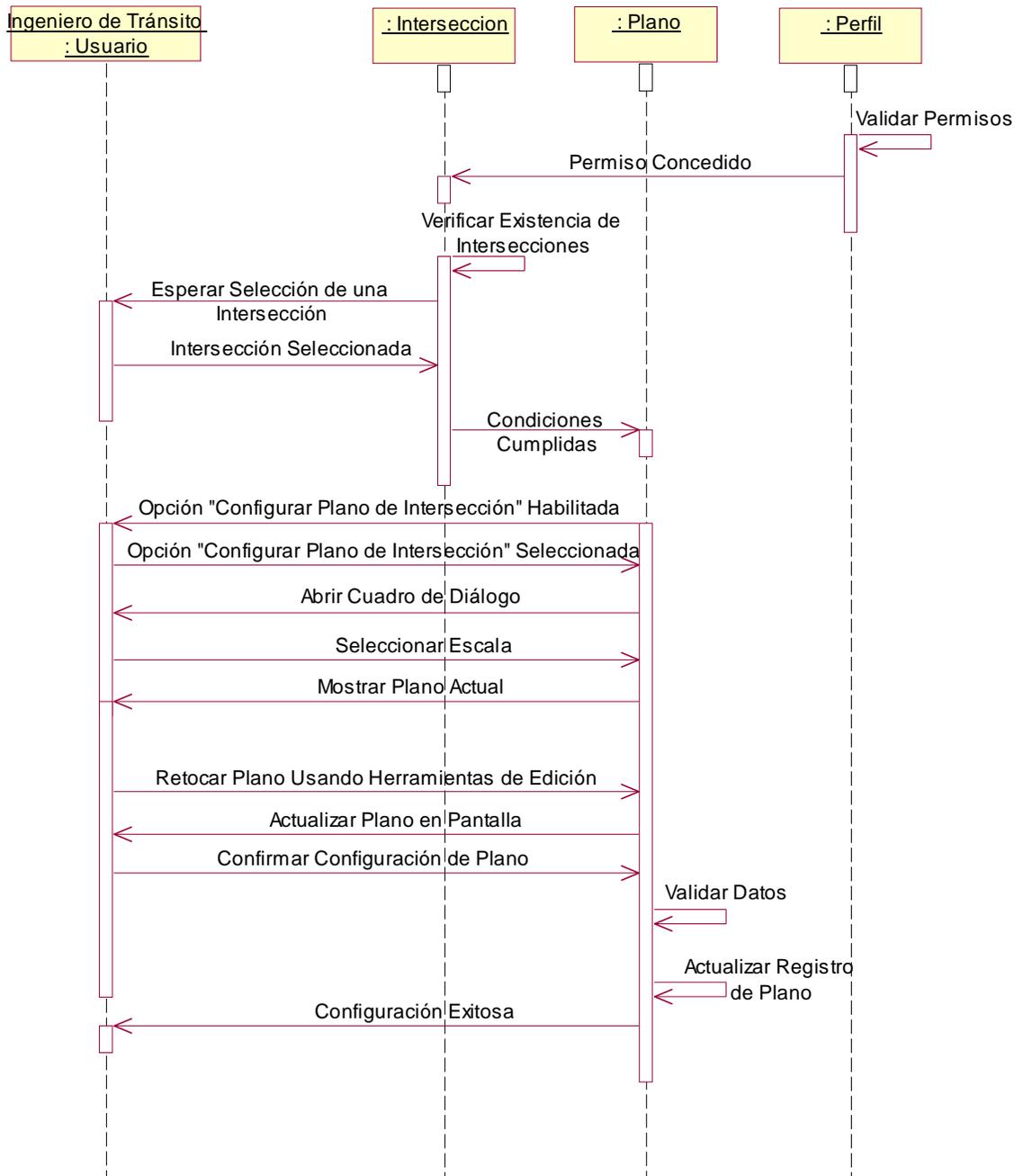
## Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Complejo



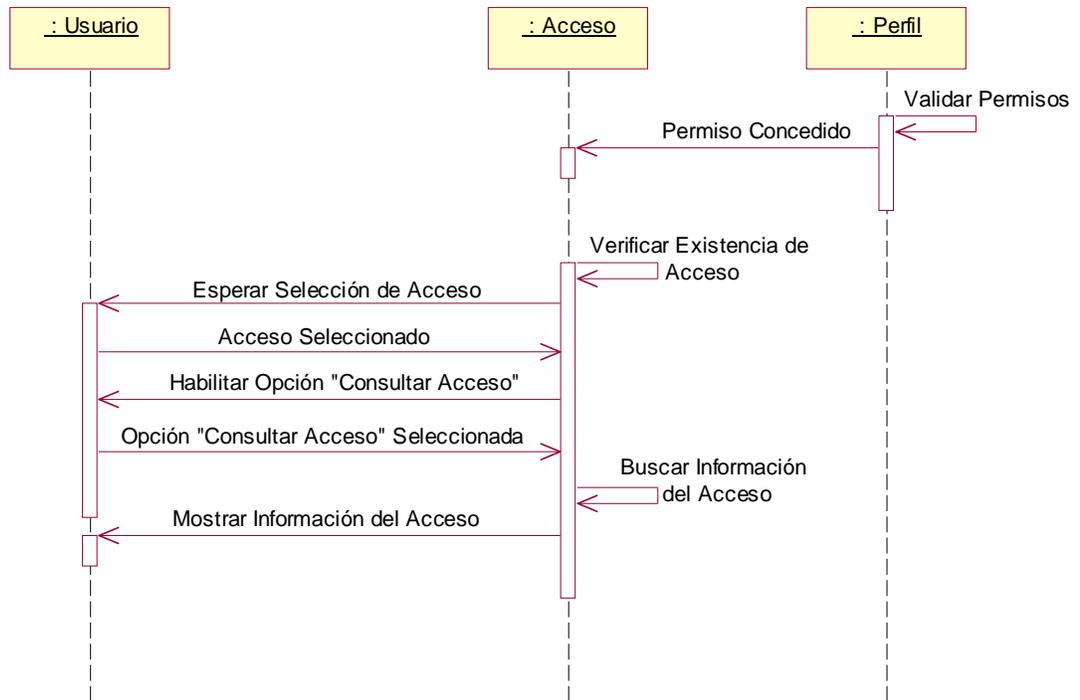
## Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Corredor



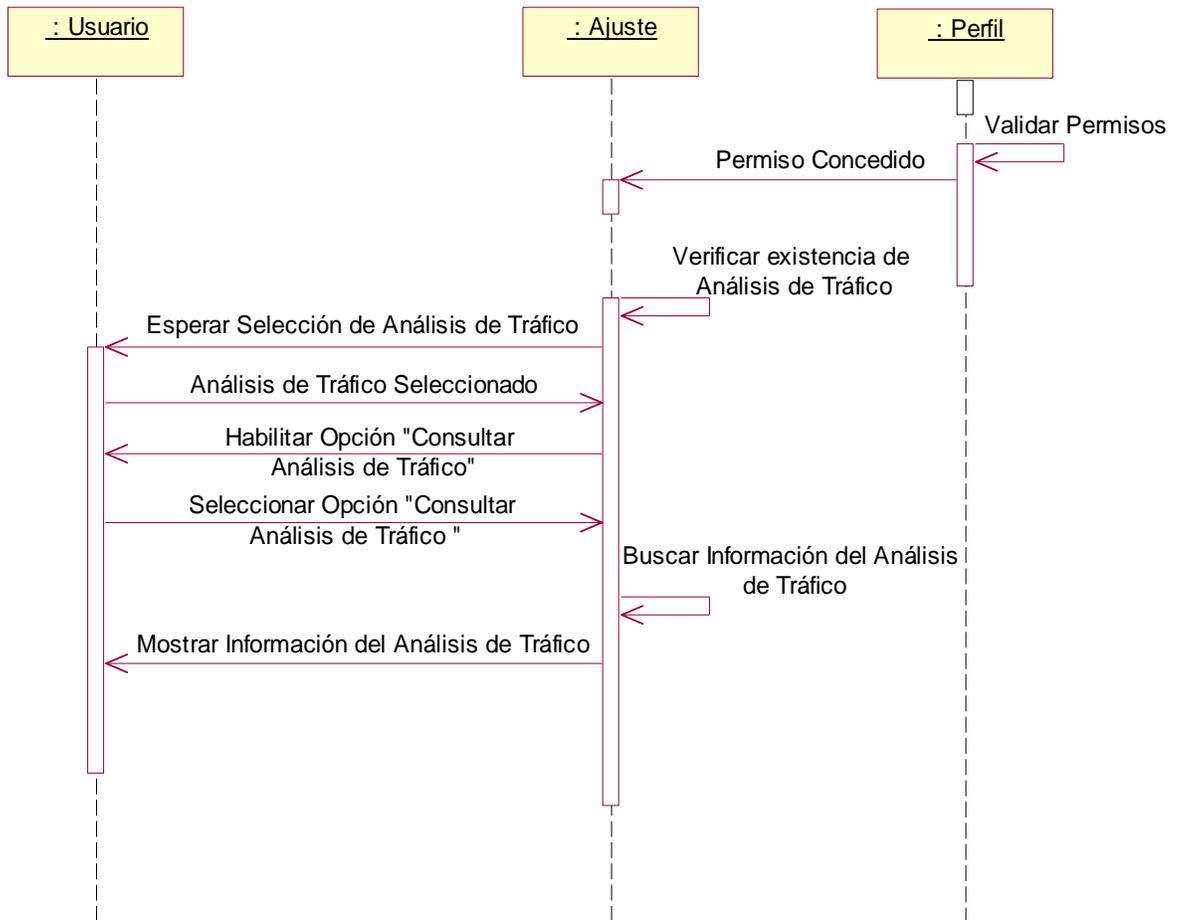
## Diagrama de Secuencia para Configurar Plano de Intersección



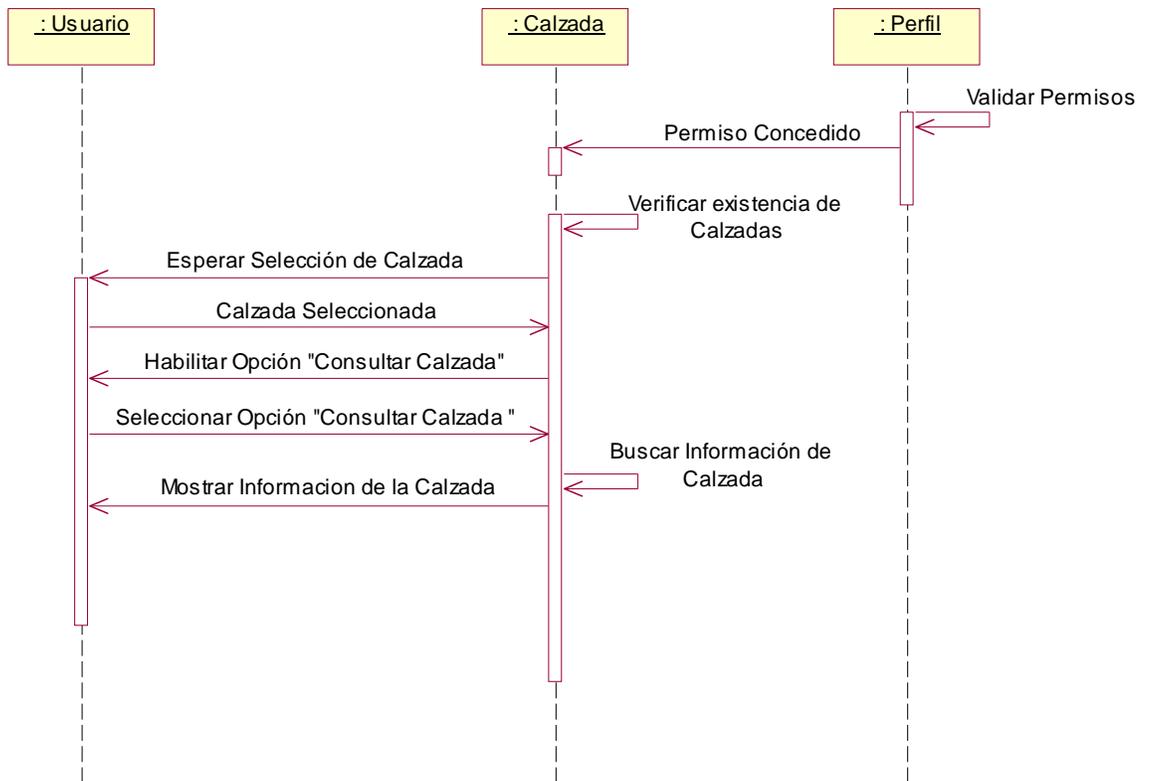
## Diagrama de Secuencia para Consultar Acceso



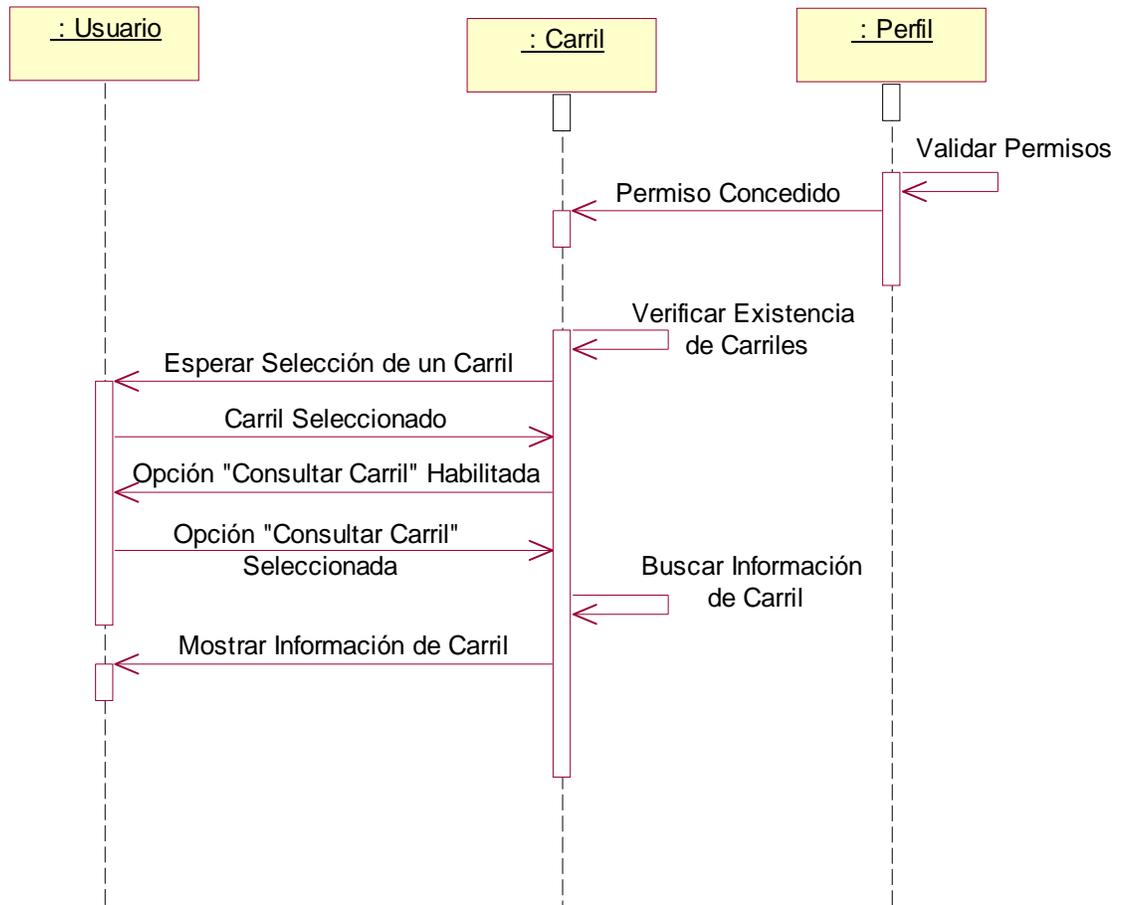
## Diagrama de Secuencia para Consultar Análisis de Tráfico



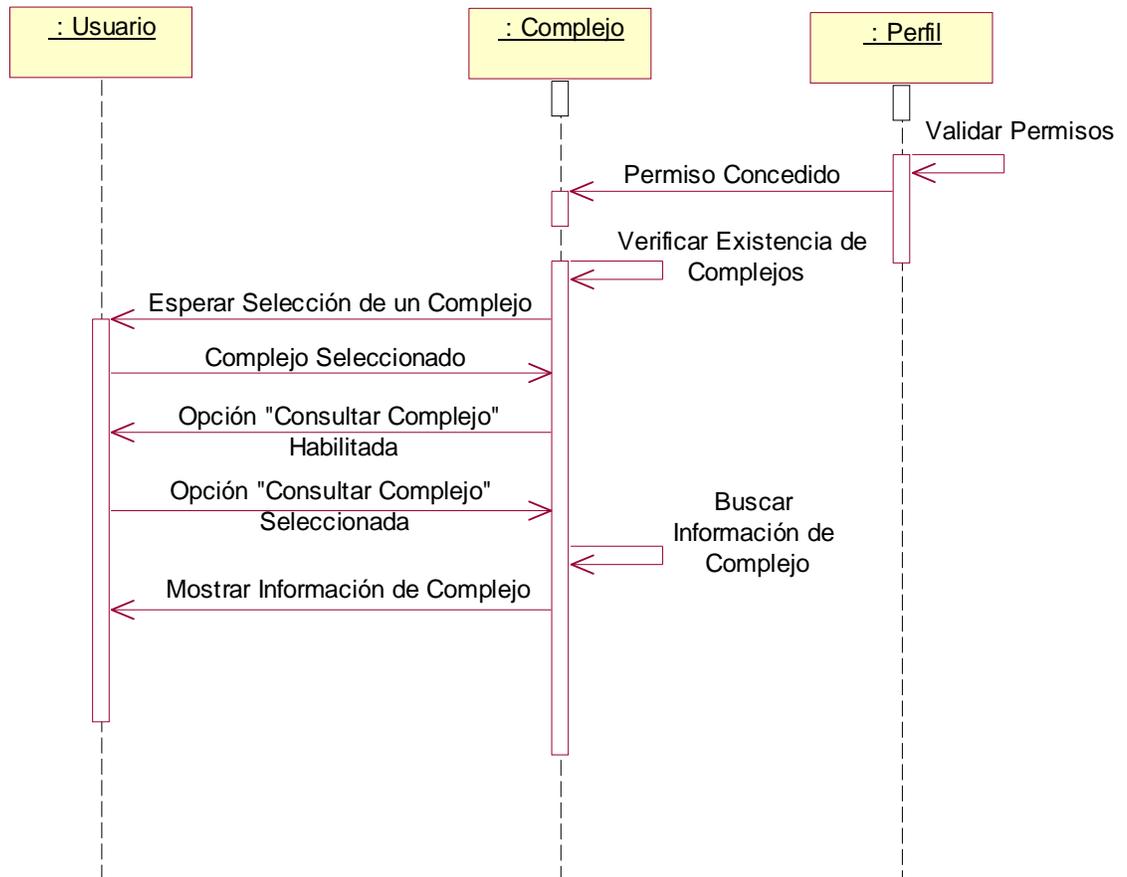
## Diagrama de Secuencia para Consultar Calzada



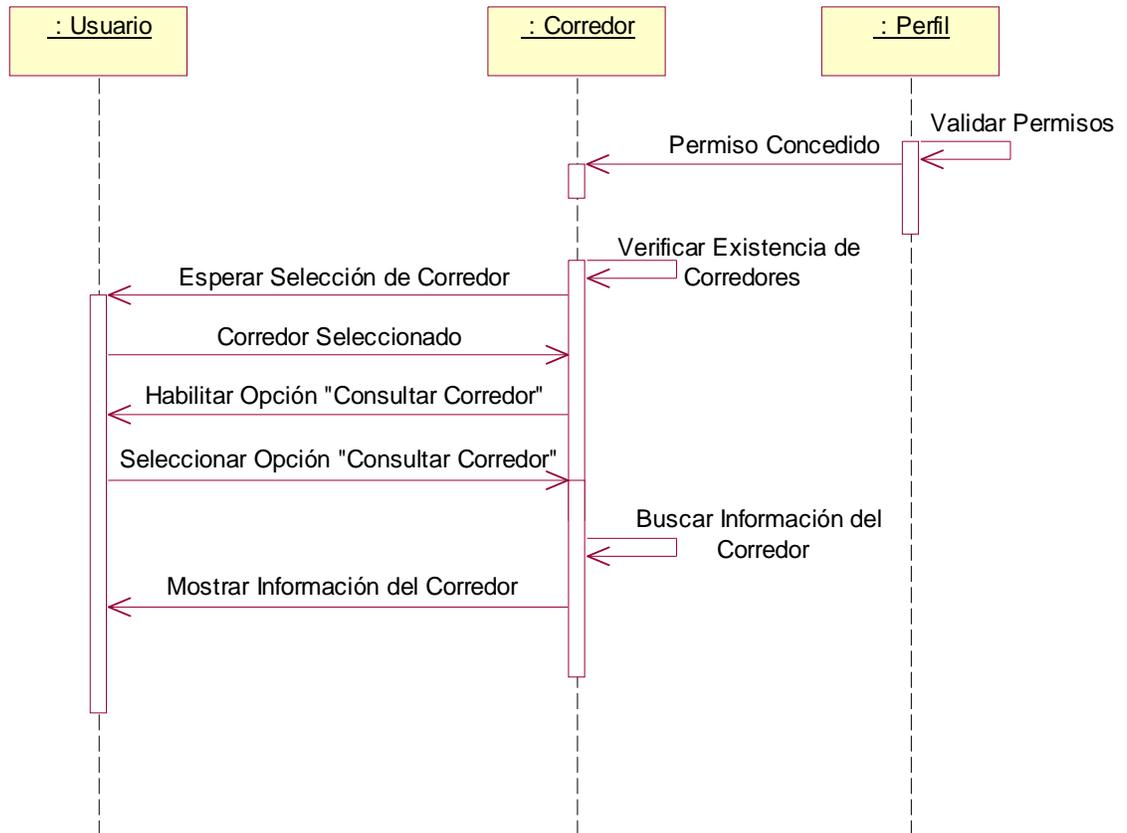
## Diagrama de Secuencia para Consultar Carril



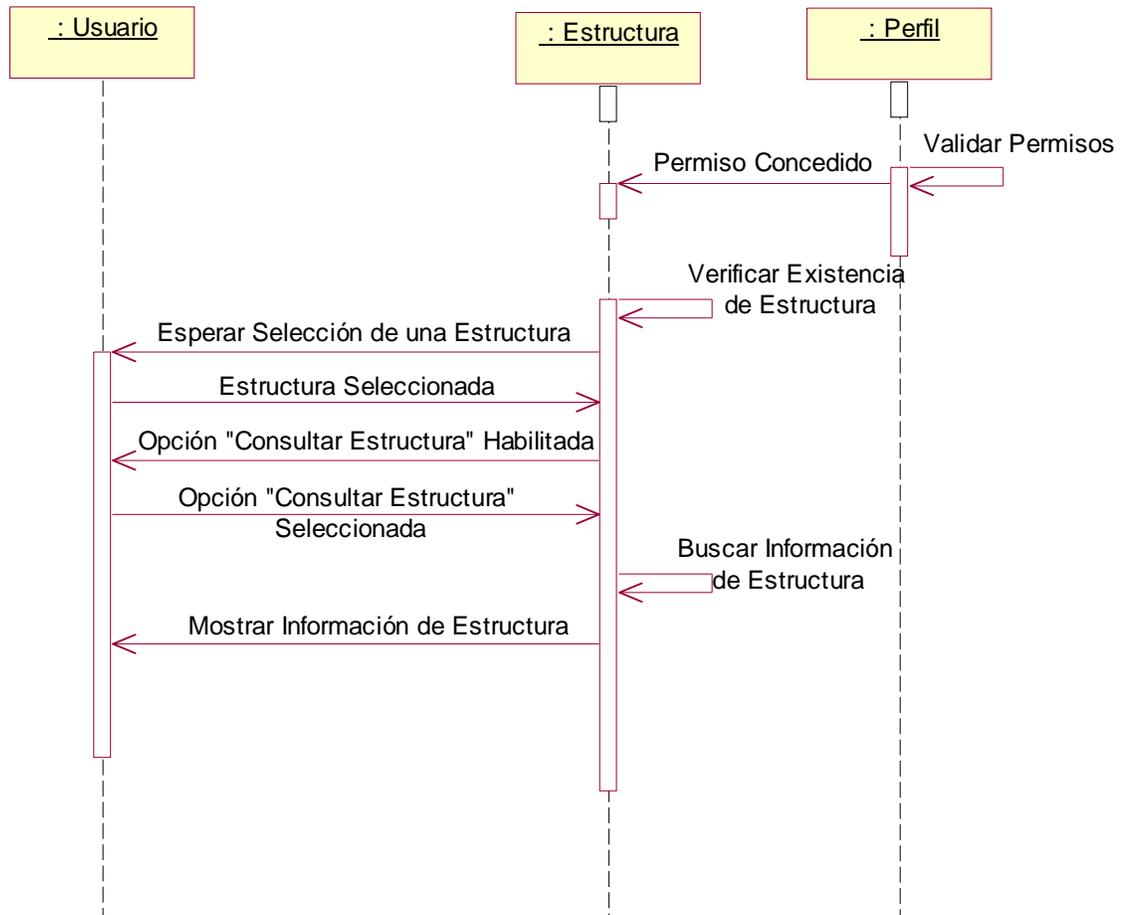
## Diagrama de Secuencia para Consultar Complejo



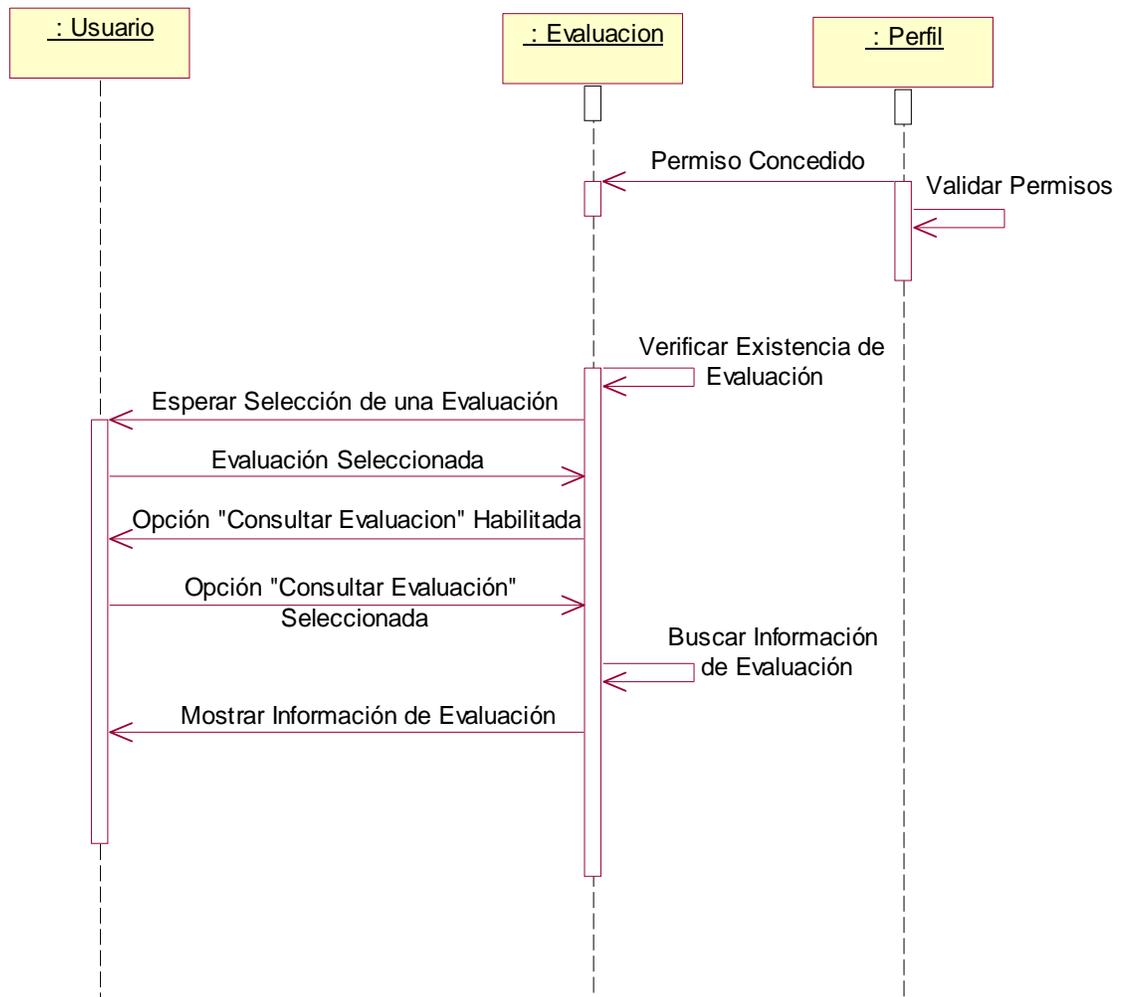
## Diagrama de Secuencia para Consultar Corredor



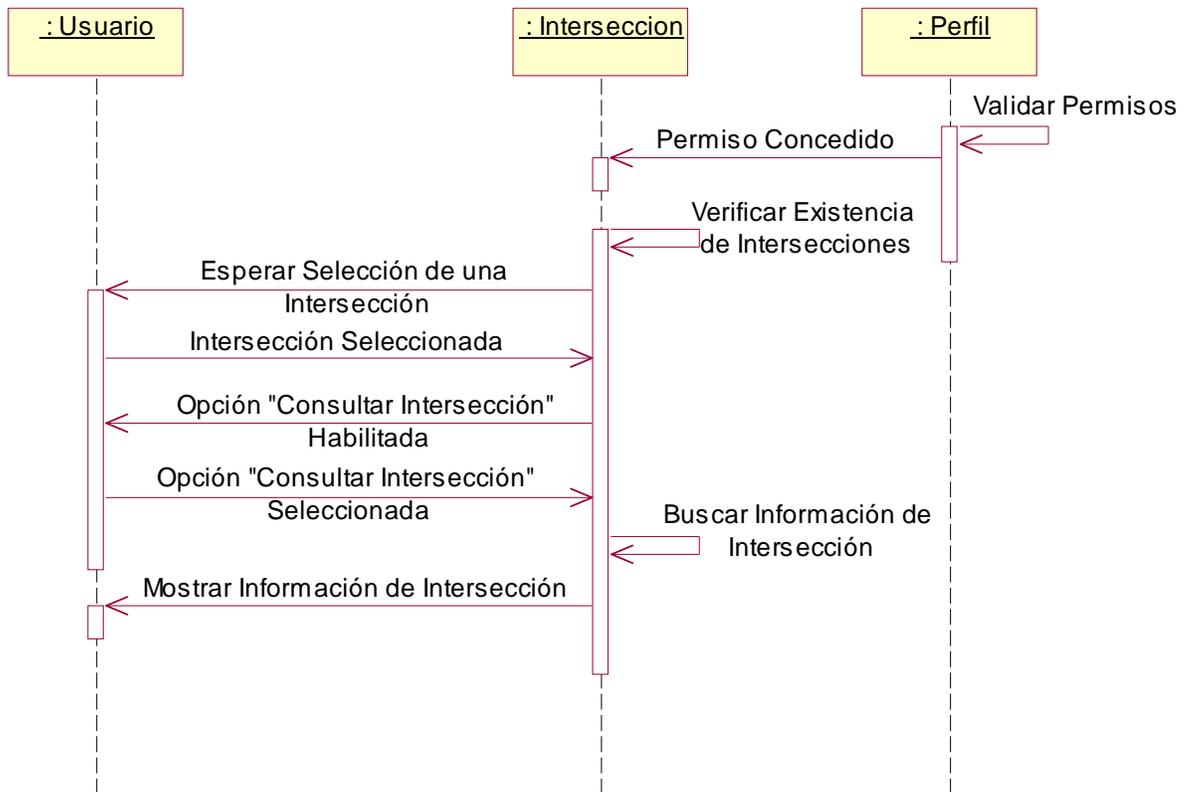
## Diagrama de Secuencia para Consultar Estructura



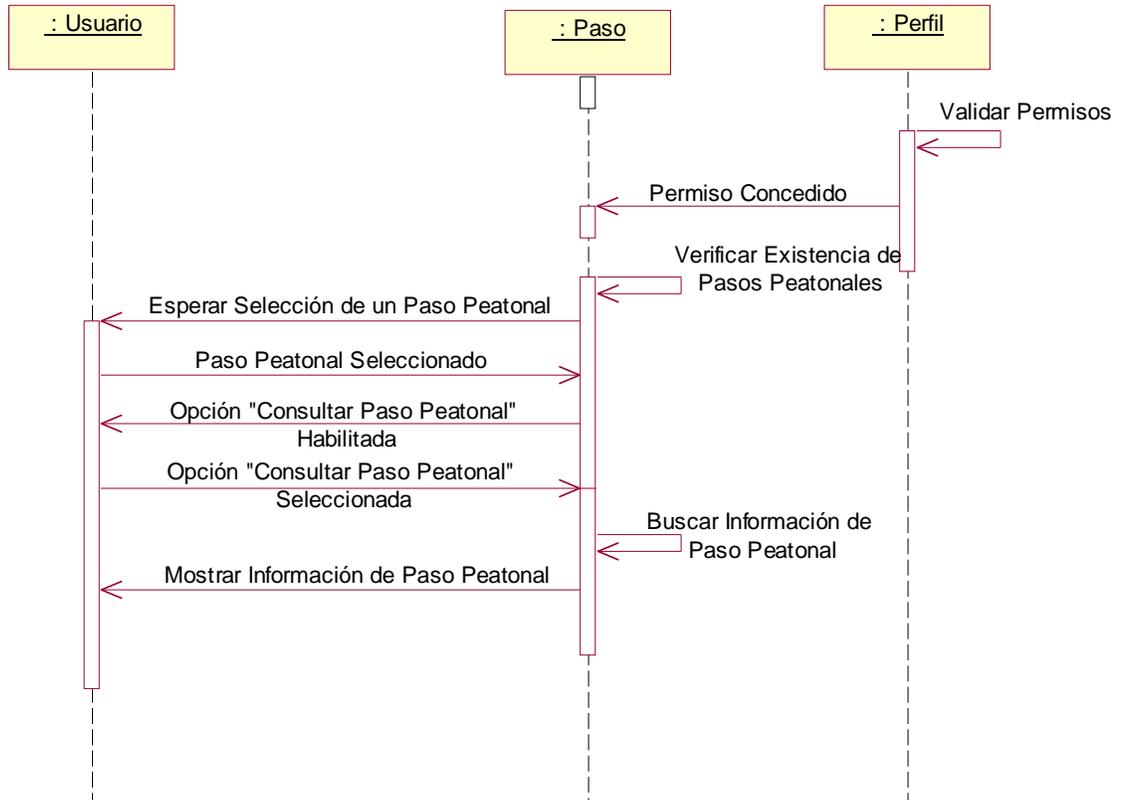
## Diagrama de Secuencia para Consultar Evaluación



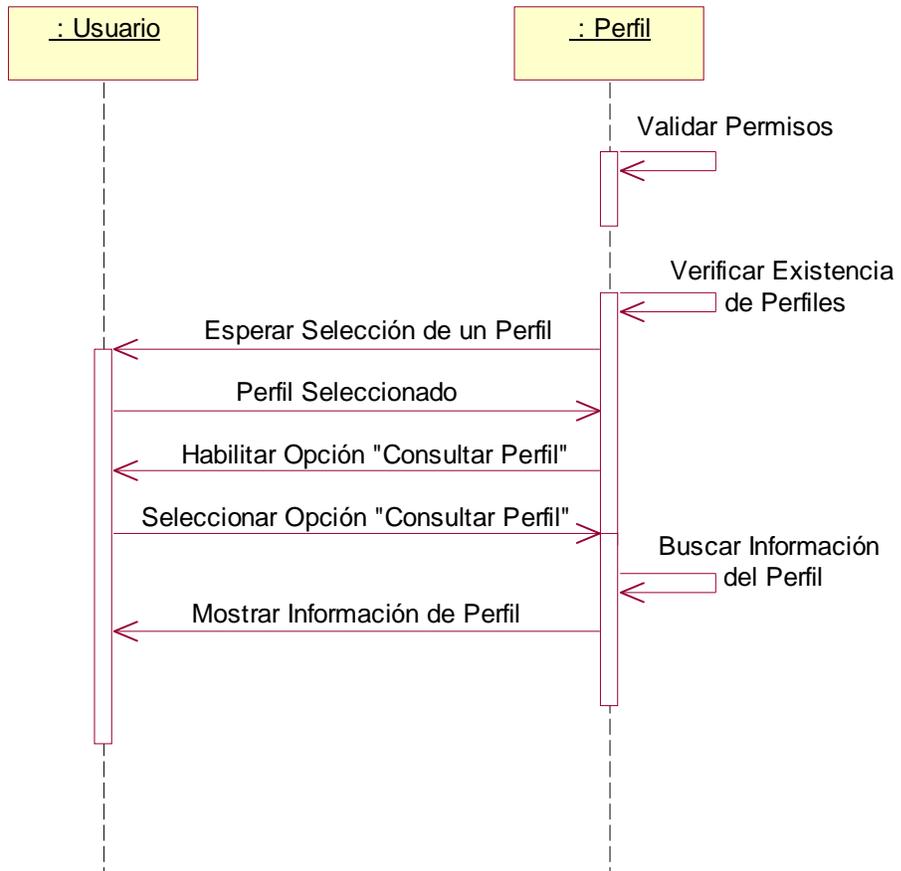
## Diagrama de Secuencia para Consultar Intersección



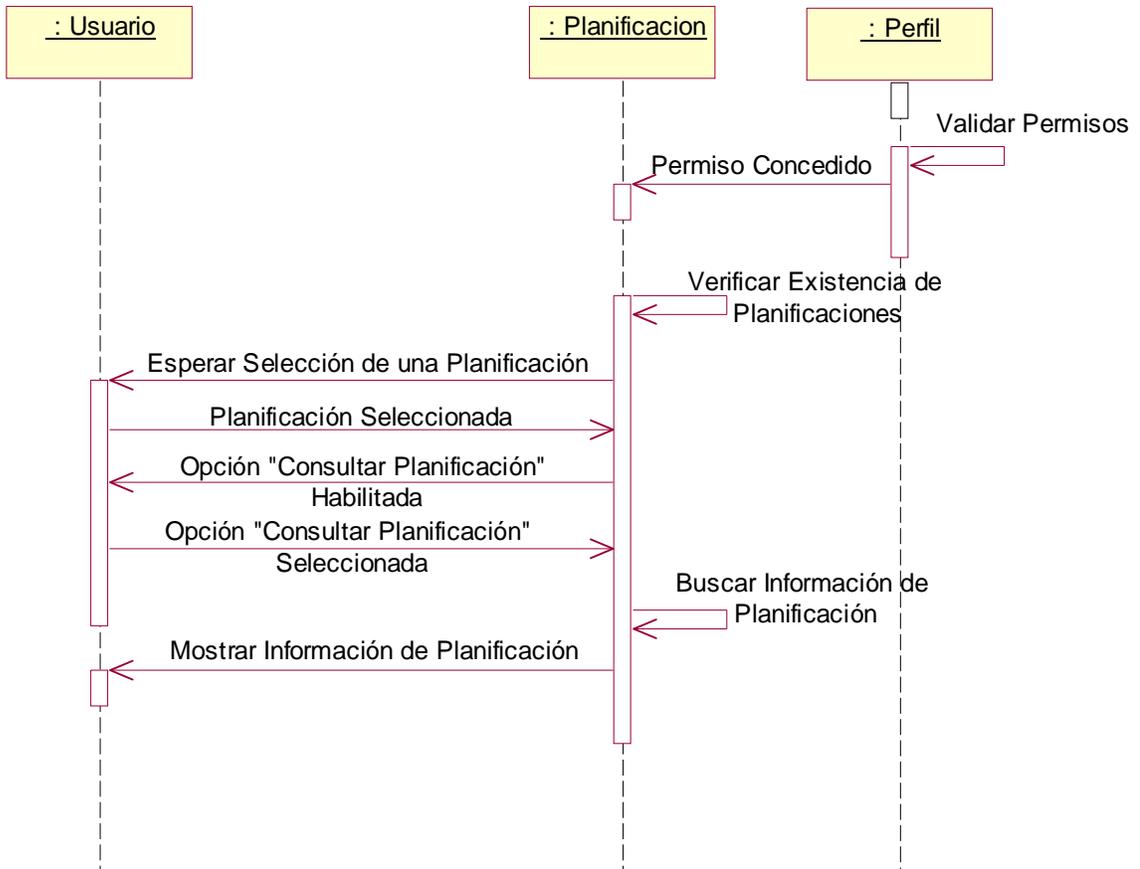
## Diagrama de Secuencia para Consultar Paso Peatonal



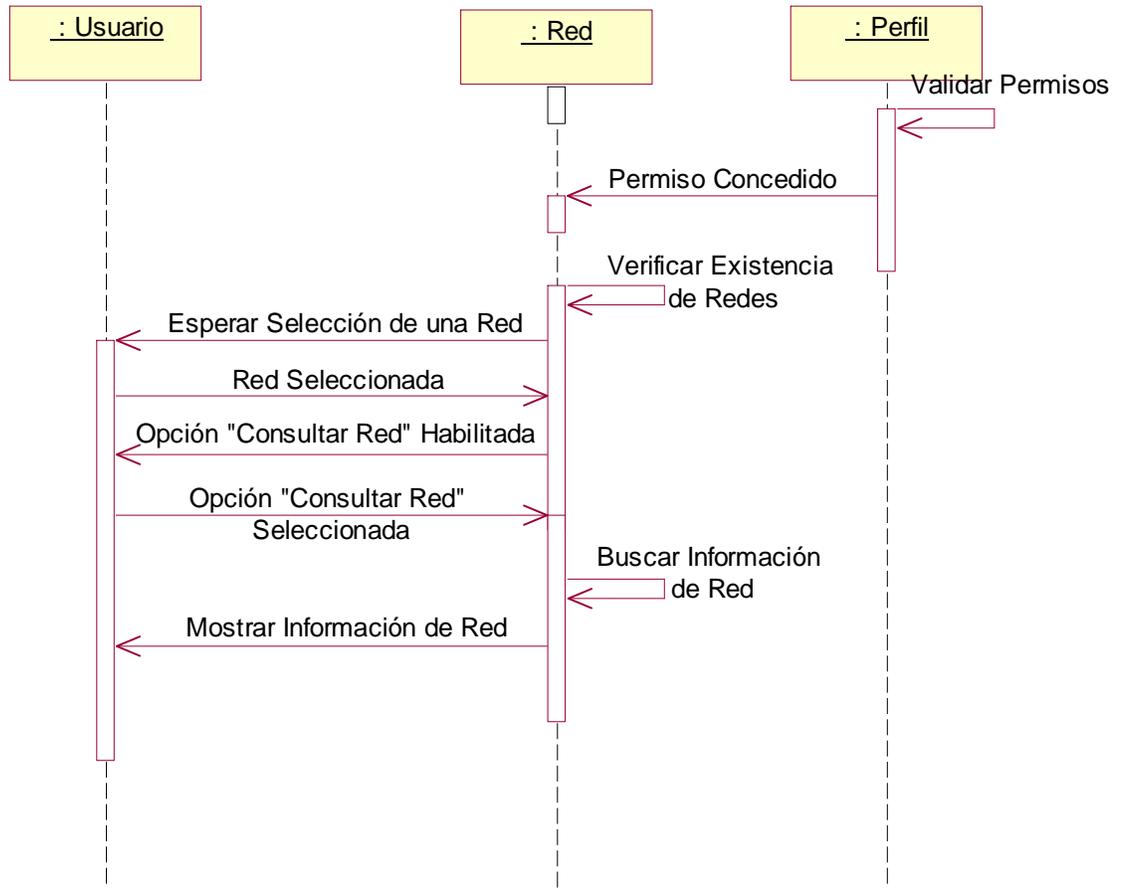
## Diagrama de Secuencia para Consultar Perfil



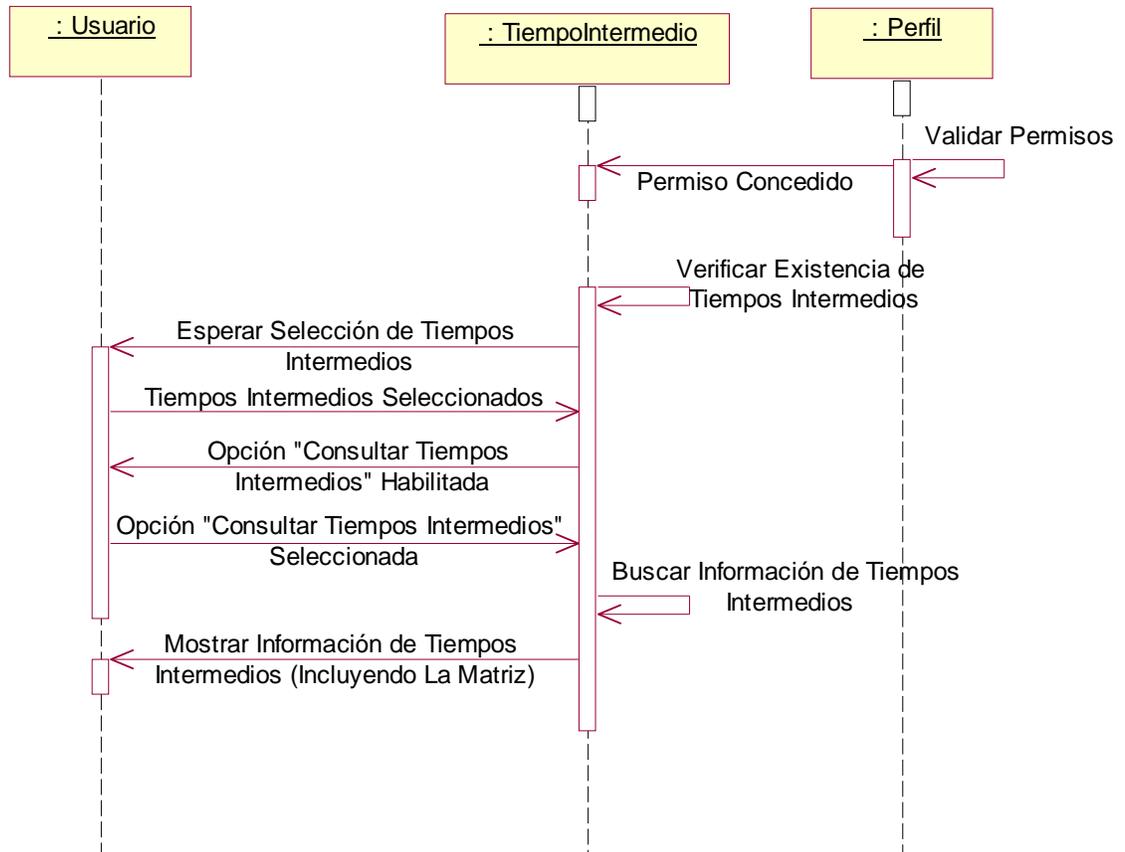
## Diagrama de Secuencia para Consultar Planificación



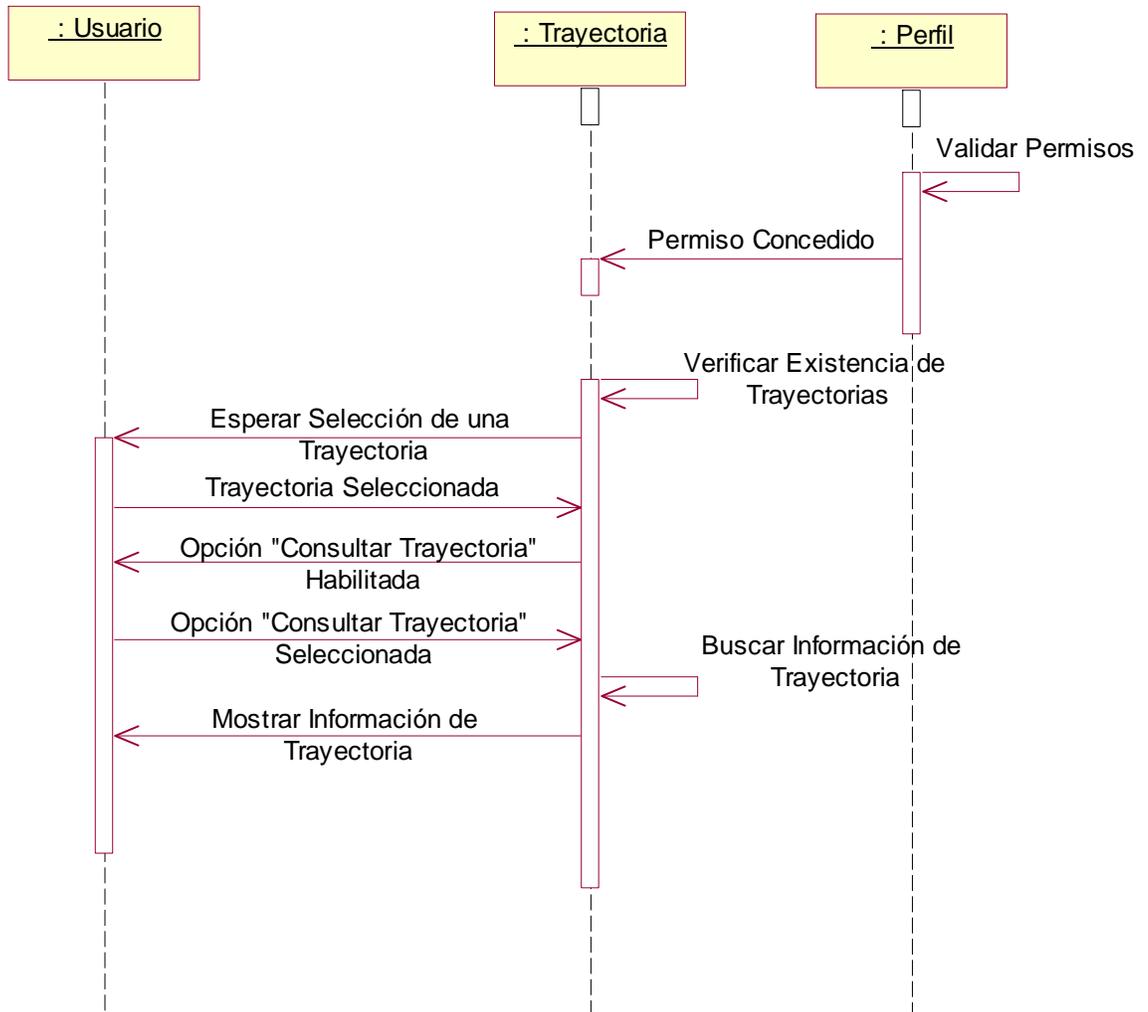
## Diagrama de Secuencia para Consultar Red



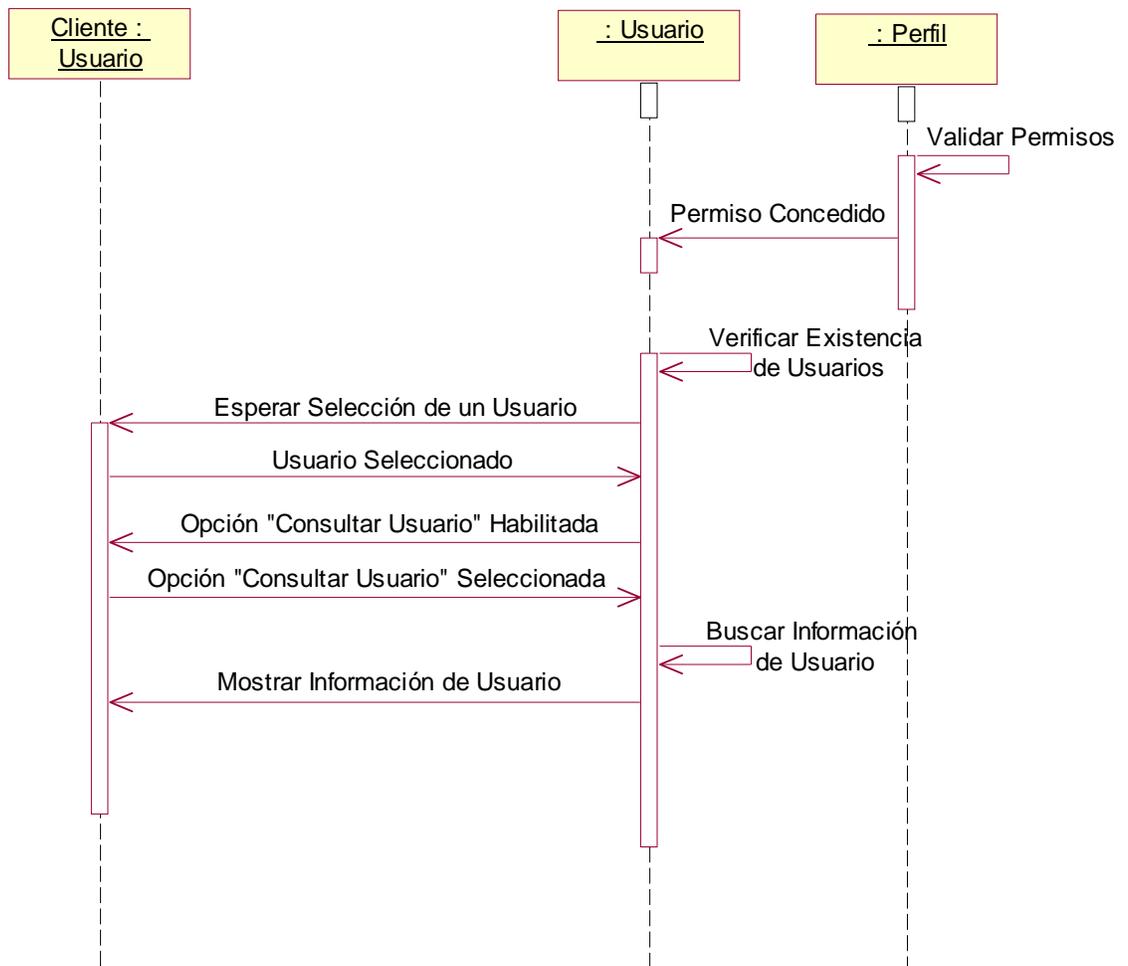
## Diagrama de Secuencia para Consultar Tiempos Intermedios



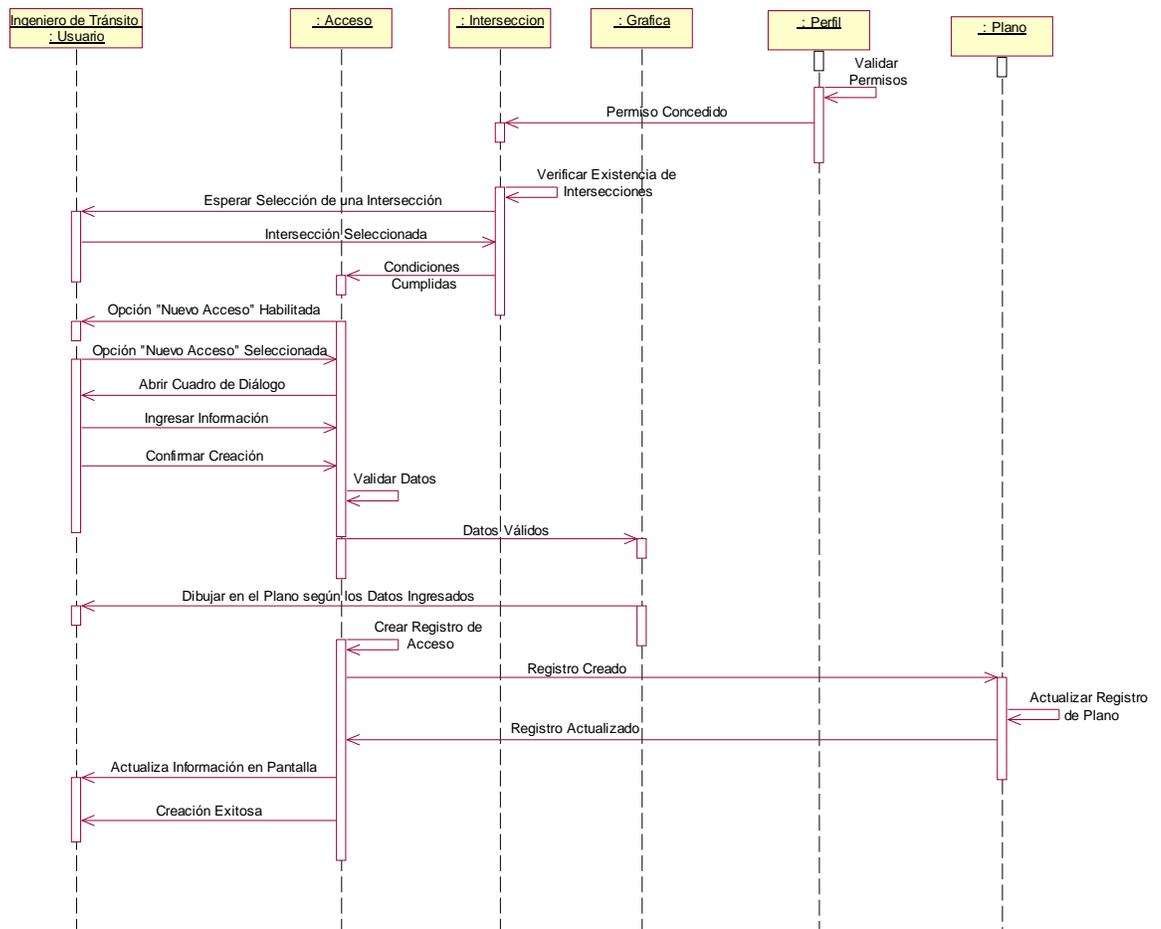
## Diagrama de Secuencia para Consultar Trayectoria



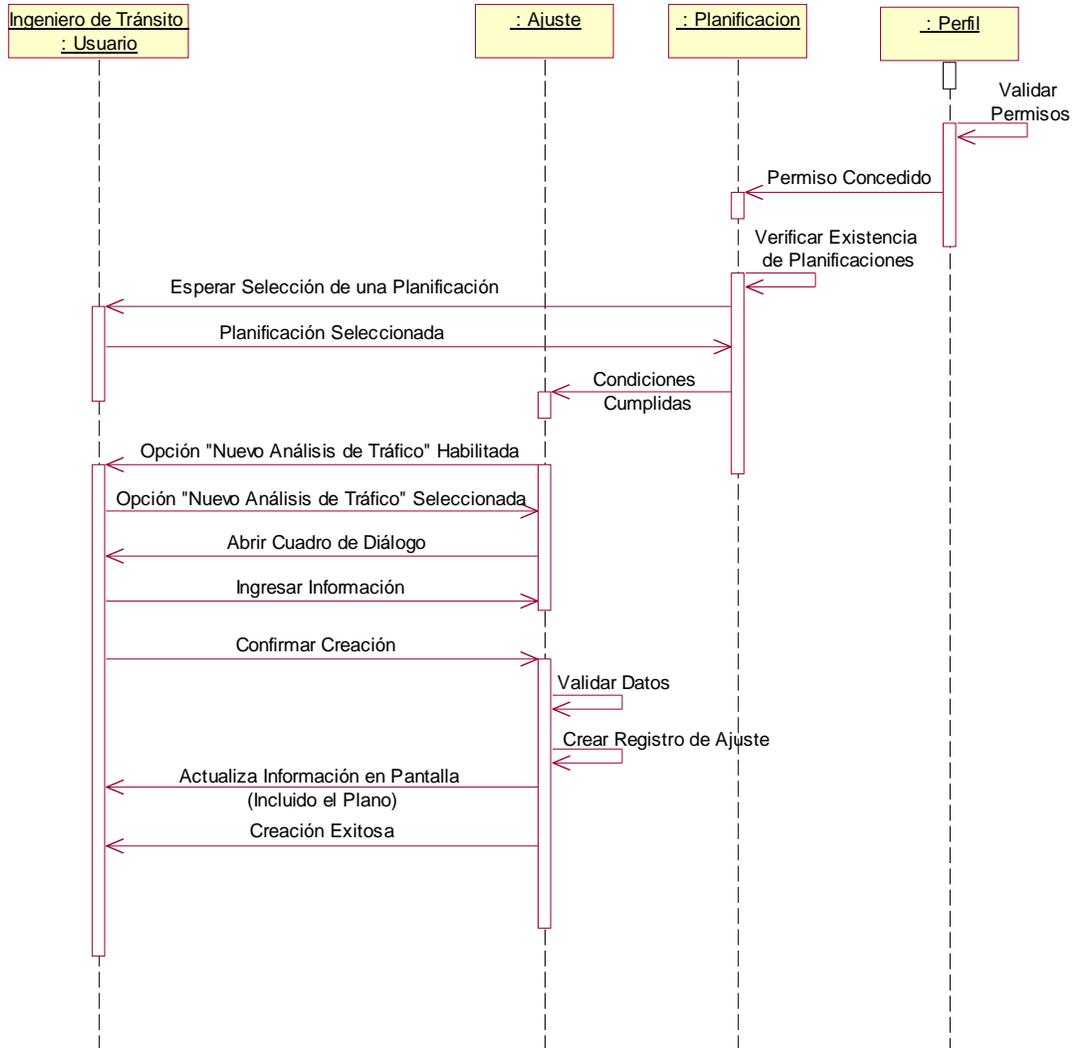
## Diagrama de Secuencia para Consultar Usuario



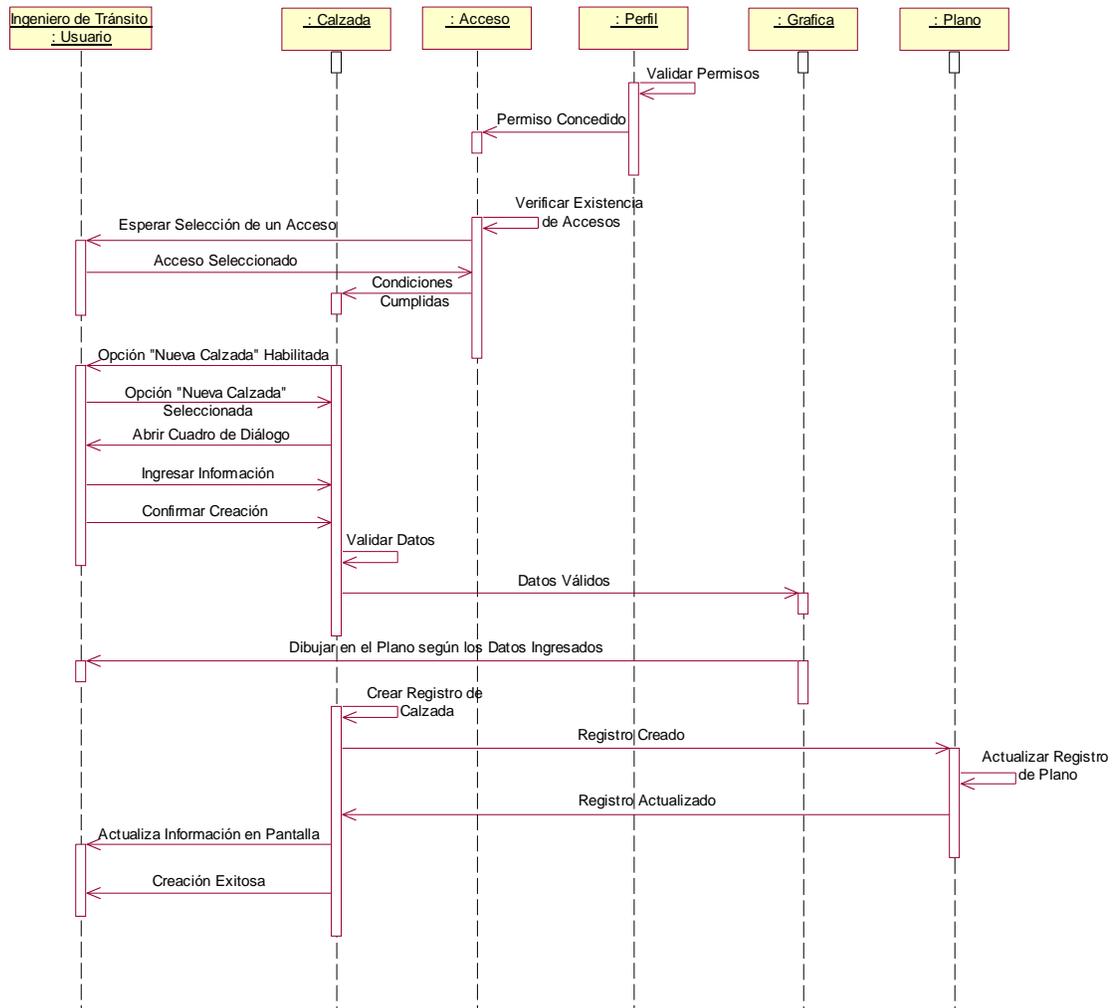
## Diagrama de Secuencia para Crear Acceso



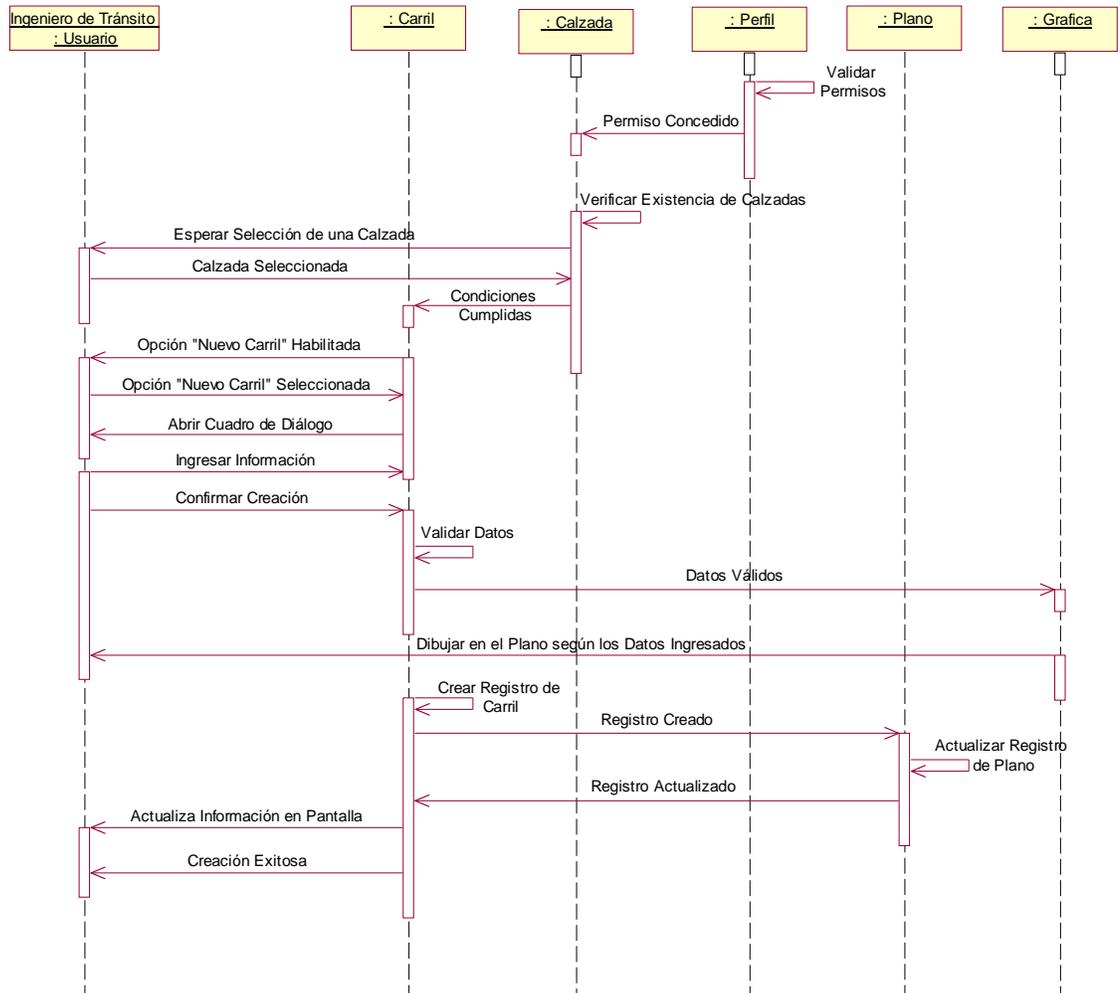
## Diagrama de Secuencia para Crear Análisis de Tráfico



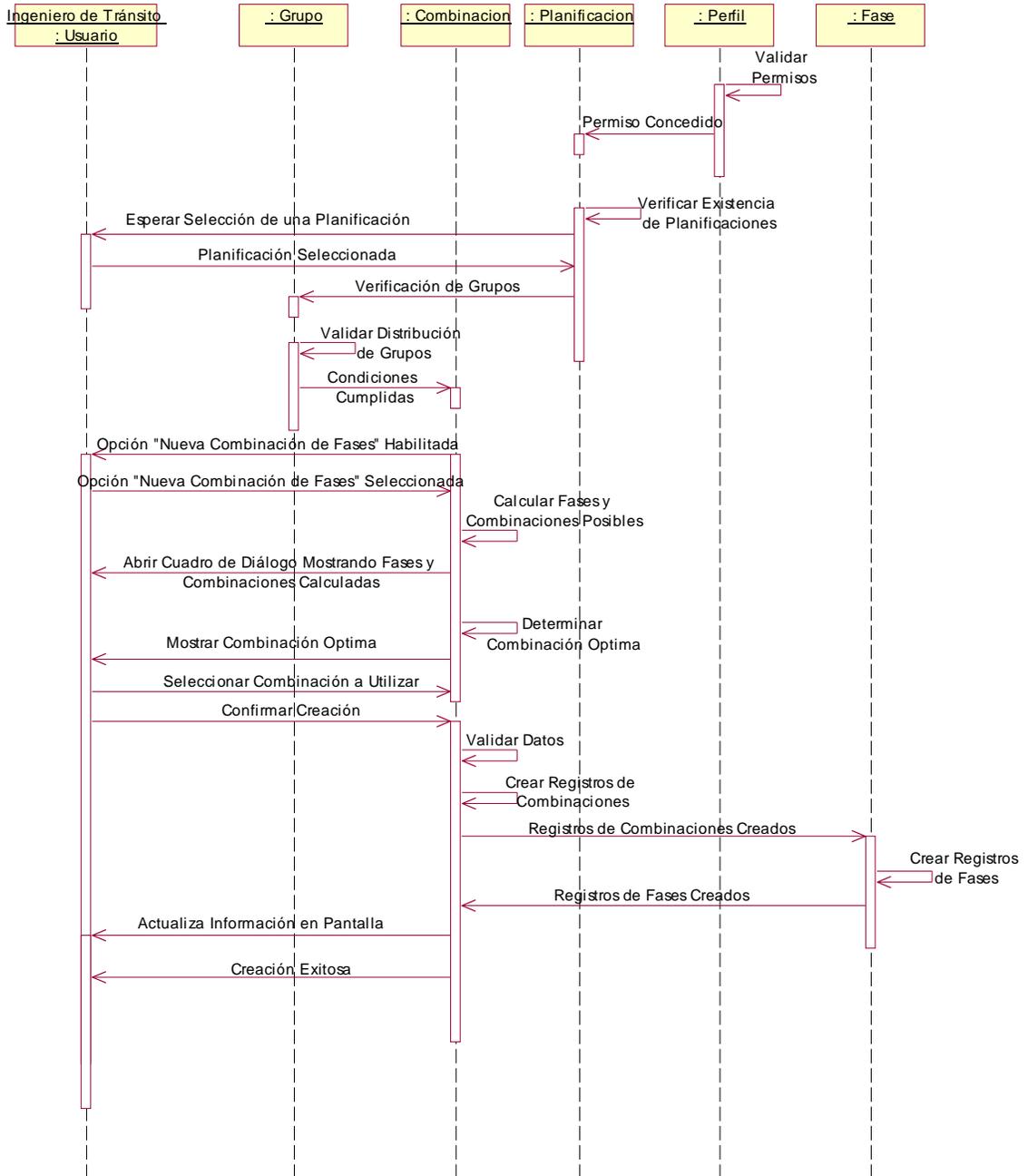
## Diagrama de Secuencia para Crear Calzada



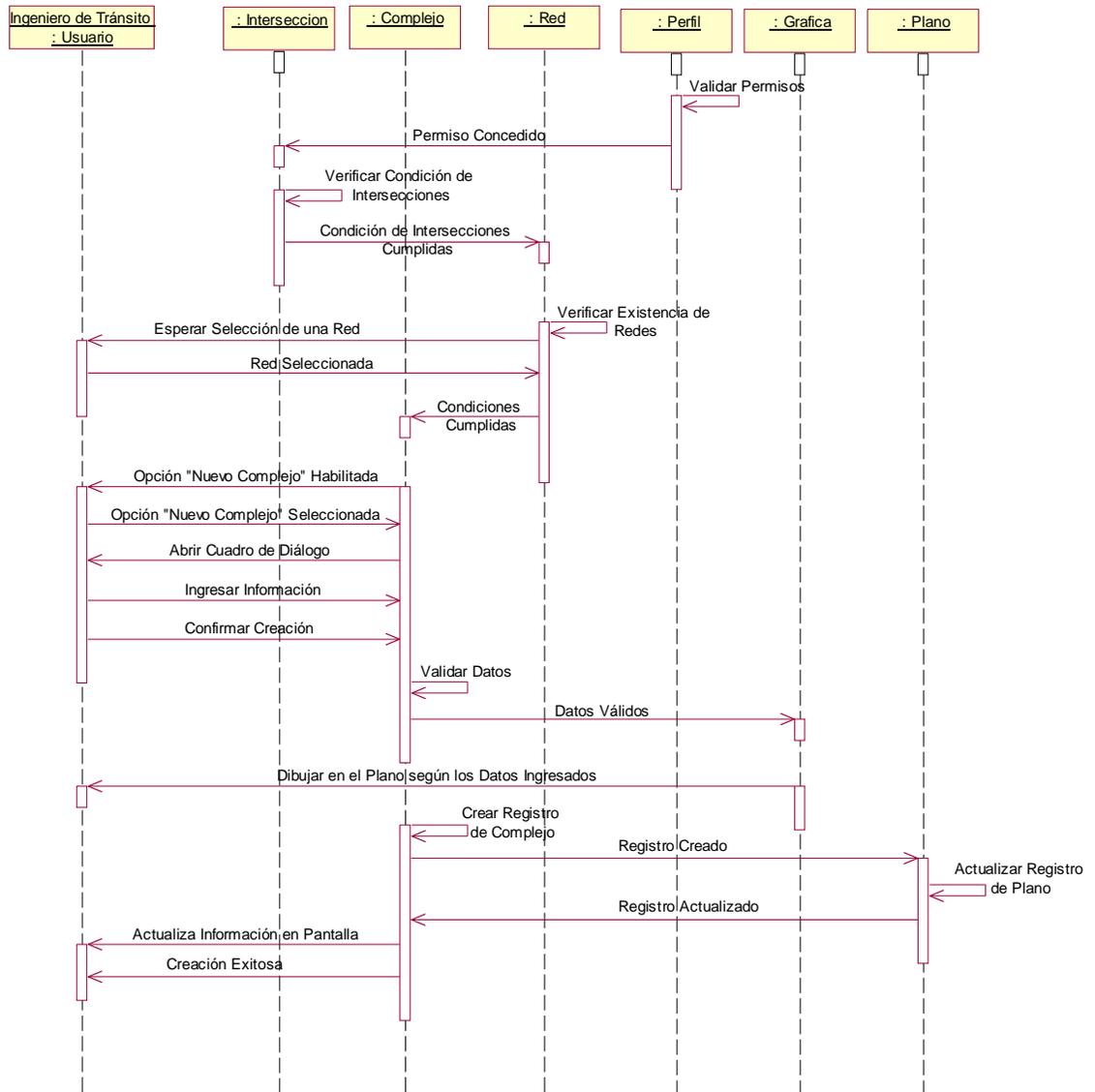
## Diagrama de Secuencia para Crear Carril



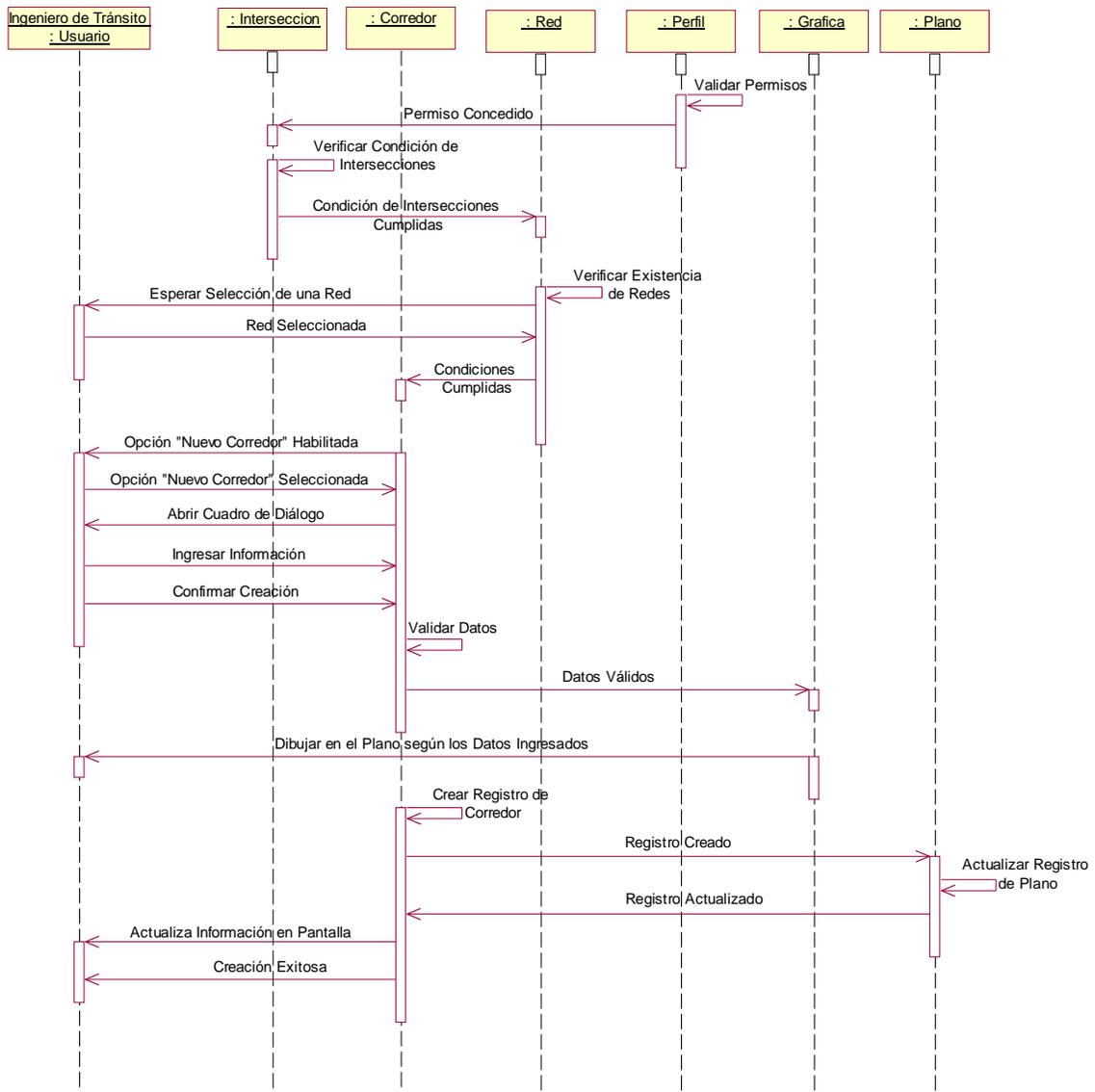
## Diagrama de Secuencia para Crear Combinación



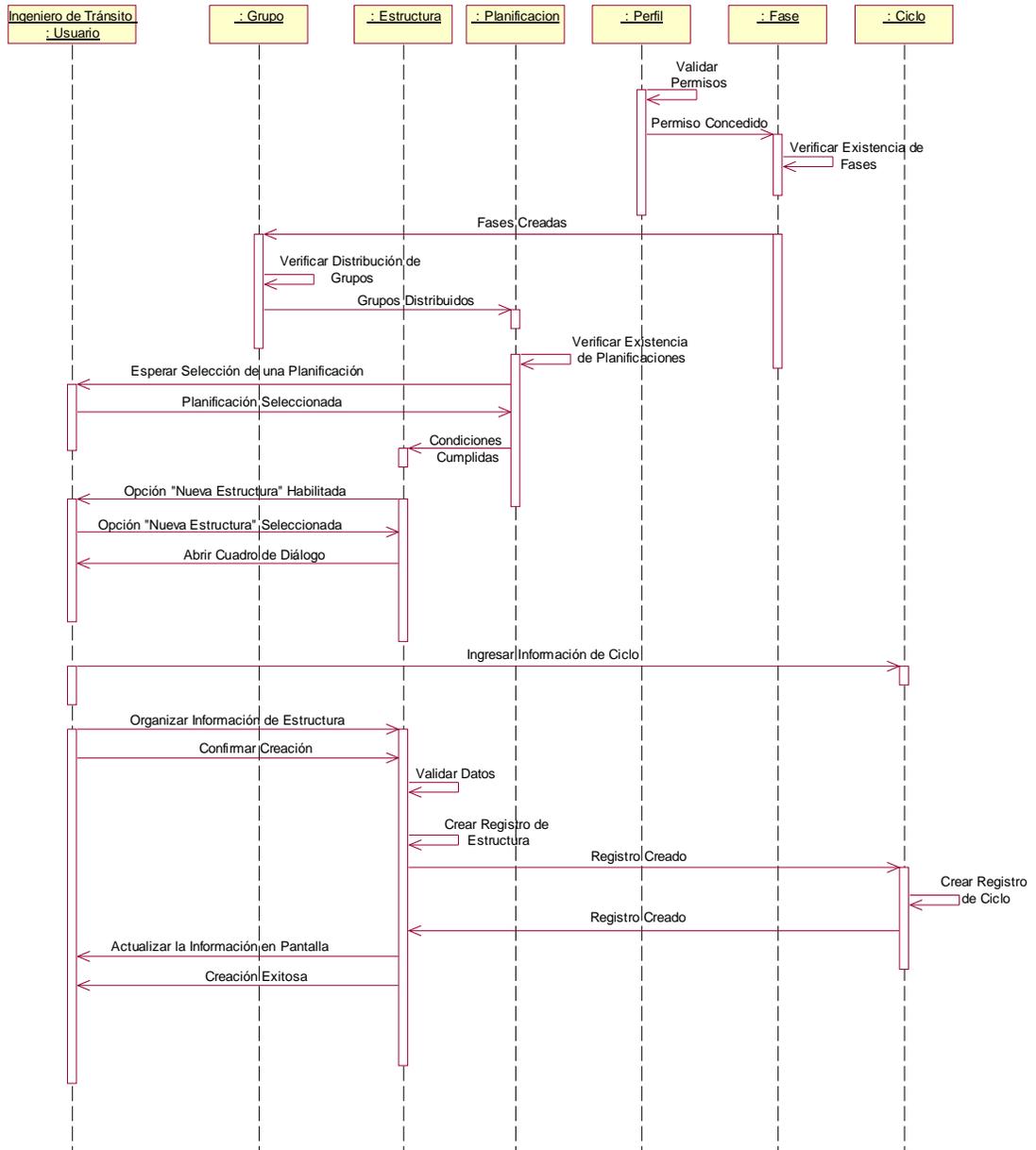
## Diagrama de Secuencia para Crear Complejo



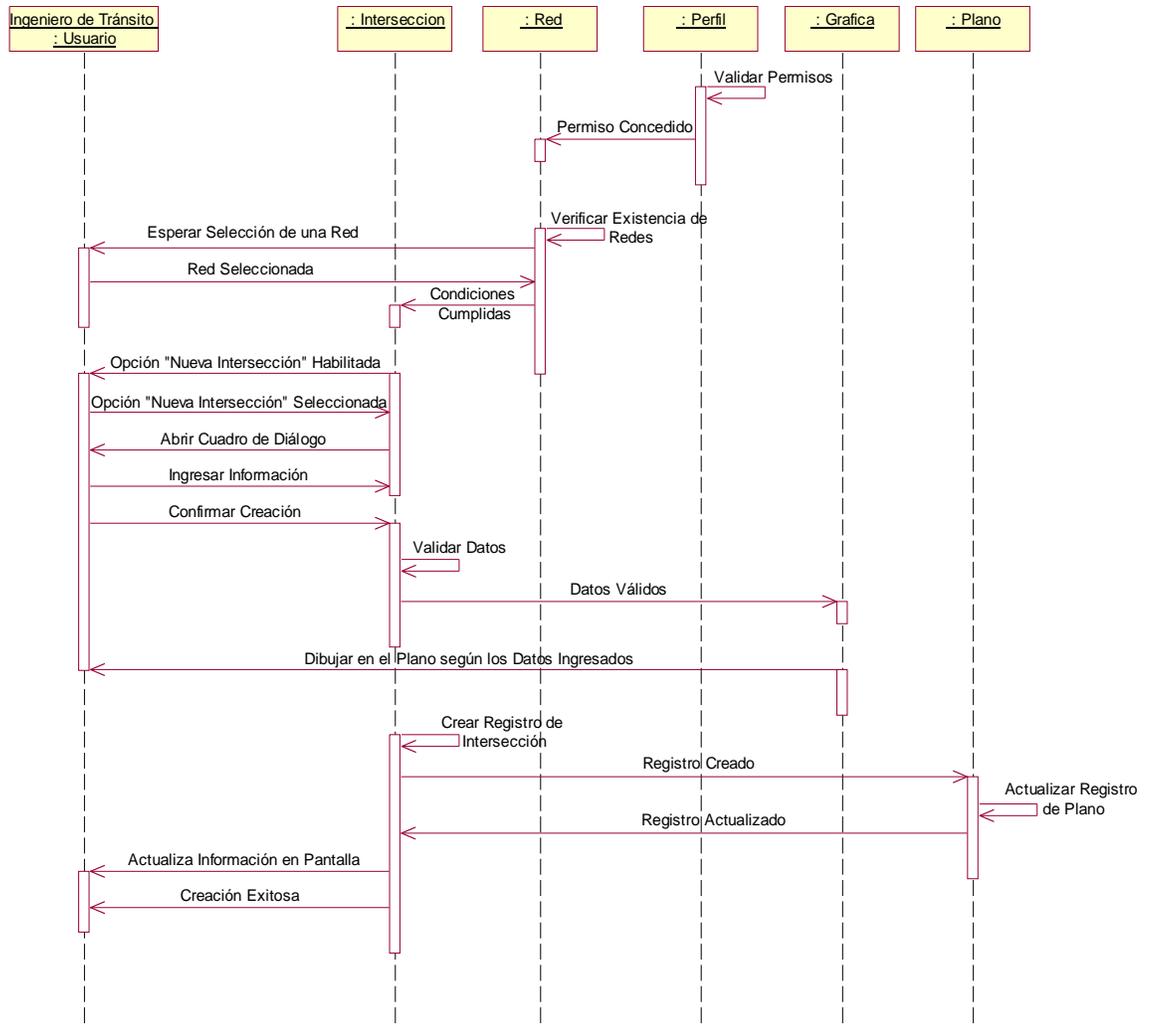
## Diagrama de Secuencia para Crear Corredor



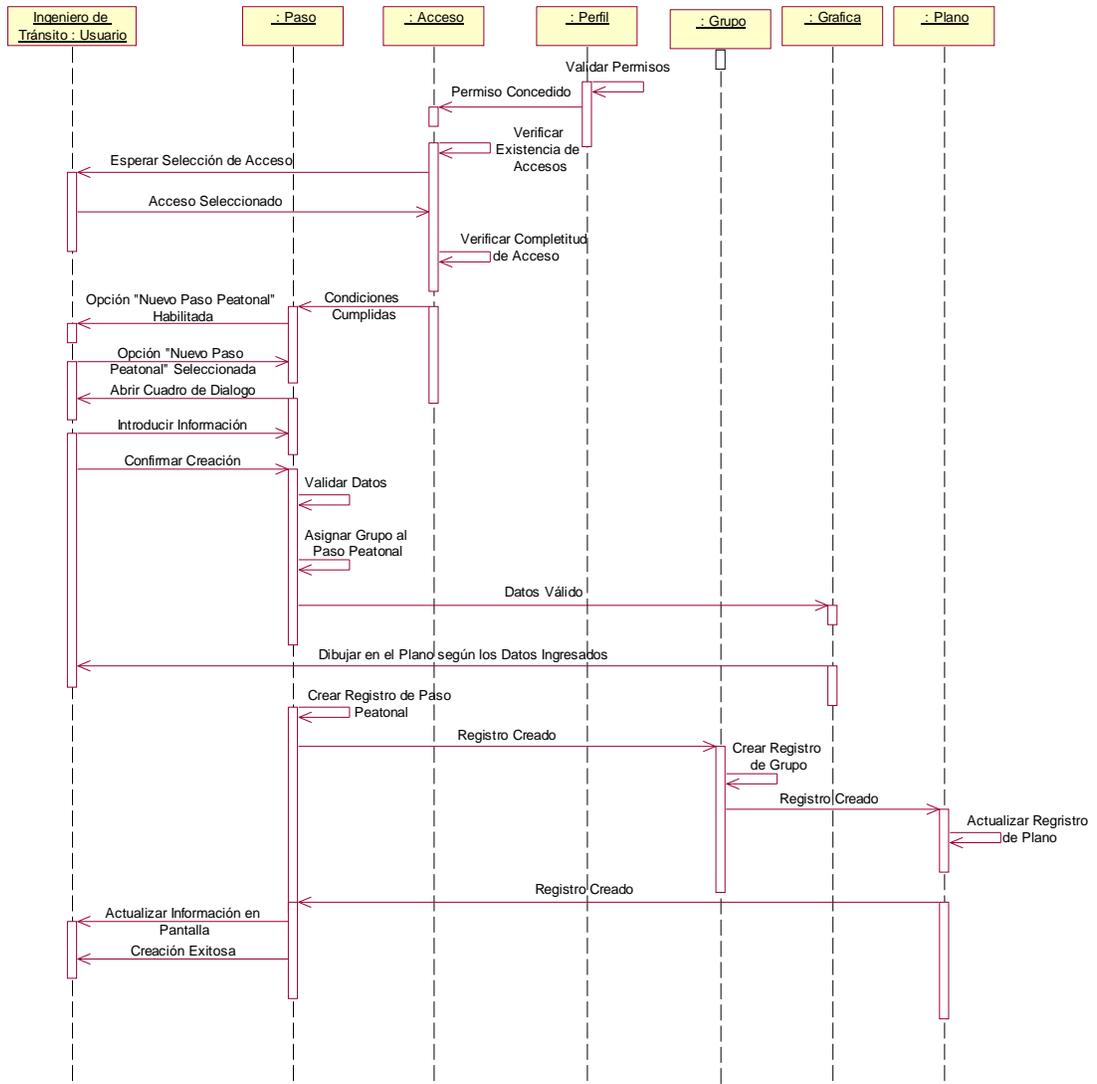
## Diagrama de Secuencia para Crear Estructura



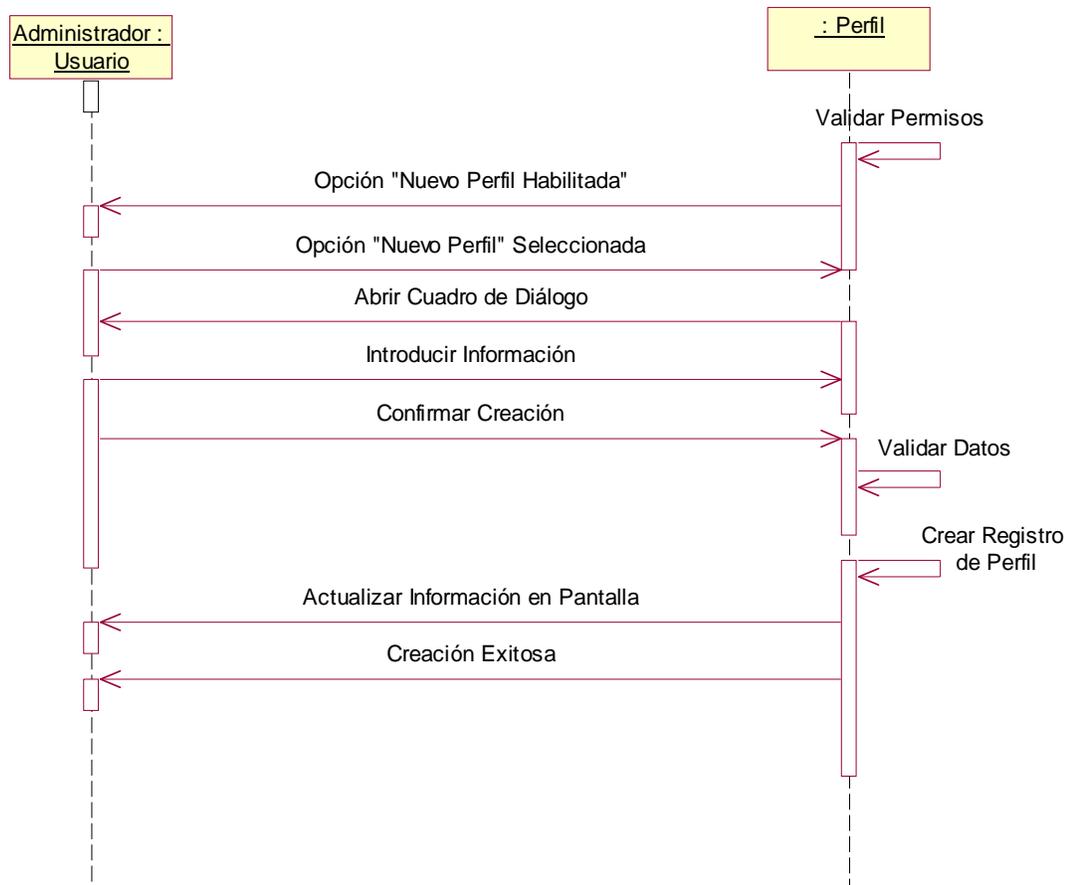
## Diagrama de Secuencia para Crear Intersección



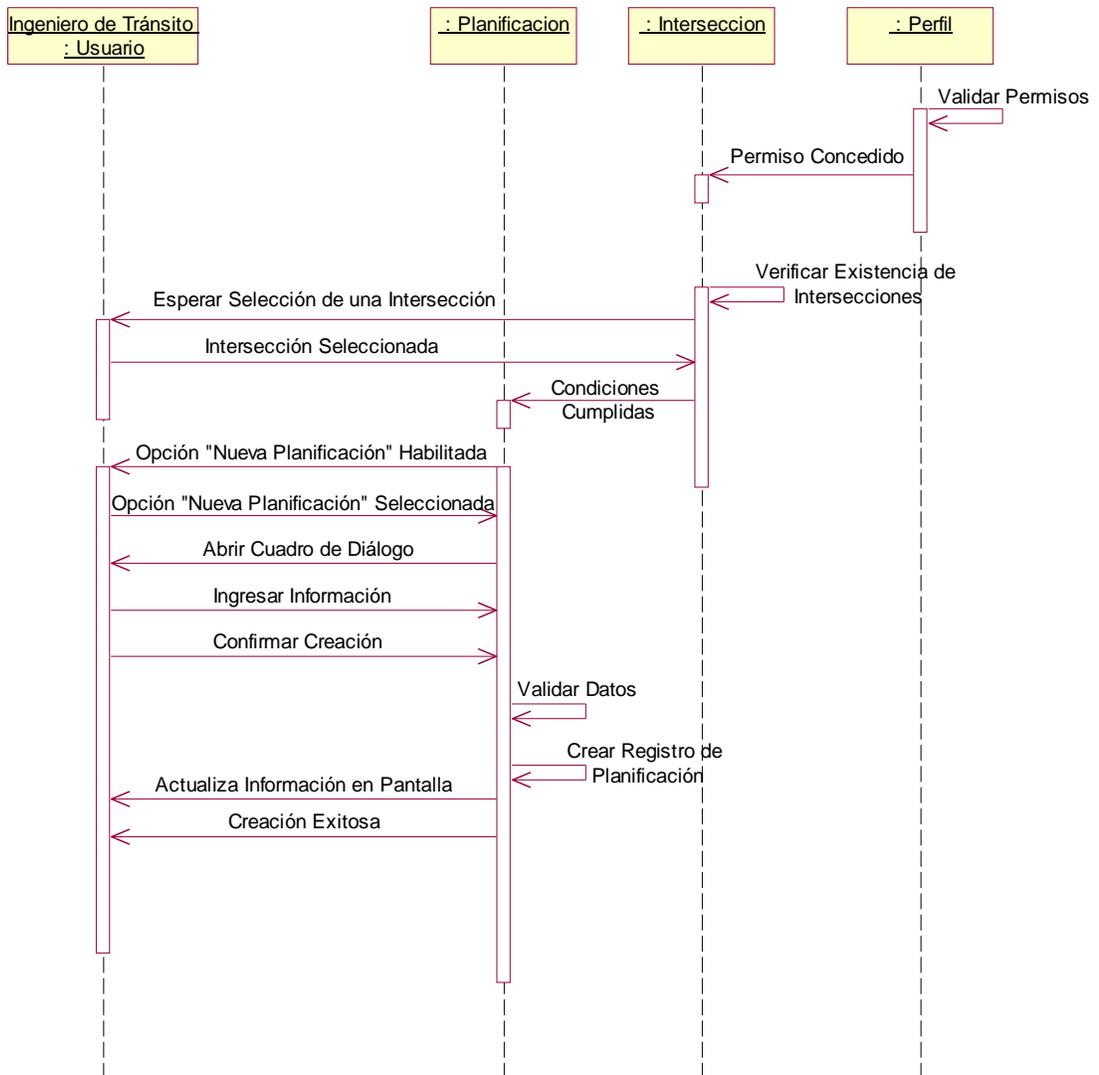
## Diagrama de Secuencia para Crear Paso Peatonal



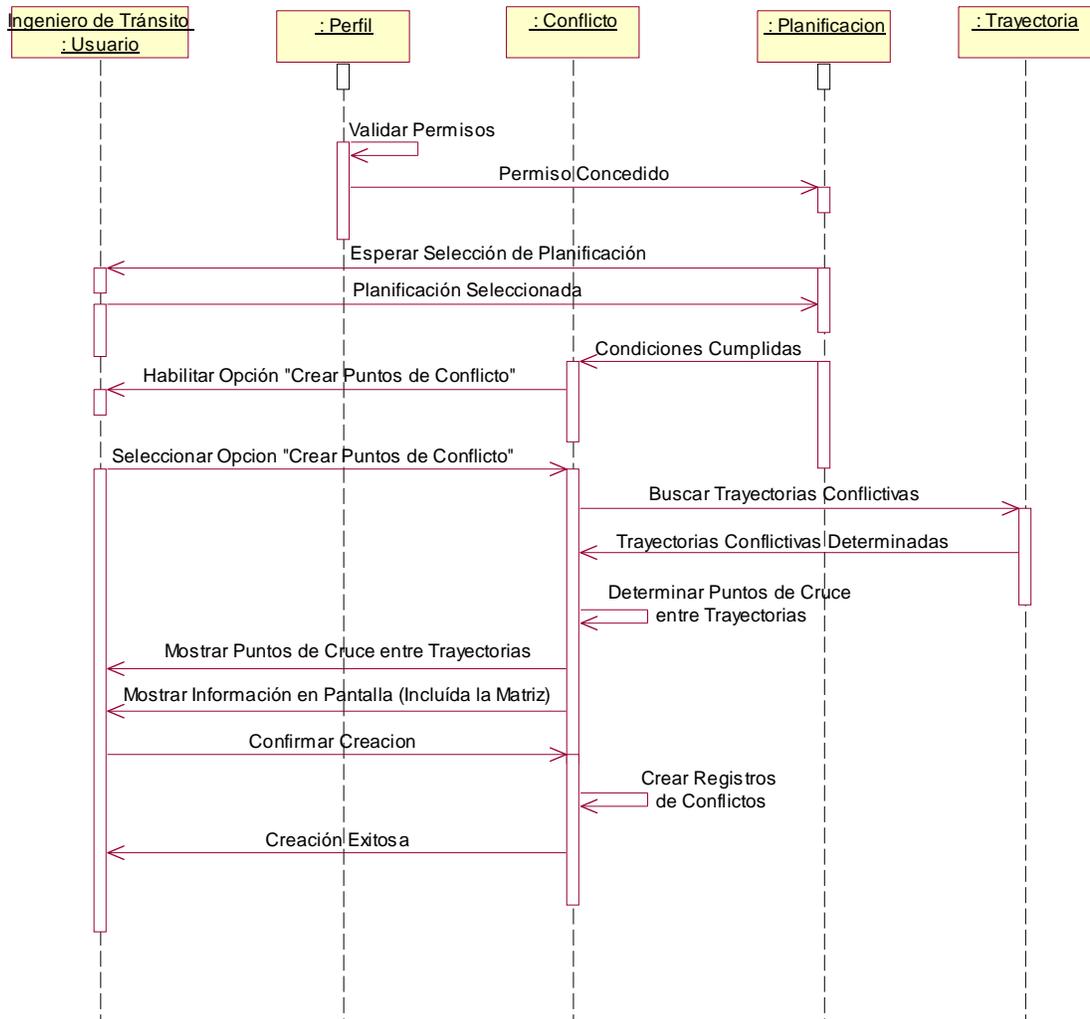
## Diagrama de Secuencia para Crear Perfil



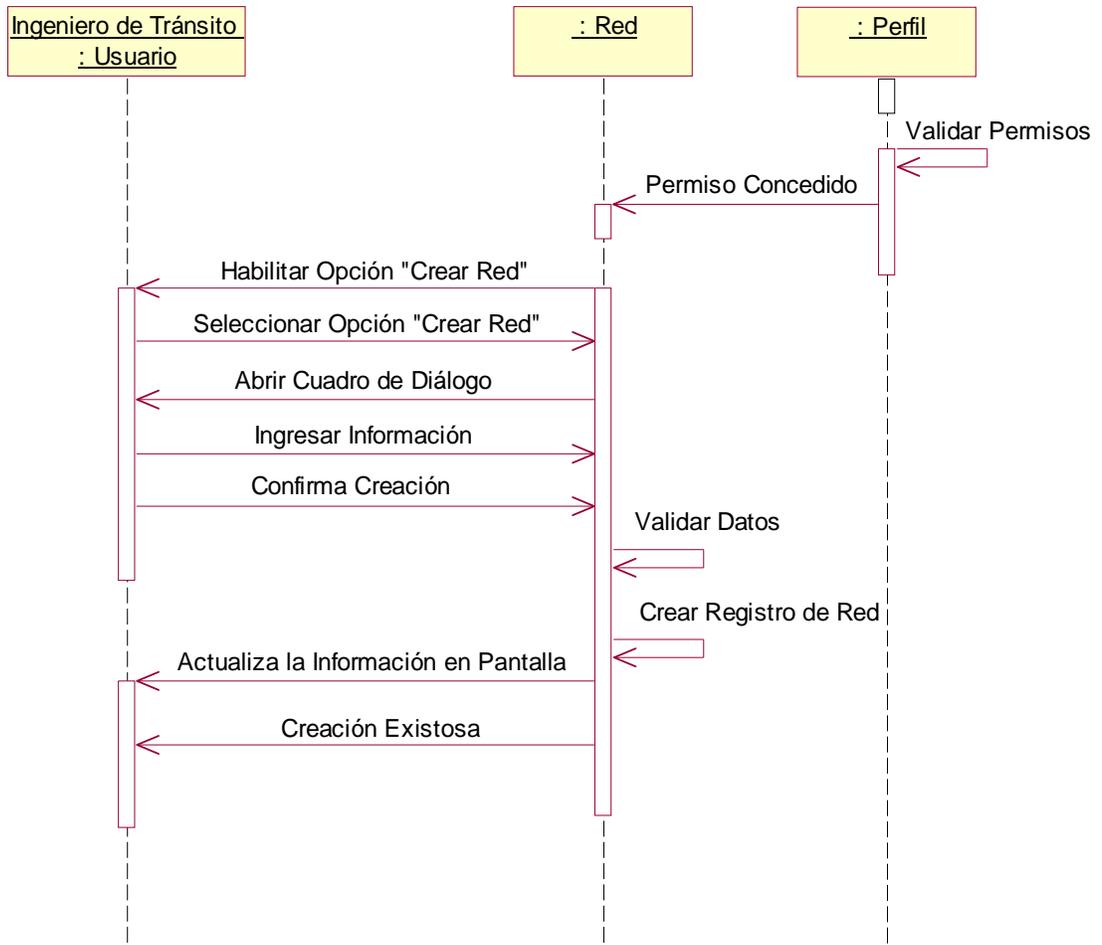
## Diagrama de Secuencia para Crear Planificación



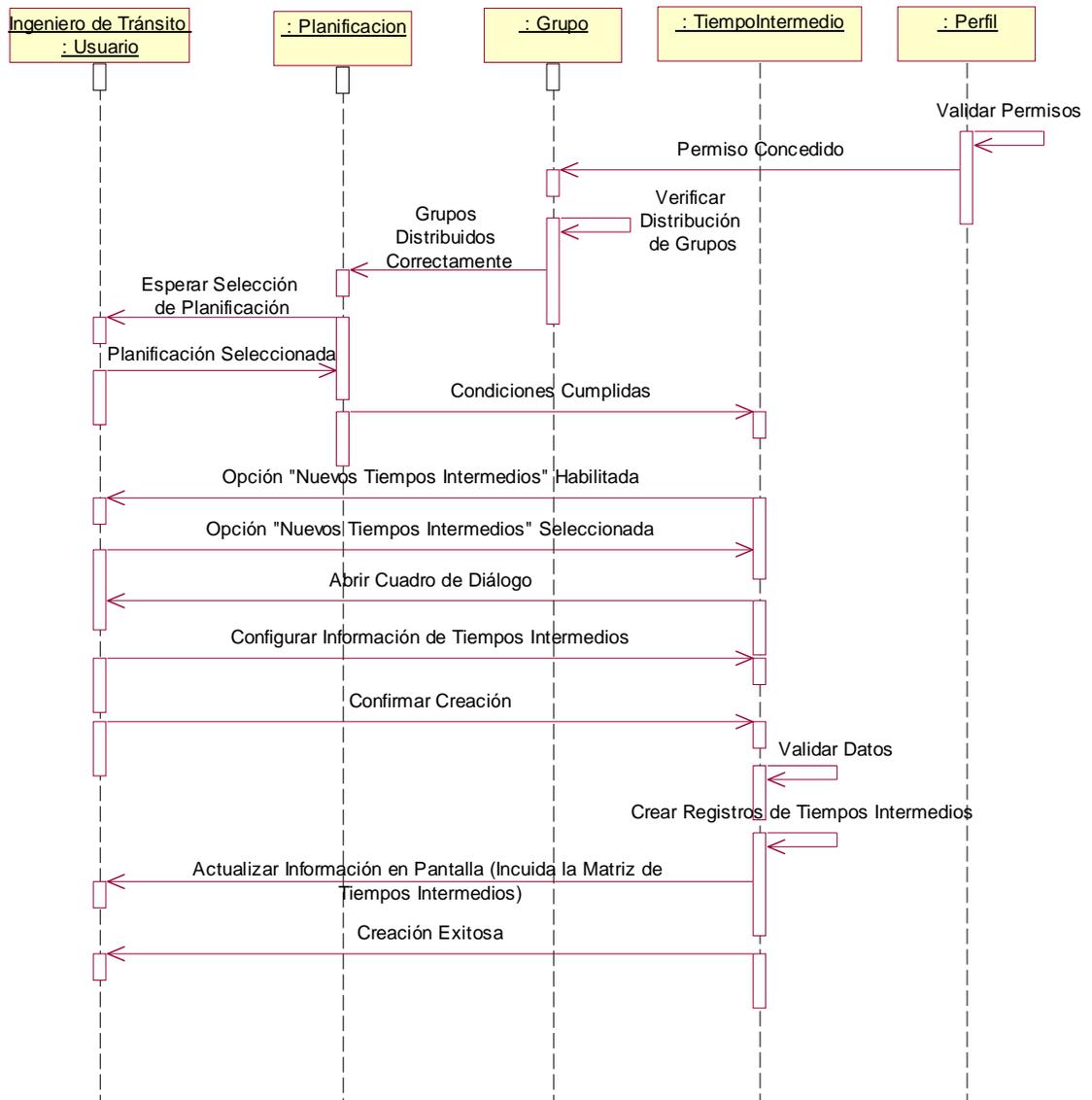
## Diagrama de Secuencia para Crear Puntos de Conflicto



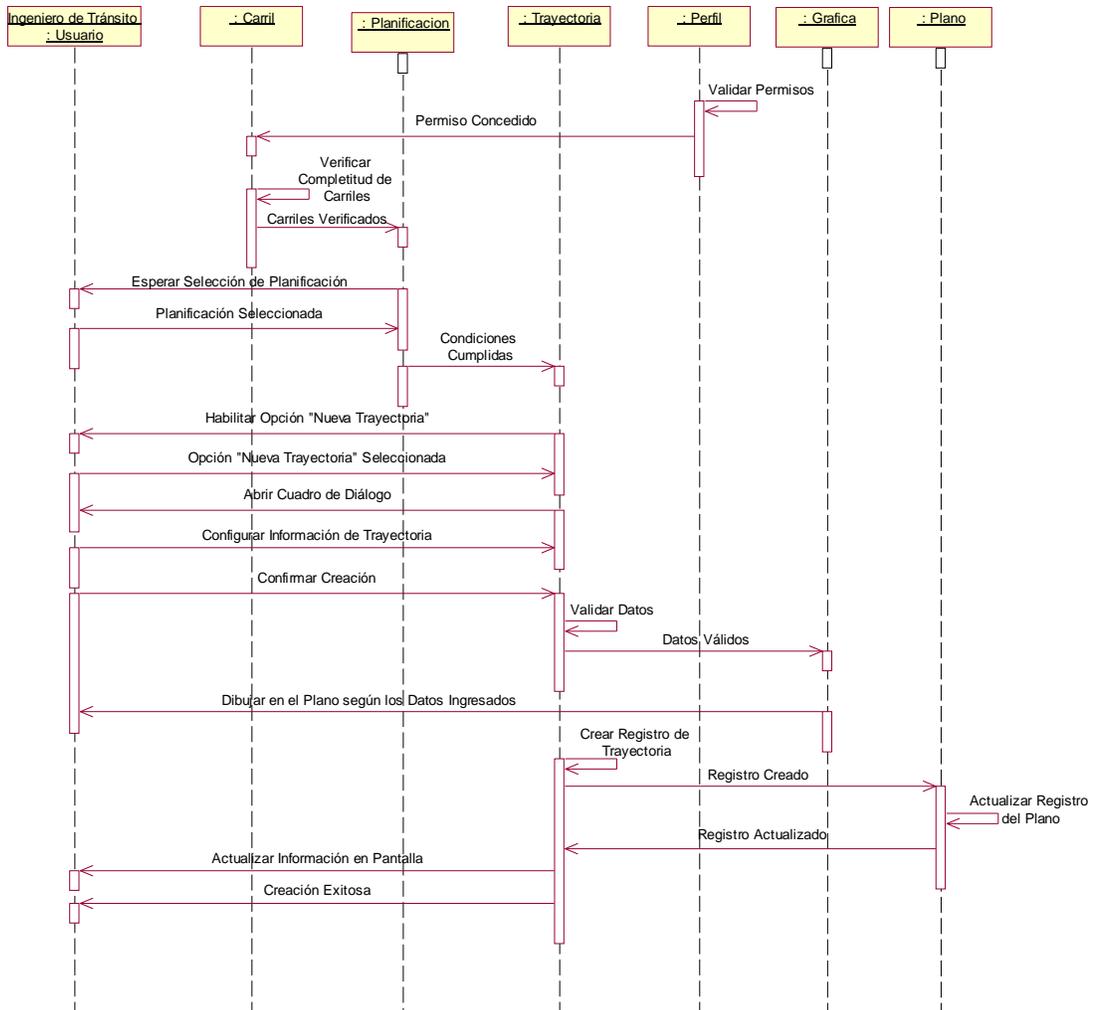
## Diagrama de Secuencia para Crear Red



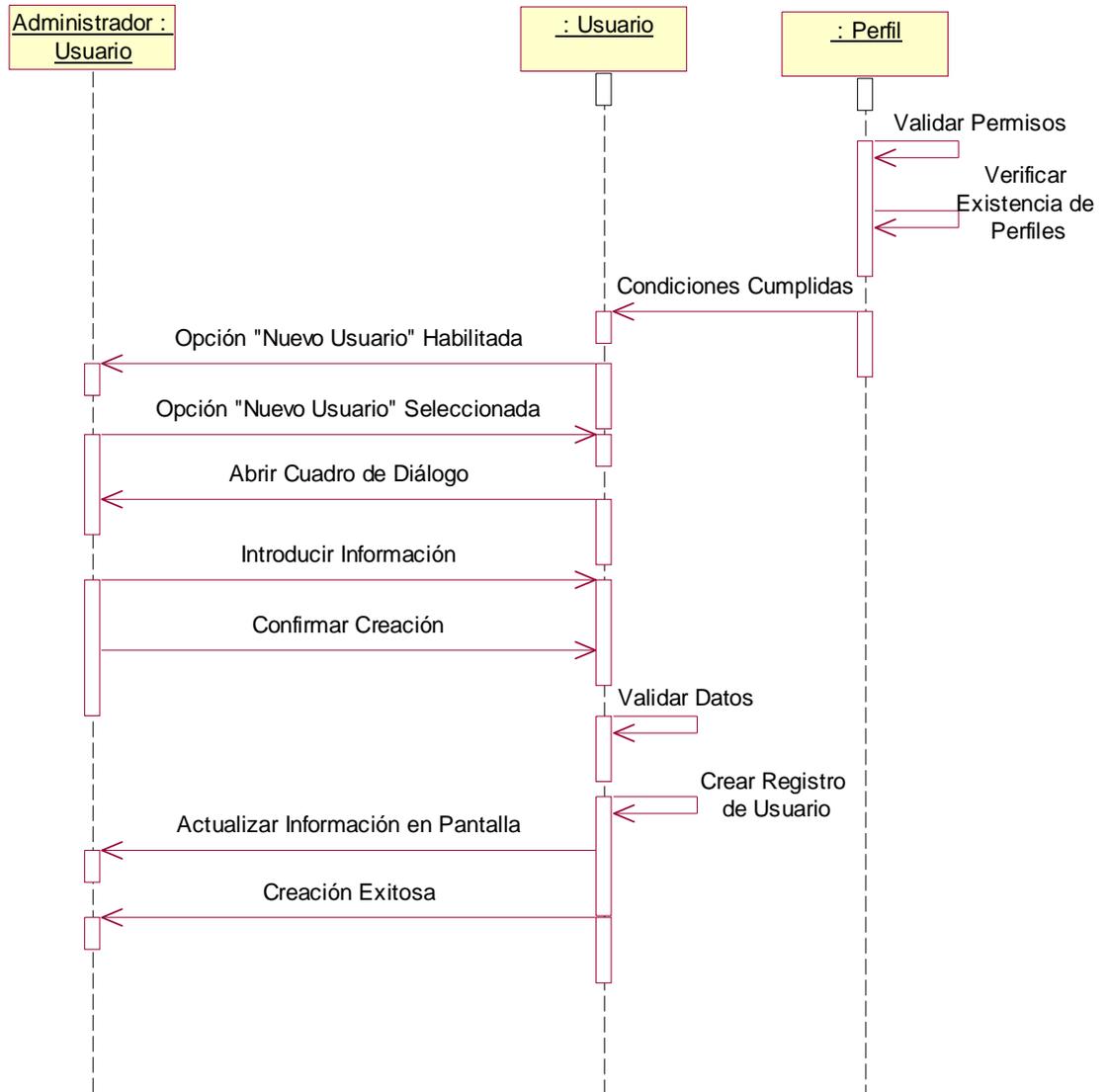
## Diagrama de Secuencia para Crear Tiempos Intermedios



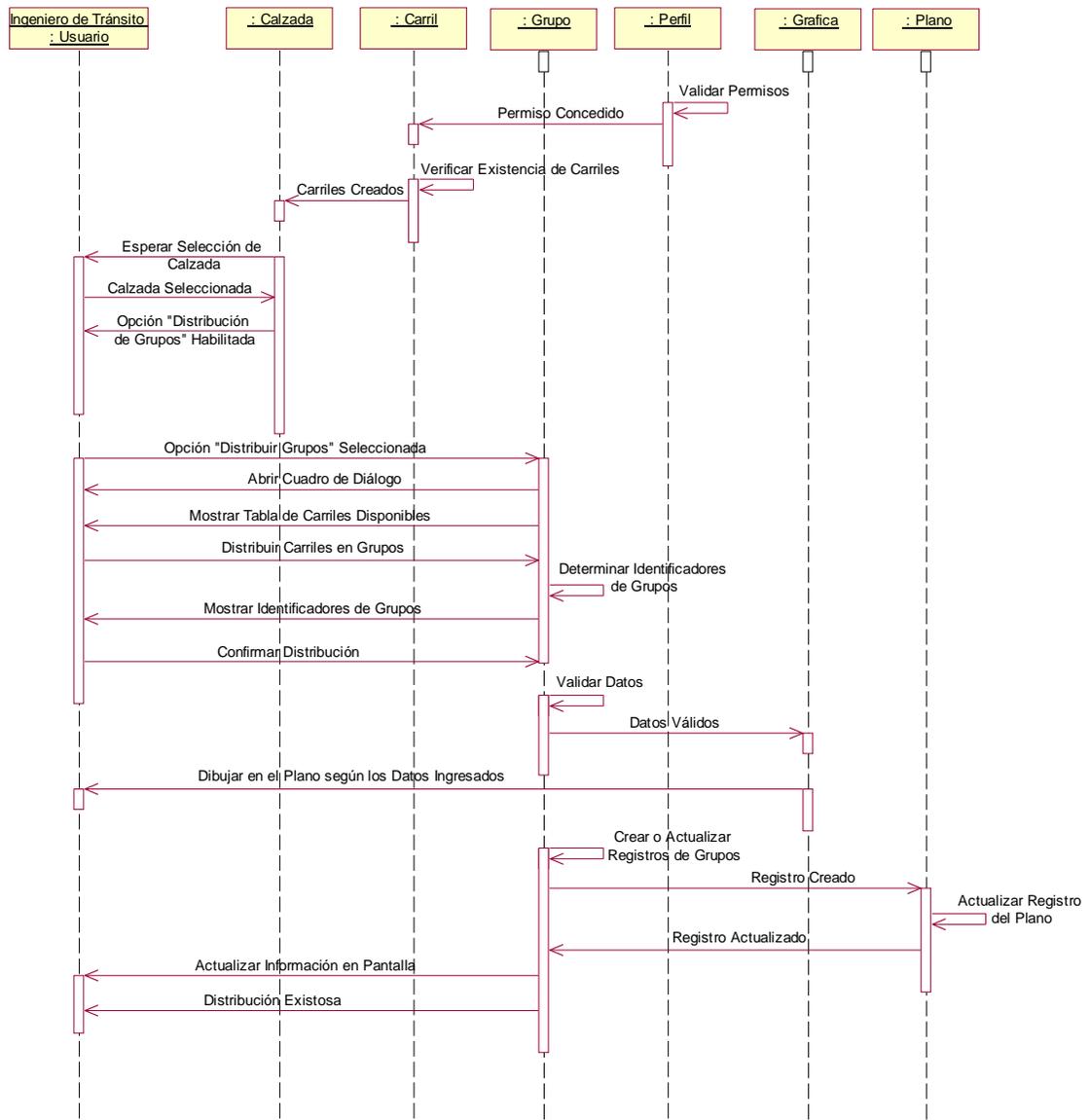
## Diagrama de Secuencia para Crear Trayectoria



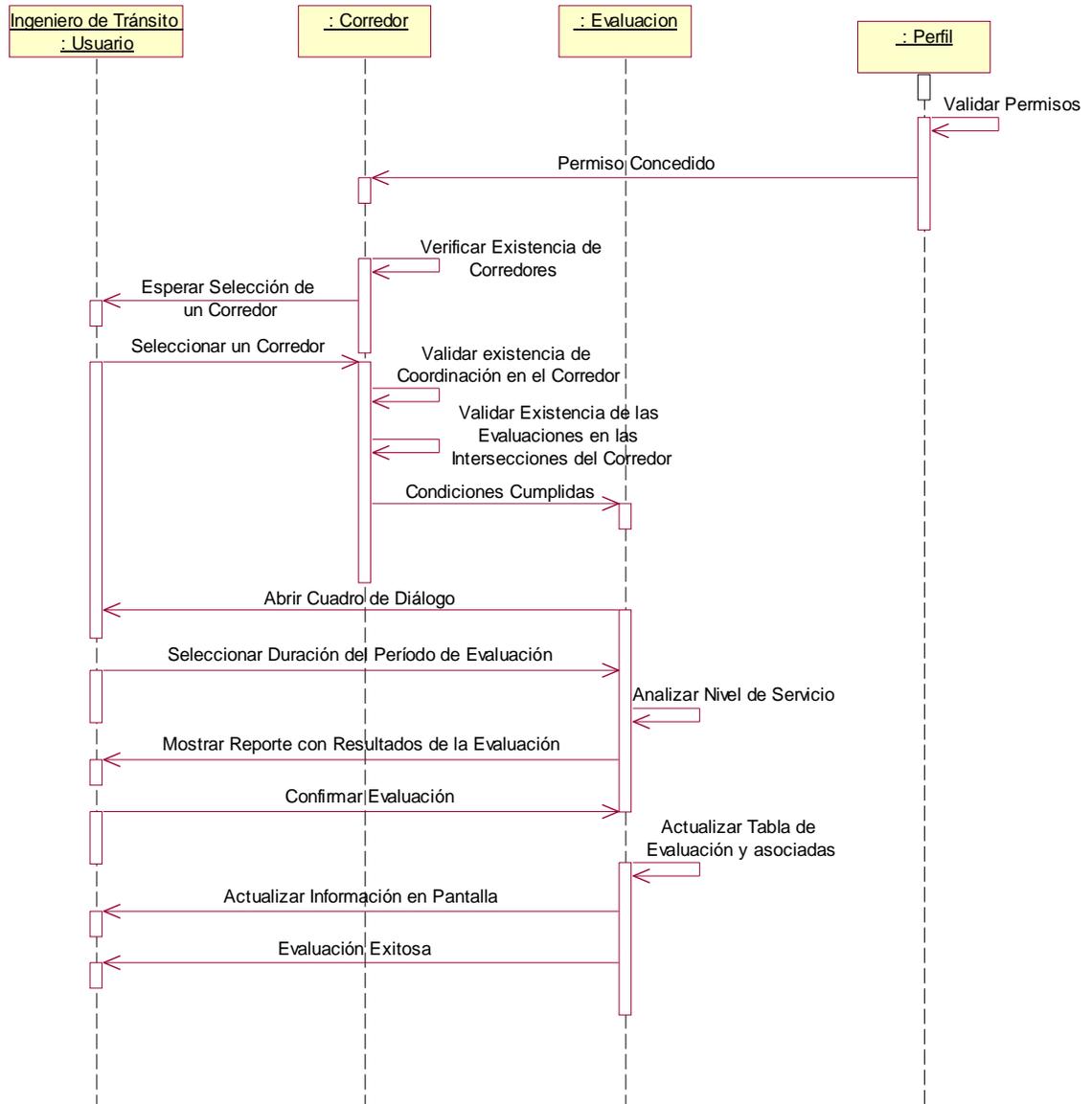
## Diagrama de Secuencia para Crear Usuario



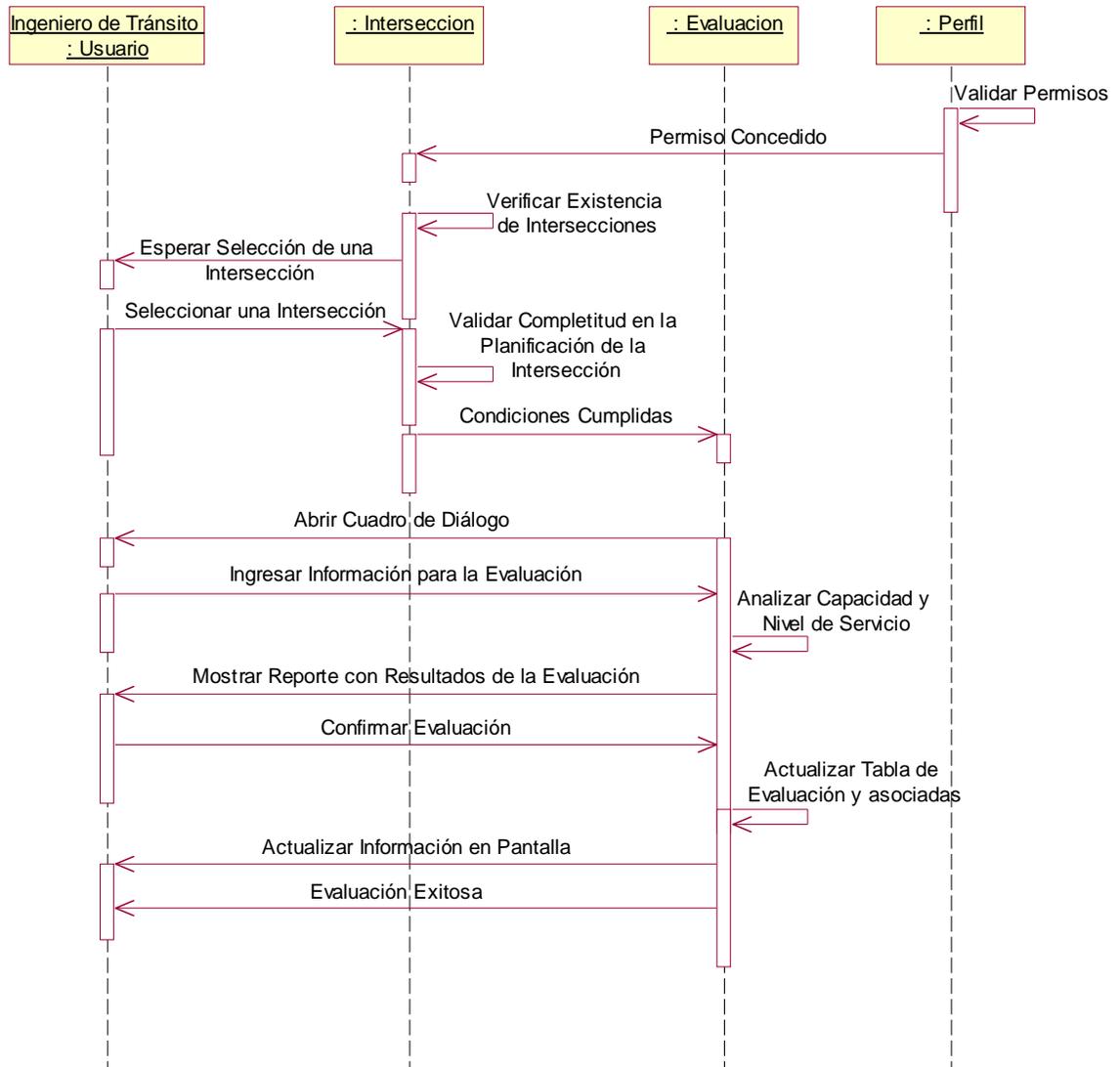
## Diagrama de Secuencia para Distribuir Grupos



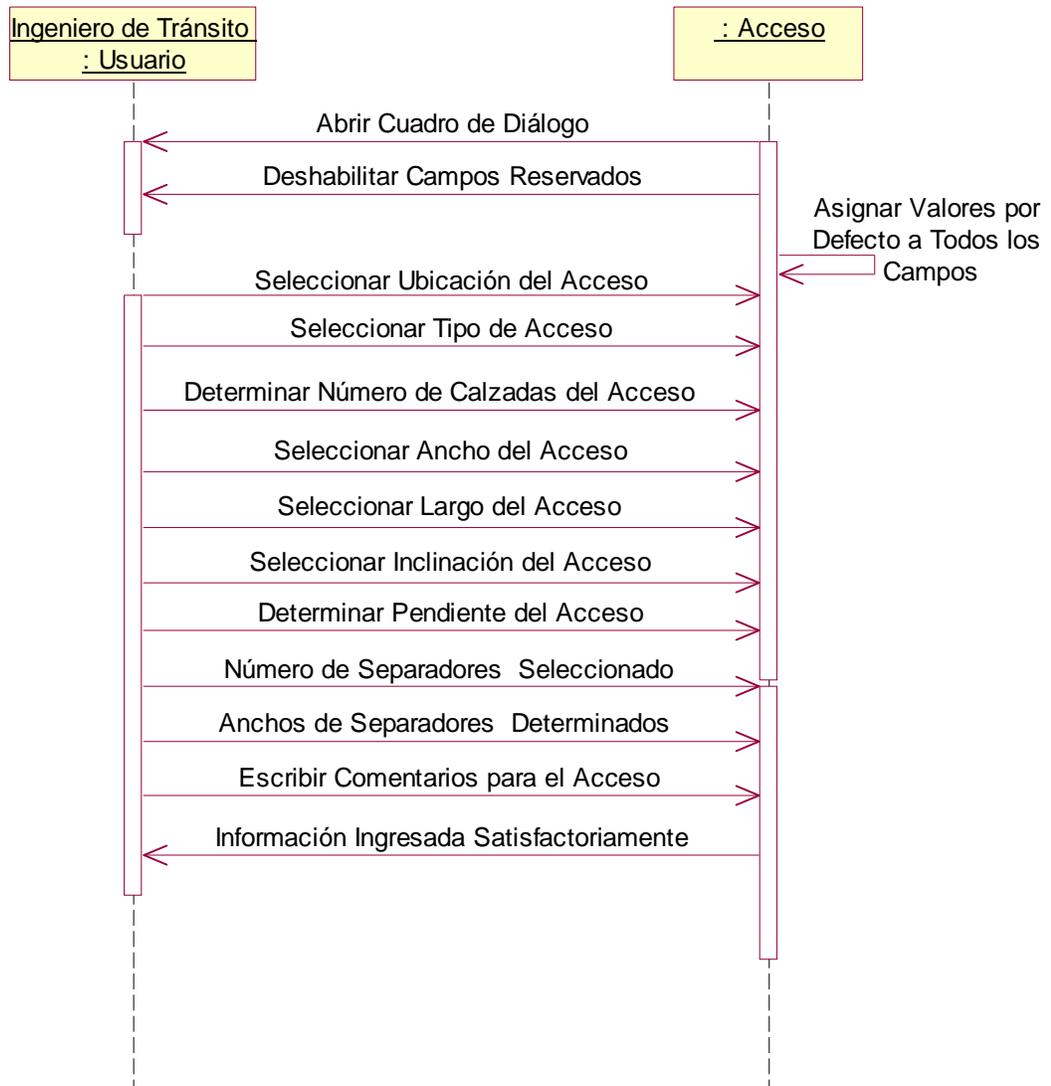
## Diagrama de Secuencia para Evaluar Corredor Coordinado



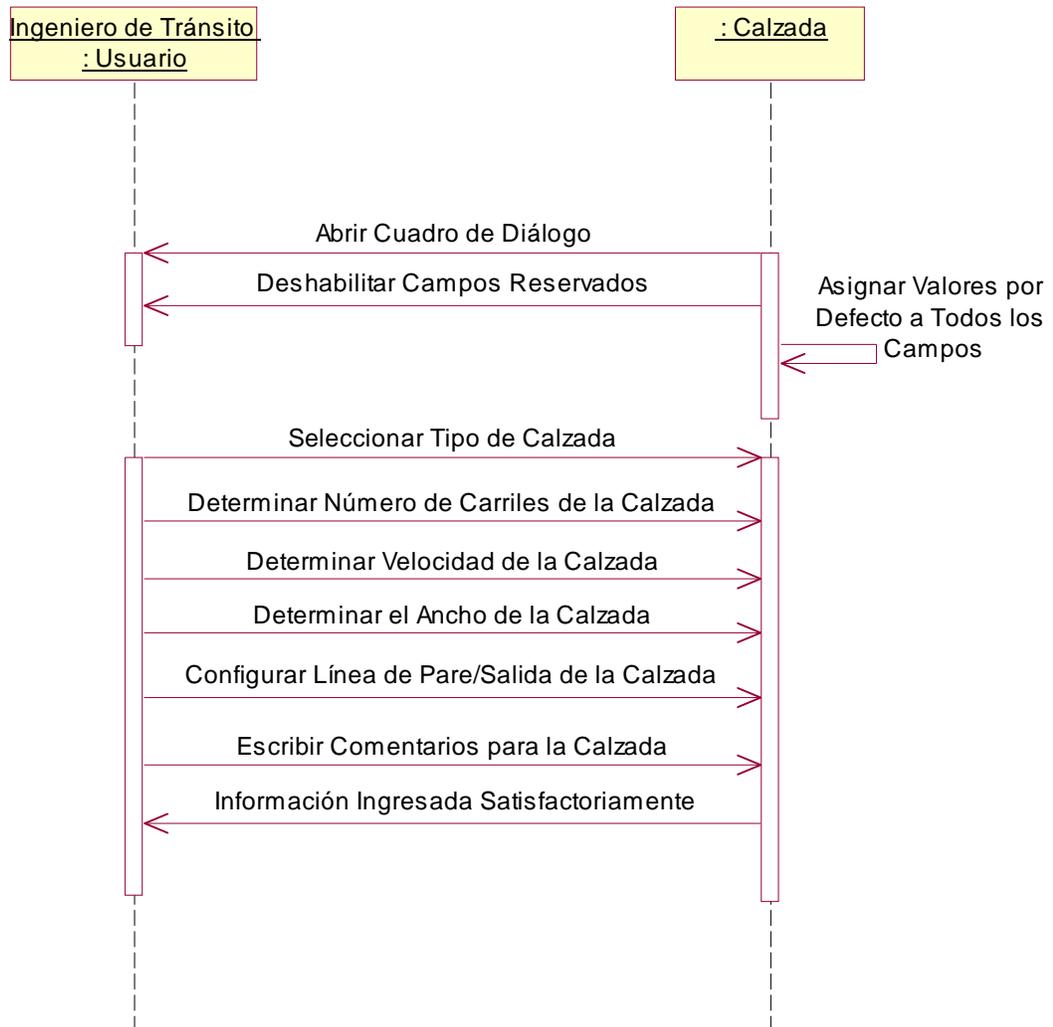
## Diagrama de Secuencia para Evaluar Intersección



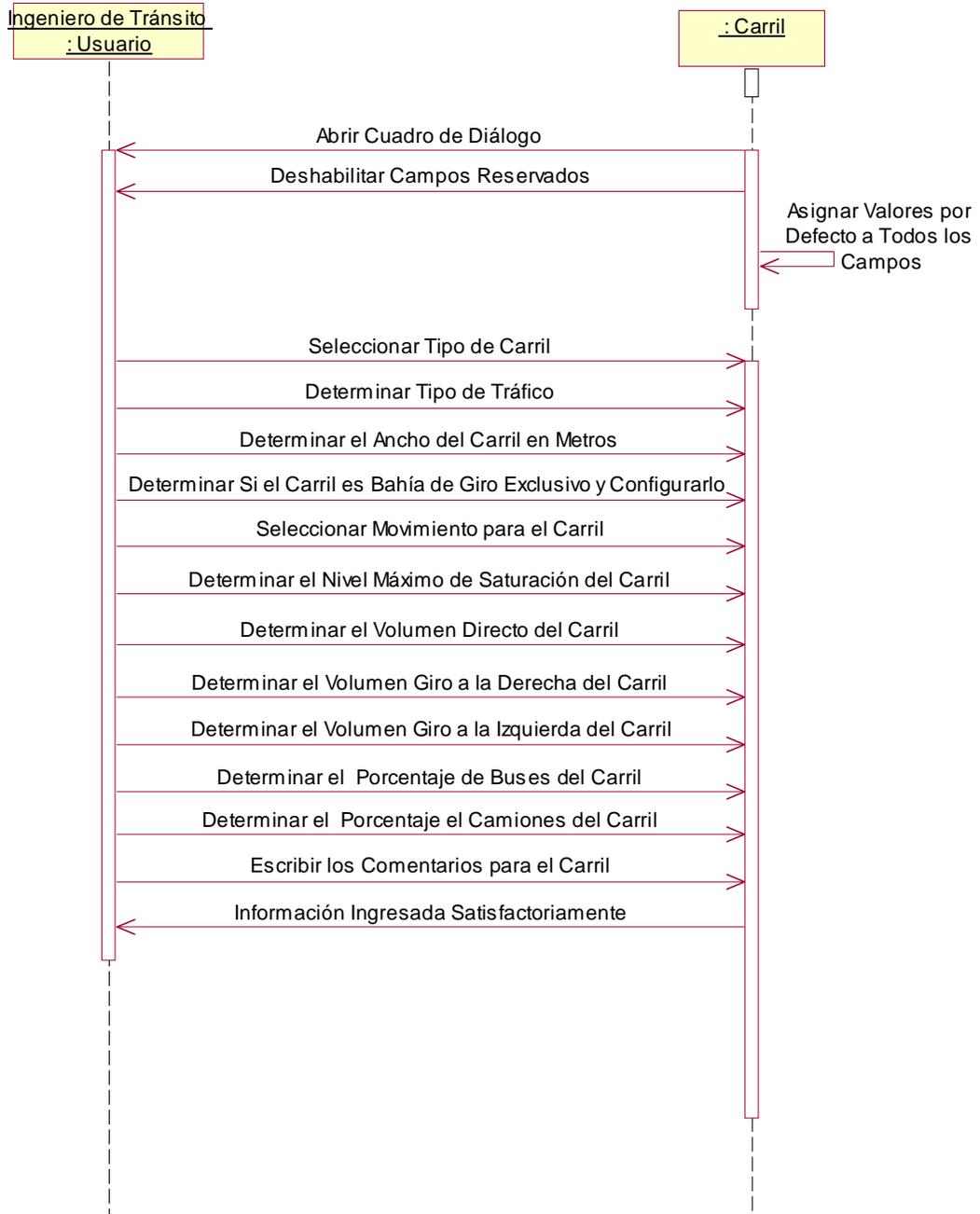
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Acceso



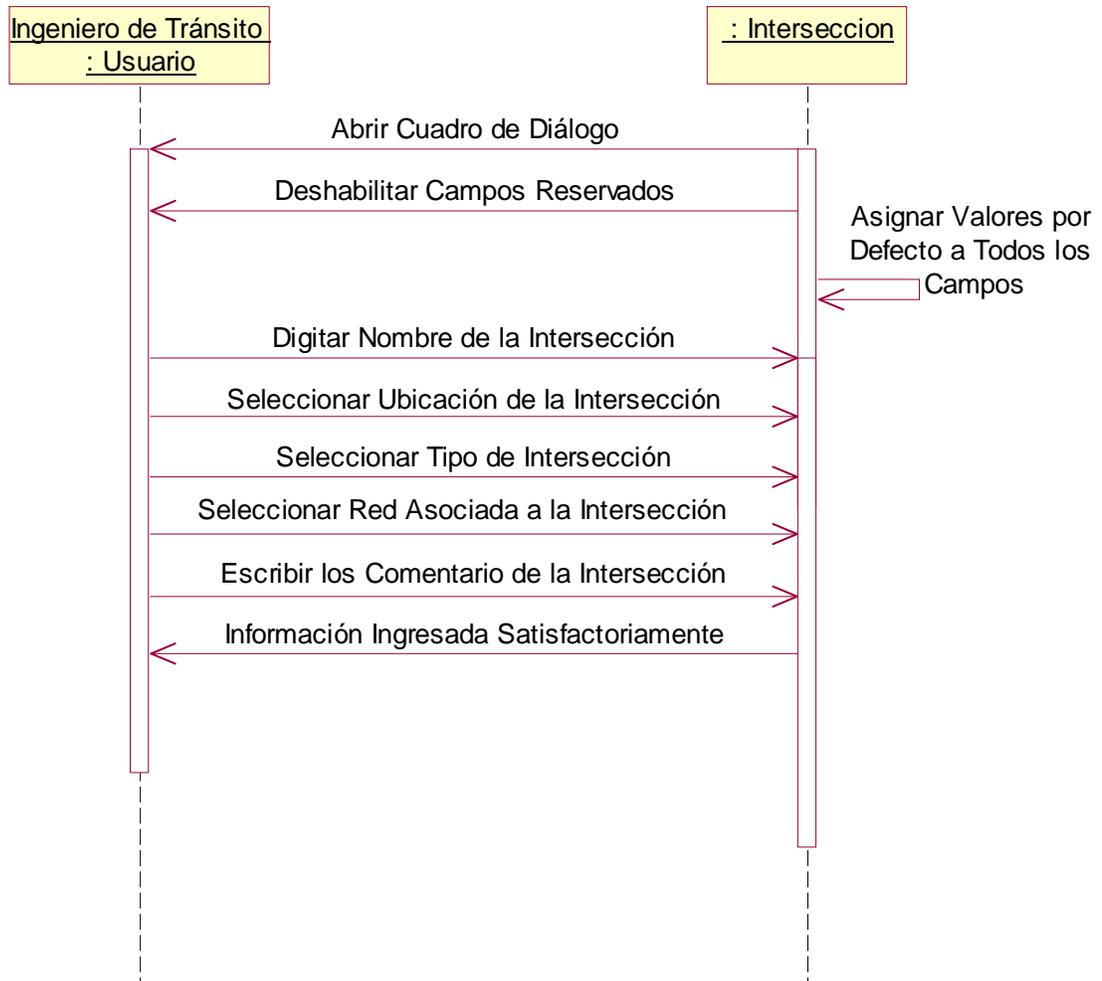
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Calzada



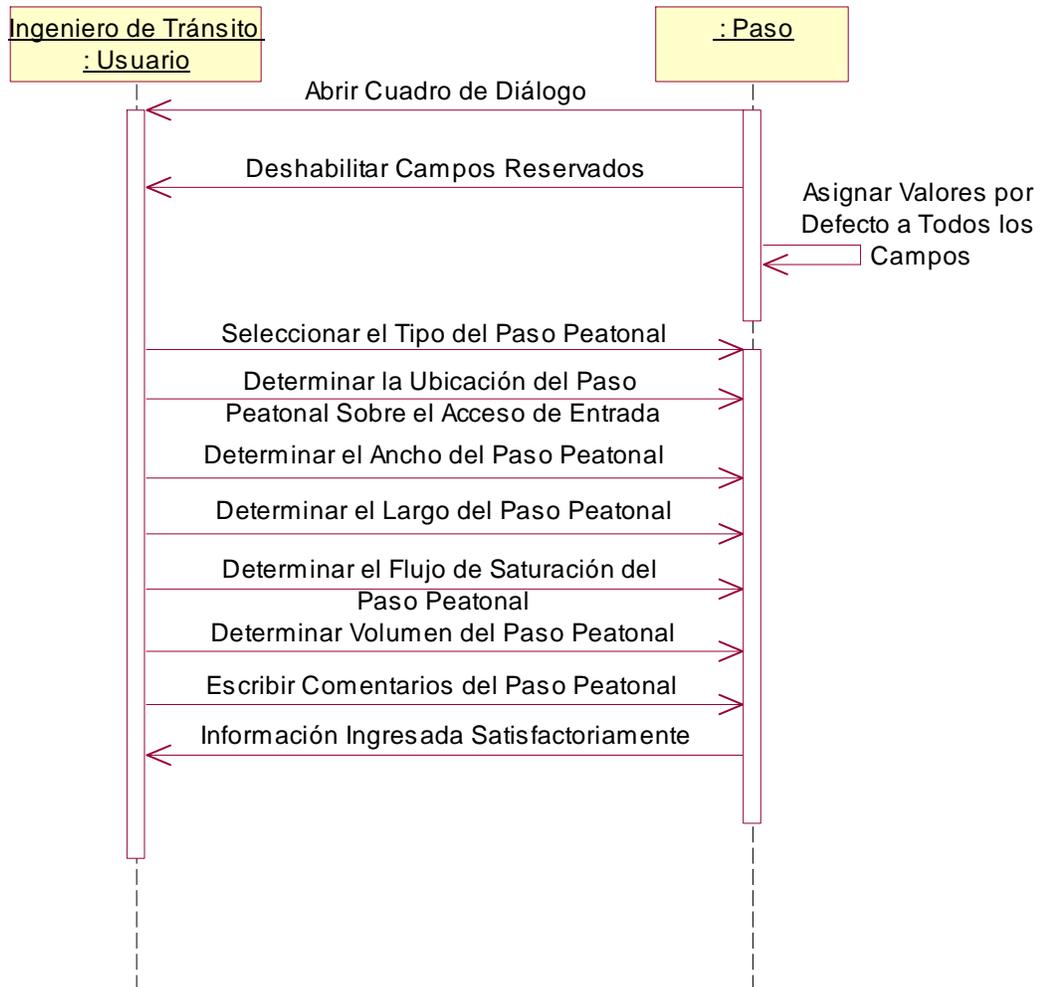
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Carril



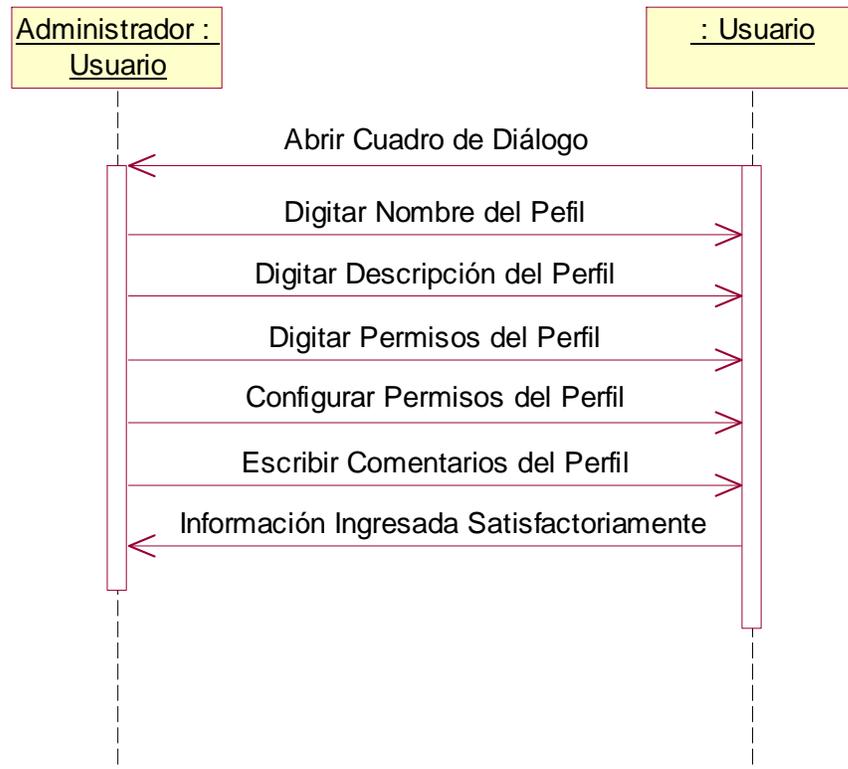
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Intersección



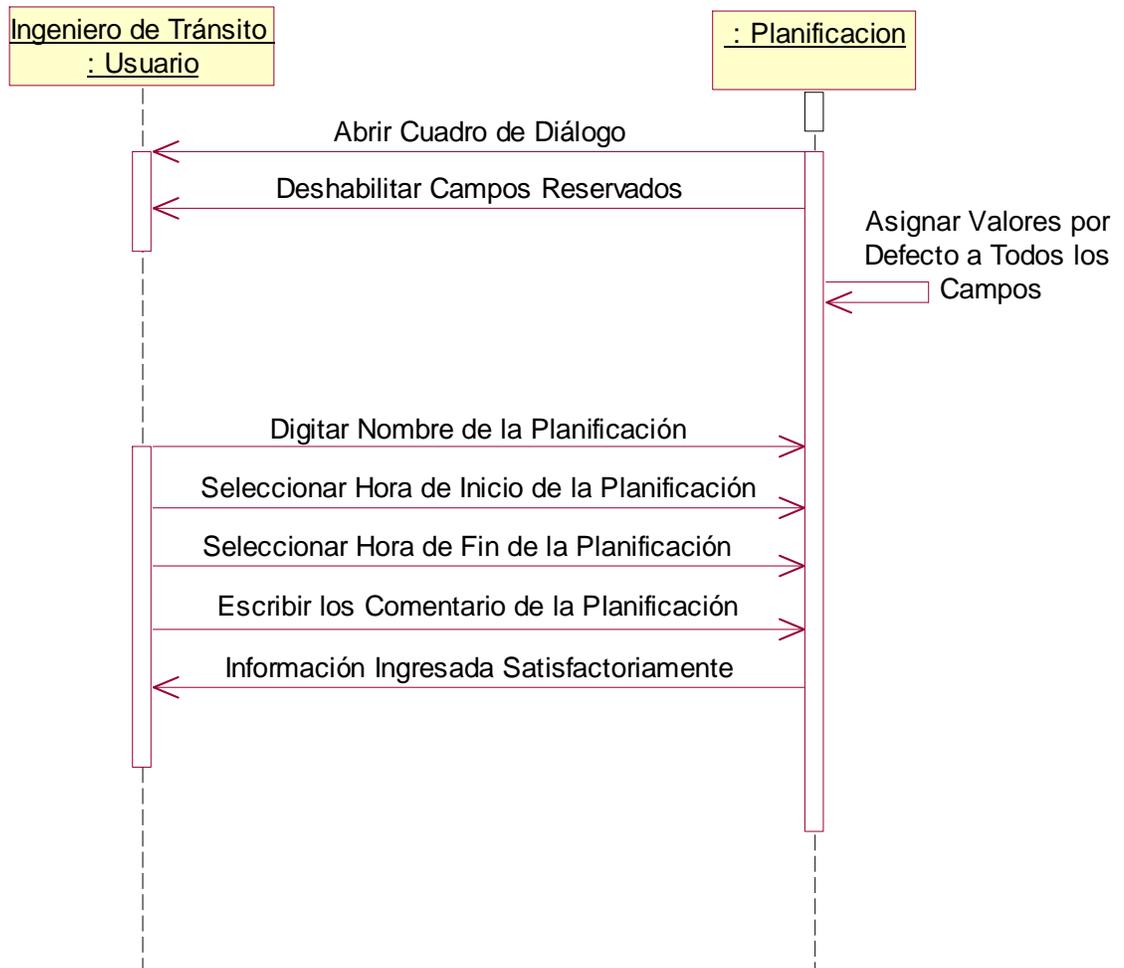
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Paso Peatonal



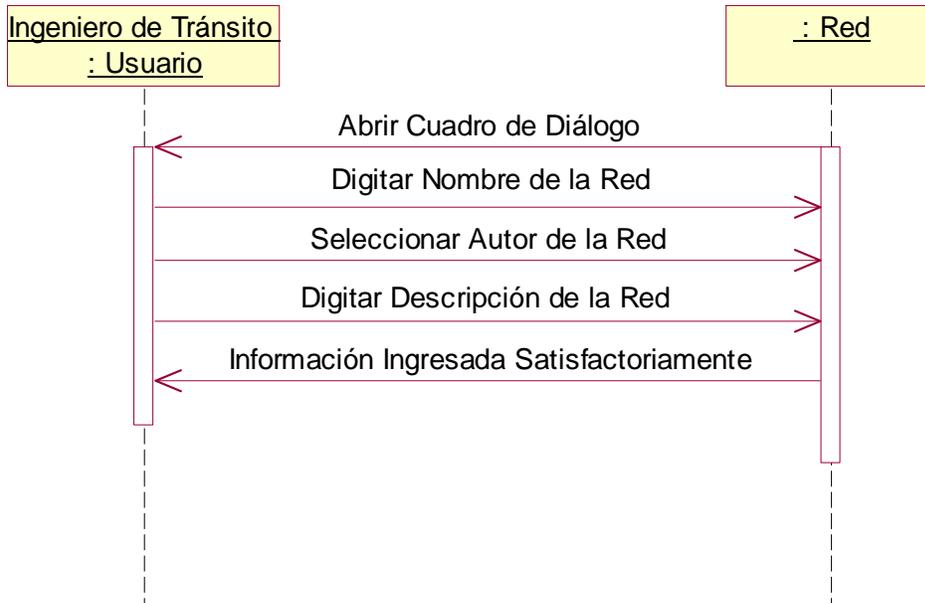
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Perfil



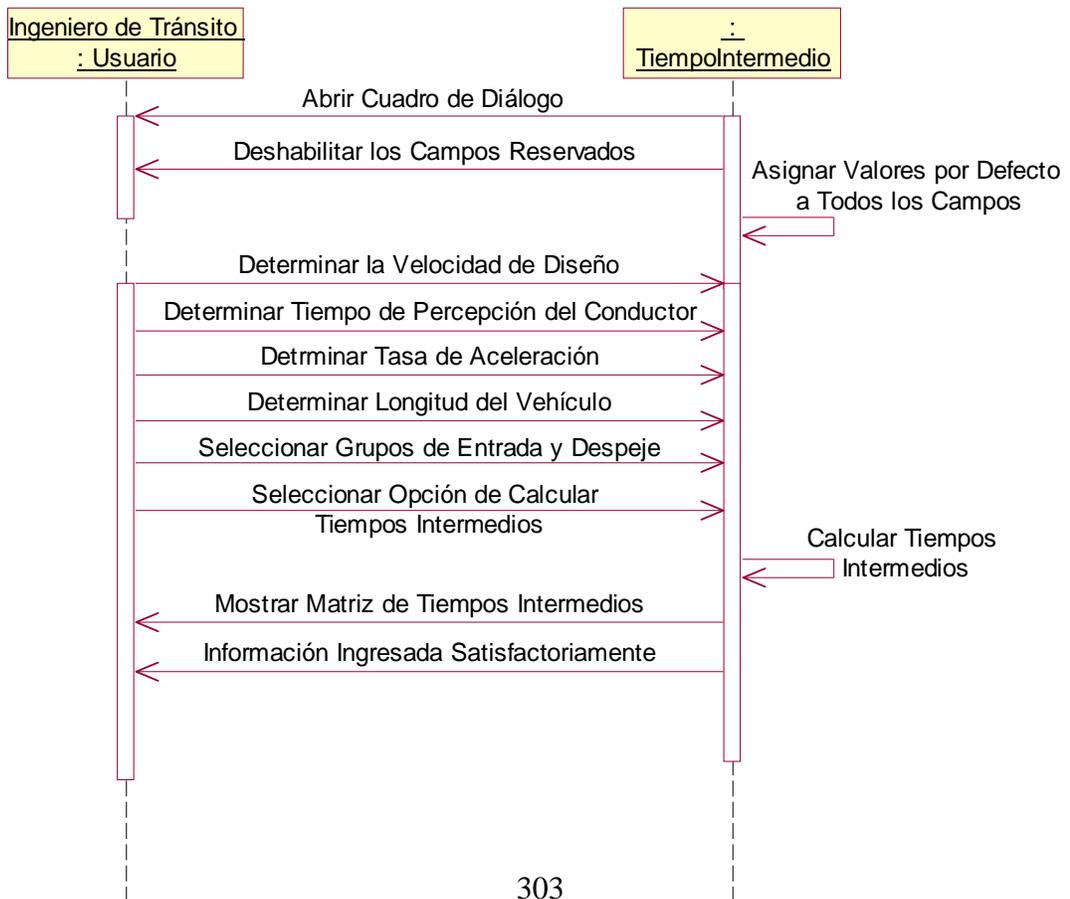
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Planificación



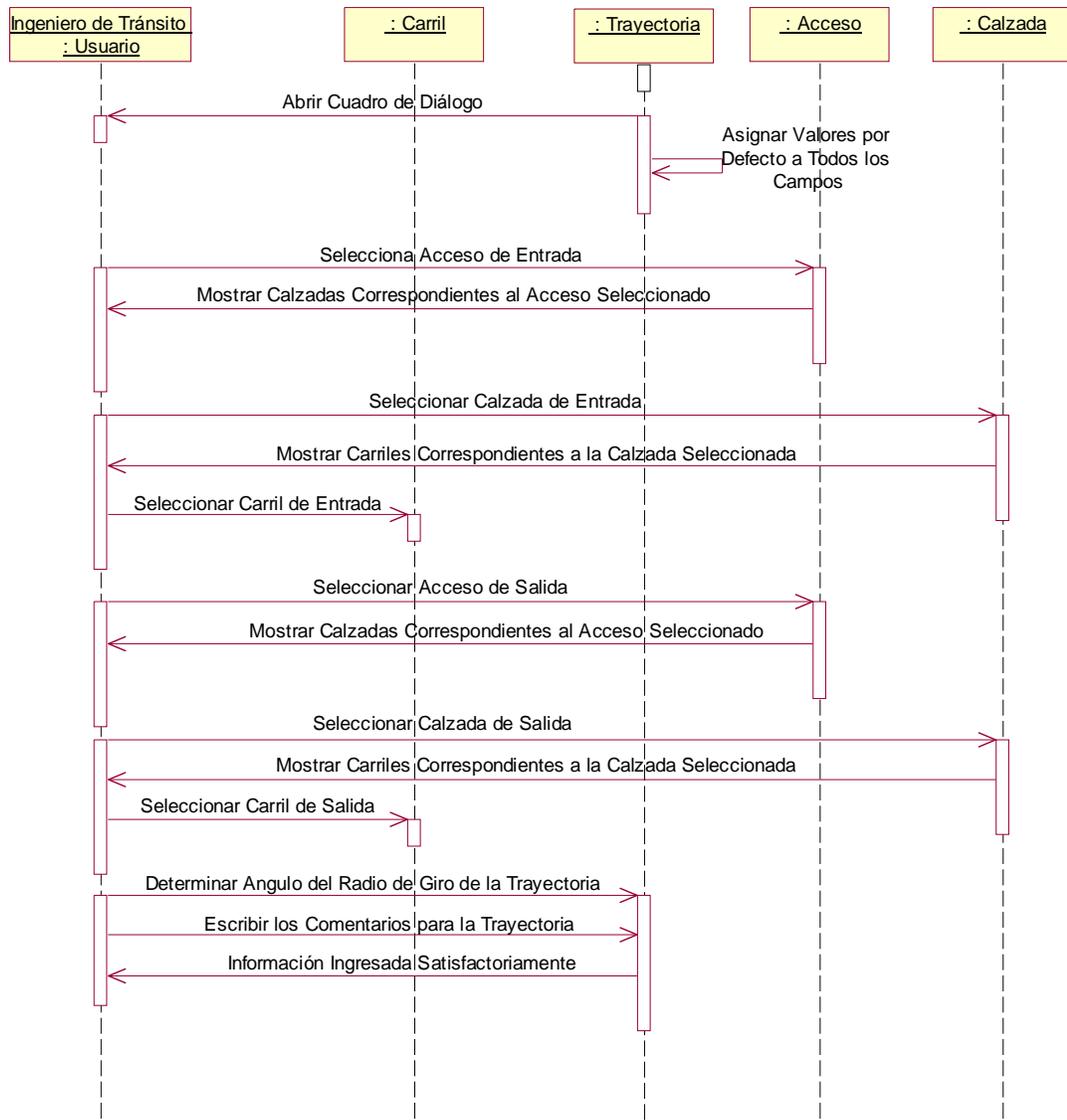
### Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Red



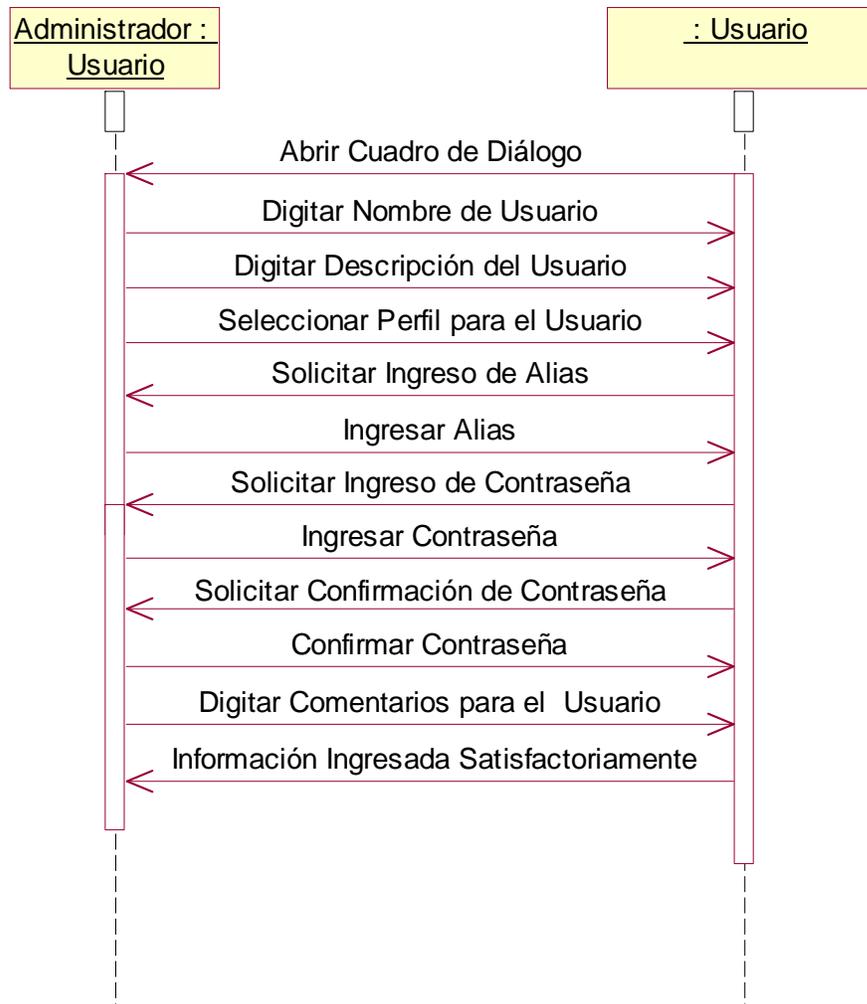
### Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Tiempos Intermedios



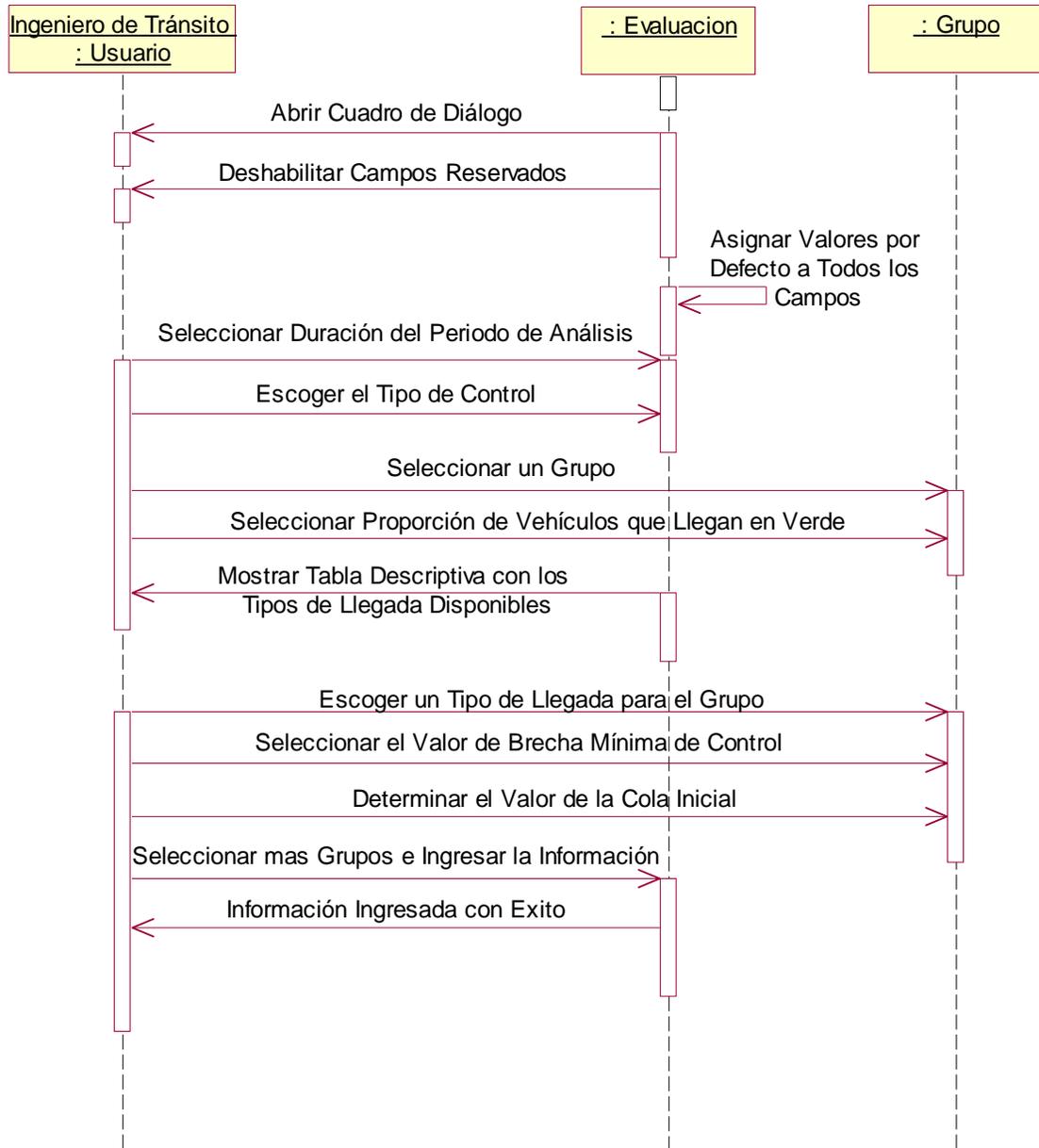
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Trayectoria



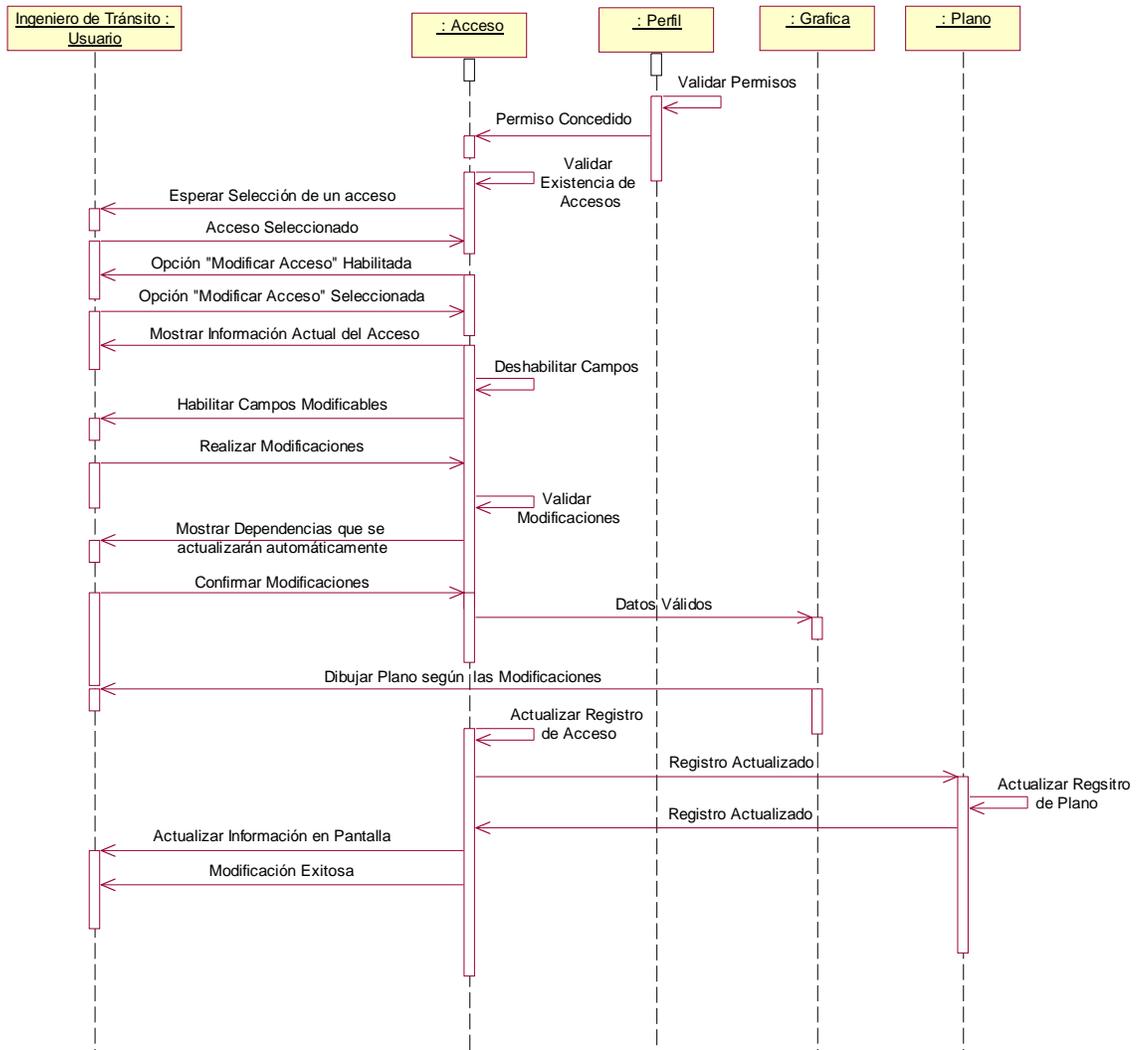
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información de Usuario



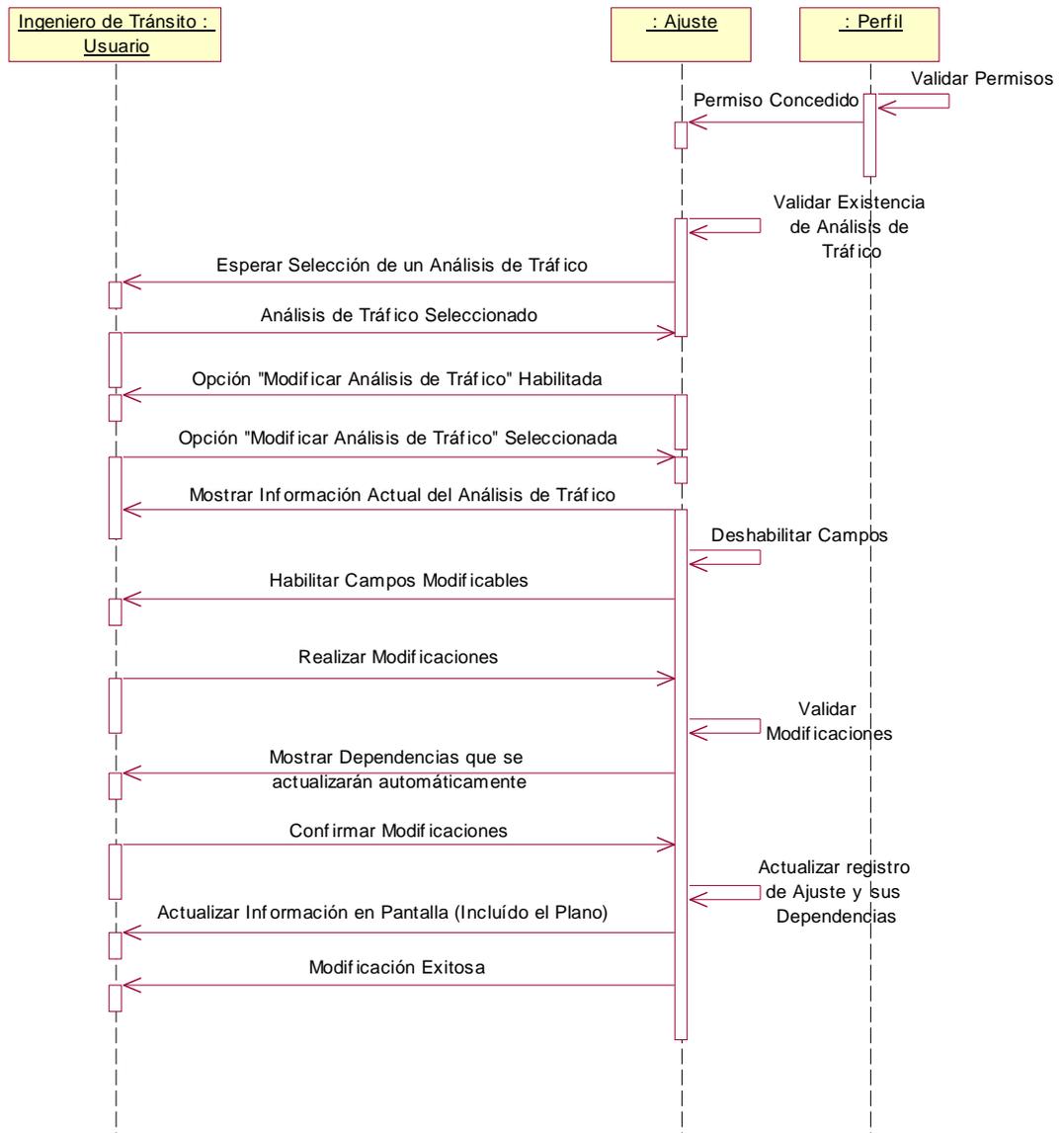
## Diagrama de Secuencia para Ingresar Información para Evaluación



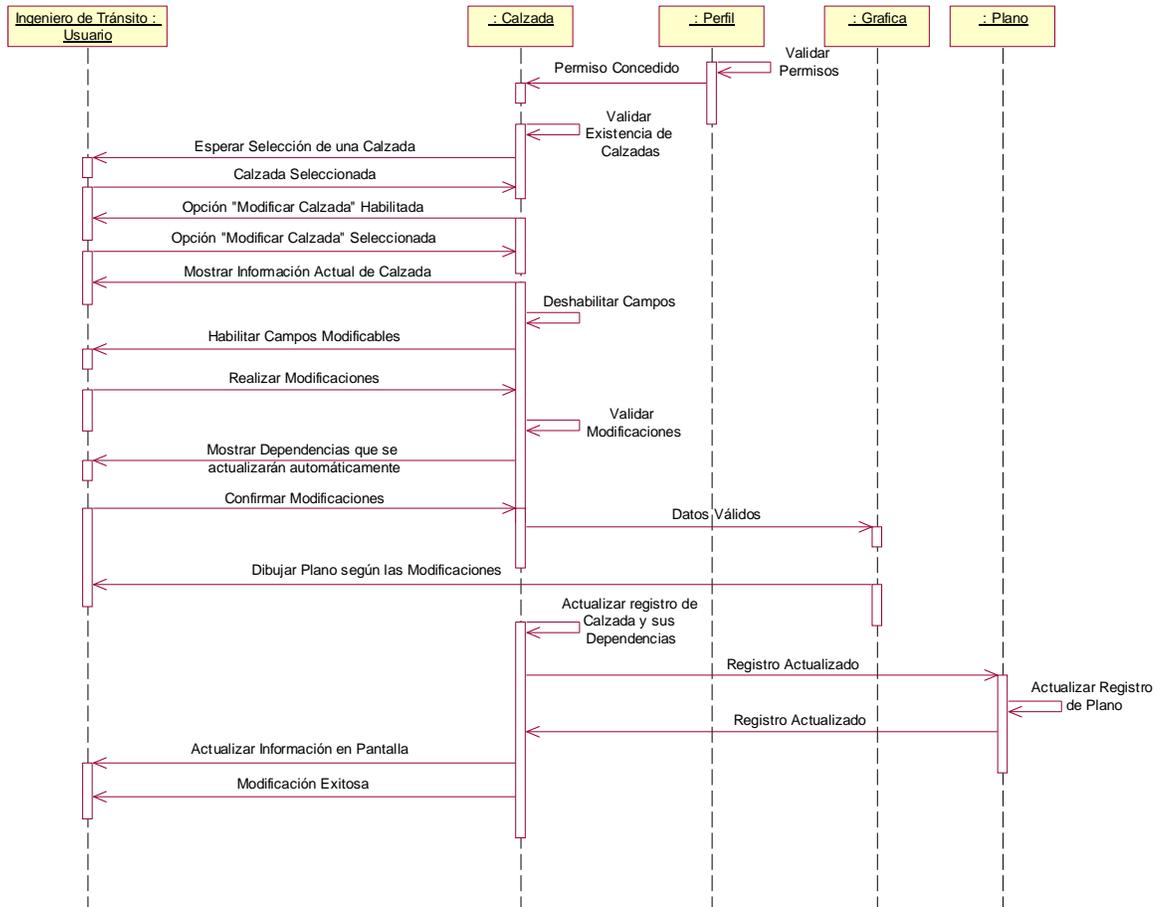
## Diagrama de Secuencia para Modificar Acceso



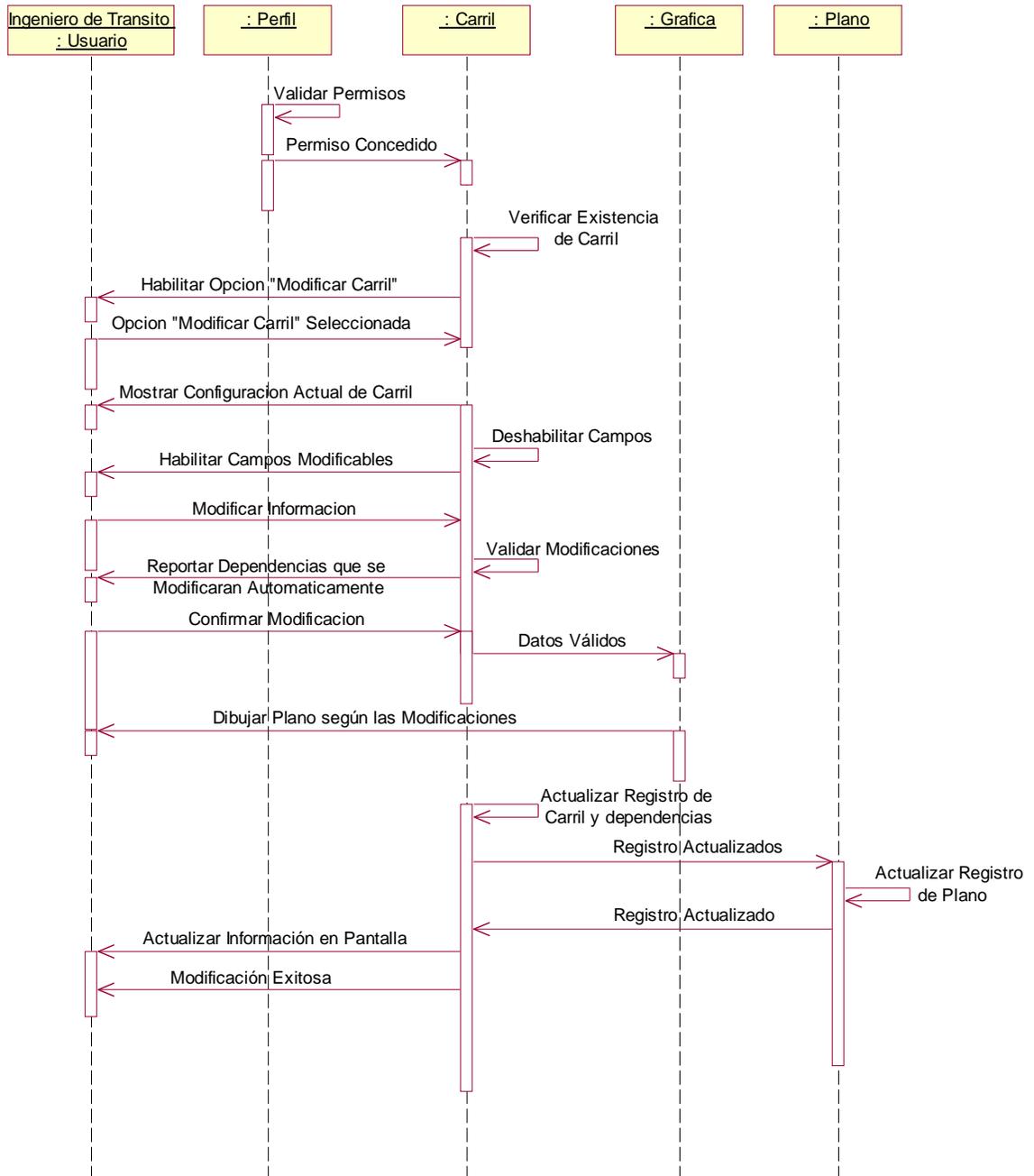
## Diagrama de Secuencia para Modificar Análisis de Tráfico



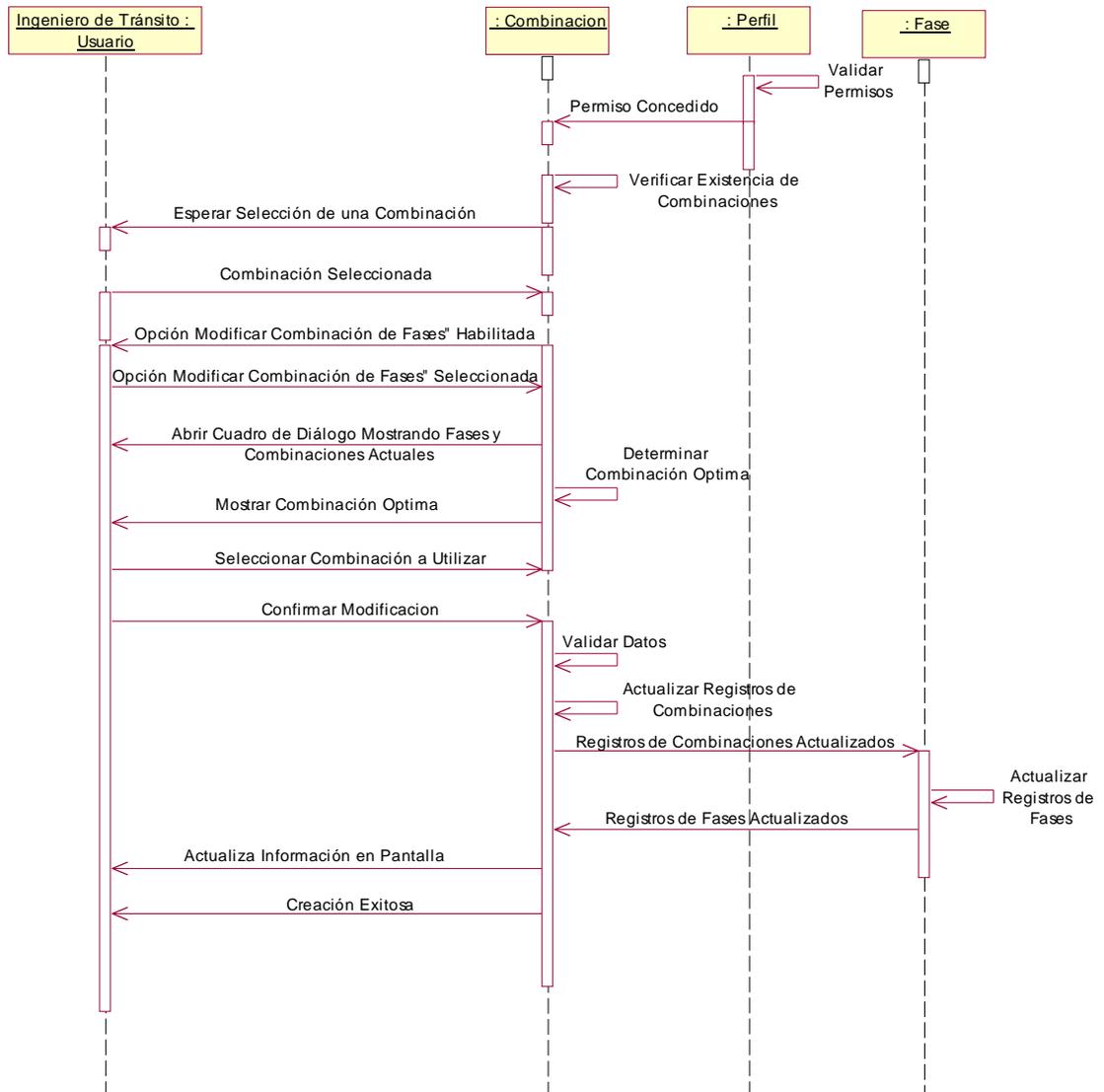
## Diagrama de Secuencia para Modificar Calzada



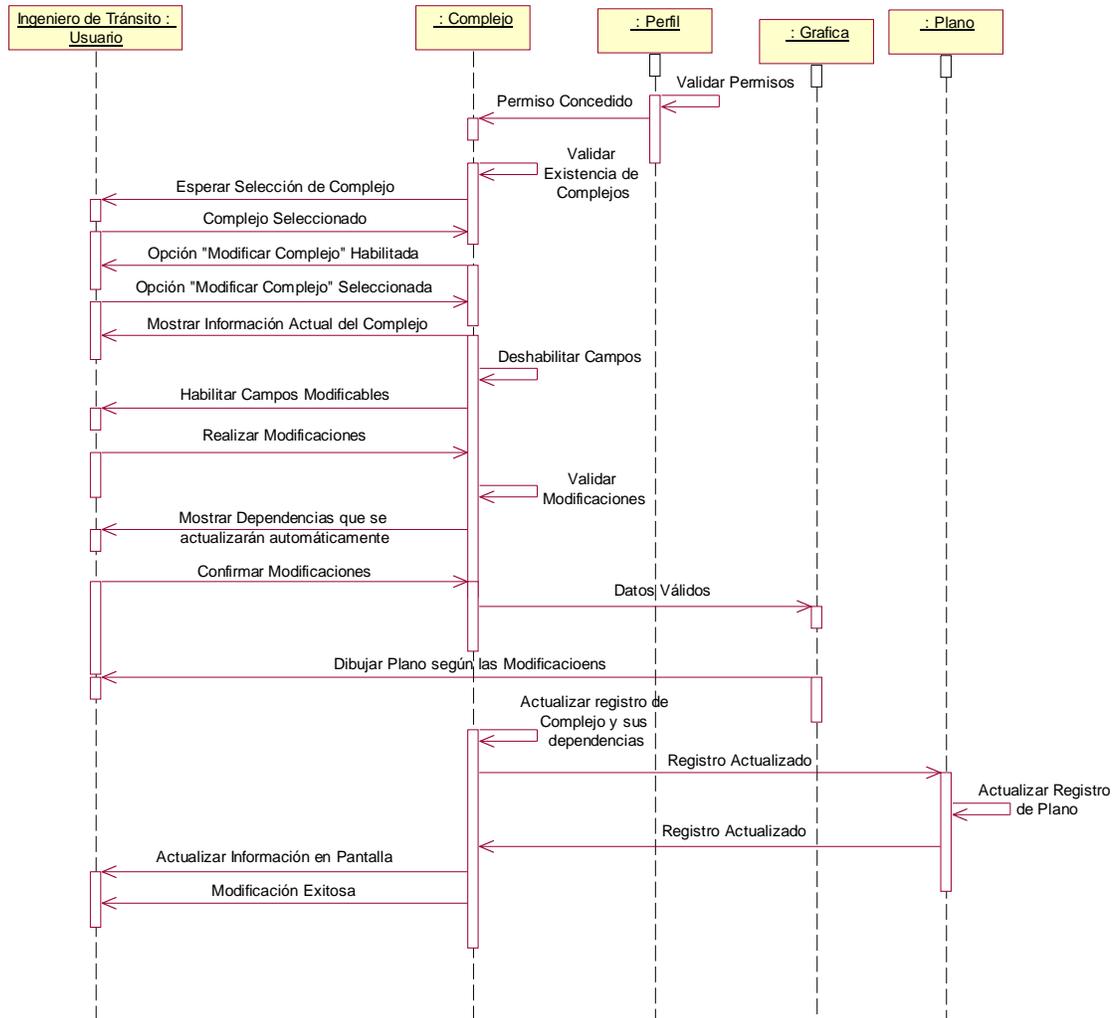
## Diagrama de Secuencia para Modificar Carril



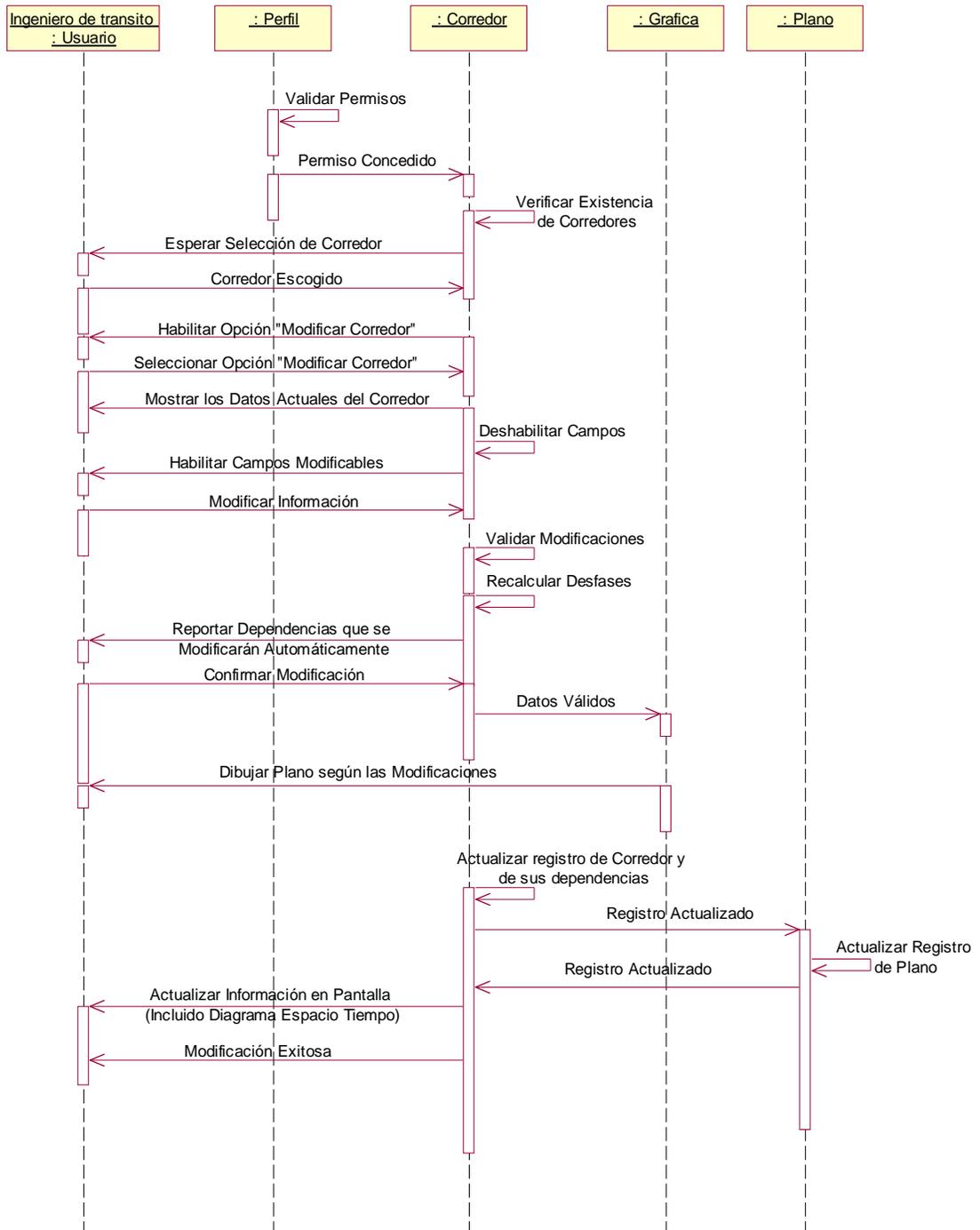
## Diagrama de Secuencia para Modificar Combinación



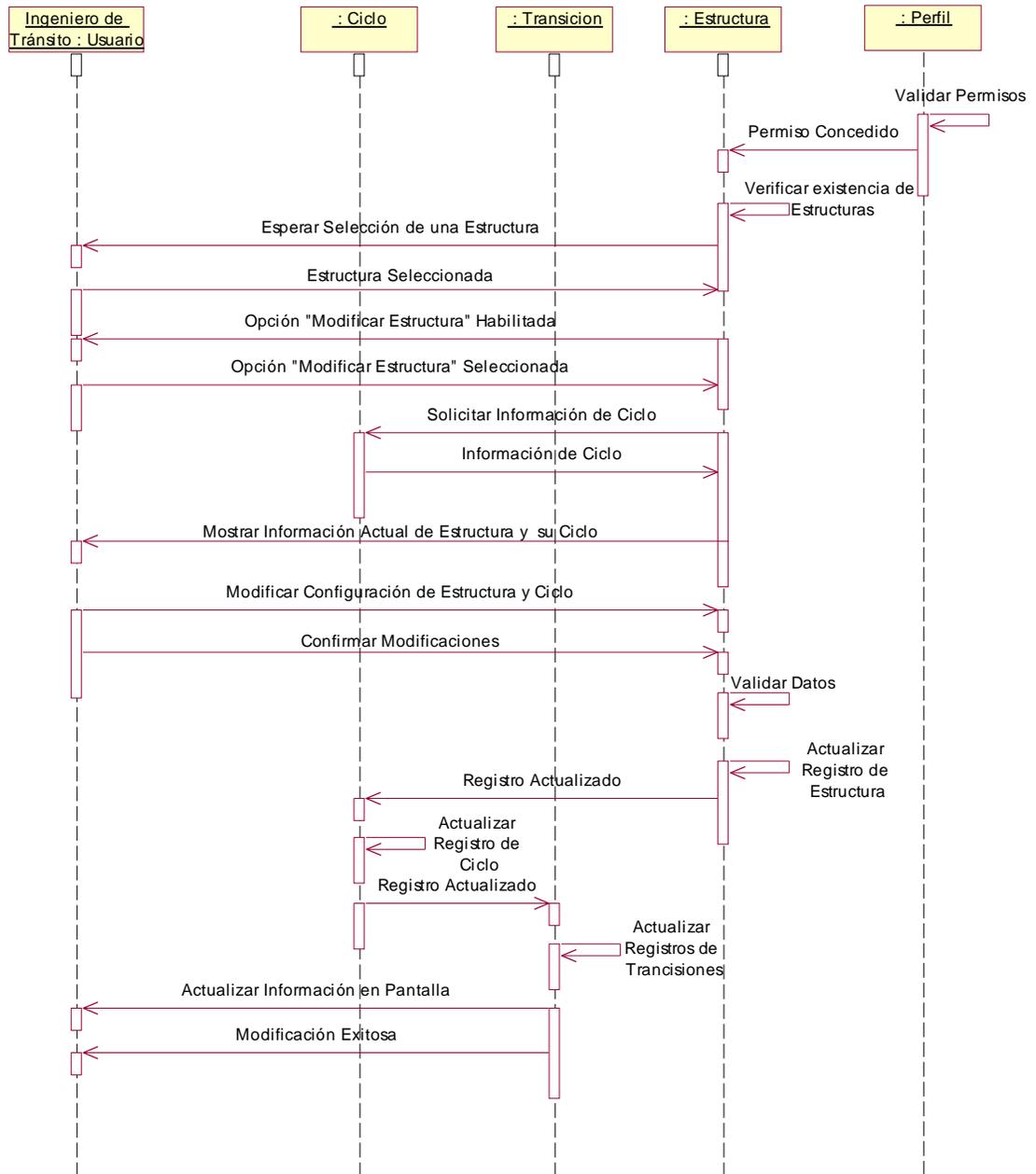
## Diagrama de Secuencia para Modificar Complejo



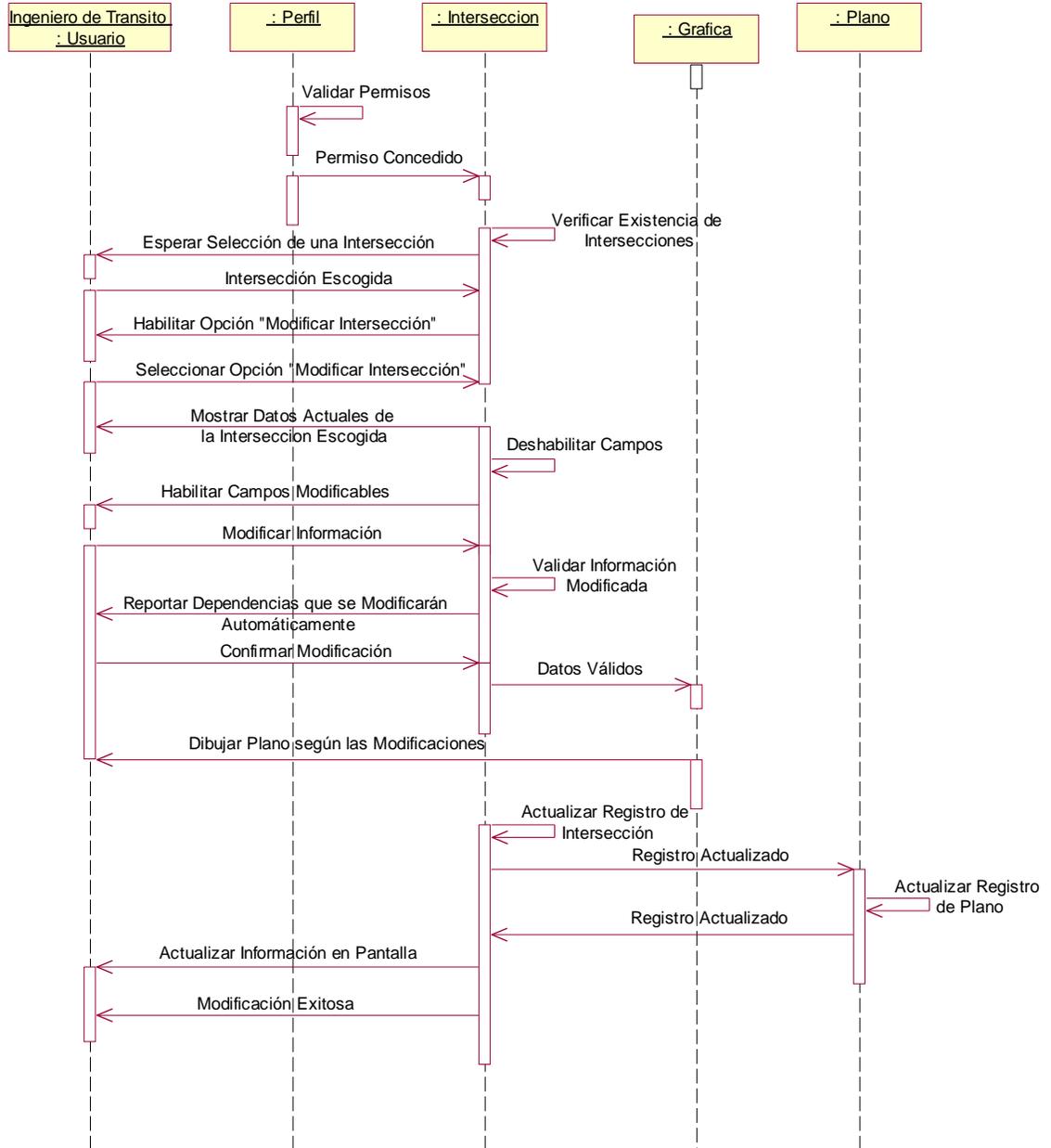
## Diagrama de Secuencia para Modificar Corredor



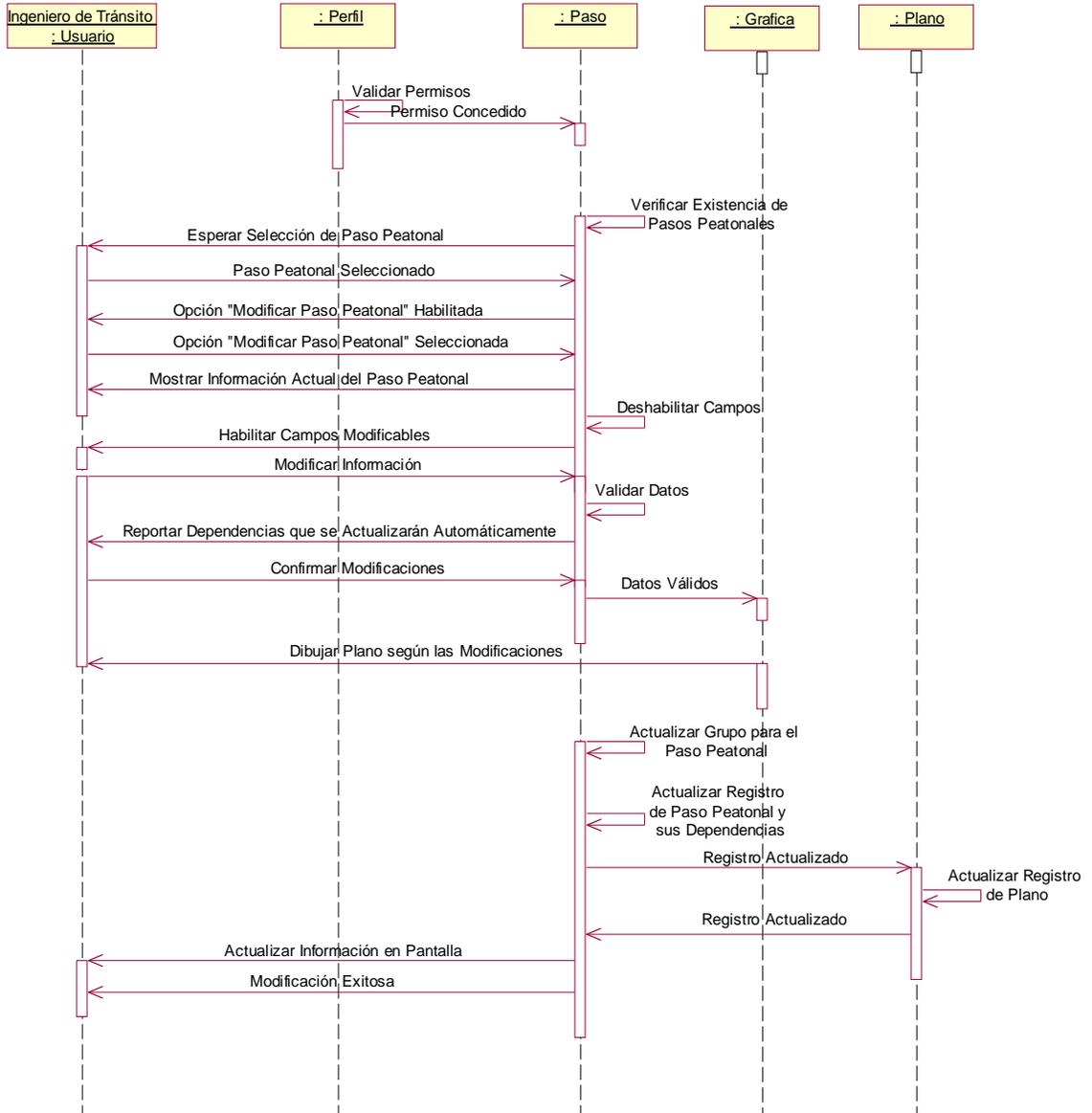
## Diagrama de Secuencia para Modificar Estructura



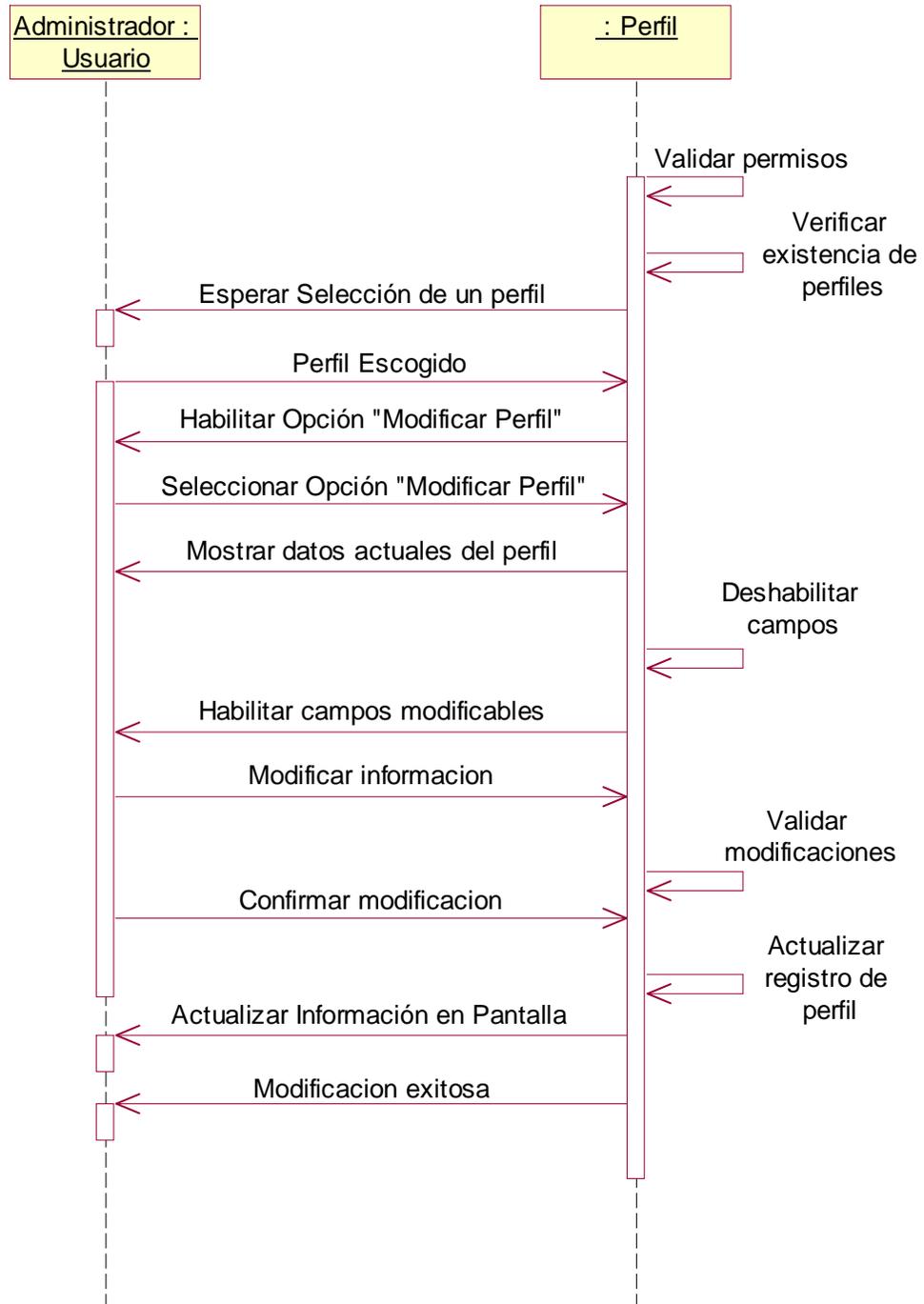
## Diagrama de Secuencia para Modificar Intersección



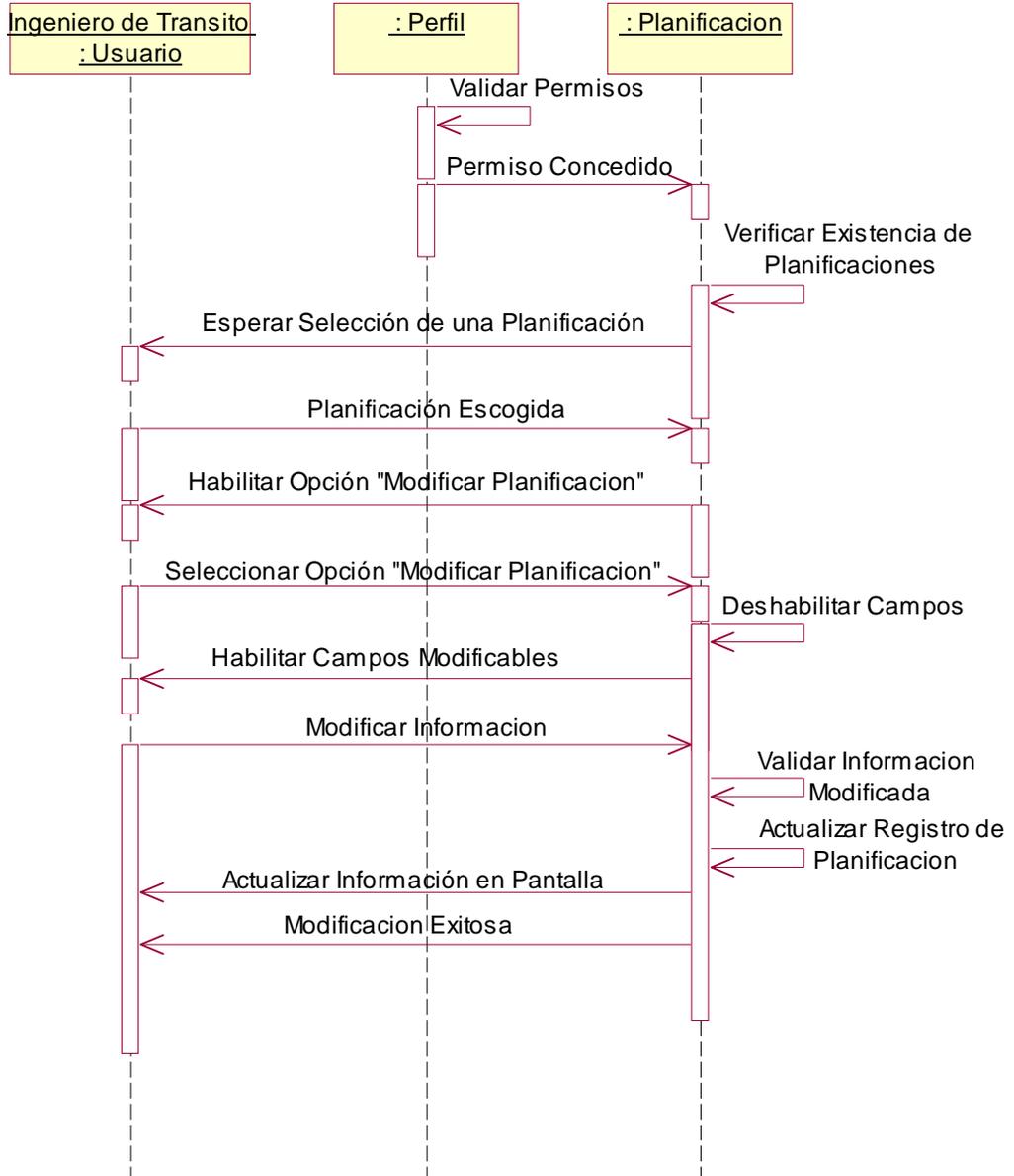
## Diagrama de Secuencia para Modificar Paso Peatonal



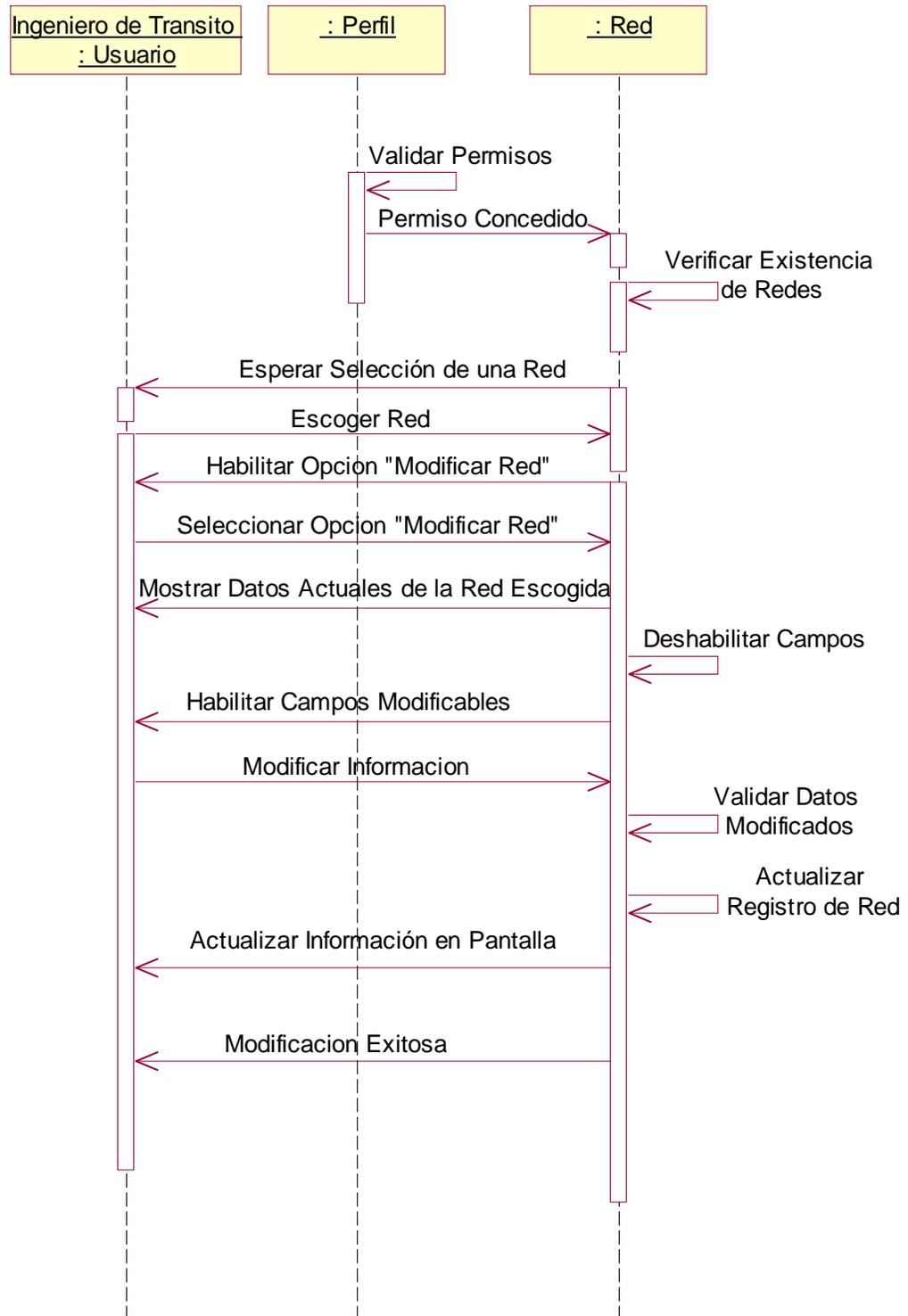
## Diagrama de Secuencia para Modificar Perfil



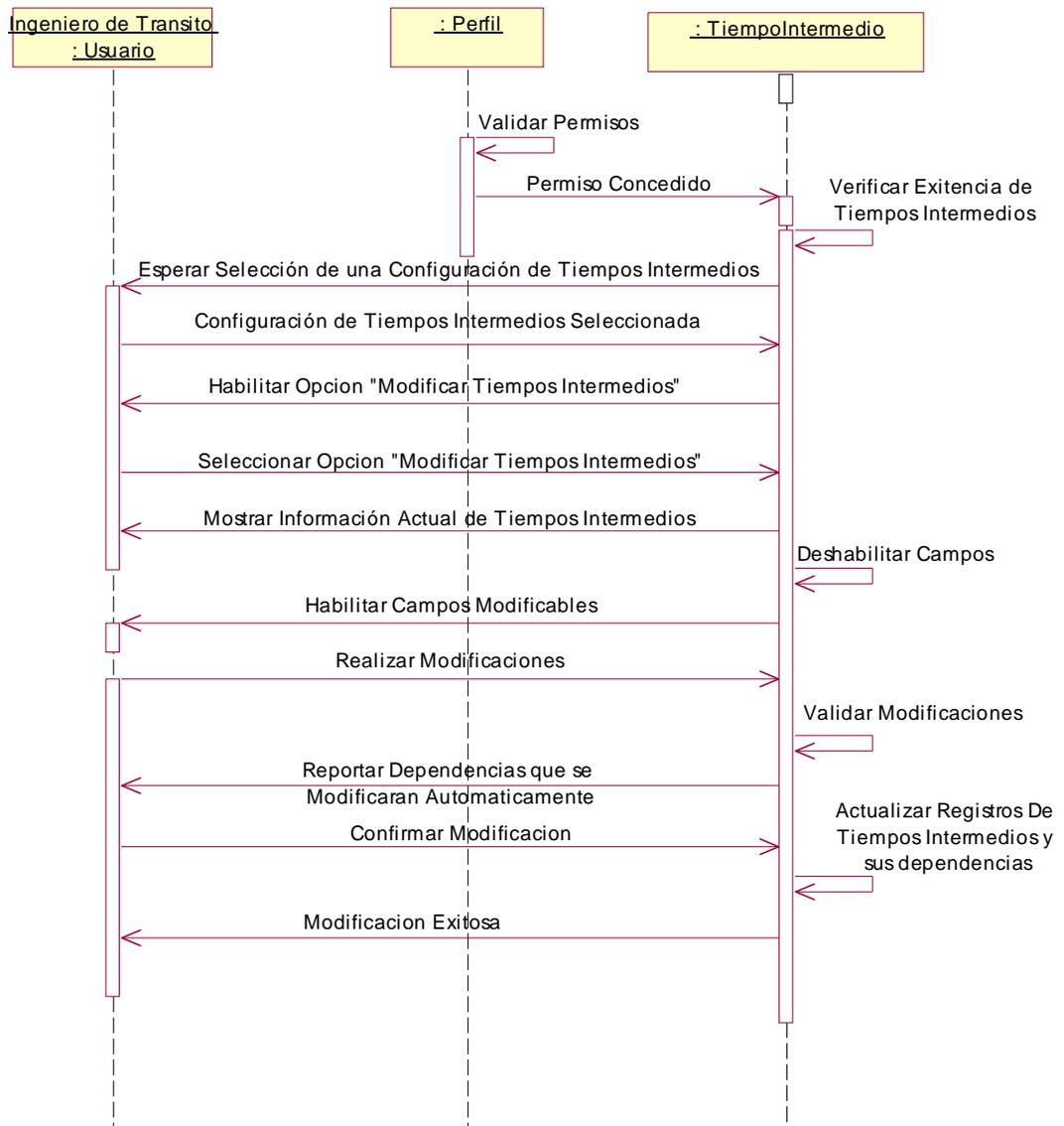
## Diagrama de Secuencia para Modificar Planificación



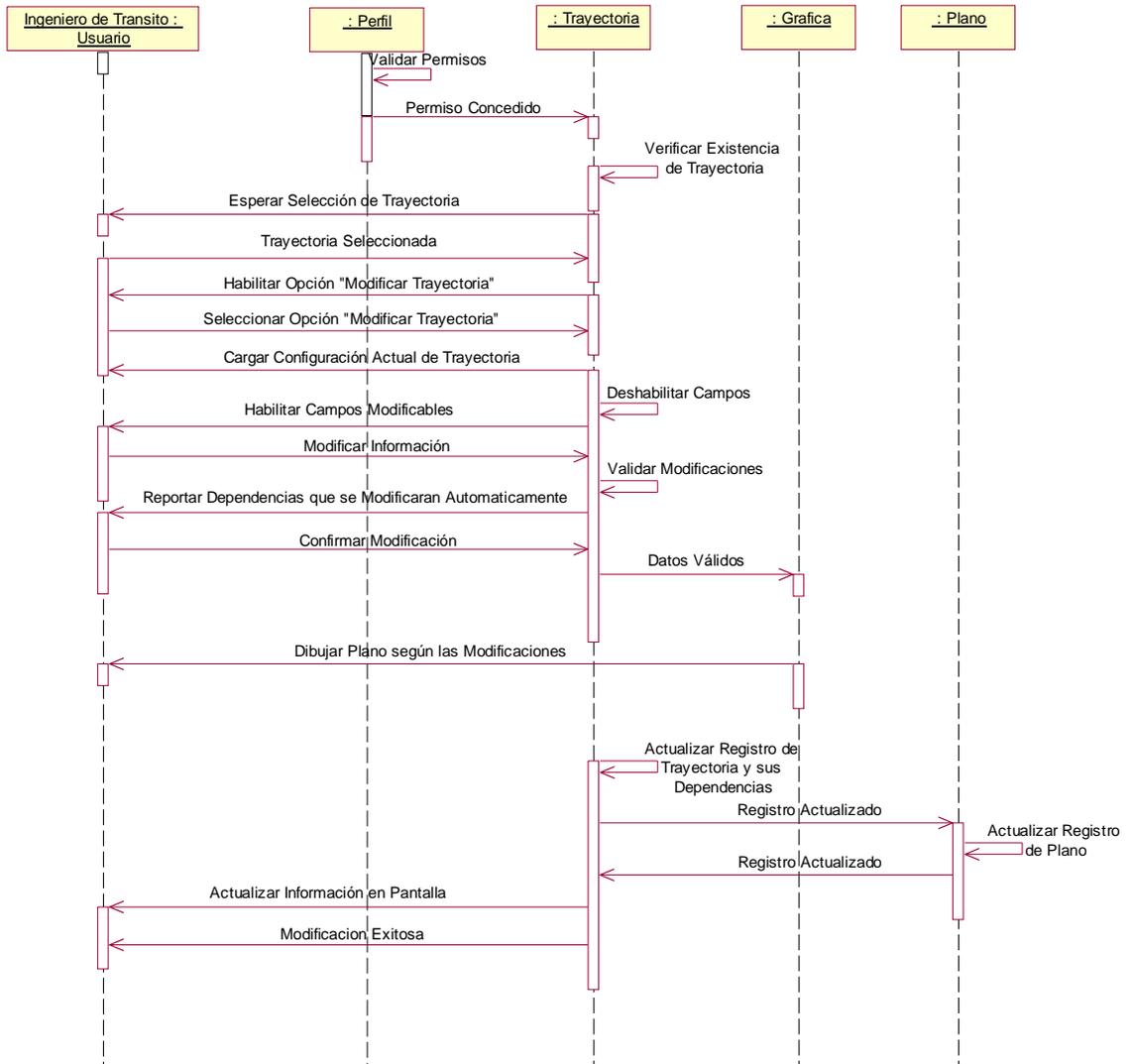
## Diagrama de Secuencia para Modificar Red



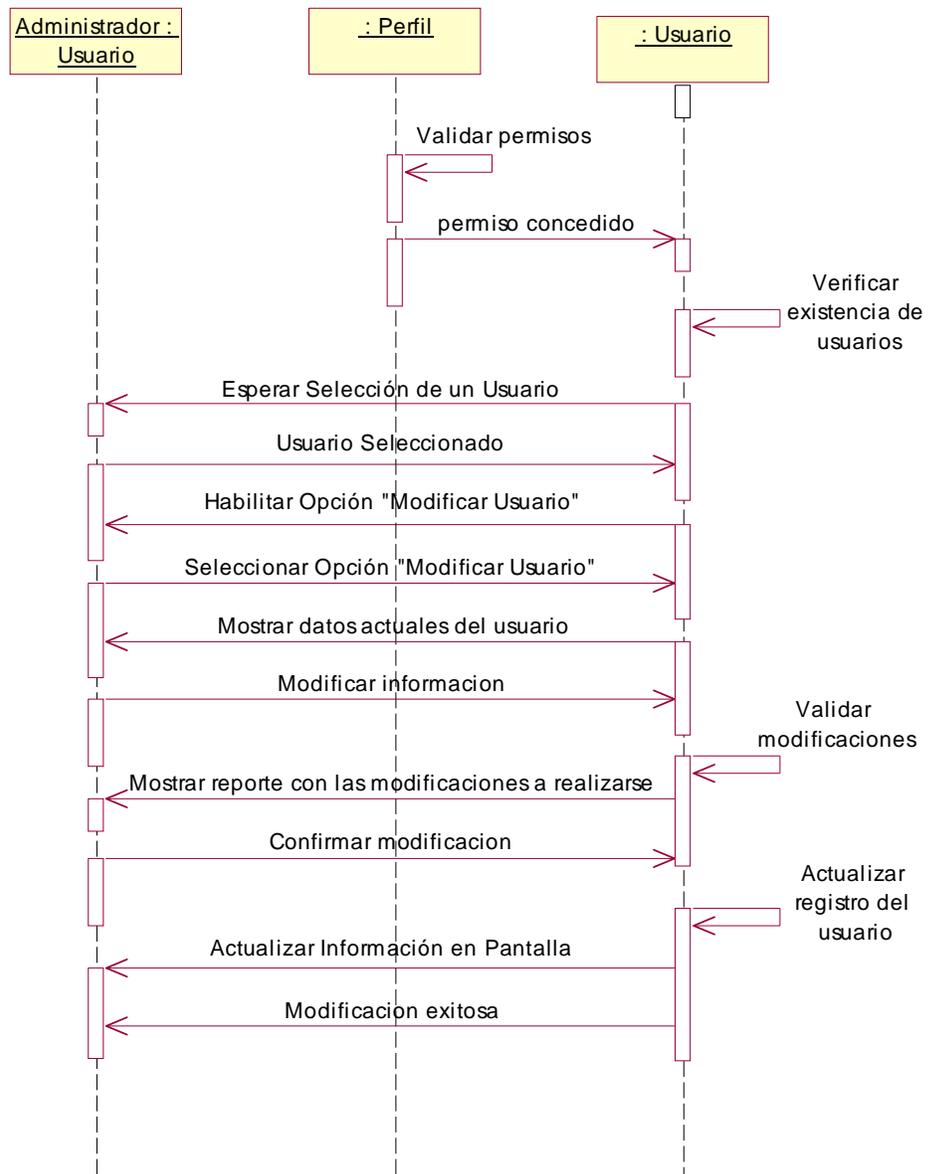
## Diagrama de Secuencia para Modificar Tiempos Intermedios



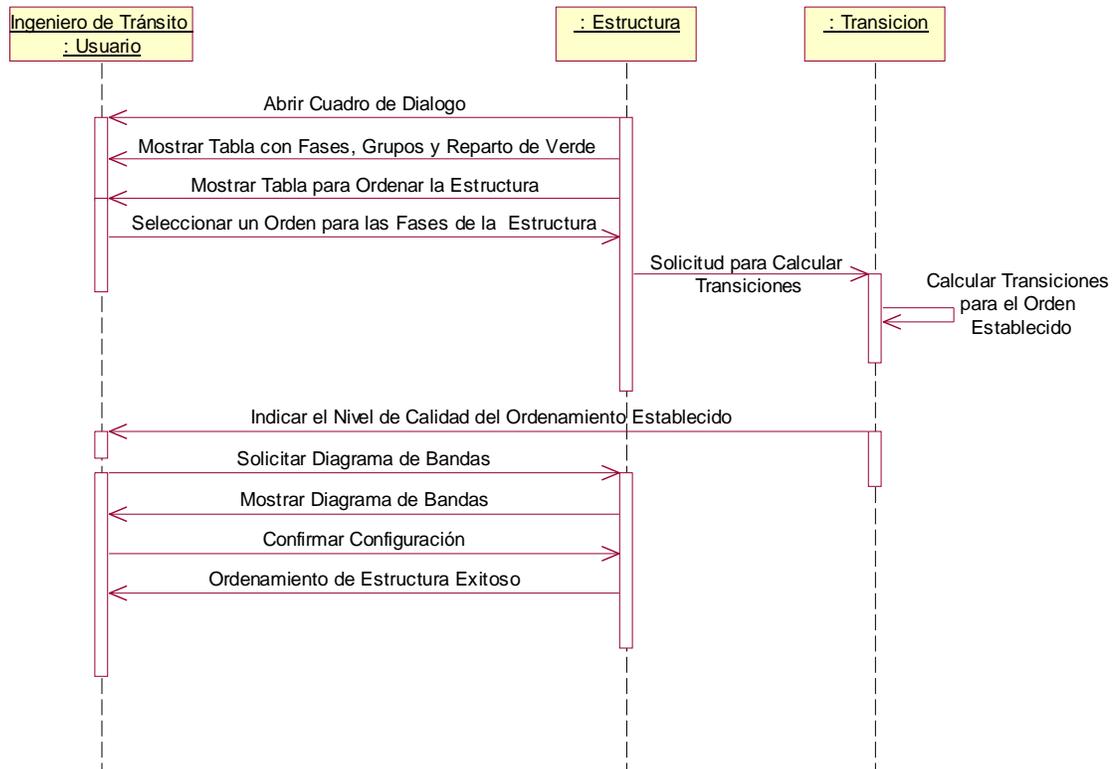
## Diagrama de Secuencia para Modificar Trayectoria



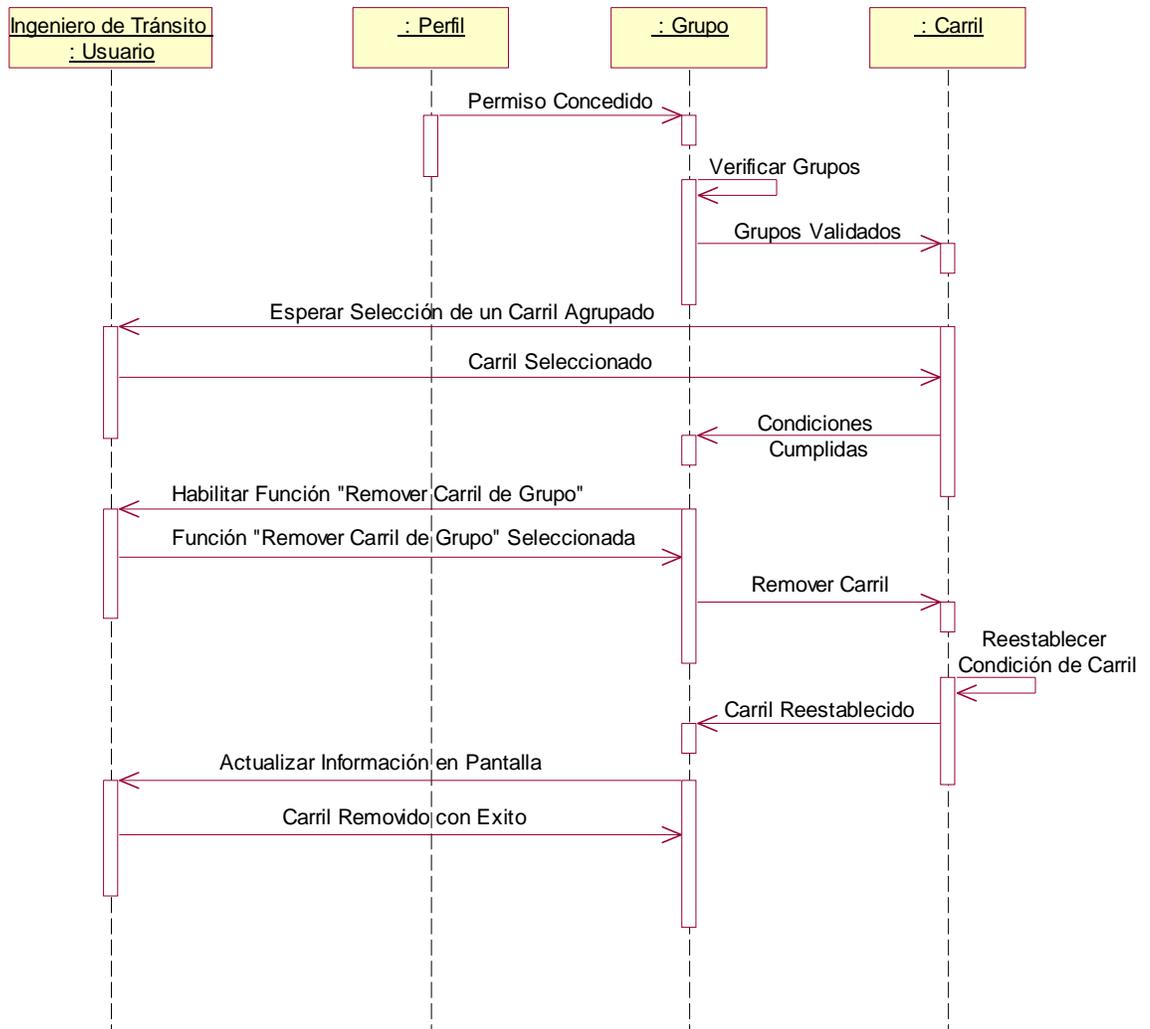
## Diagrama de Secuencia para Modificar Usuario



## Diagrama de Secuencia para Ordenar Estructura



## Diagrama de Secuencia para Remover Carril de Grupos



## ANEXO F

### DIAGRAMAS DE COLABORACIÓN

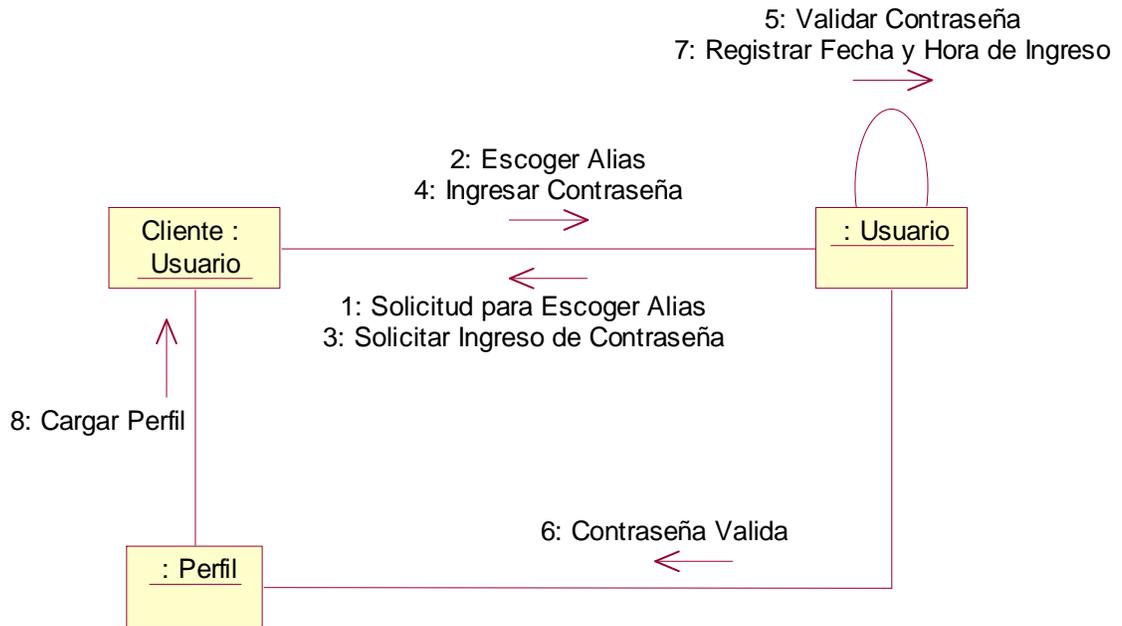
#### CONTENIDO

	Pág.
Diagrama de Colaboración para Abrir Sesión	328
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Características de Tráfico	328
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Giros por Grupo de Carriles	329
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Grupo	329
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Pasos Peatonales	330
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Vehículos Pesados	330
Diagrama de Colaboración para el Análisis de Volumen Vehicular por Carril	331
Diagrama de Colaboración para Borrar Acceso	331
Diagrama de Colaboración para Borrar Análisis de Tráfico	332
Diagrama de Colaboración para Borrar Calzada	332
Diagrama de Colaboración para Borrar Carril	333
Diagrama de Colaboración para Borrar Complejo	333
Diagrama de Colaboración para Borrar Corredor	334
Diagrama de Colaboración para Borrar Estructura	334
Diagrama de Colaboración para Borrar Evaluación	335
Diagrama de Colaboración para Borrar Intersección	335
Diagrama de Colaboración para Borrar Paso Peatonal	336
Diagrama de Colaboración para Borrar Perfil	336
Diagrama de Colaboración para Borrar Planificación	337
Diagrama de Colaboración para Borrar Red	337
Diagrama de Colaboración para Borrar Tiempos Intermedios	338
Diagrama de Colaboración para Borrar Trayectoria	338
Diagrama de Colaboración para Borrar Usuario	339
Diagrama de Colaboración para Cerrar Sesión	339
Diagrama de Colaboración para Configurar Ciclo	340
Diagrama de Colaboración para Configurar Información de Complejo	340
Diagrama de Colaboración para Configurar Información de Corredor	341
Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Complejo	341
Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Corredor	342
Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Intersección	343
Diagrama de Colaboración para Consultar Acceso	344
Diagrama de Colaboración para Consultar Análisis de Tráfico	344
Diagrama de Colaboración para Consultar Calzada	345
Diagrama de Colaboración para Consultar Carril	345
Diagrama de Colaboración para Consultar Complejo	346
Diagrama de Colaboración para Consultar Corredor	346
Diagrama de Colaboración para Consultar Estructura	347

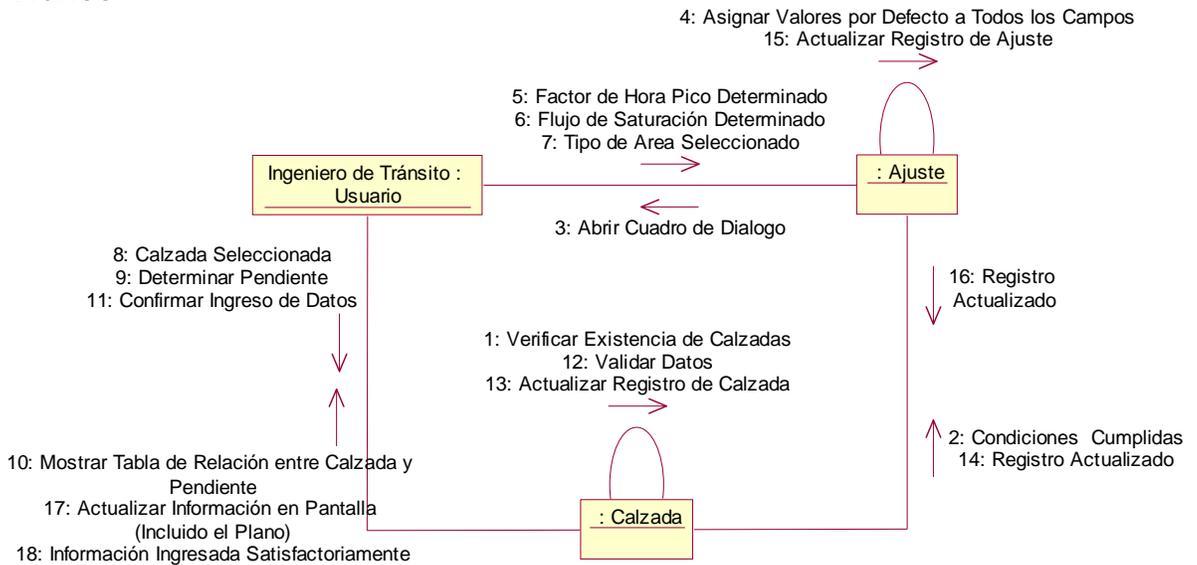
Diagrama de Colaboración para Consultar Evaluación	347
Diagrama de Colaboración para Consultar Intersección	348
Diagrama de Colaboración para Consultar Paso Peatonal	348
Diagrama de Colaboración para Consultar Perfil	349
Diagrama de Colaboración para Consultar Planificación	349
Diagrama de Colaboración para Consultar Red	350
Diagrama de Colaboración para Consultar Tiempos Intermedios	350
Diagrama de Colaboración para Consultar Trayectoria	351
Diagrama de Colaboración para Consultar Usuario	351
Diagrama de Colaboración para Crear Acceso	352
Diagrama de Colaboración para Crear Análisis de Tráfico	353
Diagrama de Colaboración para Crear Calzada	354
Diagrama de Colaboración para Crear Carril	355
Diagrama de Colaboración para Crear Combinación	356
Diagrama de Colaboración para Crear Complejo	357
Diagrama de Colaboración para Crear Corredor	358
Diagrama de Colaboración para Crear Estructura	359
Diagrama de Colaboración para Crear Intersección	360
Diagrama de Colaboración para Crear Paso Peatonal	361
Diagrama de Colaboración para Crear Perfil	362
Diagrama de Colaboración para Crear Planificación	362
Diagrama de Colaboración para Crear Puntos de Conflicto	363
Diagrama de Colaboración para Crear Red	364
Diagrama de Colaboración para Crear Tiempos Intermedios	364
Diagrama de Colaboración para Crear Trayectoria	365
Diagrama de Colaboración para Crear Usuario	366
Diagrama de Colaboración para Distribuir Grupos	366
Diagrama de Colaboración para Evaluar Corredor Coordinado	367
Diagrama de Colaboración para Evaluar Intersección	367
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Acceso	368
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Calzada	368
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Carril	369
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Intersección	369
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Paso Peatonal	370
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Perfil	370
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Planificación	371
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Red	371
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Tiempos Intermedios	372
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Trayectoria	372
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Usuario	373
Diagrama de Colaboración para Ingresar Información para Evaluación	373
Diagrama de Colaboración para Modificar Acceso	374
Diagrama de Colaboración para Modificar Análisis de Tráfico	374
Diagrama de Colaboración para Modificar Calzada	375

Diagrama de Colaboración para Modificar Carril	375
Diagrama de Colaboración para Modificar Combinación	376
Diagrama de Colaboración para Modificar Complejo	376
Diagrama de Colaboración para Modificar Corredor	377
Diagrama de Colaboración para Modificar Estructura	377
Diagrama de Colaboración para Modificar Intersección	378
Diagrama de Colaboración para Modificar Paso Peatonal	379
Diagrama de Colaboración para Modificar Perfil	379
Diagrama de Colaboración para Modificar Planificación	380
Diagrama de Colaboración para Modificar Red	380
Diagrama de Colaboración para Modificar Tiempos Intermedios	381
Diagrama de Colaboración para Modificar Trayectoria	381
Diagrama de Colaboración para Modificar Usuario	382
Diagrama de Colaboración para Ordenar Estructura	382
Diagrama de Colaboración para Remover Carril de Grupos	383

## Diagrama de Colaboración para Abrir Sesión

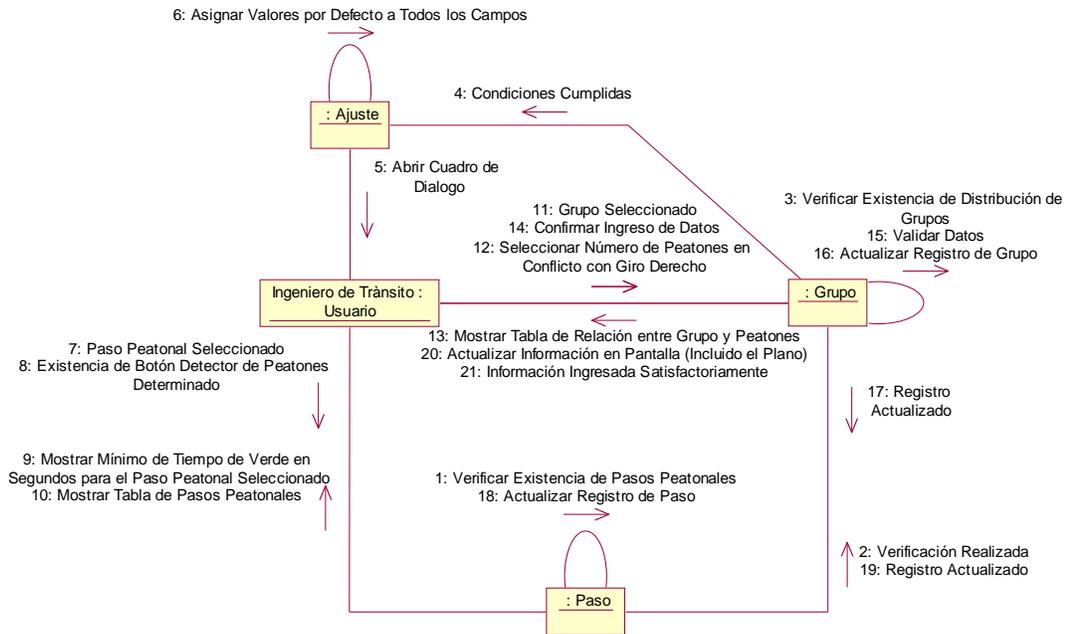


## Diagrama de Colaboración para Análisis de Características Generales de Tráfico

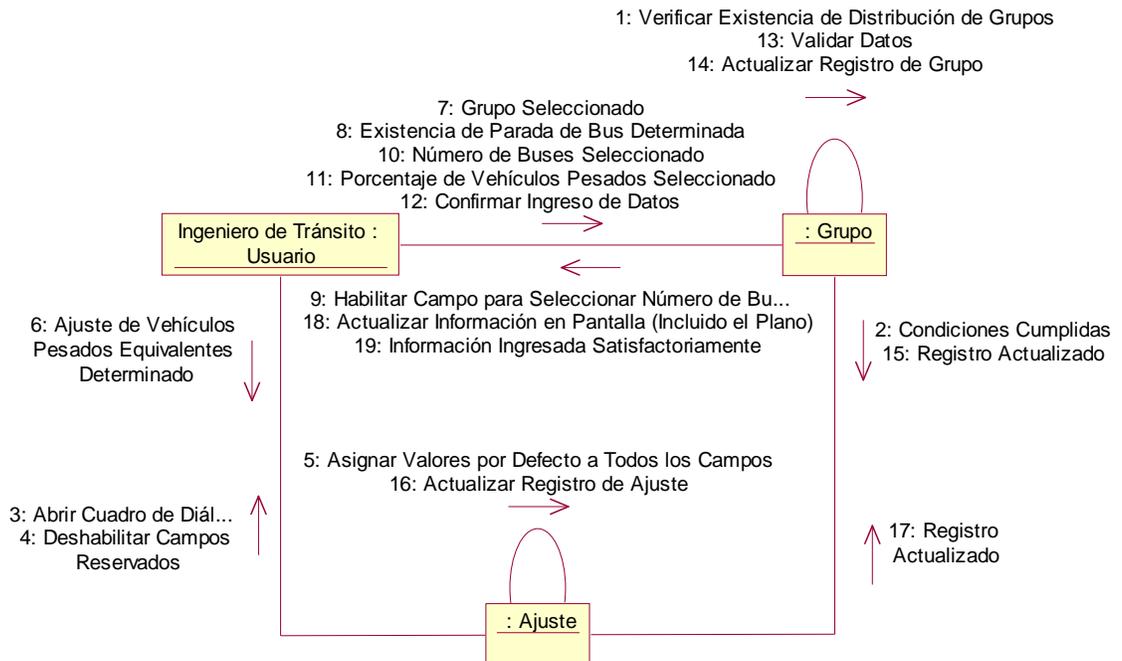




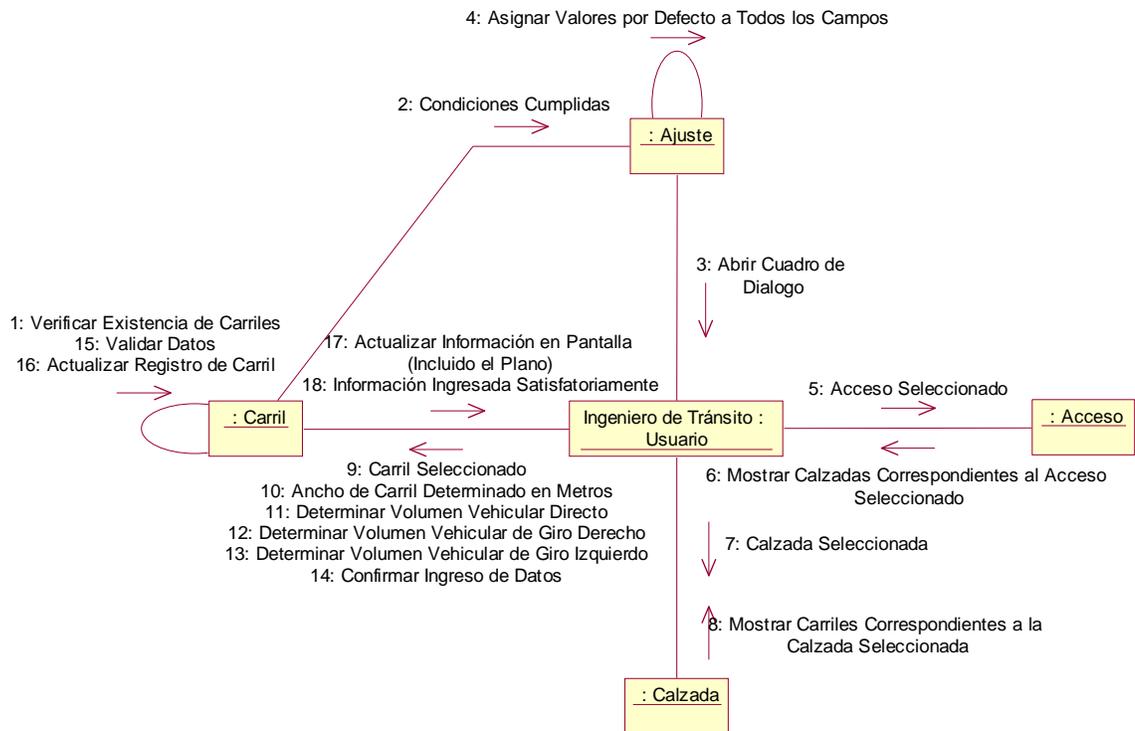
## Diagrama de Colaboración para Análisis de Pasos Peatonales



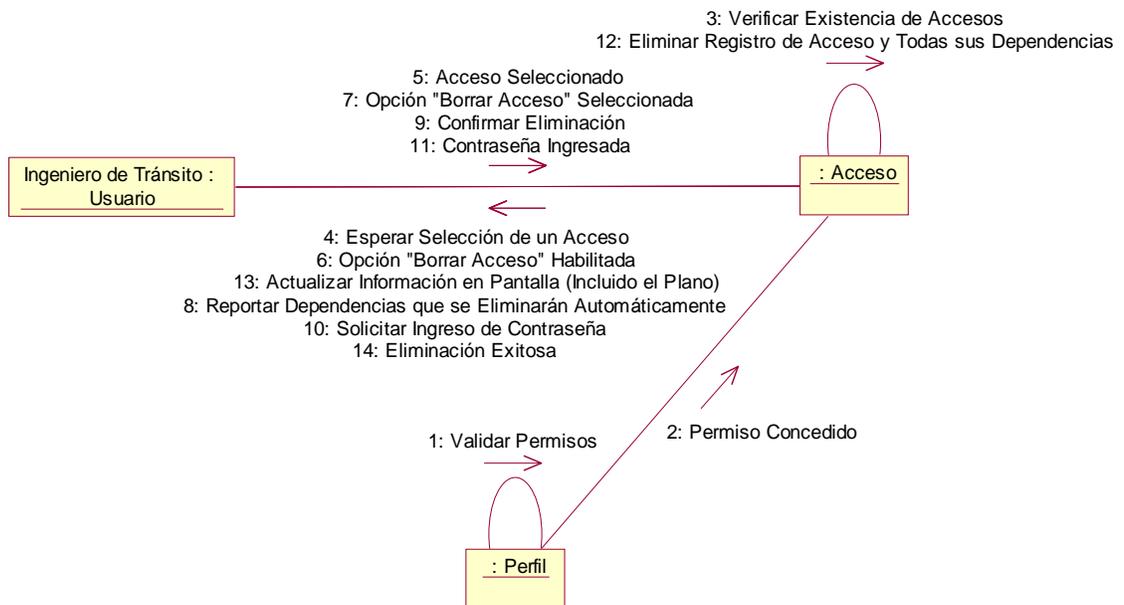
## Diagrama de Colaboración para Análisis de Vehículos Pesados



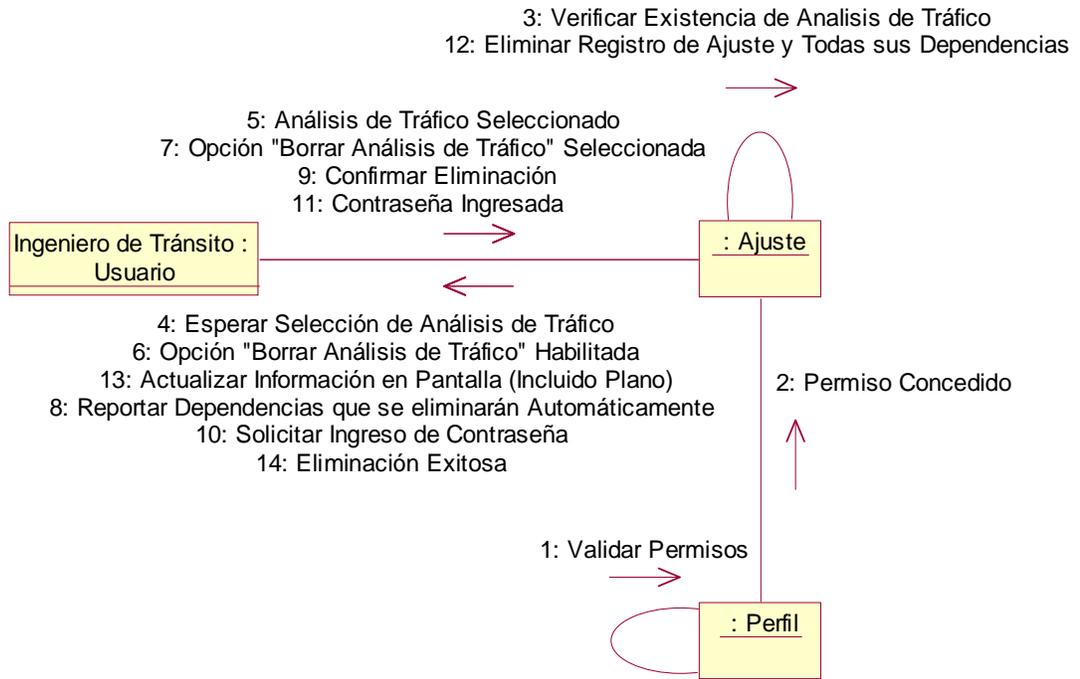
## Diagrama de Colaboración para Análisis de Volumen Vehicular por Carril



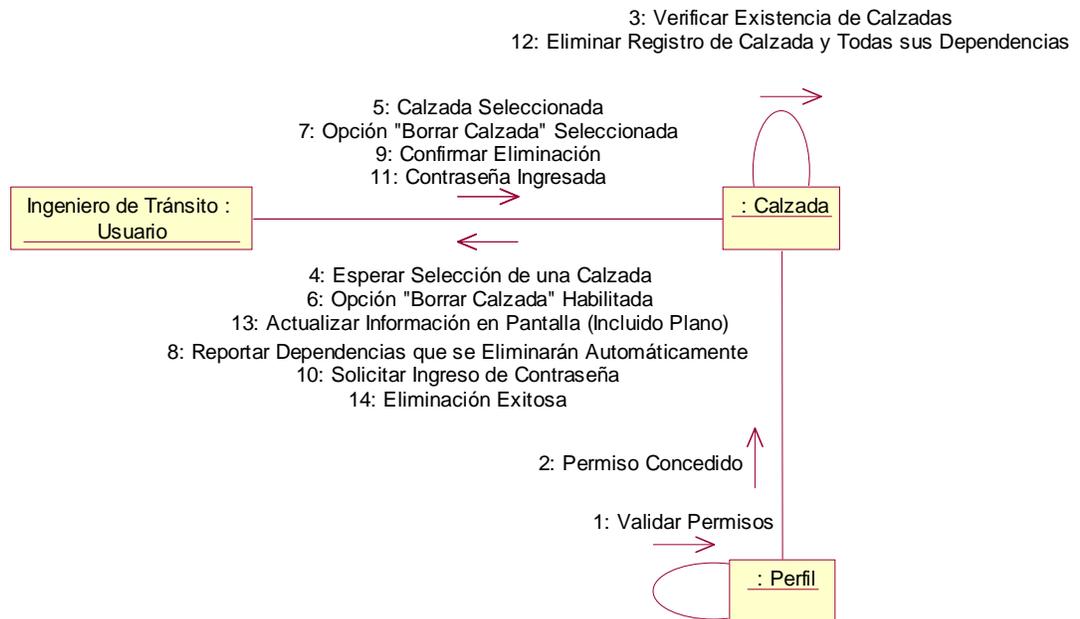
## Diagrama de Colaboración para Borrar Acceso



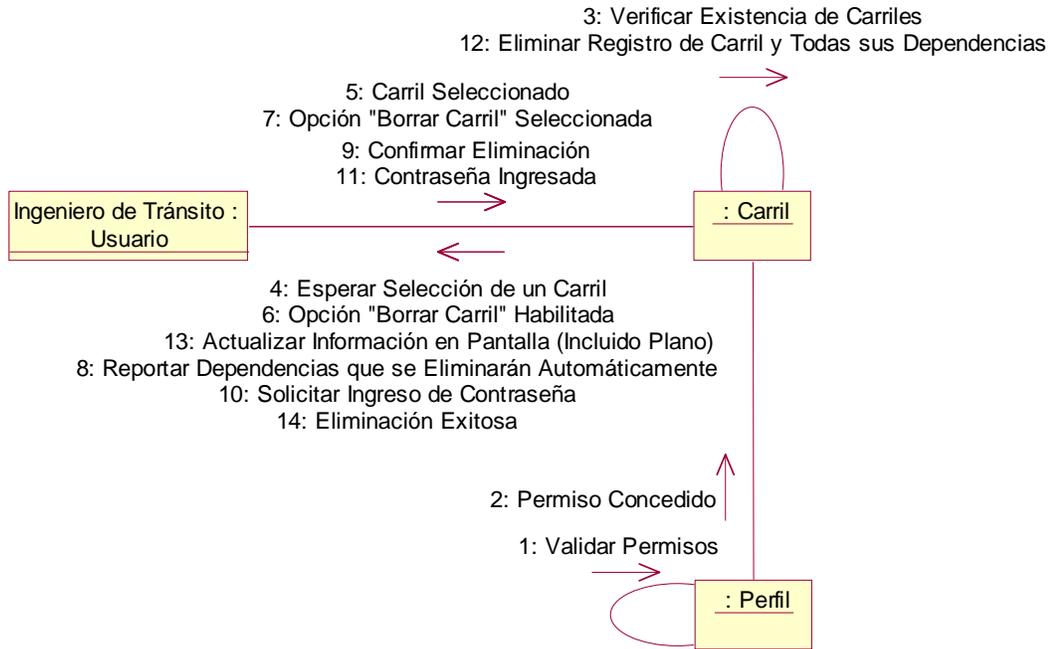
## Diagrama de Colaboración para Borrar Análisis de Tráfico



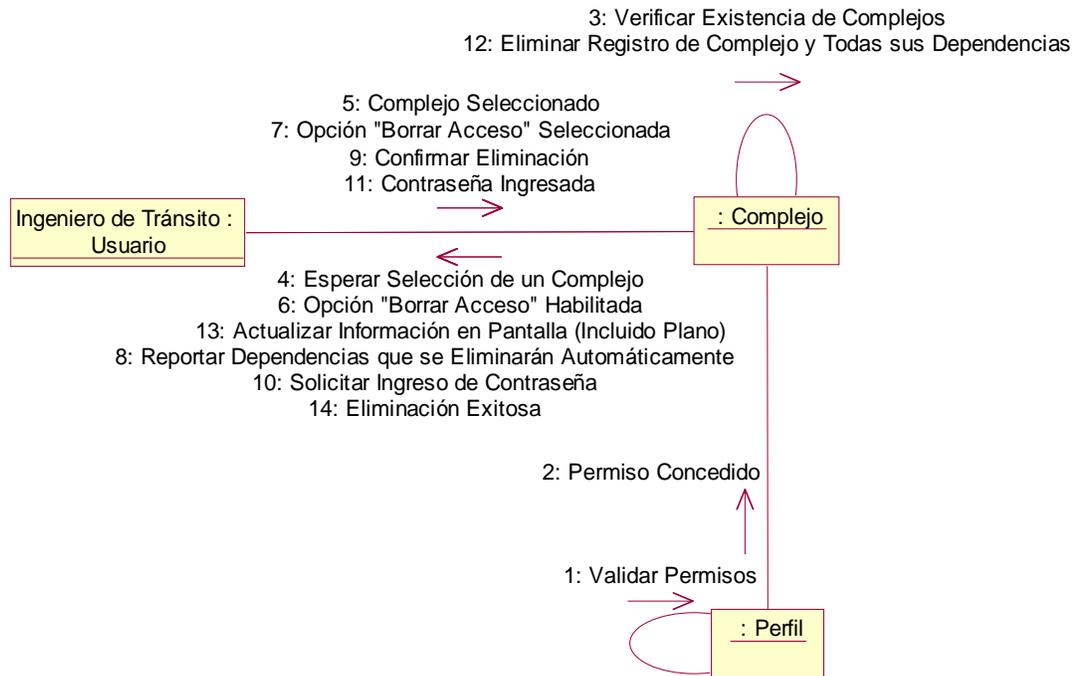
## Diagrama de Colaboración para Borrar Calzada



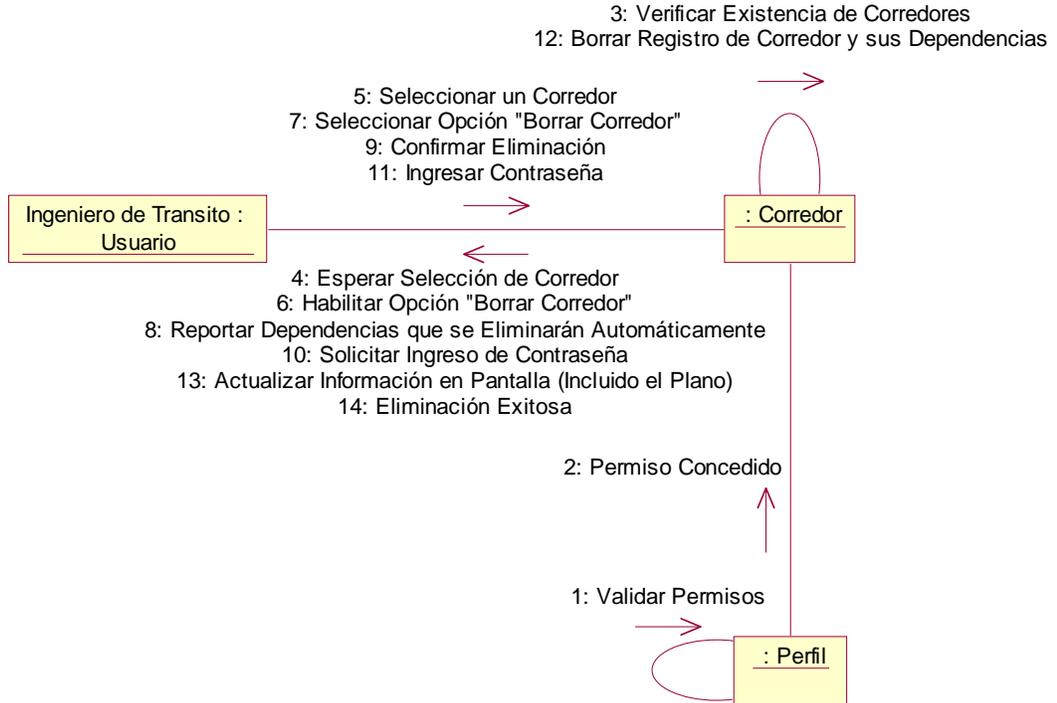
## Diagrama de Colaboración para Borrar Carril



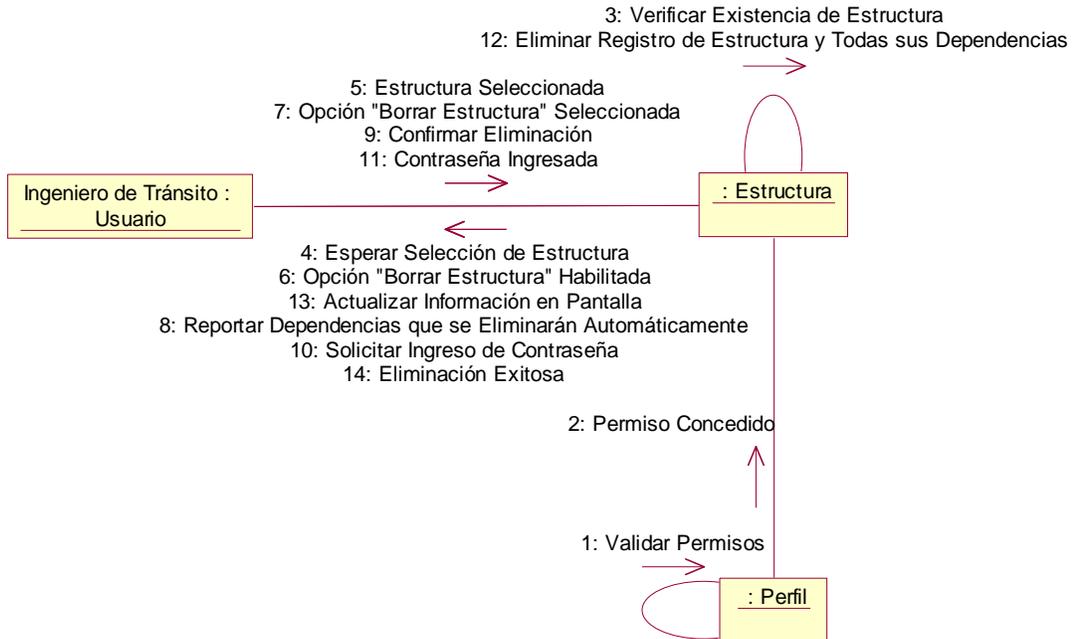
## Diagrama de Colaboración para Borrar Complejo



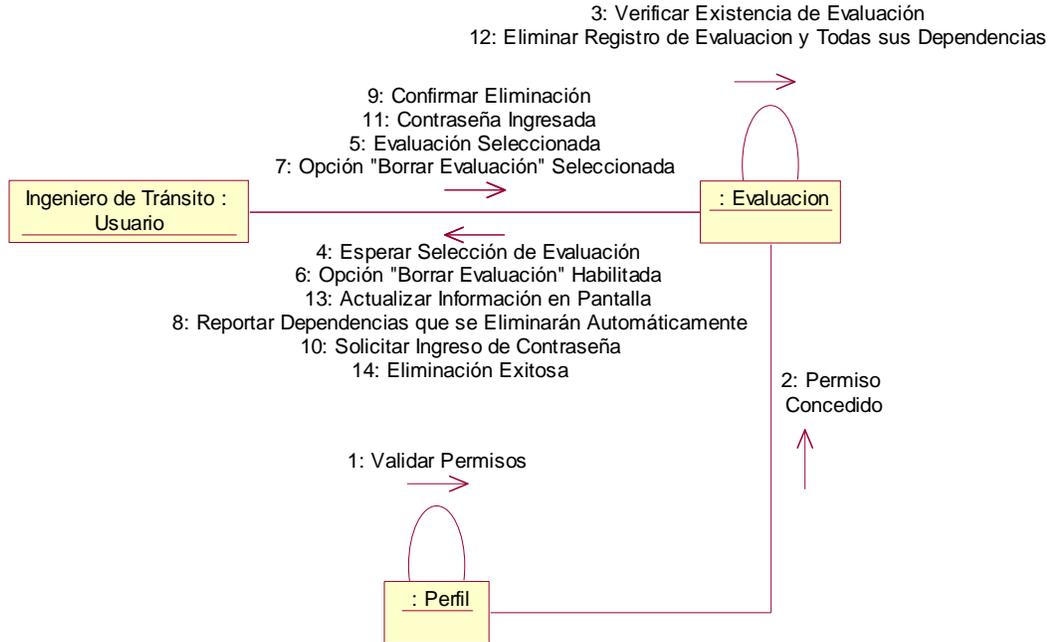
## Diagrama de Colaboración para Borrar Corredor



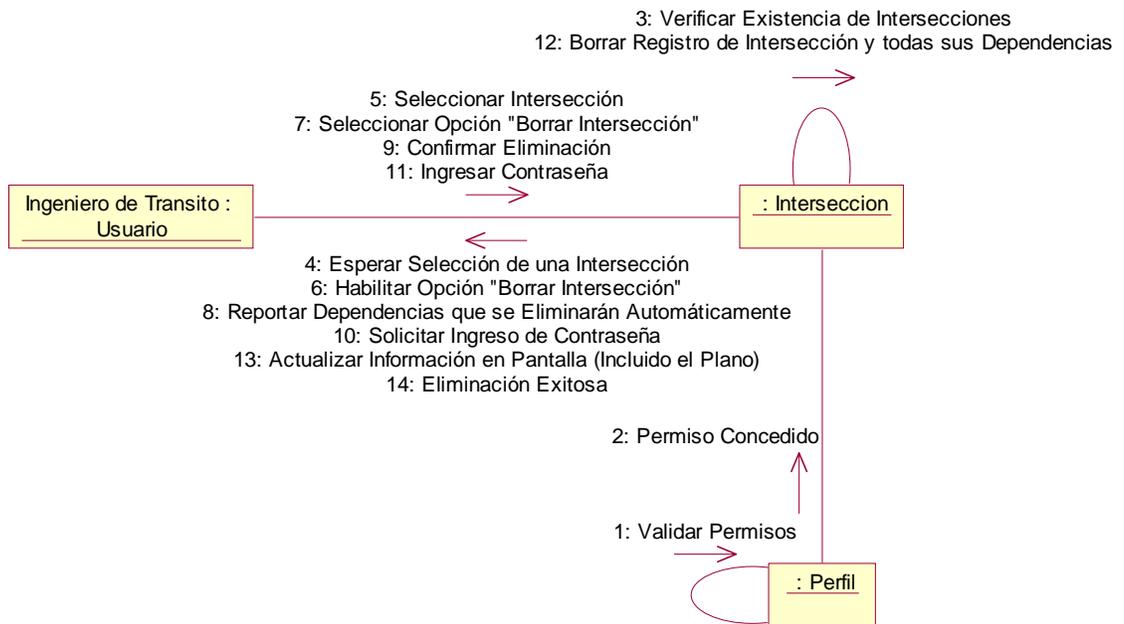
## Diagrama de Colaboración para Borrar Estructura



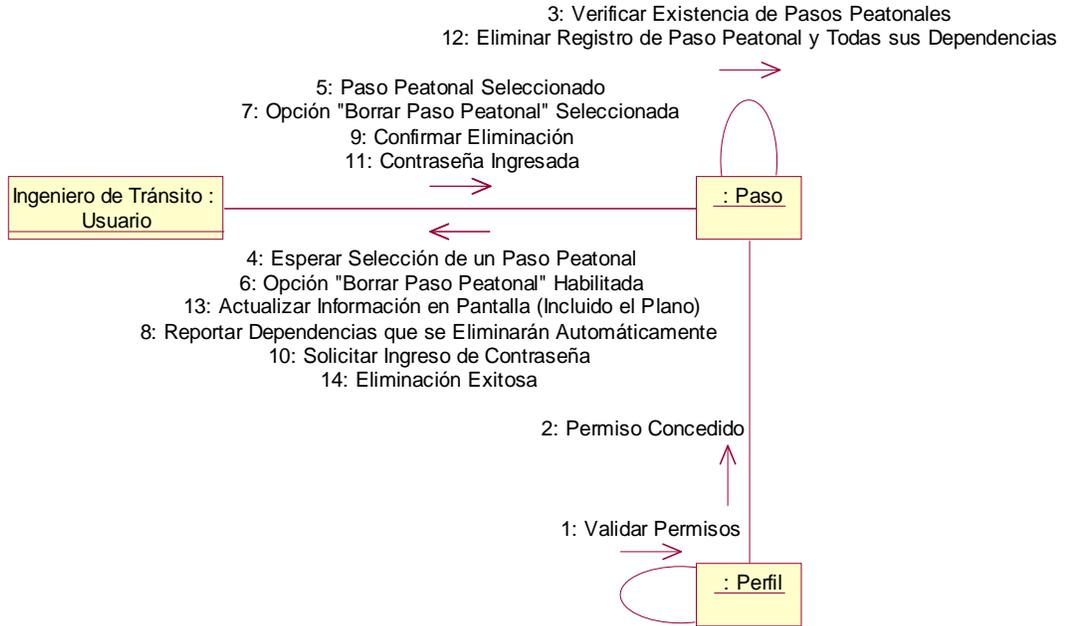
## Diagrama de Colaboración para Borrar Evaluación



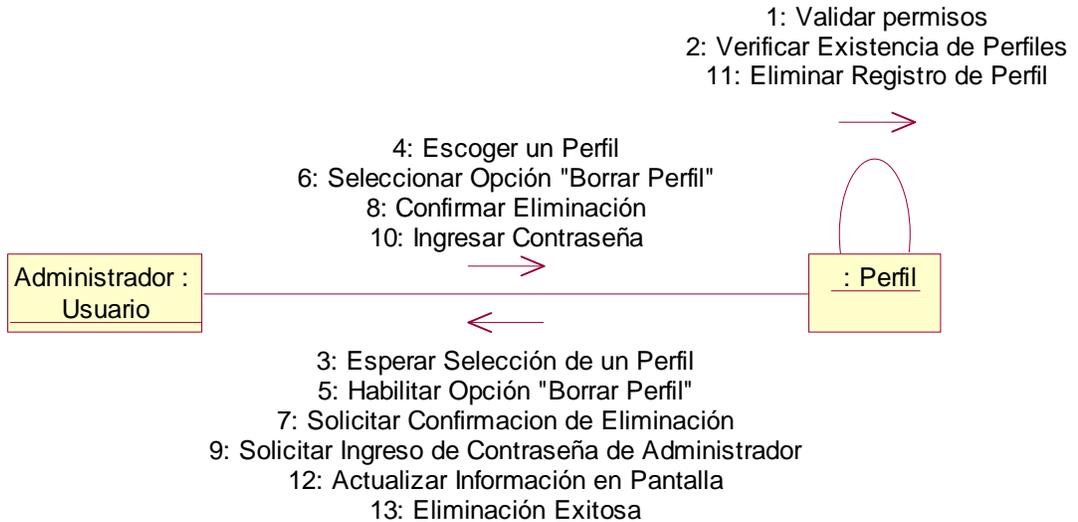
## Diagrama de Colaboración para Borrar Intersección



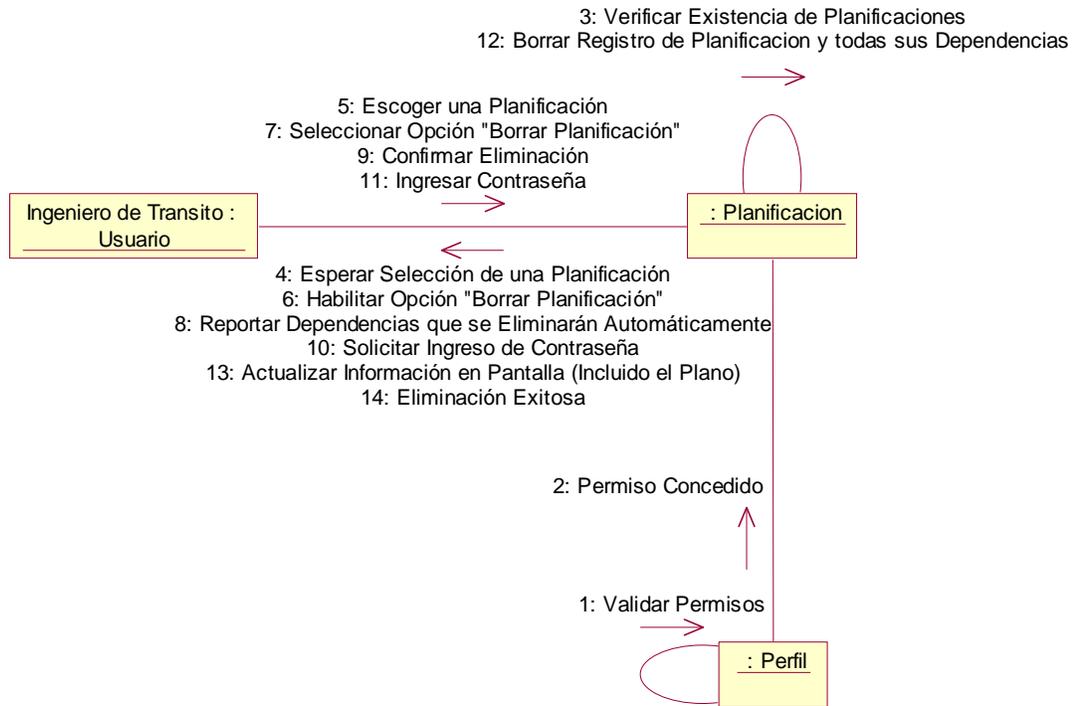
## Diagrama de Colaboración para Borrar Paso Peatonal



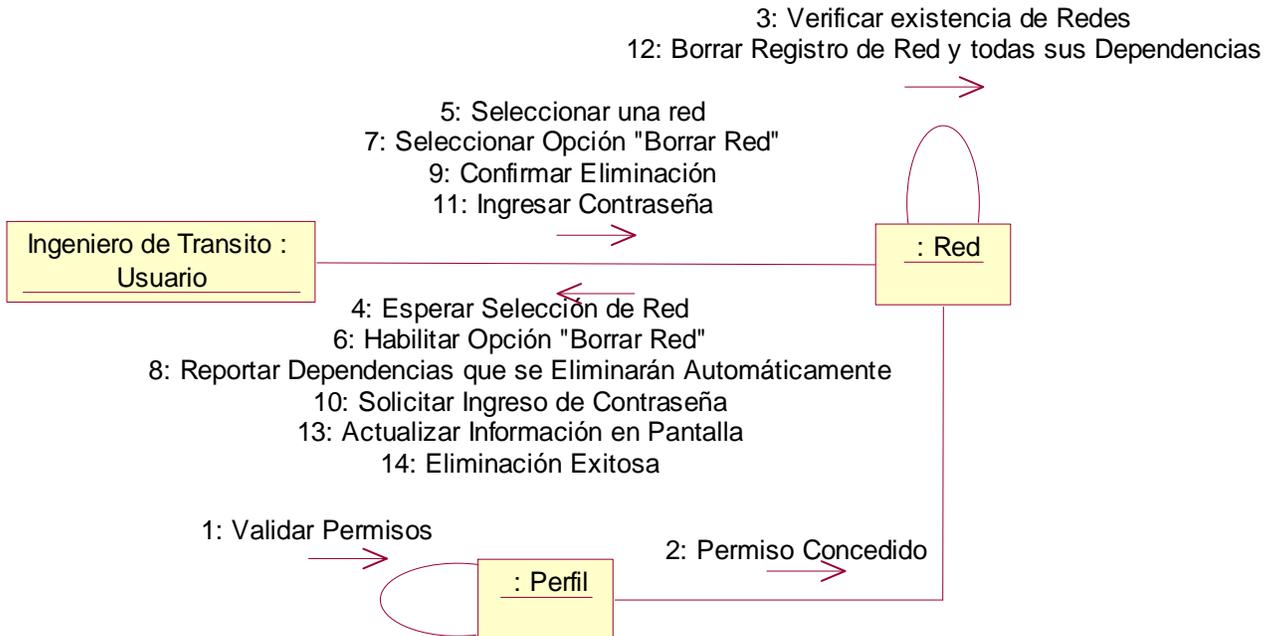
## Diagrama de Colaboración para Borrar Perfil



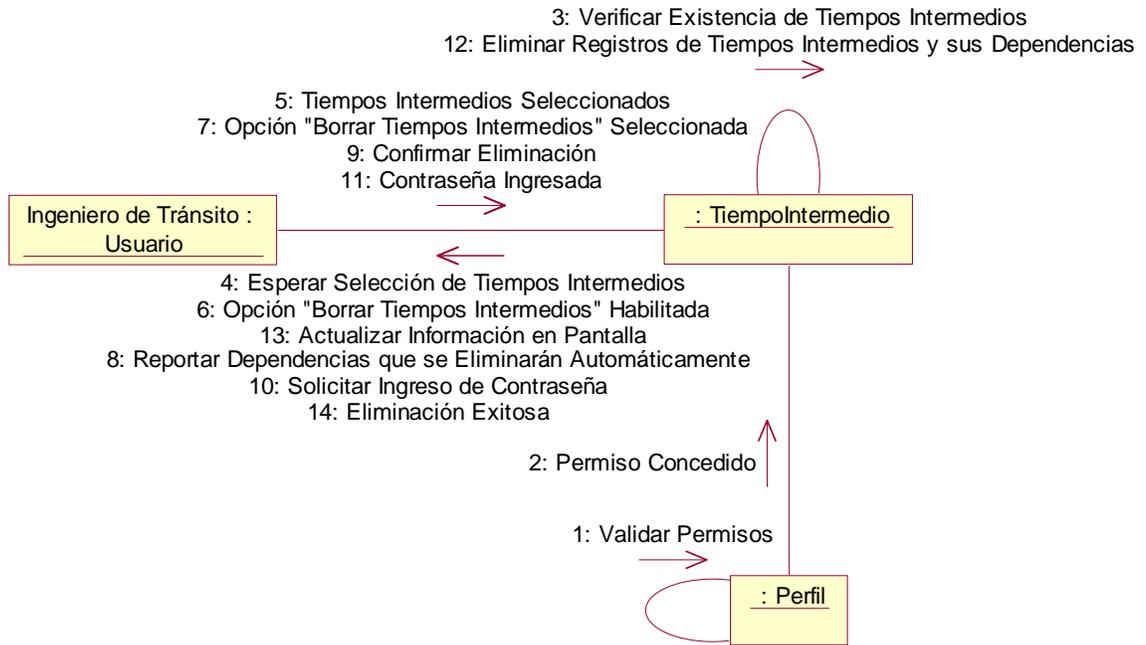
## Diagrama de Colaboración para Borrar Planificación



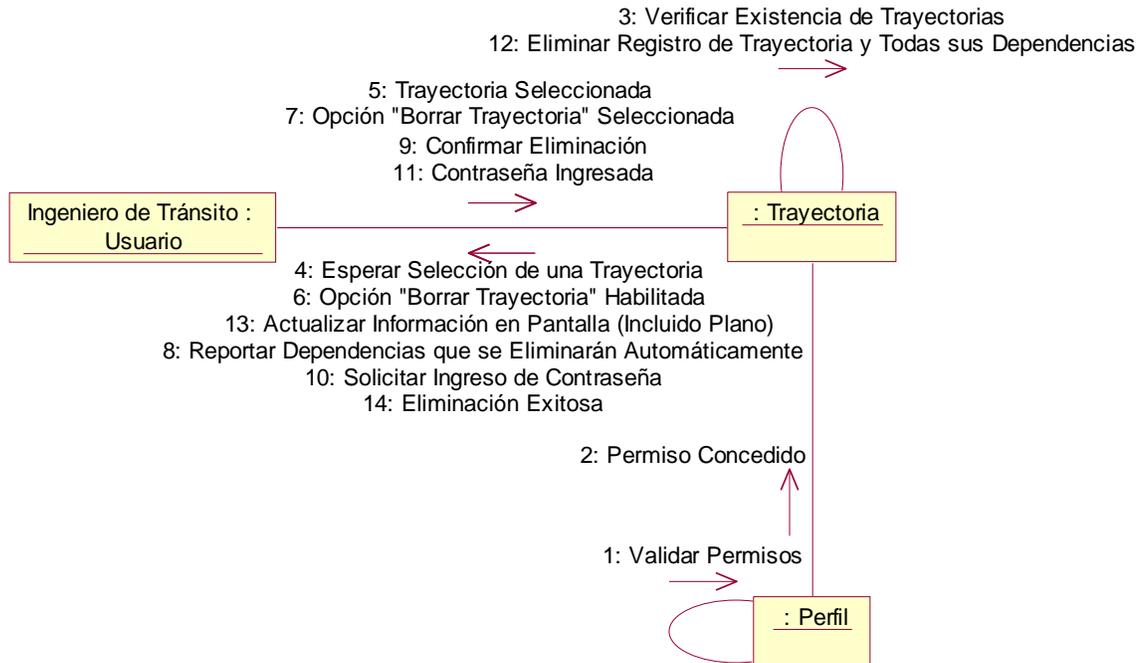
## Diagrama de Colaboración para Borrar Red



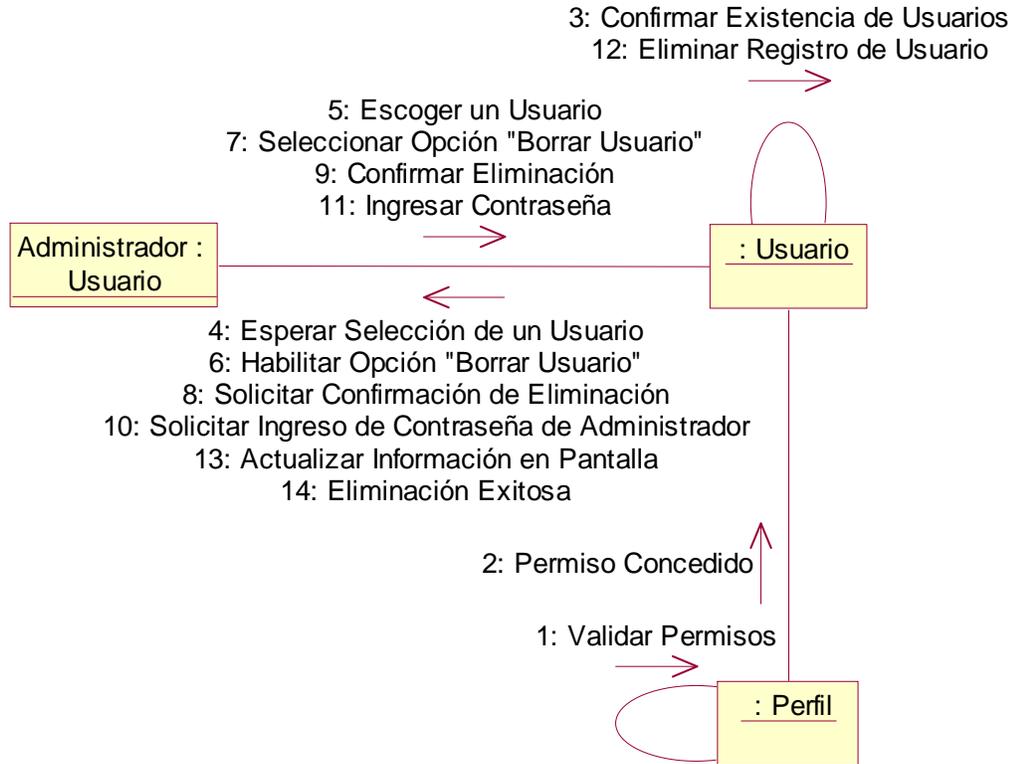
## Diagrama de Colaboración para Borrar Tiempos Intermedios



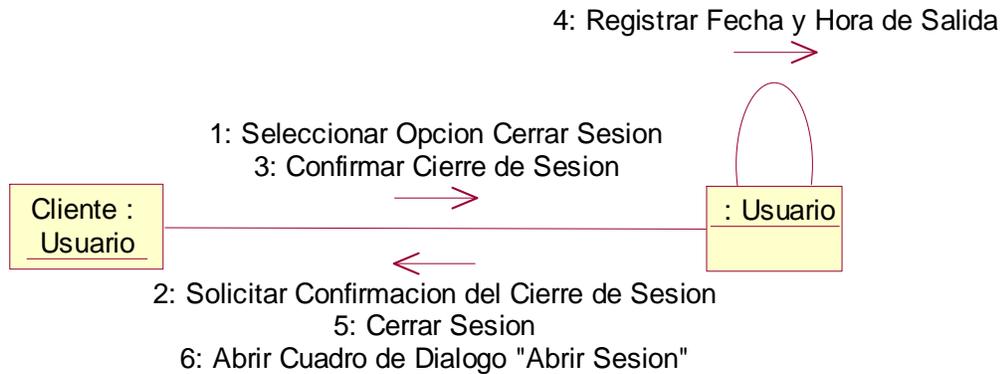
## Diagrama de Colaboración para Borrar Trayectoria



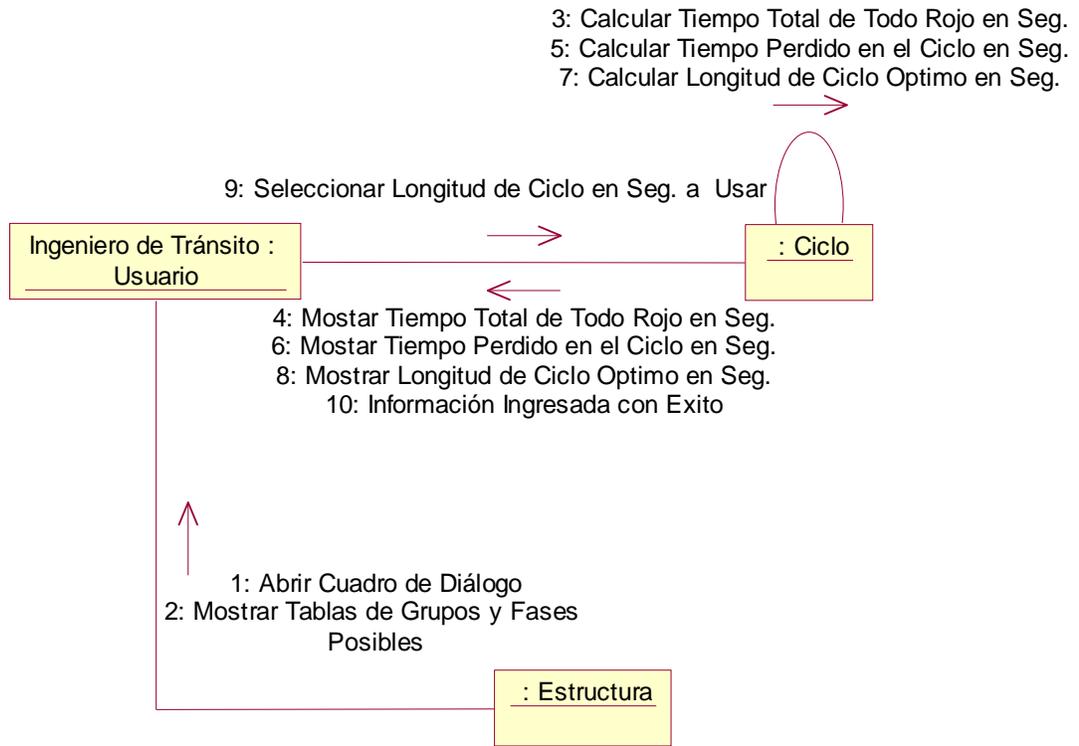
## Diagrama de Colaboración para Borrar Usuario



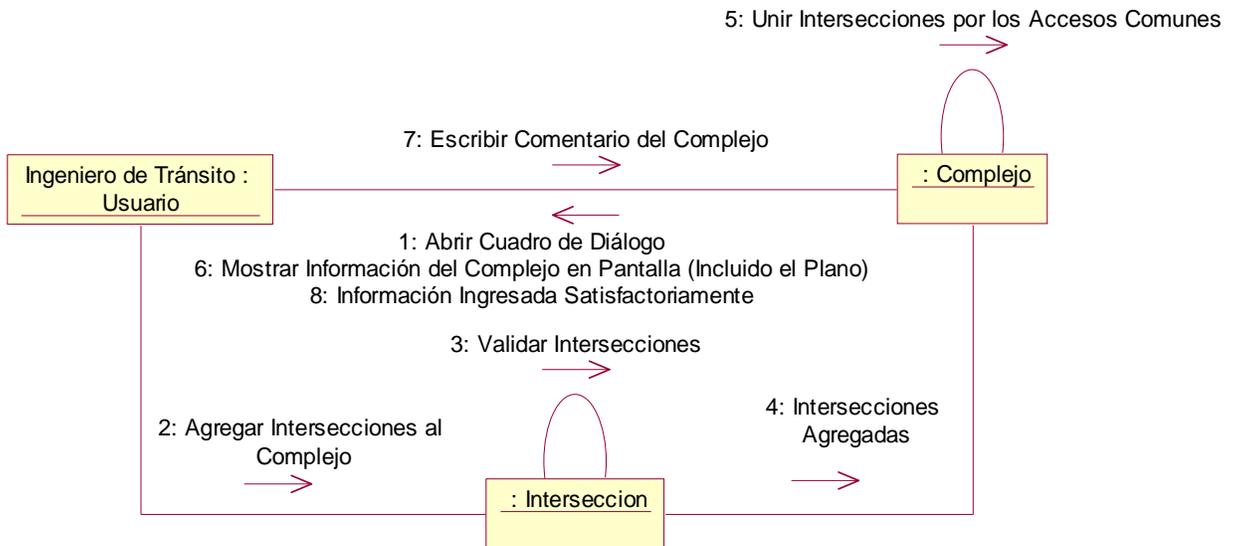
## Diagrama de Colaboración para Cerrar Sesión



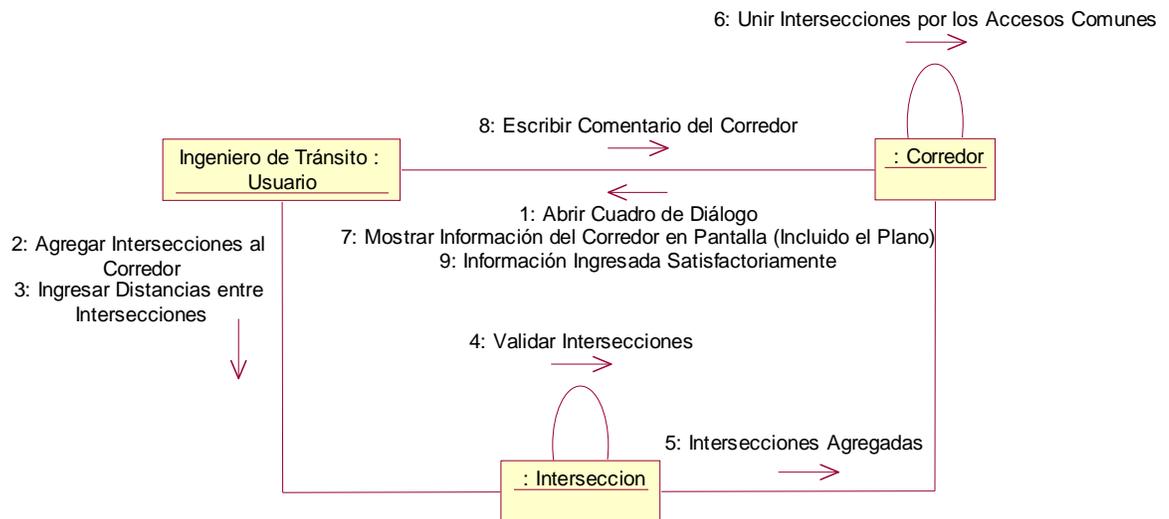
## Diagrama de Colaboración para Configurar Ciclo



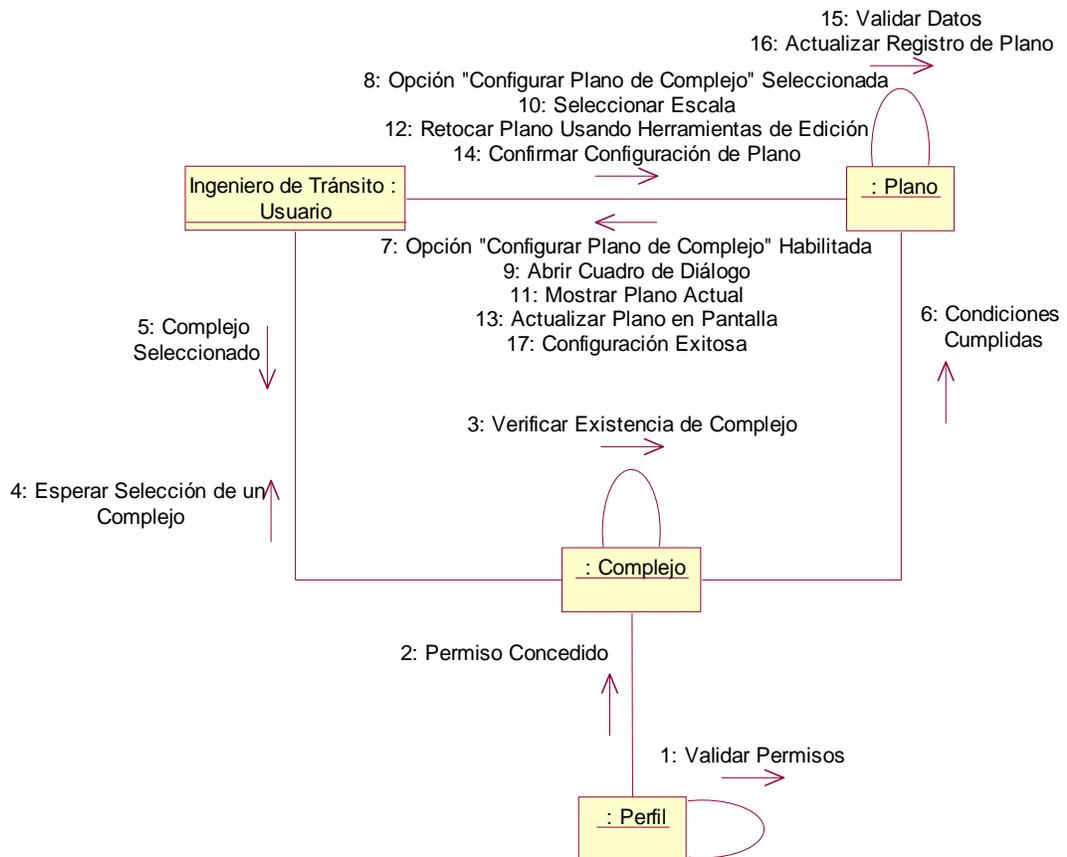
## Diagrama de Colaboración para Configurar Información de Complejo



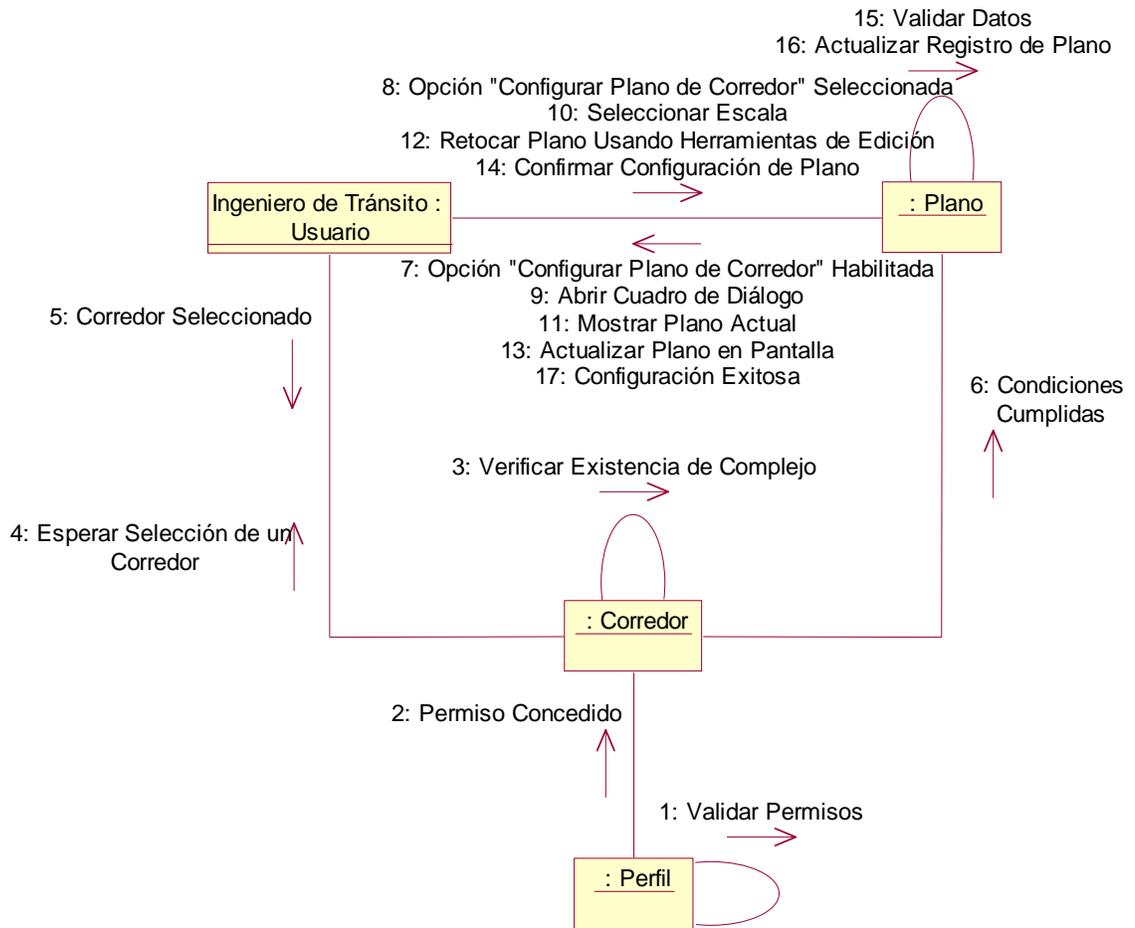
## Diagrama de Colaboración para Configurar Información de Corredor



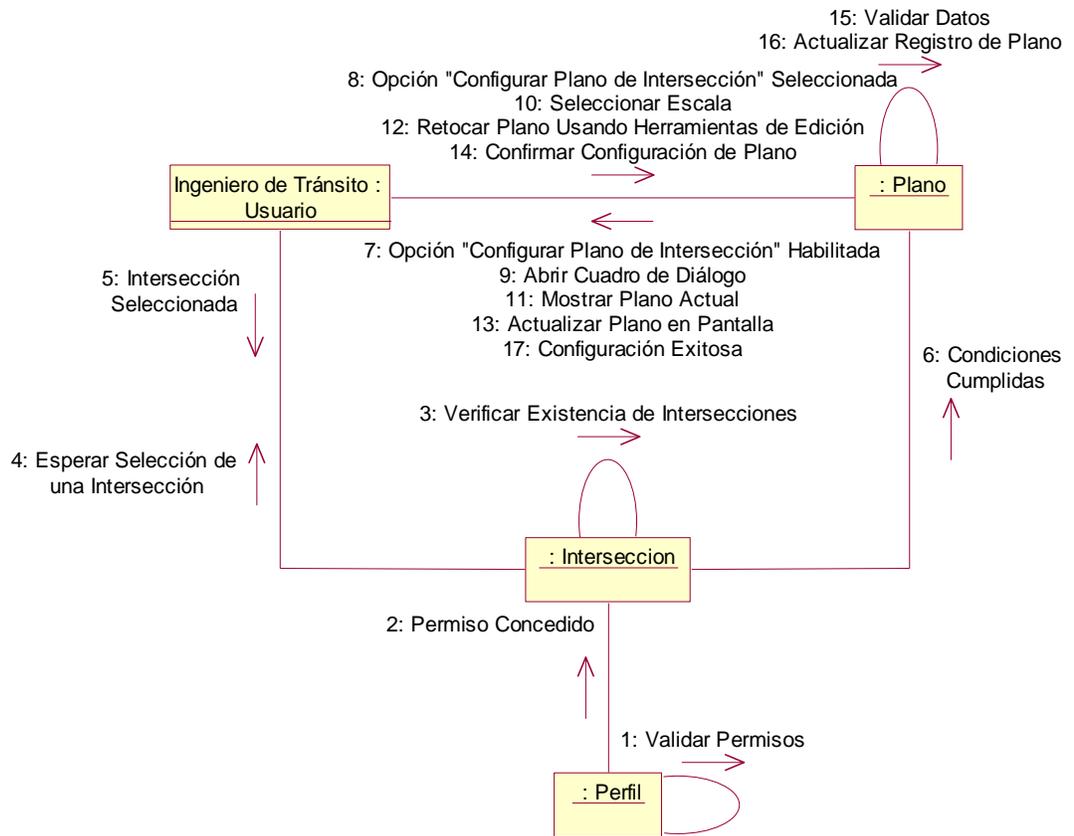
## Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Complejo



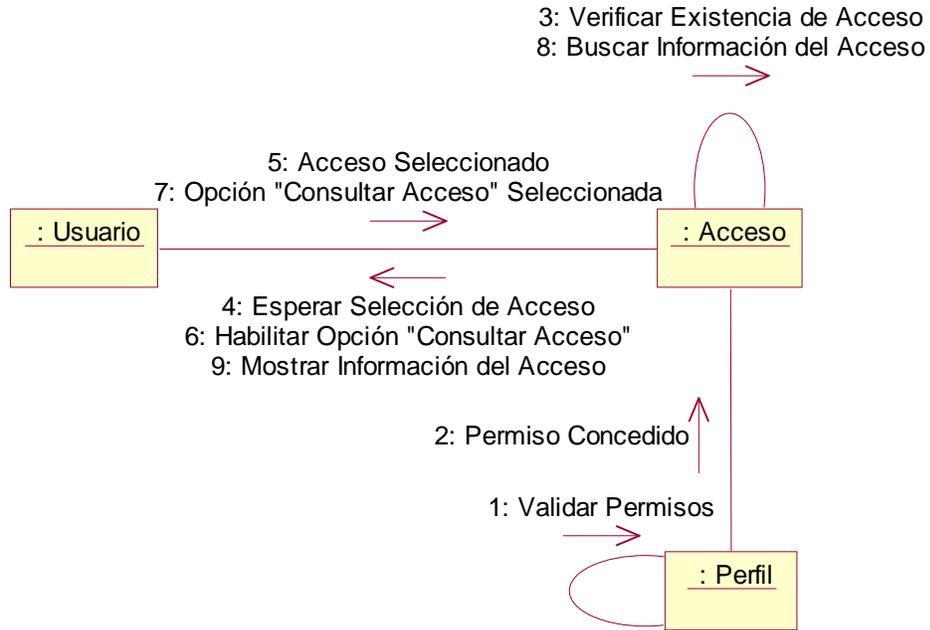
## Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Corredor



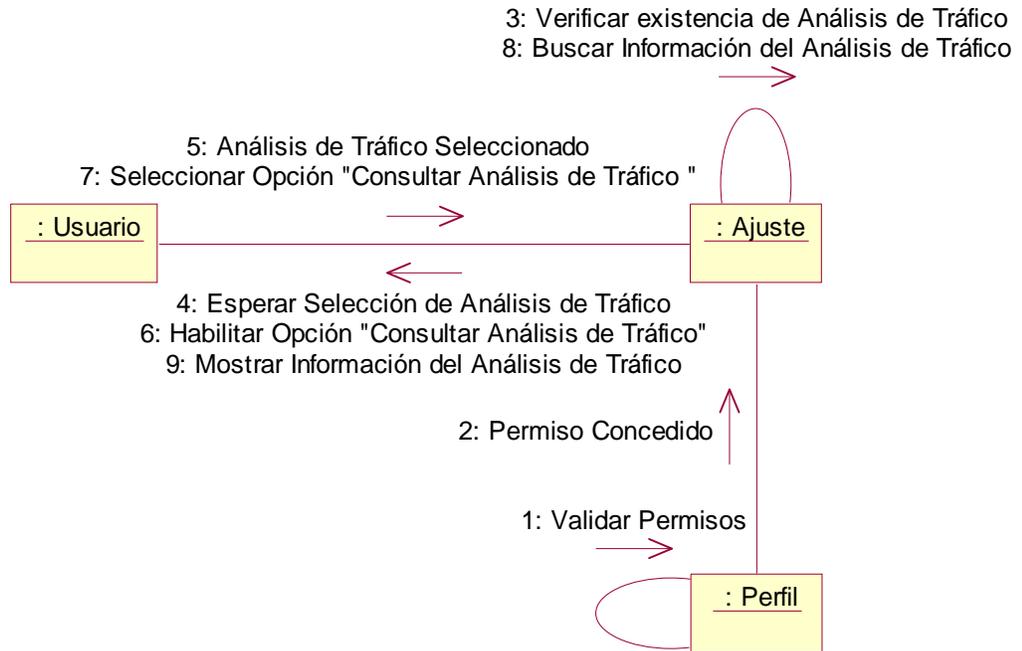
## Diagrama de Colaboración para Configurar Plano de Intersección



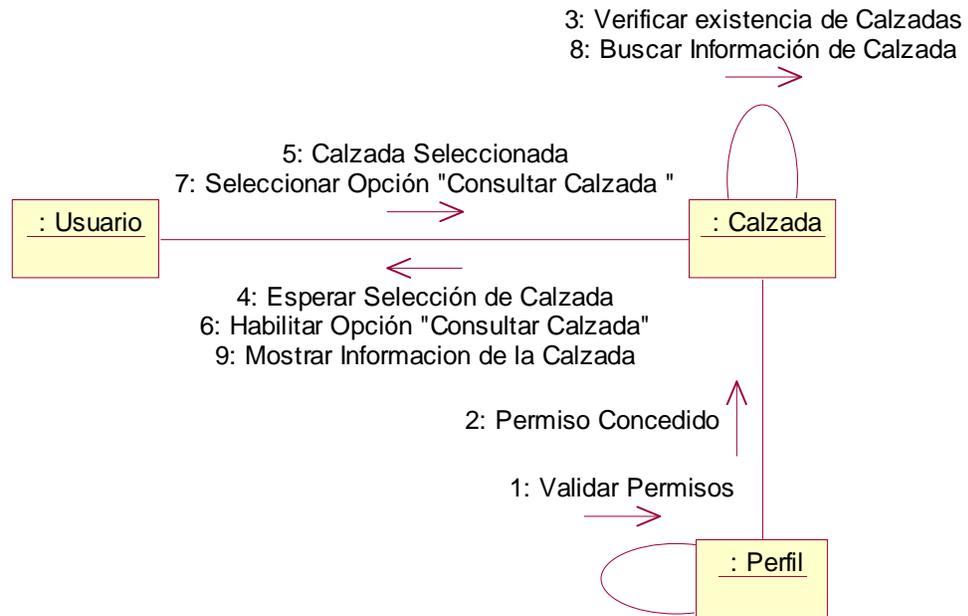
## Diagrama de Colaboración para Consultar Acceso



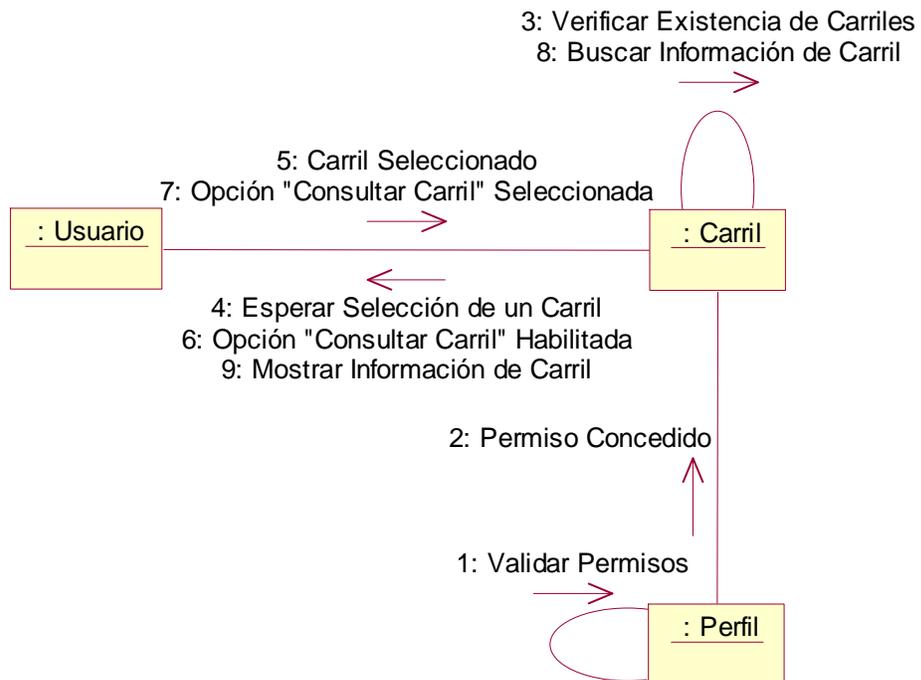
## Diagrama de Colaboración para Consultar Análisis de Tráfico



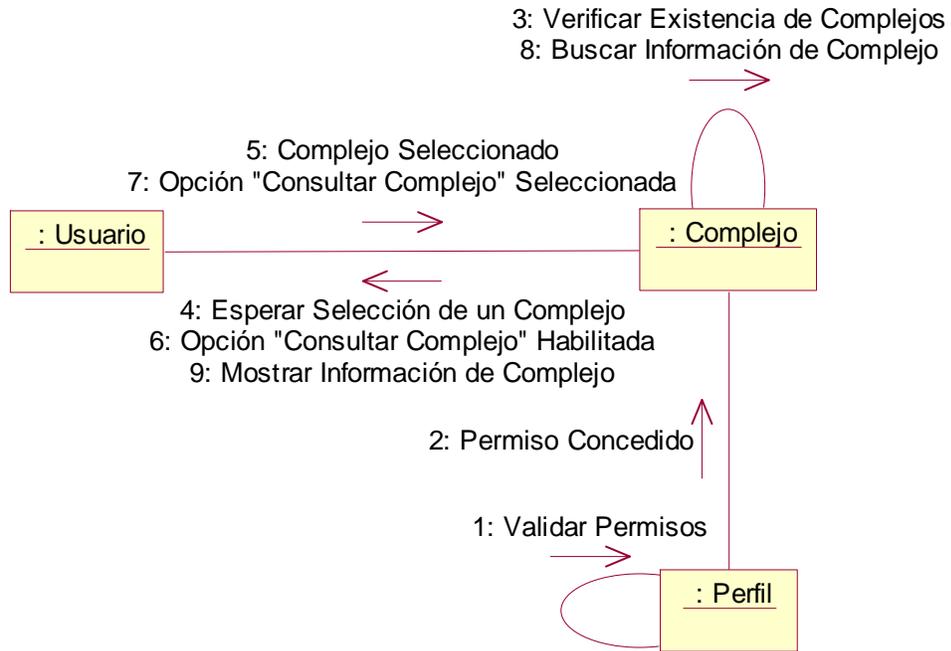
## Diagrama de Colaboración para Consultar Calzada



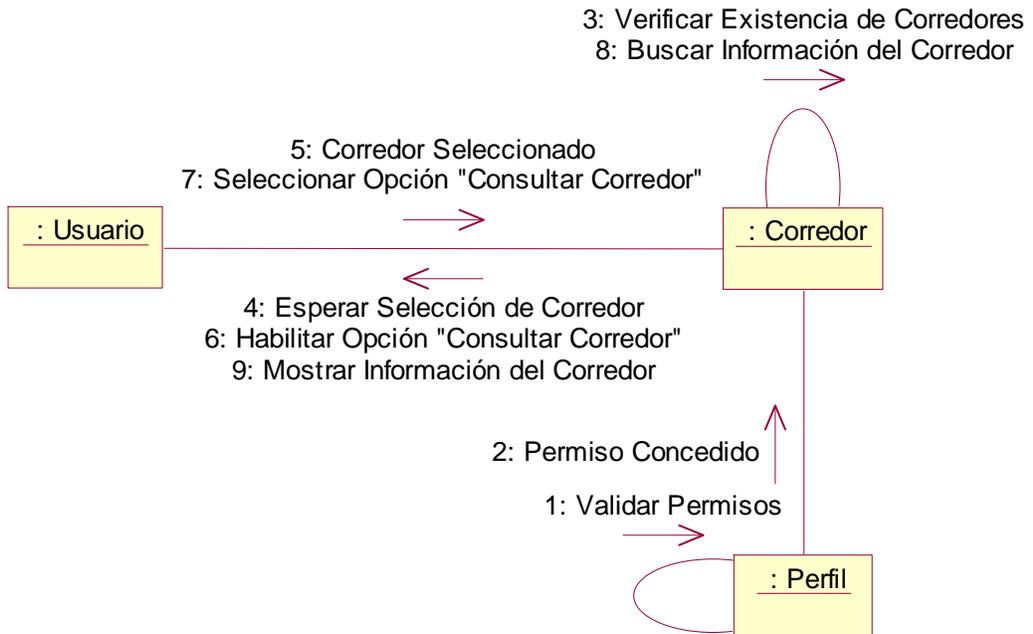
## Diagrama de Colaboración para Consultar Carril



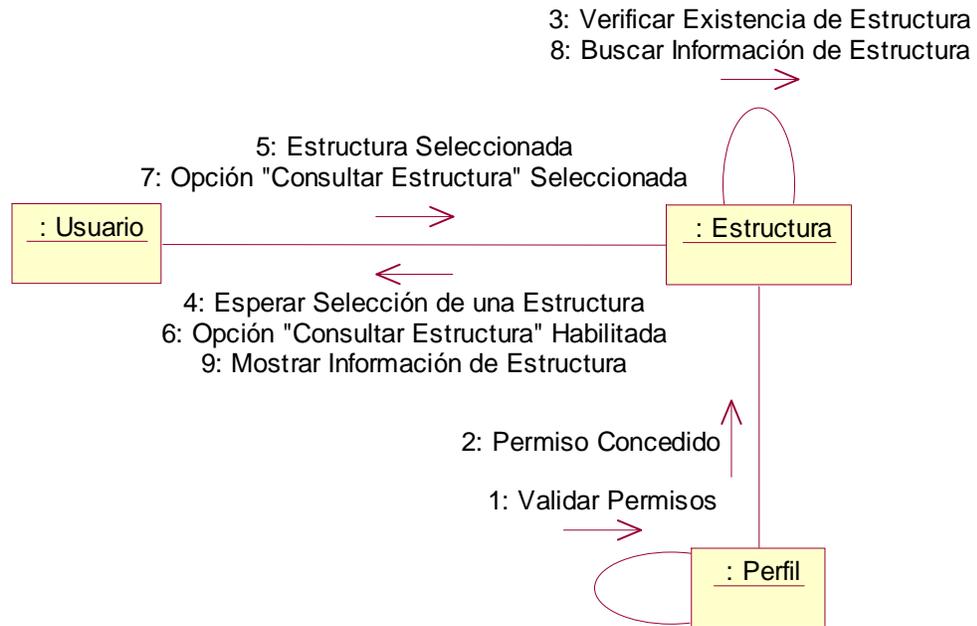
## Diagrama de Colaboración para Consultar Complejo



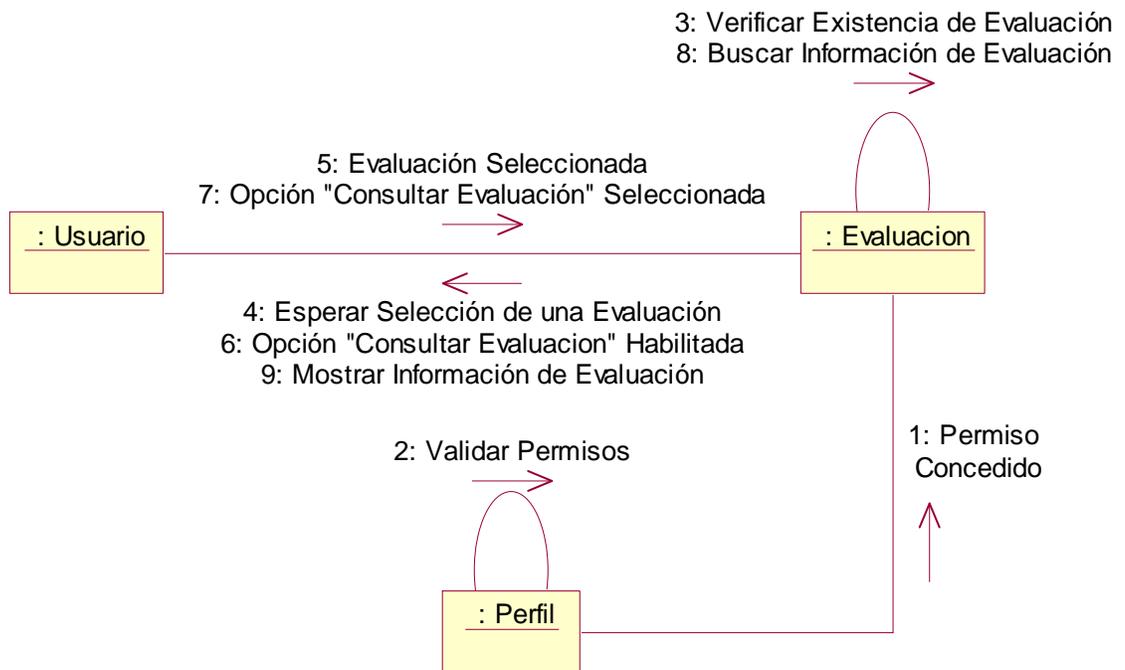
## Diagrama de Colaboración para Consultar Corredor



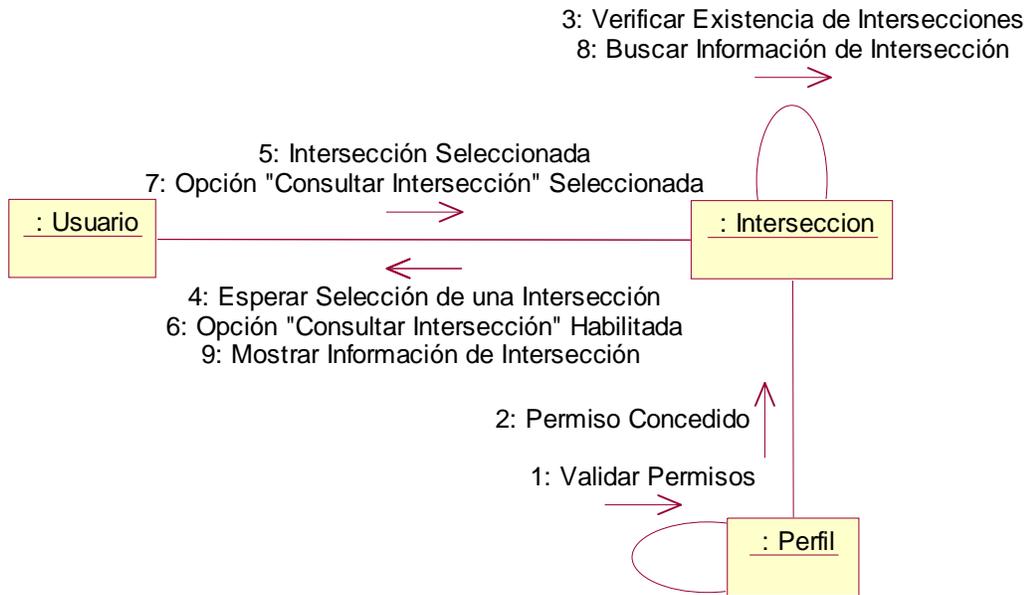
## Diagrama de Colaboración para Consultar Estructura



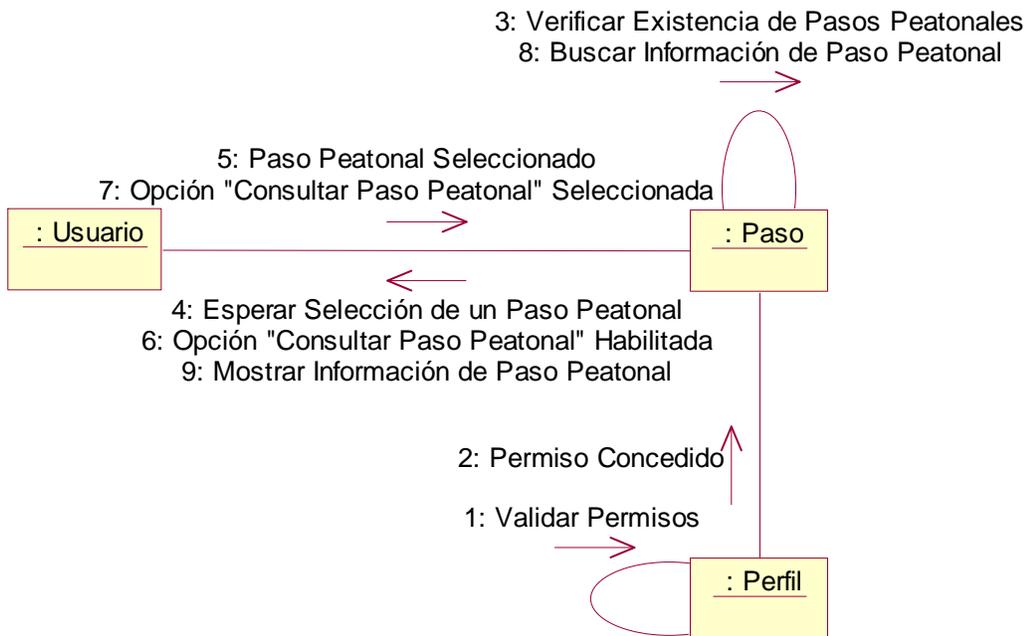
## Diagrama de Colaboración para Consultar Evaluación



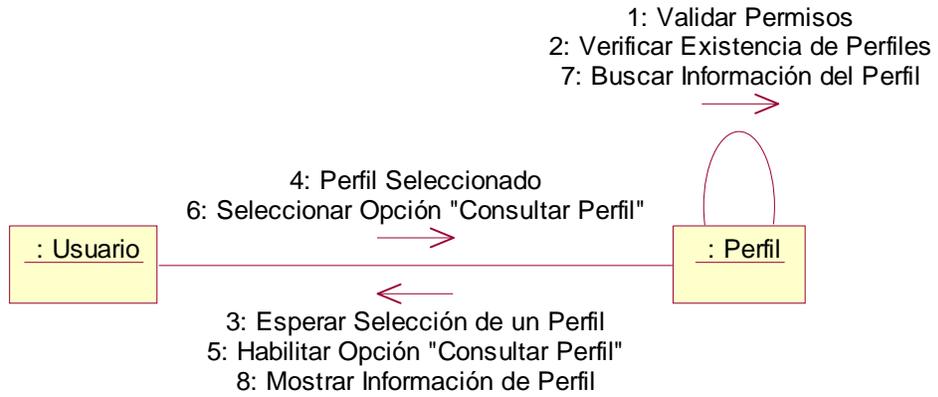
## Diagrama de Colaboración para Consultar Intersección



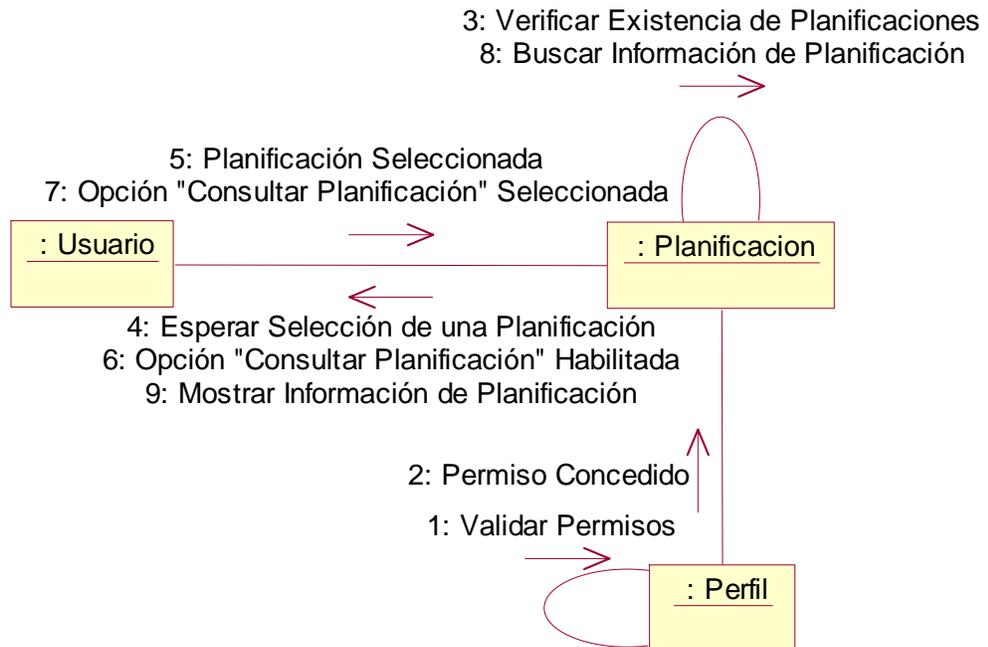
## Diagrama de Colaboración para Consultar Paso Peatonal



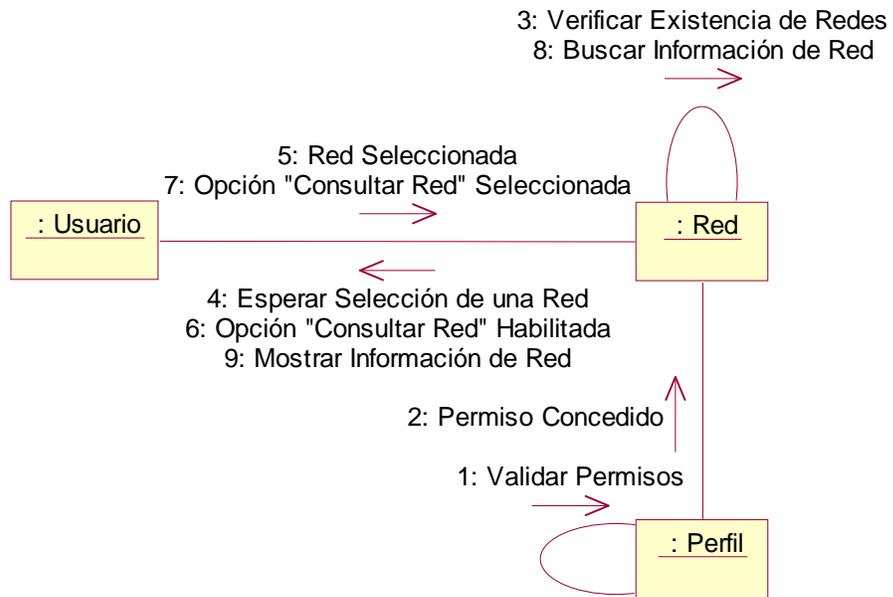
## Diagrama de Colaboración para Consultar Perfil



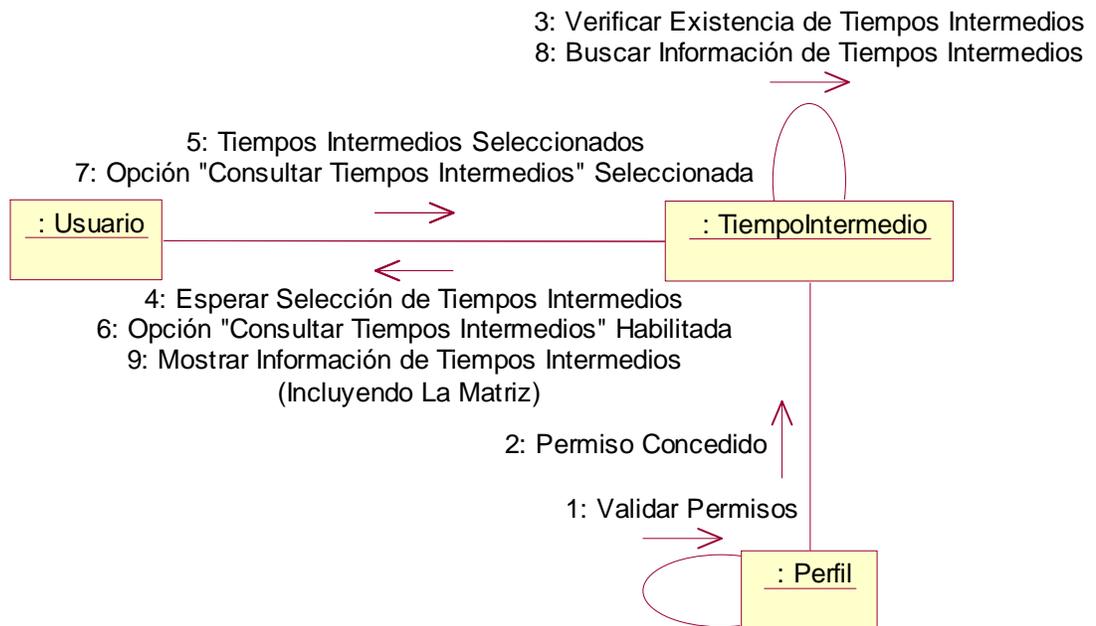
## Diagrama de Colaboración para Consultar Planificación



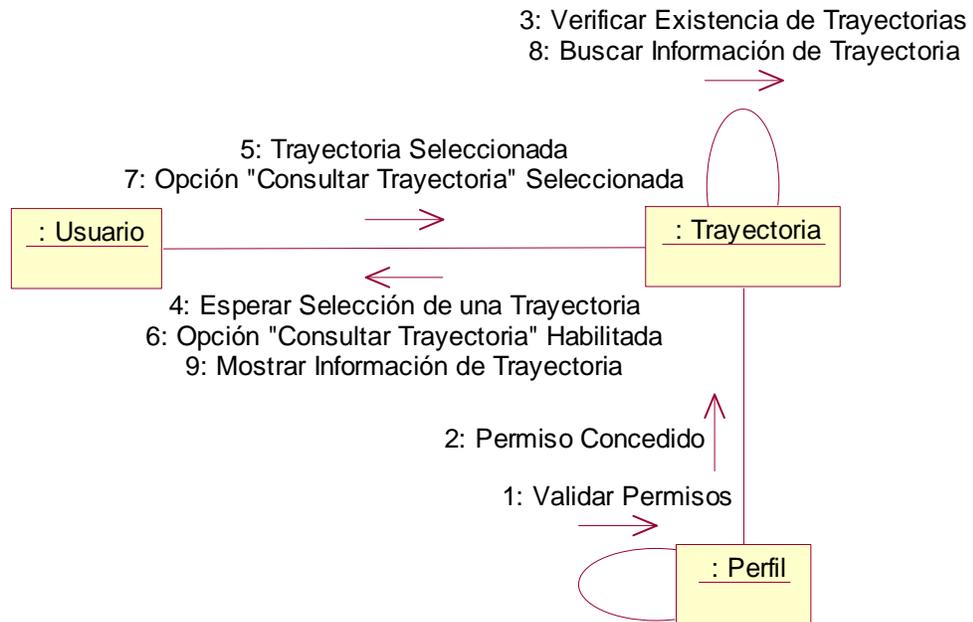
## Diagrama de Colaboración para Consultar Red



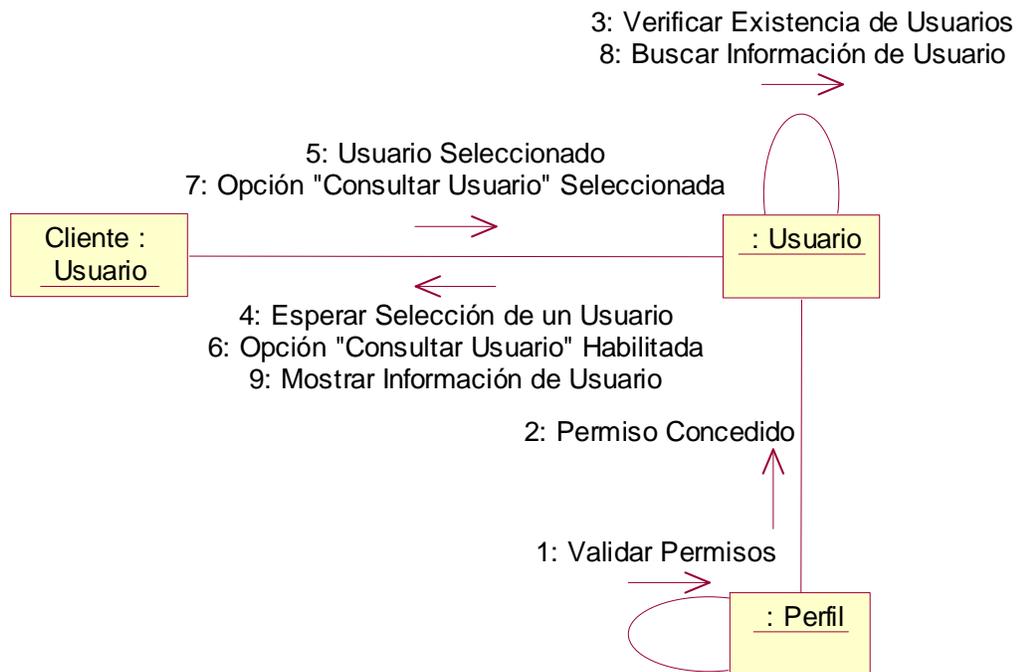
## Diagrama de Colaboración para Consultar Tiempos Intermedios



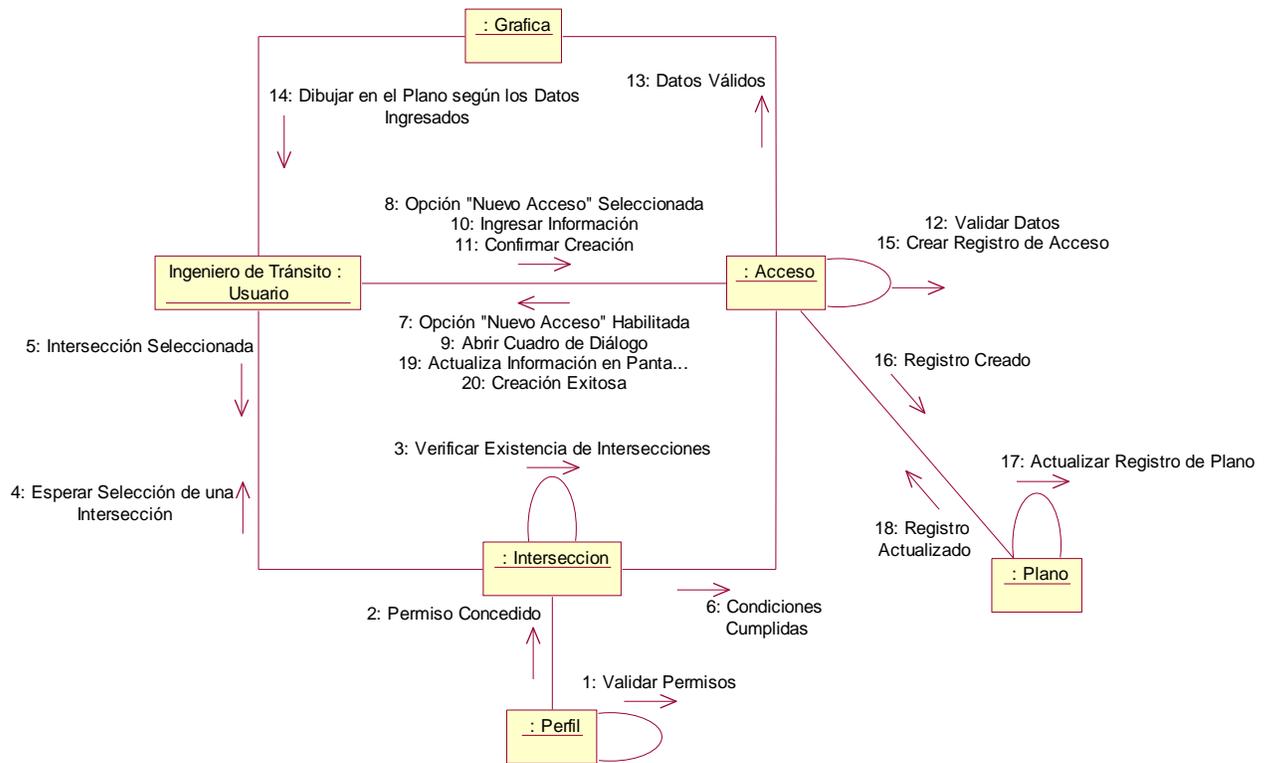
## Diagrama de Colaboración para Consultar Trayectoria



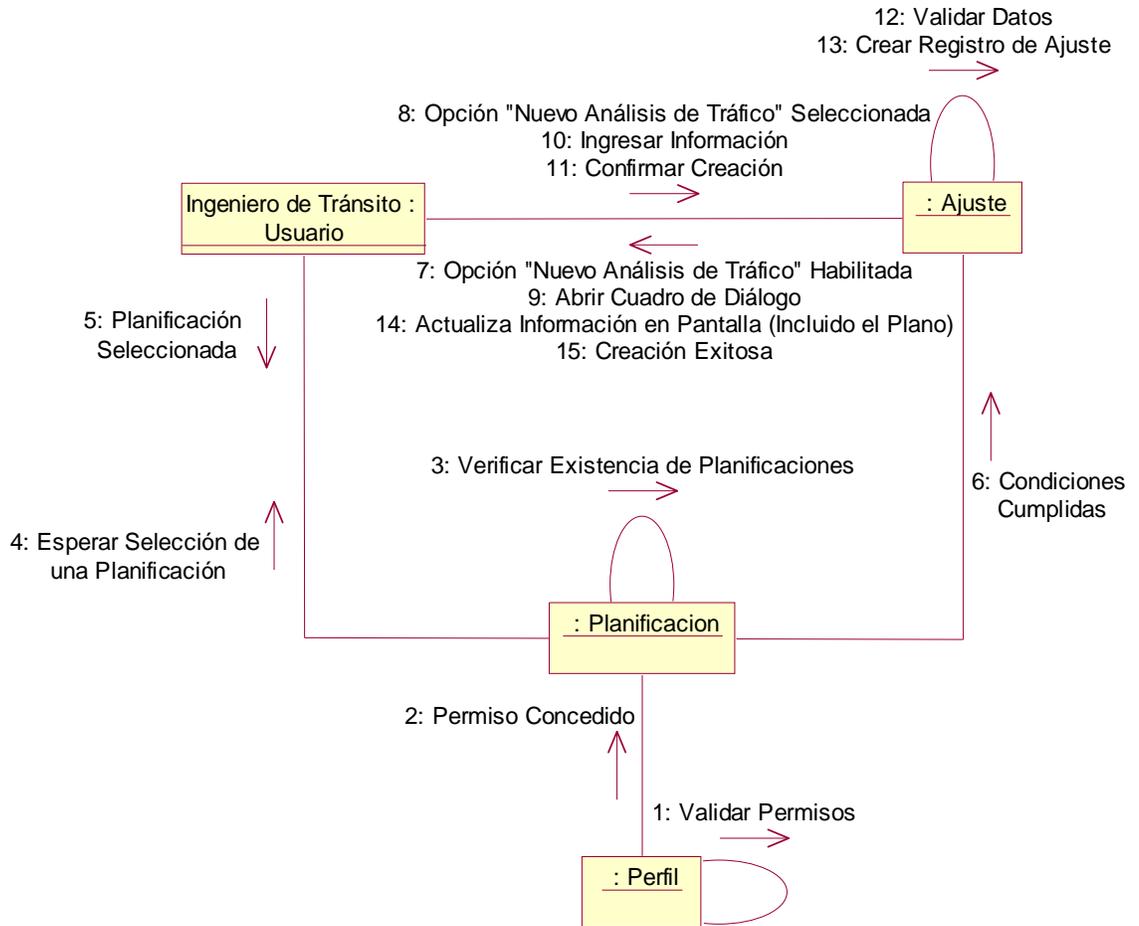
## Diagrama de Colaboración para Consultar Usuario



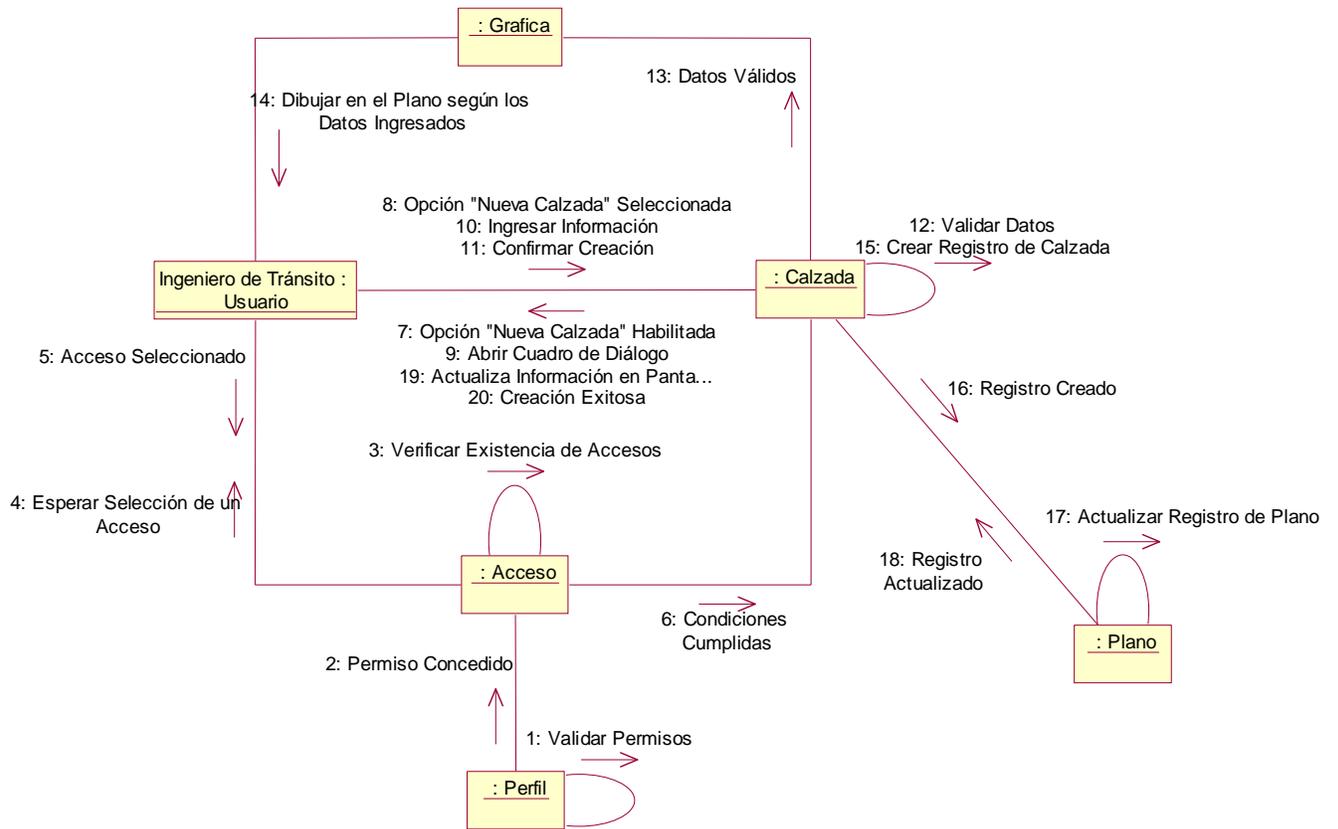
## Diagrama de Colaboración para Crear Acceso



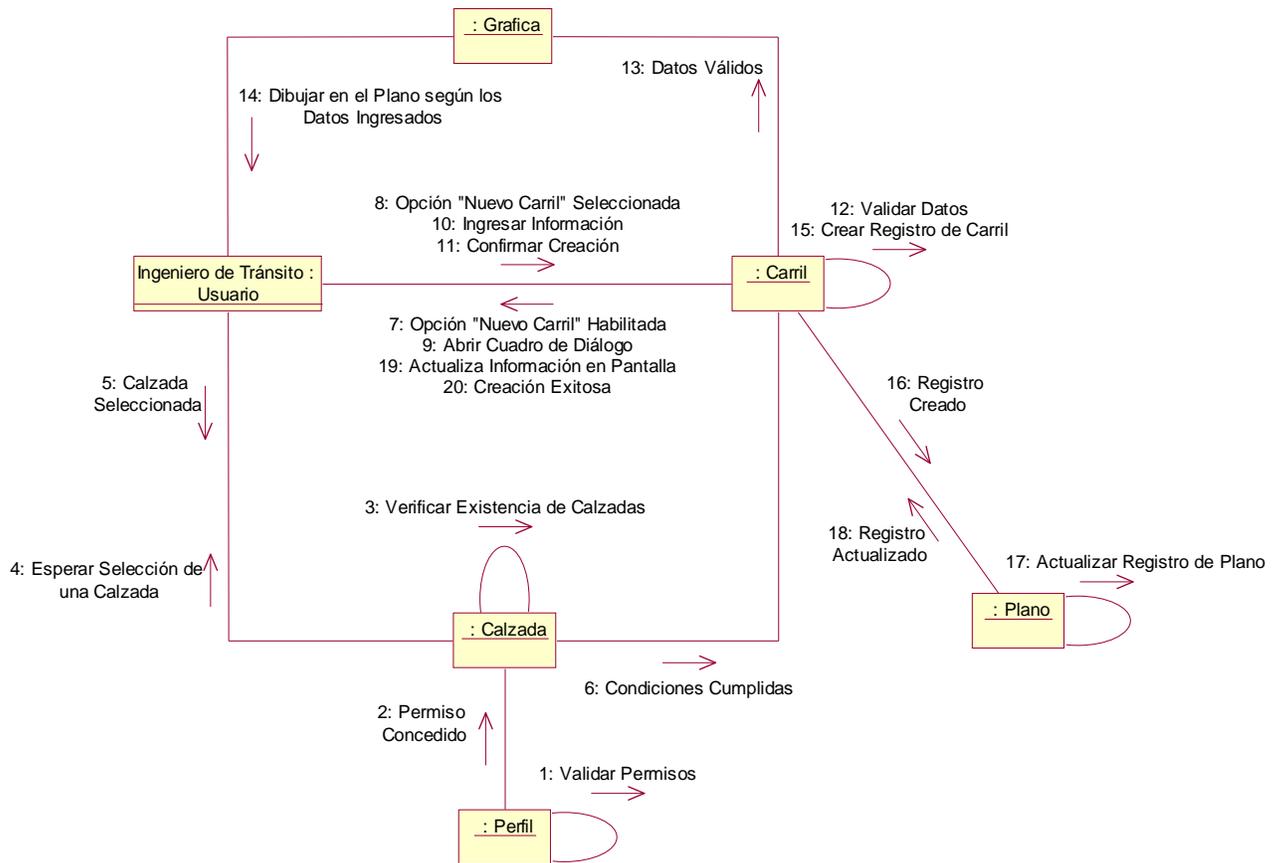
## Diagrama de Colaboración para Crear Análisis de Tráfico



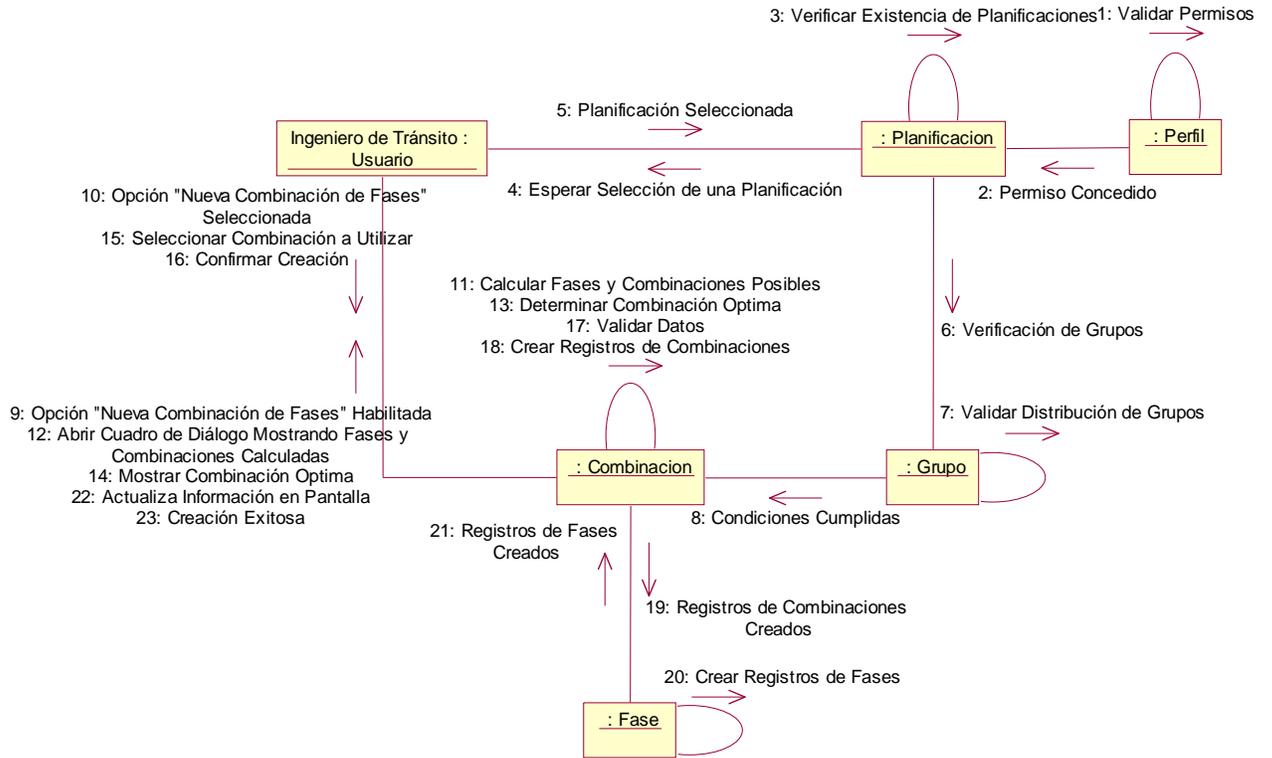
## Diagrama de Colaboración para Crear Calzada



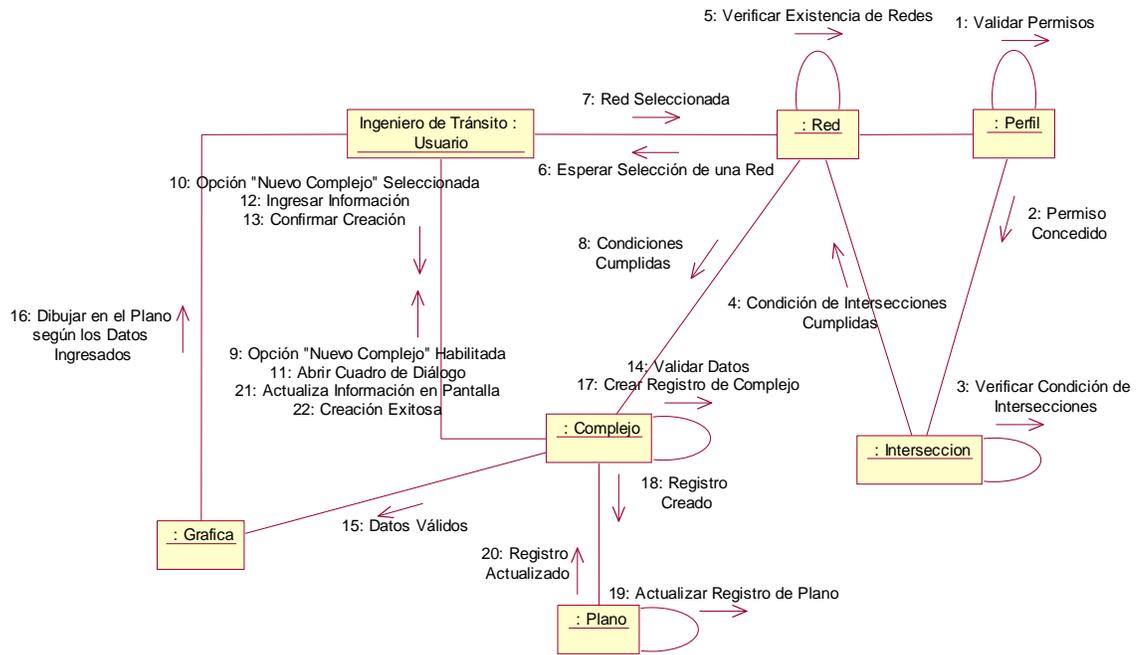
## Diagrama de Colaboración para Crear Carril



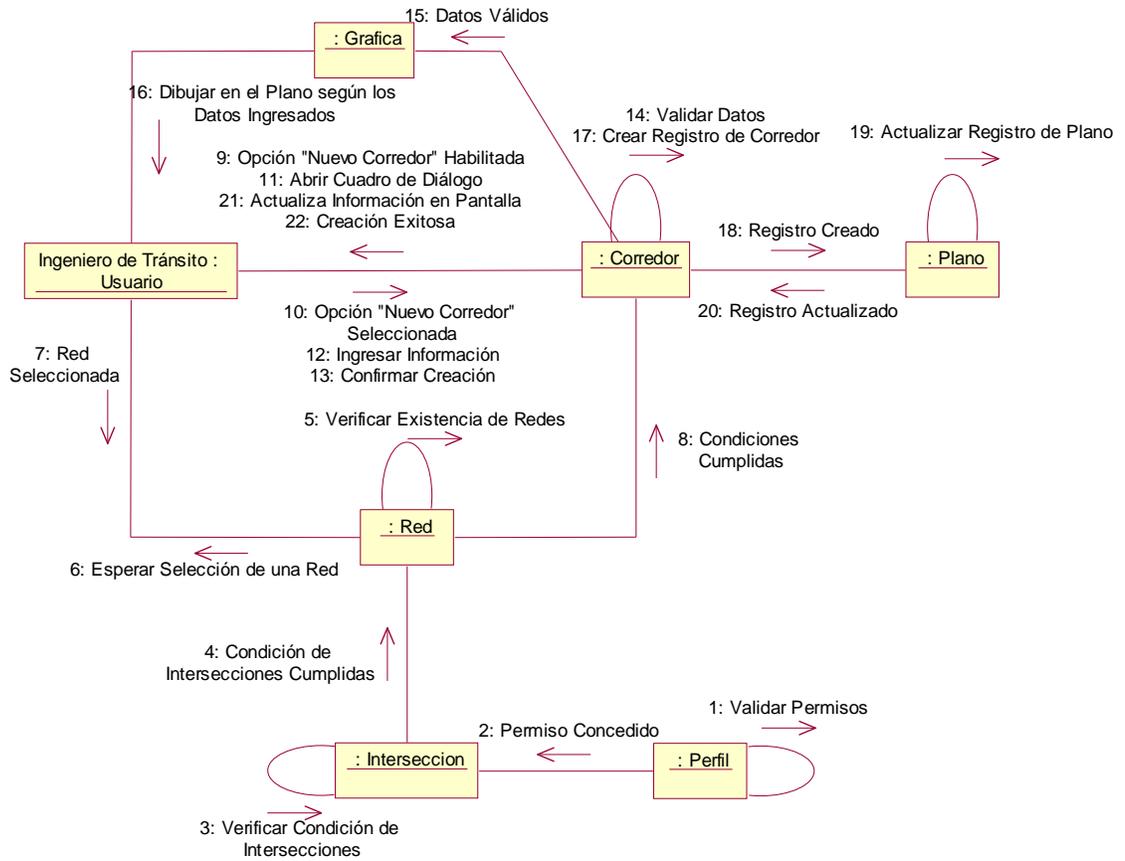
## Diagrama de Colaboración para Crear Combinación



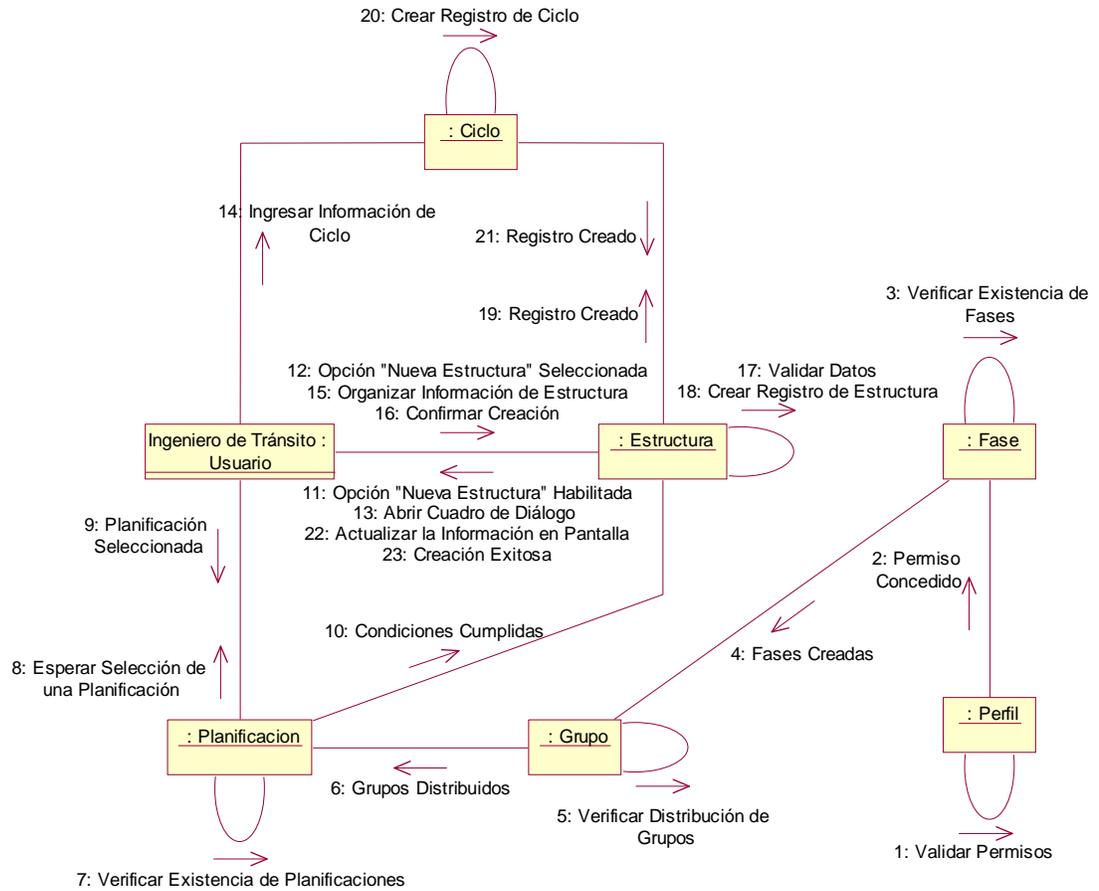
## Diagrama de Colaboración para Crear Complejo



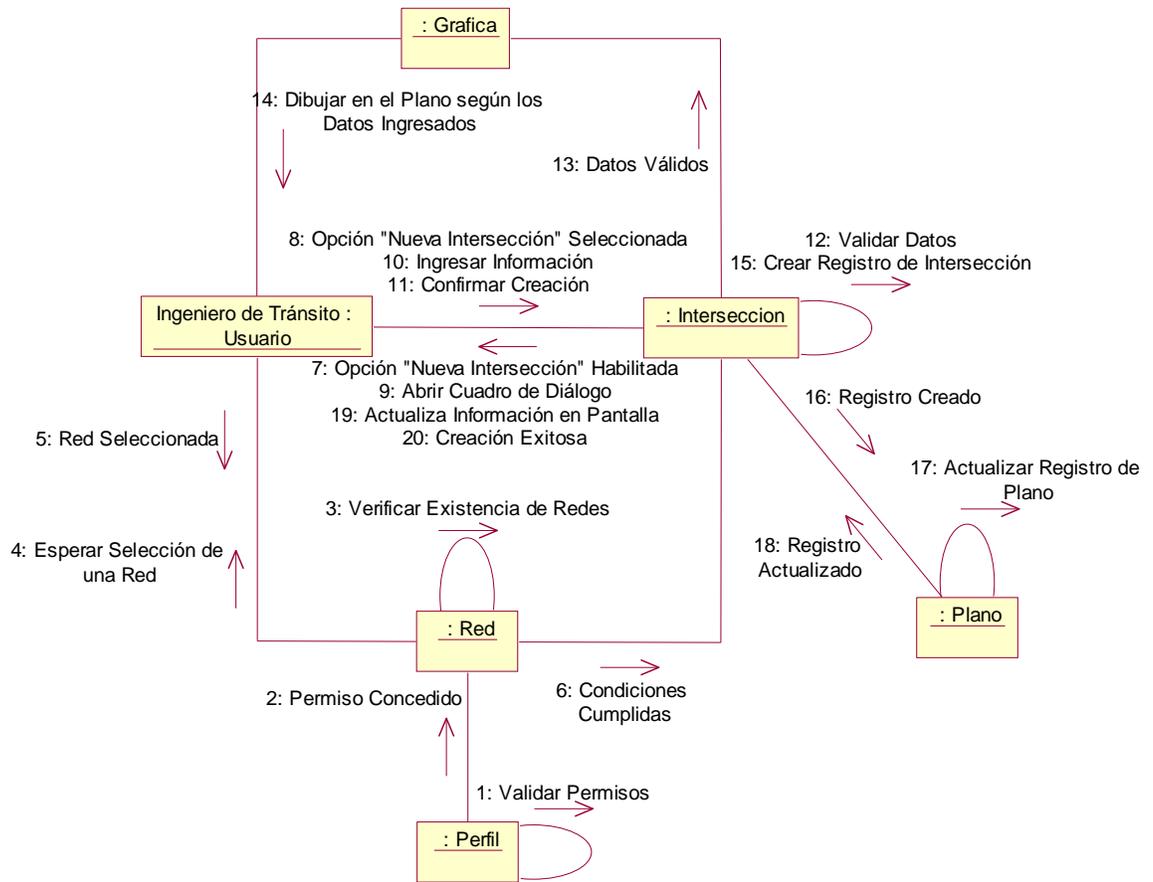
## Diagrama de Colaboración para Crear Corredor



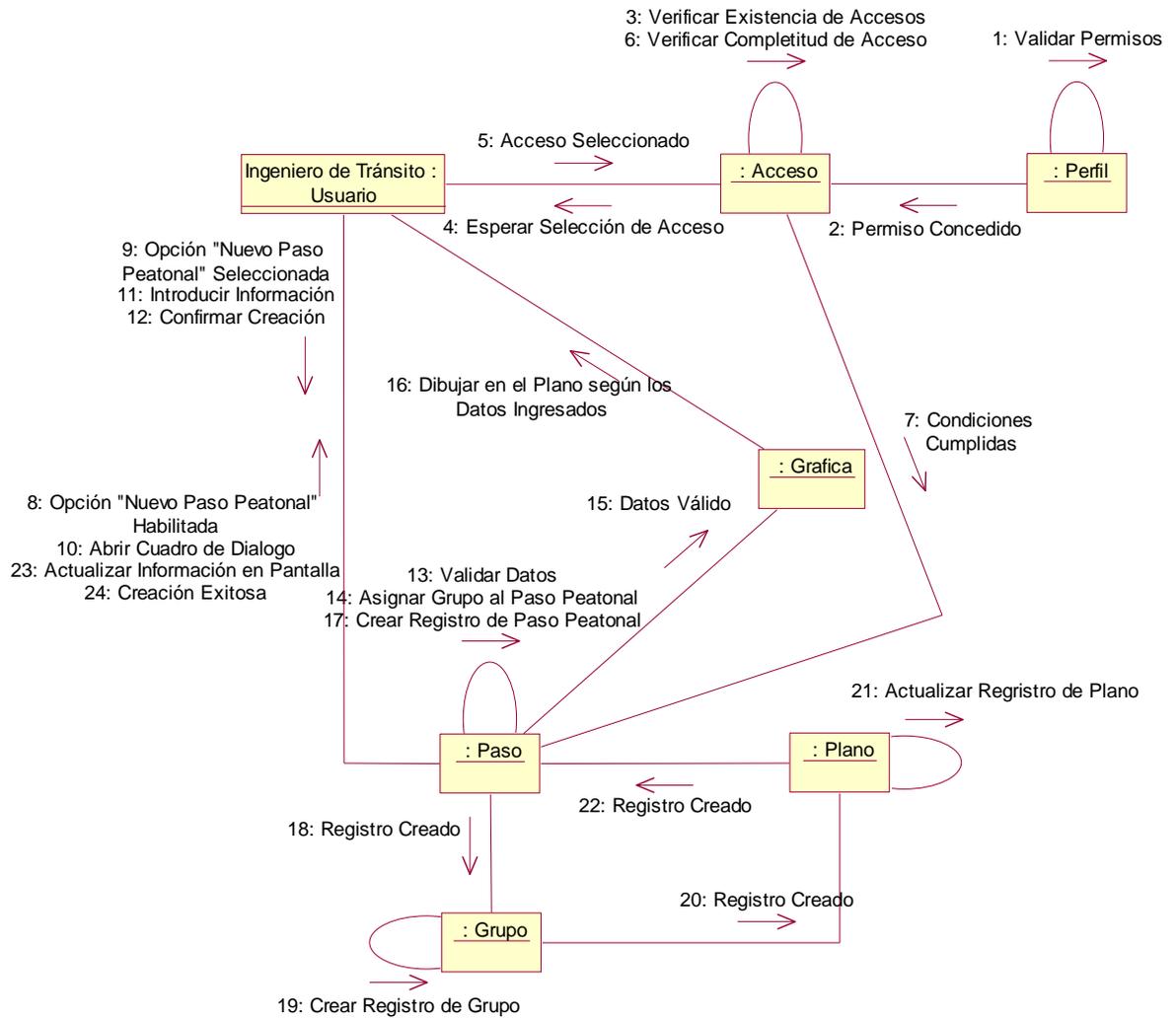
## Diagrama de Colaboración para Crear Estructura



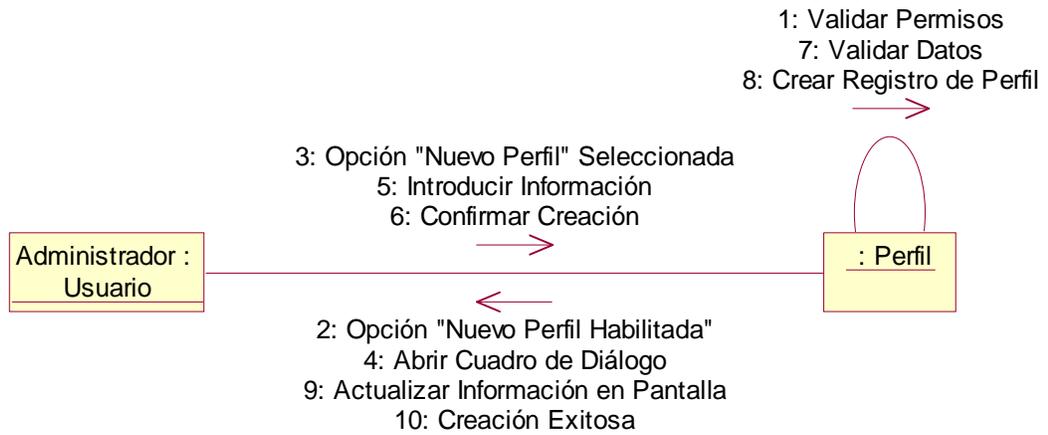
## Diagrama de Colaboración para Crear Intersección



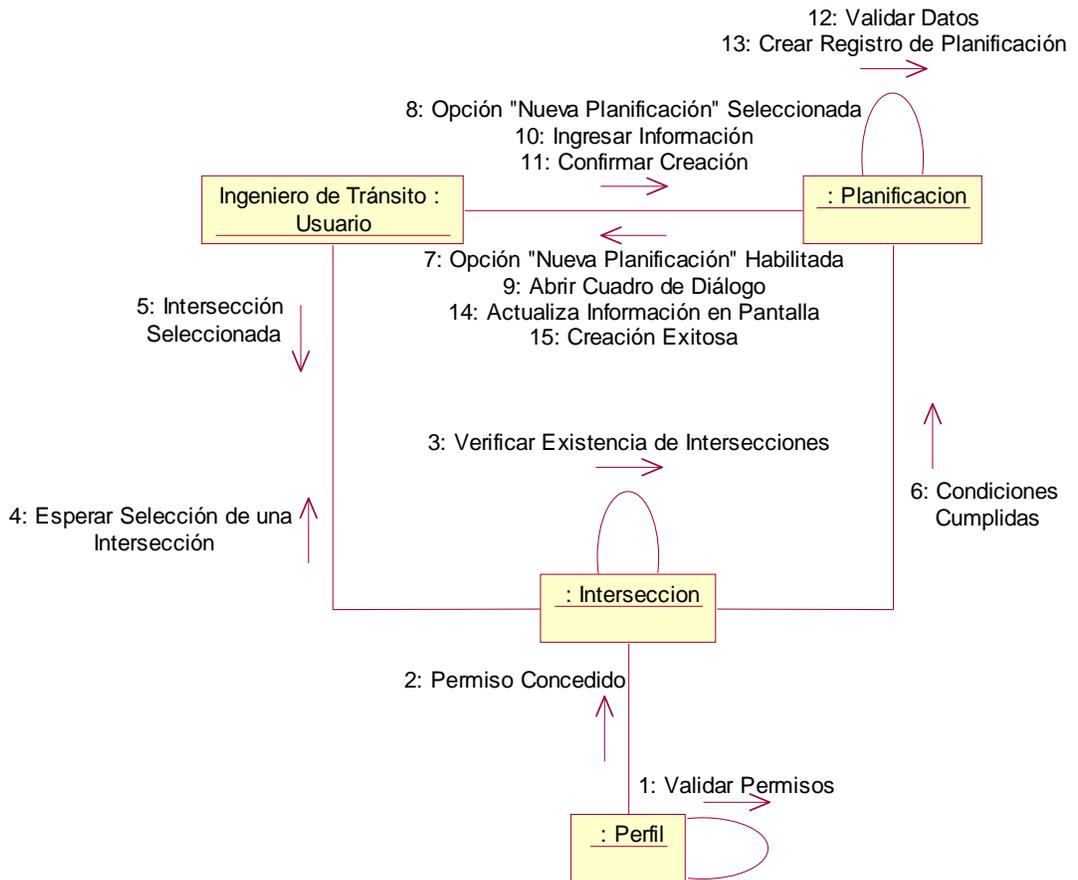
## Diagrama de Colaboración para Crear Paso Peatonal



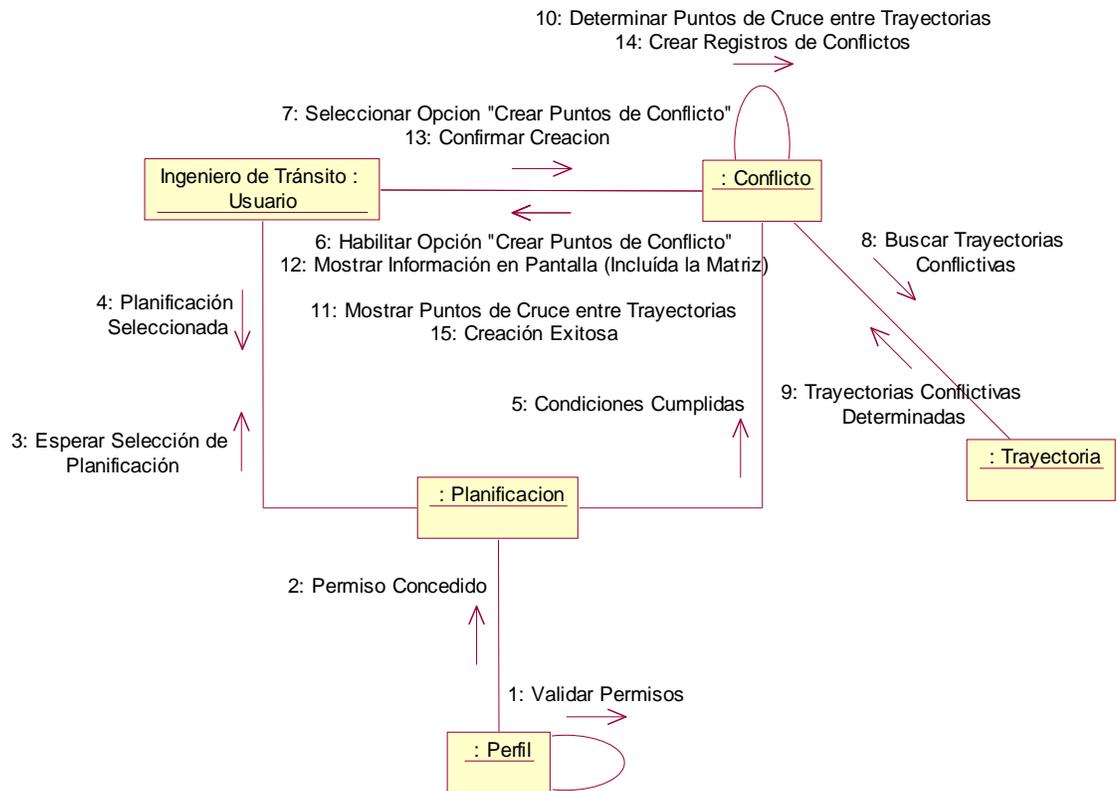
## Diagrama de Colaboración para Crear Perfil



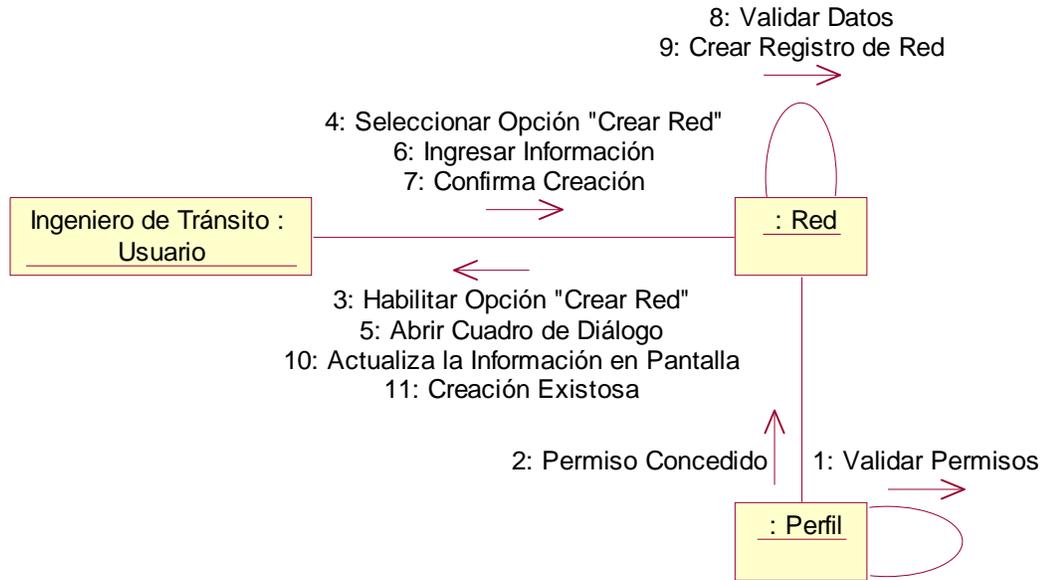
## Diagrama de Colaboración para Crear Planificación



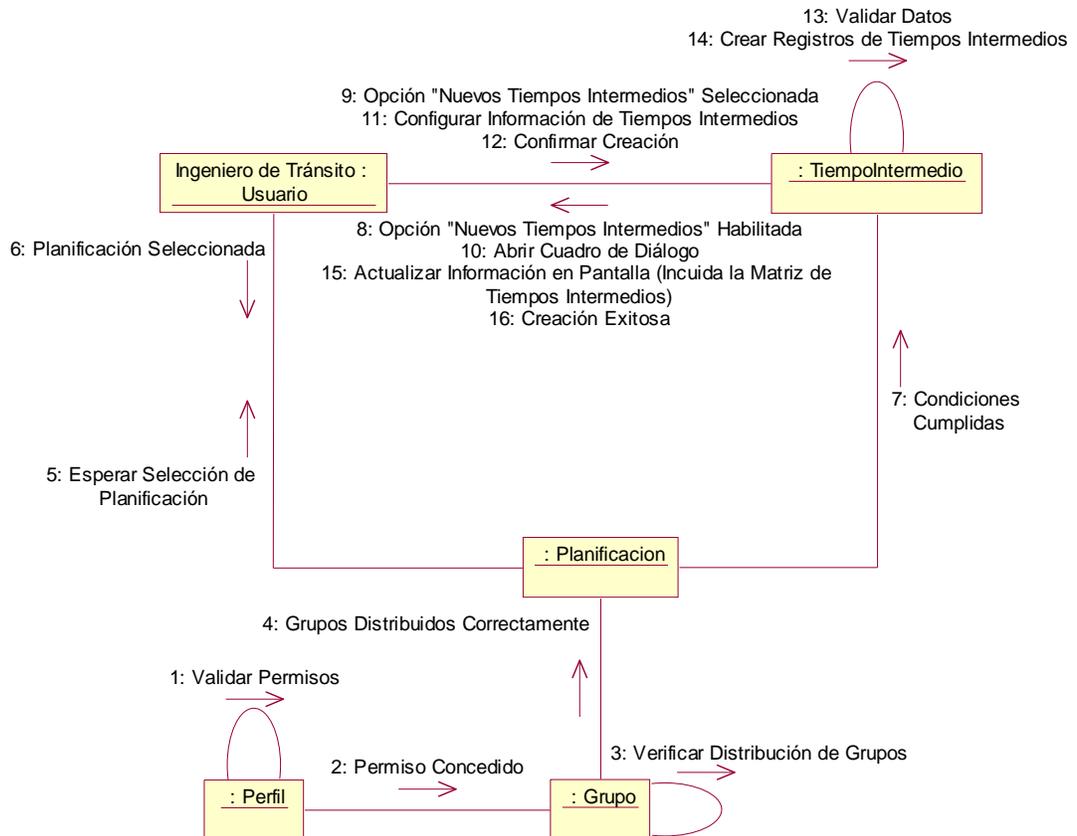
## Diagrama de Colaboración para Crear Puntos de Conflicto



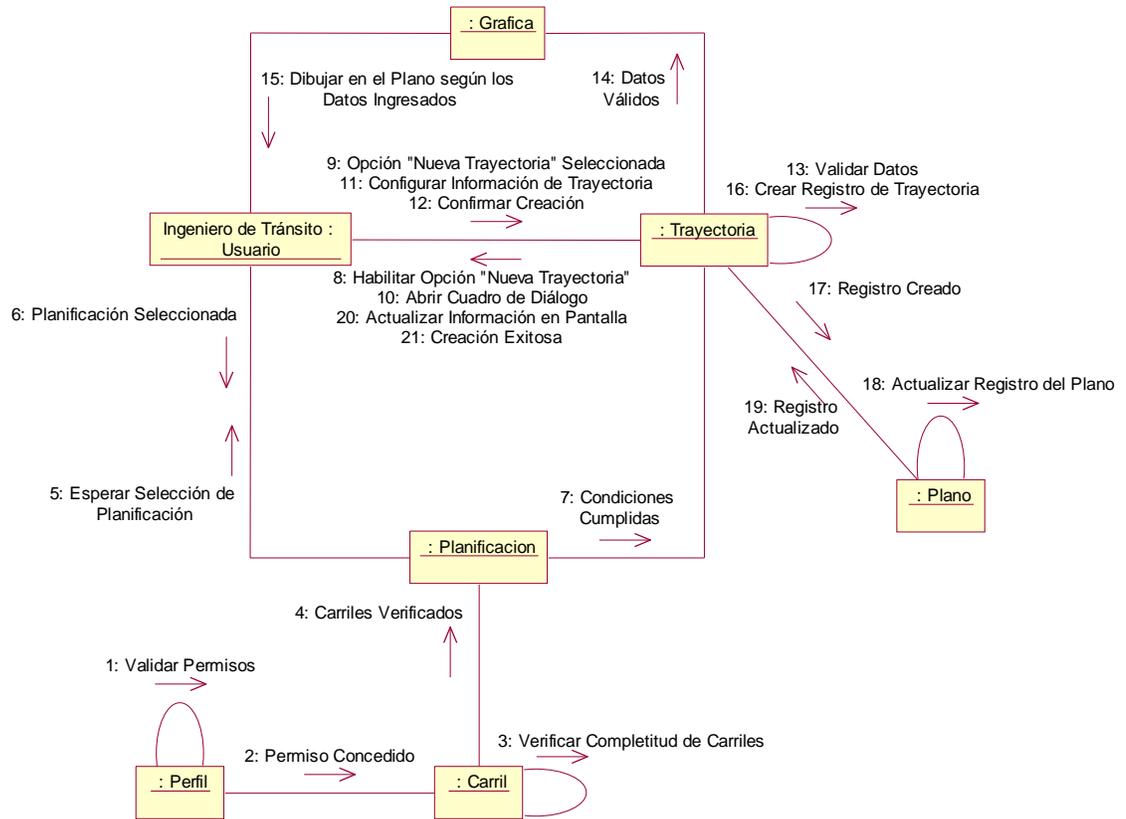
## Diagrama de Colaboración para Crear Red



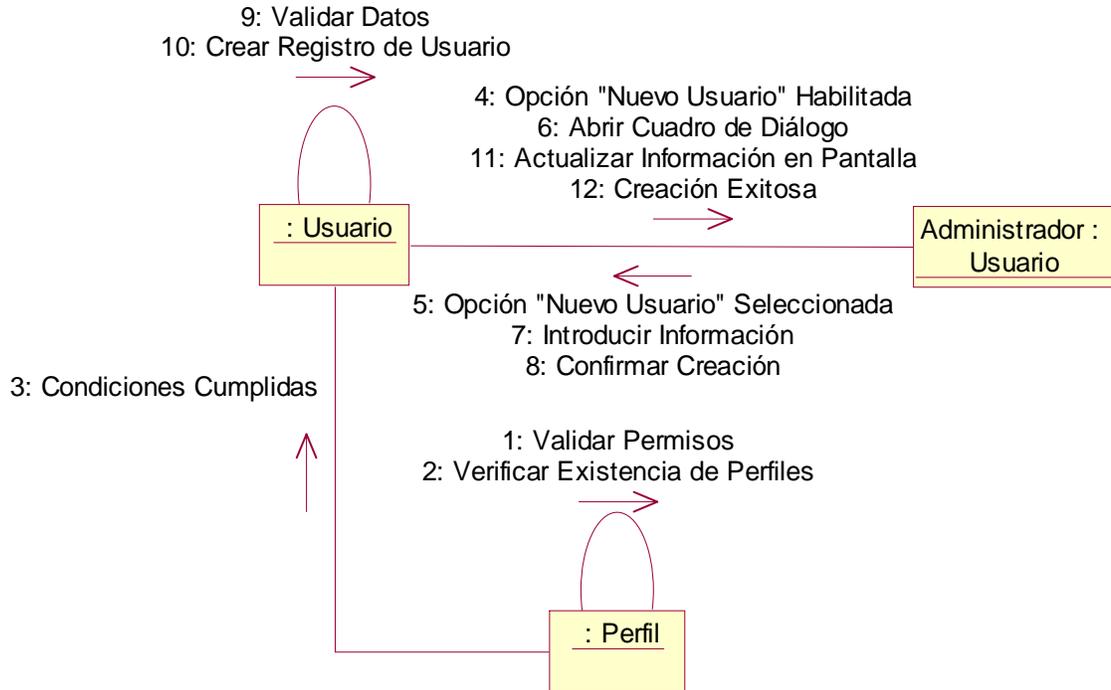
## Diagrama de Colaboración para Crear Tiempos Intermedios



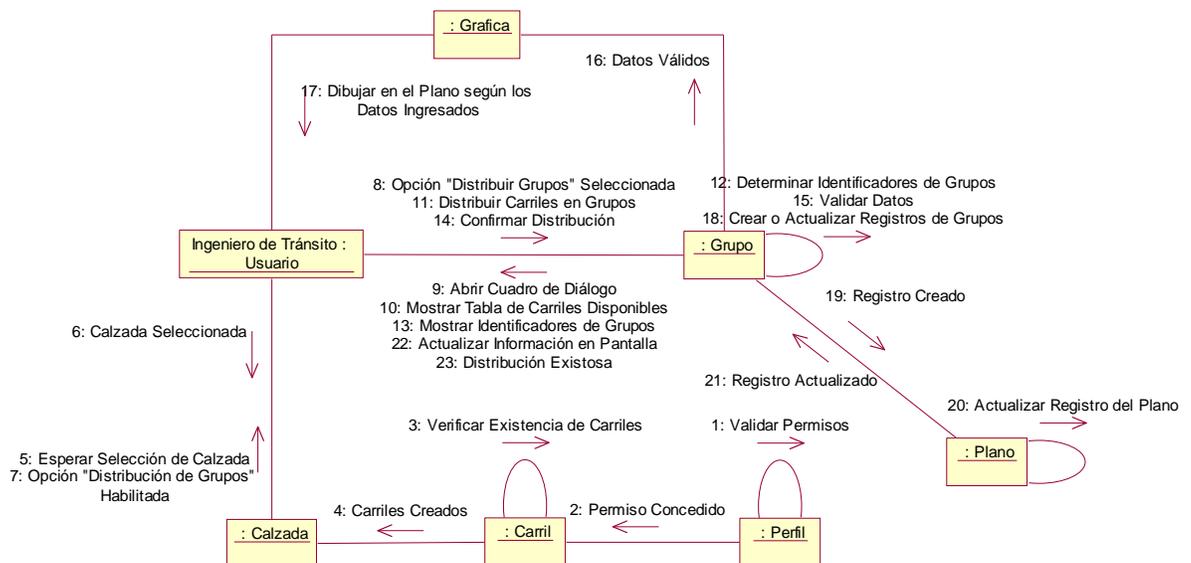
## Diagrama de Colaboración para Crear Trayectoria



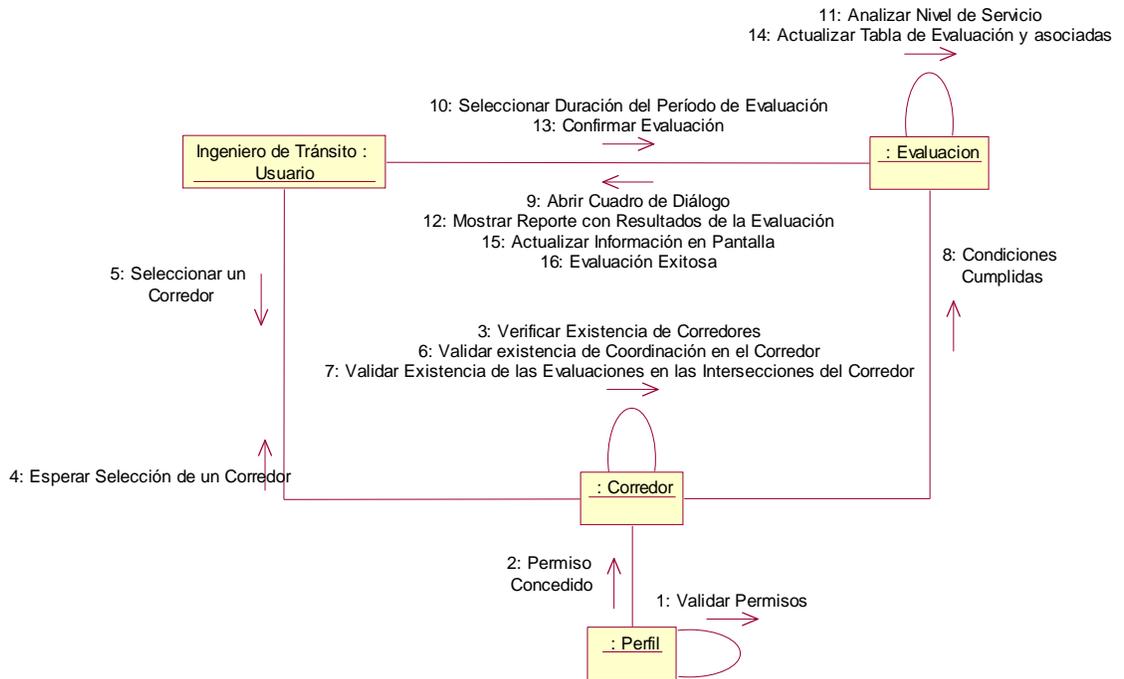
## Diagrama de Colaboración para Crear Usuario



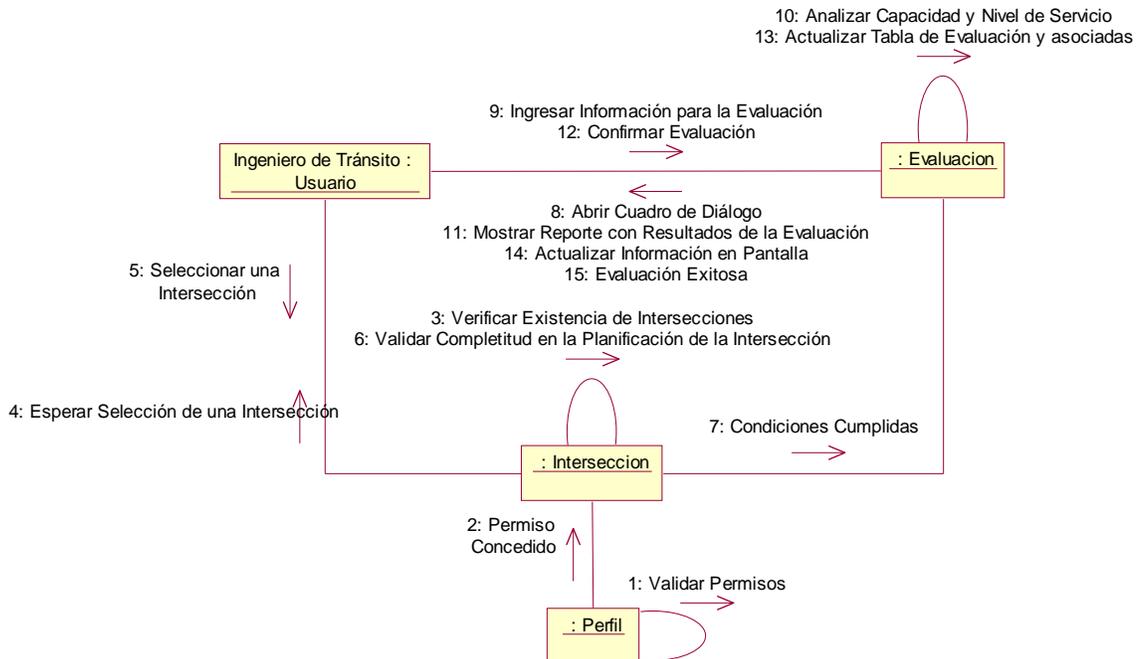
## Diagrama de Colaboración para Distribuir Grupos



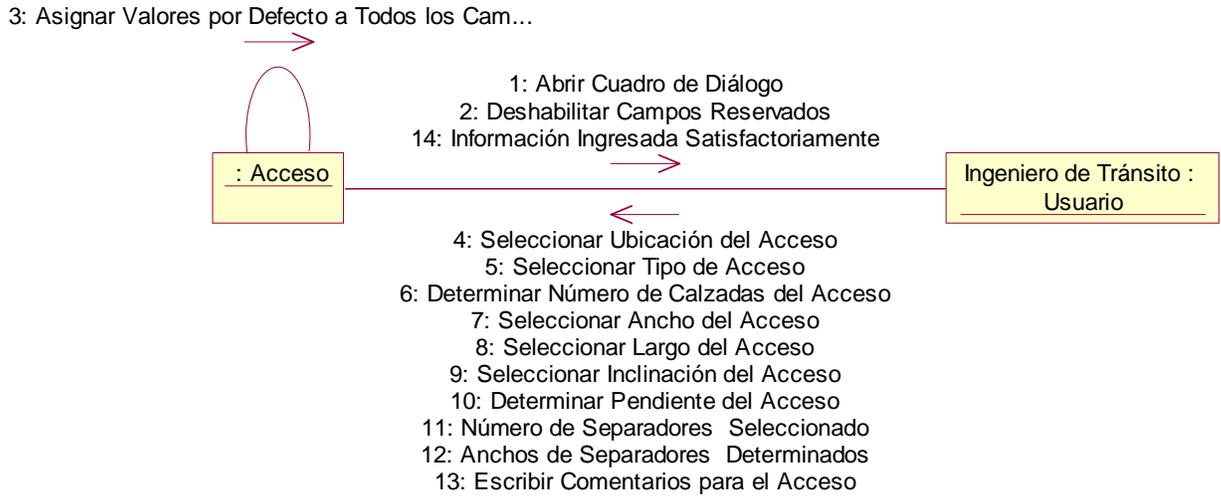
## Diagrama de Colaboración para Evaluar Corredor Coordinado



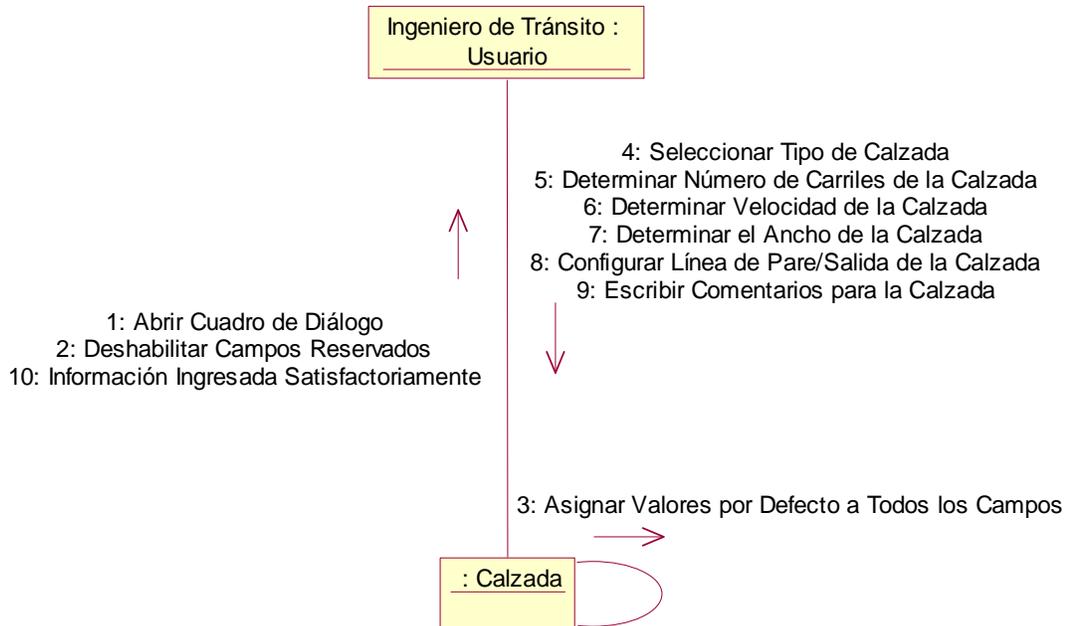
## Diagrama de Colaboración para Evaluar Intersección



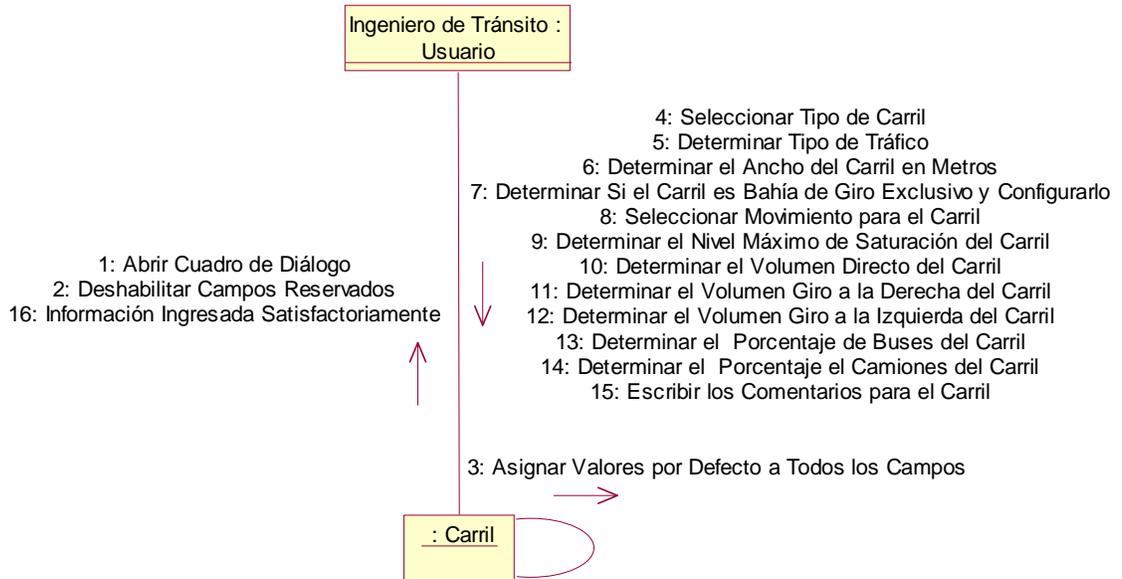
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Acceso



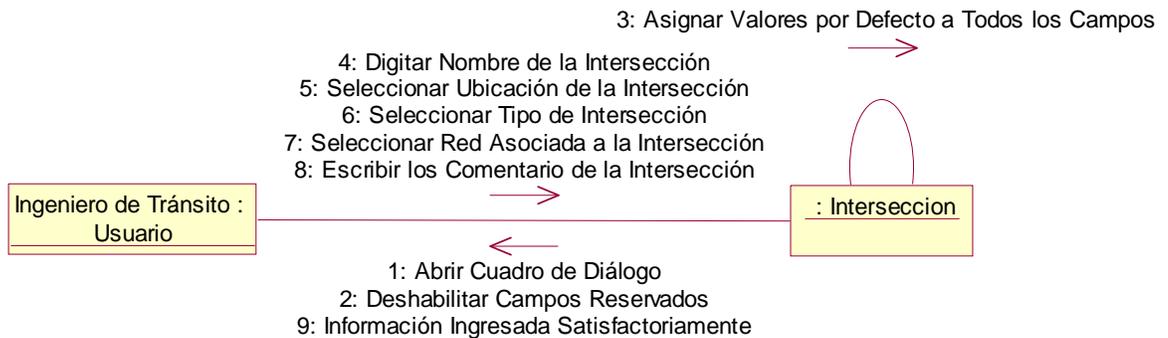
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Calzada



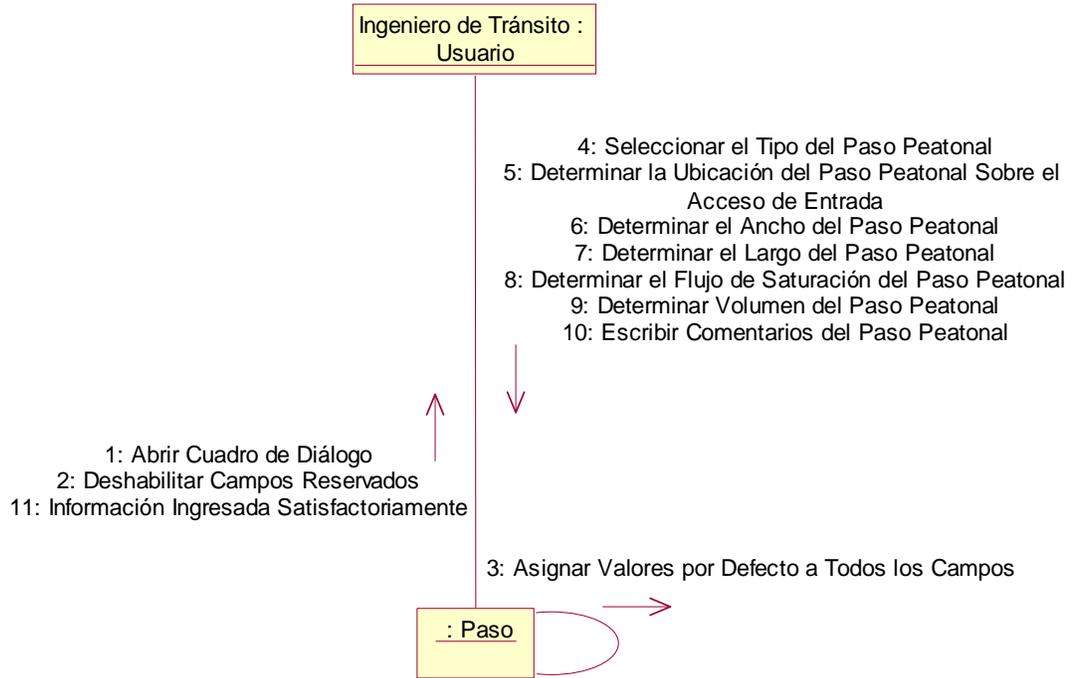
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Carril



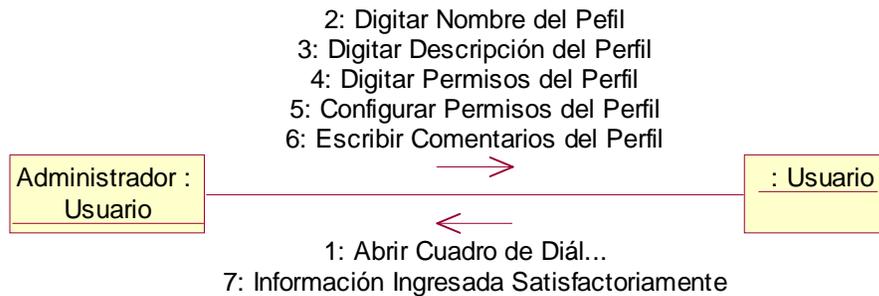
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Intersección



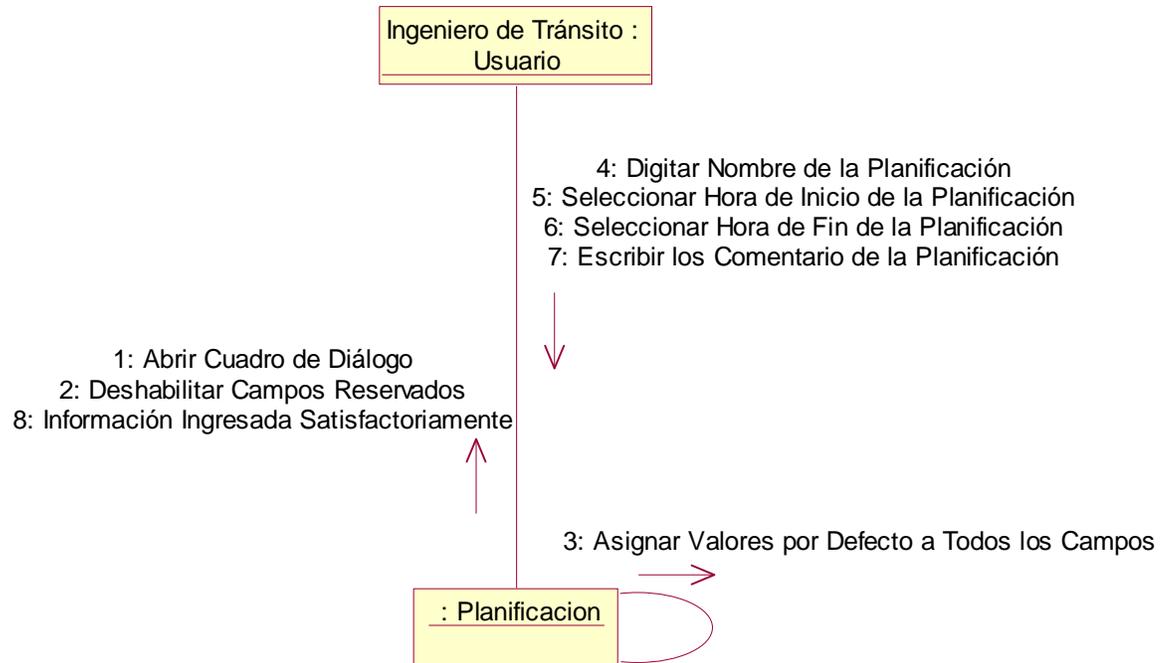
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Paso Peatonal



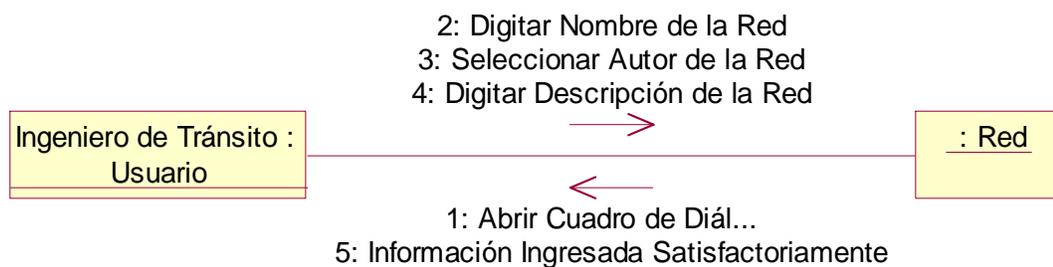
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Perfil



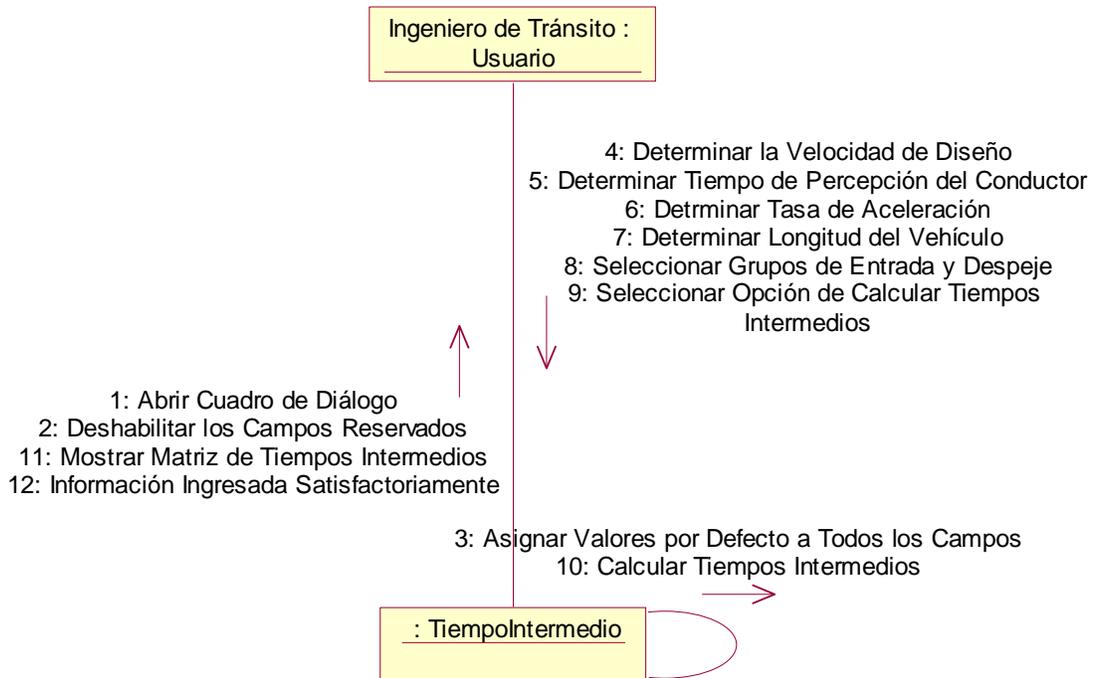
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Planificación



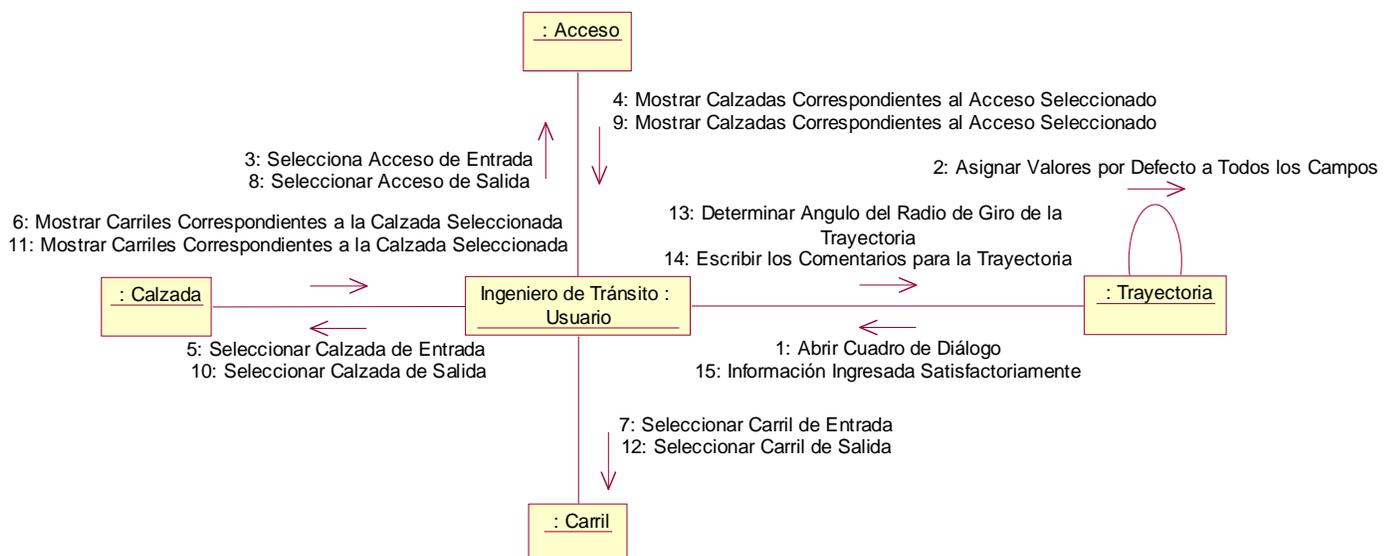
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Red



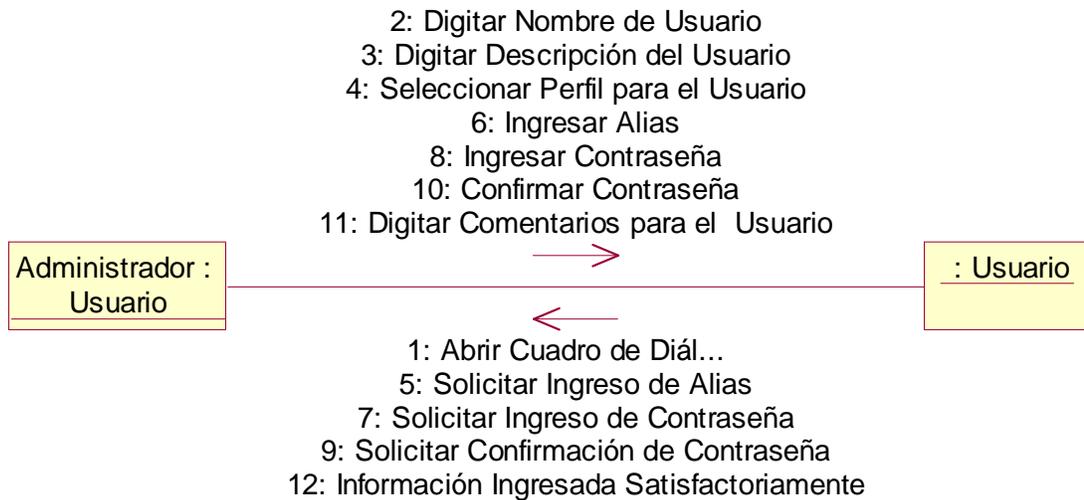
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Tiempos Intermedios



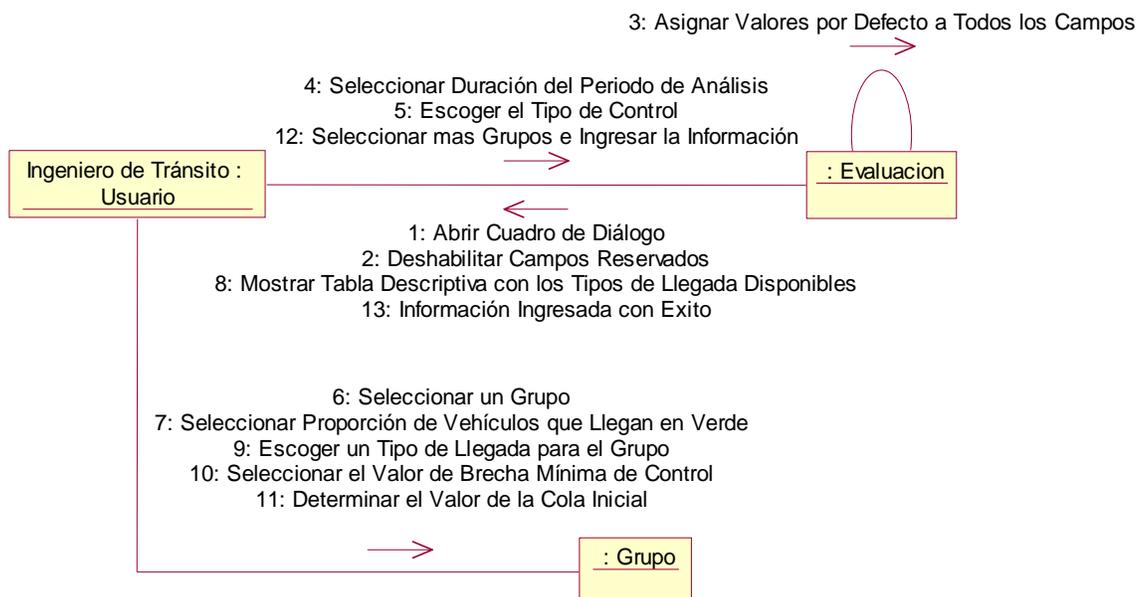
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Trayectoria



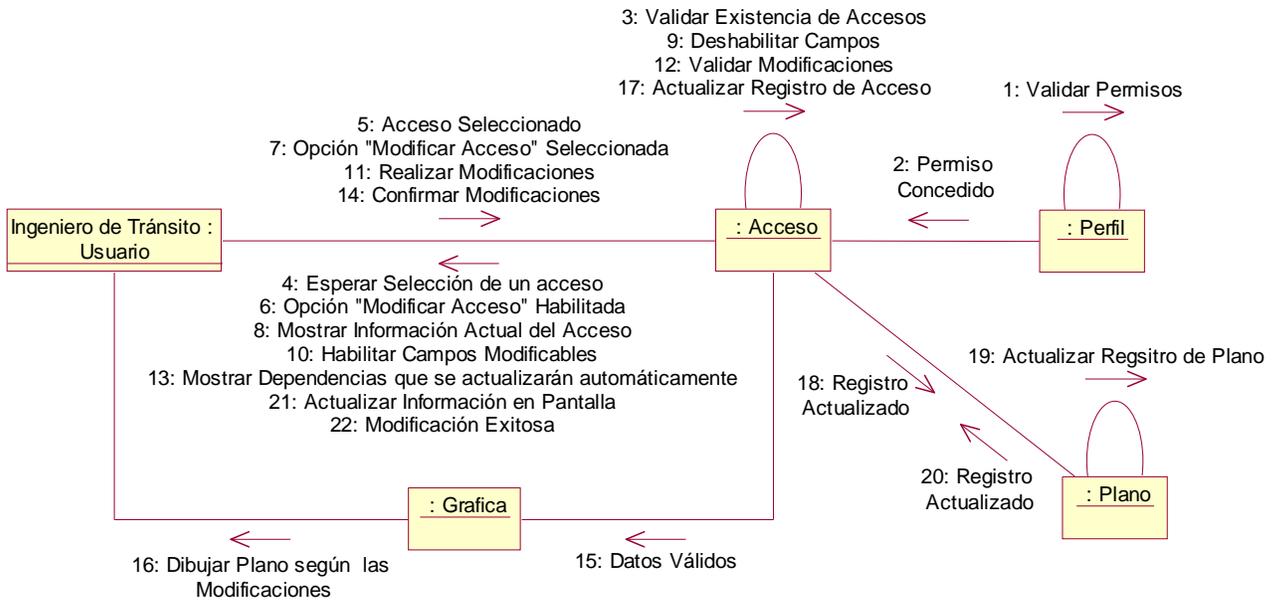
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información de Usuario



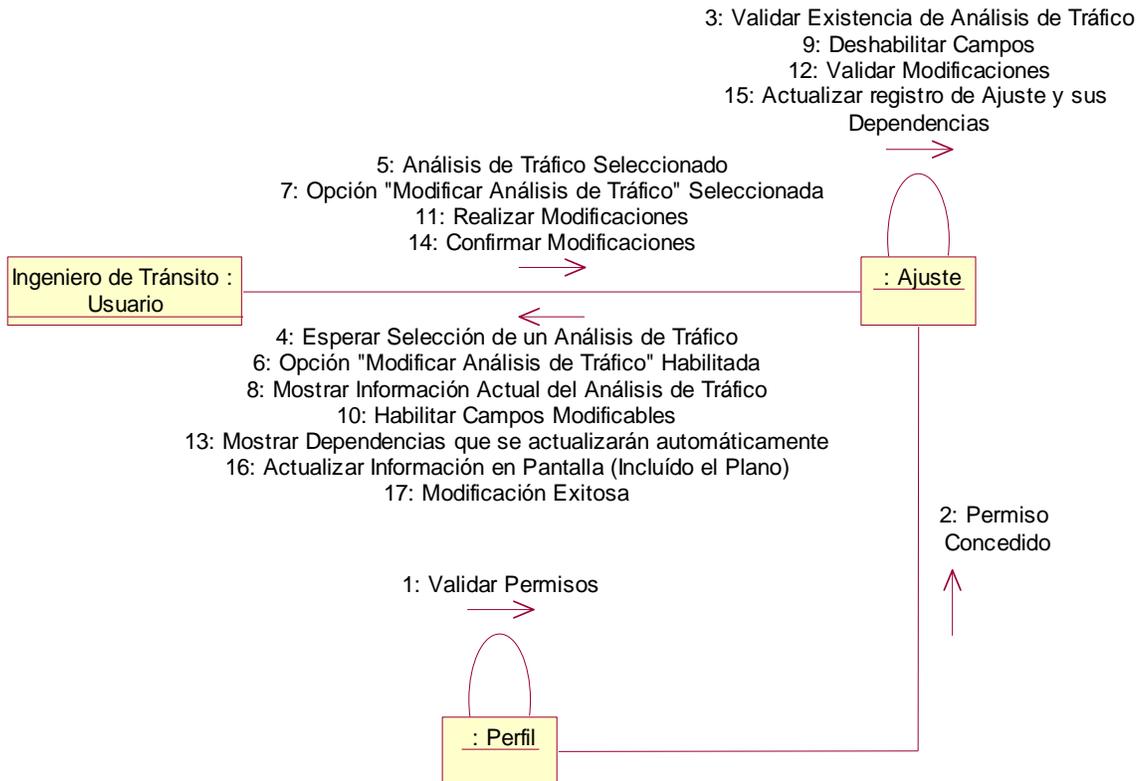
## Diagrama de Colaboración para Ingresar Información para Evaluación



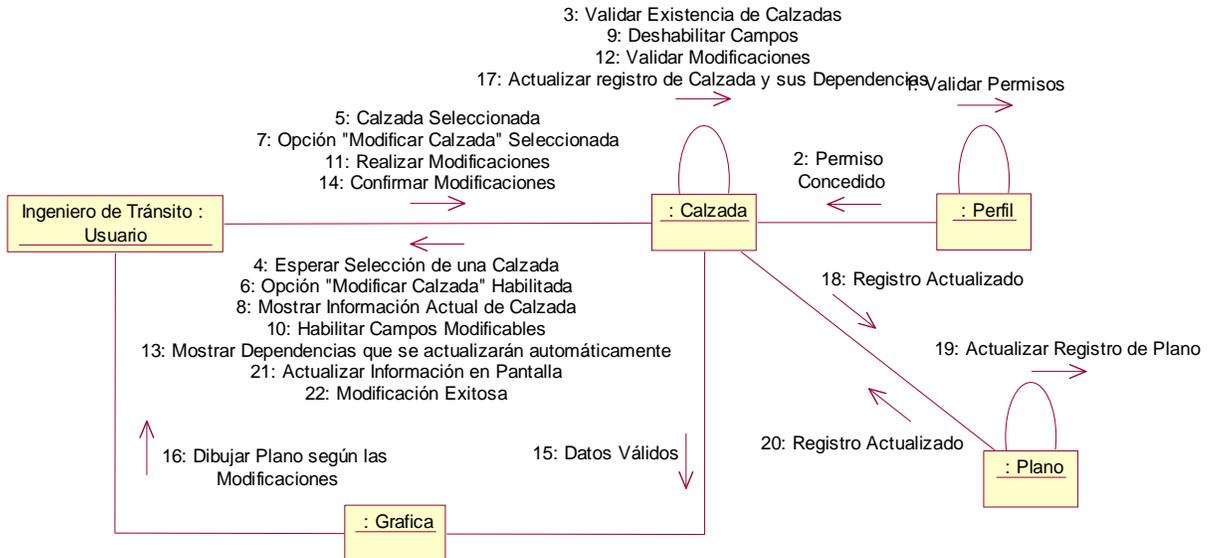
## Diagrama de Colaboración para Modificar Acceso



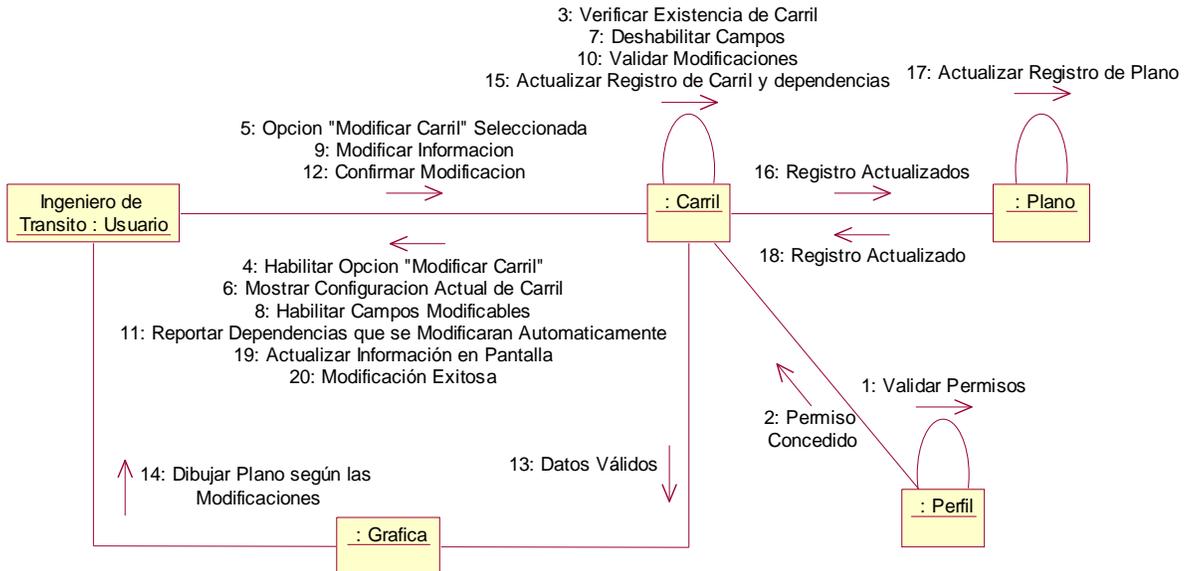
## Diagrama de Colaboración para Modificar Análisis de Tráfico



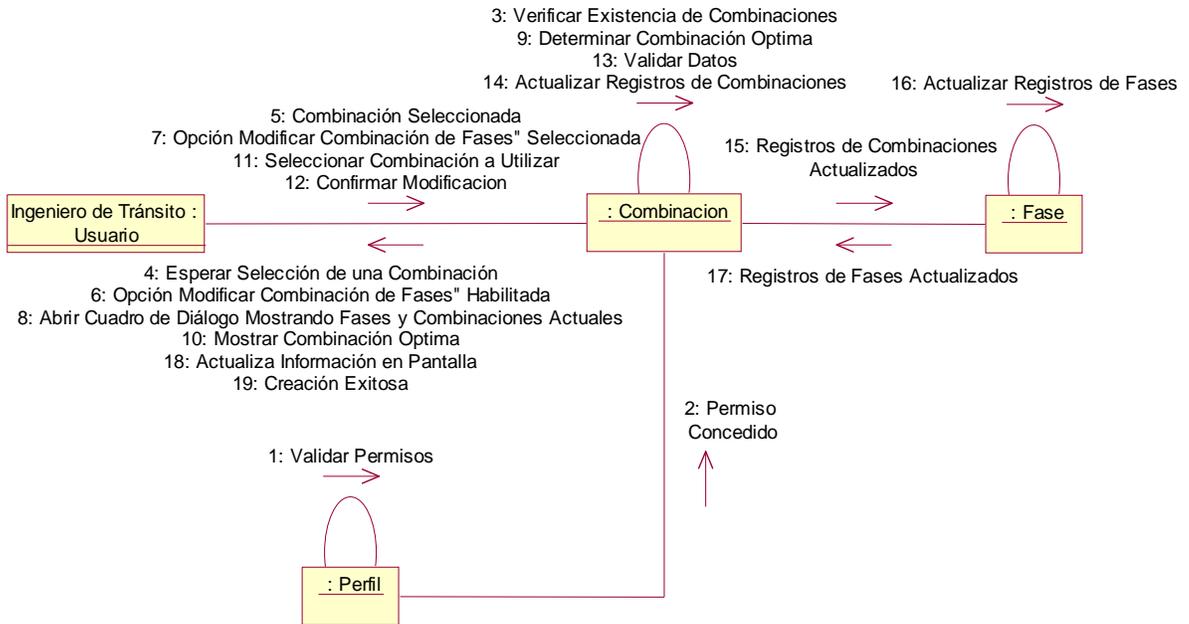
## Diagrama de Colaboración para Modificar Calzada



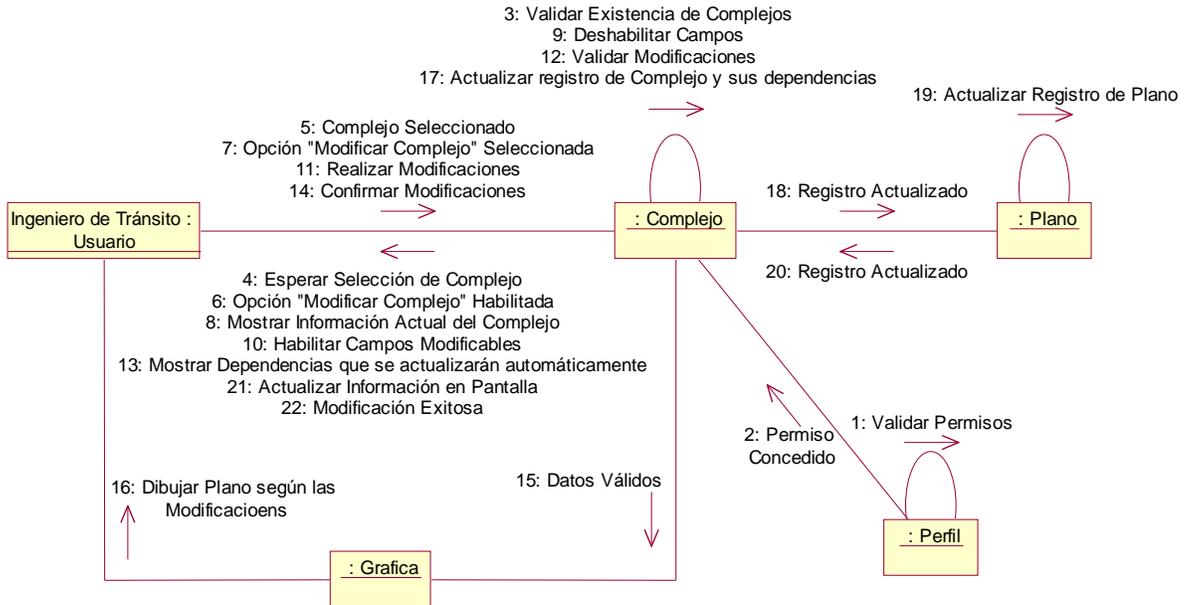
## Diagrama de Colaboración para Modificar Carril



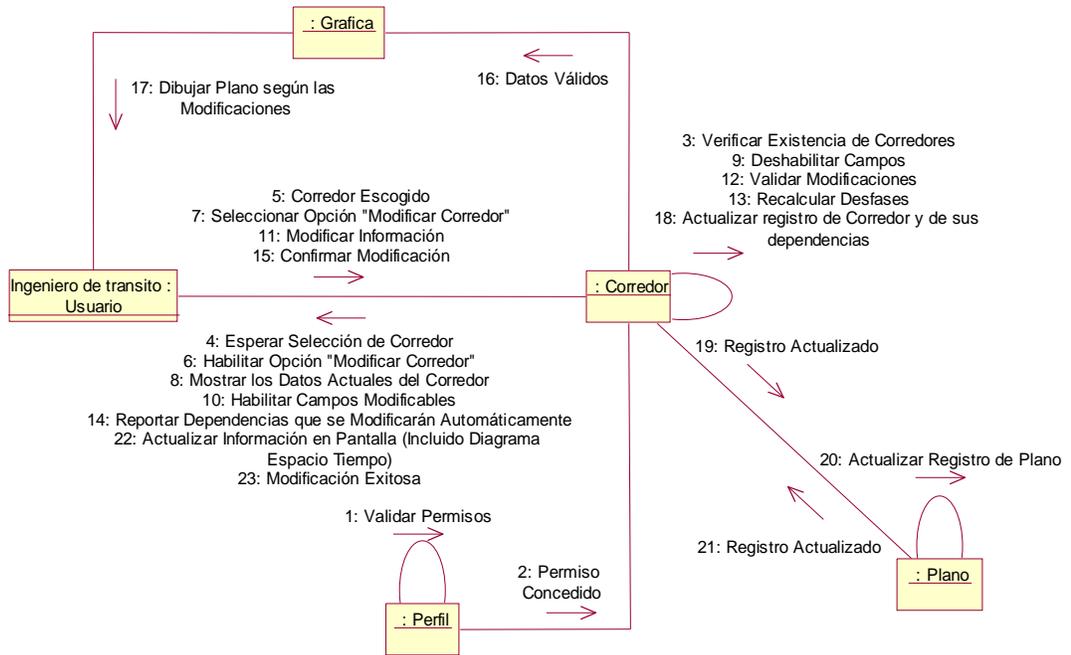
## Diagrama de Colaboración para Modificar Combinación



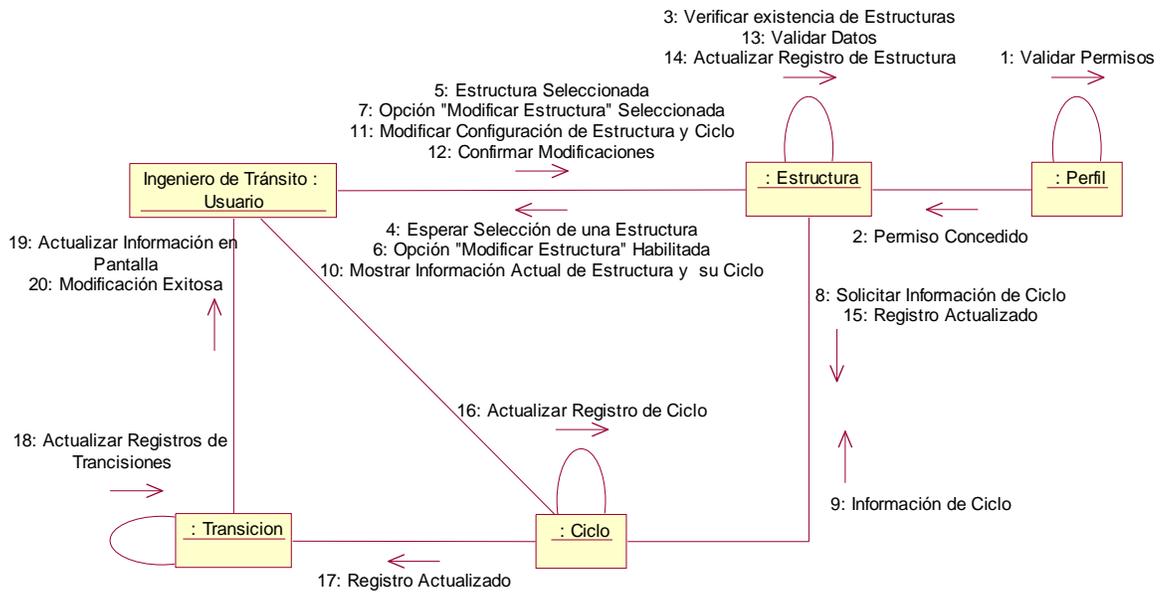
## Diagrama de Colaboración para Modificar Complejo



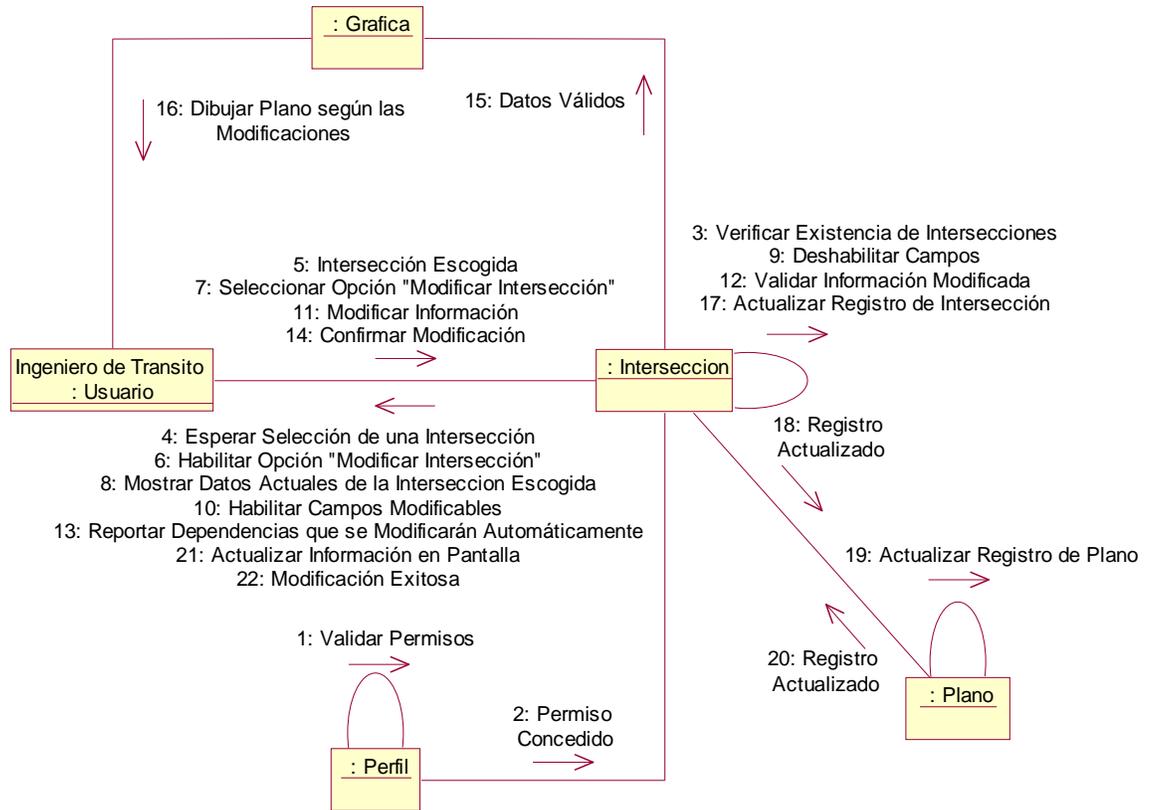
## Diagrama de Colaboración para Modificar Corredor



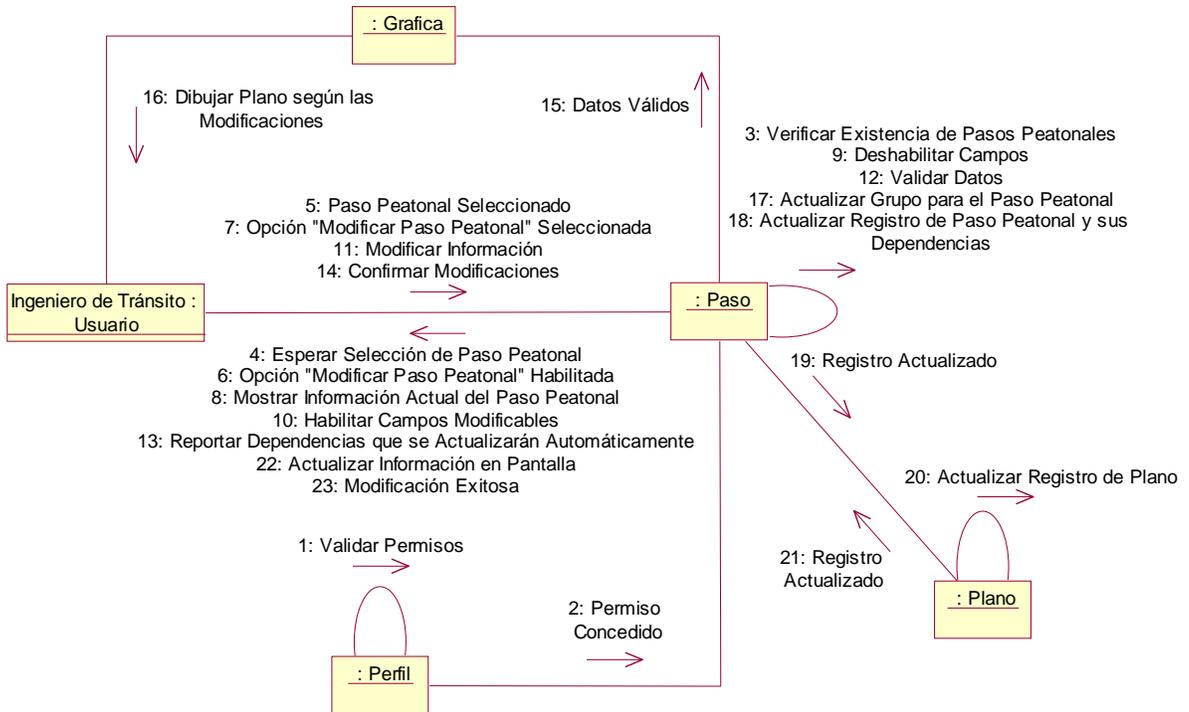
## Diagrama de Colaboración para Modificar Estructura



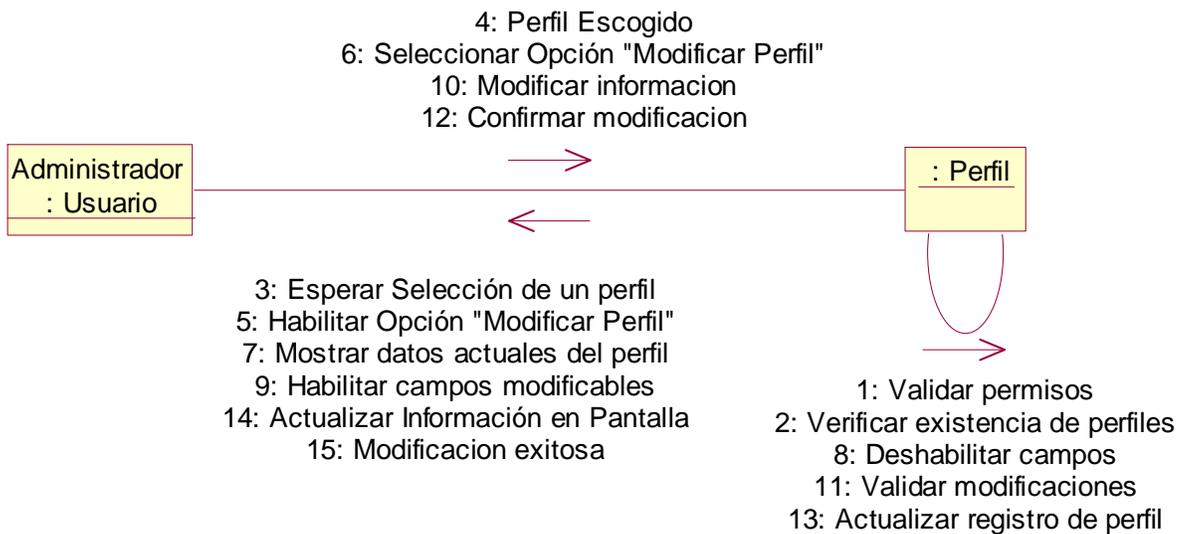
## Diagrama de Colaboración para Modificar Intersección



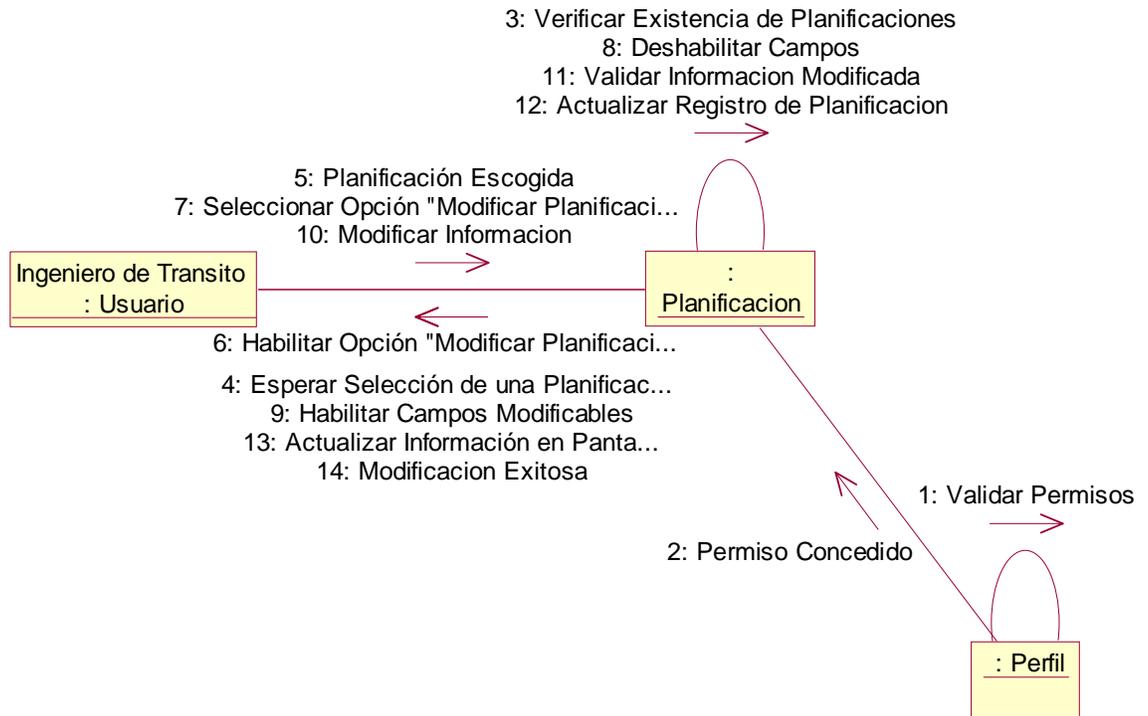
## Diagrama de Colaboración para Modificar Paso Peatonal



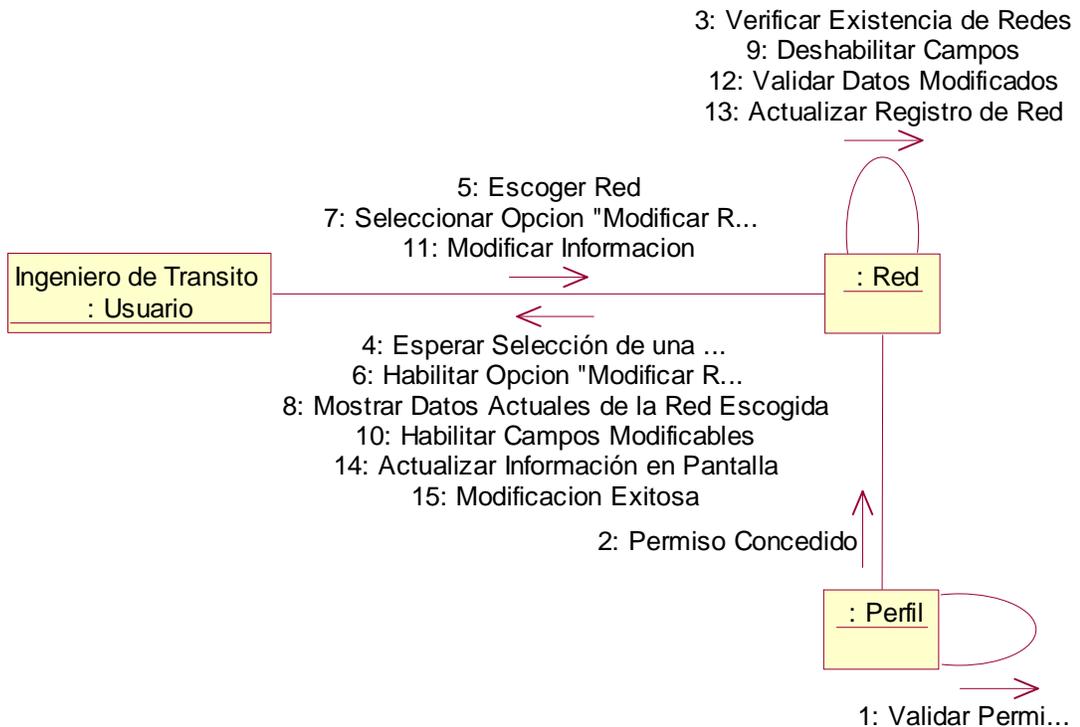
## Diagrama de Colaboración para Modificar Perfil



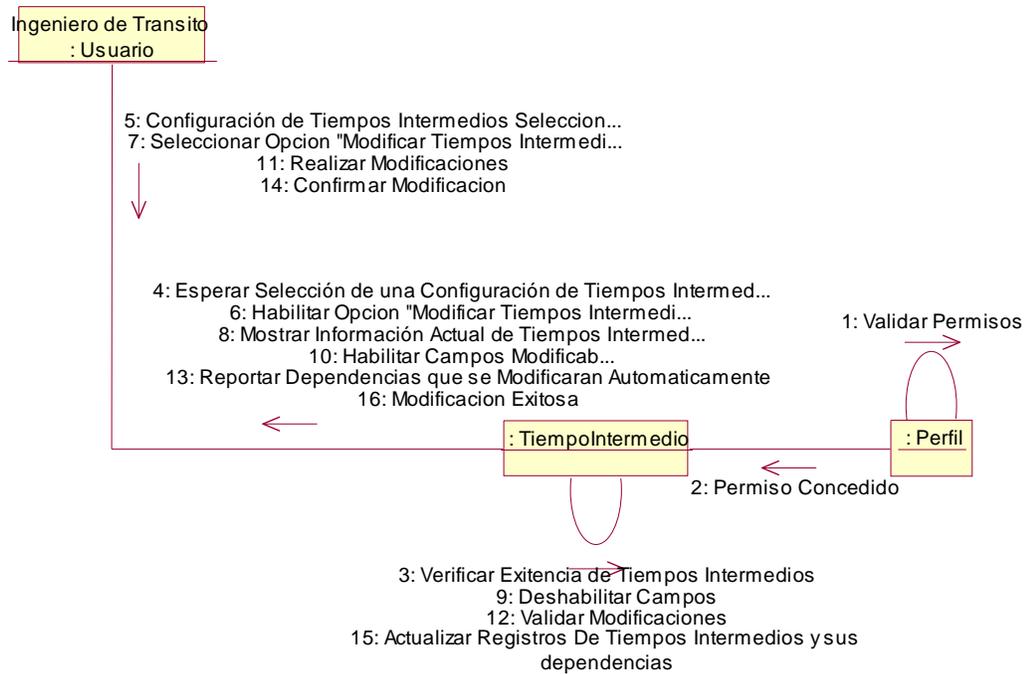
## Diagrama de Colaboración para Modificar Planificación



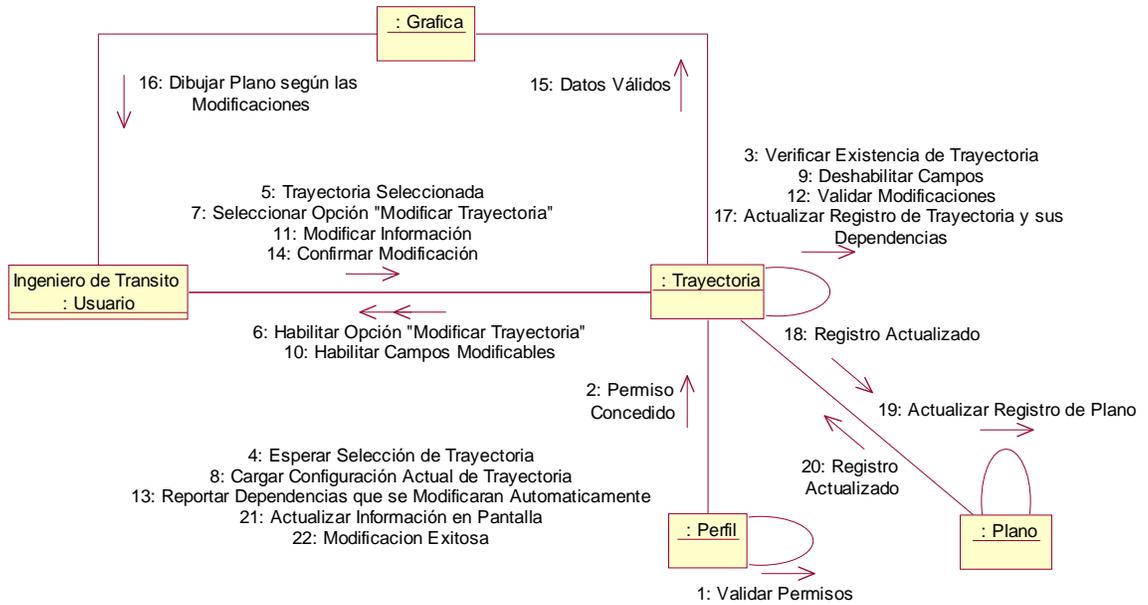
## Diagrama de Colaboración para Modificar Red



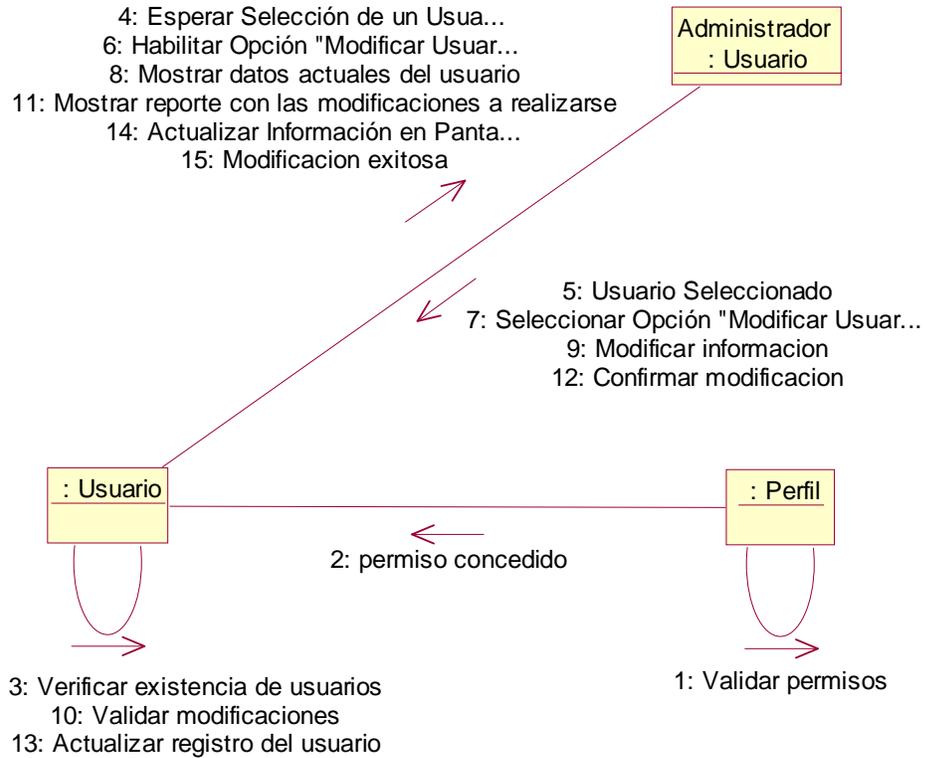
## Diagrama de Colaboración para Modificar Tiempos Intermedios



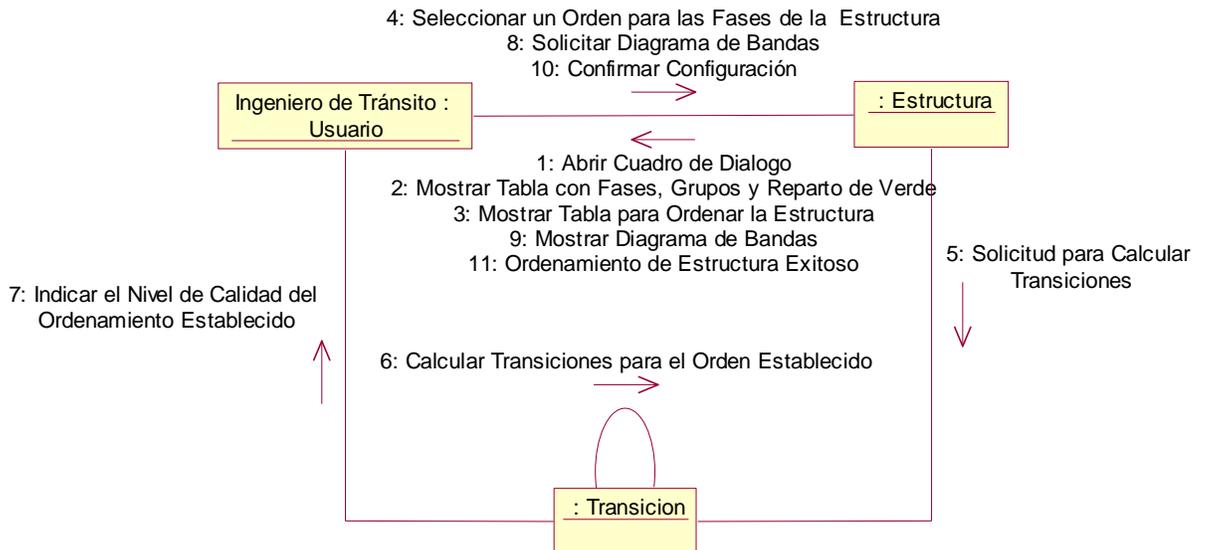
## Diagrama de Colaboración para Modificar Trayectoria



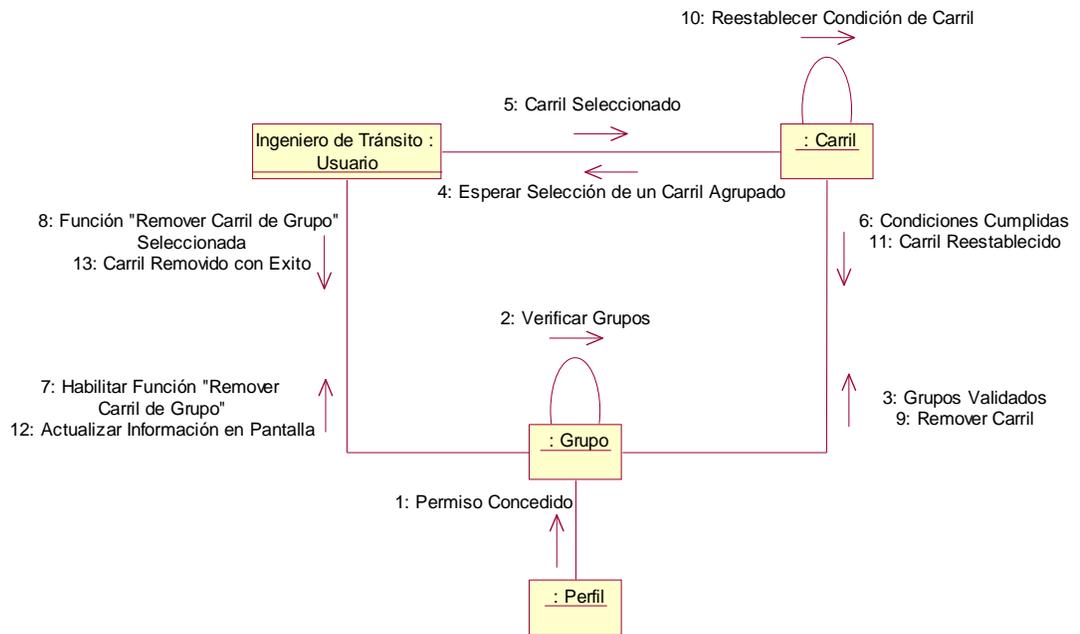
## Diagrama de Colaboración para Modificar Usuario



## Diagrama de Colaboración para Ordenar Estructura



## Diagrama de Colaboración para Remover Carril de Grupos



## ANEXO G

### DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES

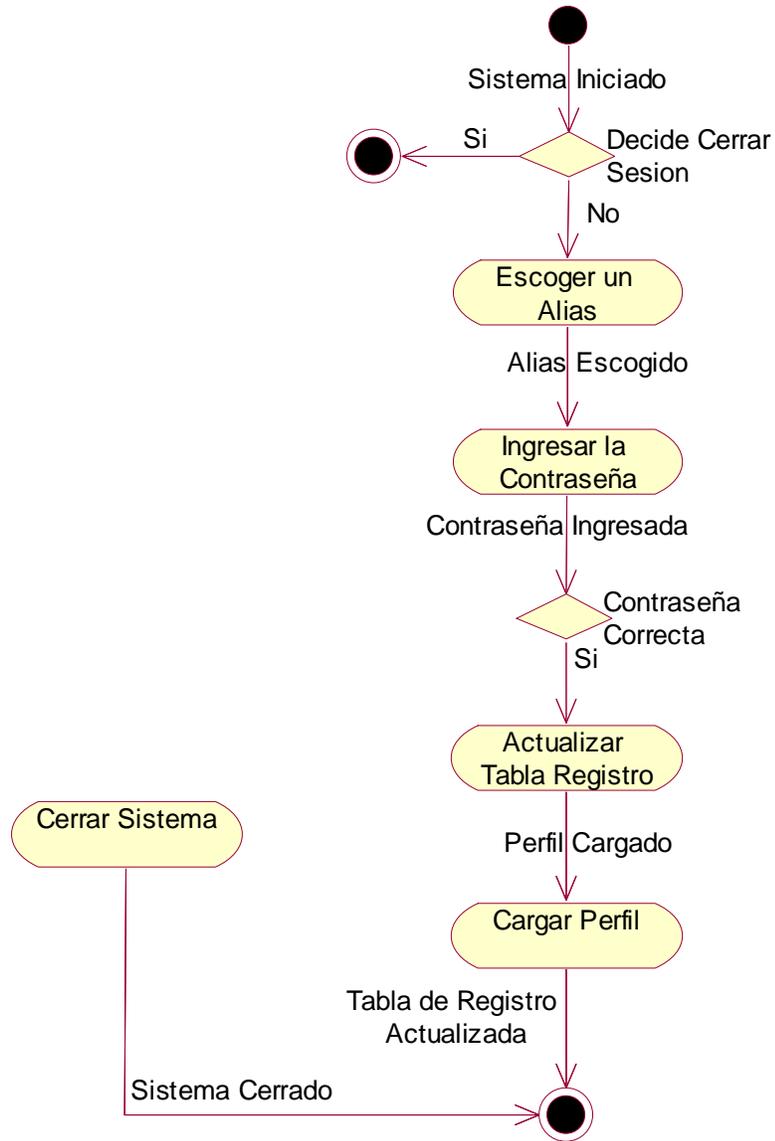
#### CONTENIDO

	Pág.
Diagrama de Actividades para Abrir Sesión	387
Diagrama de Actividades para el Análisis de Características de Tráfico	388
Diagrama de Actividades para el Análisis de Giros por Grupo de Carriles	389
Diagrama de Actividades para el Análisis de Grupo	390
Diagrama de Actividades para el Análisis de Pasos Peatonales	391
Diagrama de Actividades para el Análisis de Vehículos Pesados	392
Diagrama de Actividades para el Análisis de Volumen Vehicular por Carril	393
Diagrama de Actividades para Borrar Acceso	394
Diagrama de Actividades para Borrar Análisis de Tráfico	395
Diagrama de Actividades para Borrar Calzada	396
Diagrama de Actividades para Borrar Carril	397
Diagrama de Actividades para Borrar Complejo	398
Diagrama de Actividades para Borrar Corredor	399
Diagrama de Actividades para Borrar Estructura	400
Diagrama de Actividades para Borrar Evaluación	401
Diagrama de Actividades para Borrar Intersección	402
Diagrama de Actividades para Borrar Paso Peatonal	403
Diagrama de Actividades para Borrar Perfil	404
Diagrama de Actividades para Borrar Planificación	405
Diagrama de Actividades para Borrar Red	406
Diagrama de Actividades para Borrar Tiempos Intermedios	407
Diagrama de Actividades para Borrar Trayectoria	408
Diagrama de Actividades para Borrar Usuario	409
Diagrama de Actividades para Cerrar Sesión	410
Diagrama de Actividades para Configurar Ciclo	411
Diagrama de Actividades para Configurar Información de Complejo	412
Diagrama de Actividades para Configurar Información de Corredor	413
Diagrama de Actividades para Configurar Línea	414
Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Complejo	415
Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Corredor	416
Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Intersección	417
Diagrama de Actividades para Consultar Acceso	418
Diagrama de Actividades para Consultar Análisis de Tráfico	419
Diagrama de Actividades para Consultar Calzada	420
Diagrama de Actividades para Consultar Carril	421
Diagrama de Actividades para Consultar Complejo	422

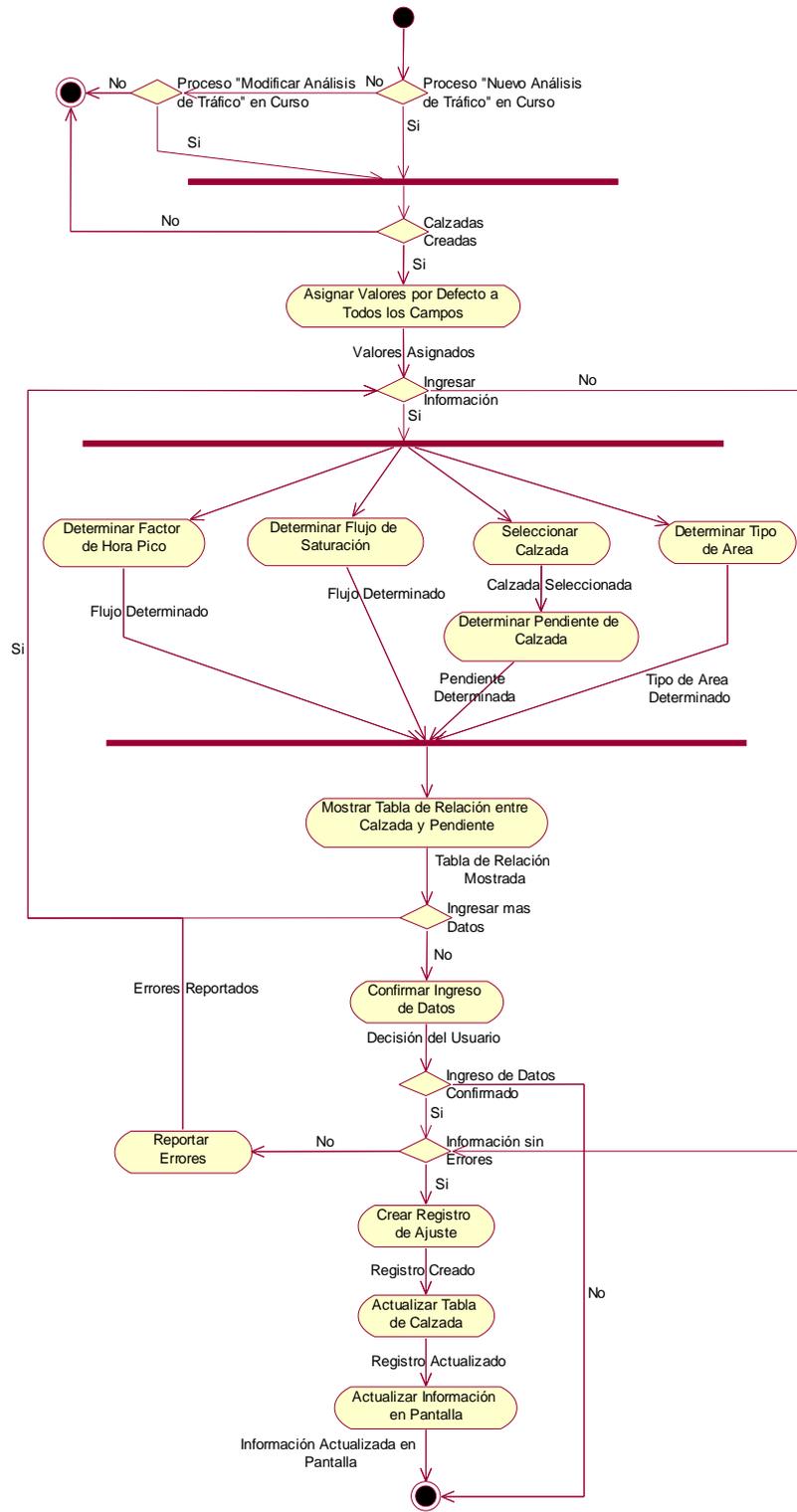
Diagrama de Actividades para Consultar Corredor	423
Diagrama de Actividades para Consultar Estructura	424
Diagrama de Actividades para Consultar Evaluación	425
Diagrama de Actividades para Consultar Intersección	426
Diagrama de Actividades para Consultar Paso Peatonal	427
Diagrama de Actividades para Consultar Perfil	428
Diagrama de Actividades para Consultar Planificación	429
Diagrama de Actividades para Consultar Red	430
Diagrama de Actividades para Consultar Tiempos Intermedios	431
Diagrama de Actividades para Consultar Trayectoria	432
Diagrama de Actividades para Consultar Usuario	433
Diagrama de Actividades para Crear Acceso	434
Diagrama de Actividades para Crear Análisis de Tráfico	435
Diagrama de Actividades para Crear Calzada	436
Diagrama de Actividades para Crear Carril	437
Diagrama de Actividades para Crear Complejo	438
Diagrama de Actividades para Crear Corredor	439
Diagrama de Actividades para Crear Estructura	440
Diagrama de Actividades para Crear Intersección	441
Diagrama de Actividades para Crear Paso Peatonal	442
Diagrama de Actividades para Crear Perfil	443
Diagrama de Actividades para Crear Planificación	444
Diagrama de Actividades para Crear Red	445
Diagrama de Actividades para Crear Tiempos Intermedios	446
Diagrama de Actividades para Crear Trayectoria	447
Diagrama de Actividades para Crear Usuario	448
Diagrama de Actividades para Distribuir Grupos	449
Diagrama de Actividades para Evaluar Corredor Coordinado	450
Diagrama de Actividades para Evaluar Intersección	451
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Acceso	452
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Calzada	453
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Carril	454
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Intersección	455
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Paso Peatonal	456
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Perfil	457
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Planificación	458
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Red	459
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Tiempos Intermedios	460
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Trayectoria	461
Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Usuario	462
Diagrama de Actividades para Ingresar Información para Evaluar Intersección	463
Diagrama de Actividades para Modificar Acceso	464
Diagrama de Actividades para Modificar Análisis de Tráfico	465

Diagrama de Actividades para Modificar Calzada	466
Diagrama de Actividades para Modificar Carril	467
Diagrama de Actividades para Modificar Combinación de Fases	468
Diagrama de Actividades para Modificar Complejo	469
Diagrama de Actividades para Modificar Corredor	470
Diagrama de Actividades para Modificar Estructura	471
Diagrama de Actividades para Modificar Intersección	472
Diagrama de Actividades para Modificar Paso Peatonal	473
Diagrama de Actividades para Modificar Perfil	474
Diagrama de Actividades para Modificar Planificación	475
Diagrama de Actividades para Modificar Red	476
Diagrama de Actividades para Modificar Tiempos Intermedios	477
Diagrama de Actividades para Modificar Trayectoria	478
Diagrama de Actividades para Modificar Usuario	479
Diagrama de Actividades para el Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico	480
Diagrama de Actividades para Ordenar Estructura	481
Diagrama de Actividades para Remover Carril de Grupos	482
Diagrama de Actividades para Seleccionar Combinación de Fases	483

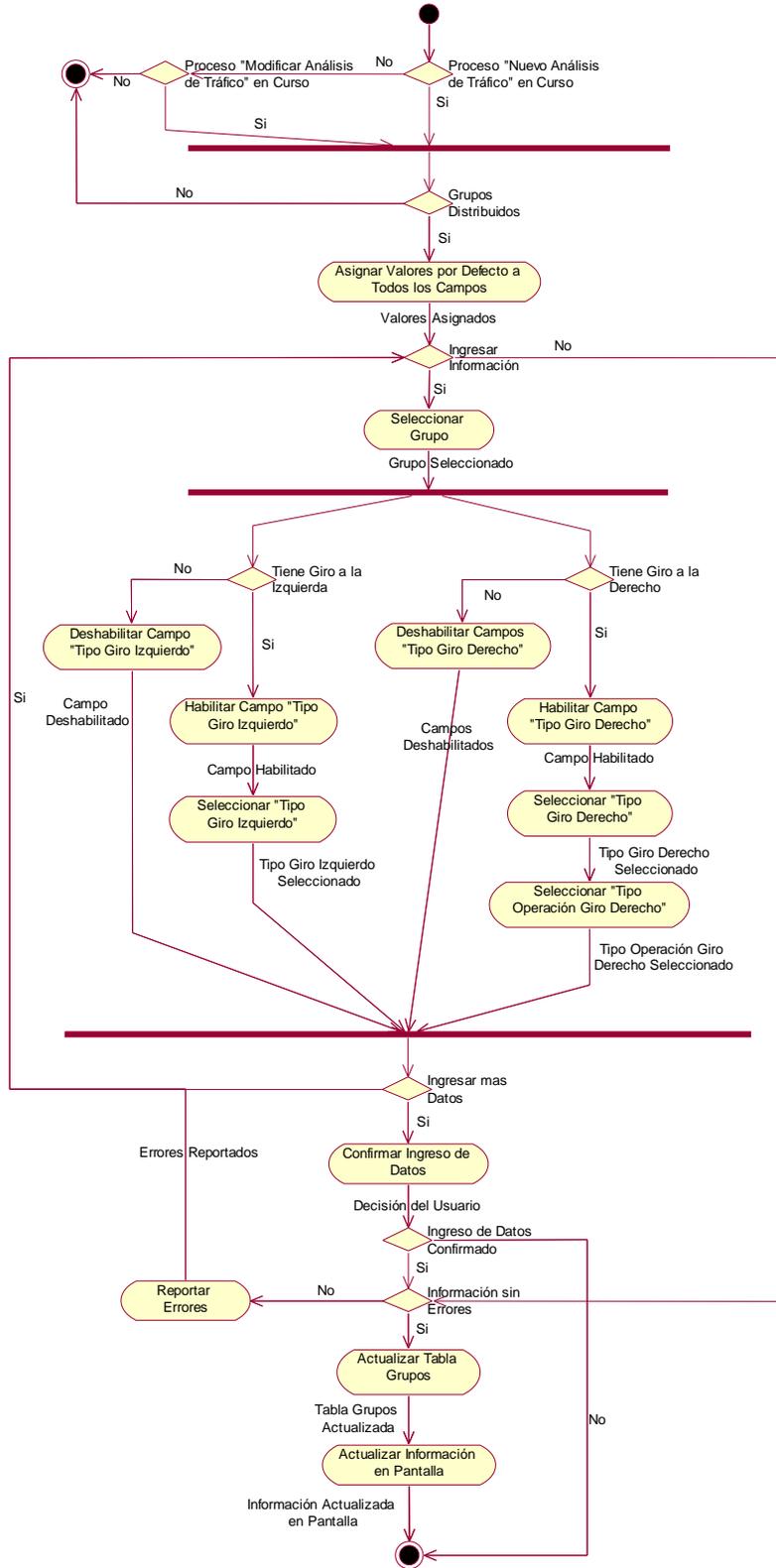
## Diagrama de Actividades para Abrir Sesión



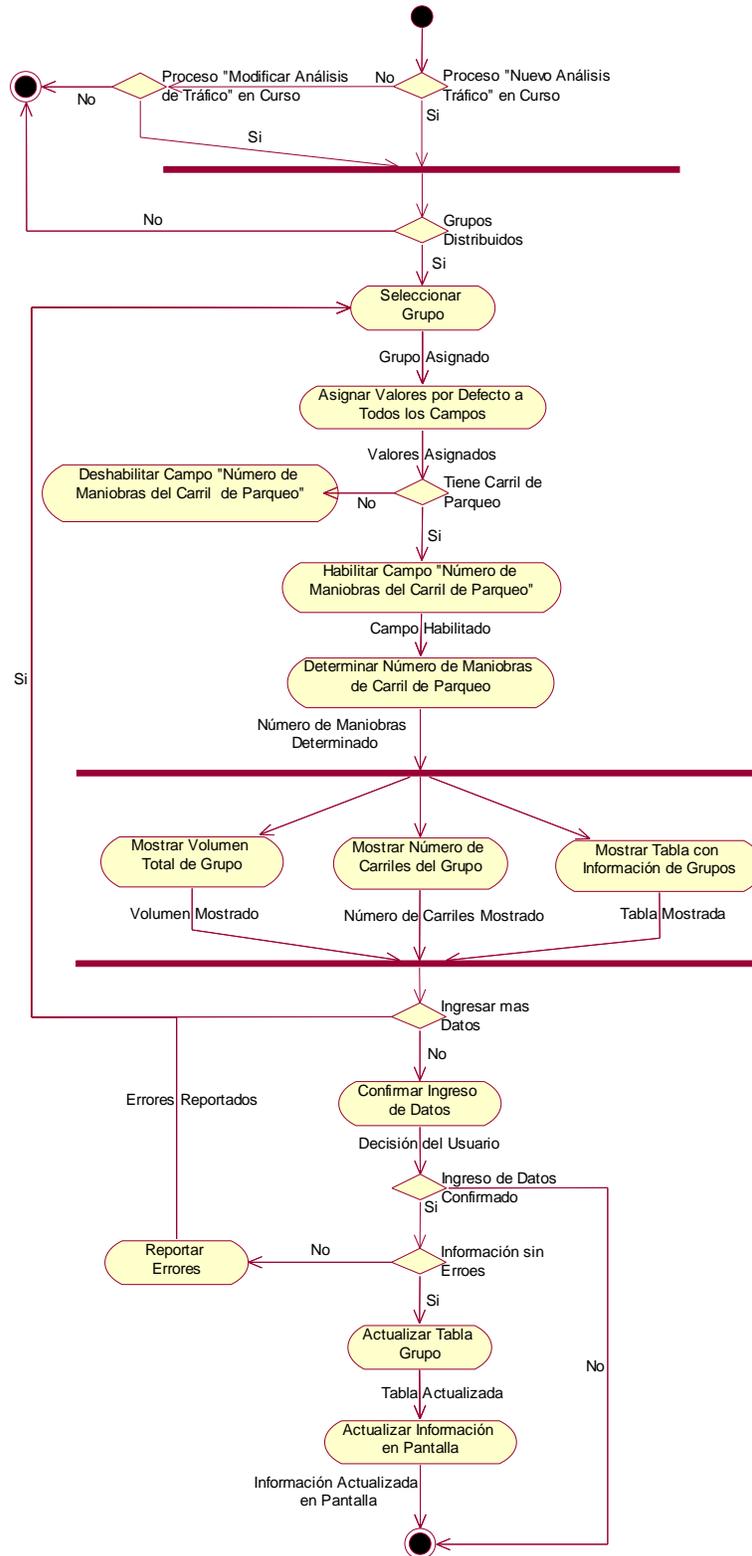
# Diagrama de Actividades para Análisis de Características Generales de Tráfico



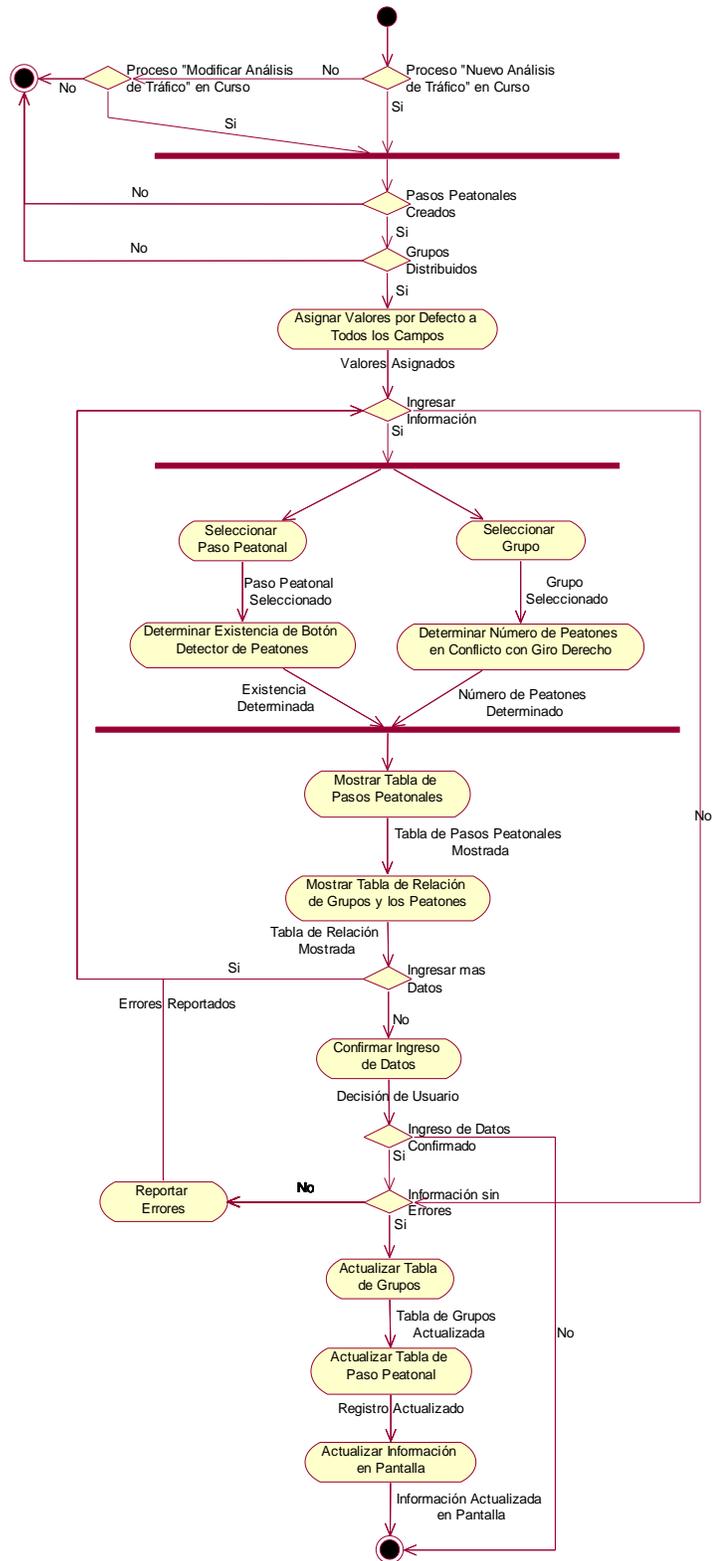
# Diagrama de Actividades para Análisis de Giros por Grupos de Carriles



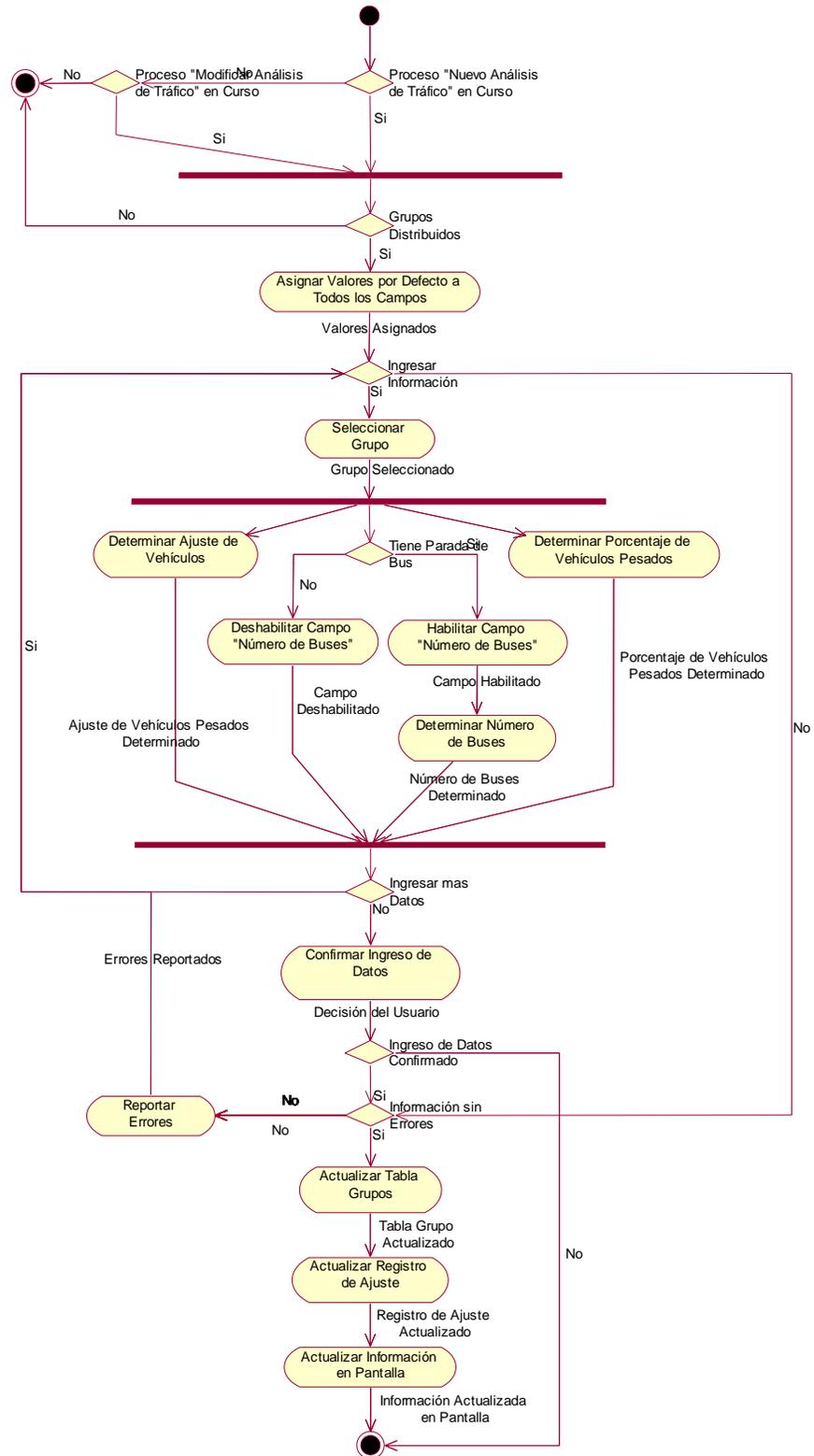
## Diagrama de Actividades para Análisis de Grupos



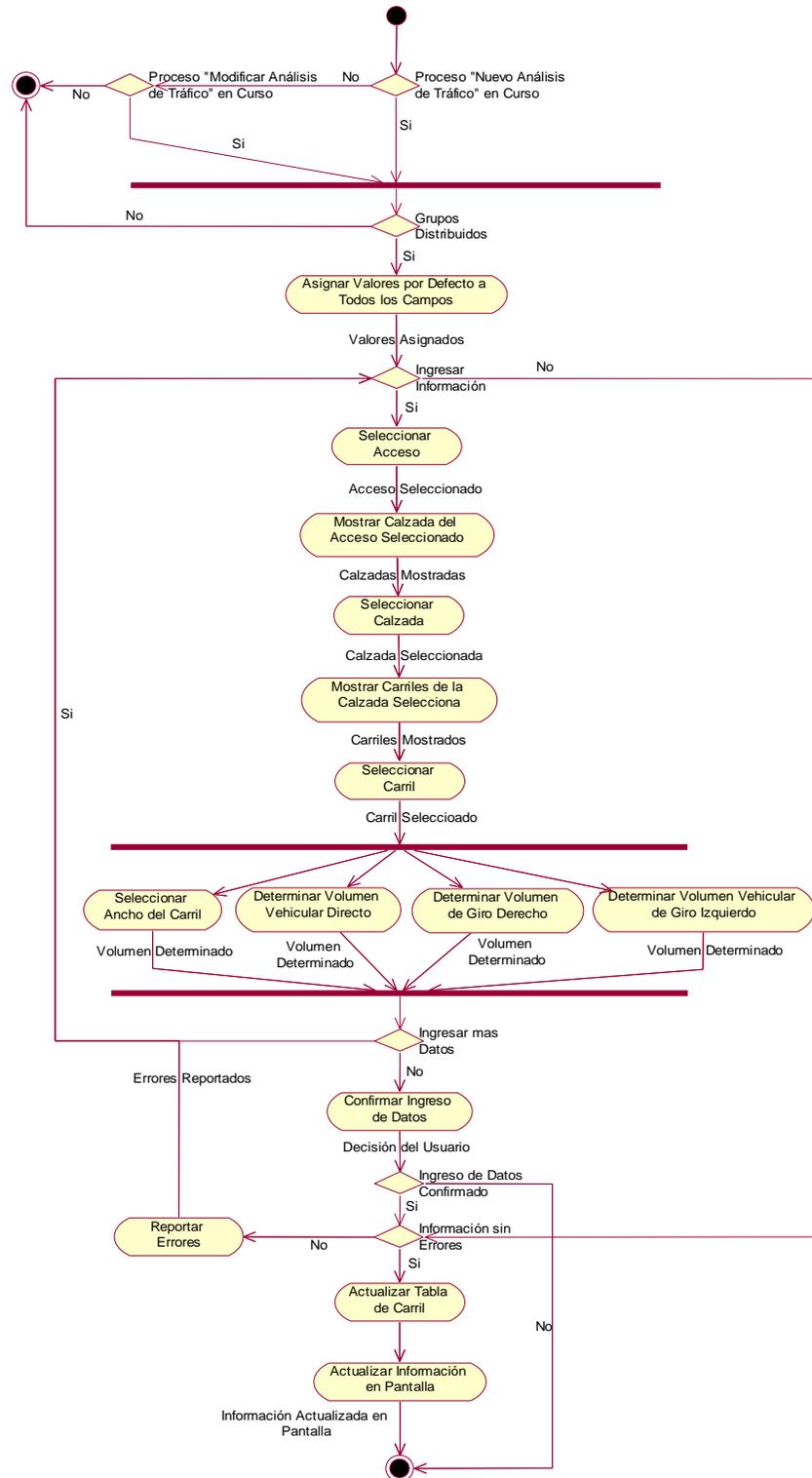
## Diagrama de Actividades para Análisis de Pasos Peatonales



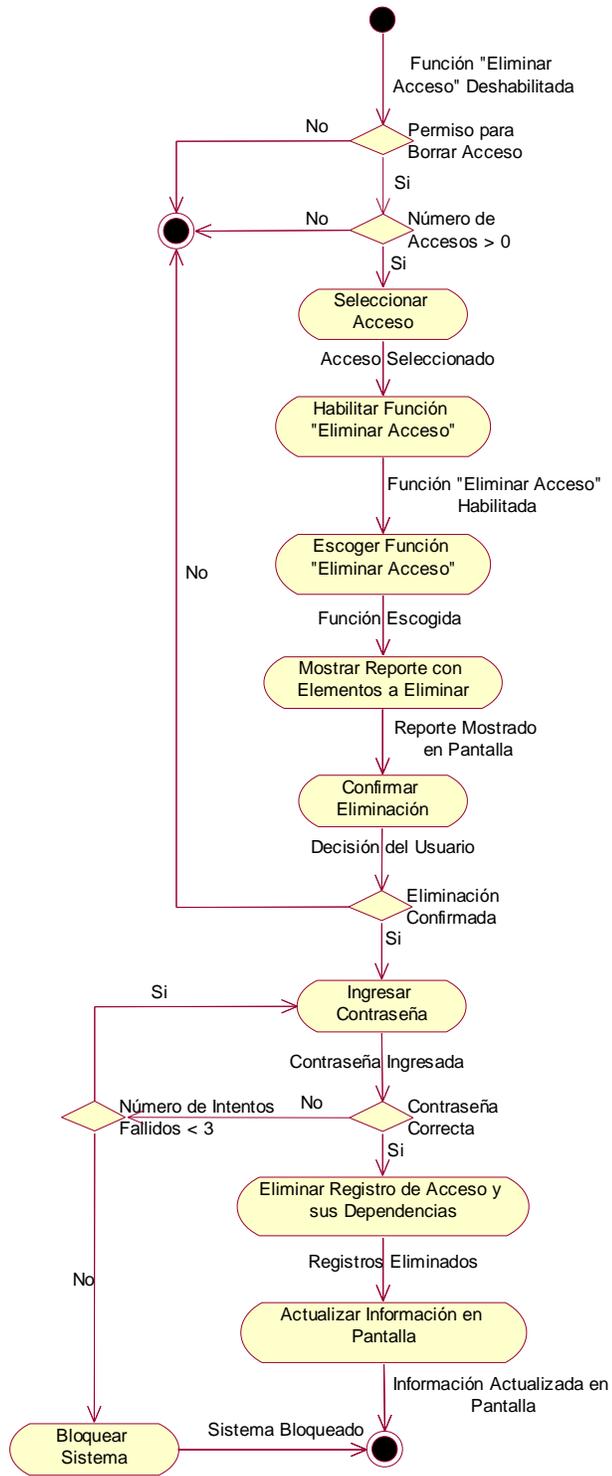
## Diagrama de Actividades para Análisis de Vehículos Pesados



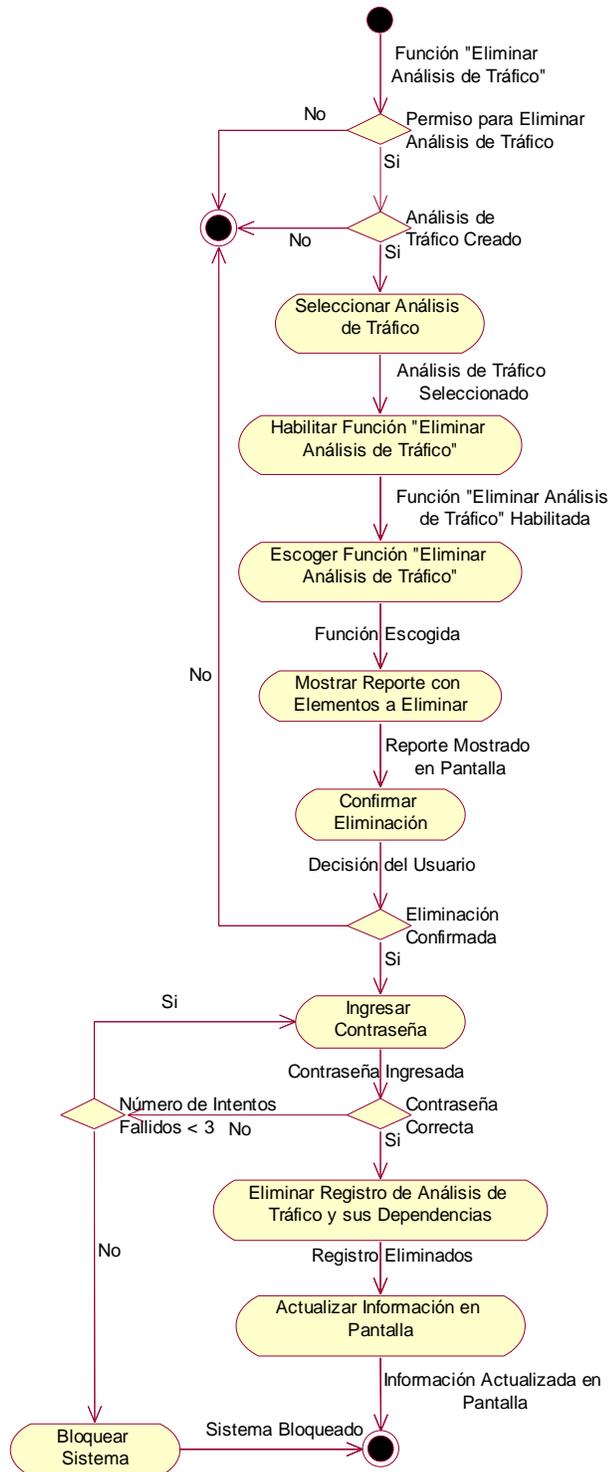
## Diagrama de Actividades para Análisis de Volumen Vehicular por Carril



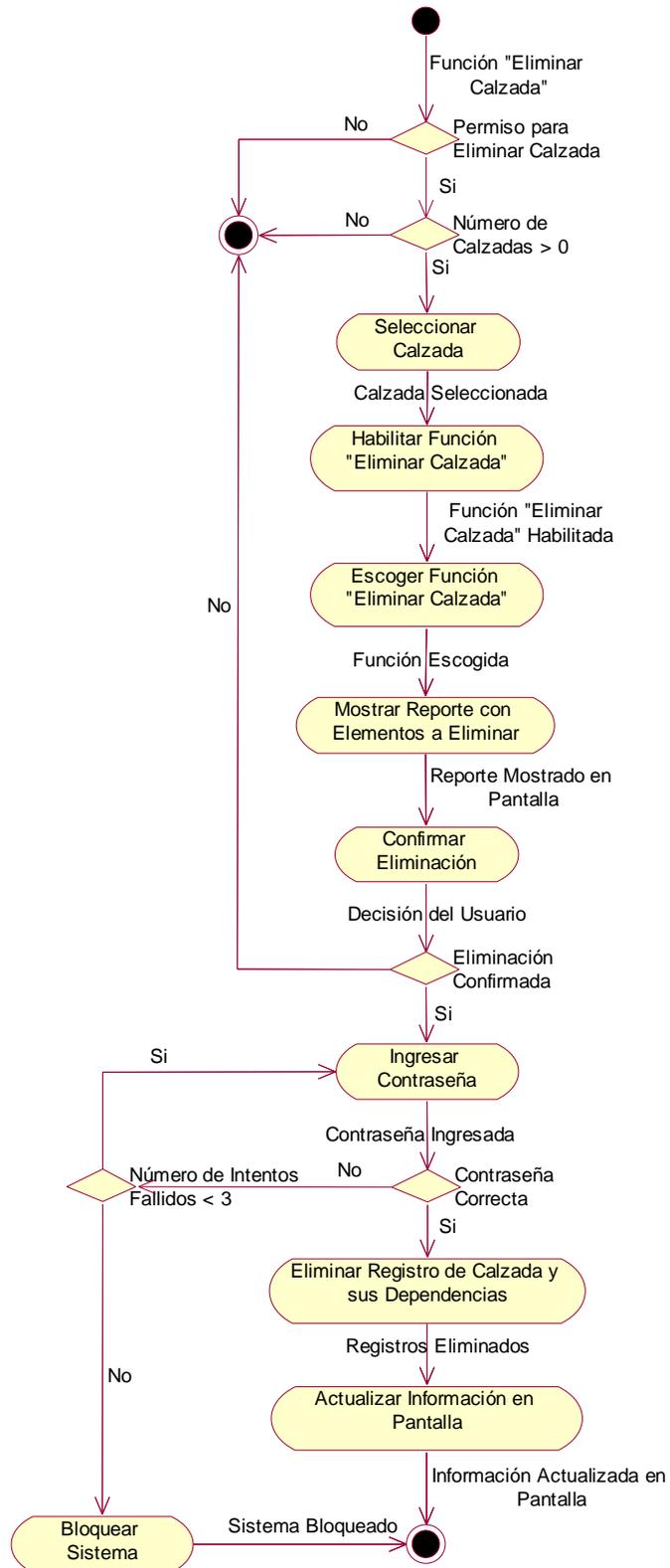
## Diagrama de Actividades para Borrar Acceso



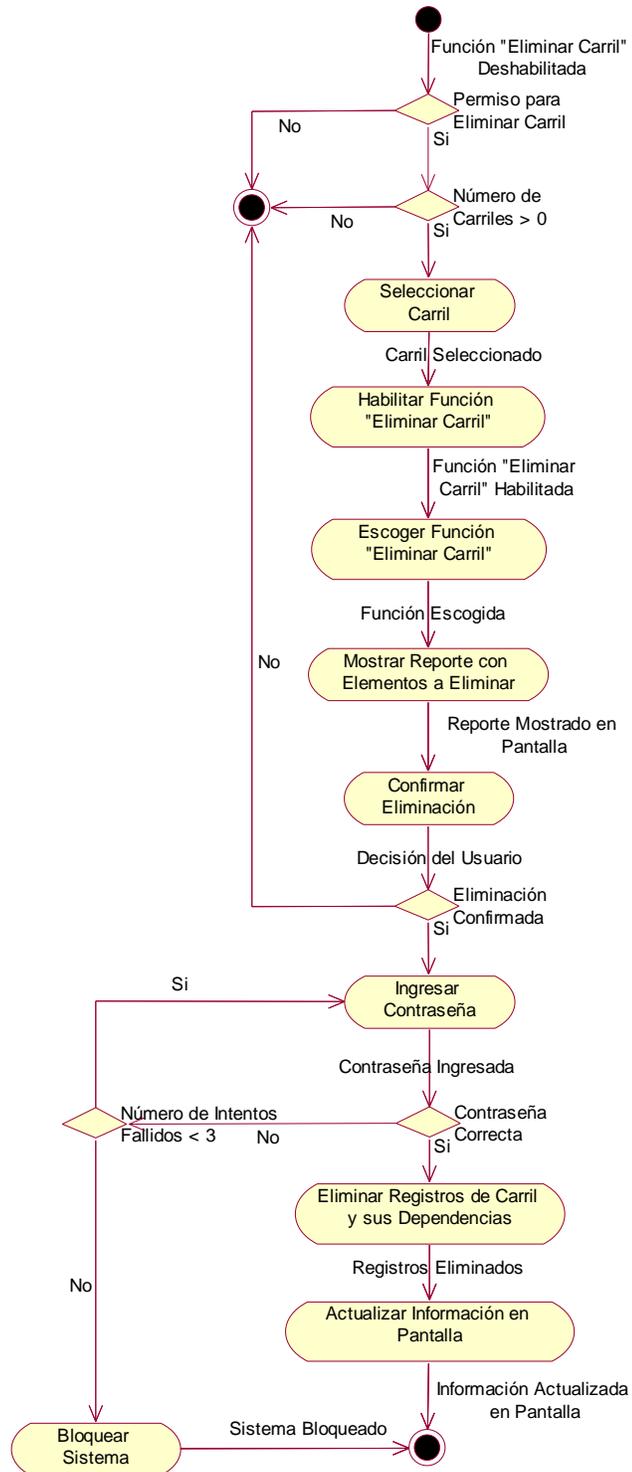
## Diagrama de Actividades para Borrar Análisis de Tráfico



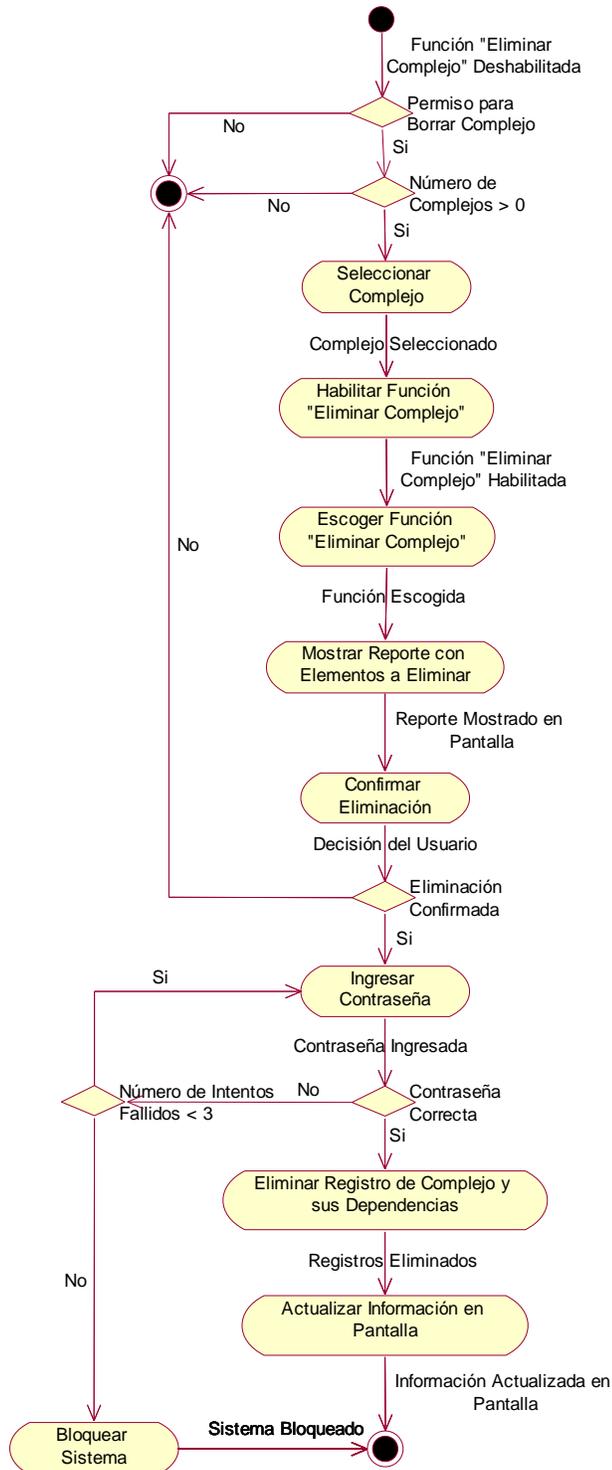
## Diagrama de Actividades para Borrar Calzada



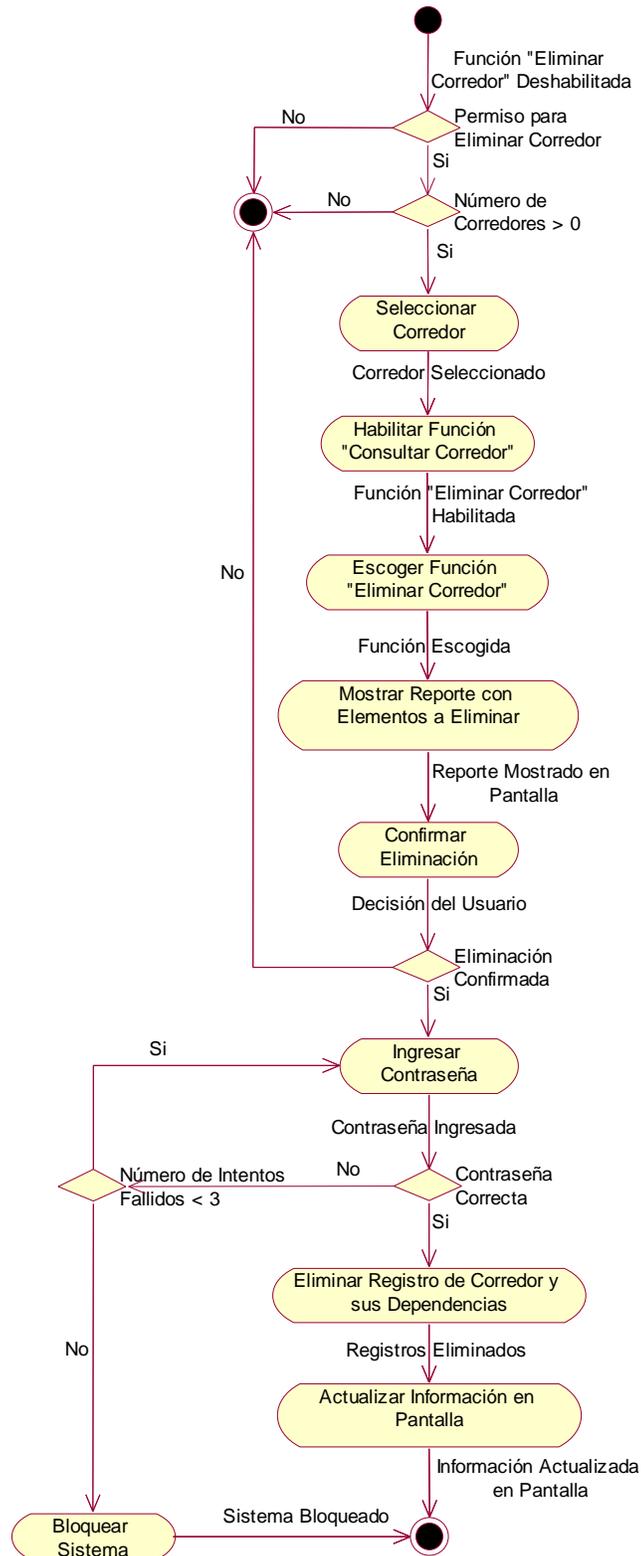
## Diagrama de Actividades para Borrar Carril



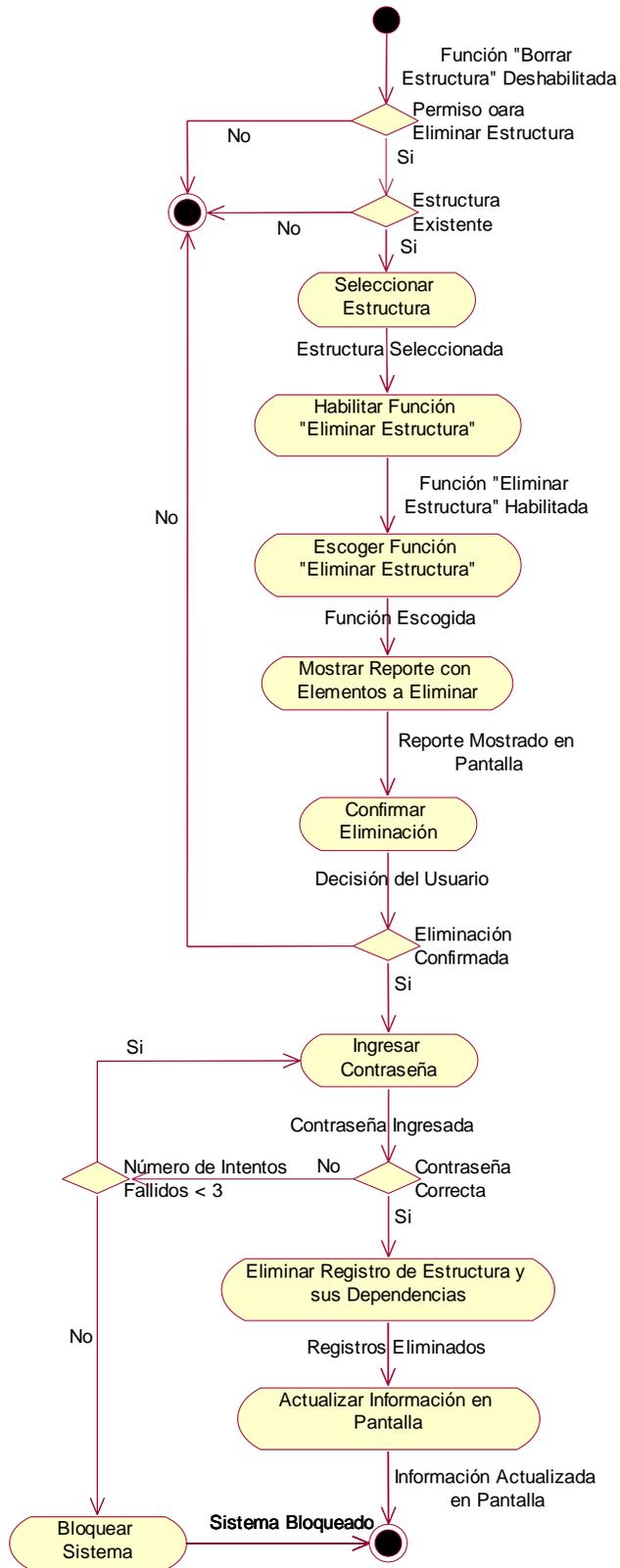
## Diagrama de Actividades para Borrar Complejo



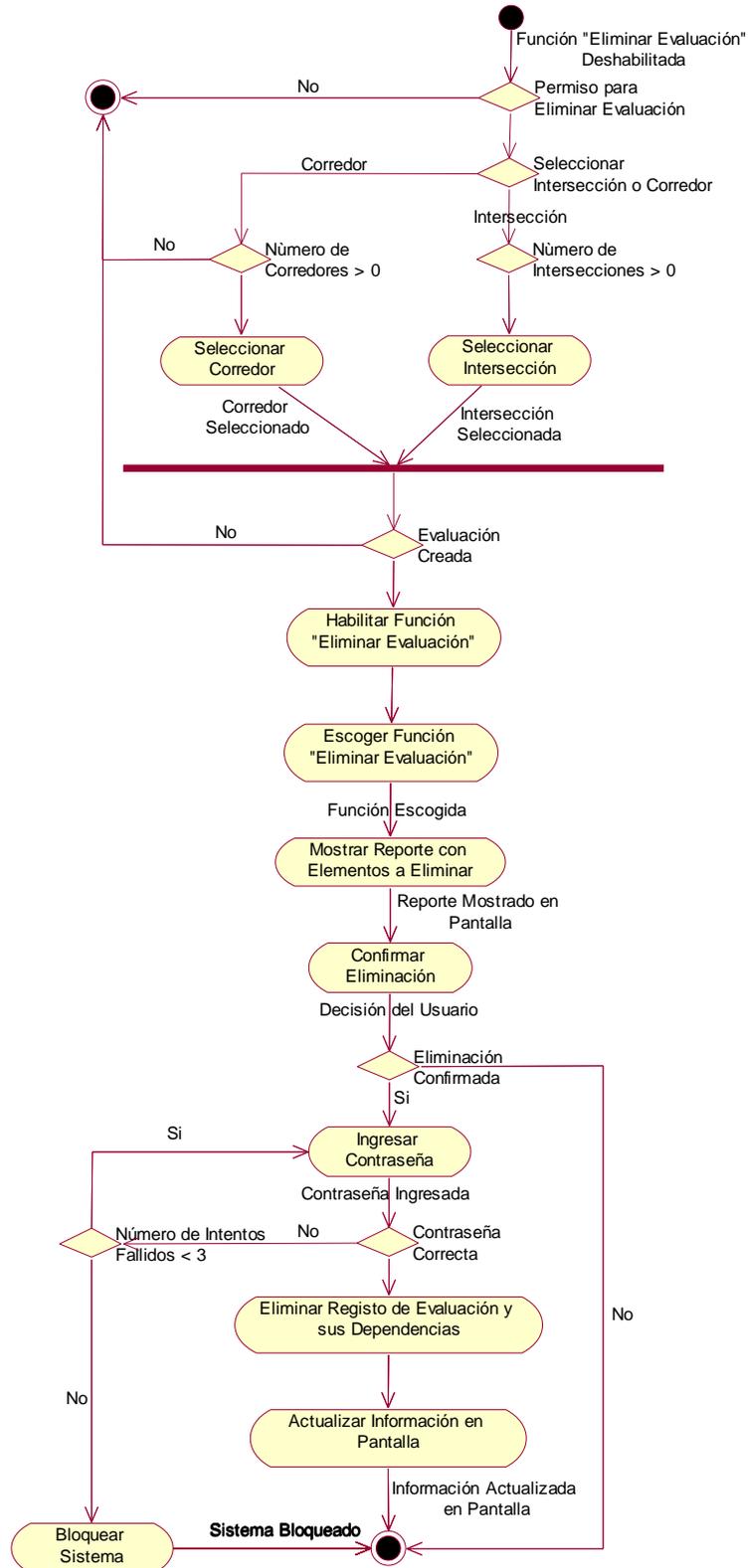
## Diagrama de Actividades para Borrar Corredor



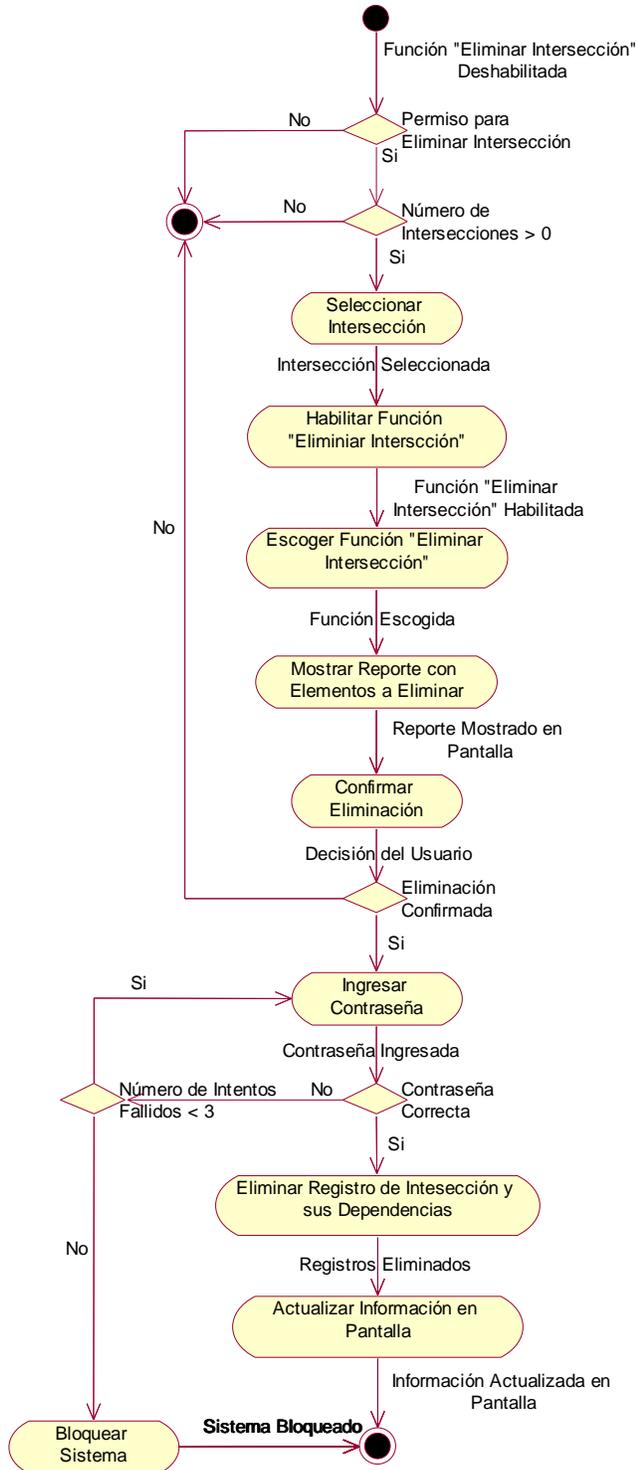
## Diagrama de Actividades para Borrar Estructura



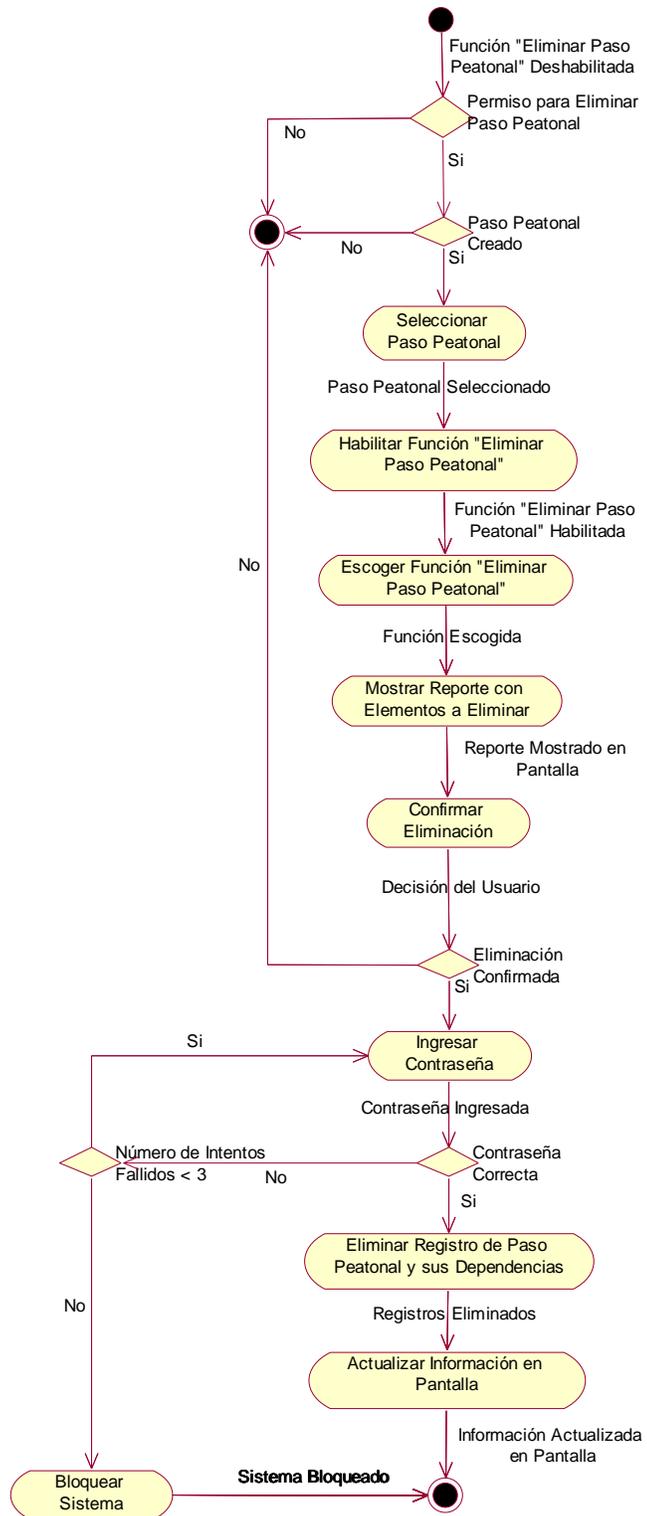
## Diagrama de Actividades para Borrar Evaluación



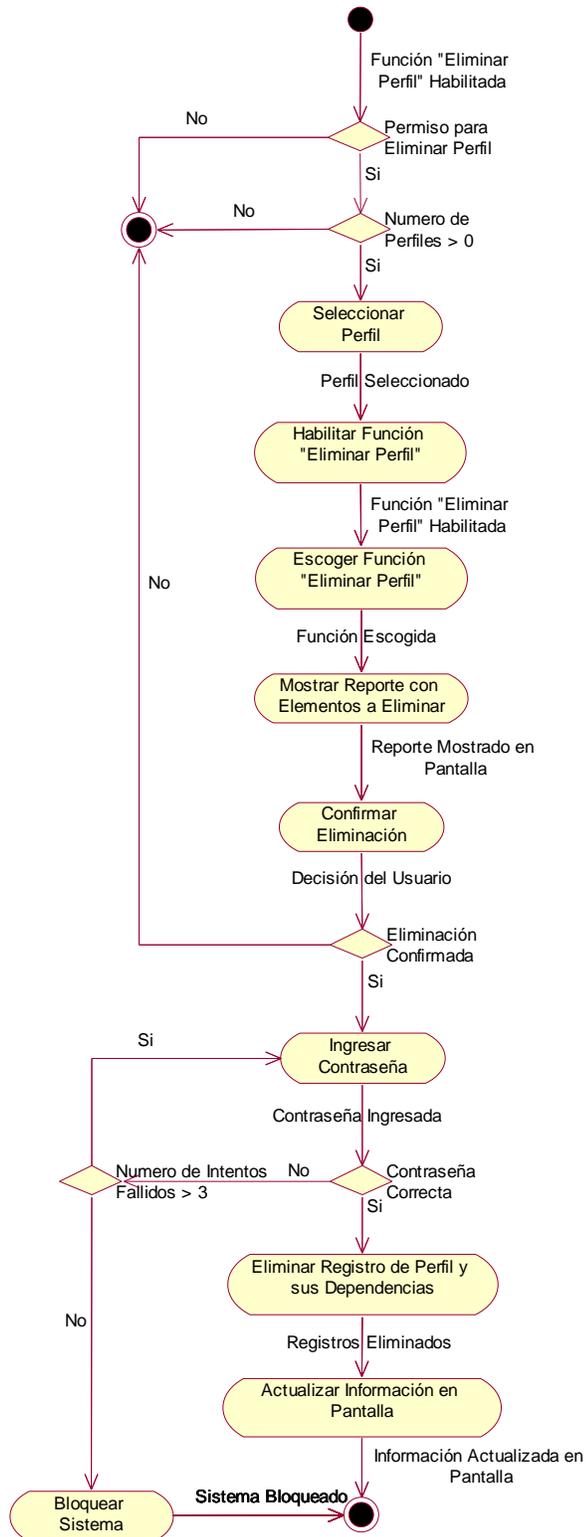
## Diagrama de Actividades para Borrar Intersección



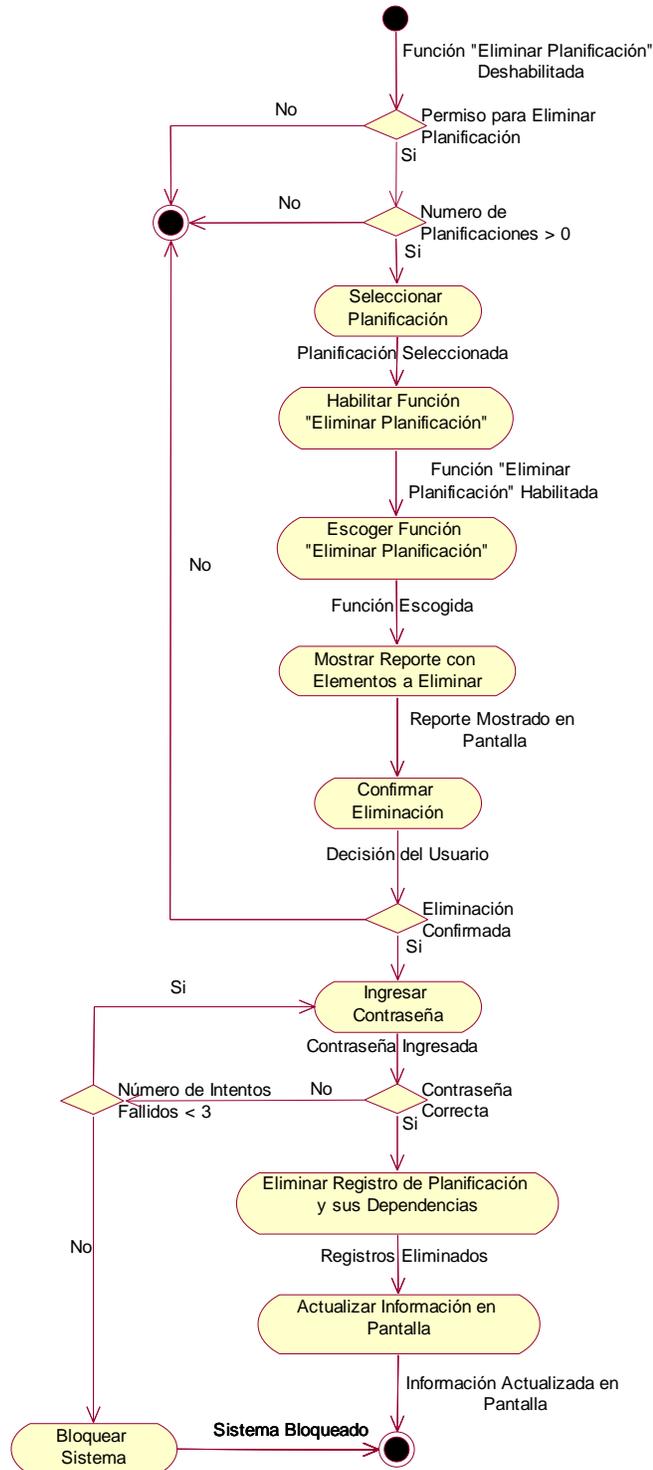
## Diagrama de Actividades para Borrar Paso Peatonal



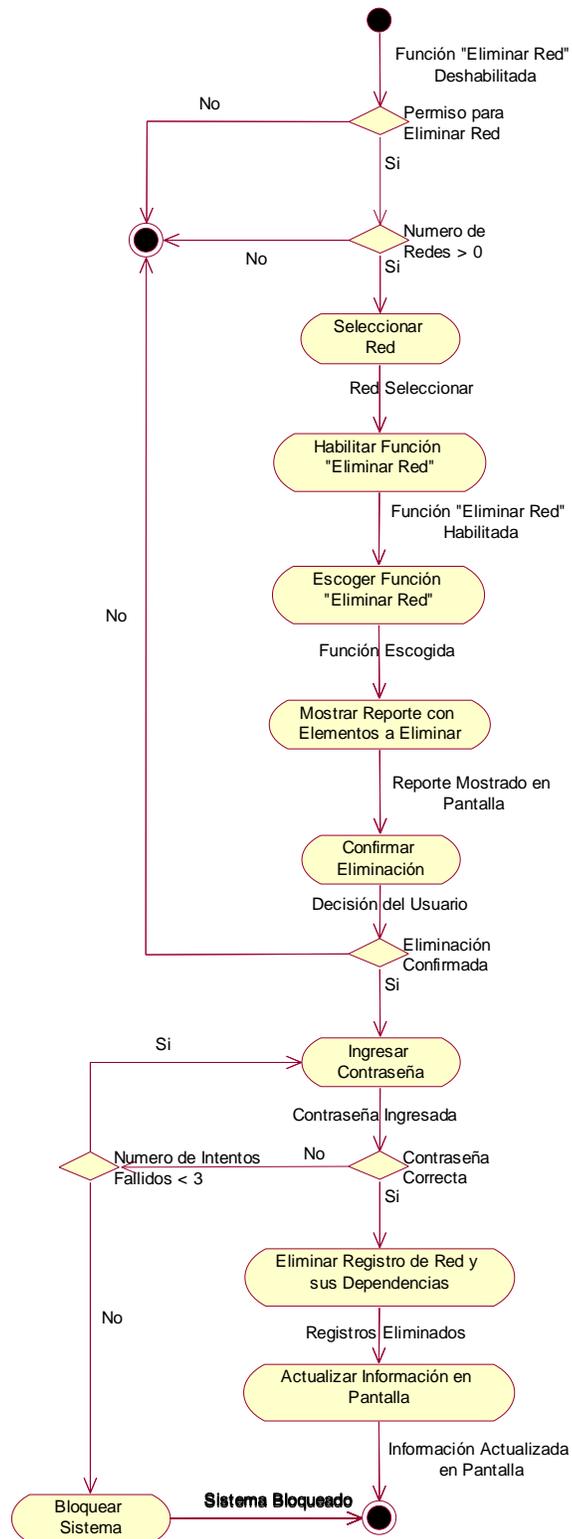
## Diagrama de Actividades para Borrar Perfil



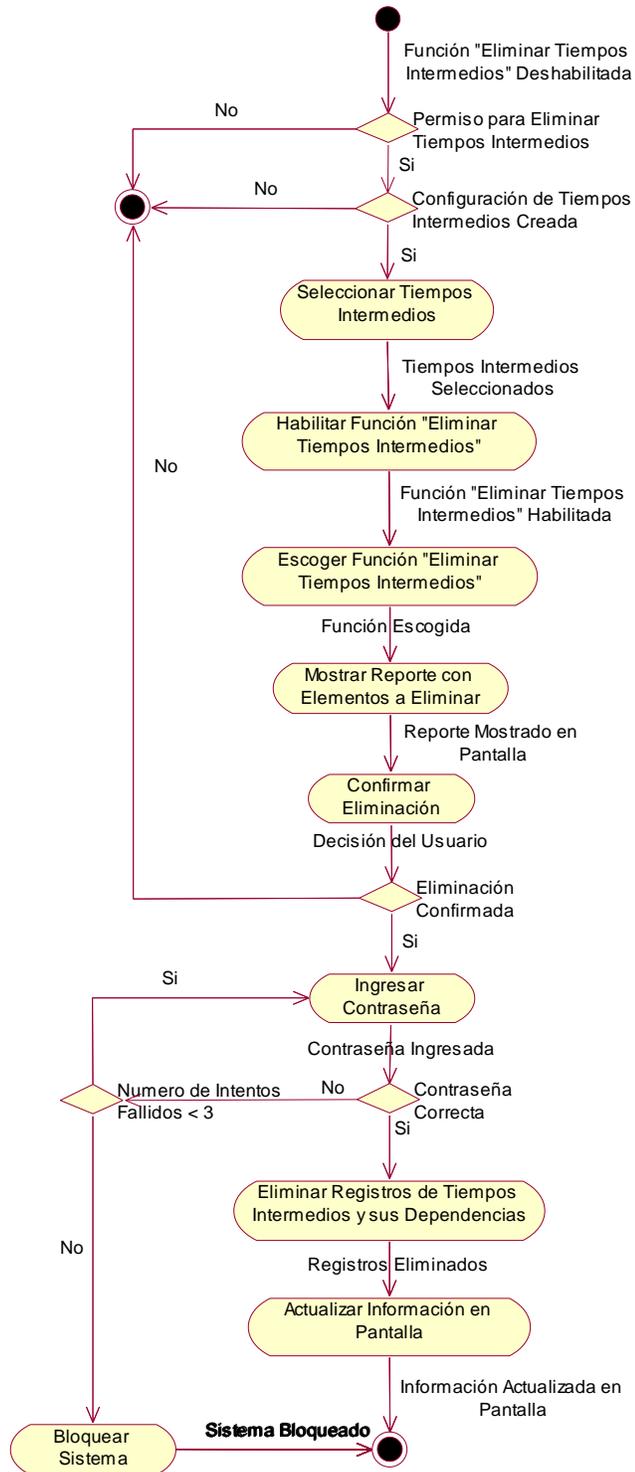
## Diagrama de Actividades para Borrar Planificación



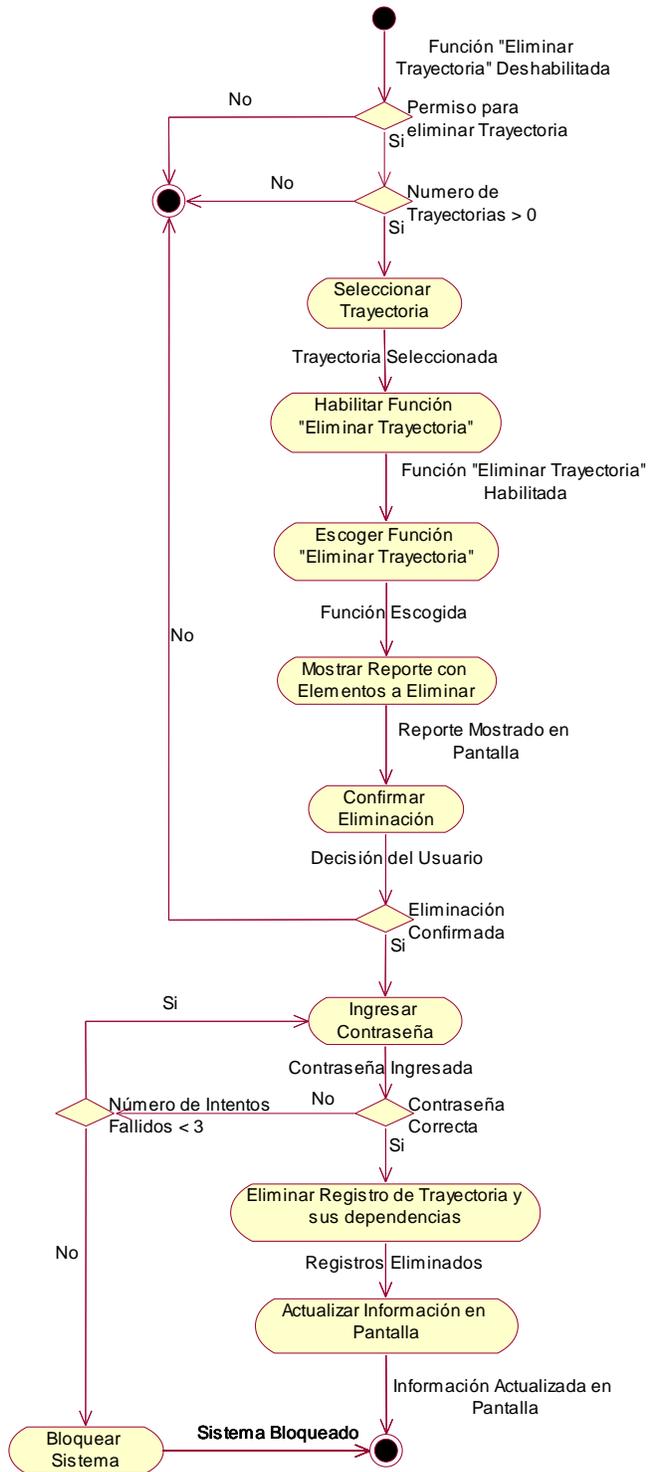
## Diagrama de Actividades para Borrar Red



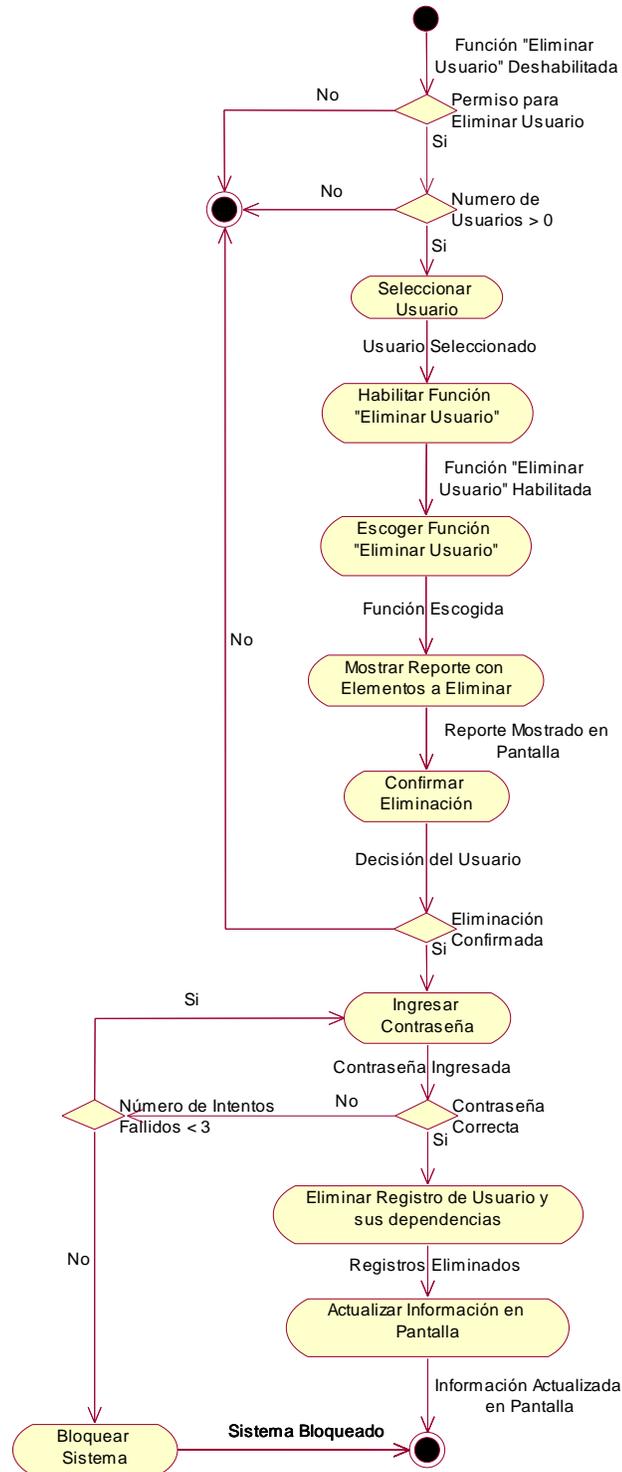
## Diagrama de Actividades para Borrar Tiempos Intermedios



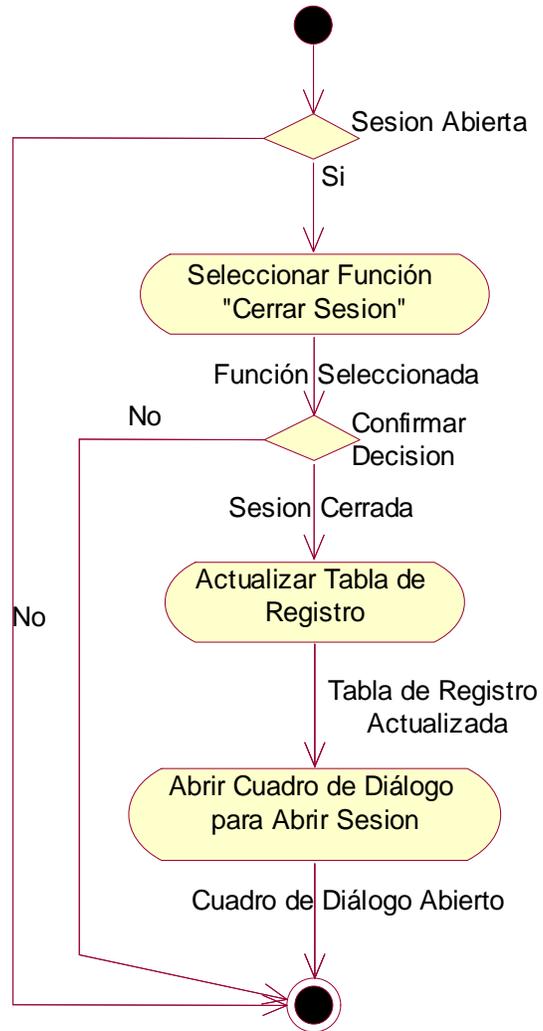
## Diagrama de Actividades para Borrar Trayectoria



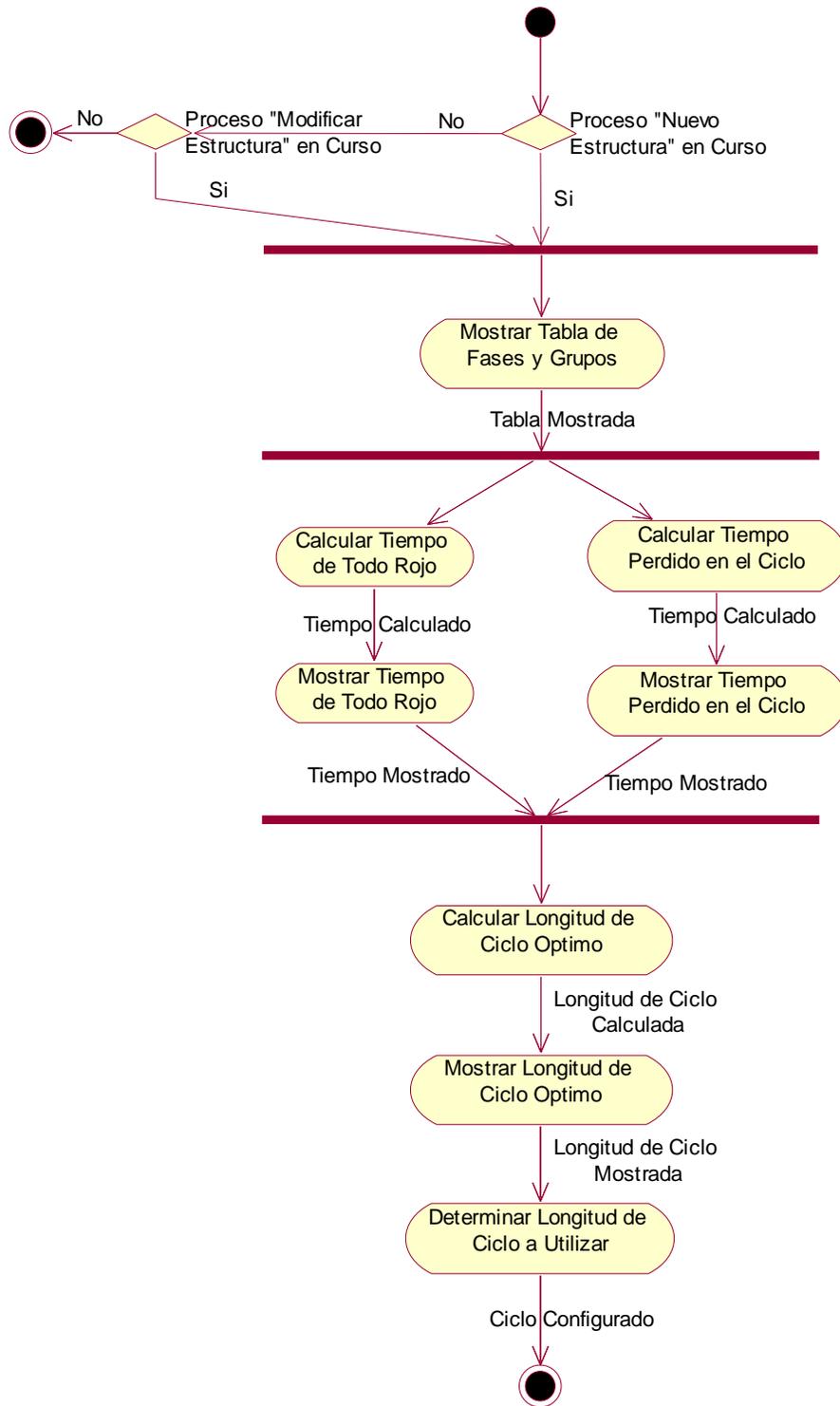
## Diagrama de Actividades para Borrar Usuario



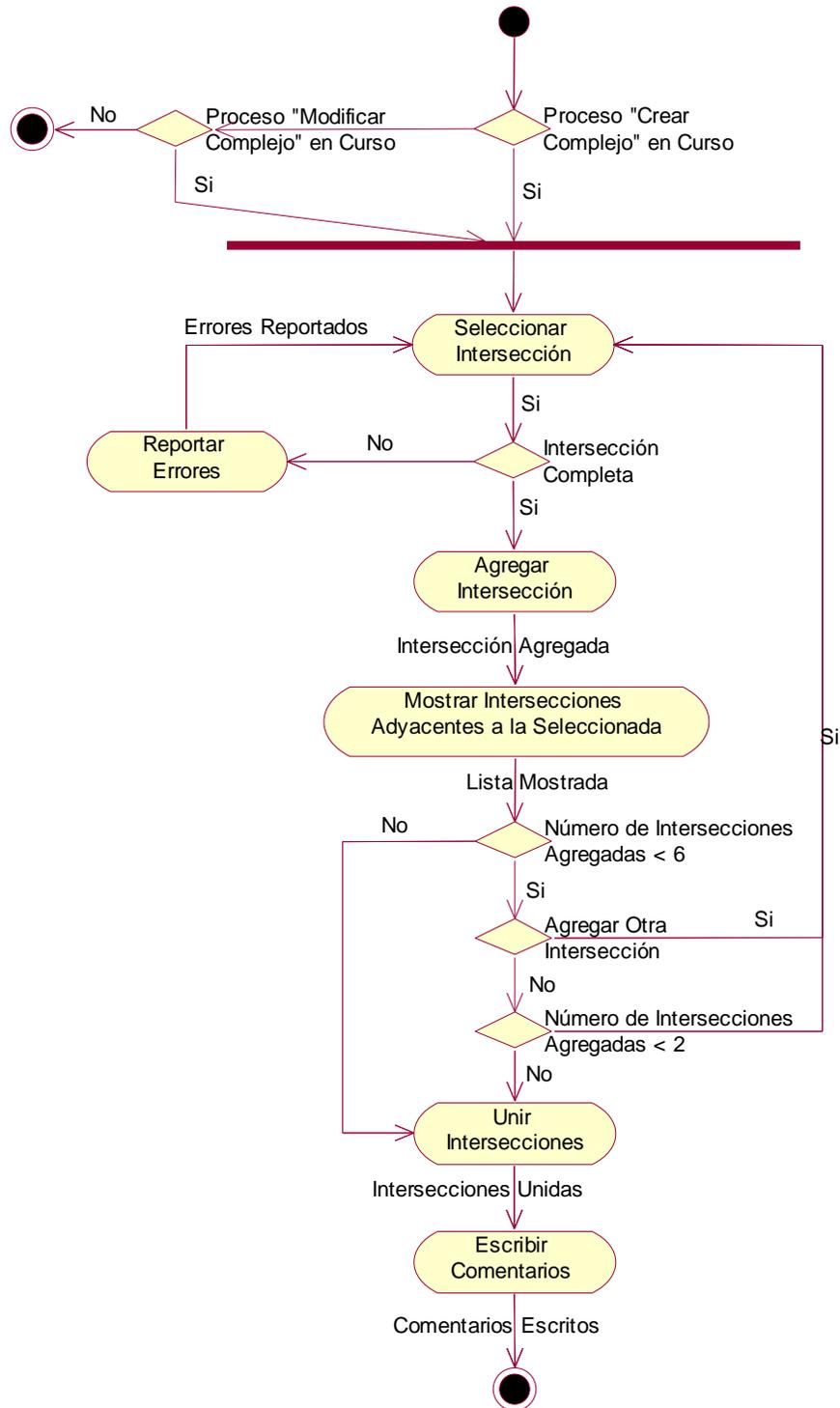
## Diagrama de Actividades para Cerrar Sesión



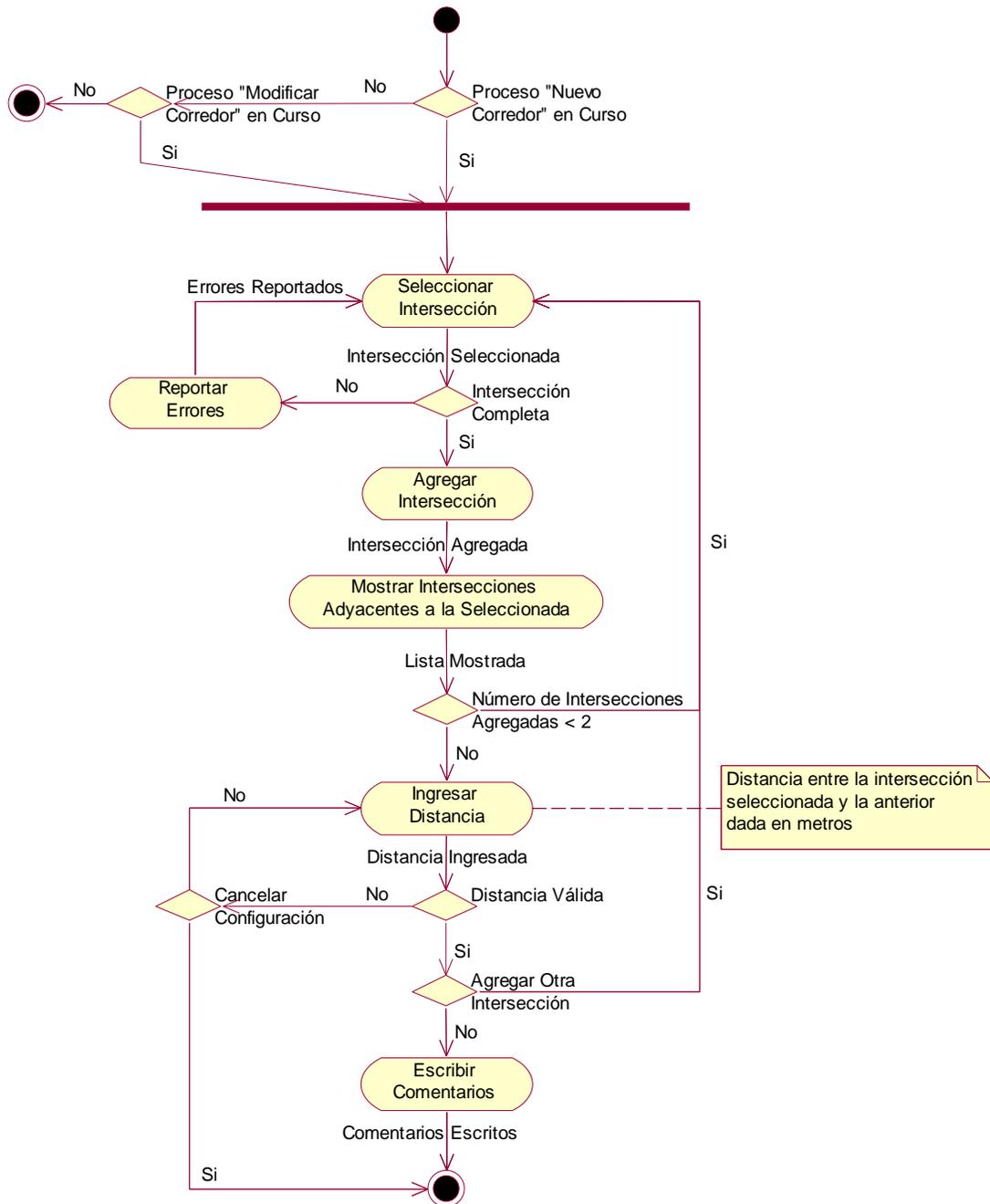
## Diagrama de Actividades para Configurar Ciclo



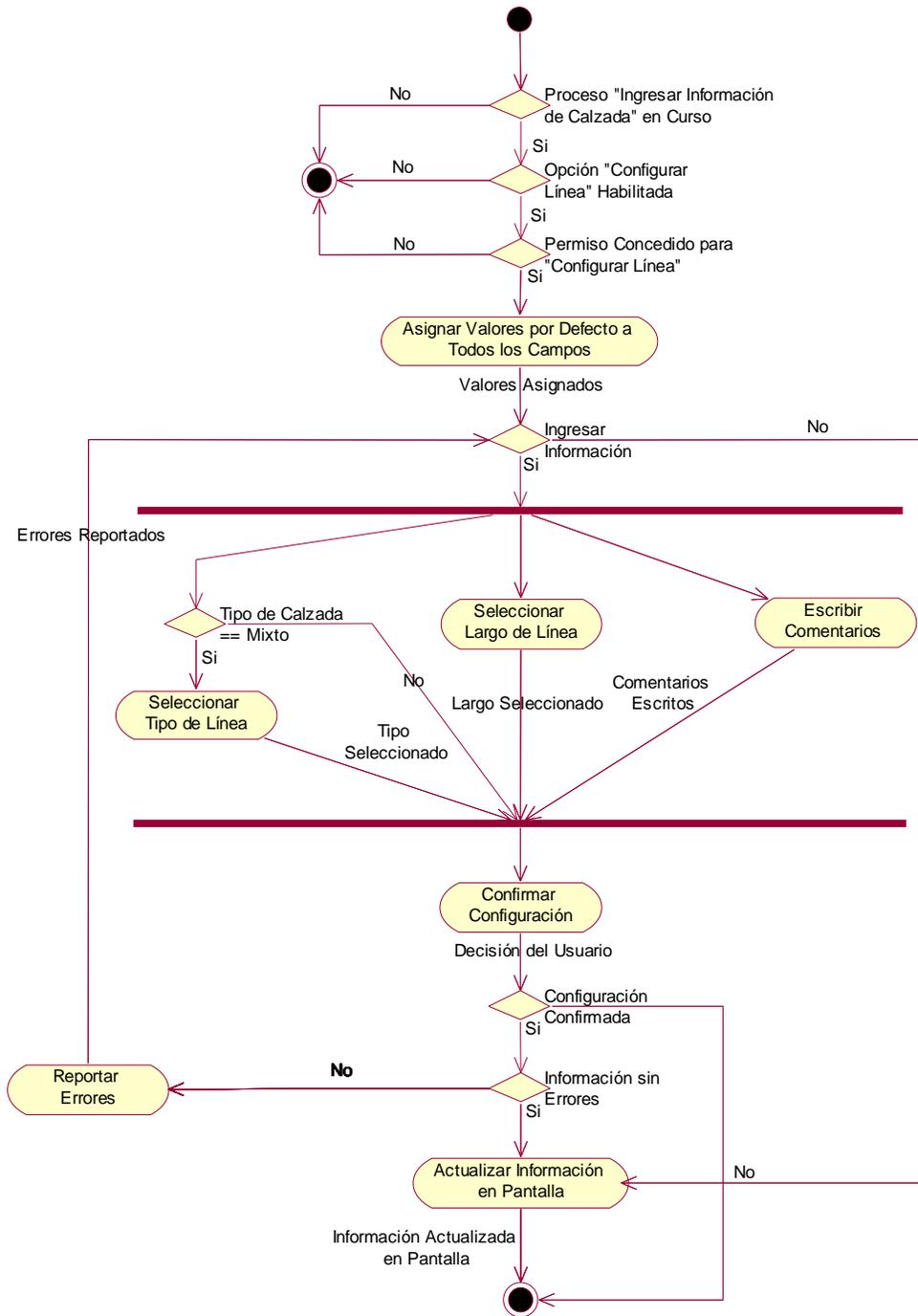
## Diagrama de Actividades para Configurar Información de Complejo



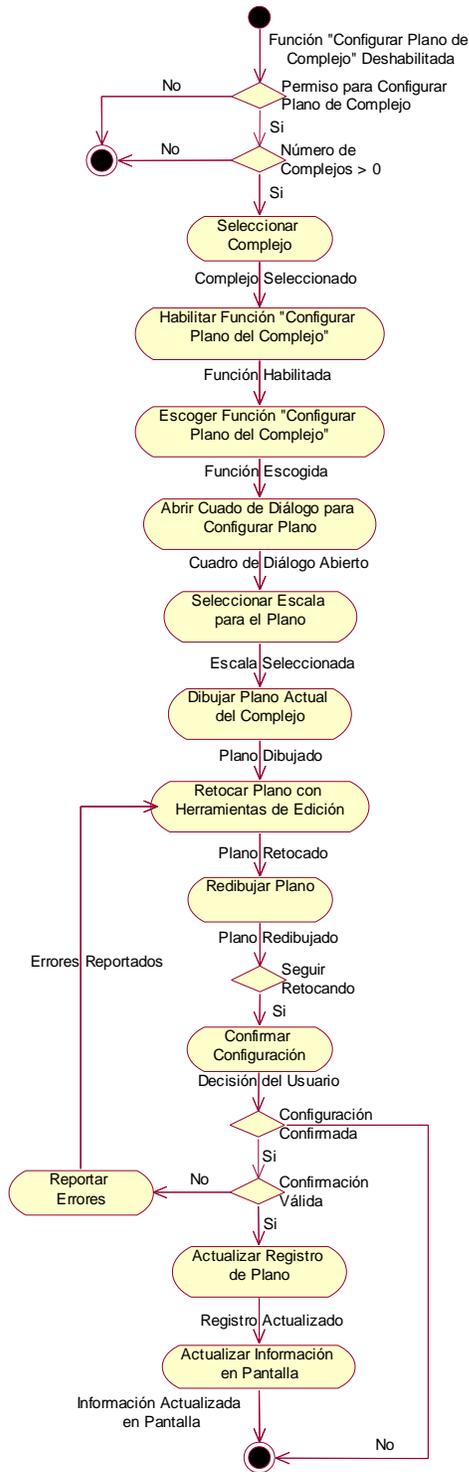
## Diagrama de Actividades para Configurar Información de Corredor



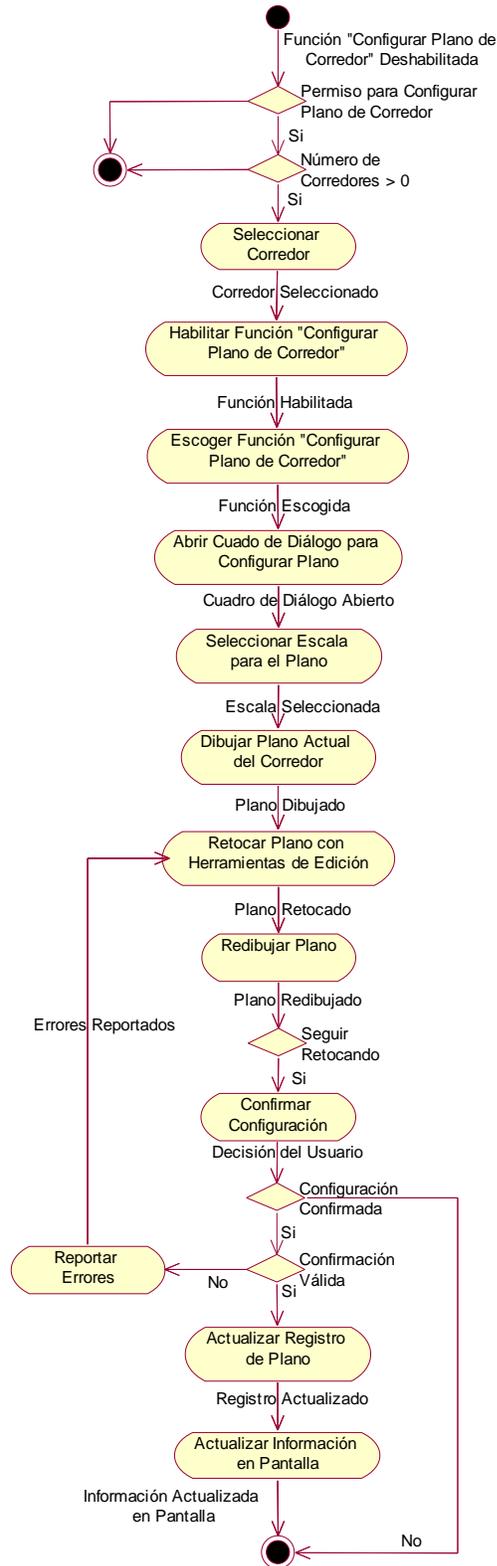
## Diagrama de Actividades para Configurar Línea



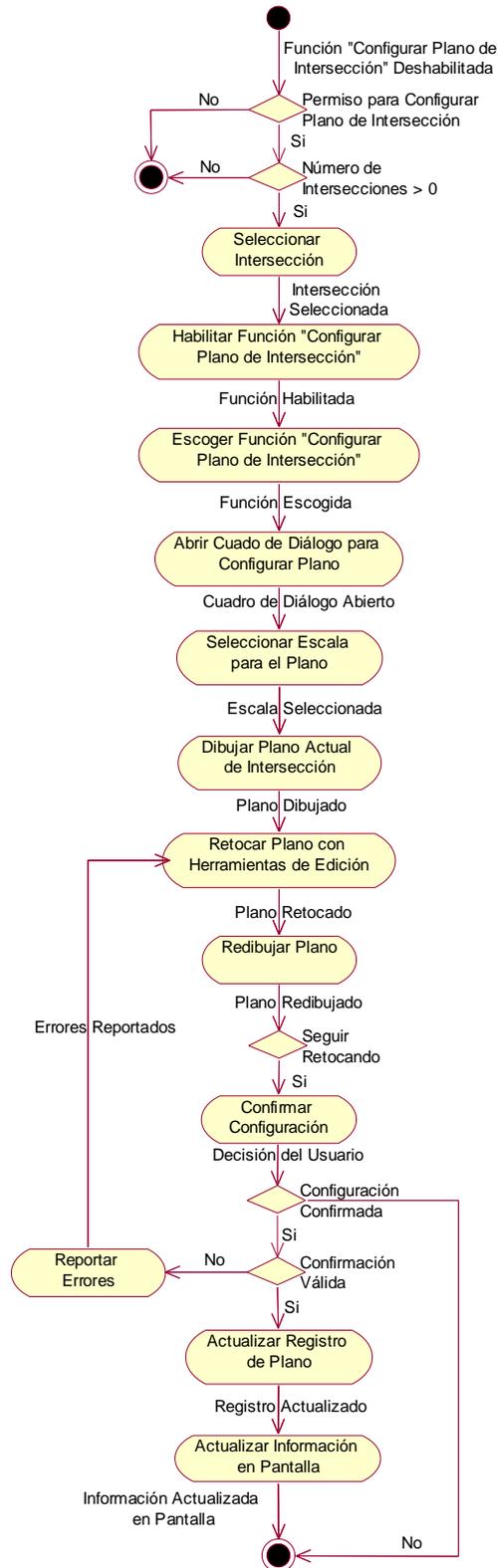
## Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Complejo



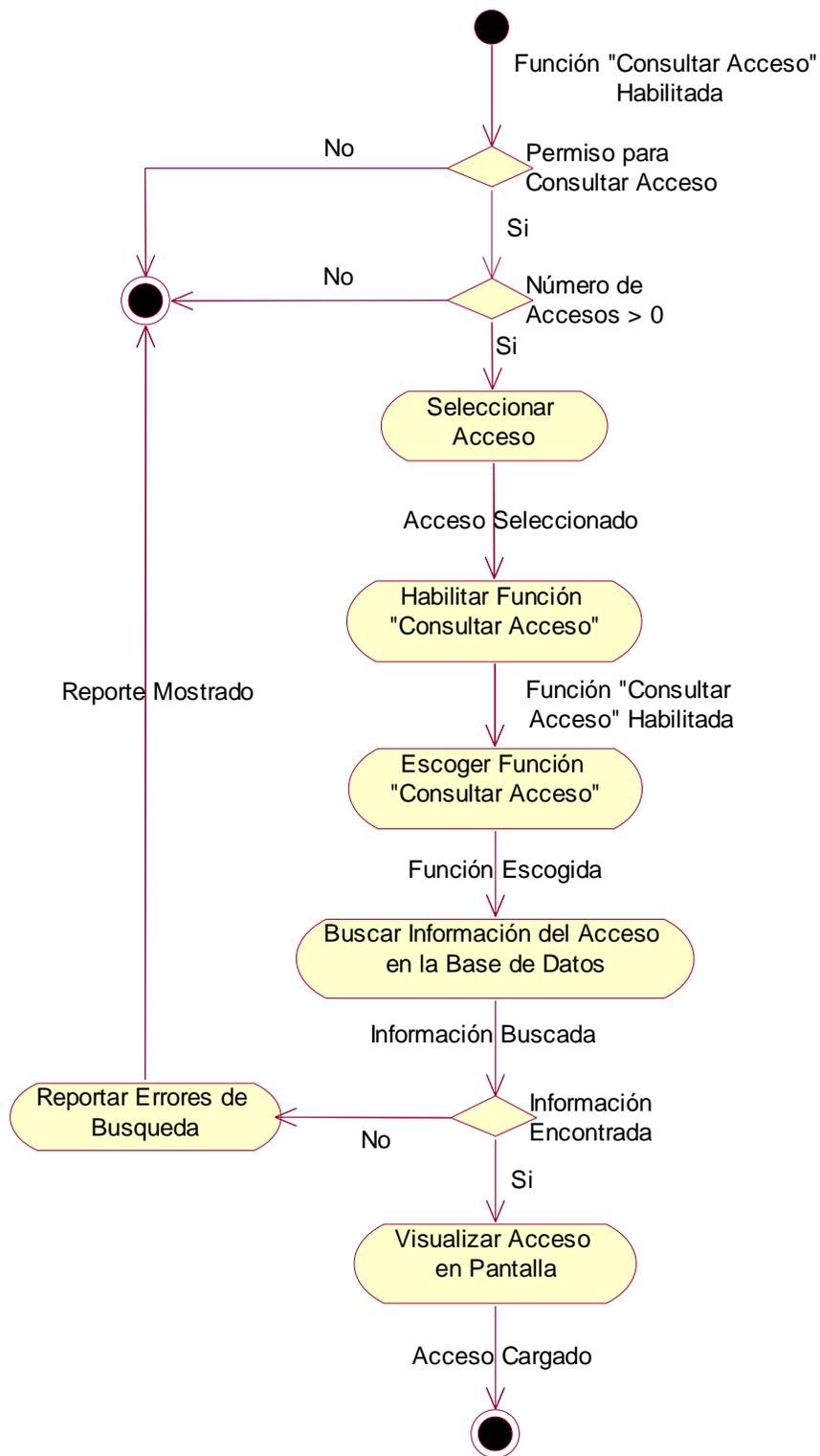
## Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Corredor



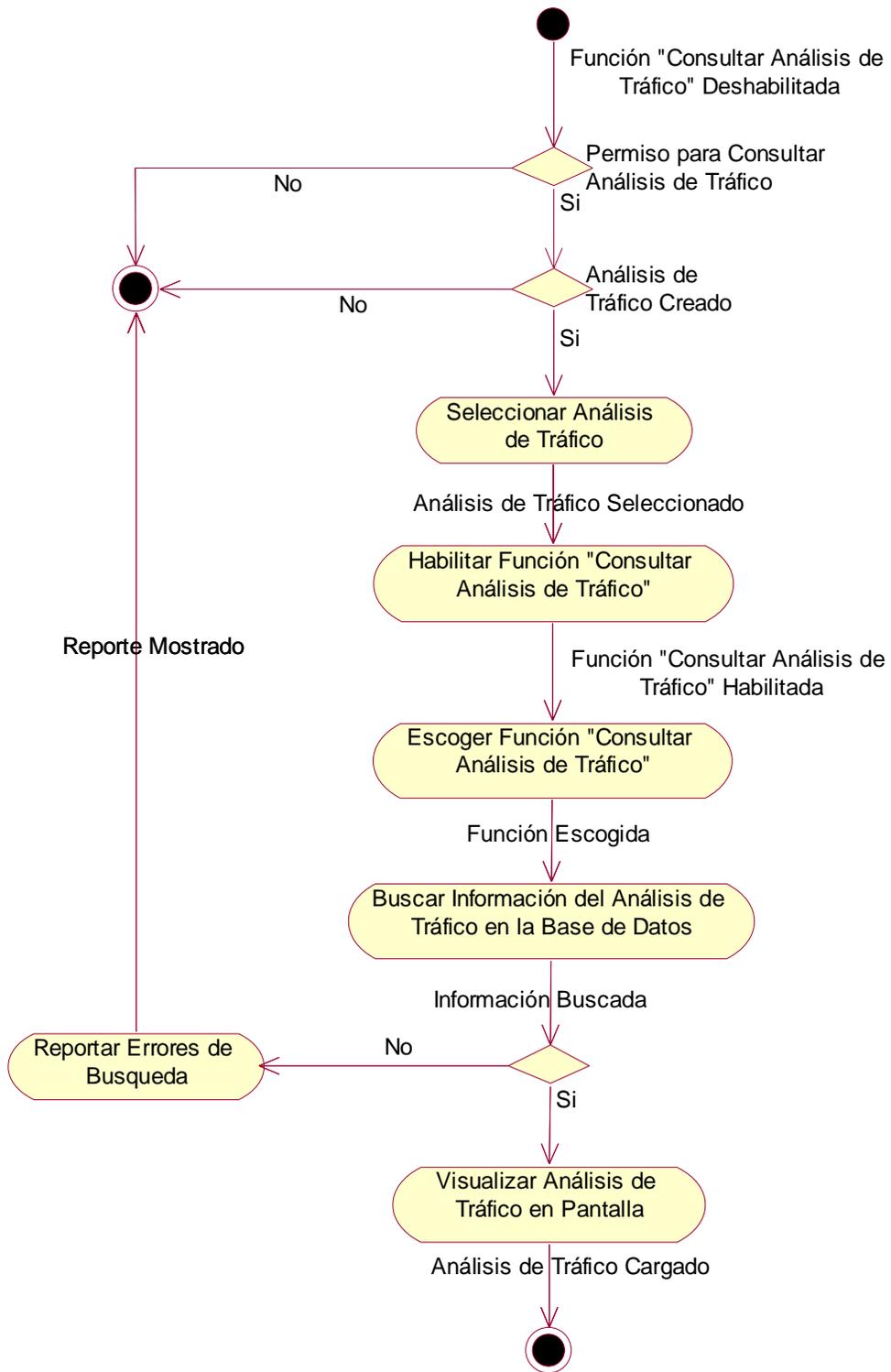
## Diagrama de Actividades para Configurar Plano de Intersección



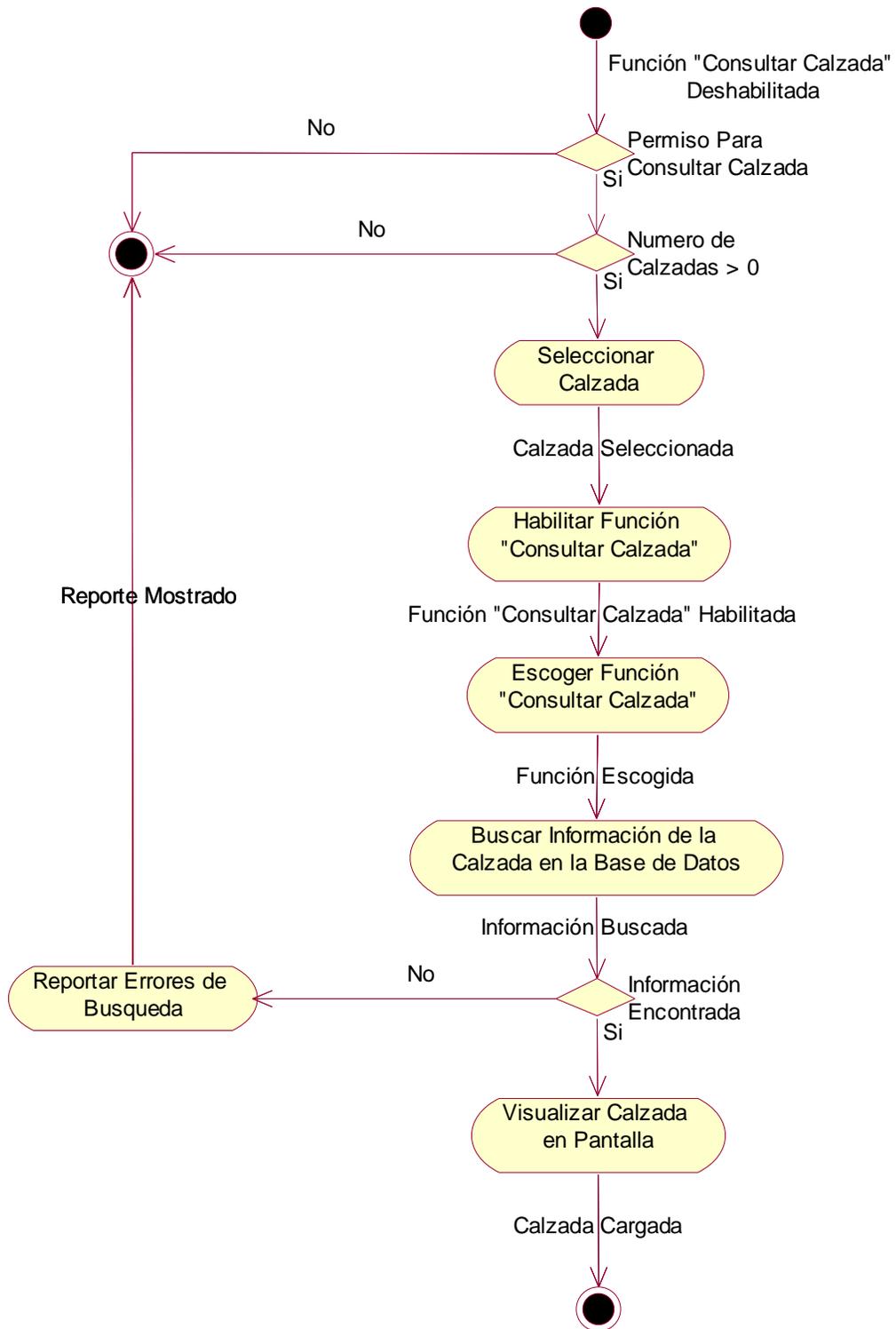
## Diagrama de Actividades para Consultar Acceso



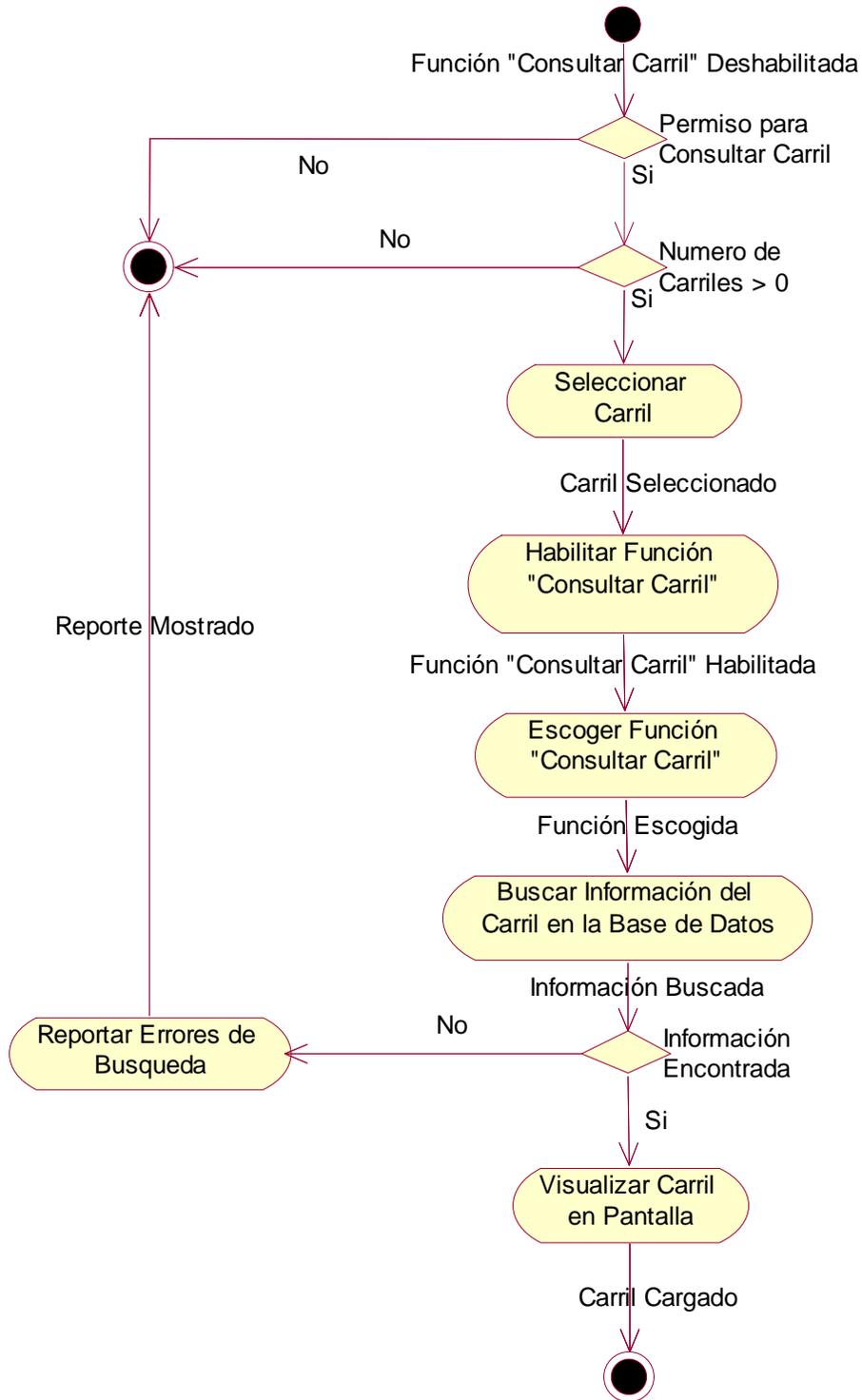
## Diagrama de Actividades para Consultar Análisis de Tráfico



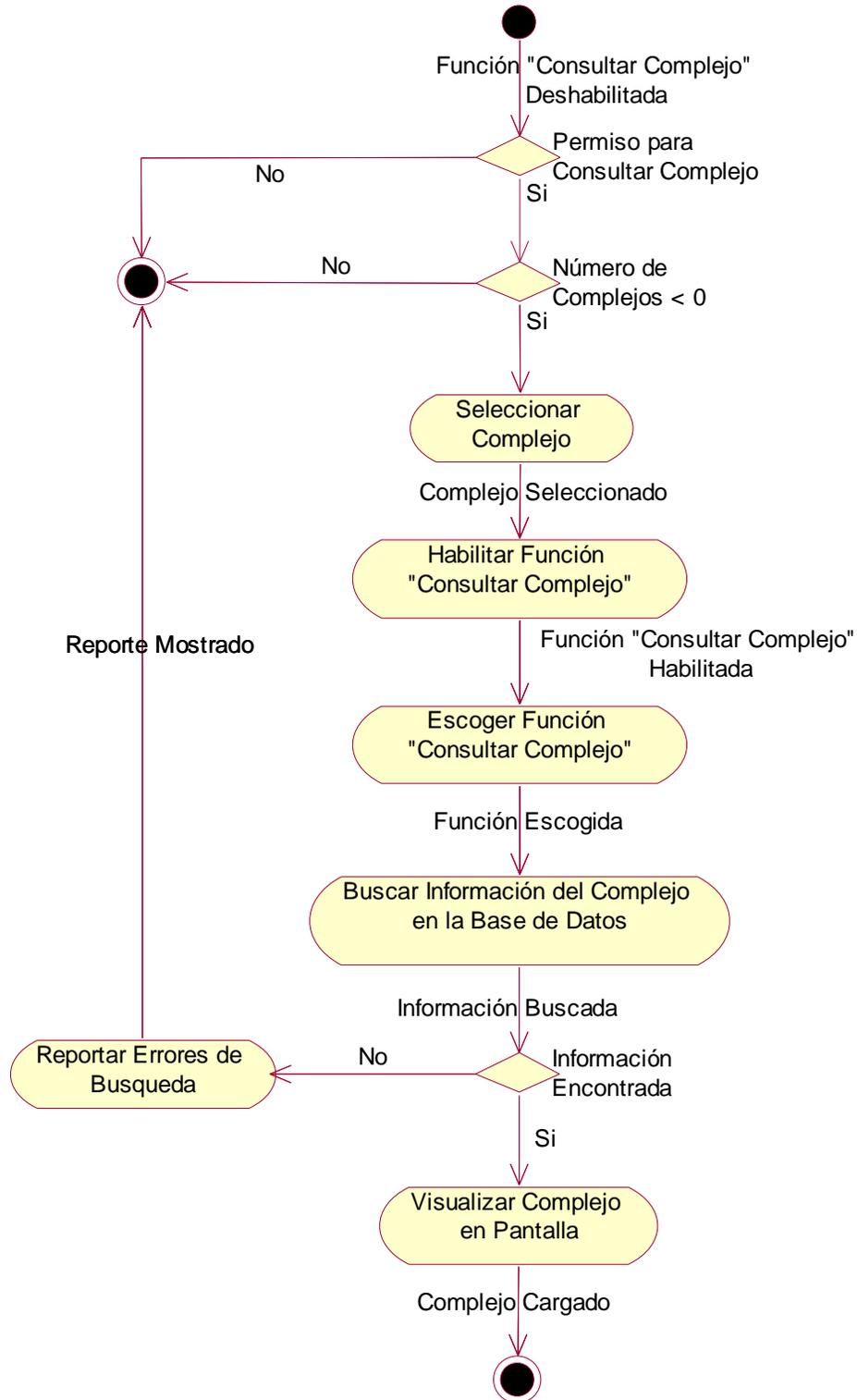
## Diagrama de Actividades para Consultar Calzada



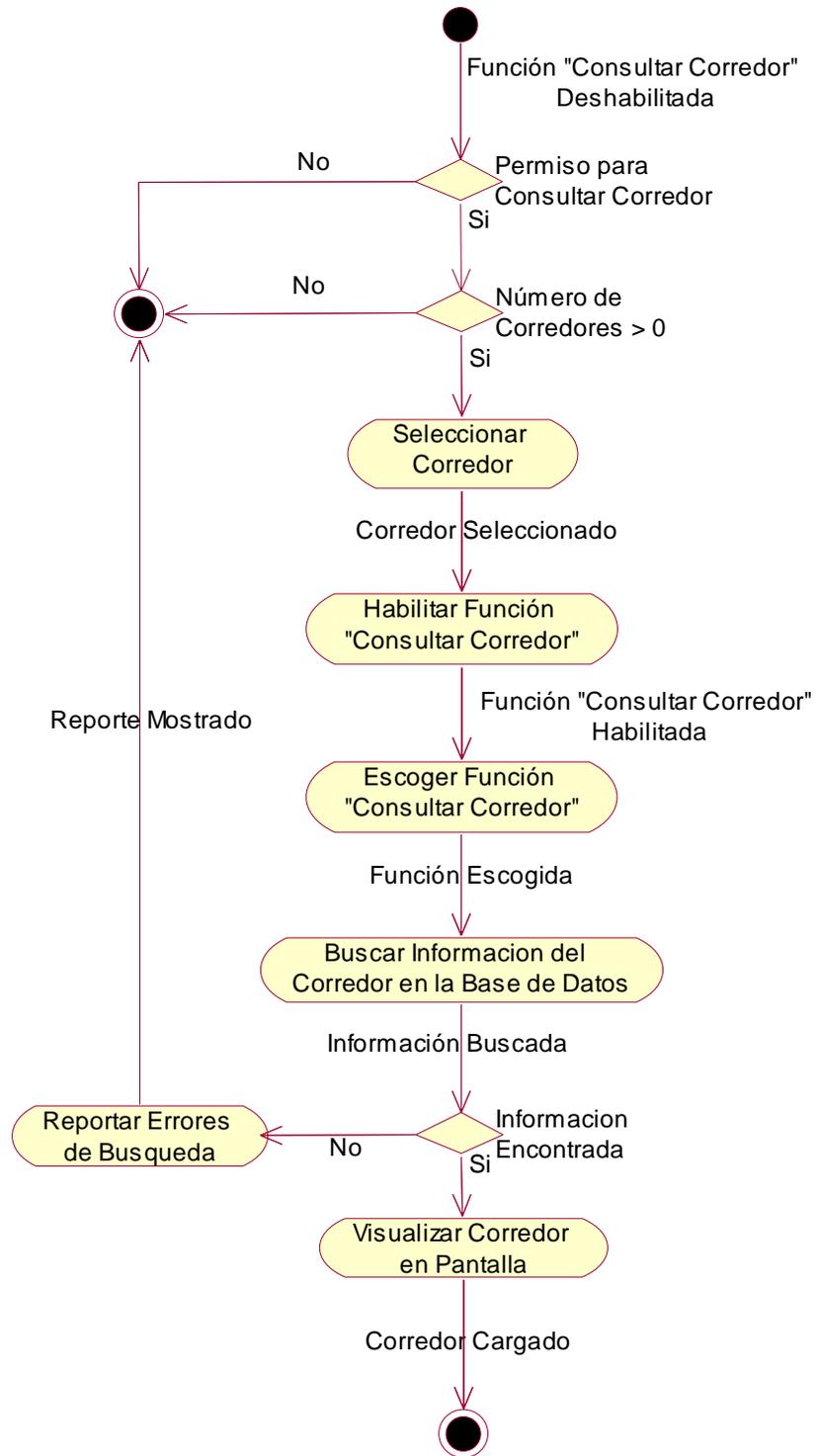
## Diagrama de Actividades para Consultar Carril



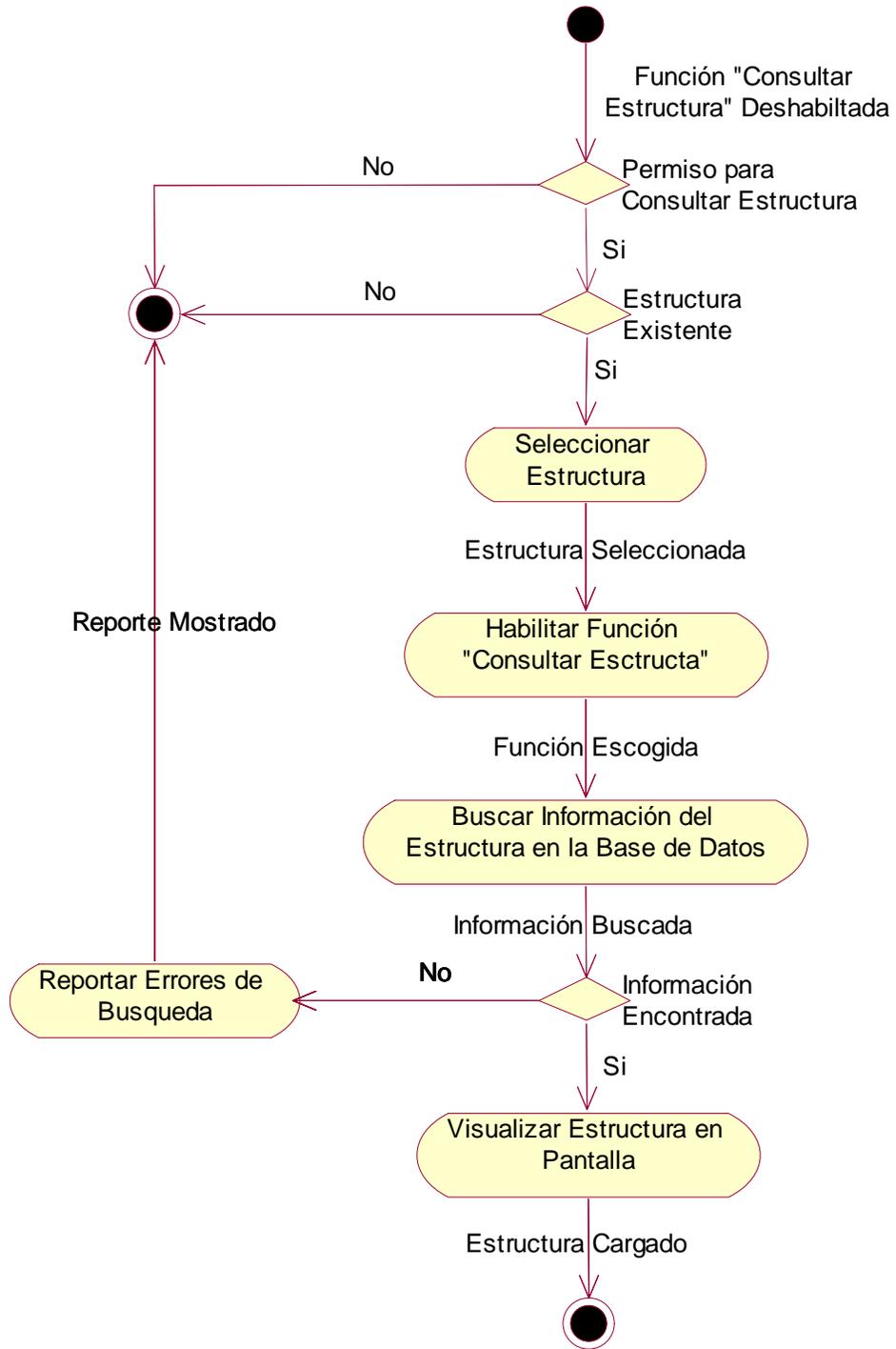
## Diagrama de Actividades para Consultar Complejo



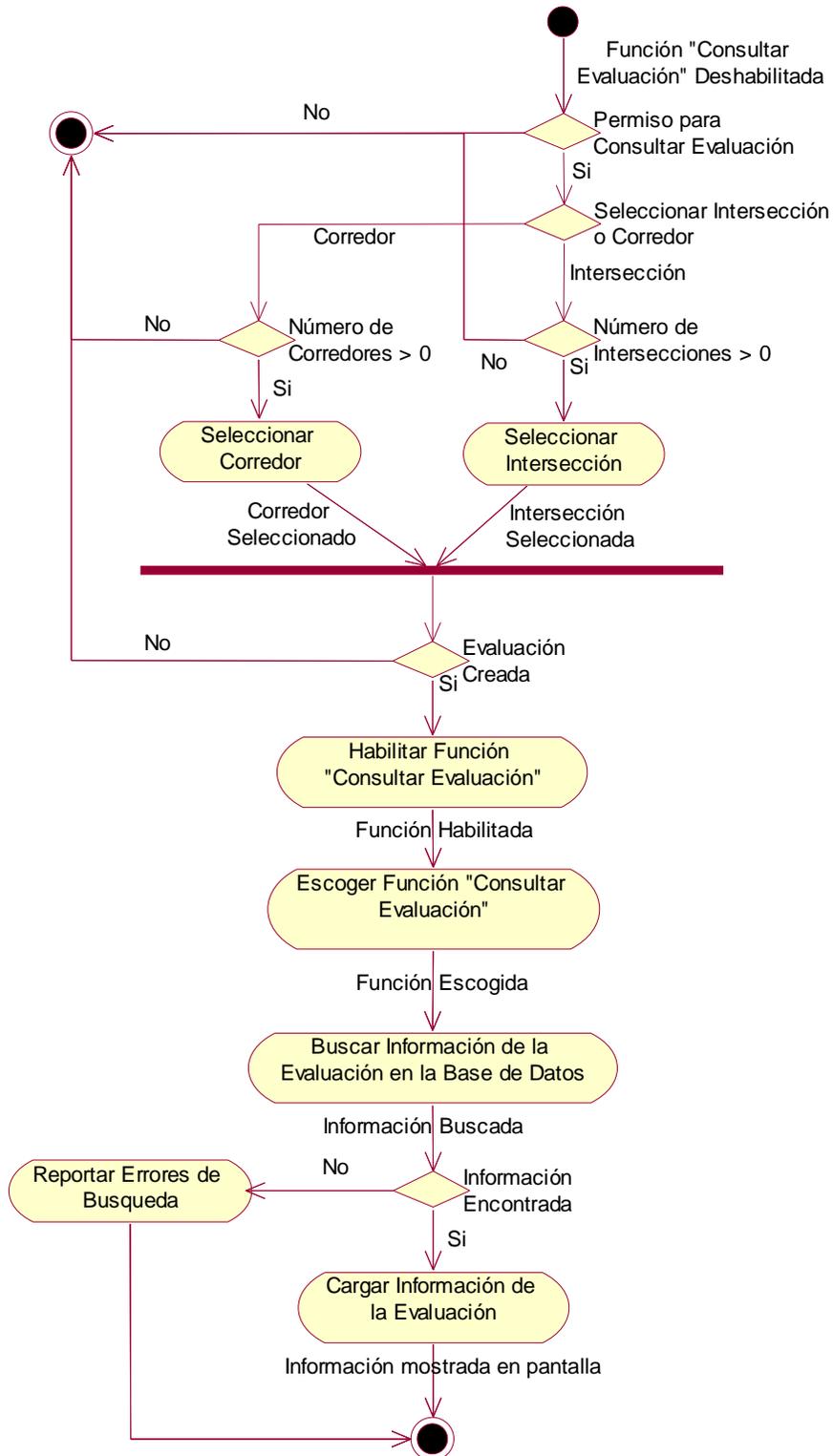
## Diagrama de Actividades para Consultar Corredor



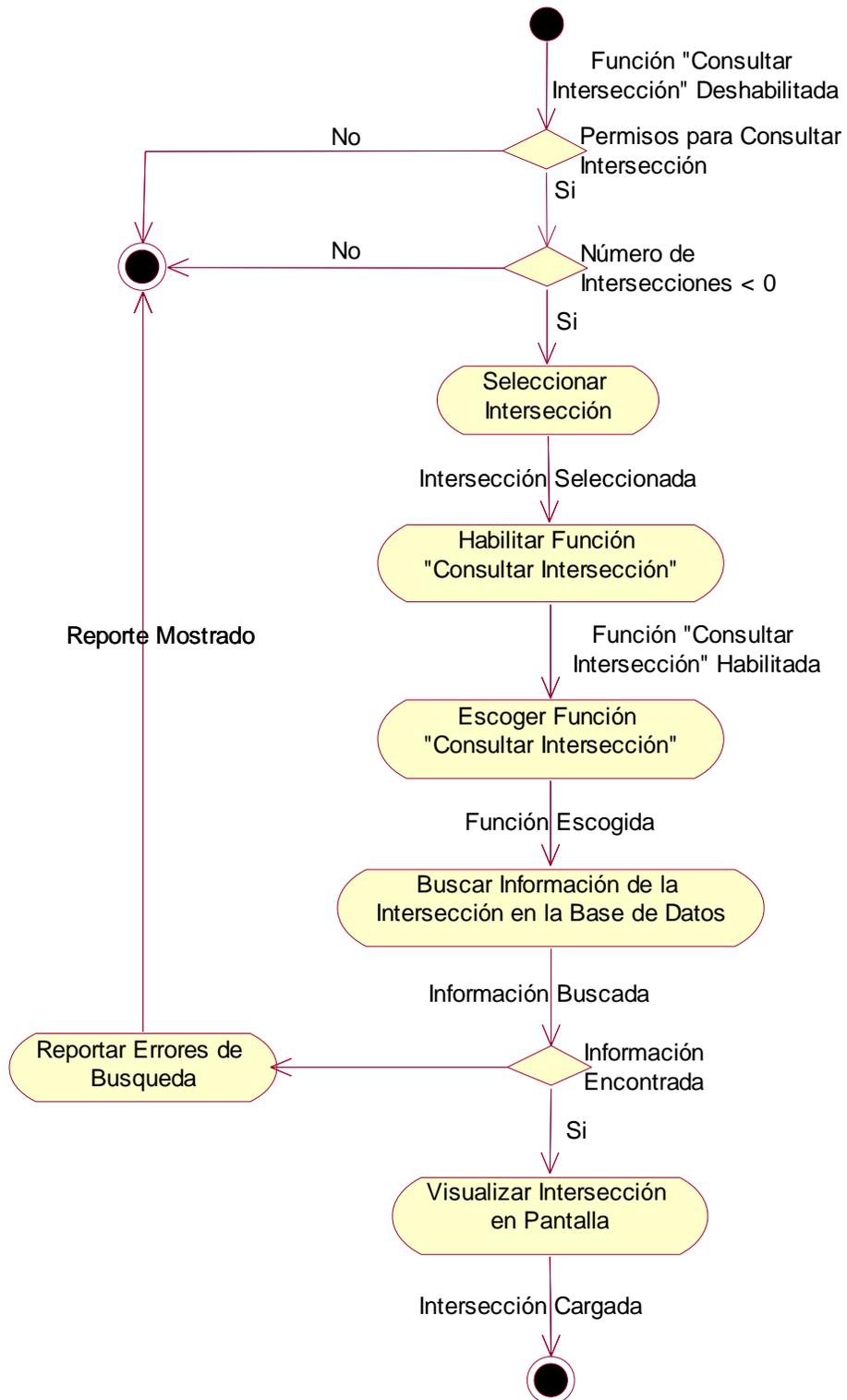
## Diagrama de Actividades para Consultar Estructura



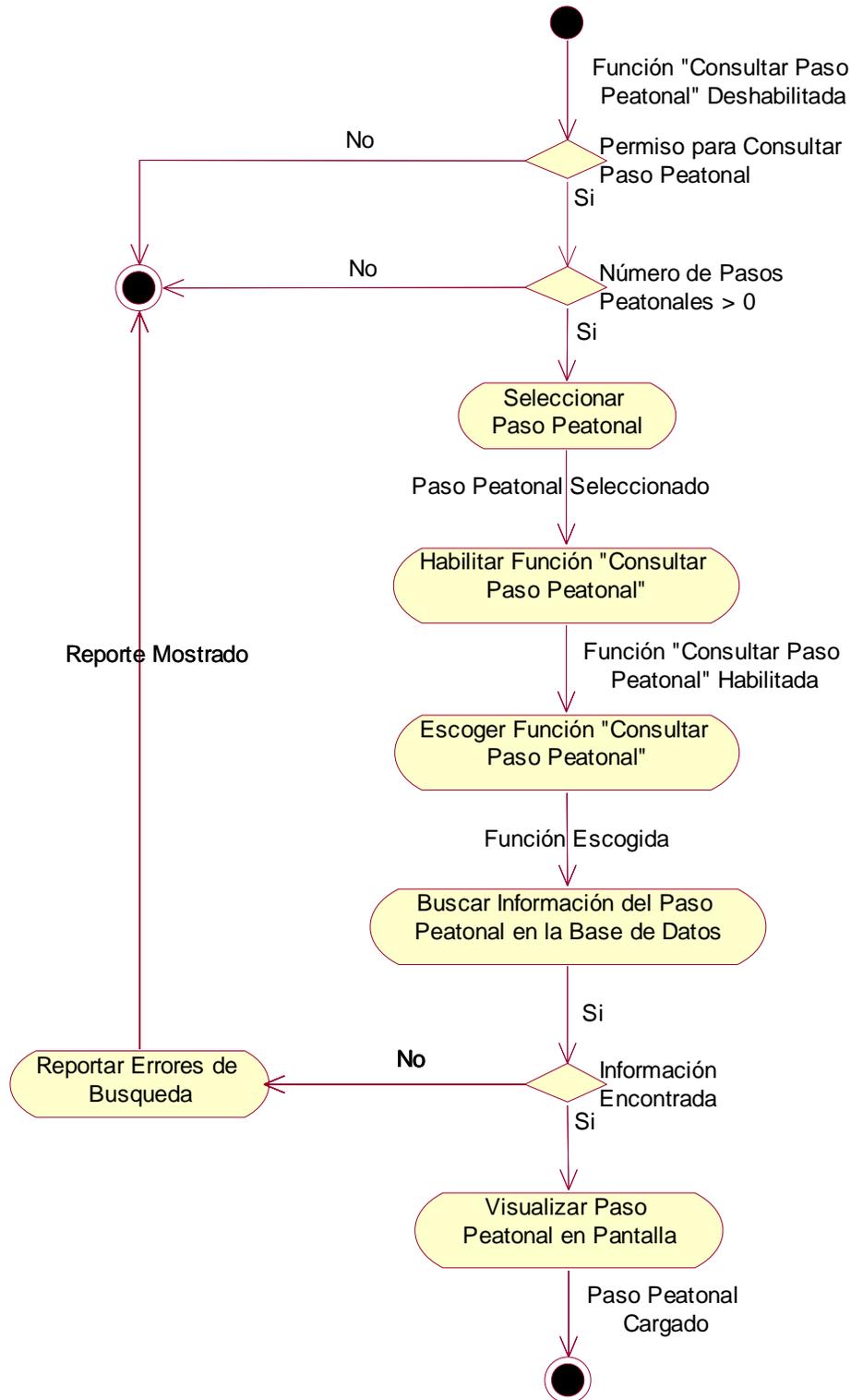
## Diagrama de Actividades para Consultar Evaluación



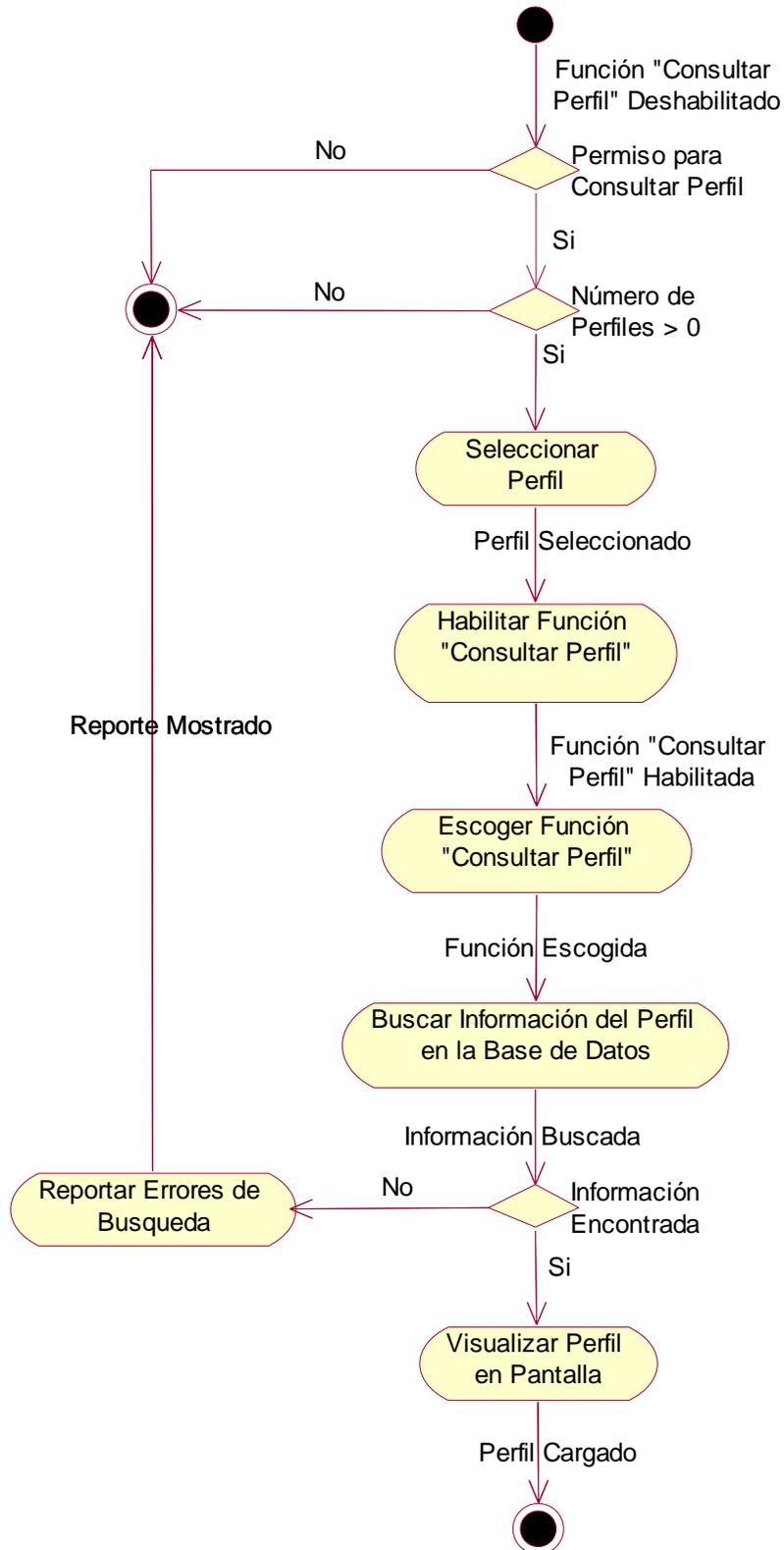
## Diagrama de Actividades para Consultar Intersección



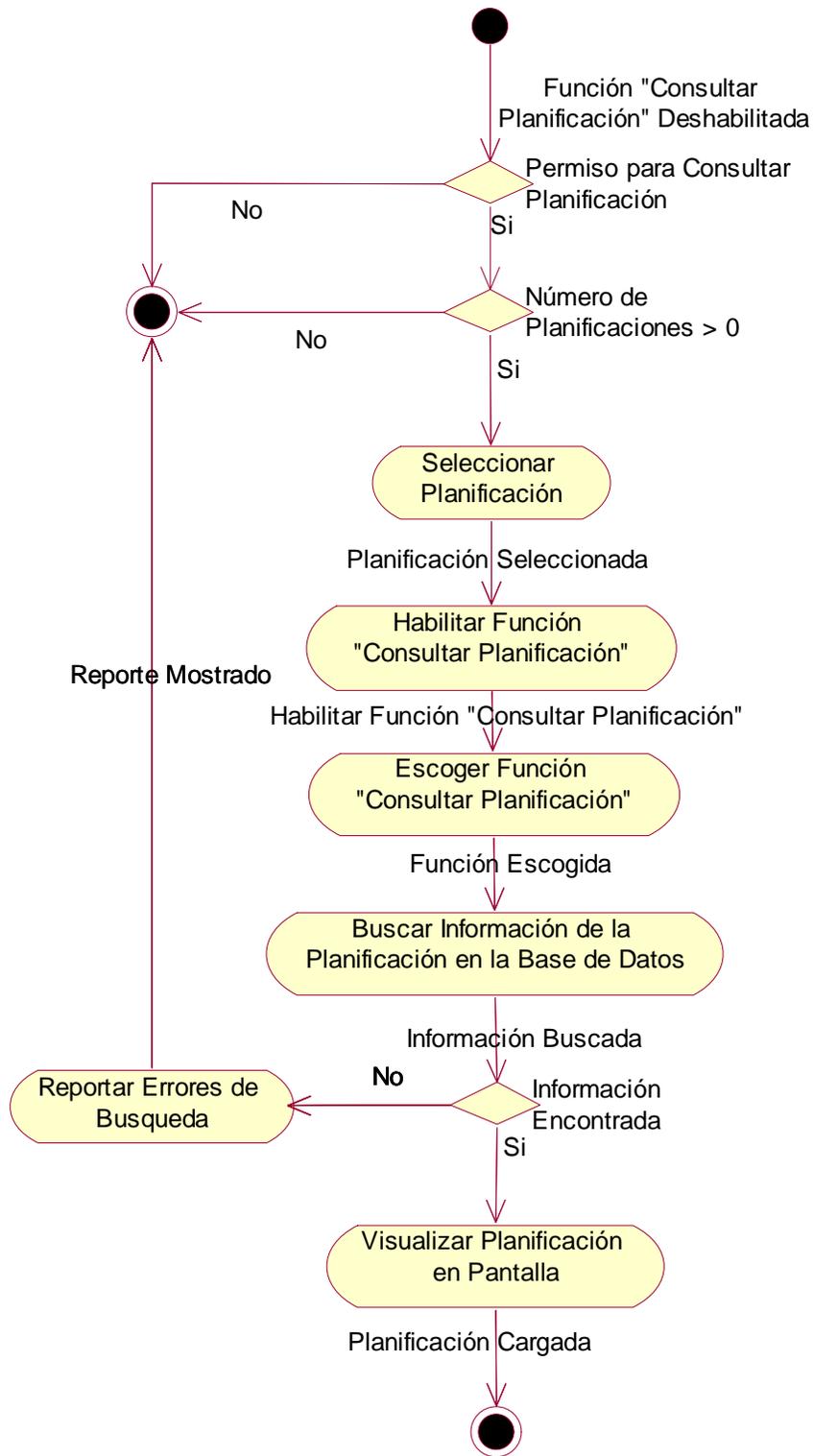
## Diagrama de Actividades para Consultar Paso Peatonal



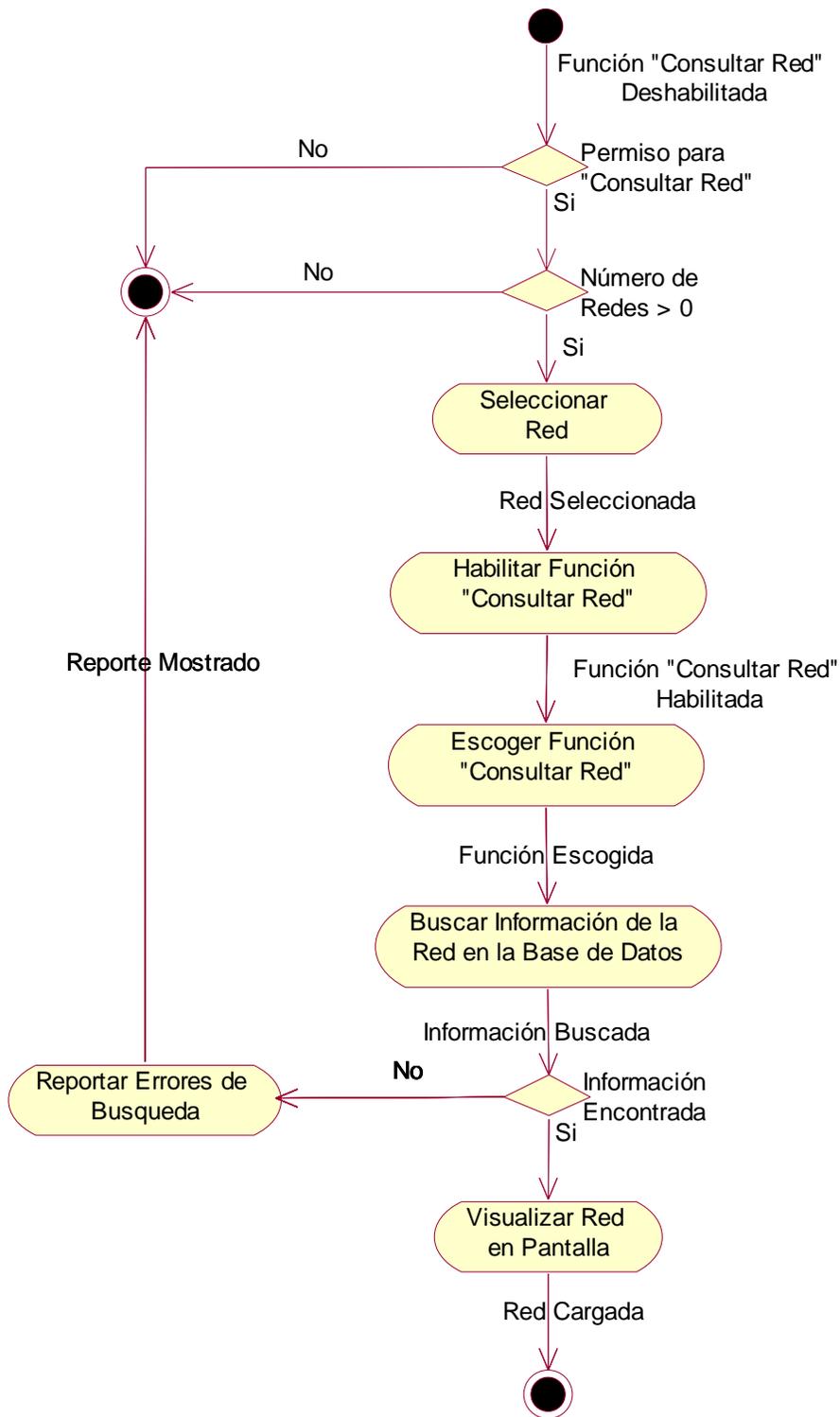
## Diagrama de Actividades para Consultar Perfil



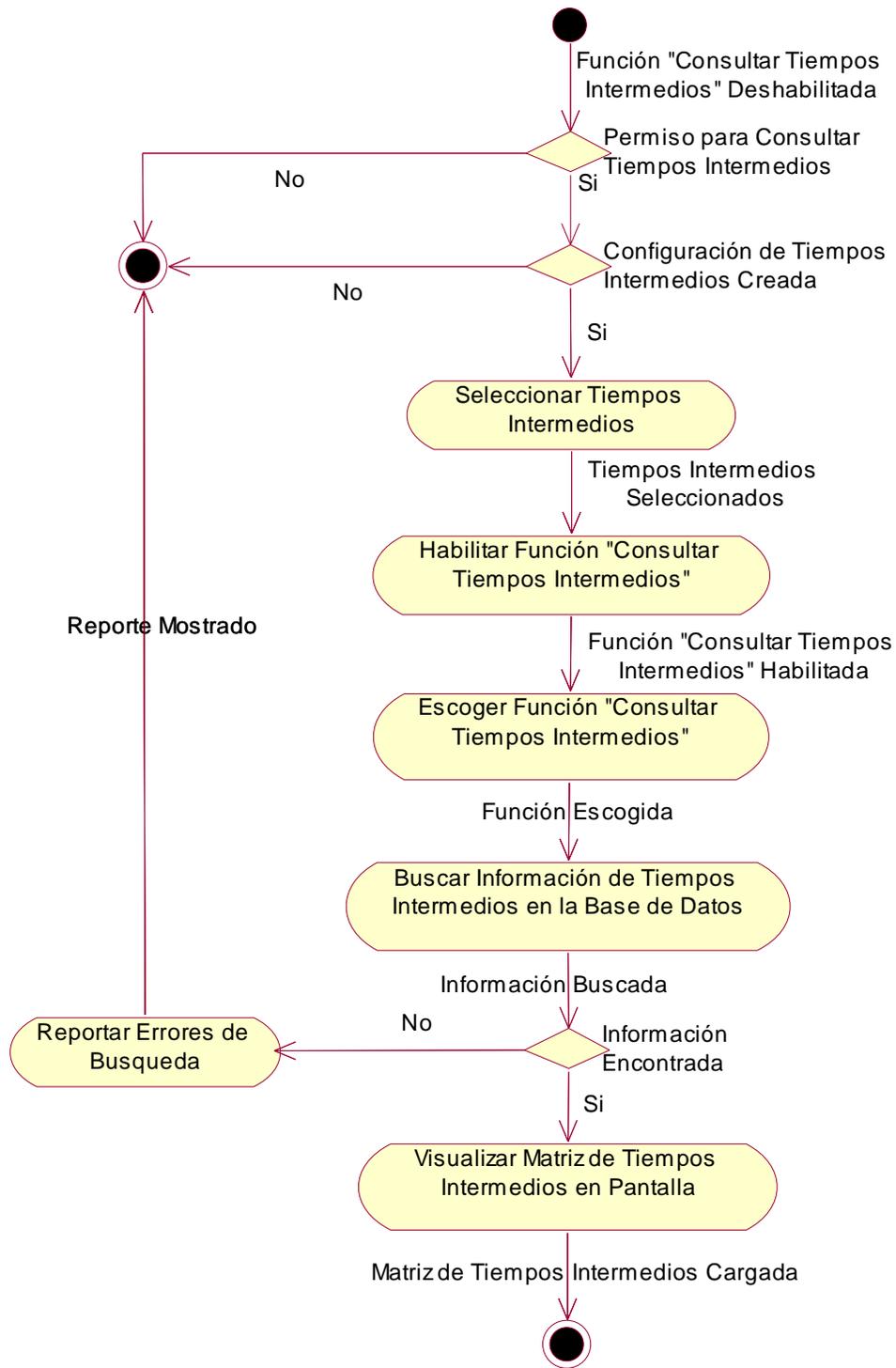
## Diagrama de Actividades para Consultar Planificación



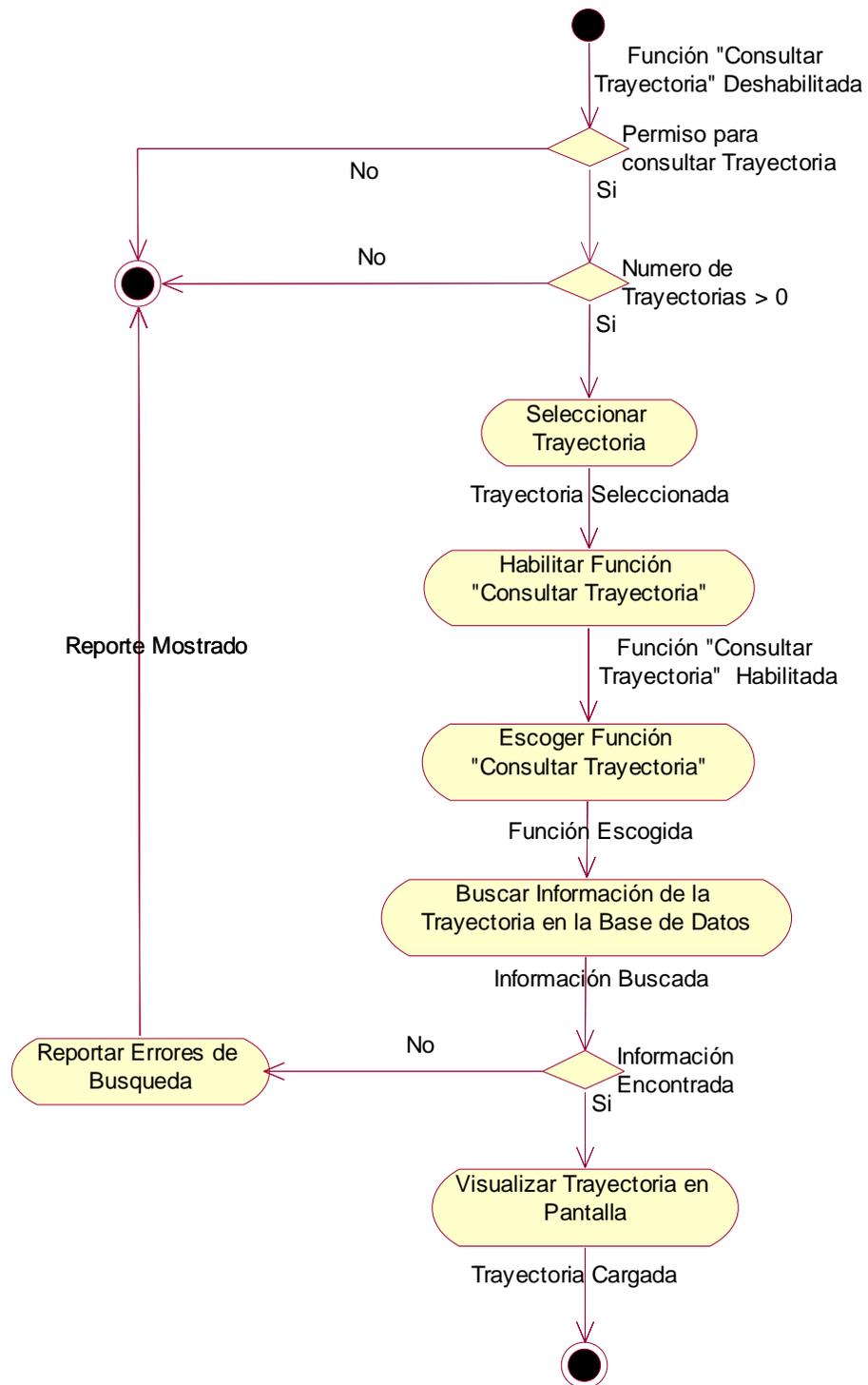
## Diagrama de Actividades para Consultar Red



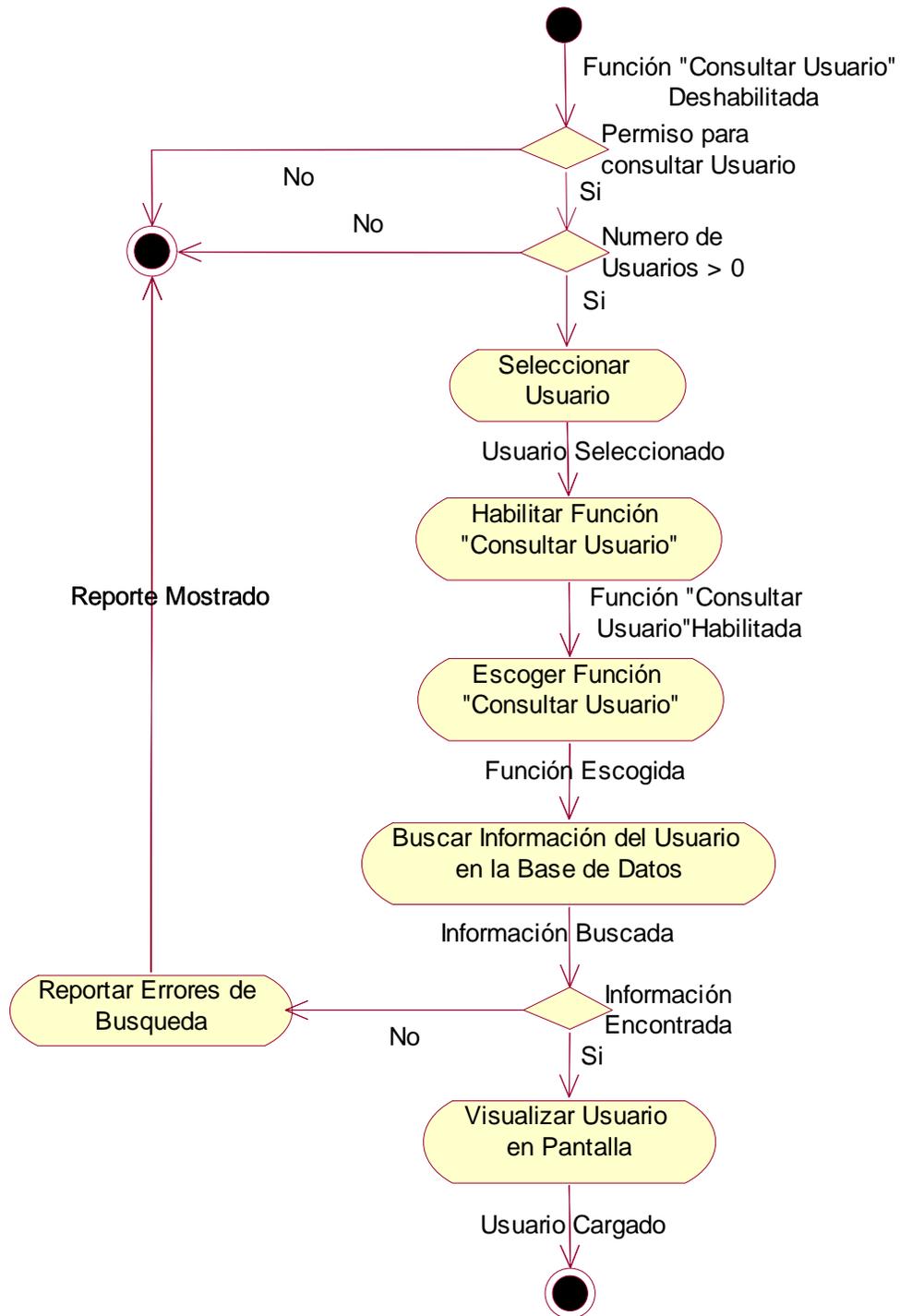
## Diagrama de Actividades para Consultar Tiempos Intermedios



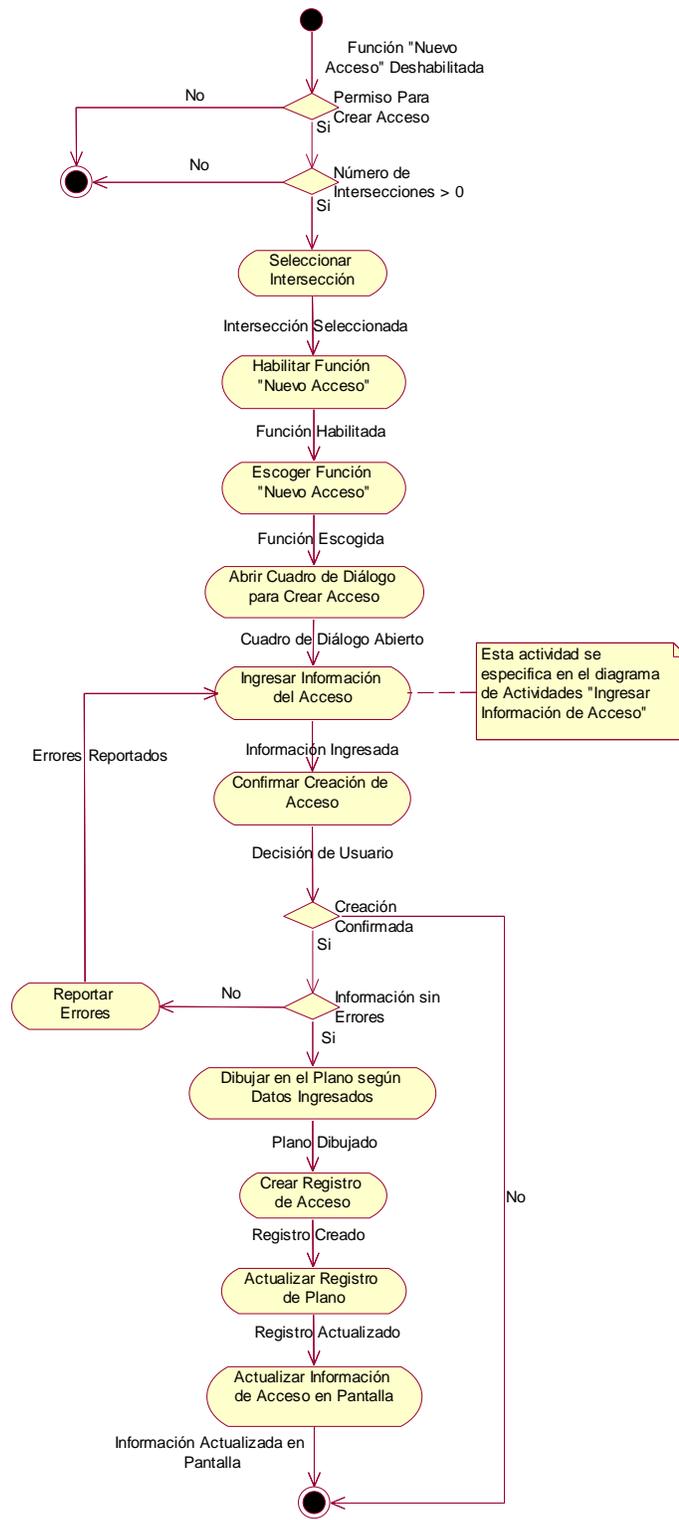
## Diagrama de Actividades para Consultar Trayectoria



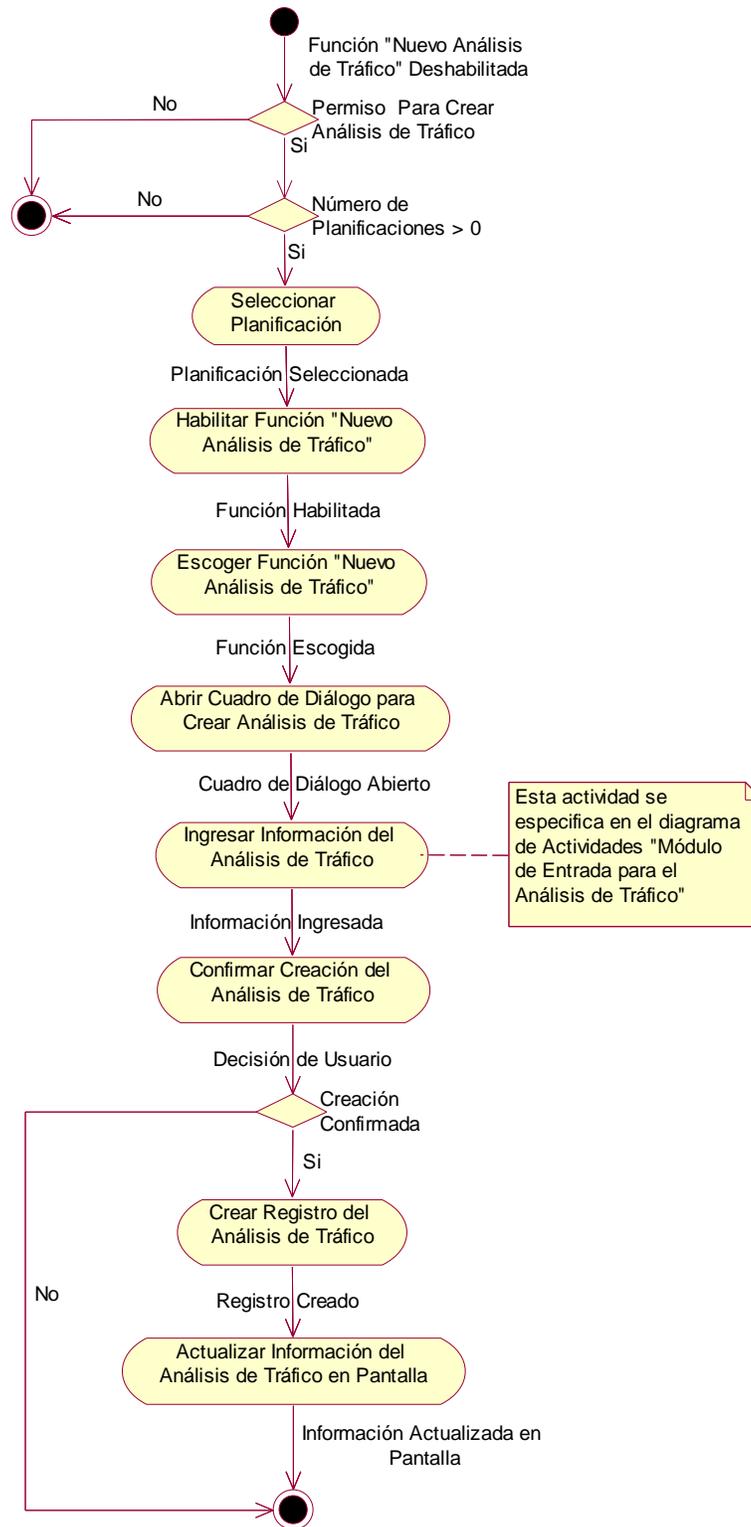
## Diagrama de Actividades para Consultar Usuario



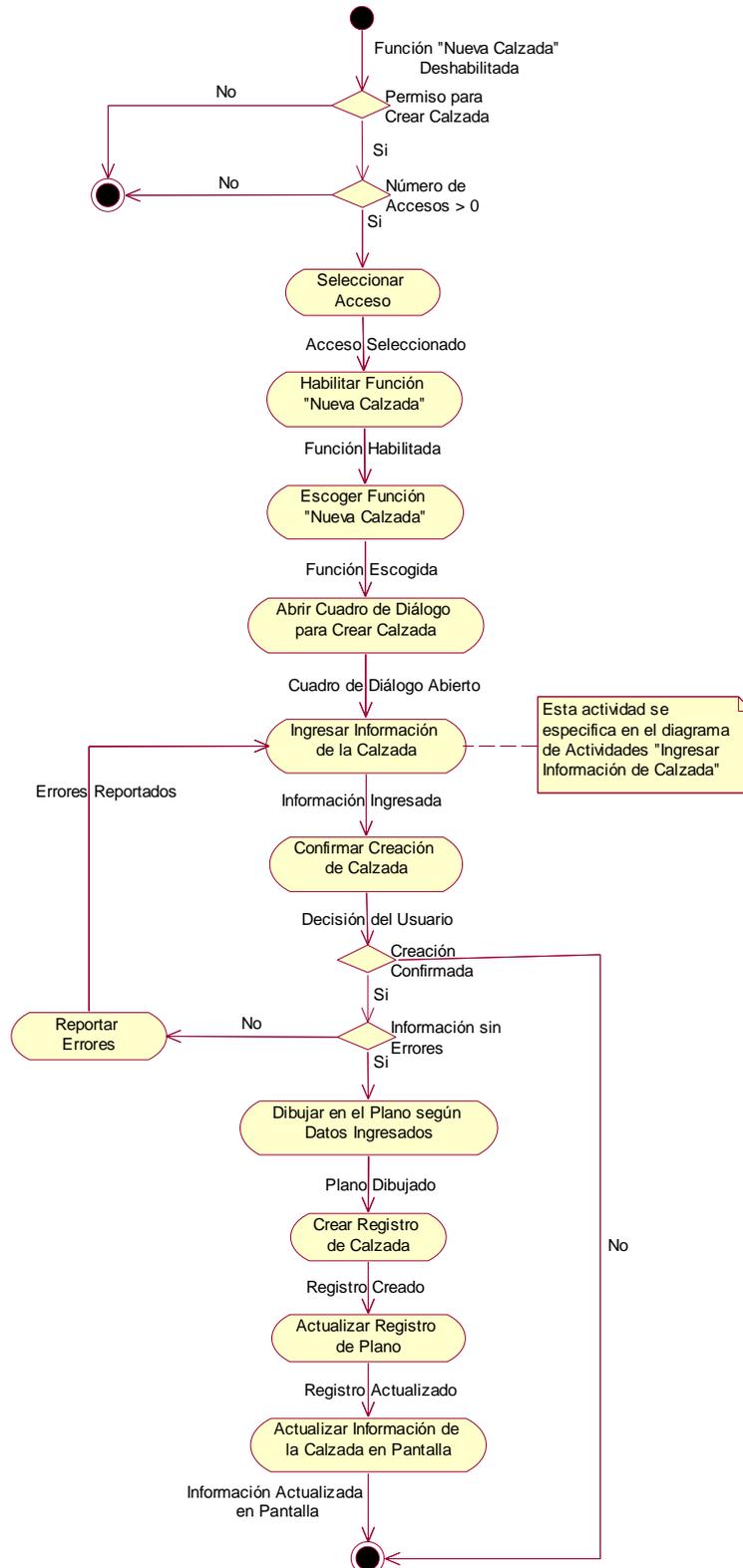
## Diagrama de Actividades para Crear Acceso



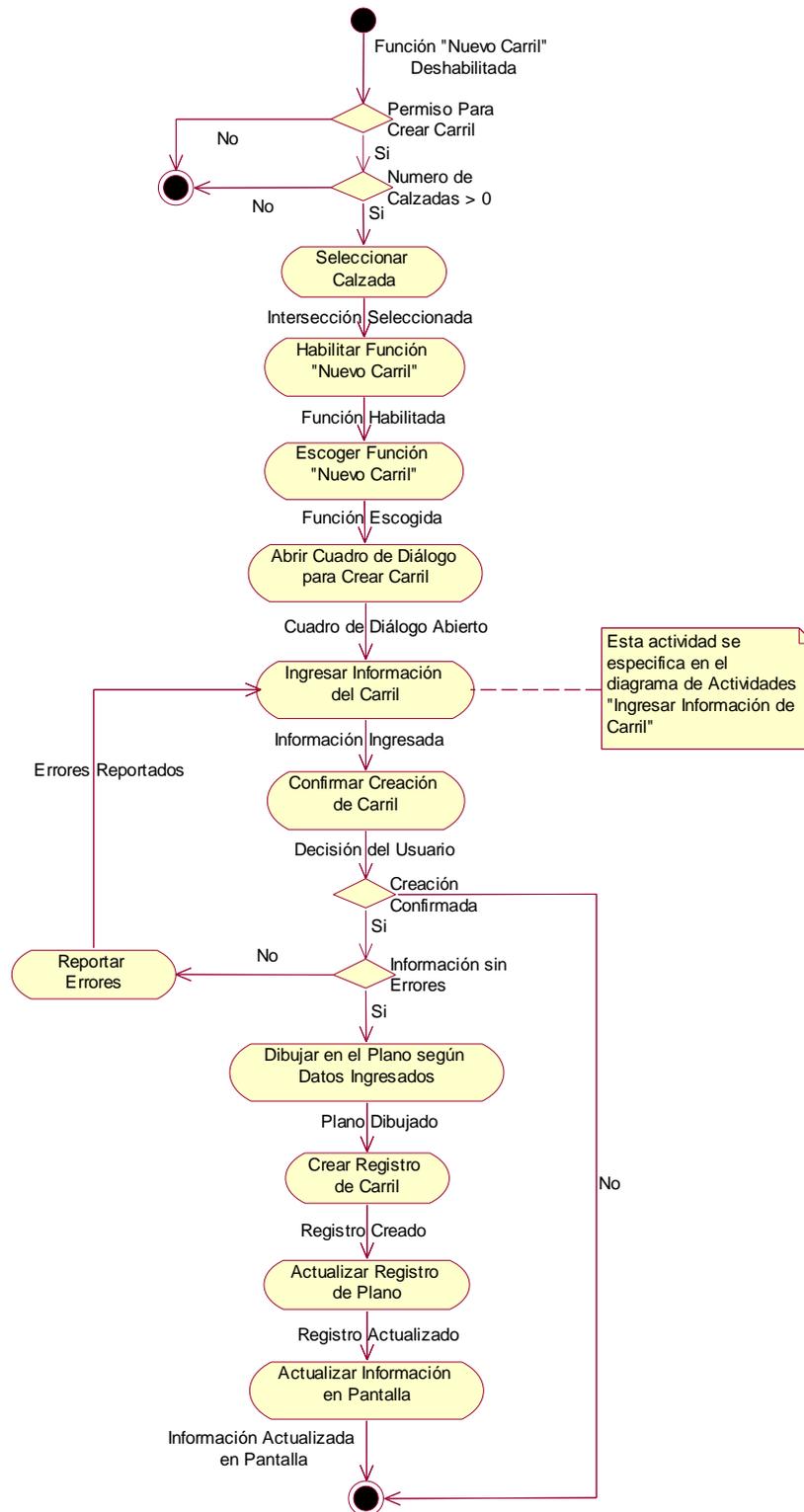
## Diagrama de Actividades para Crear Análisis de Tráfico



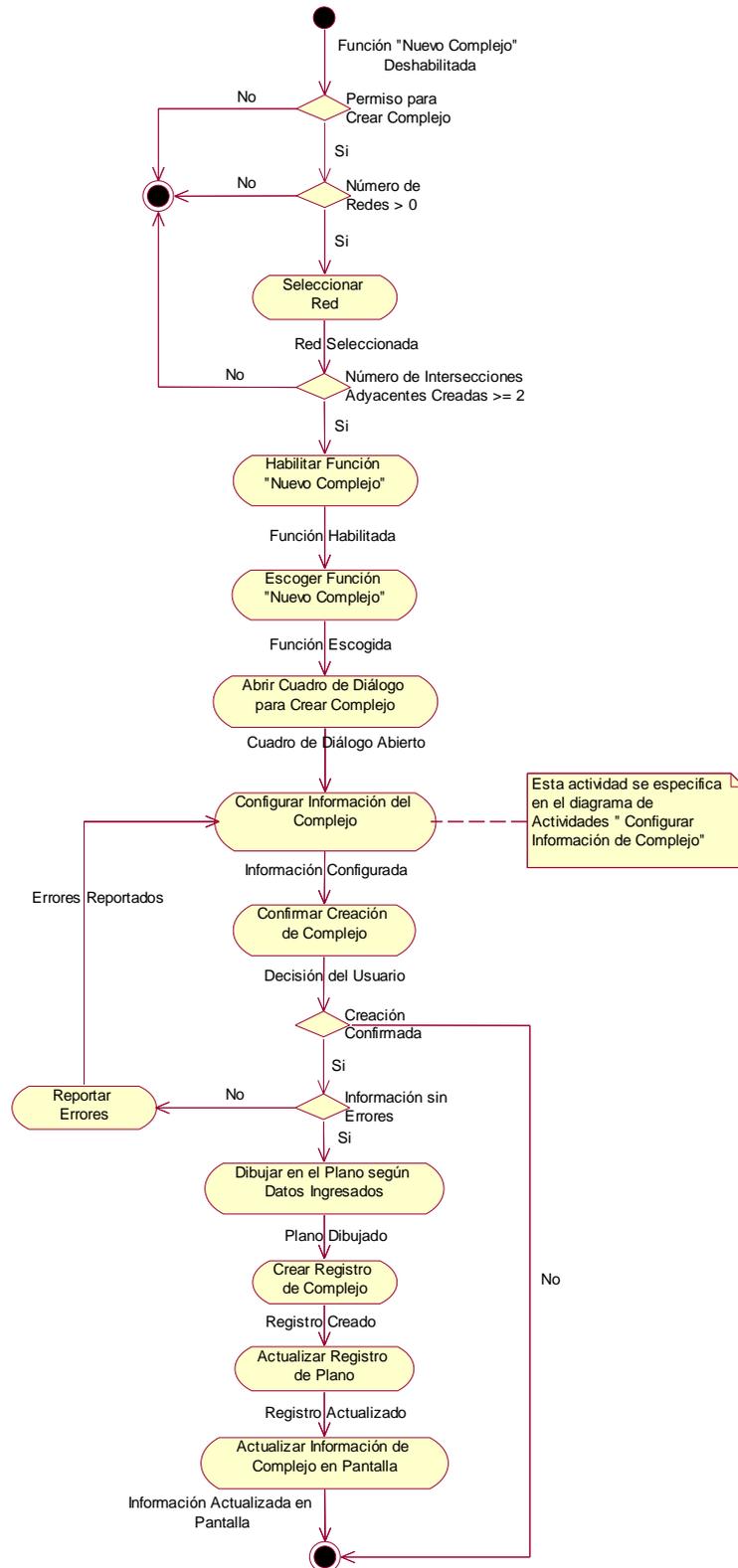
## Diagrama de Actividades para Crear Calzada



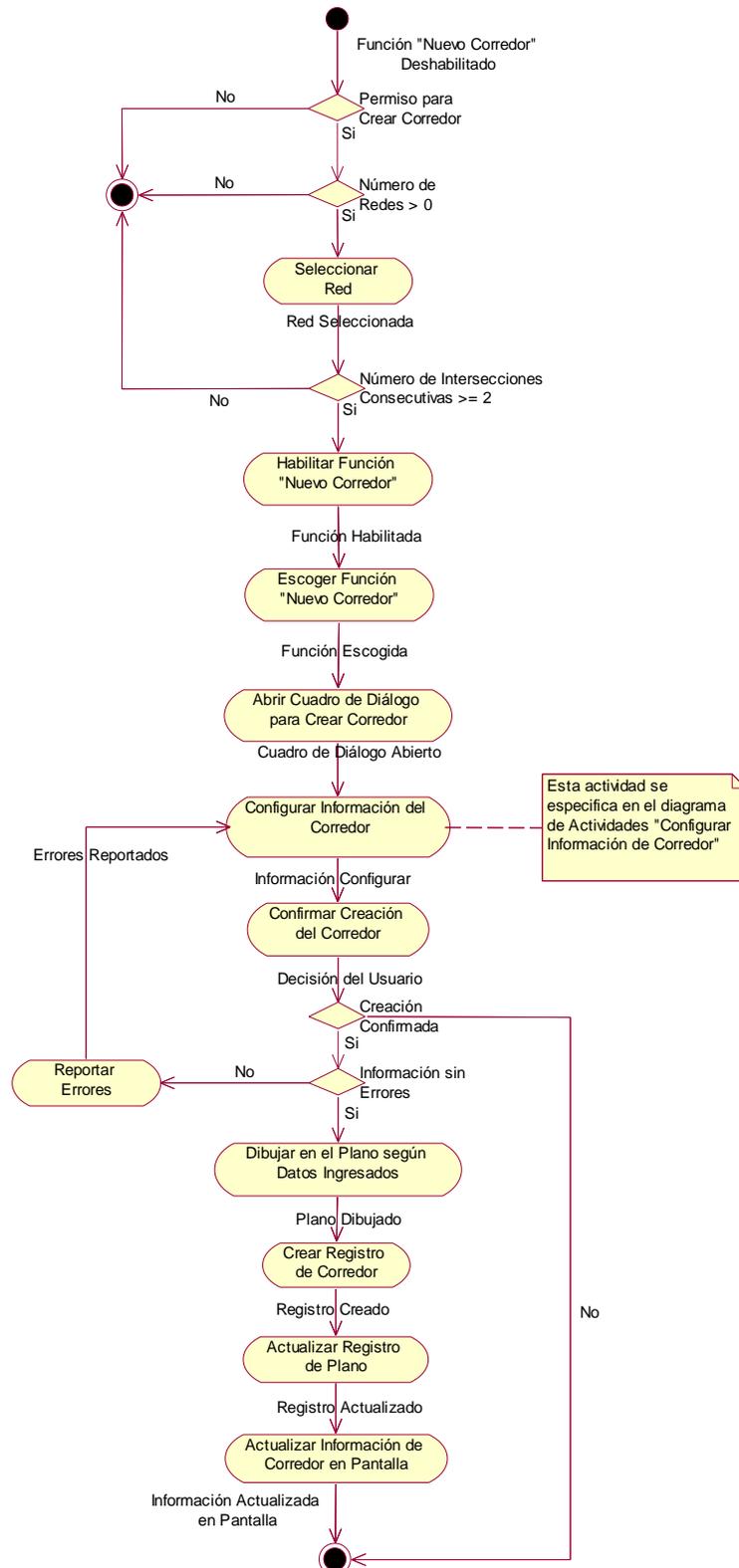
## Diagrama de Actividades para Crear Carril



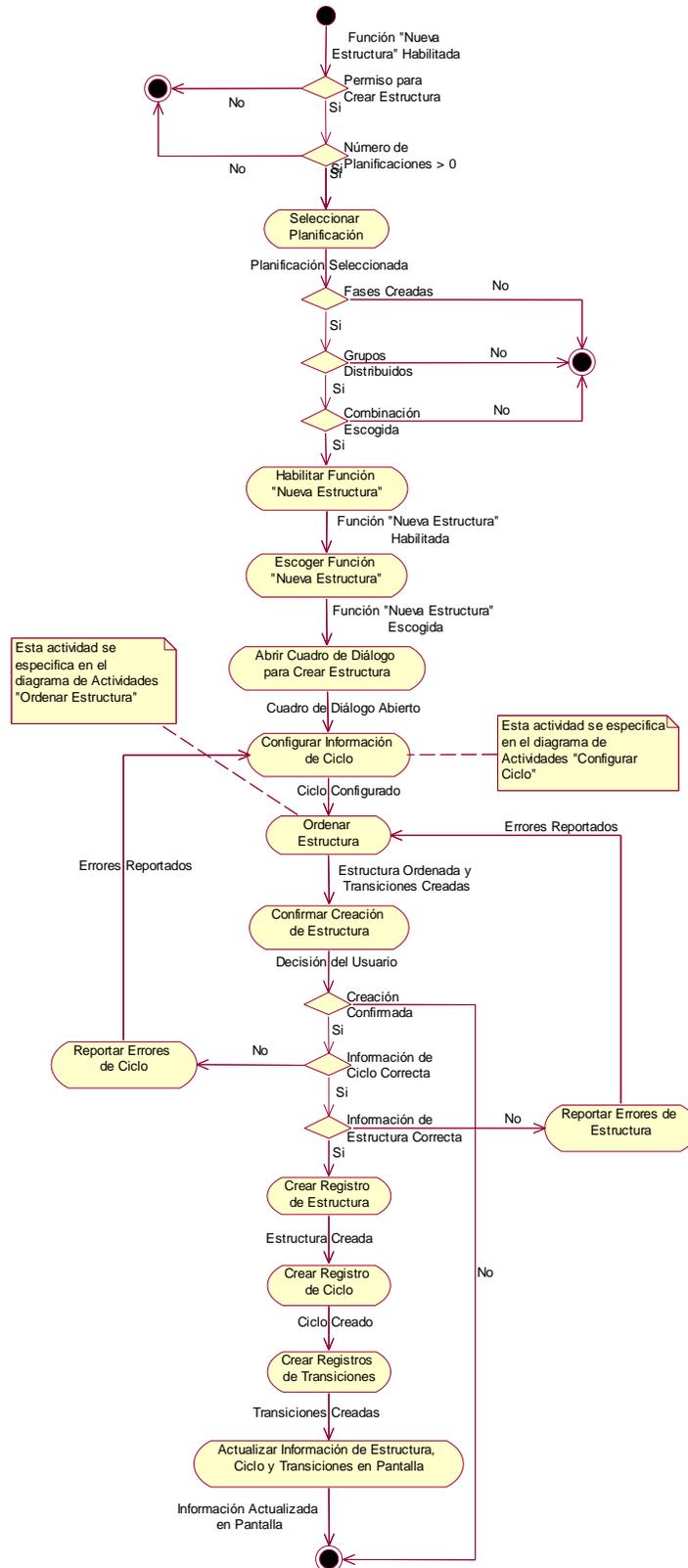
## Diagrama de Actividades para Crear Complejo



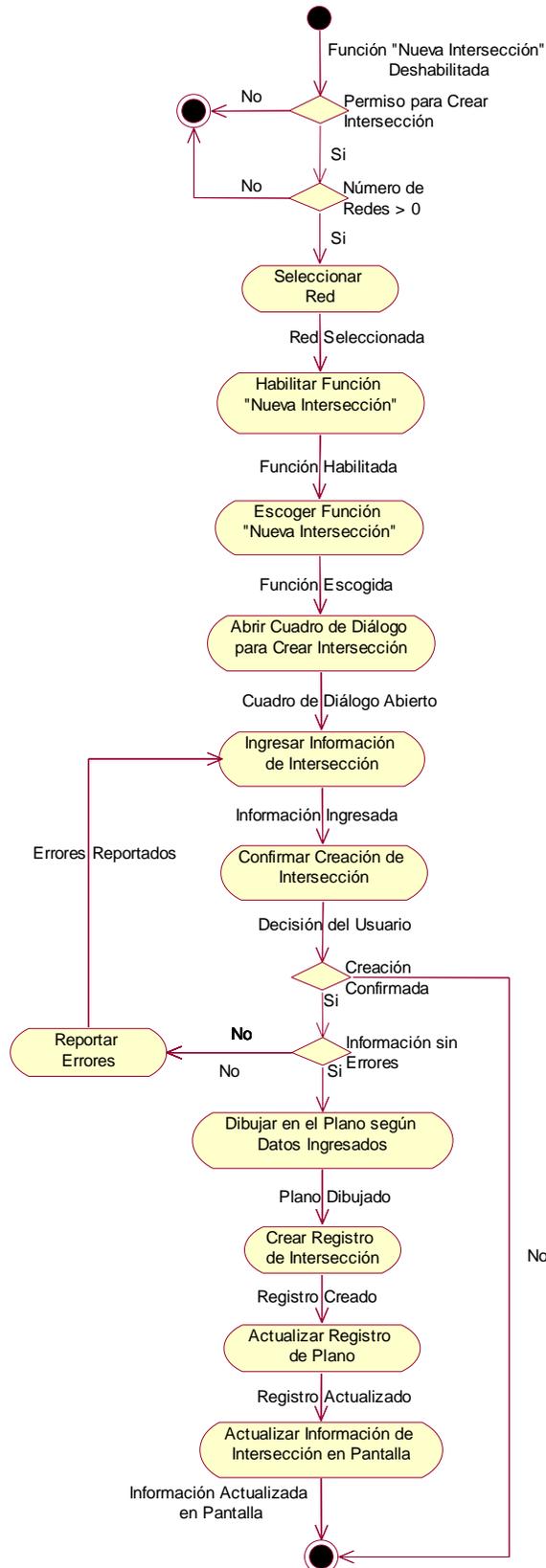
## Diagrama de Actividades para Crear Corredor



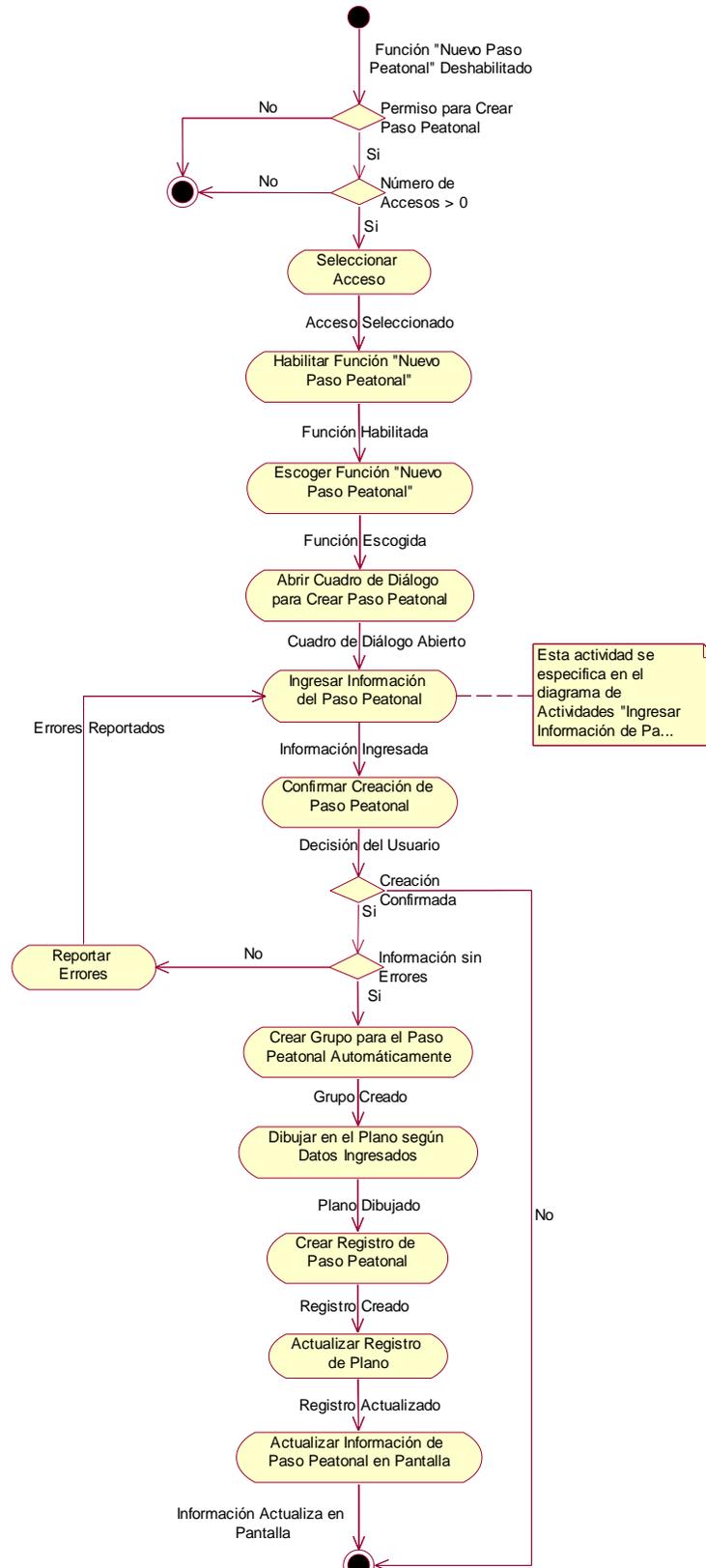
## Diagrama de Actividades para Crear Estructura



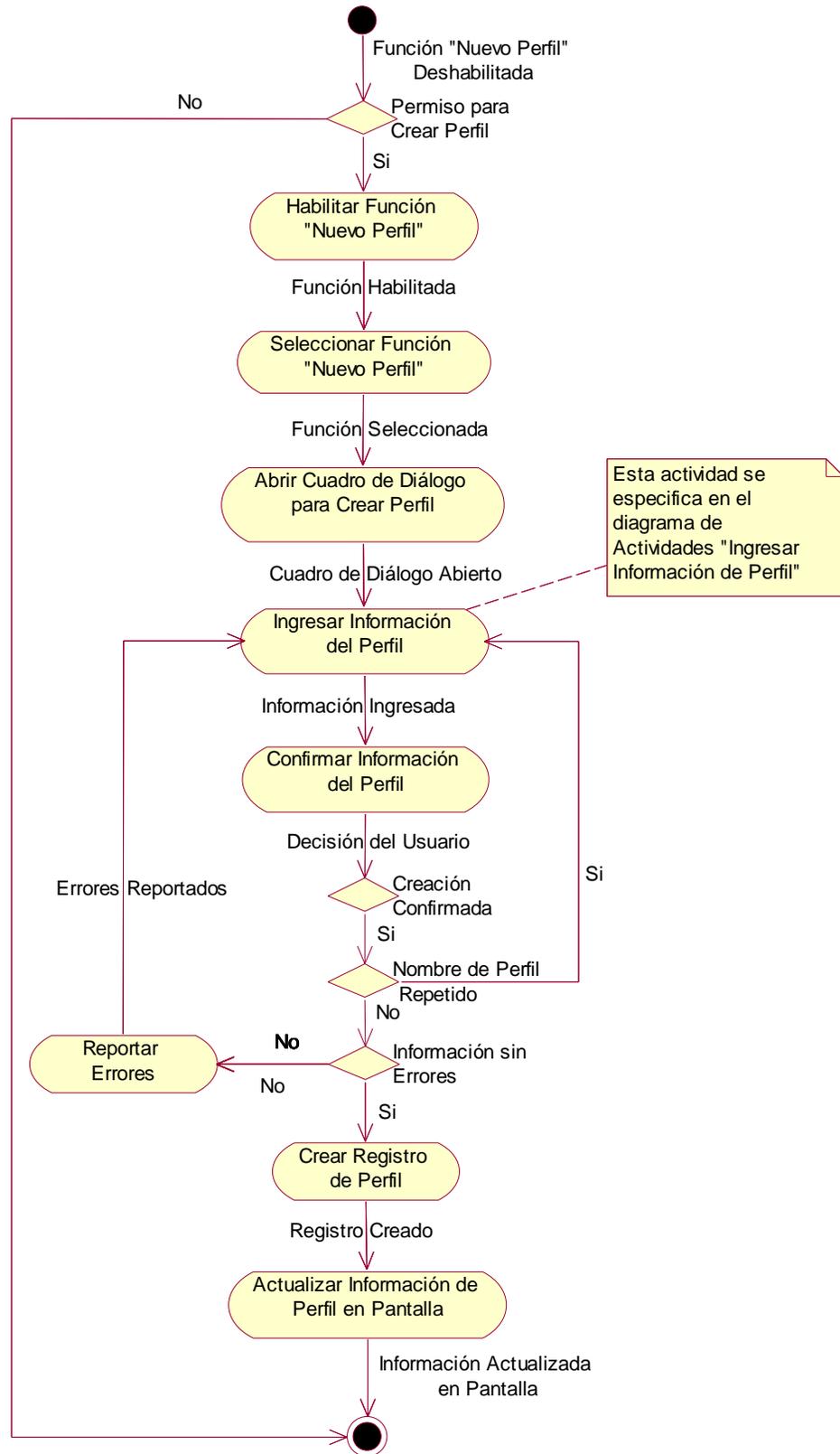
## Diagrama de Actividades para Crear Intersección



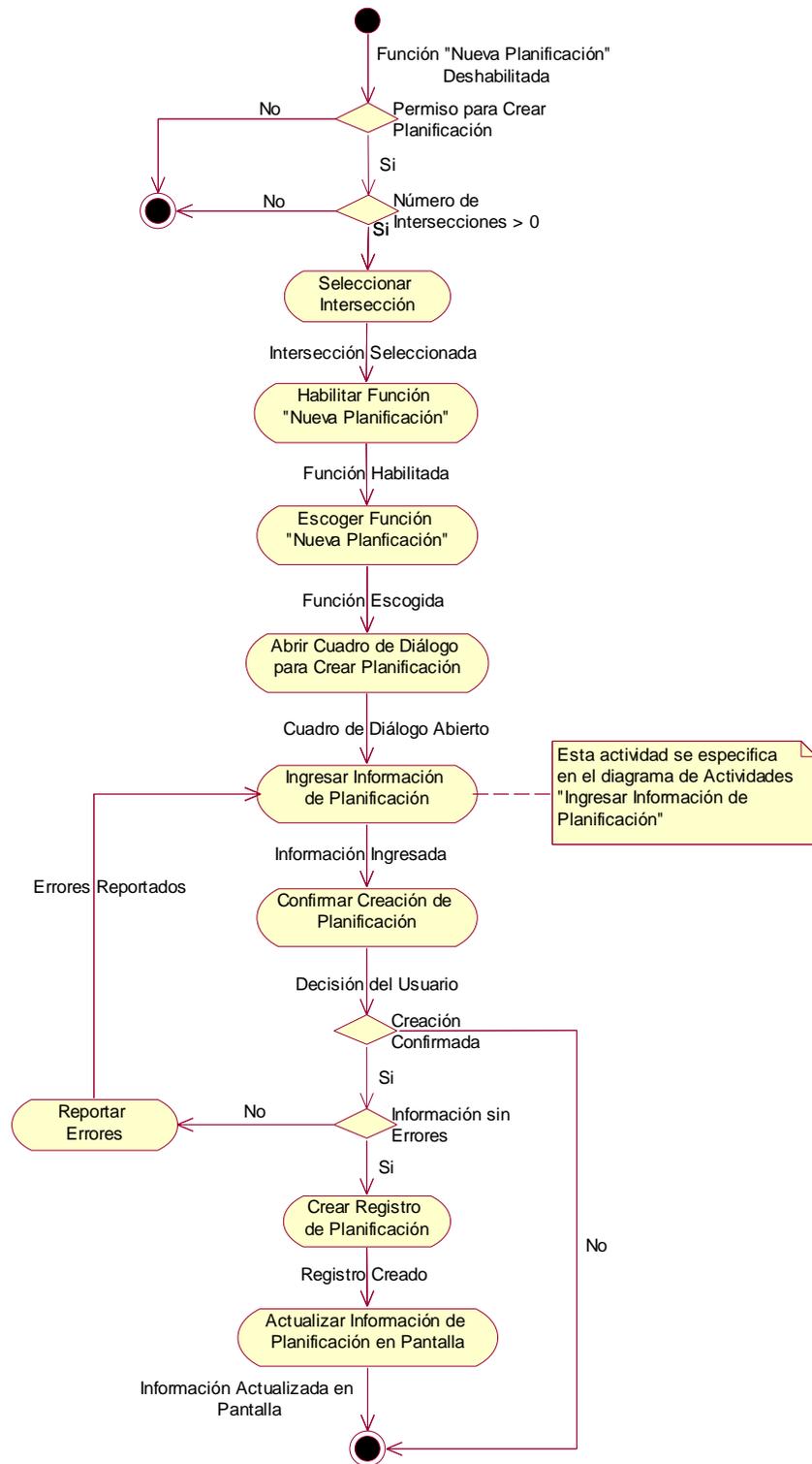
## Diagrama de Actividades para Crear Paso Peatonal



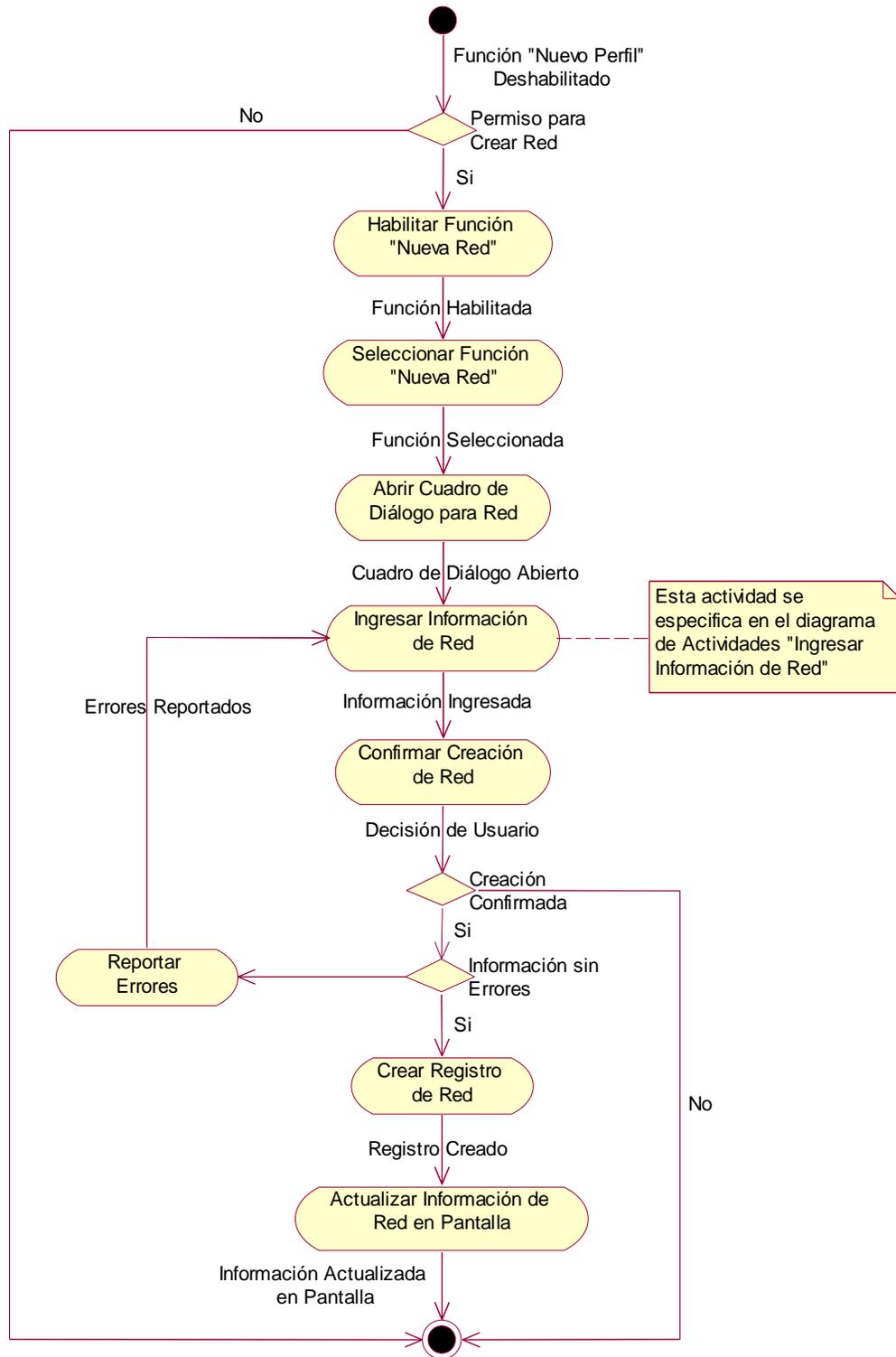
## Diagrama de Actividades para Crear Perfil



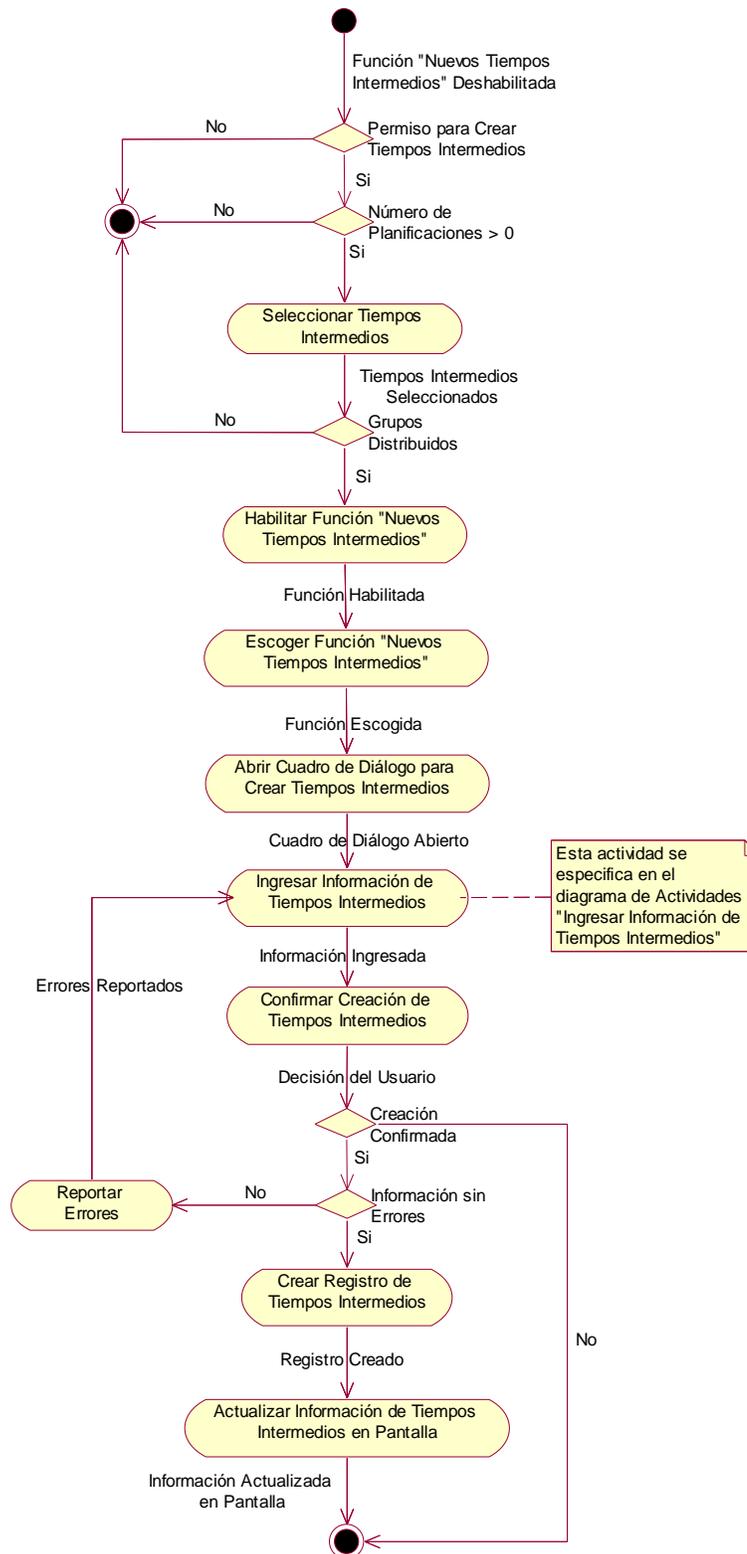
## Diagrama de Actividades para Crear Planificación



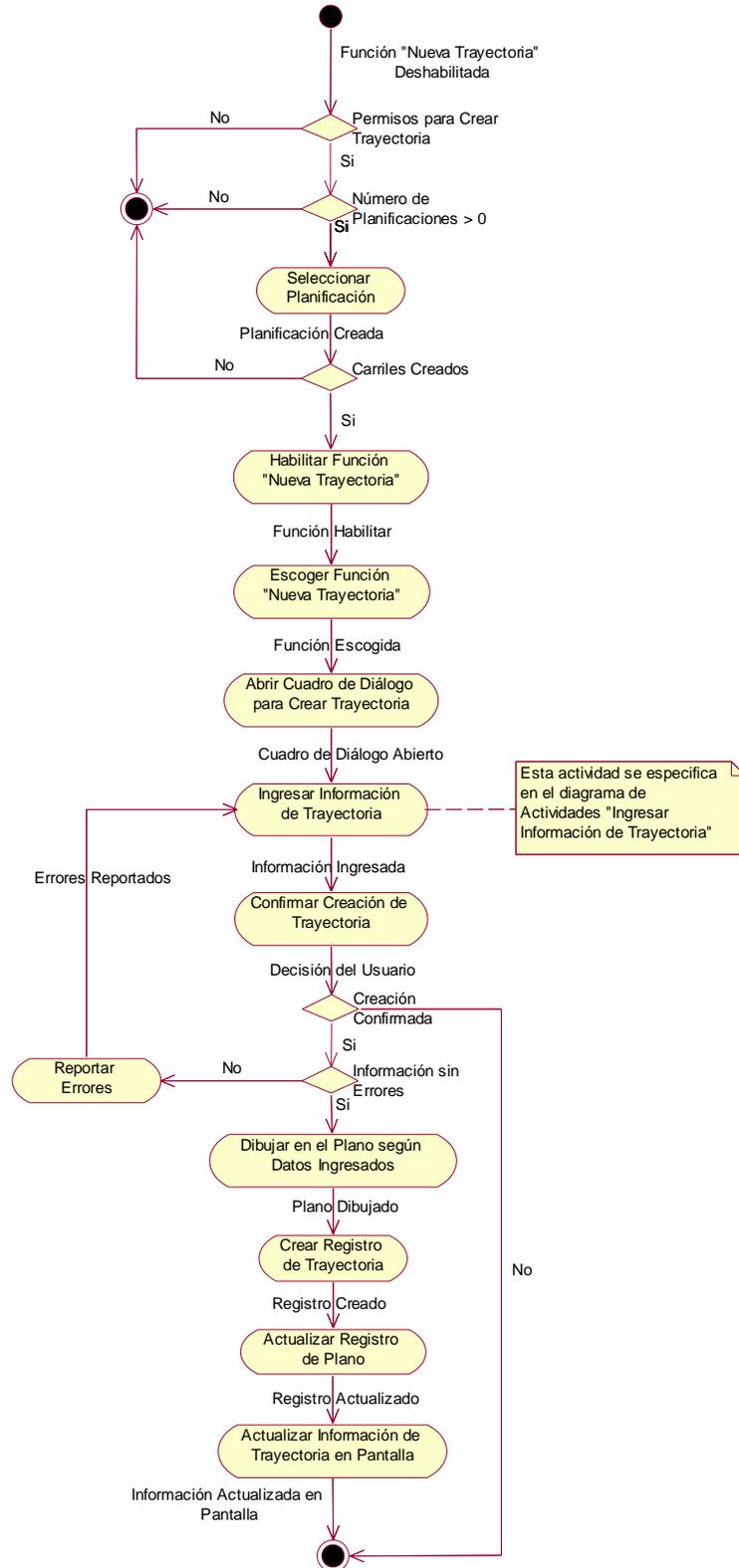
## Diagrama de Actividades para Crear Red



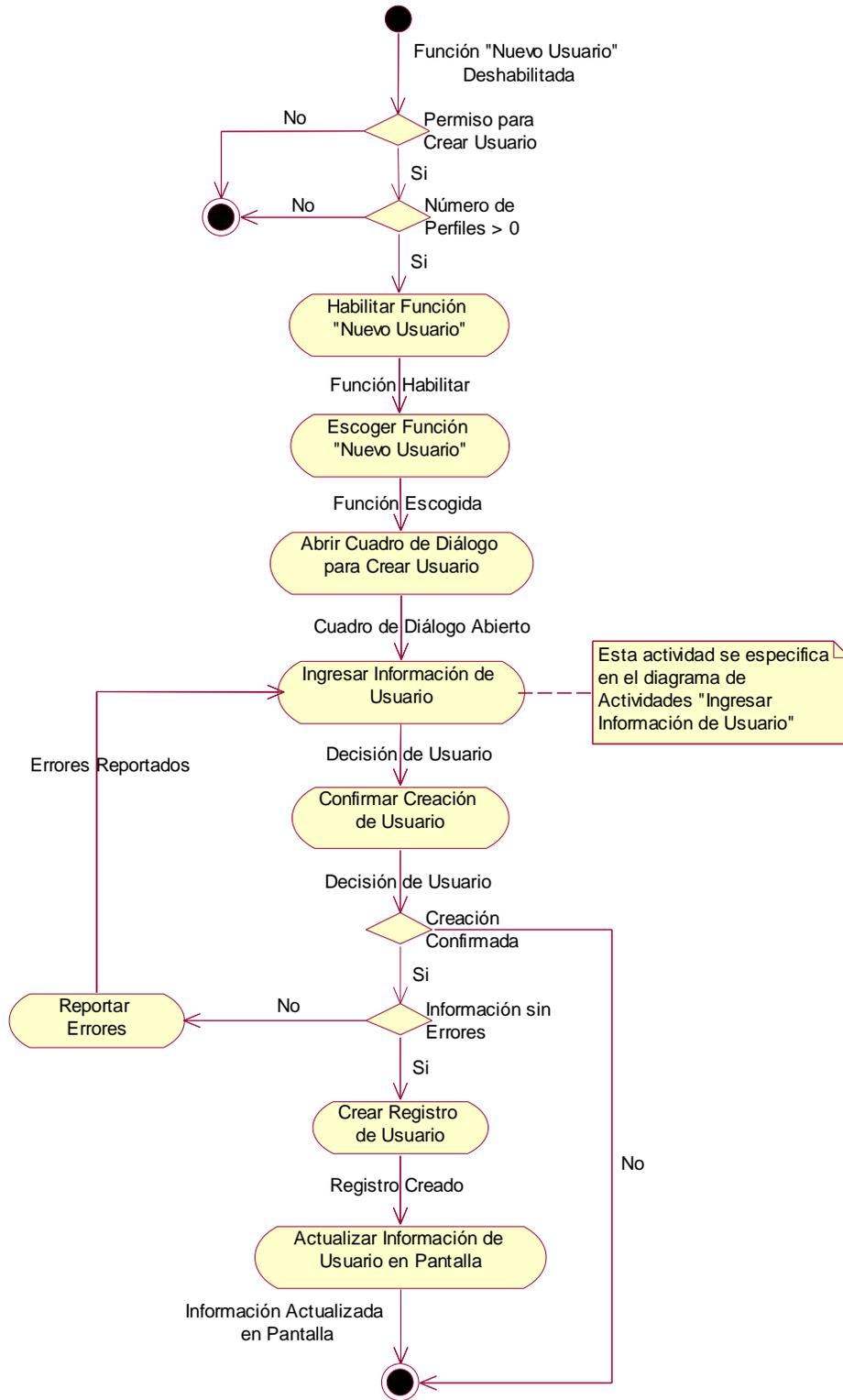
## Diagrama de Actividades para Crear Tiempos Intermedios



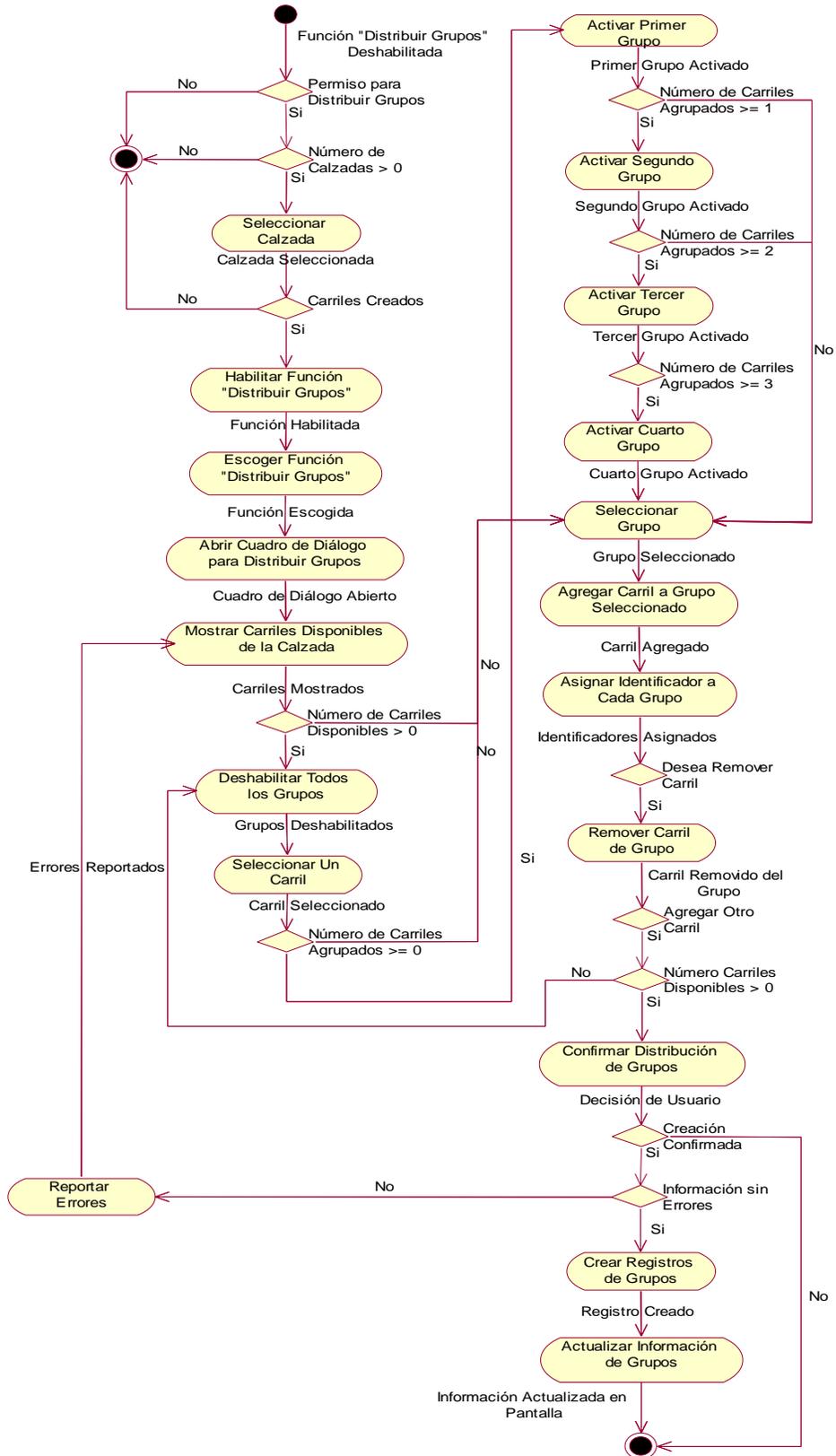
## Diagrama de Actividades para Crear Trayectoria



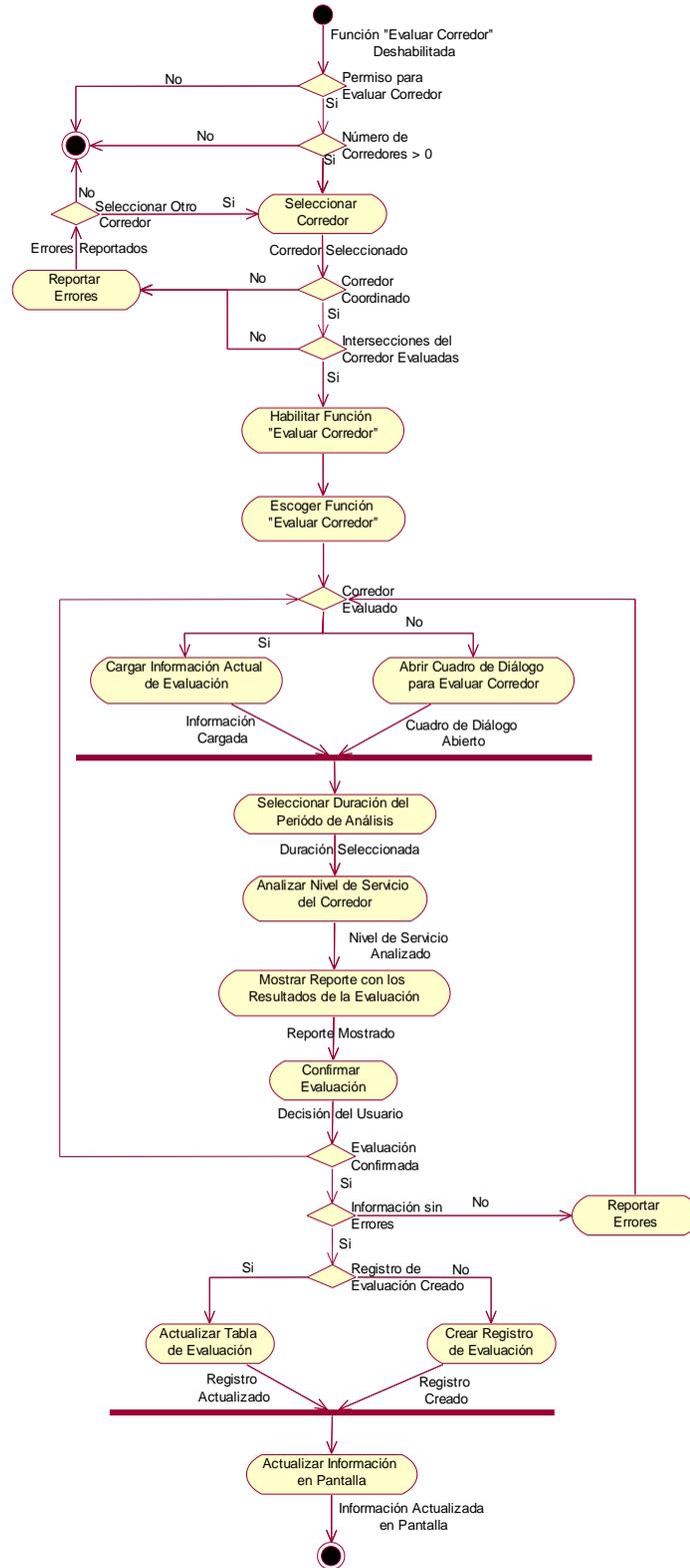
## Diagrama de Actividades para Crear Usuario



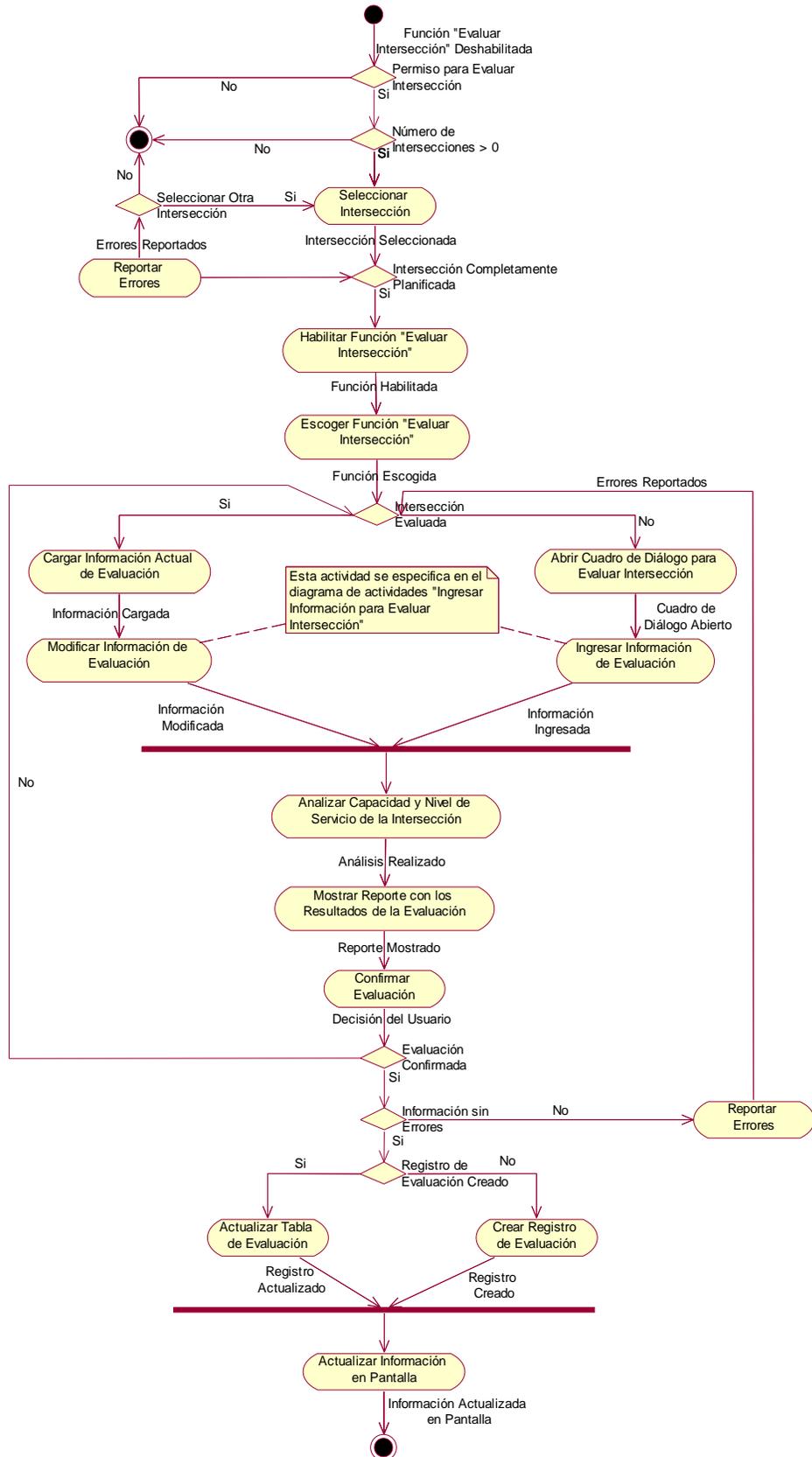
## Diagrama de Actividades para Distribuir Grupos



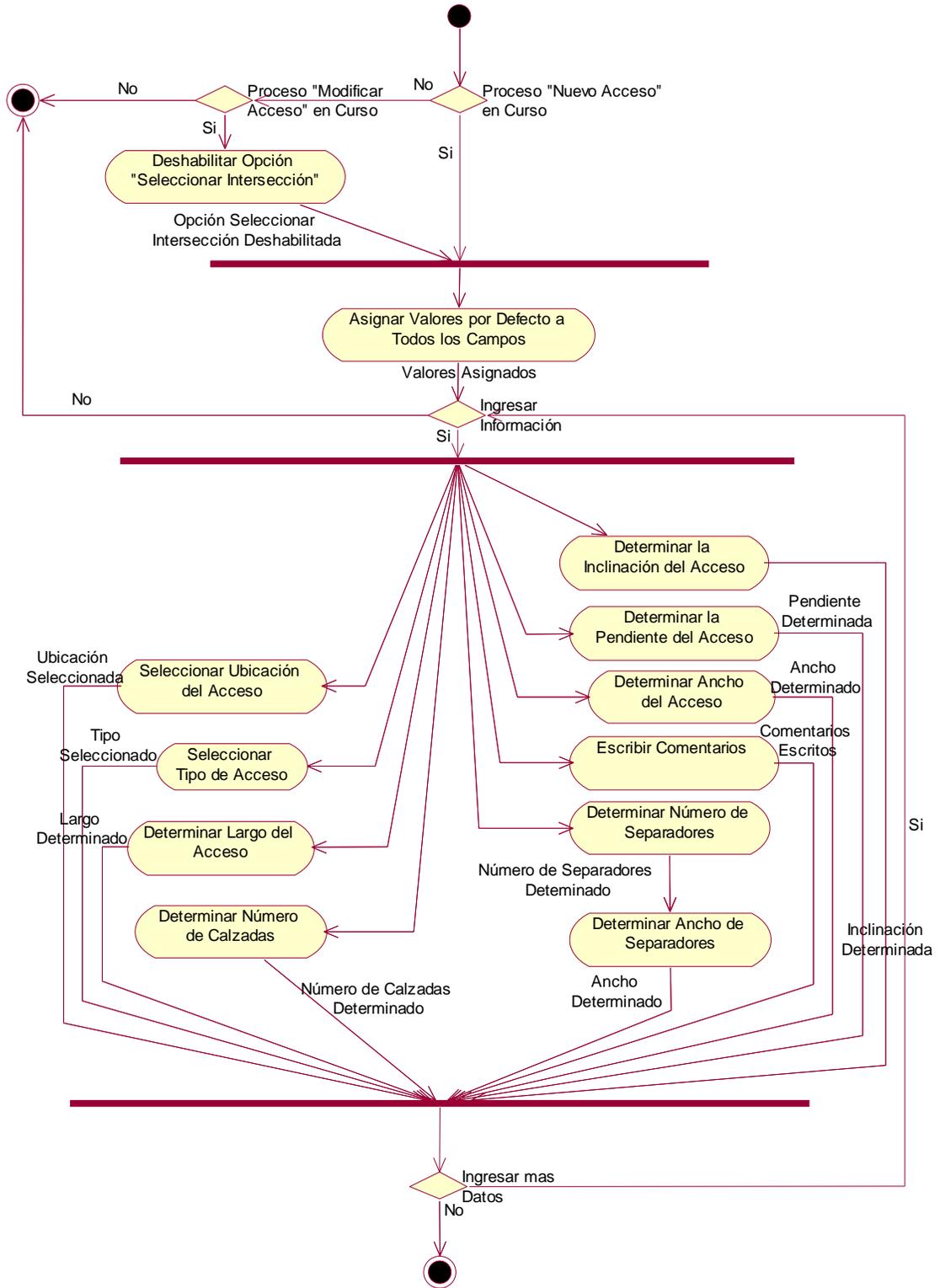
## Diagrama de Actividades para Evaluar Corredor Coordinado



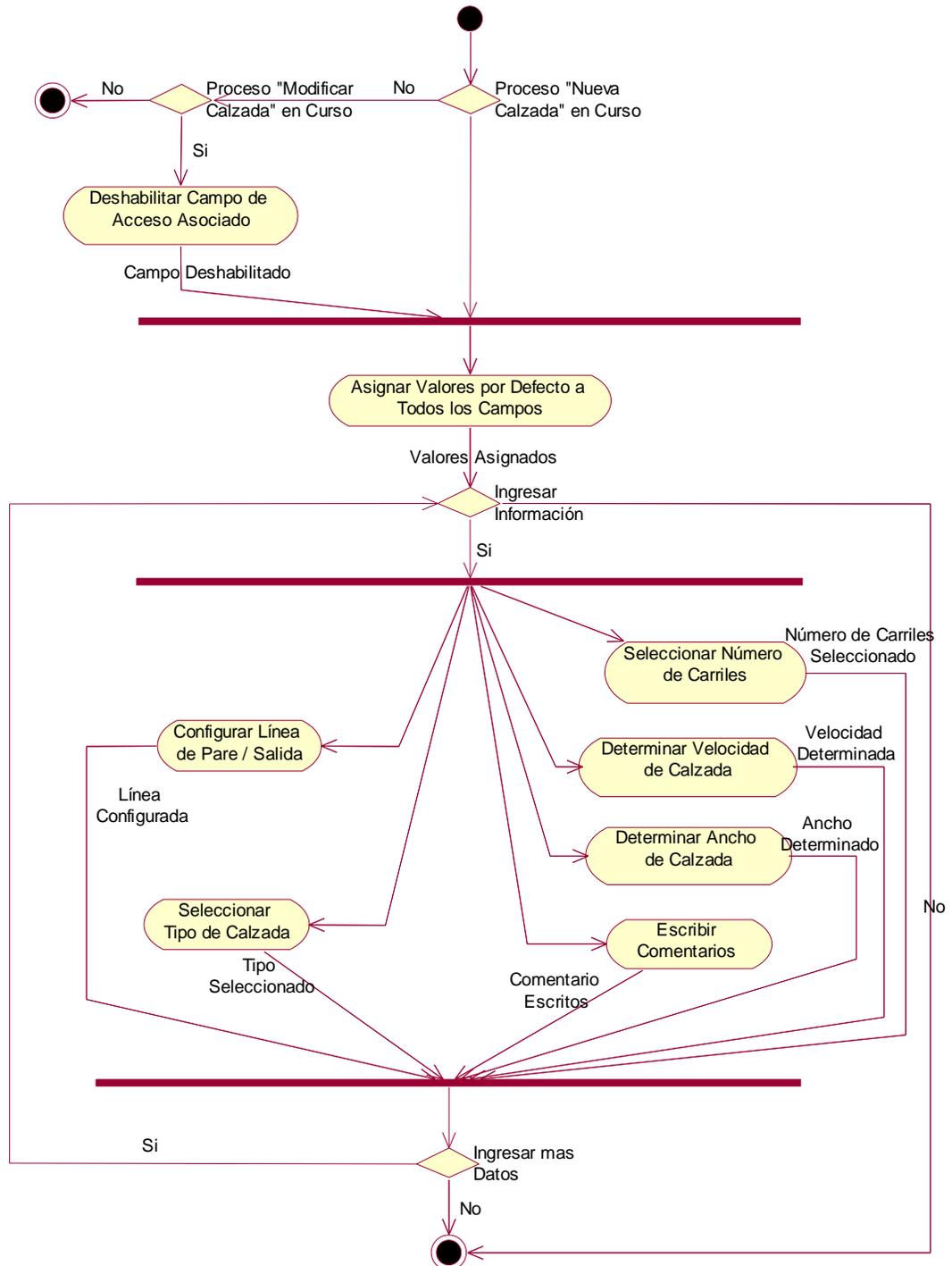
## Diagrama de Actividades para Evaluar Intersección



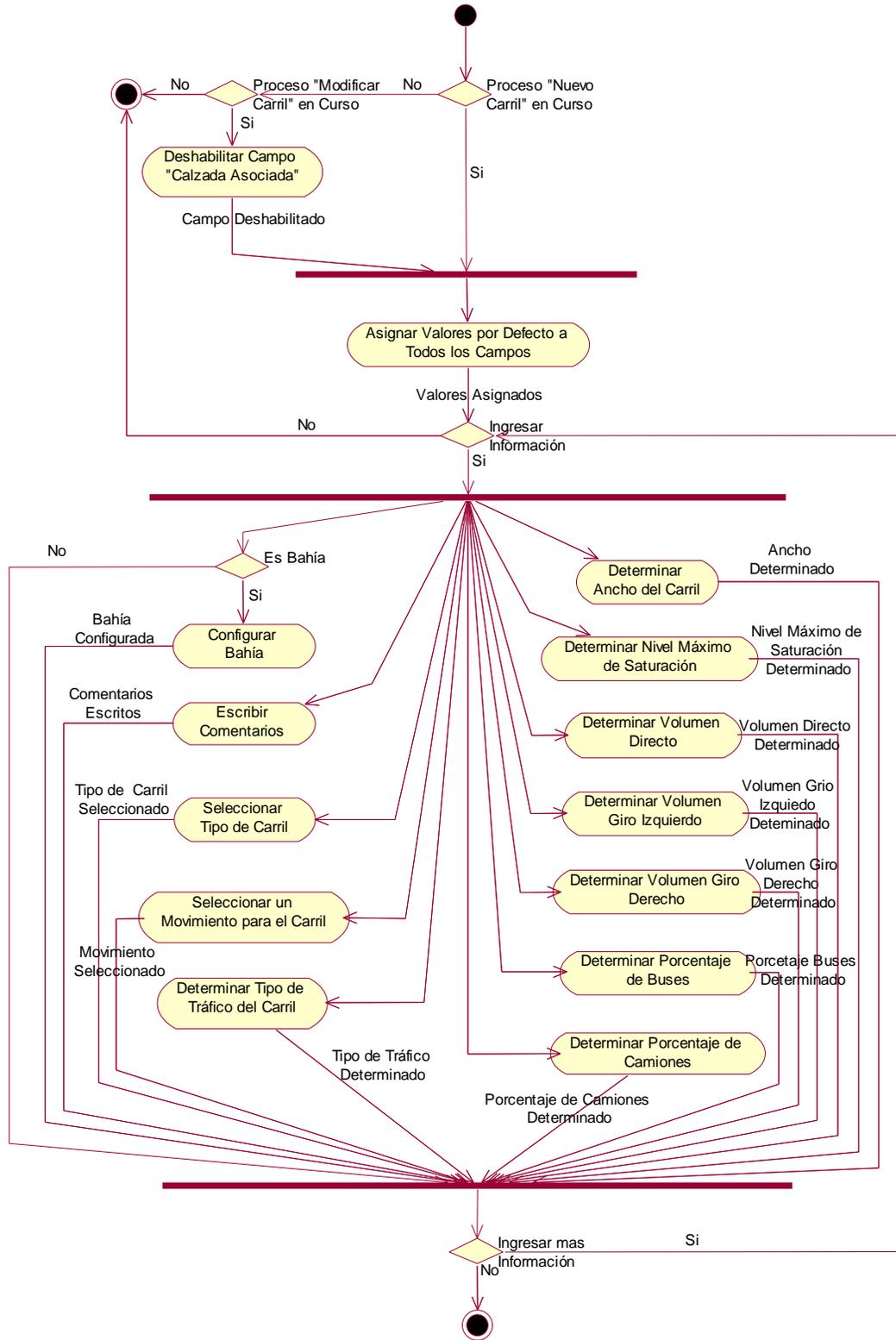
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Acceso



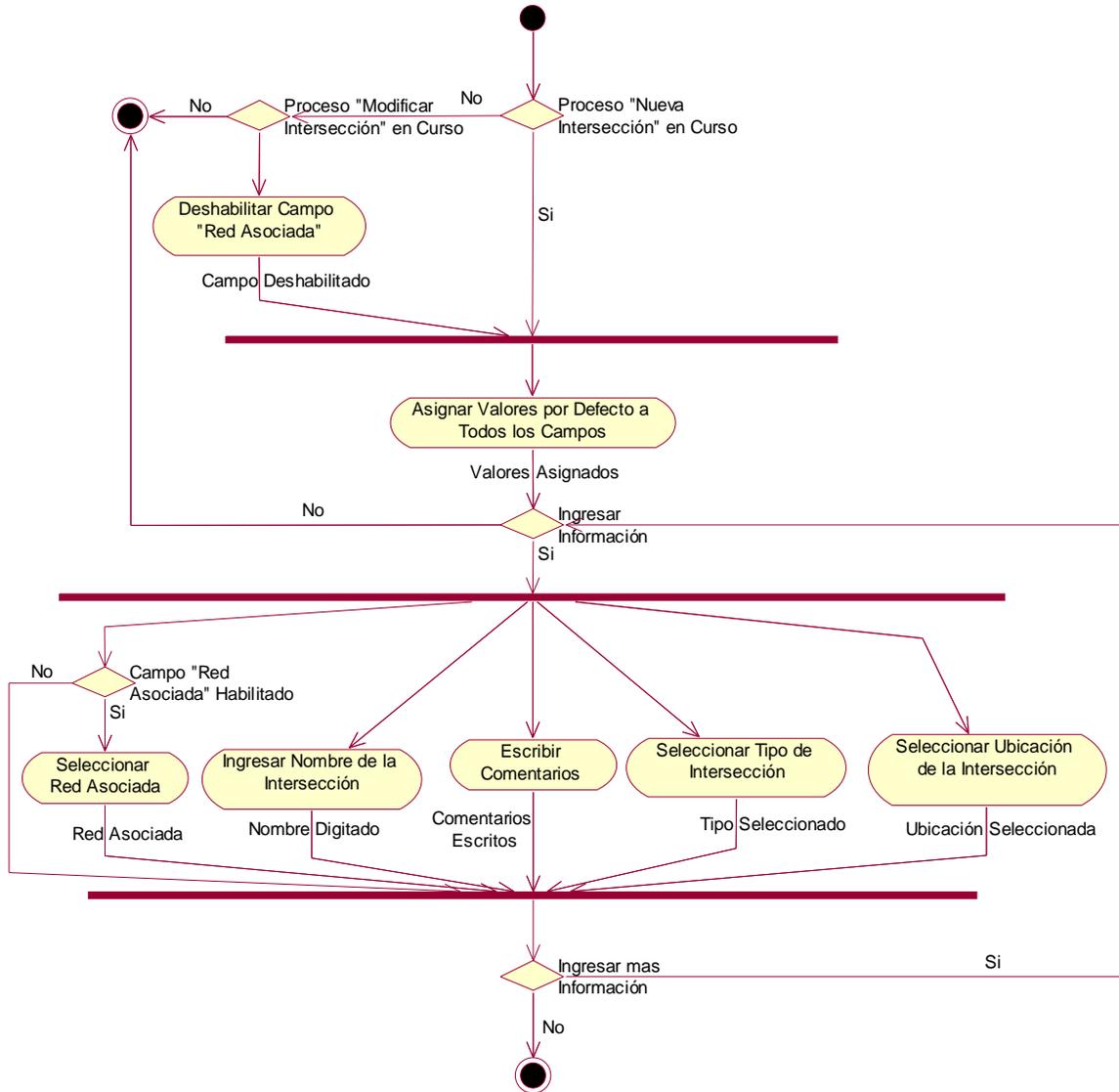
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Calzada



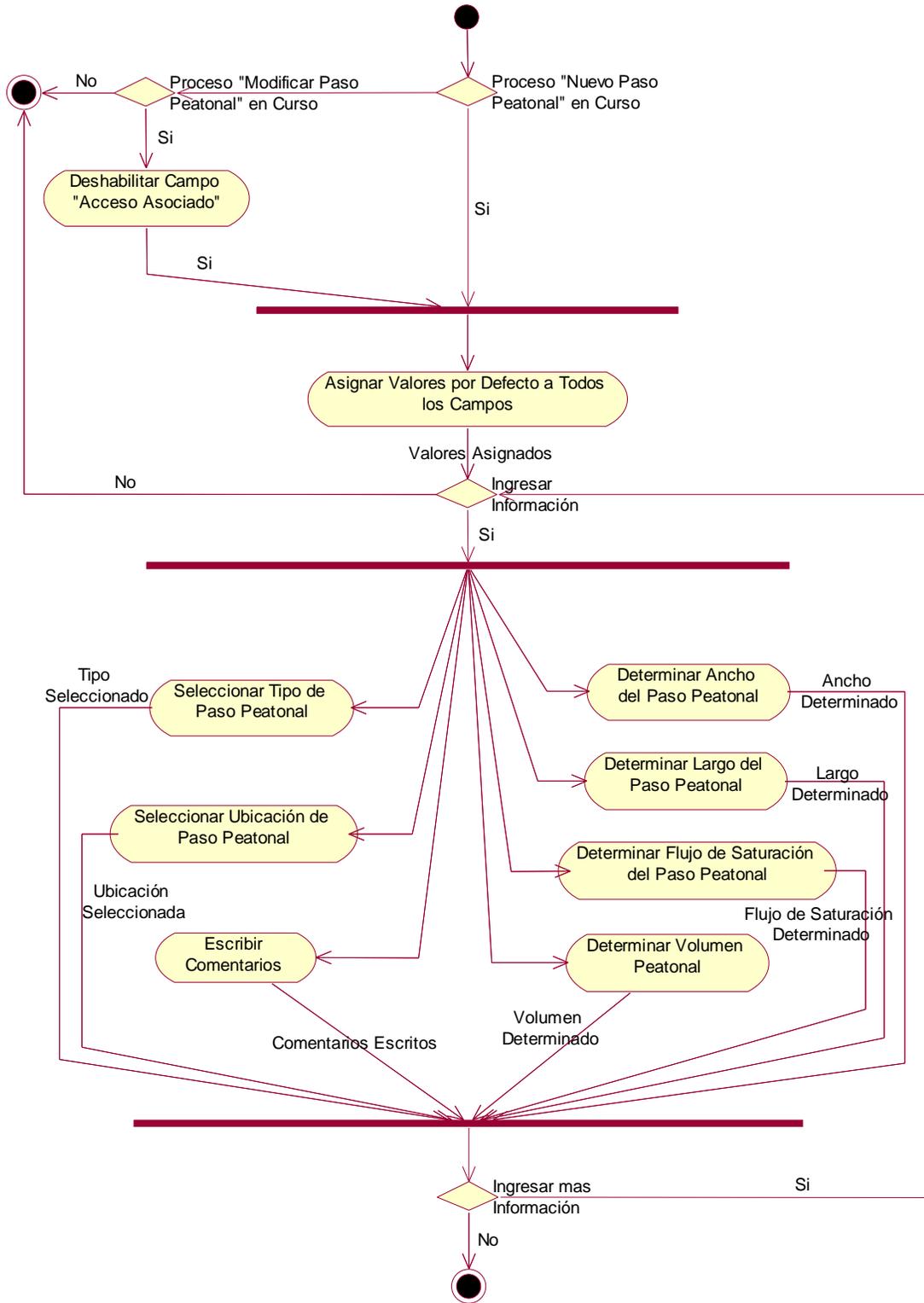
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Carril



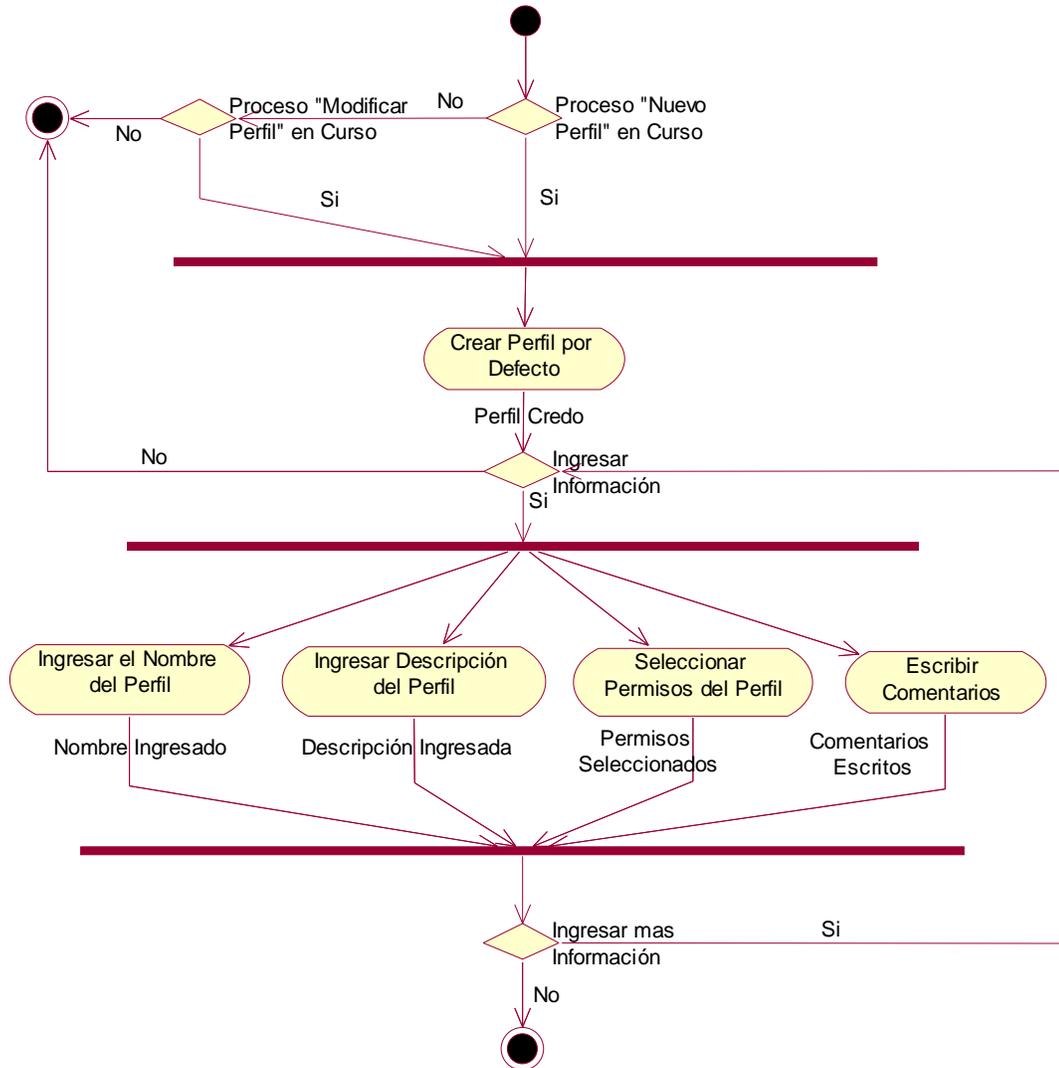
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Intersección



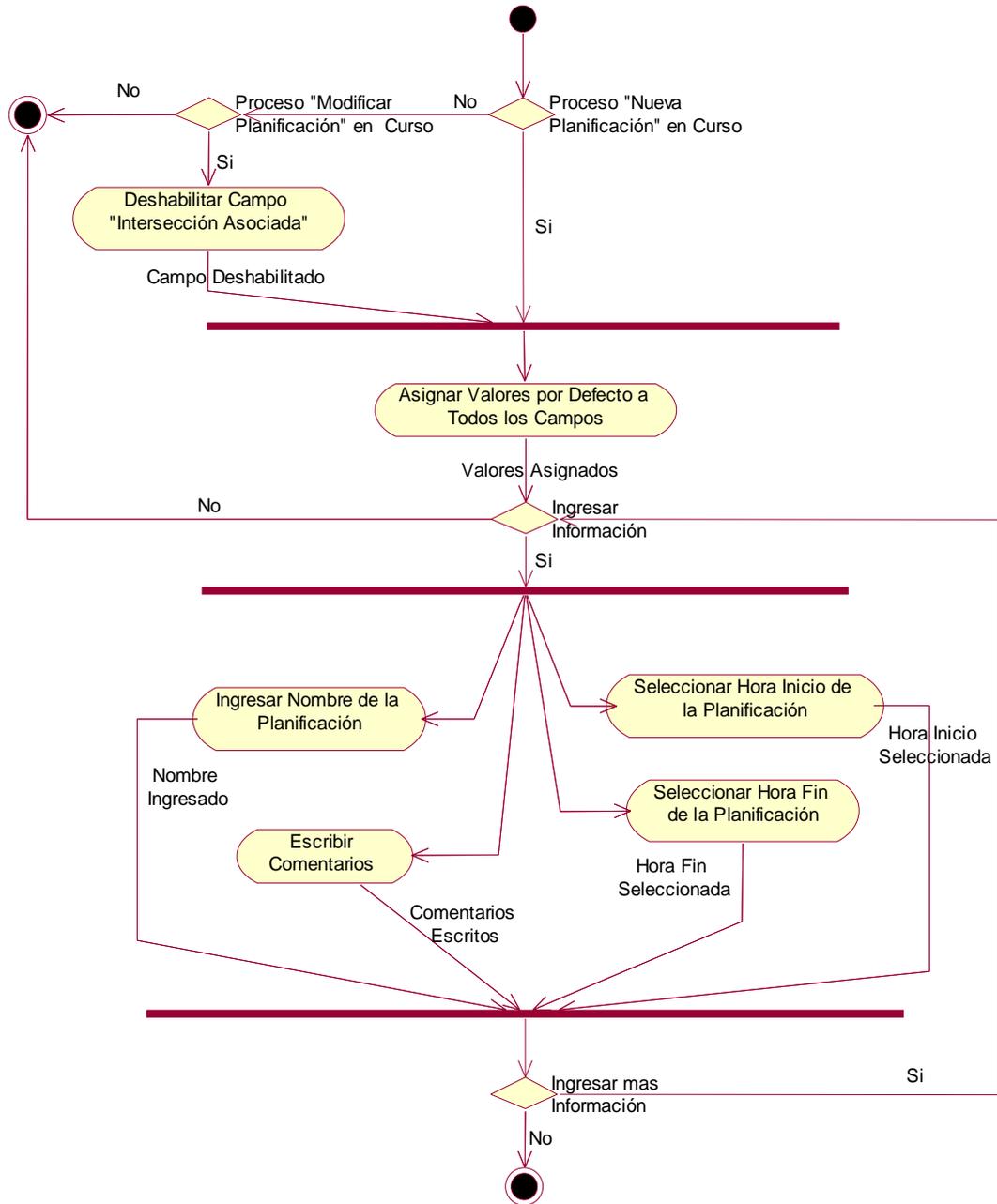
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Paso Peatonal



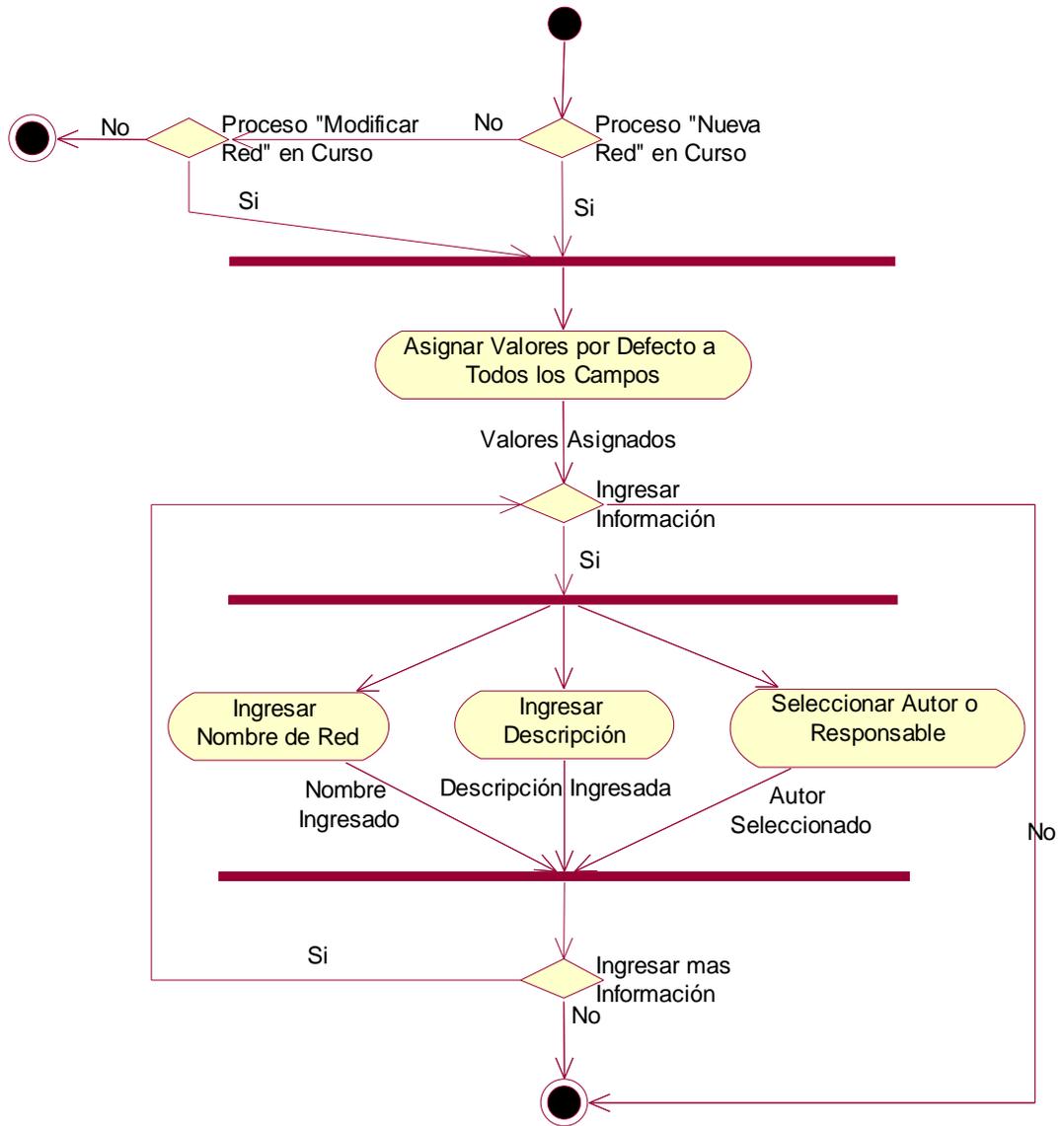
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Perfil



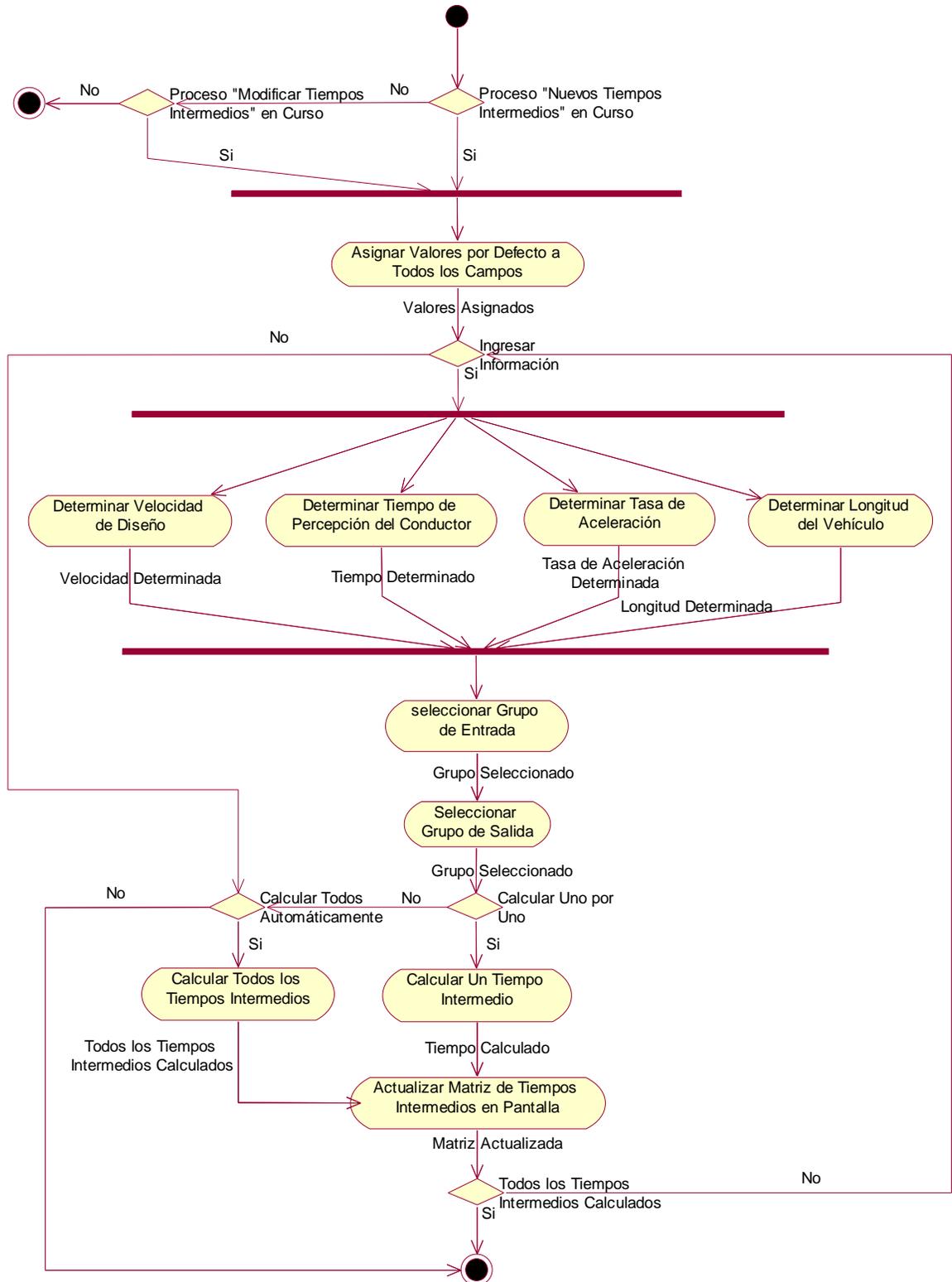
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Planificación



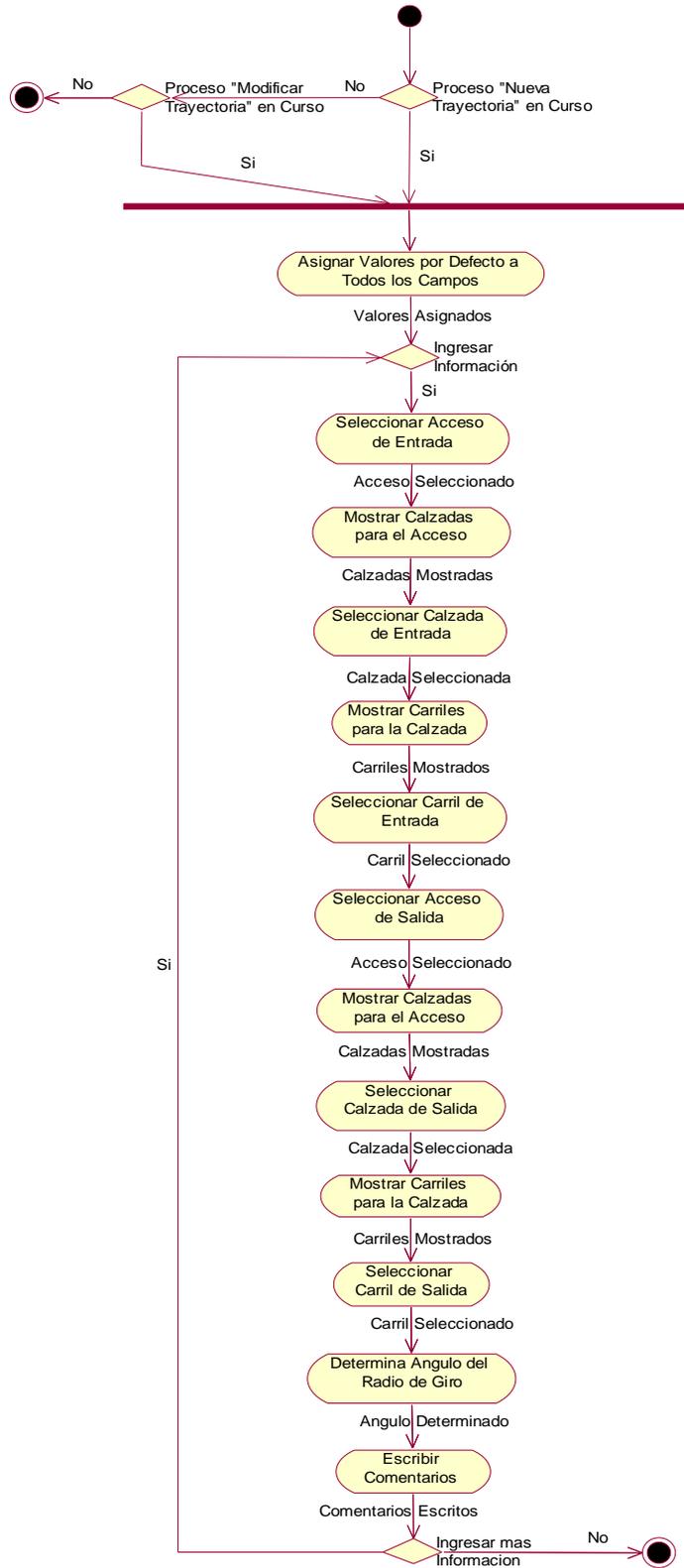
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Red



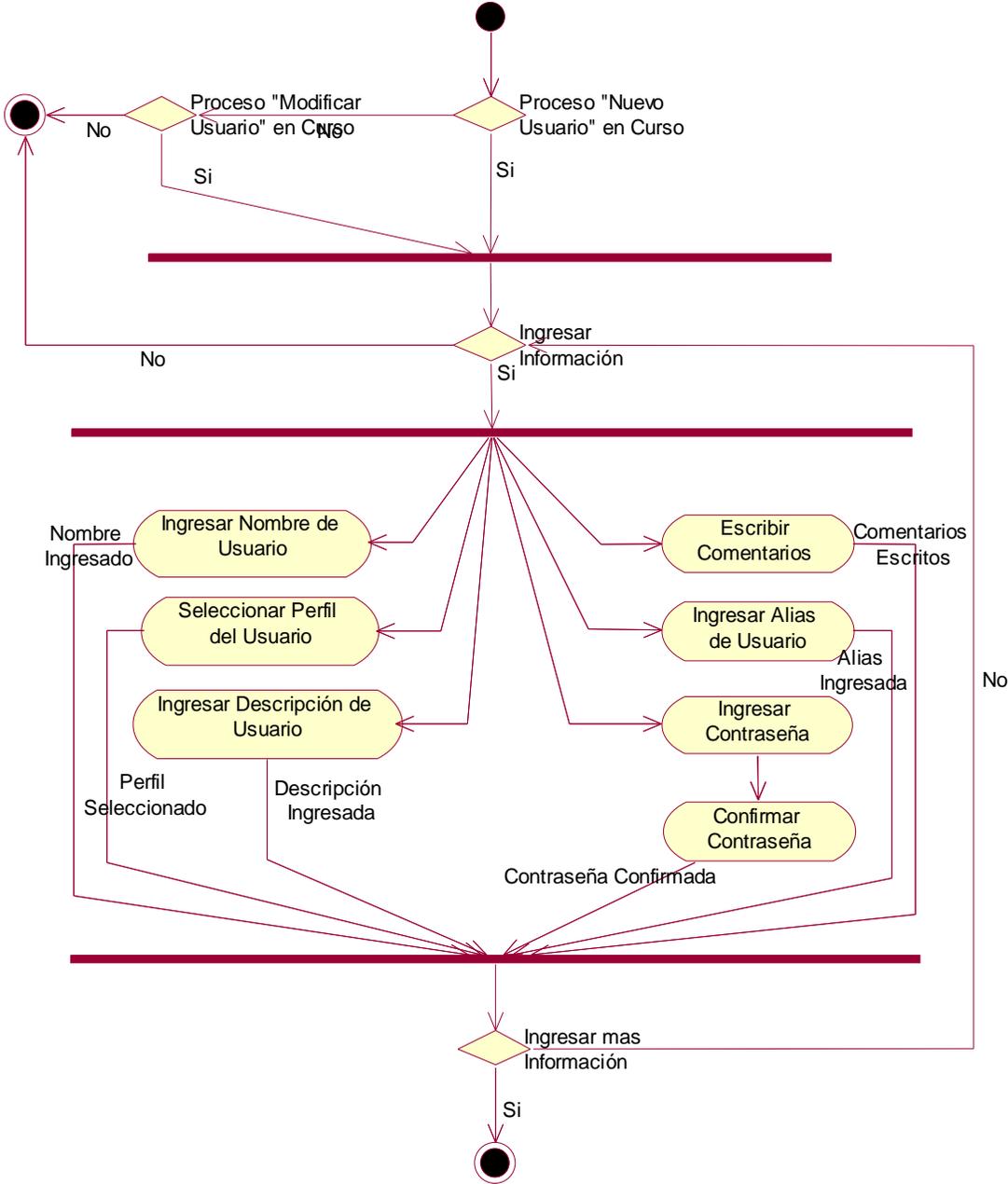
# Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Tiempos Intermedios



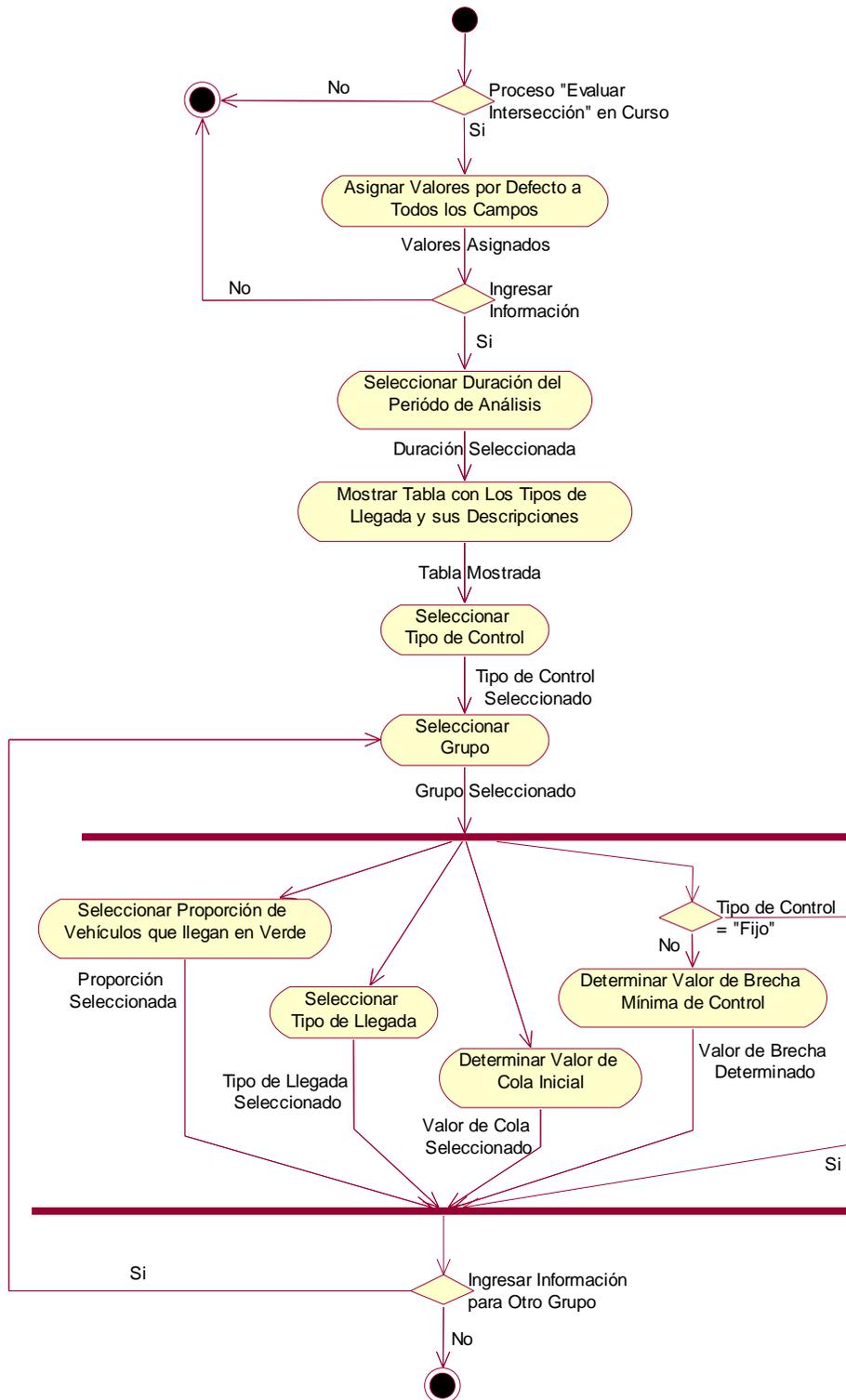
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Trayectoria



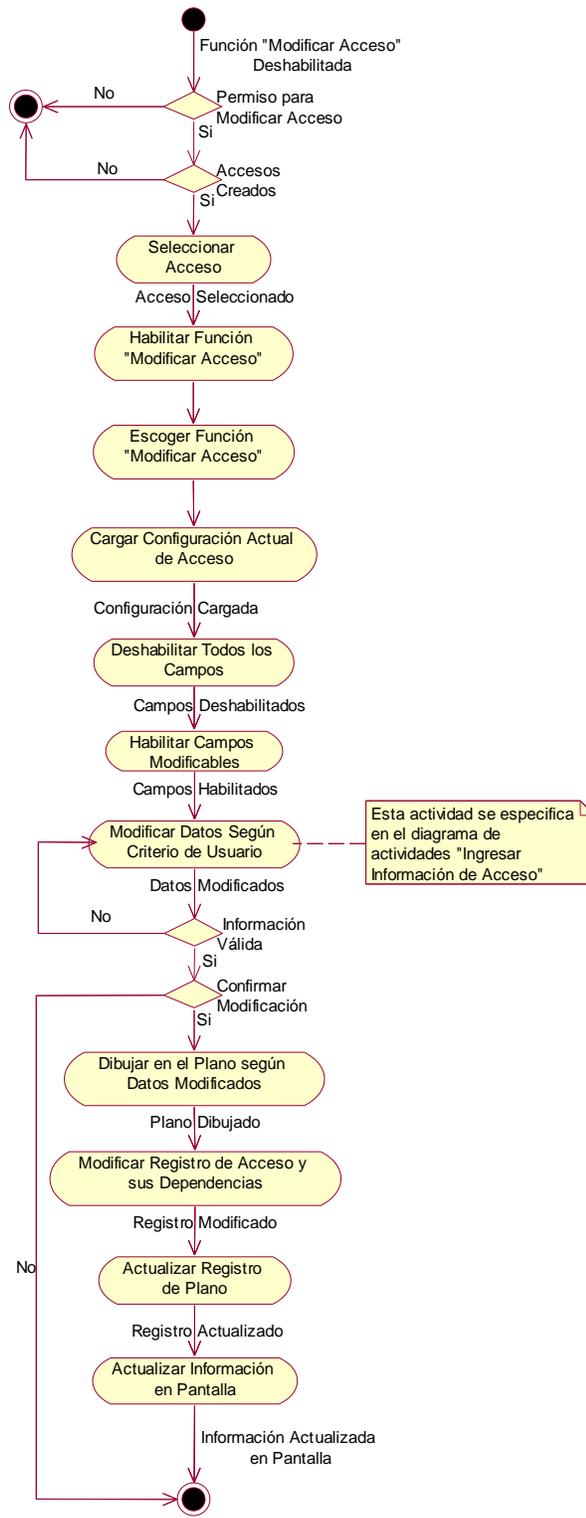
# Diagrama de Actividades para Ingresar Información de Usuario



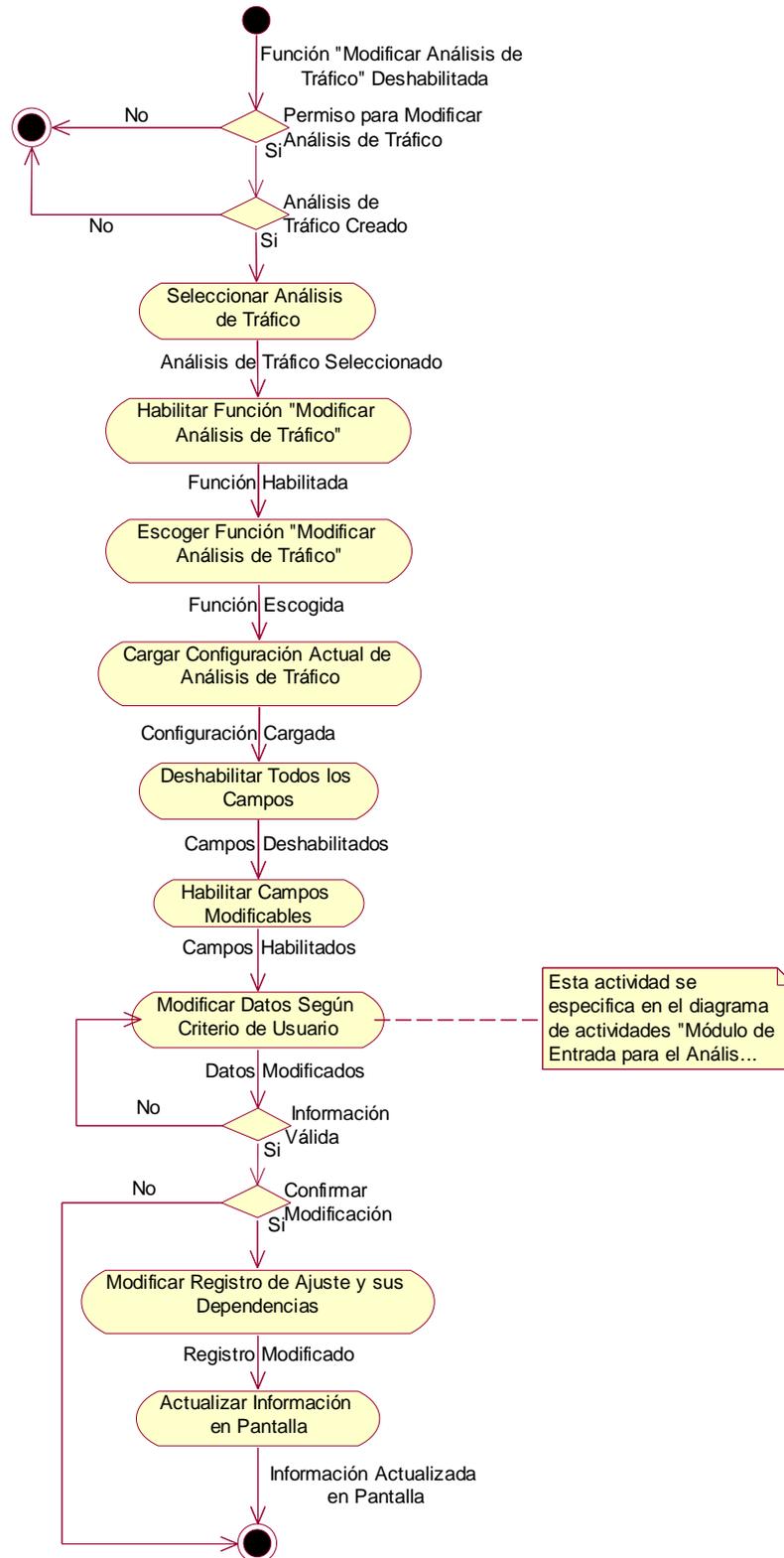
## Diagrama de Actividades para Ingresar Información para Evaluar Intersección



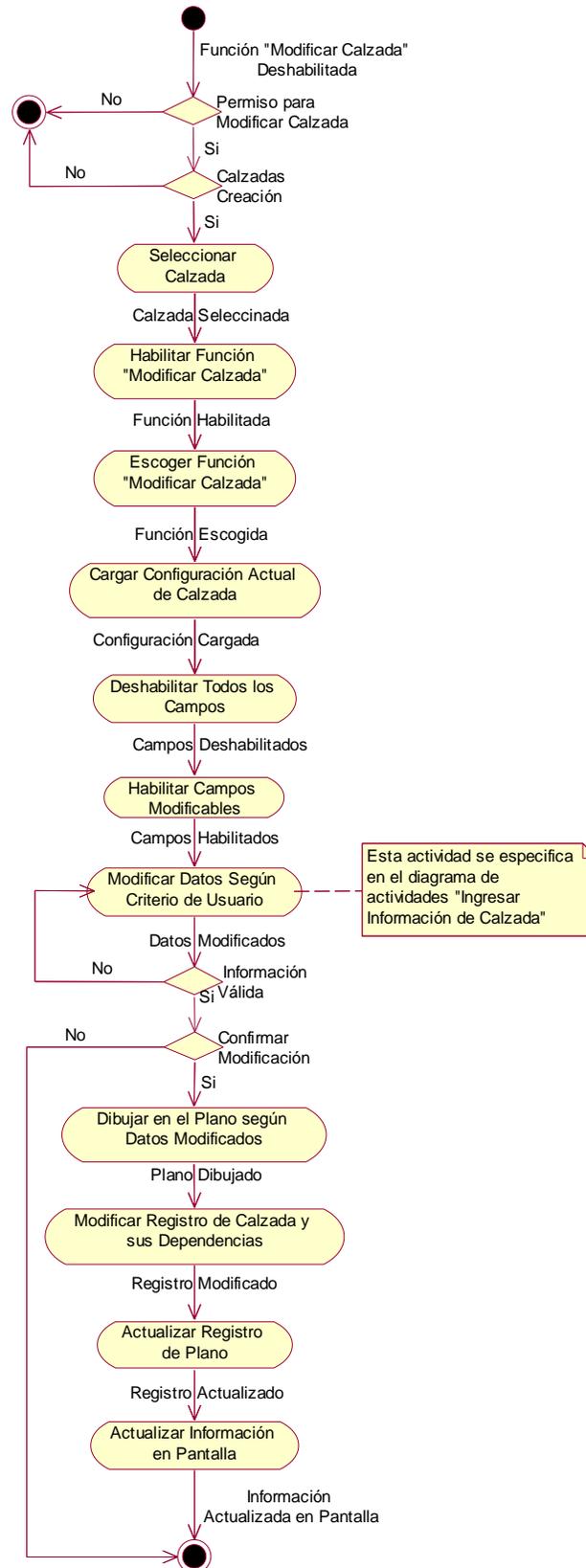
## Diagrama de Actividades para Modificar Acceso



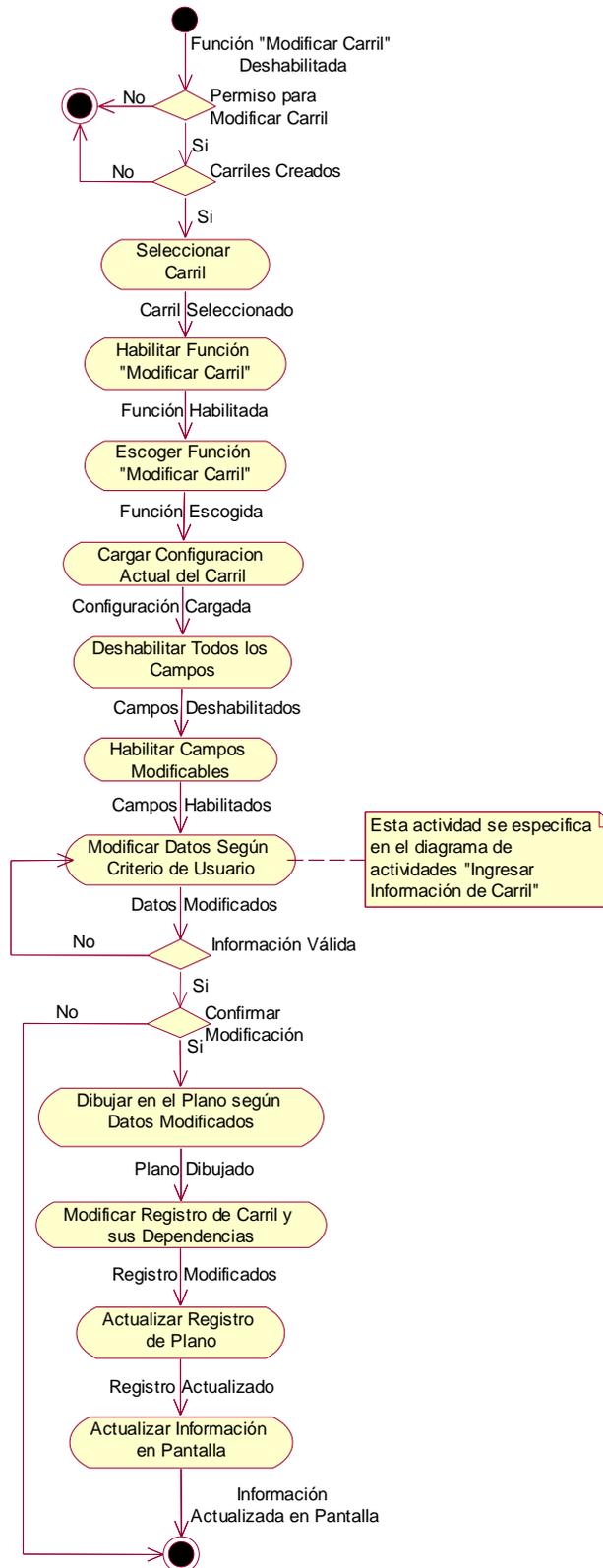
## Diagrama de Actividades para Modificar Análisis de Tráfico



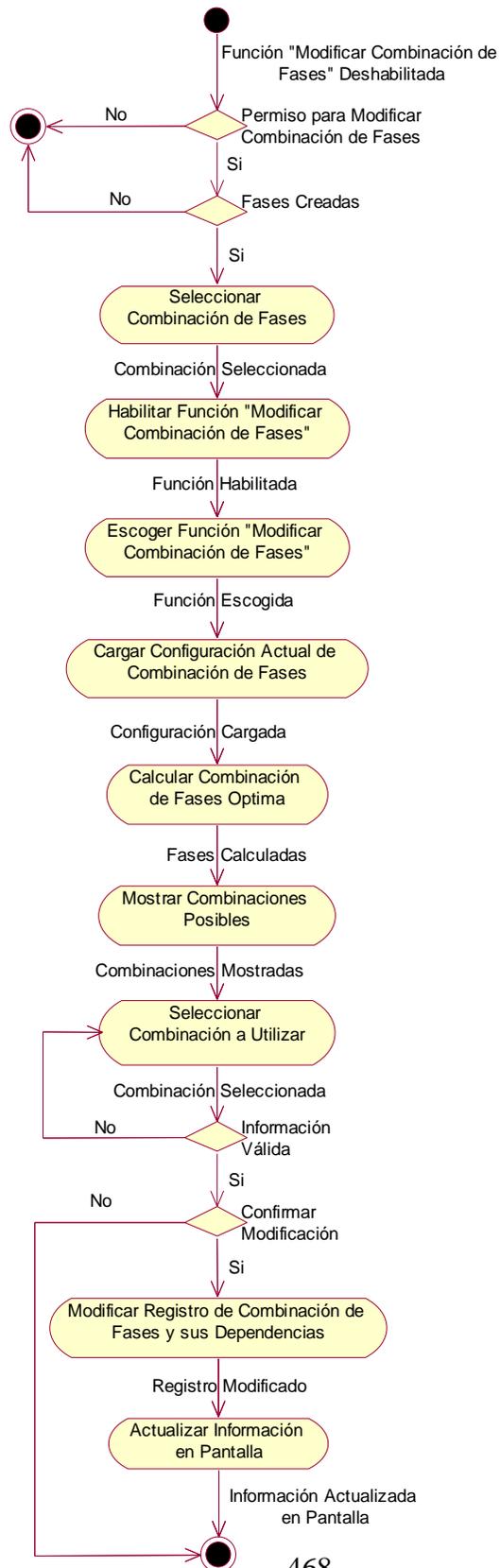
## Diagrama de Actividades para Modificar Calzada



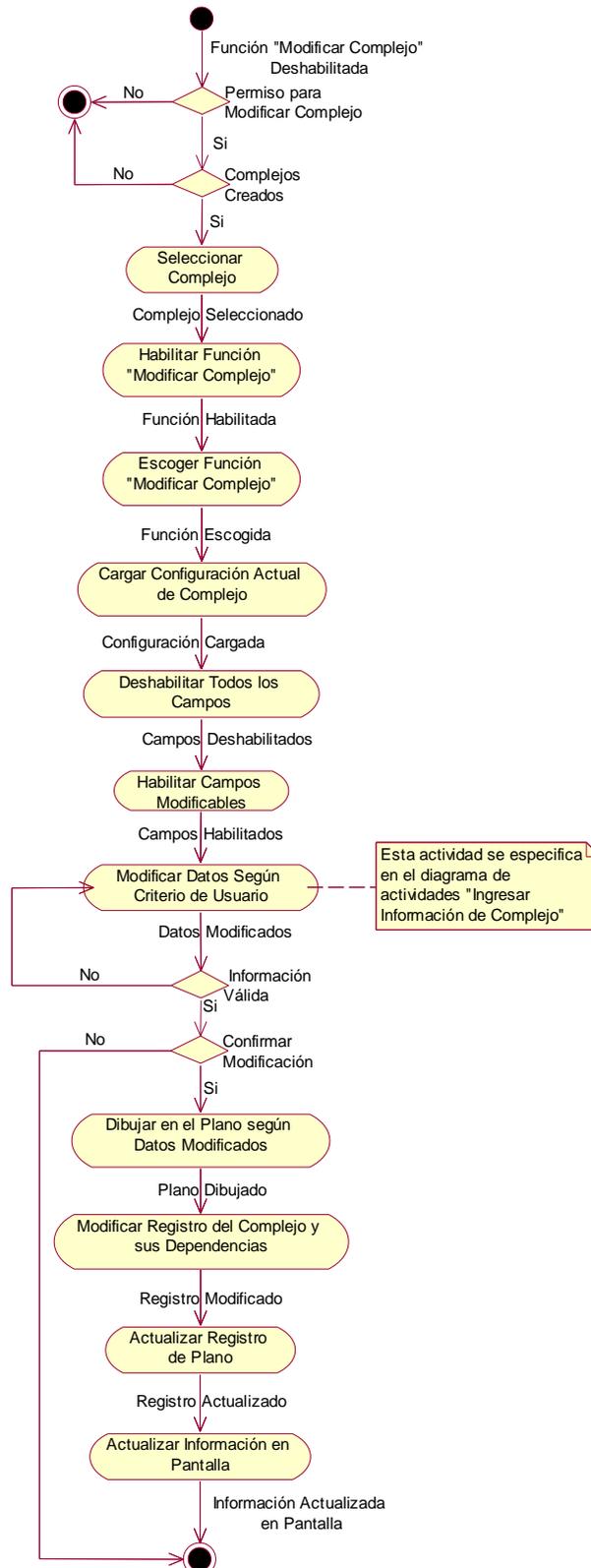
## Diagrama de Actividades para Modificar Carril



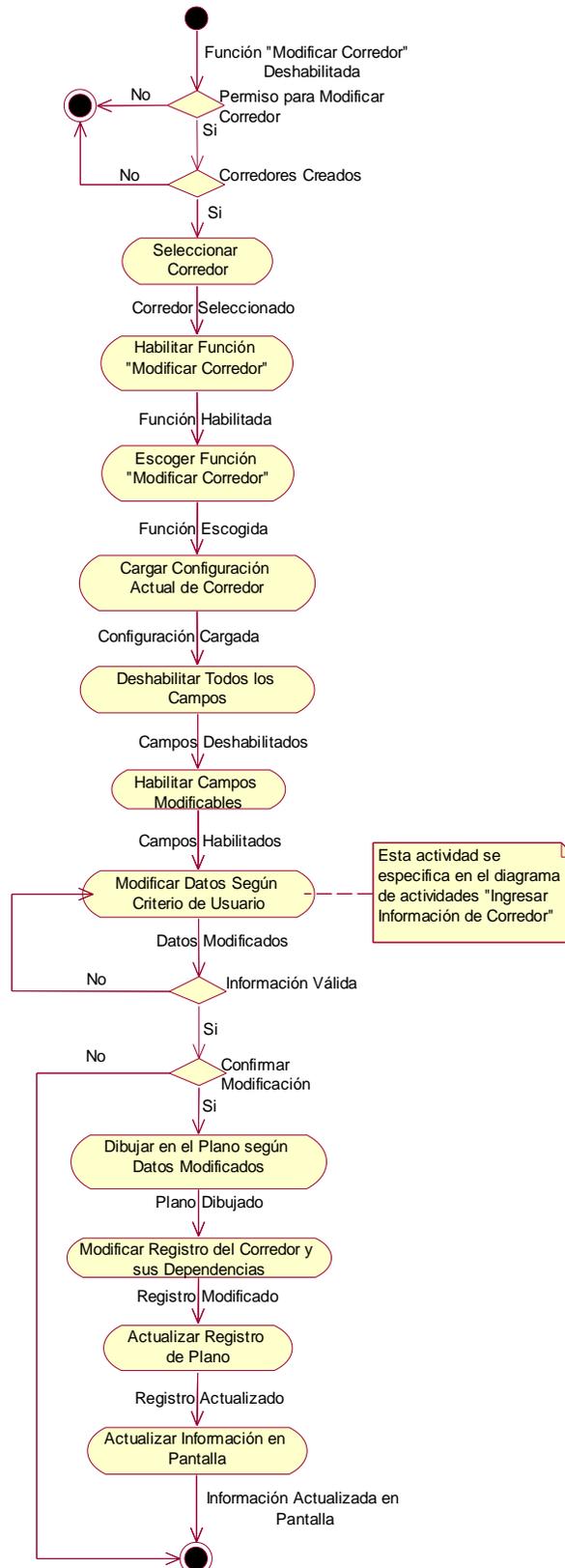
## Diagrama de Actividades para Modificar Combinación de Fases



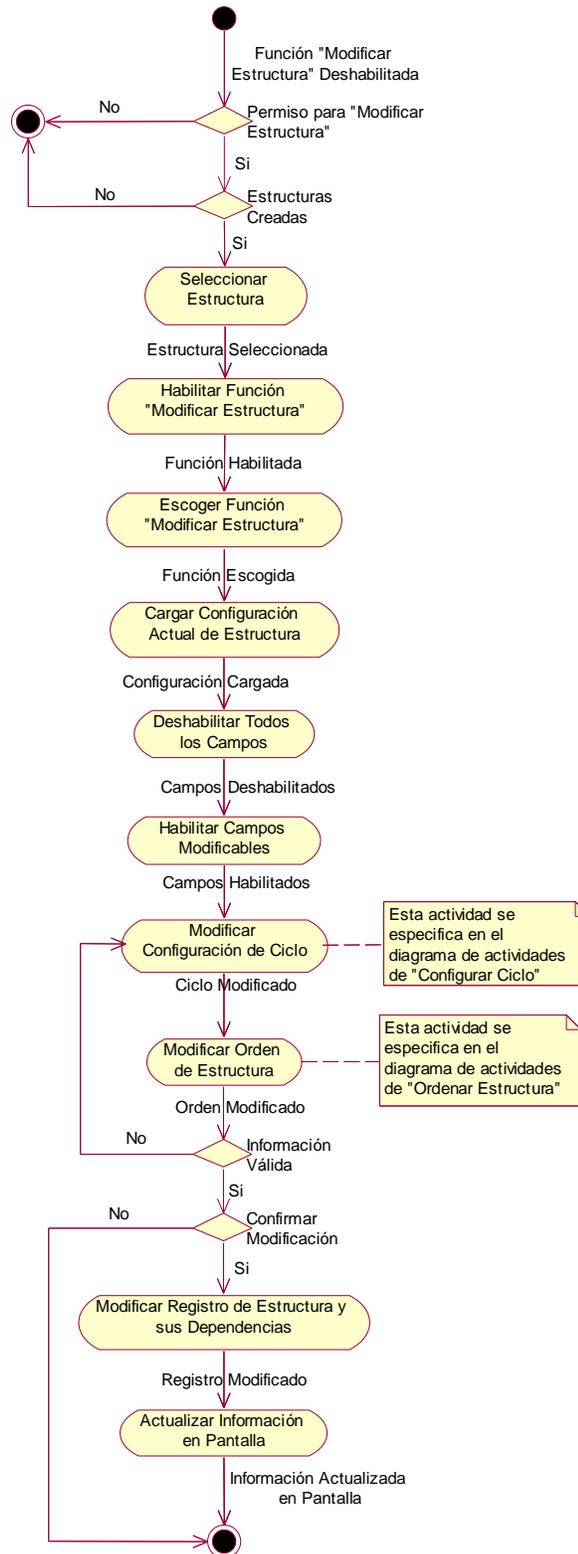
## Diagrama de Actividades para Modificar Complejo



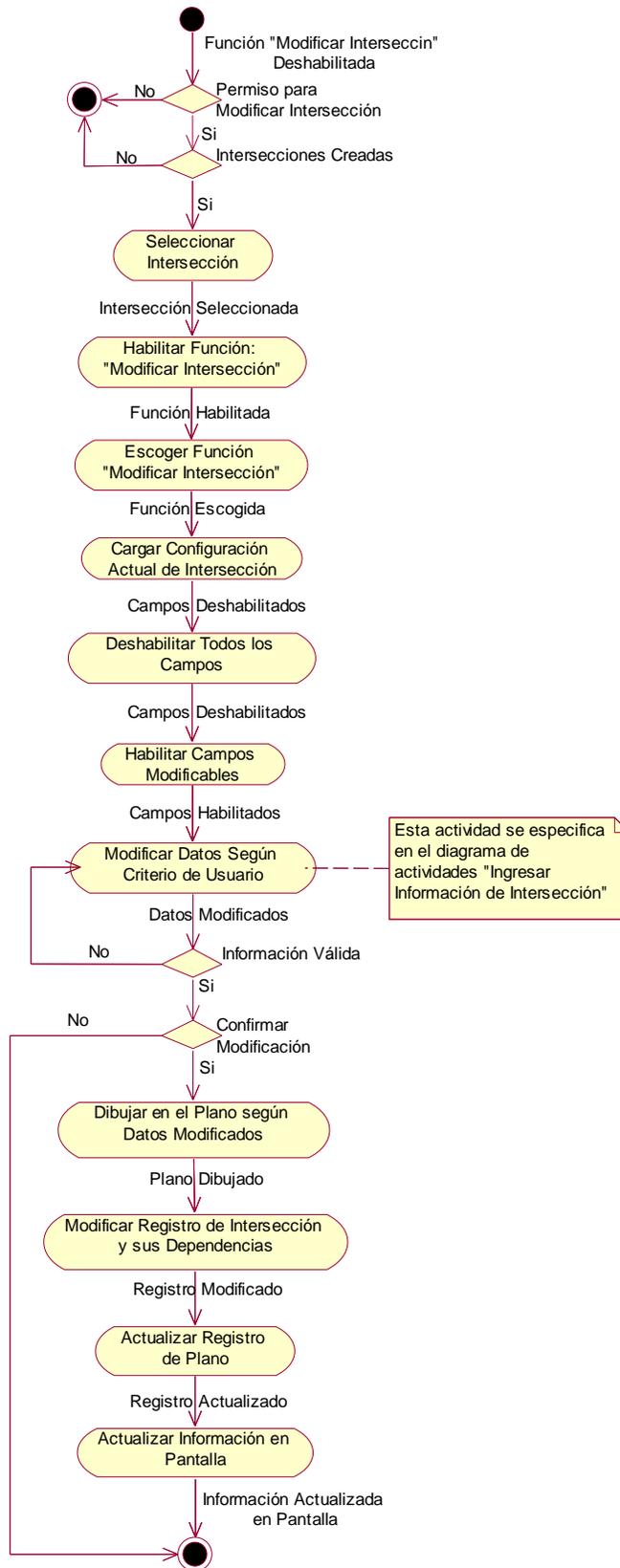
## Diagrama de Actividades para Modificar Corredor



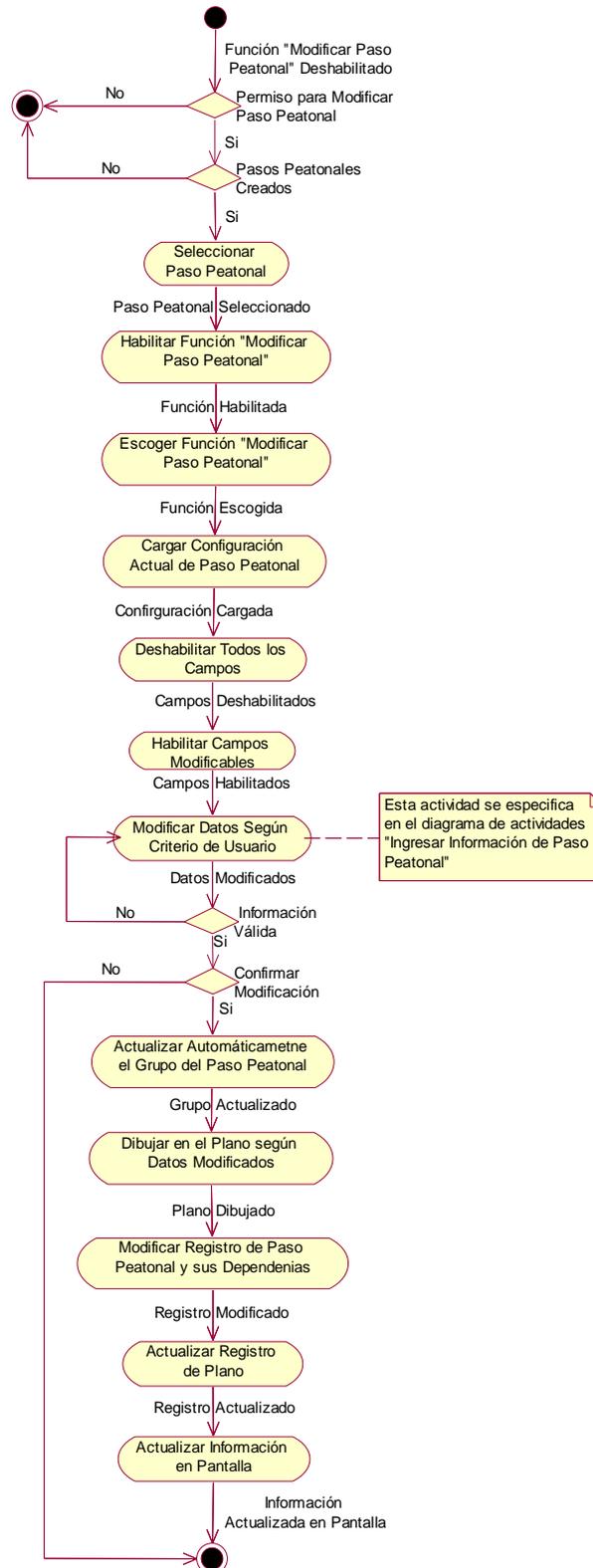
## Diagrama de Actividades para Modificar Estructura



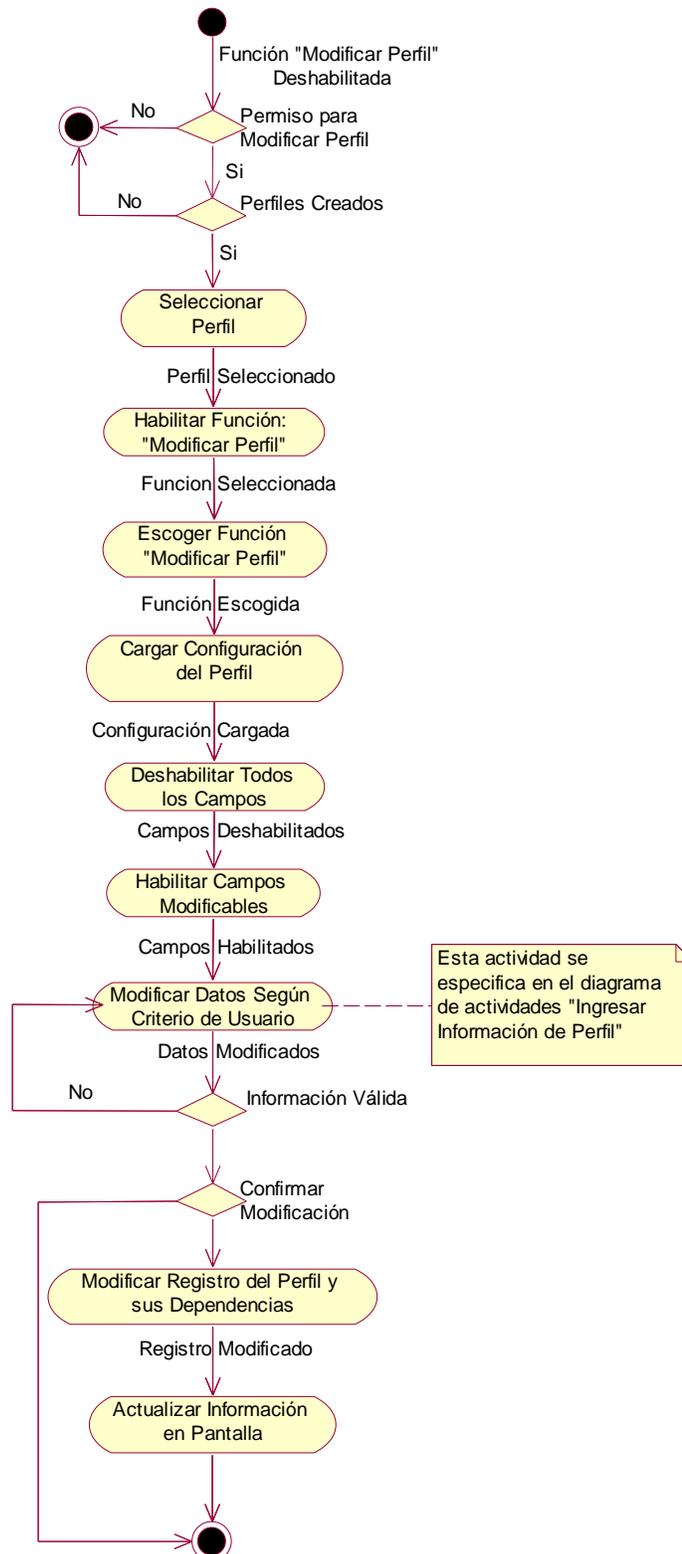
## Diagrama de Actividades para Modificar Intersección



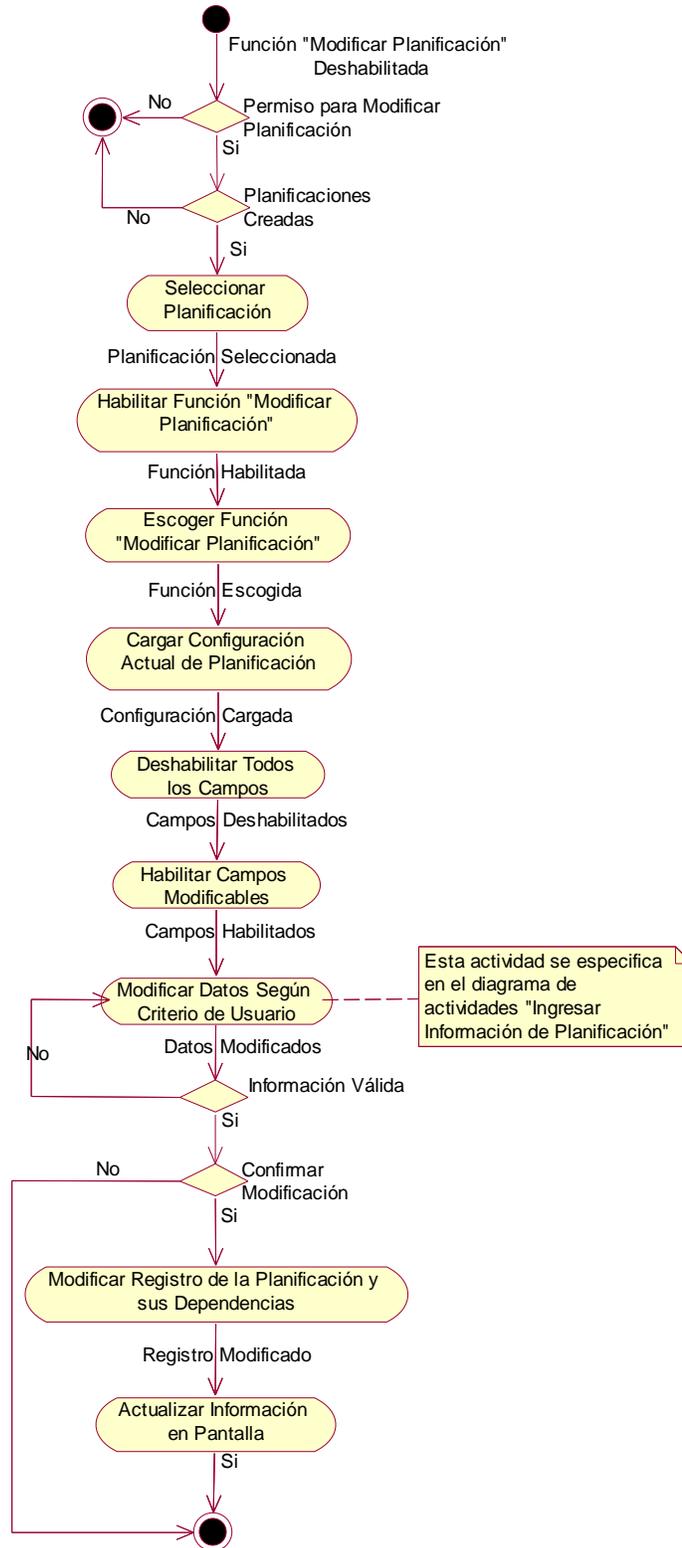
## Diagrama de Actividades para Modificar Paso Peatonal



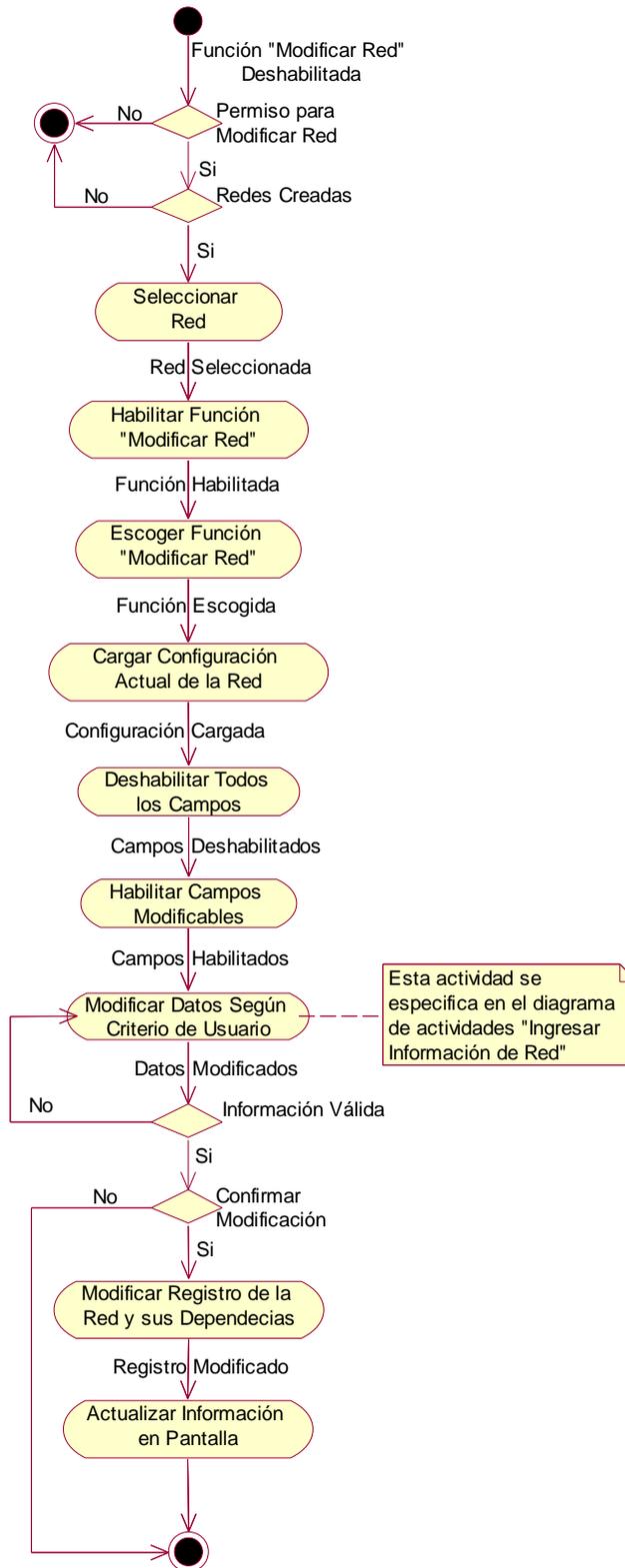
## Diagrama de Actividades para Modificar Perfil



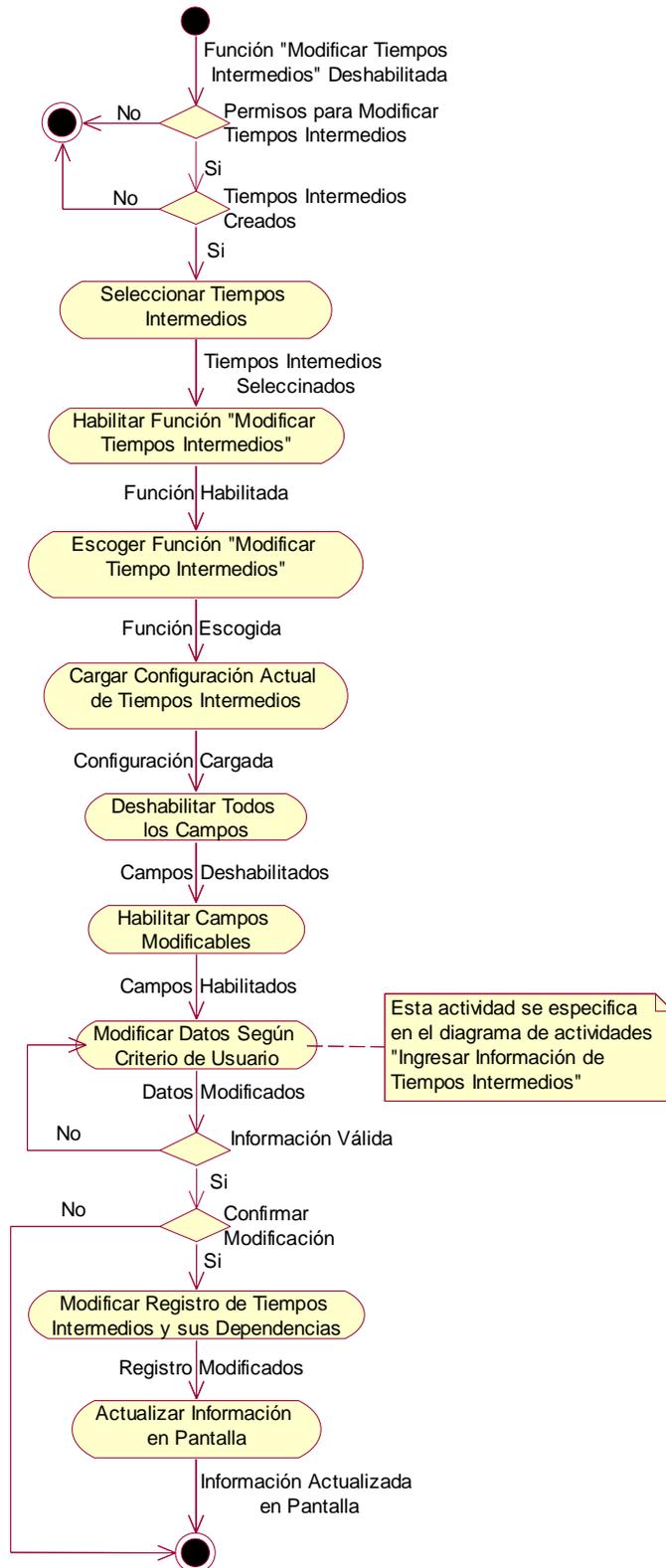
## Diagrama de Actividades para Modificar Planificación



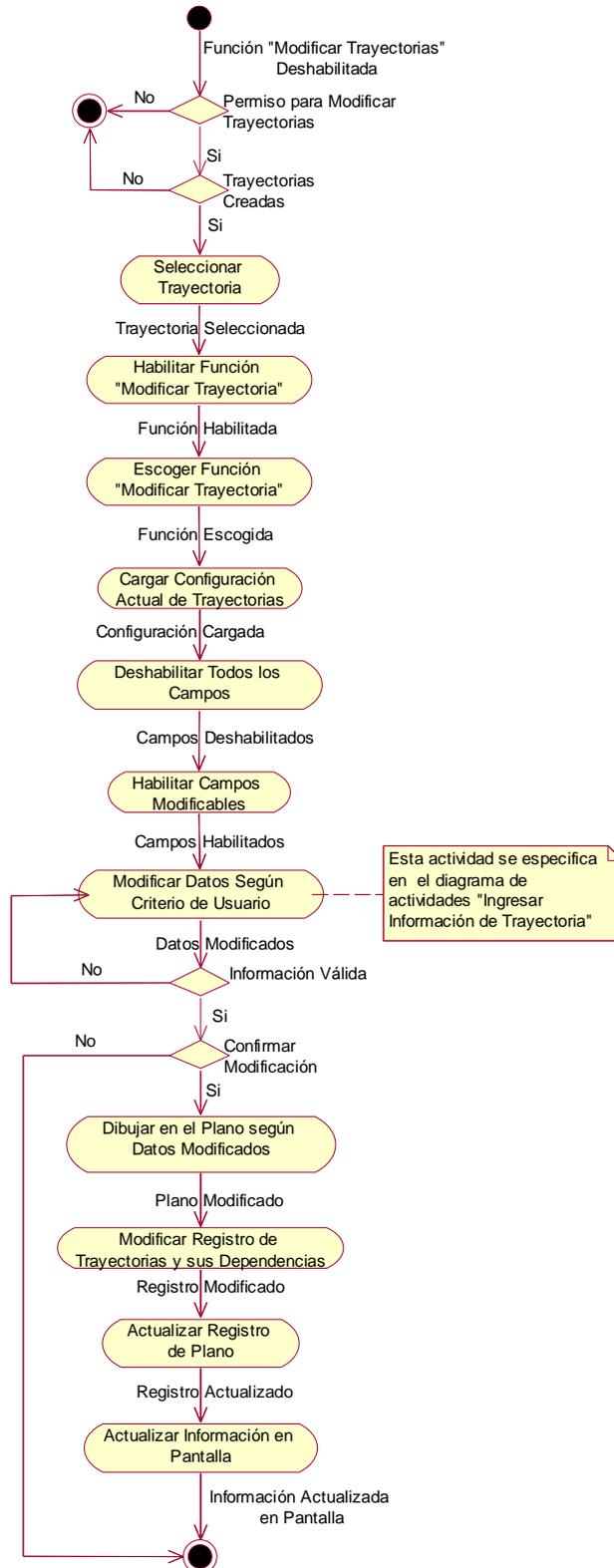
## Diagrama de Actividades para Modificar Red



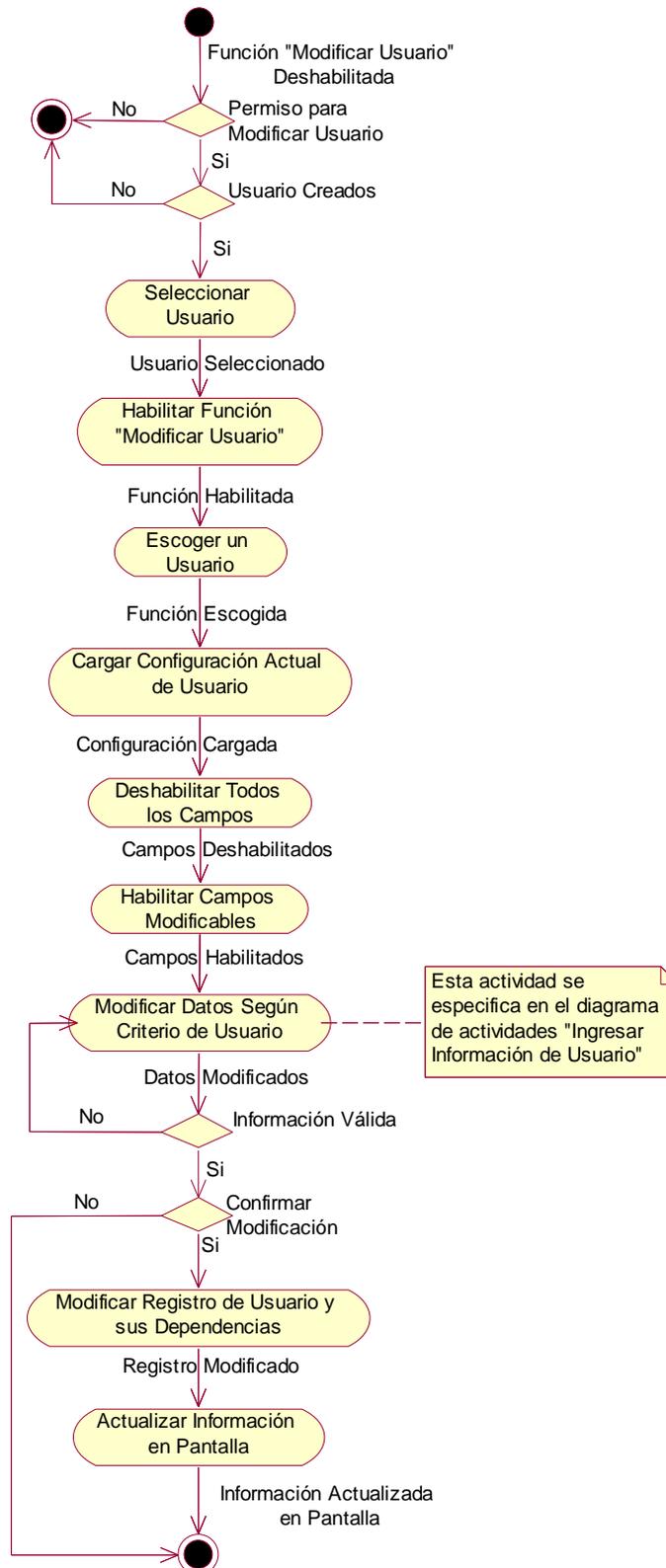
## Diagrama de Actividades para Modificar Tiempos Intermedios



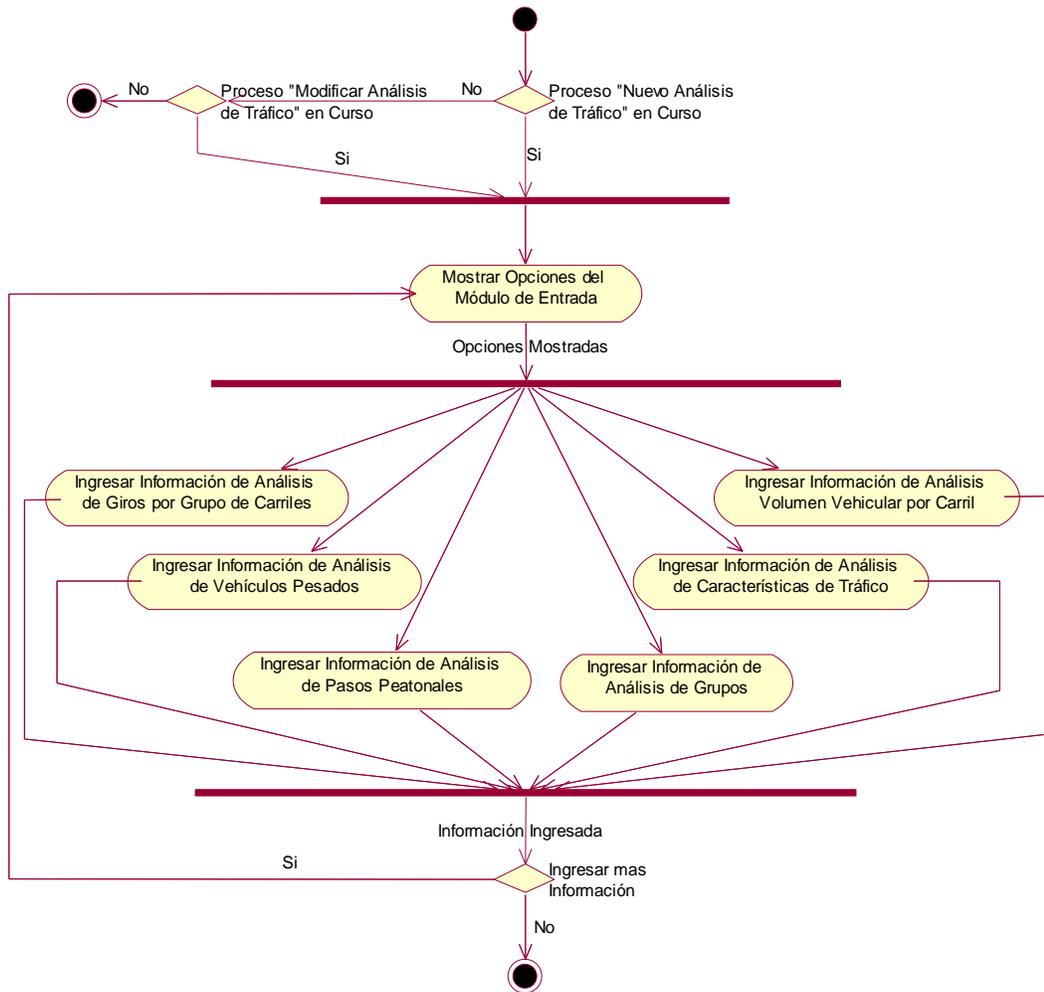
## Diagrama de Actividades para Modificar Trayectorias



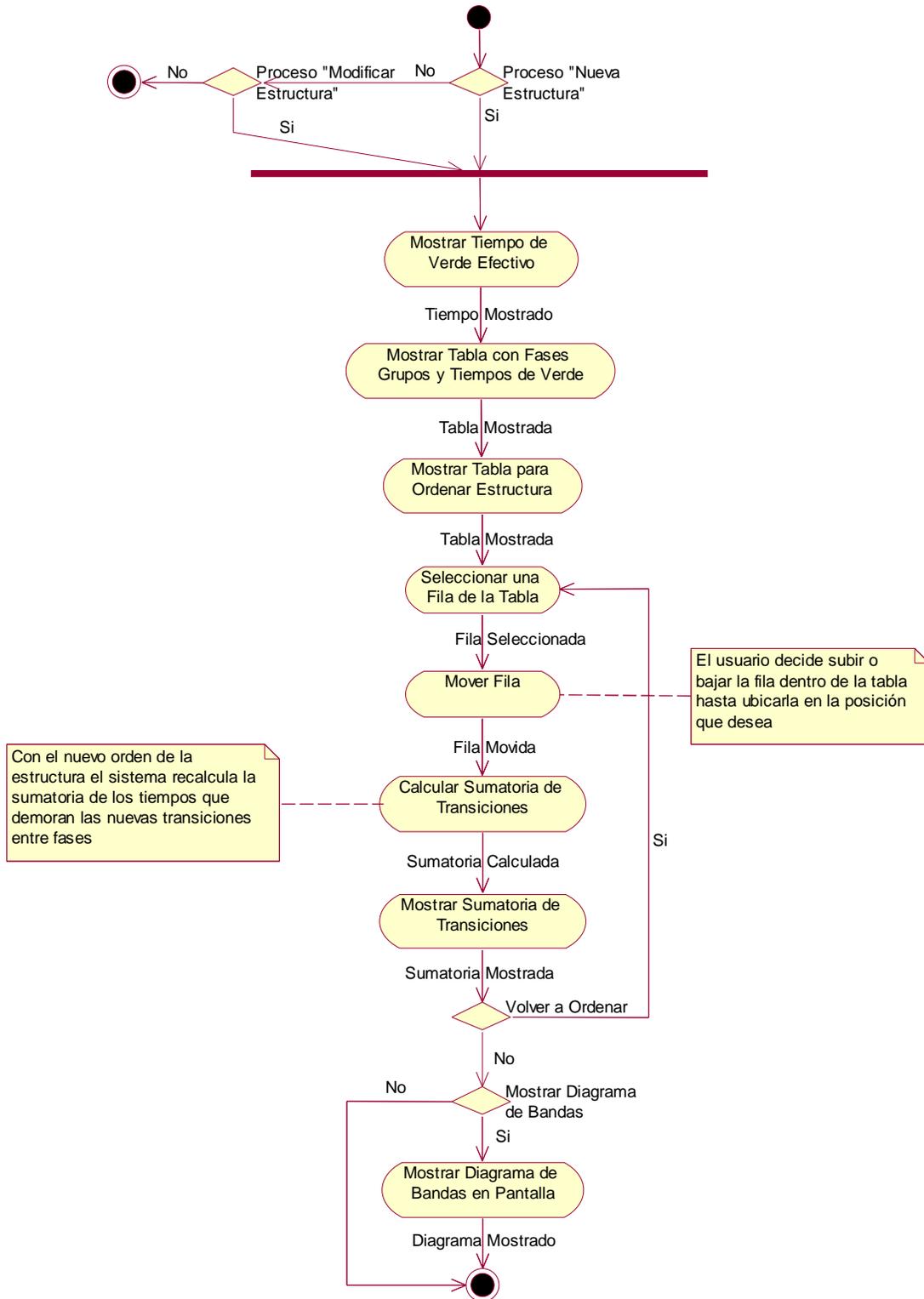
## Diagrama de Actividades para Modificar Usuario



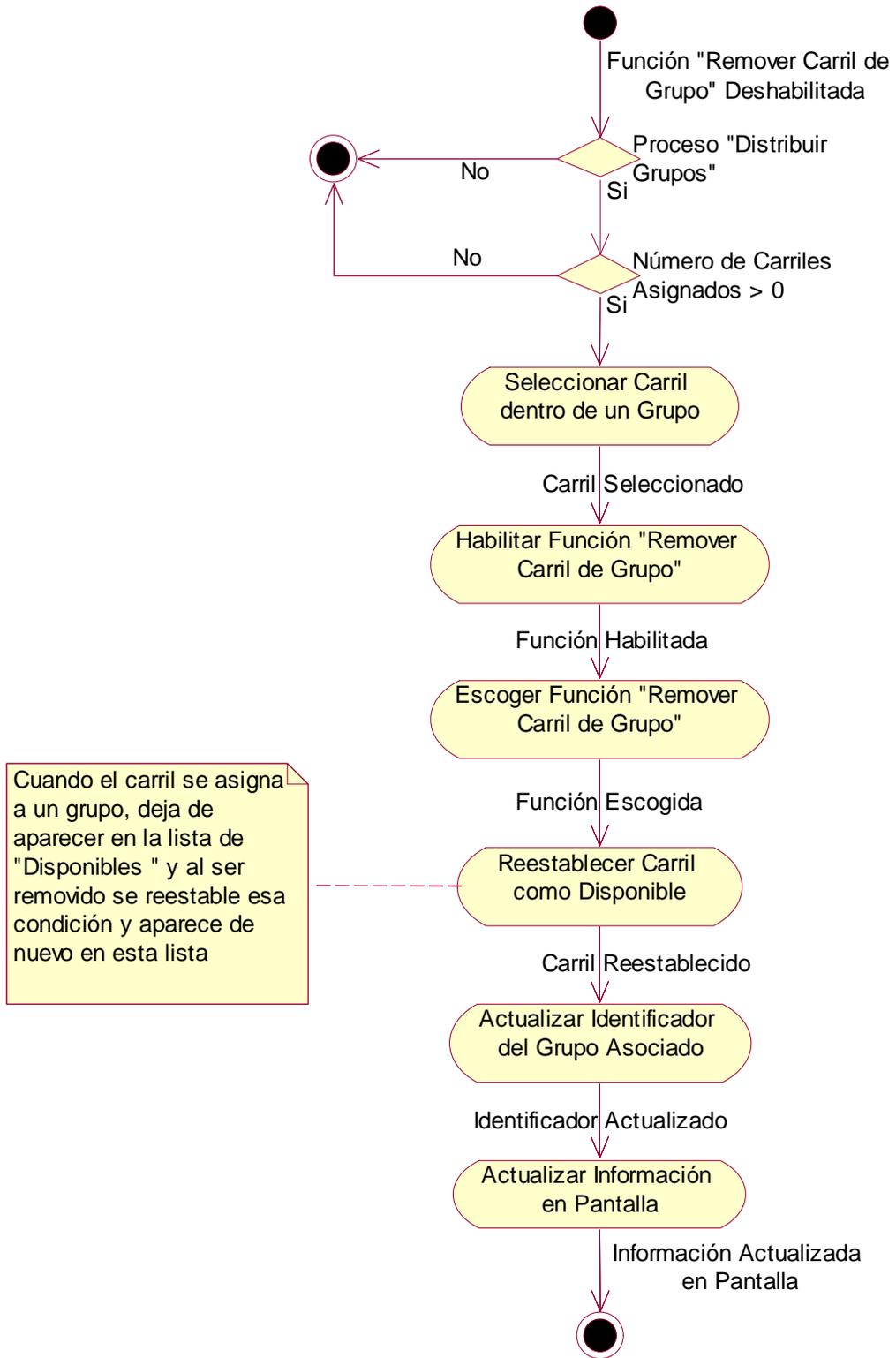
# Diagrama de Actividades para Módulo de Entrada para el Análisis de Tráfico



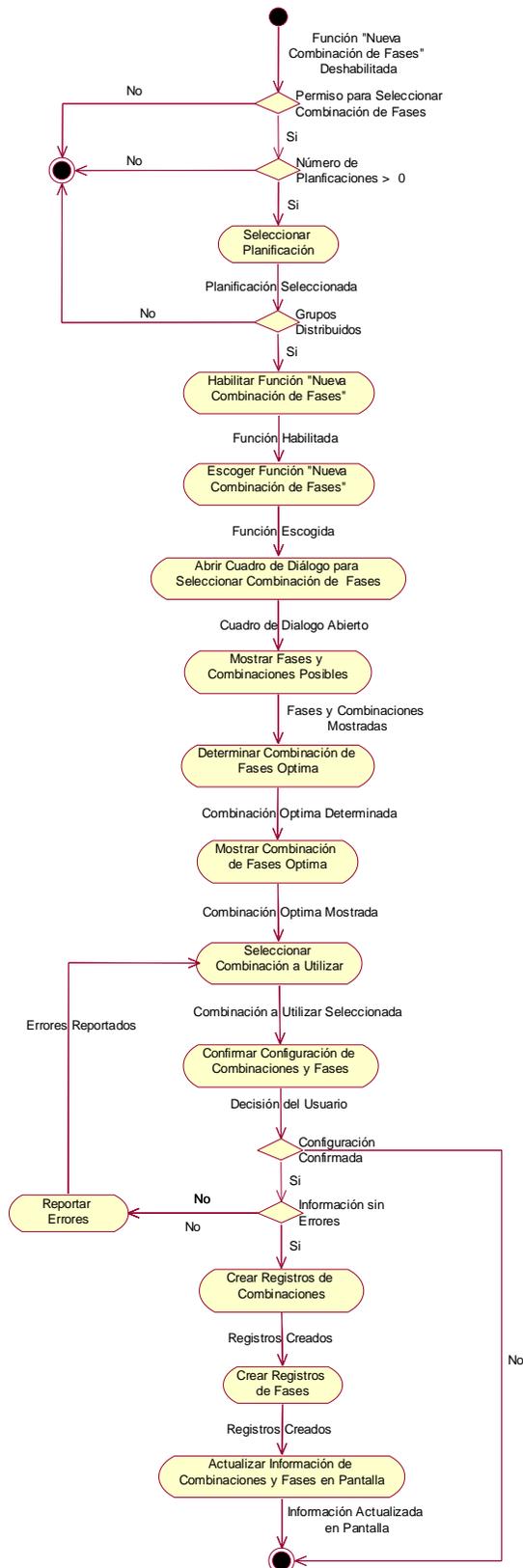
## Diagrama de Actividades para Ordenar Estructura



## Diagrama de Actividades para Remover Carril de Grupos



## Diagrama de Actividades para Seleccionar Combinación de Fases



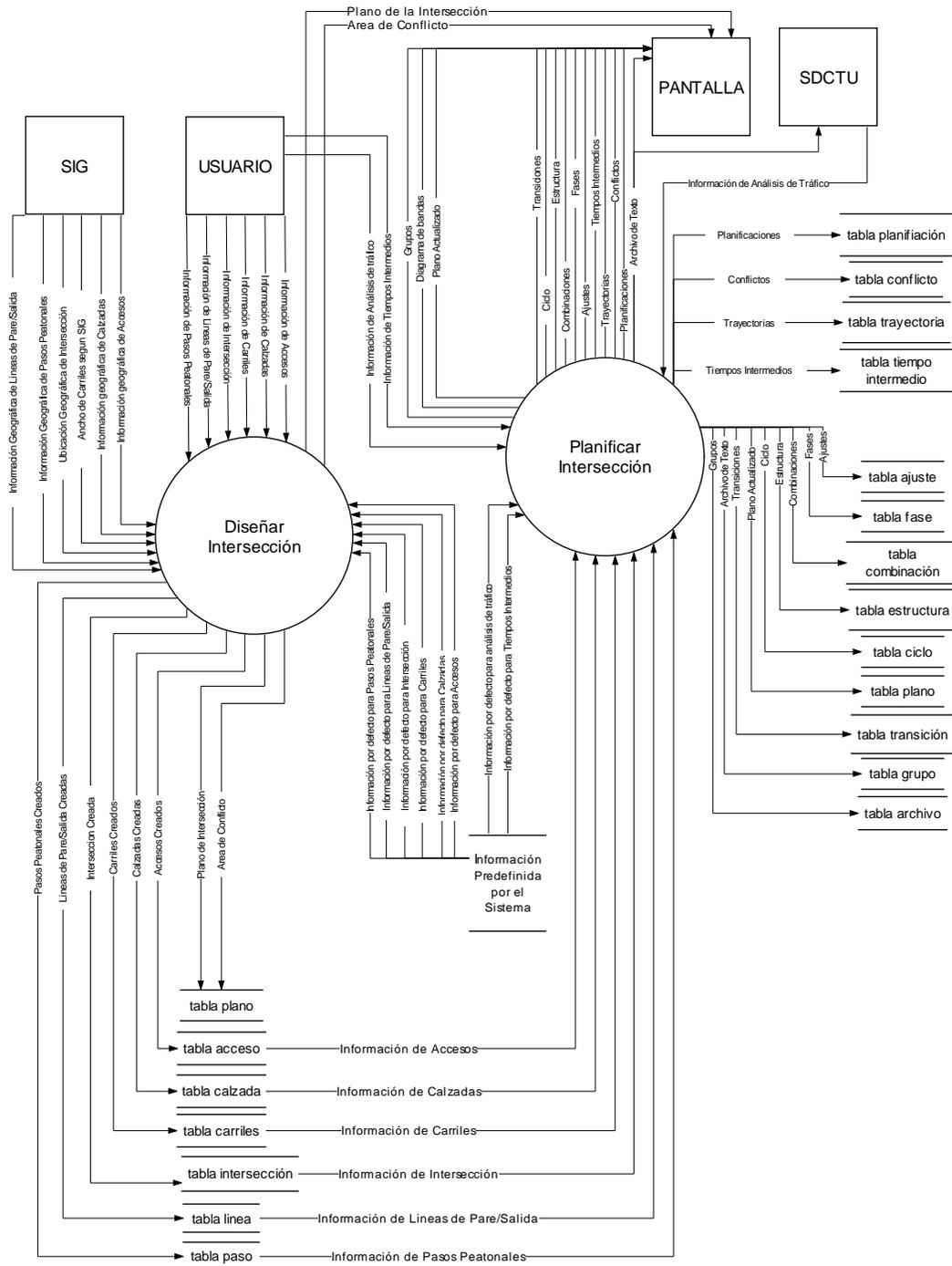
## ANEXO H

### DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS (DFD)

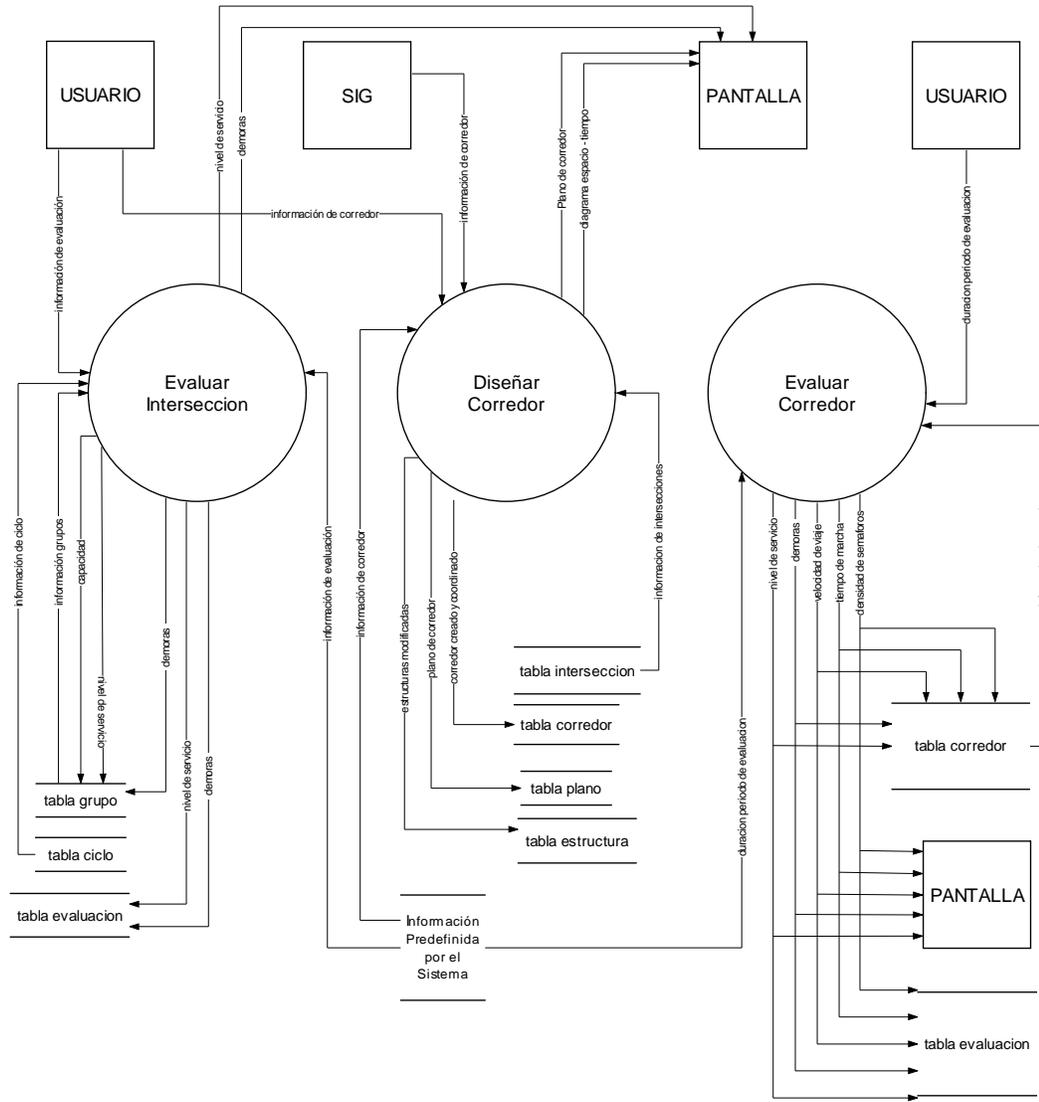
#### CONTENIDO

	Pág.
Diagrama Global de Flujo de Datos (Parte A)	485
Diagrama Global de Flujo de Datos (Parte B)	486
Diagrama de Flujo de Datos para Diseñar Corredor	487
Diagrama de Flujo de Datos para Diseñar Intersección	488
Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Corredor	489
Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Intersección (Parte A)	490
Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Intersección (Parte B)	491
Diagrama de Flujo de Datos para Planificar Intersección (Parte A)	492
Diagrama de Flujo de Datos para Planificar Intersección (Parte B)	493
Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Tráfico	494
Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Demoras por cada Grupo (Parte A)	495
Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Demoras por cada Grupo (Parte B)	496
Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Tiempos Intermedios	497
Diagrama de Flujo de Datos para Coordinar Corredor	498
Diagrama de Flujo de Datos para Crear Combinación	498
Diagrama de Flujo de Datos para Crear Corredor	499
Diagrama de Flujo de Datos para Crear Estructura	500
Diagrama de Flujo de Datos para Crear Fases	501
Diagrama de Flujo de Datos para Distribuir Grupos	501
Diagrama de Flujo de Datos para Encontrar Conflictos	502
Diagrama de Flujo de Datos para Trazar Trayectorias	502
Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Características Generales de Tráfico	503
Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Giros por cada Grupo	504
Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Vehículos Pesados	505
Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Volumen Vehicular por Carril	506

# Diagrama Global de Flujo de Datos (Parte A)

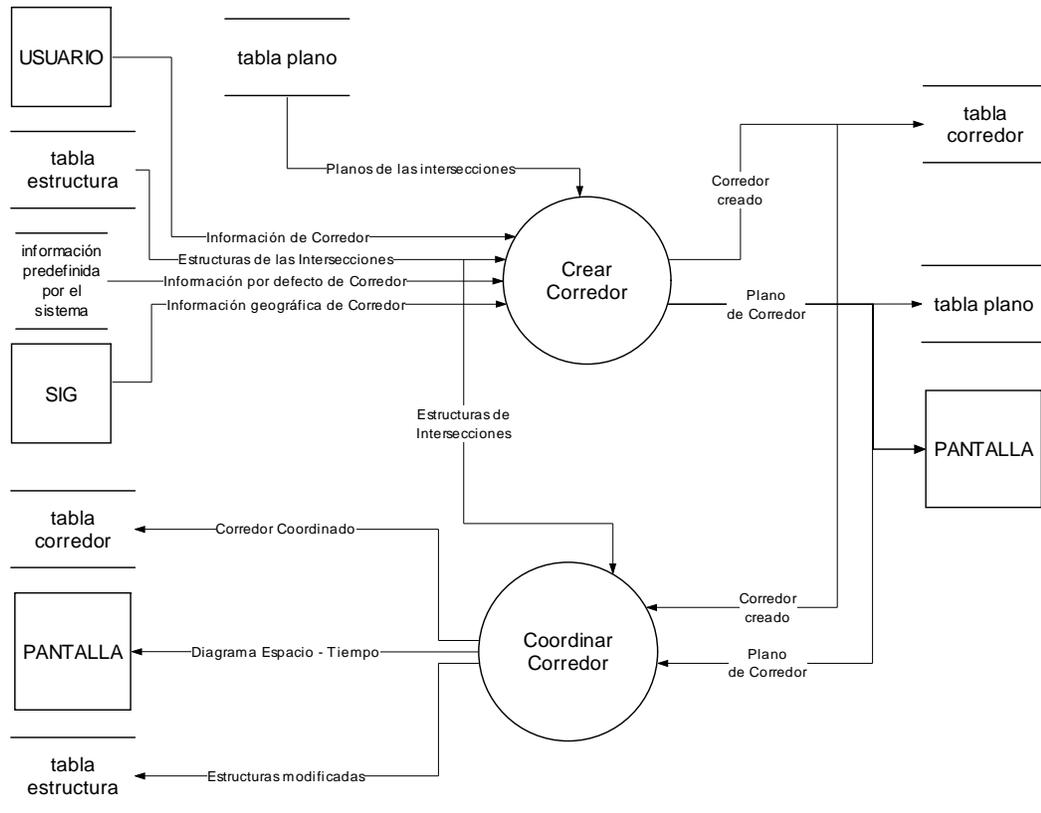


## Diagrama Global de Flujo de Datos (Parte B)

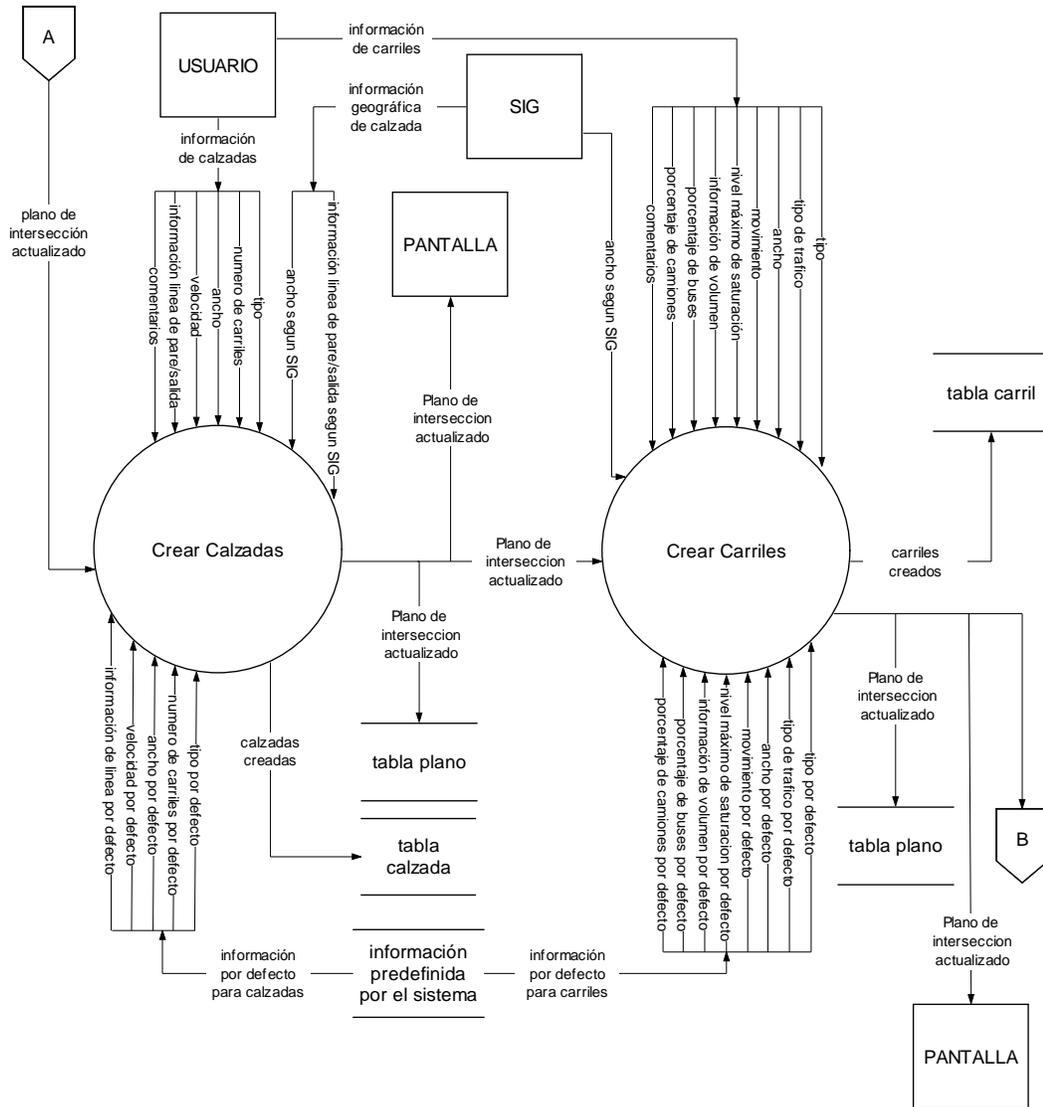


## Segundo Nivel

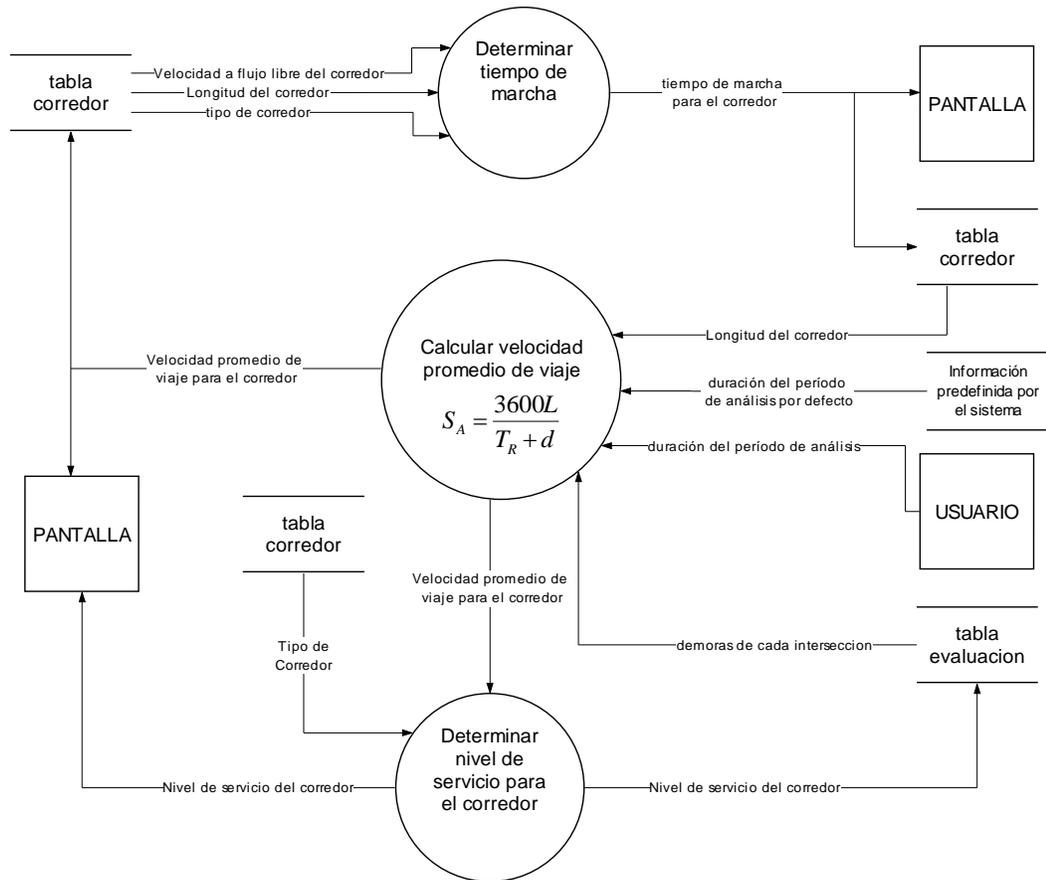
### Diagrama de Flujo de Datos para Diseñar Corredor



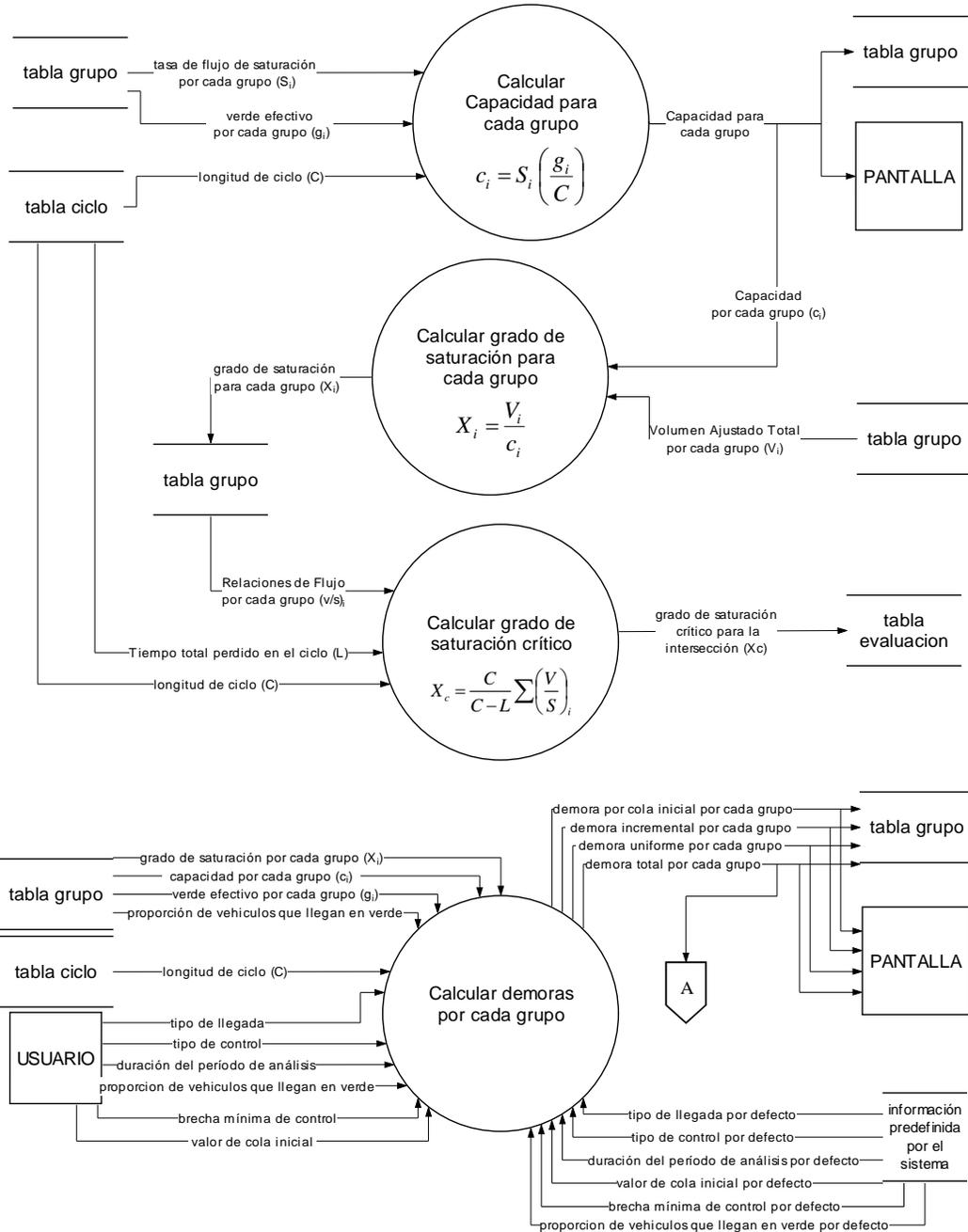
# Diagrama de Flujo de Datos para Diseñar Intersección



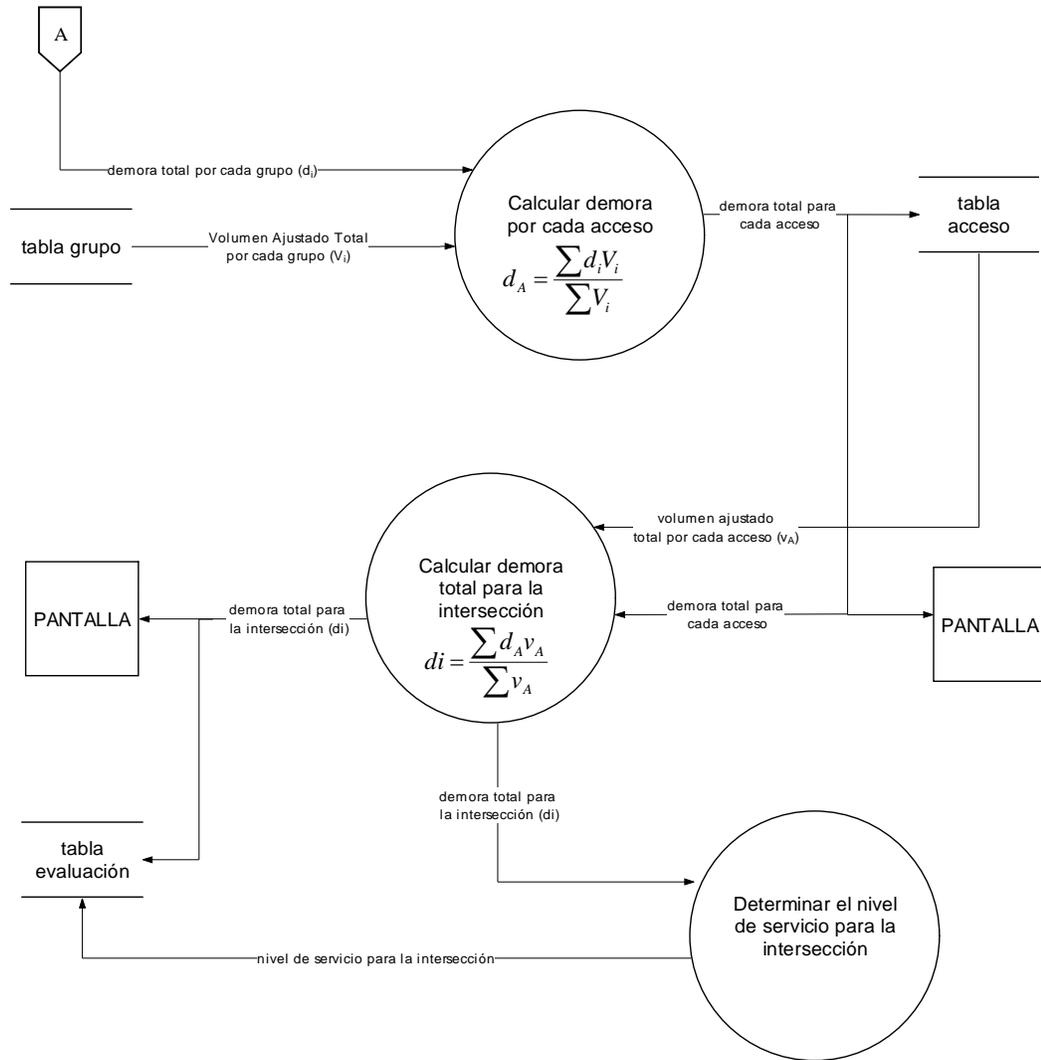
## Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Corredor



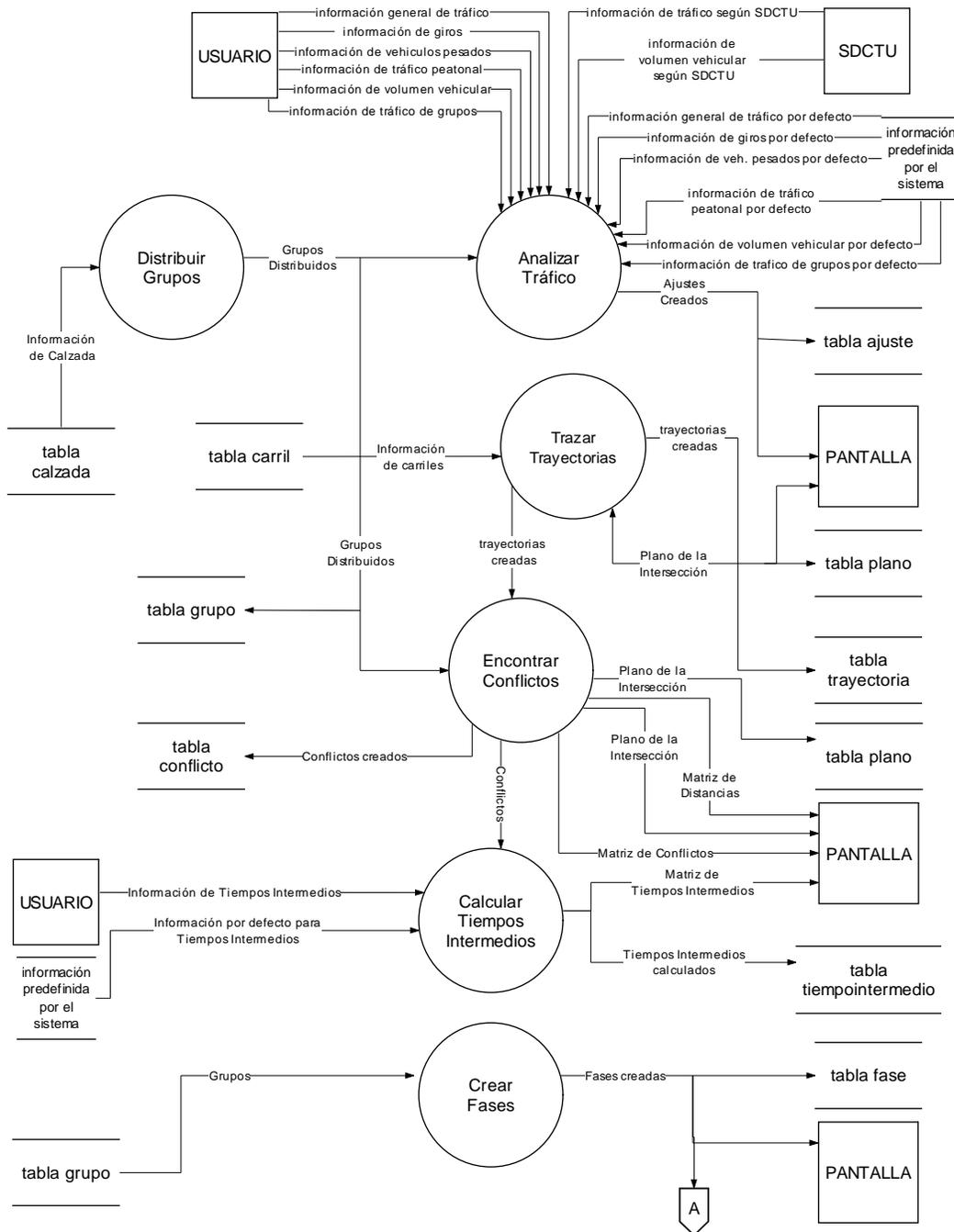
## Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Intersección (Parte A)



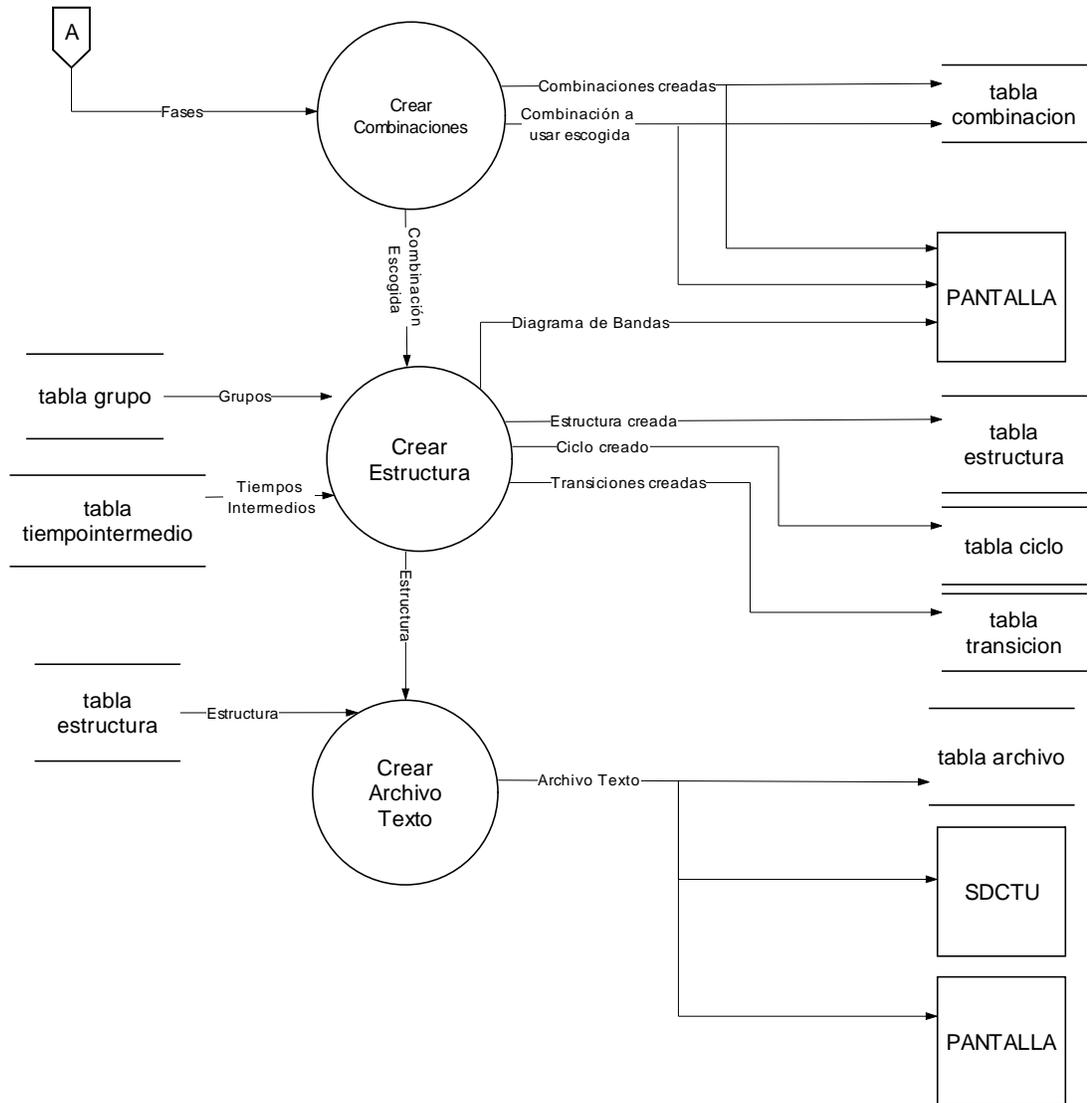
## Diagrama de Flujo de Datos para Evaluar Intersección (Parte B)



## Diagrama de Flujo de Datos para Planificar Intersección (Parte A)

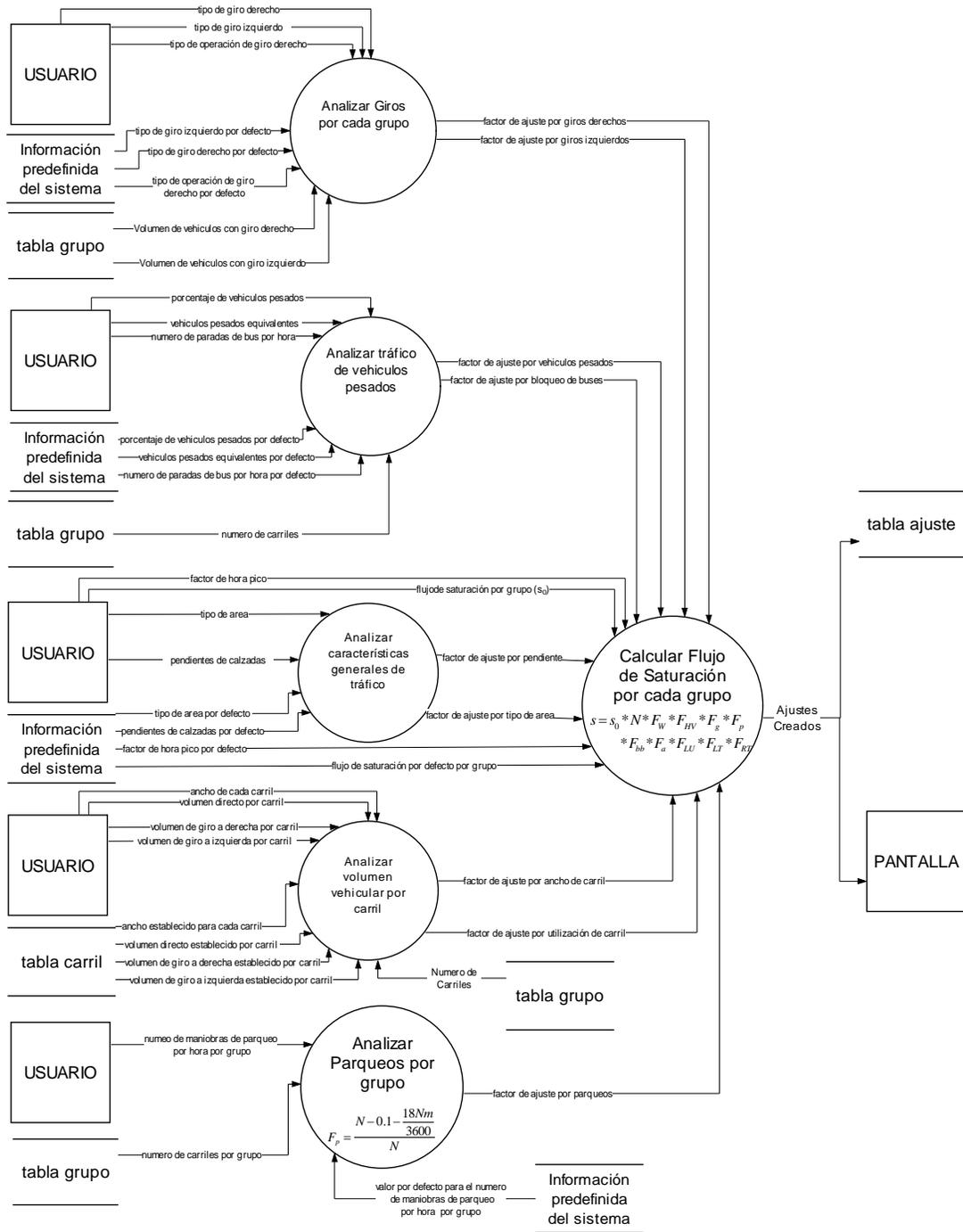


## Diagrama de Flujo de Datos para Planificar Intersección (Parte B)

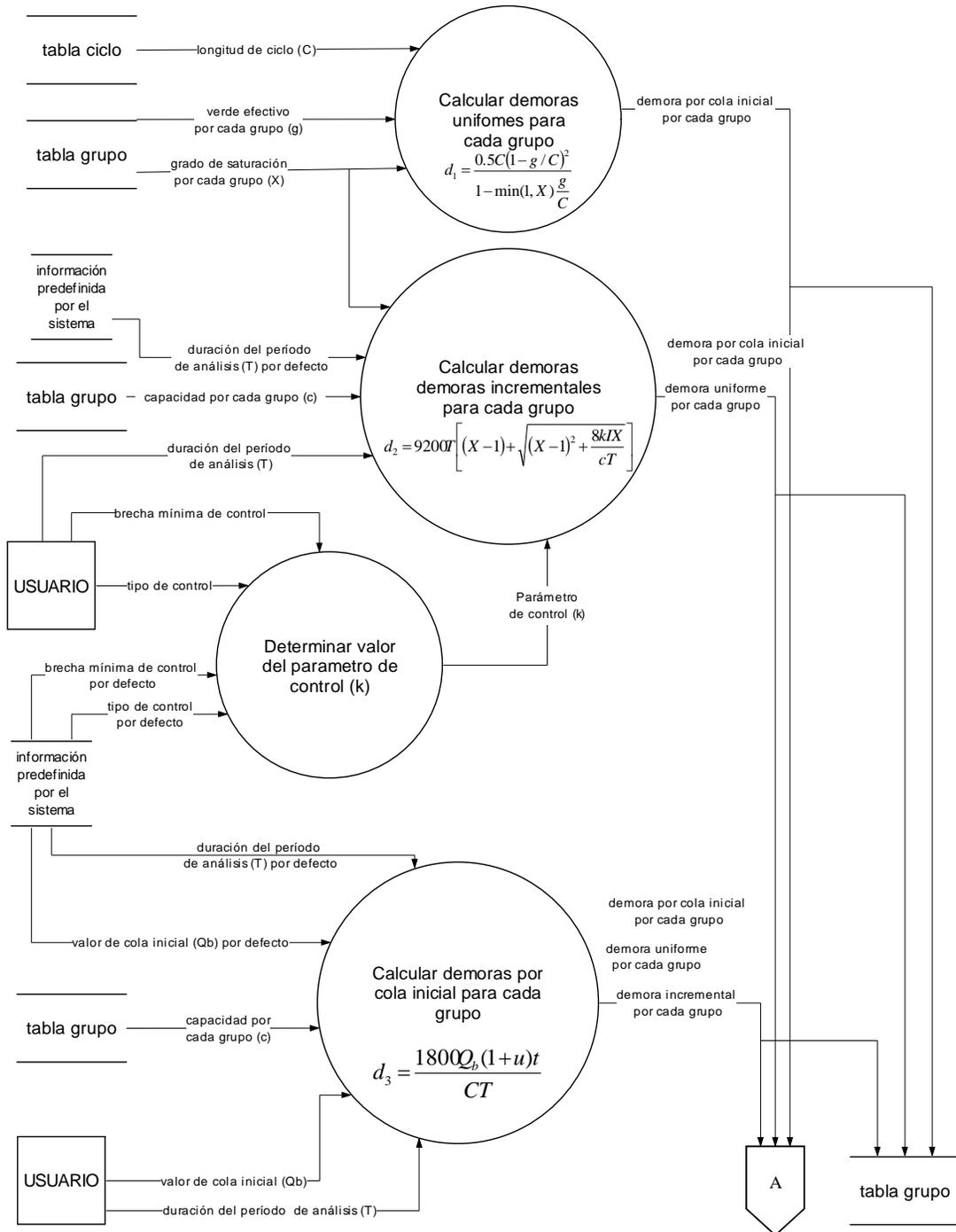


## Tercer Nivel

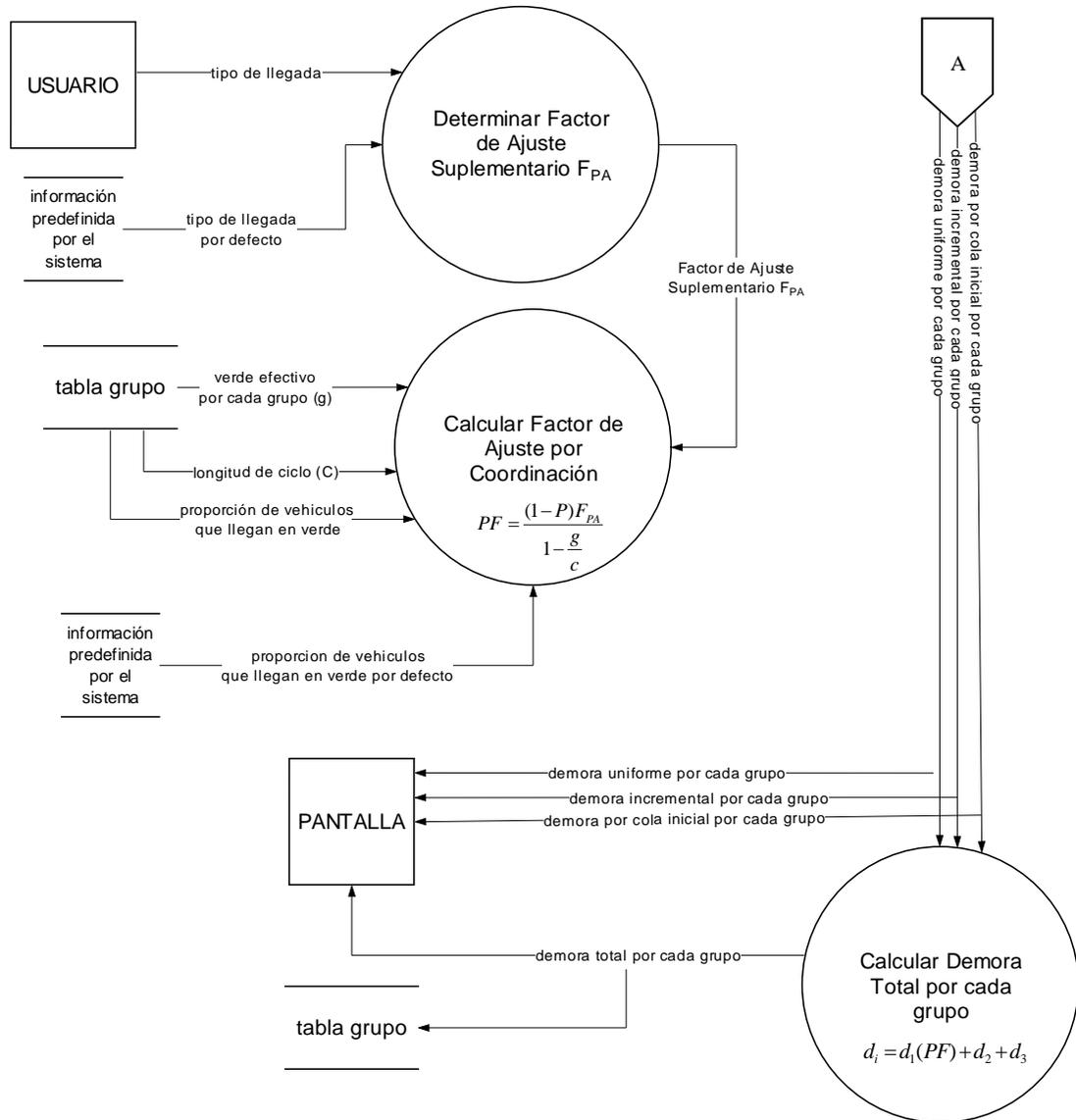
### Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Tráfico



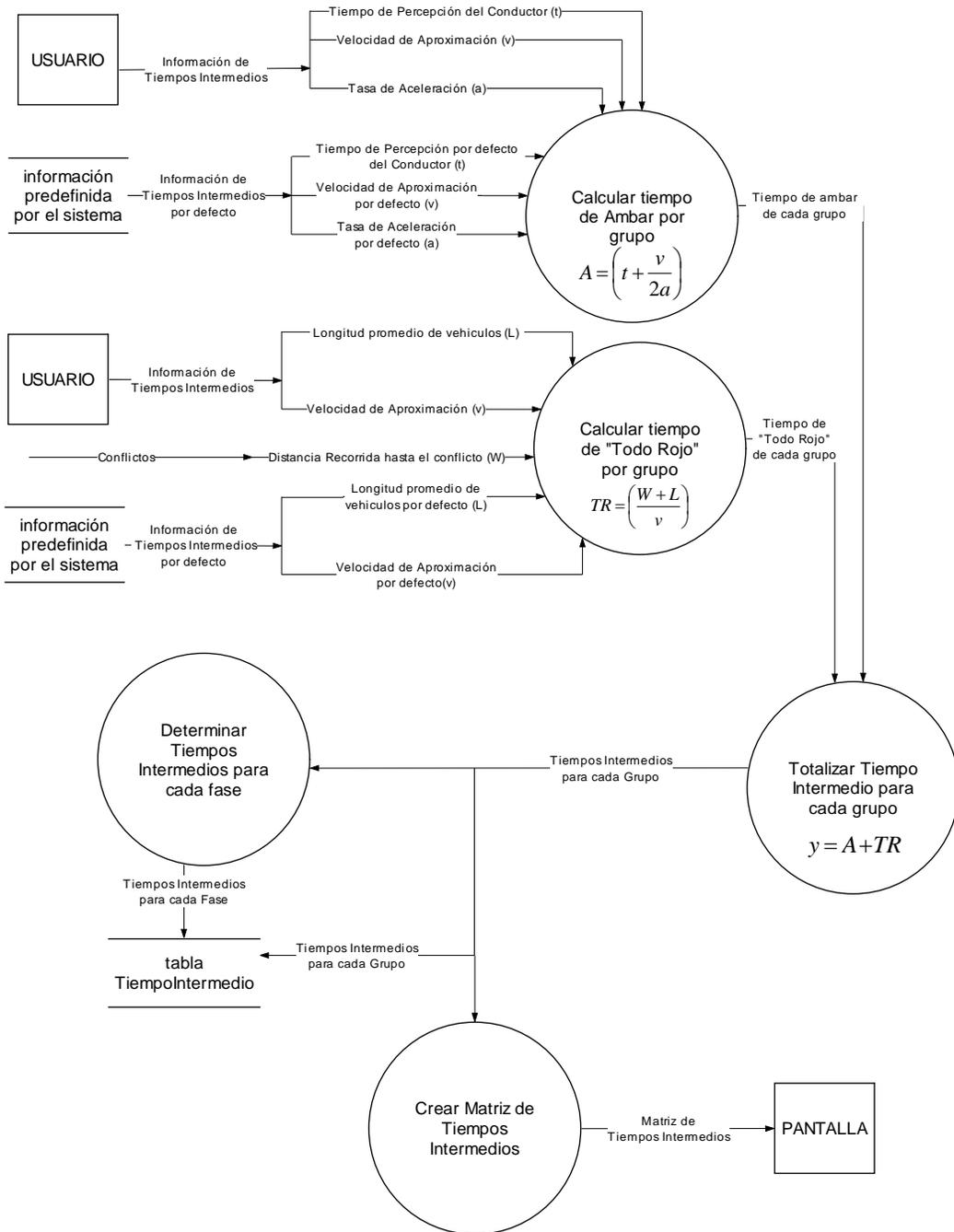
## Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Demoras por cada Grupo (Parte A)



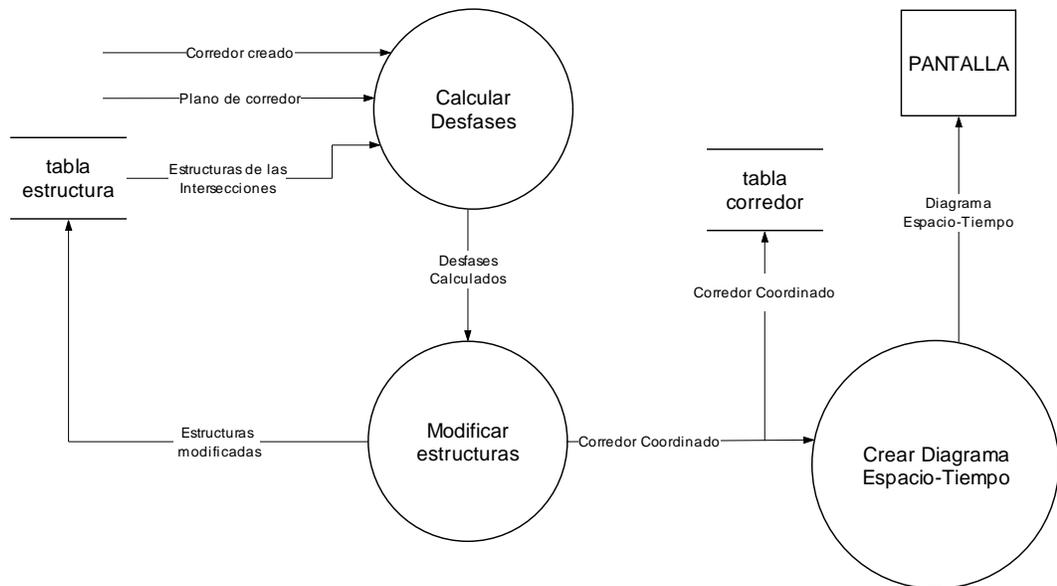
## Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Demoras por cada Grupo (Parte B)



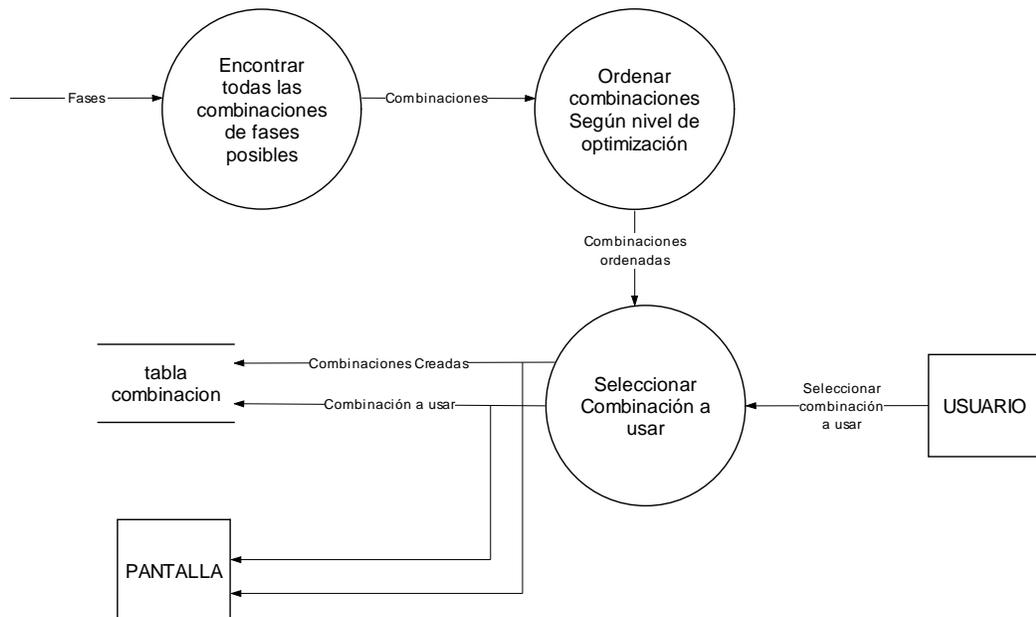
## Diagrama de Flujo de Datos para Calcular Tiempos Intermedios



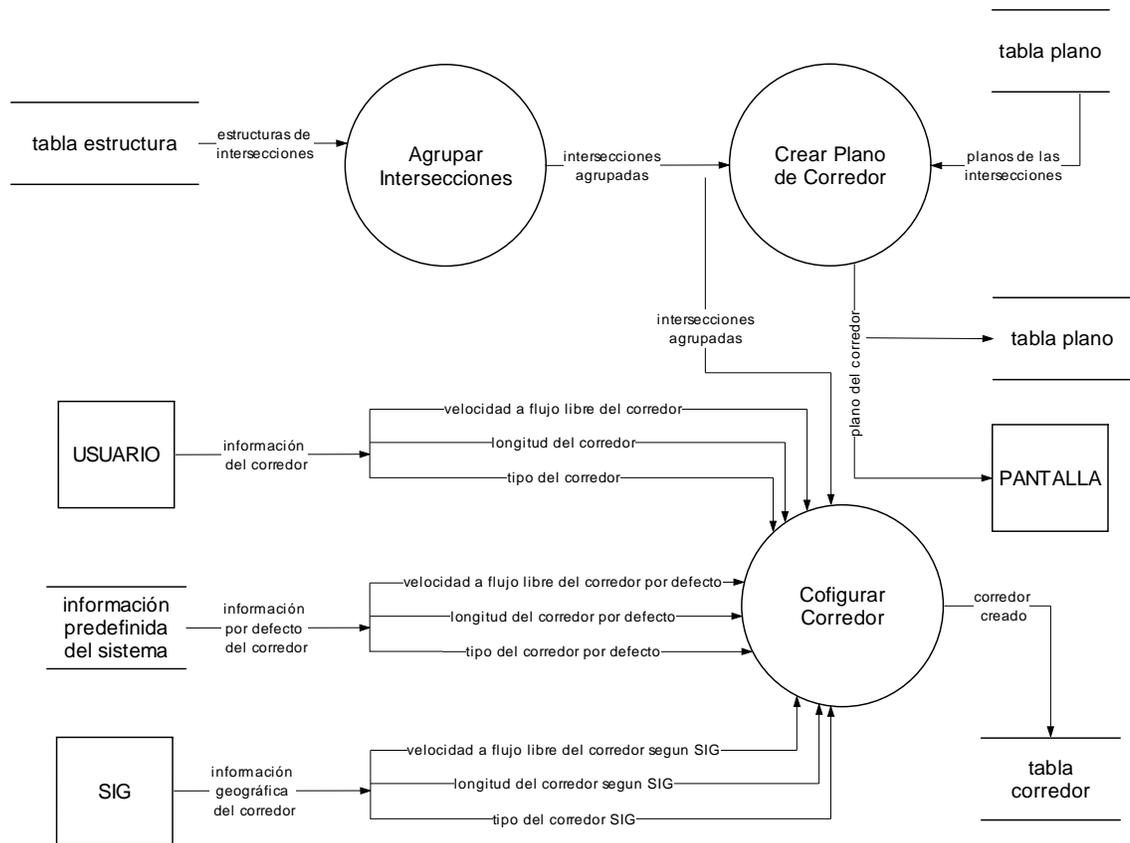
## Diagrama de Flujo de Datos para Coordinar Corredor



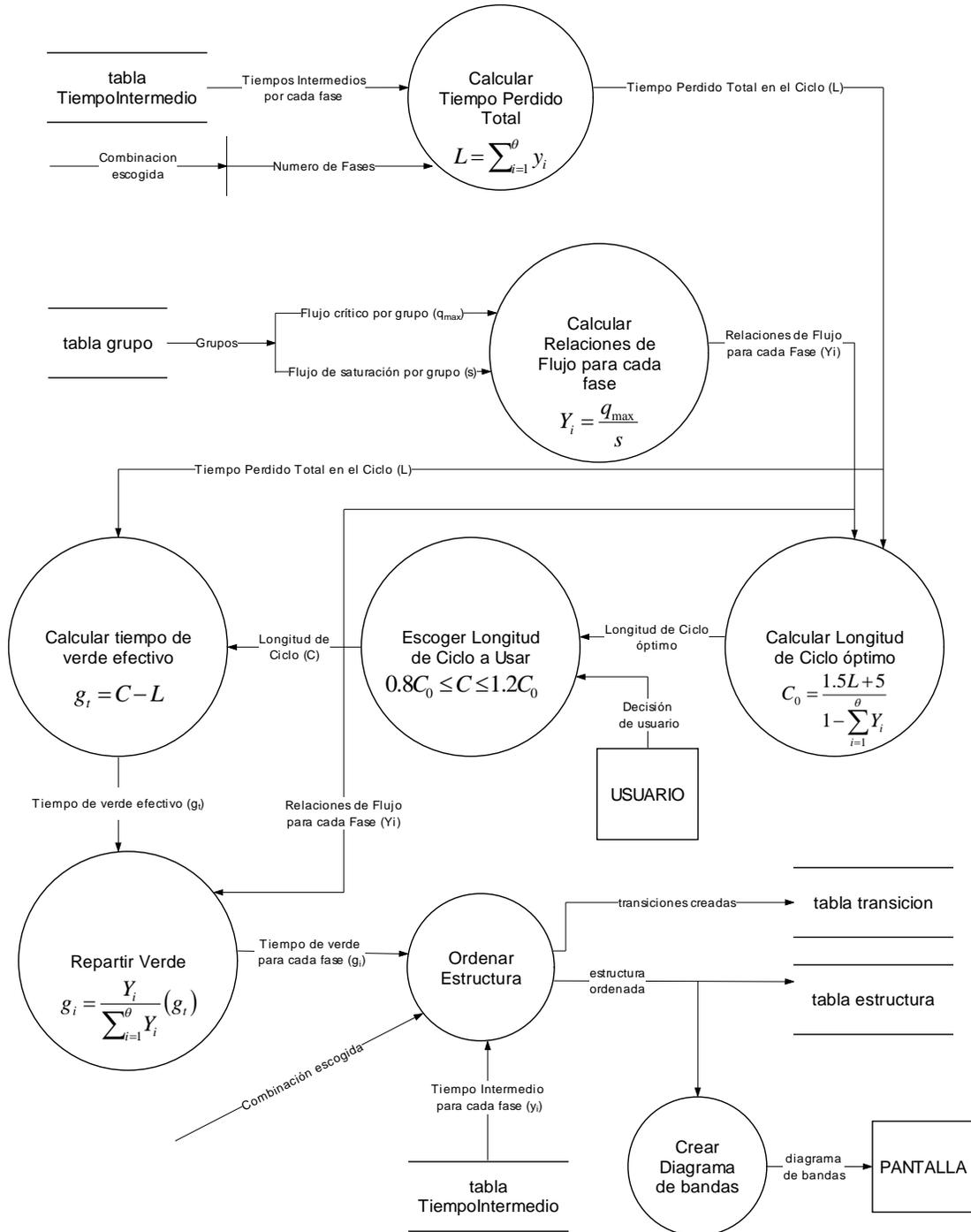
## Diagrama de Flujo de Datos para Crear Combinación



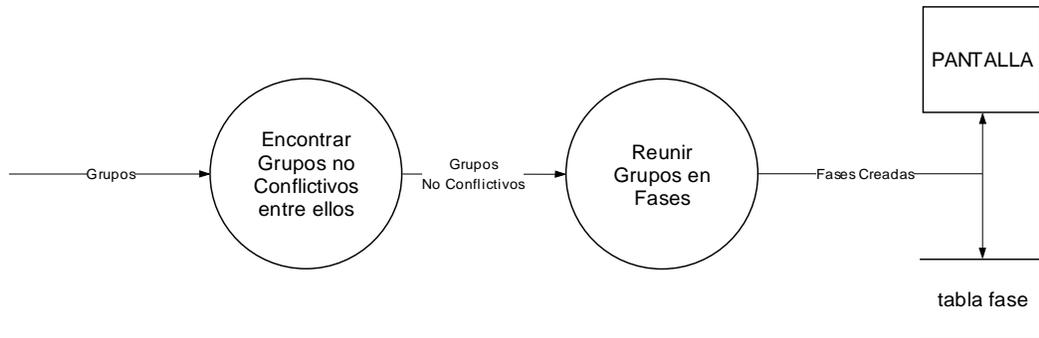
## Diagrama de Flujo de Datos para Crear Corredor



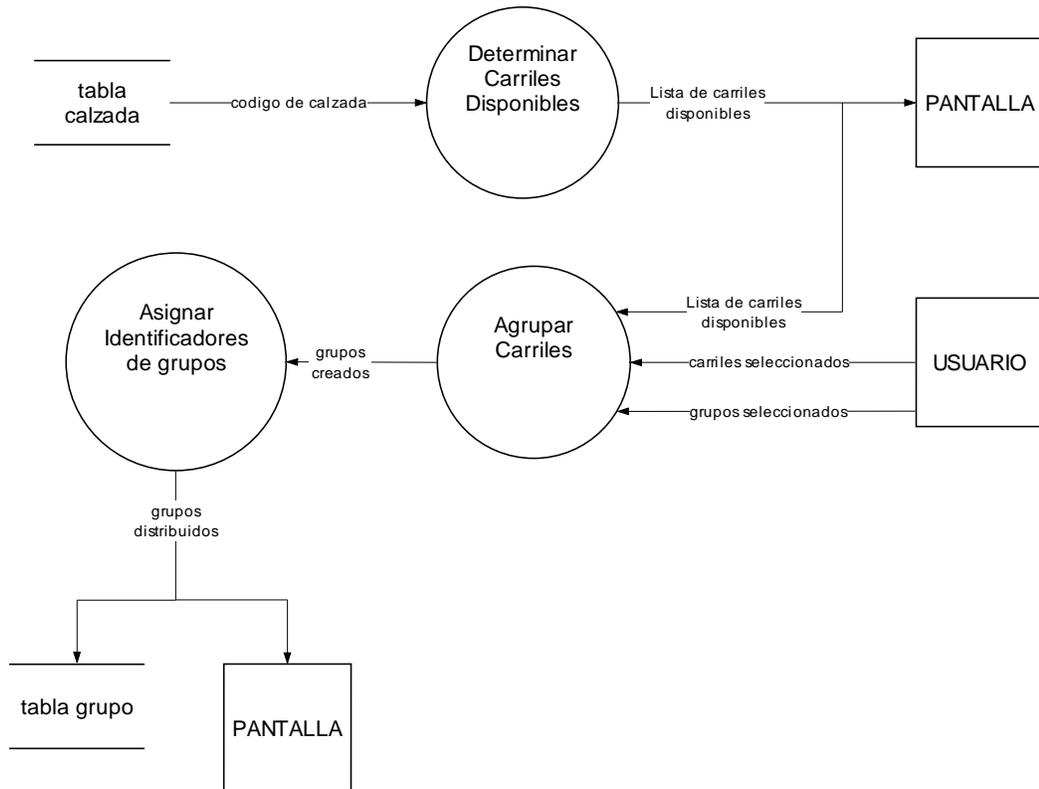
## Diagrama de Flujo de Datos para Crear Estructura



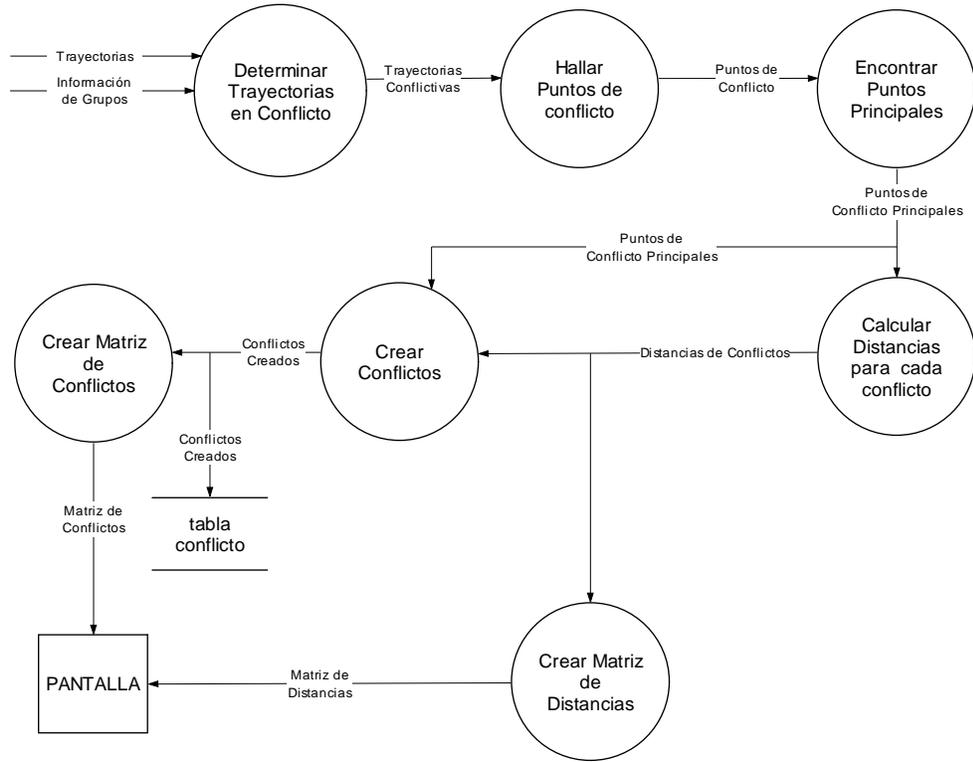
## Diagrama de Flujo de Datos para Crear Fases



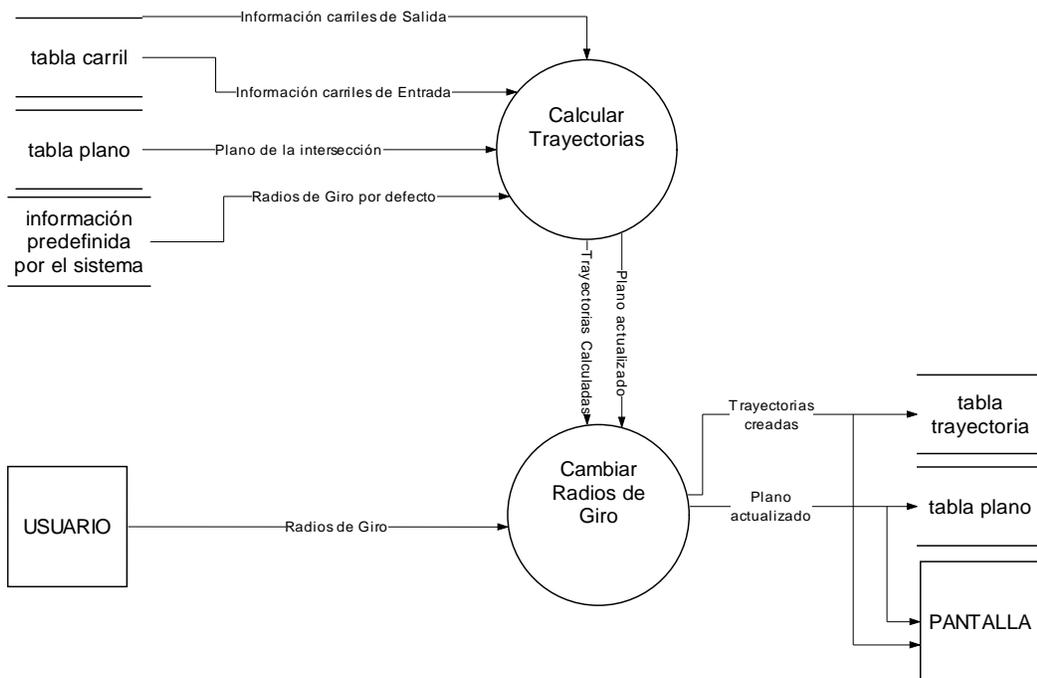
## Diagrama de Flujo de Datos para Distribuir Grupos



## Diagrama de Flujo de Datos para Encontrar Conflictos

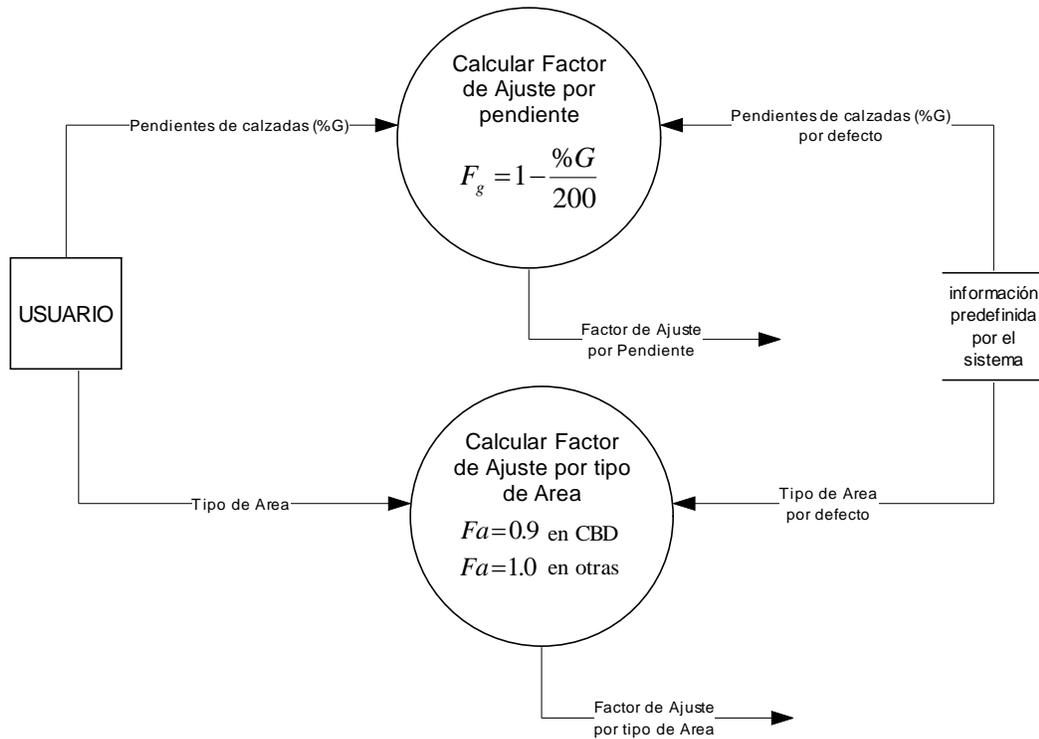


## Diagrama de Flujo de Datos para Trazar Trayectorias

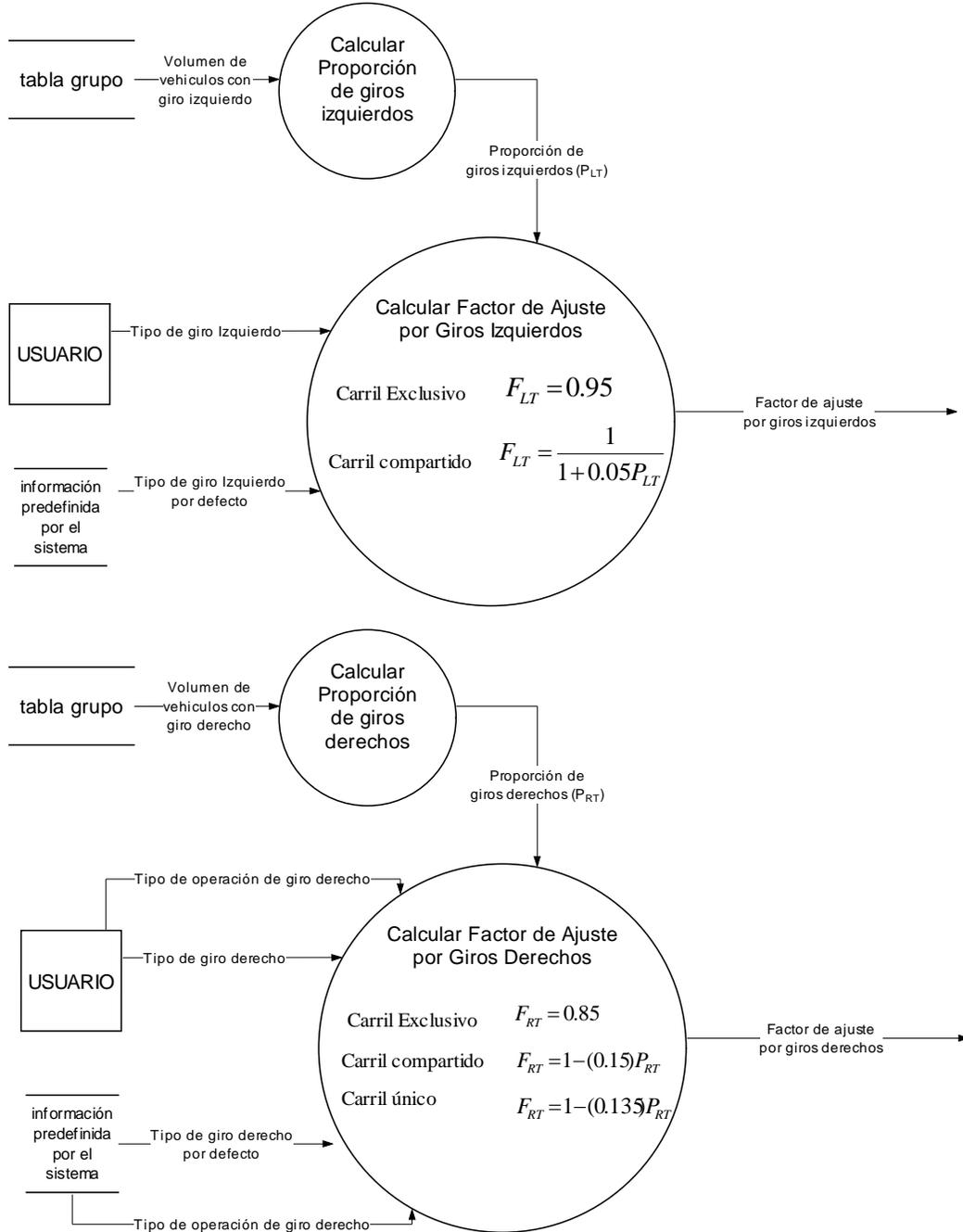


## Cuarto Nivel

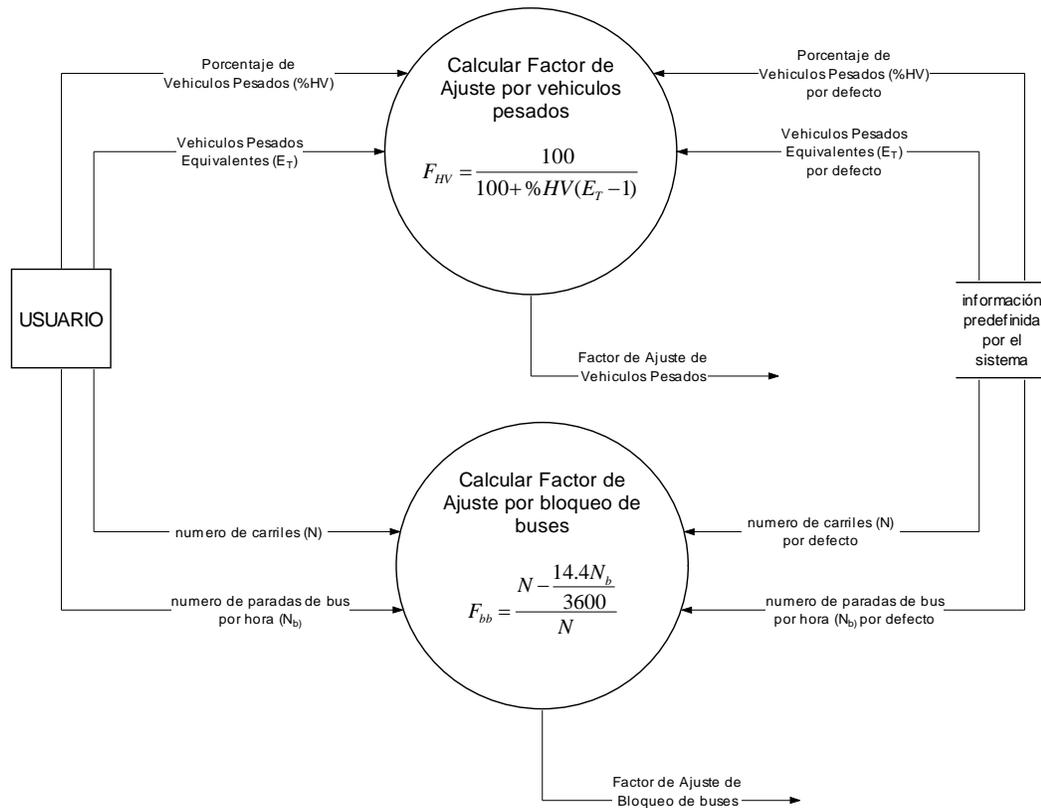
### Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Características Generales de Tráfico



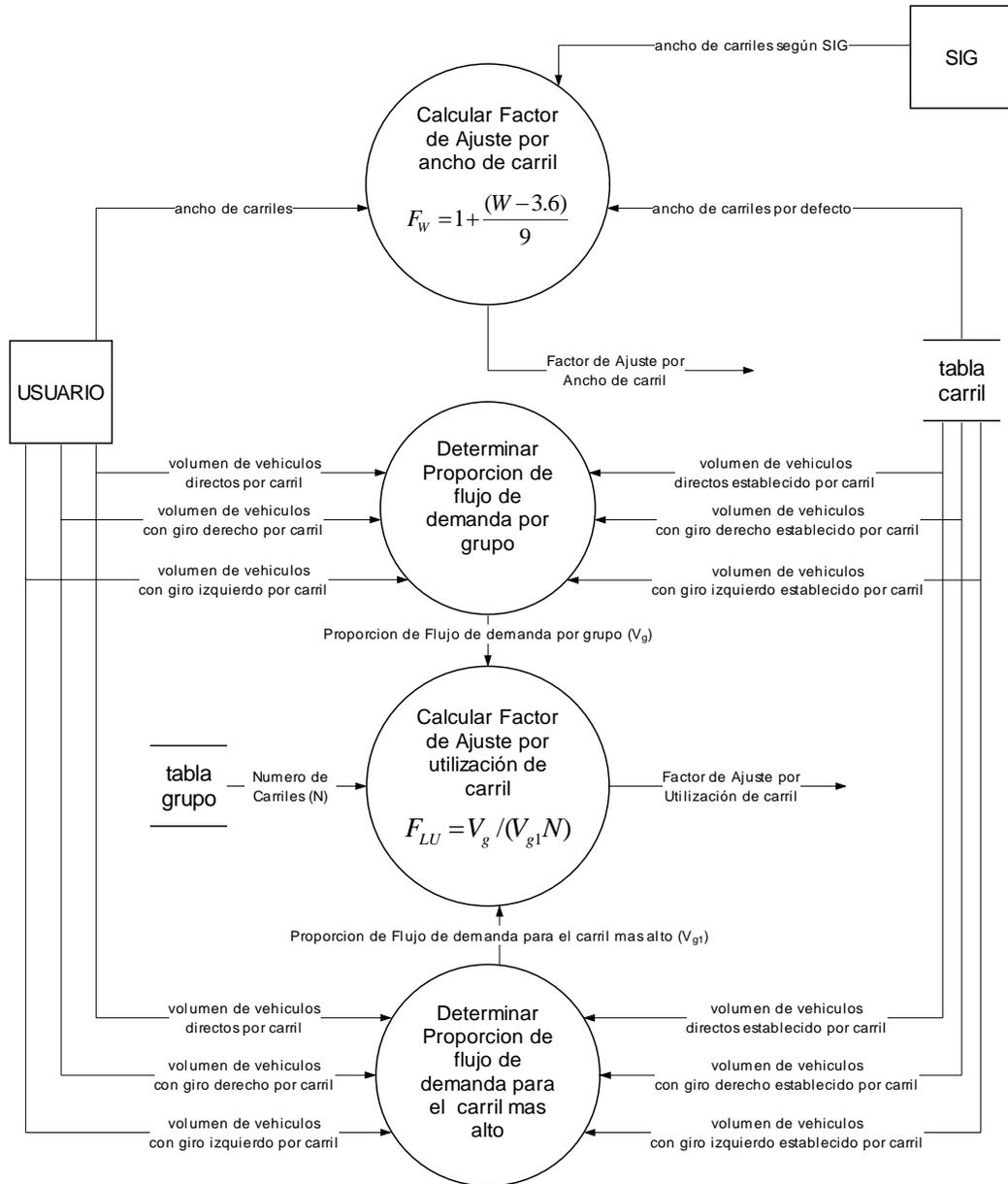
## Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Giros por cada Grupo



## Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Vehículos Pesados



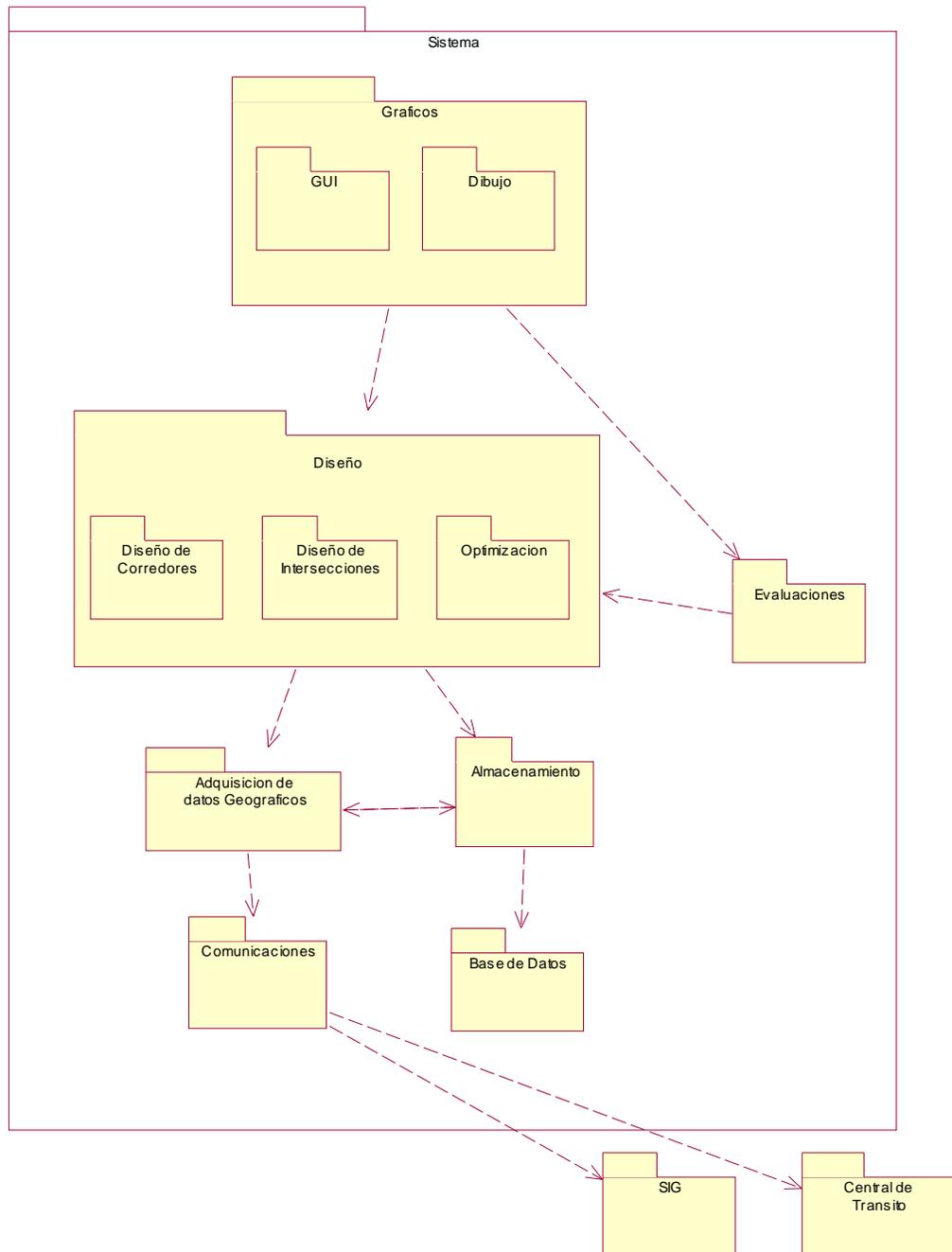
## Diagrama de Flujo de Datos para Analizar Volumen Vehicular por Carril



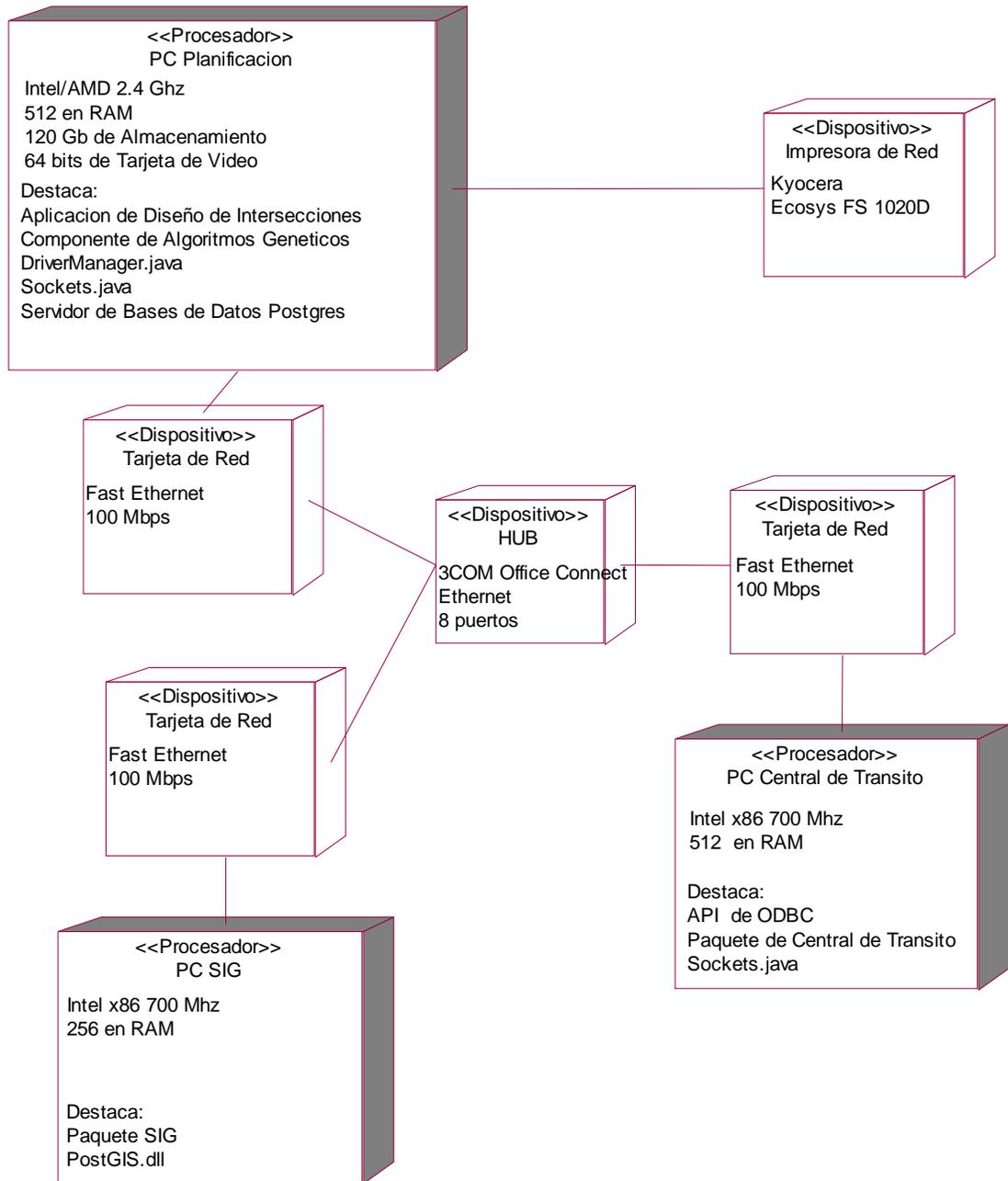
# ANEXO I

## DIAGRAMAS DEL DISEÑO

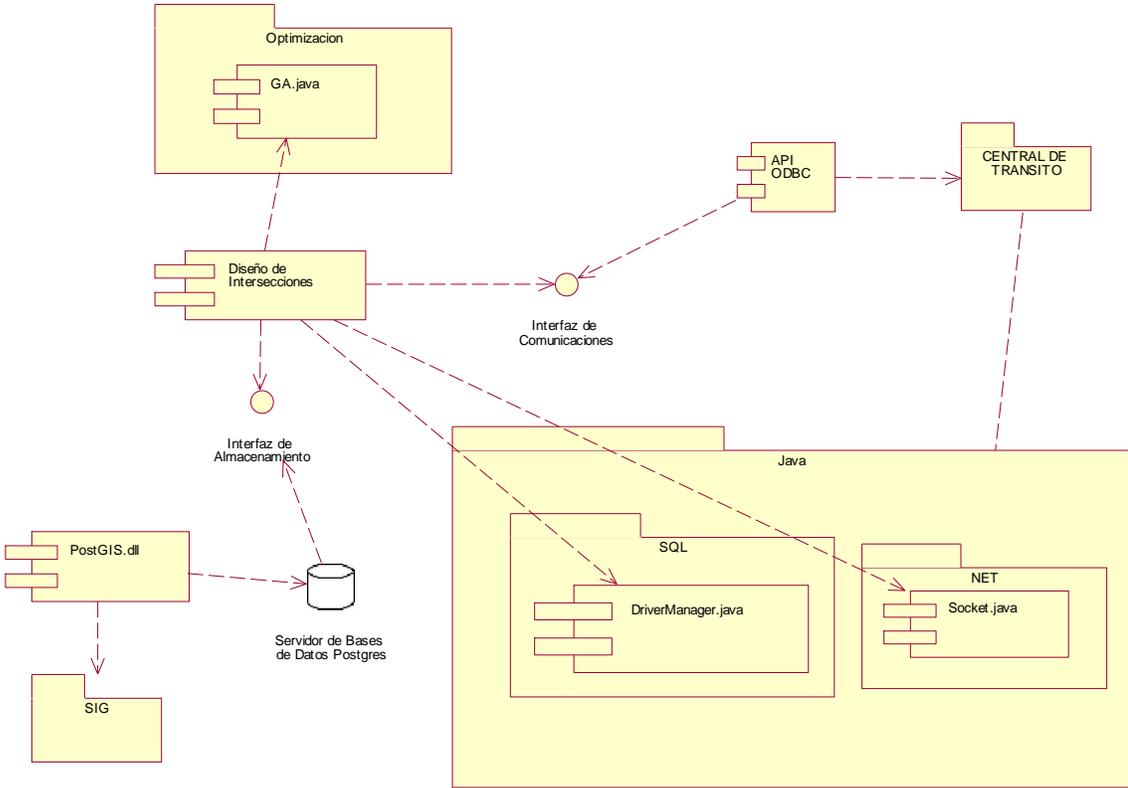
### Diagrama de Paquetes



## Diagrama de Despliegue



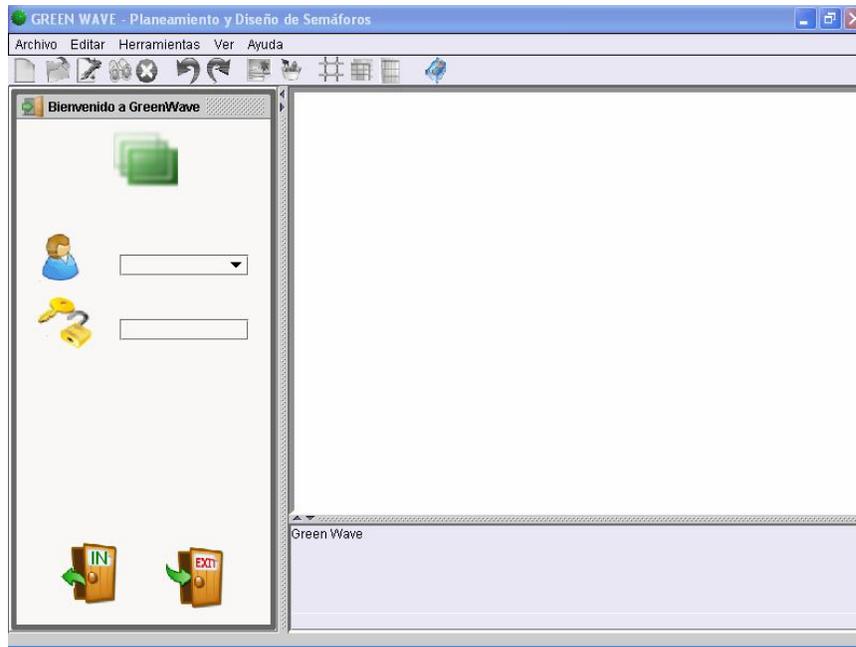
# Diagrama de Componentes



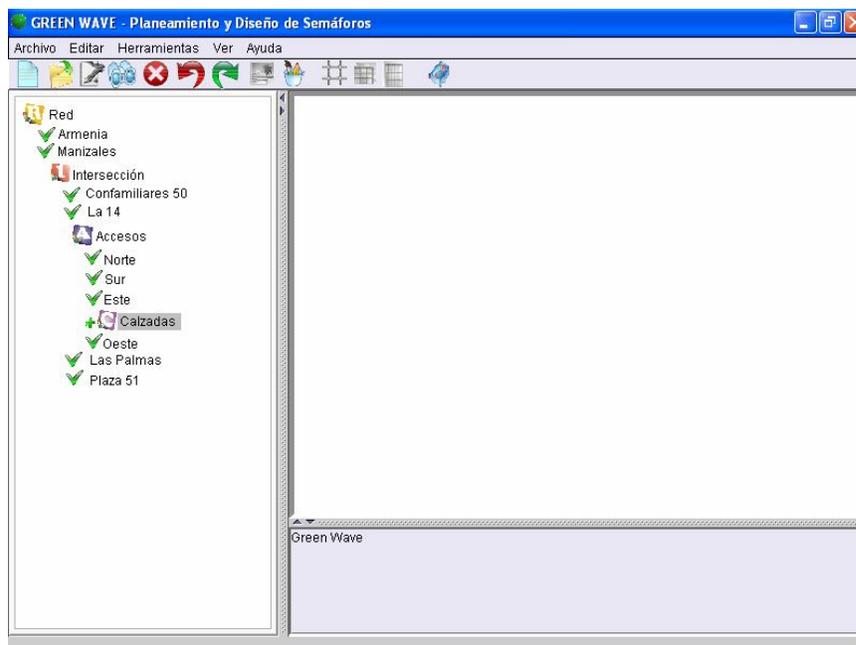
# ANEXO J

## DISEÑO DE INTERFACES

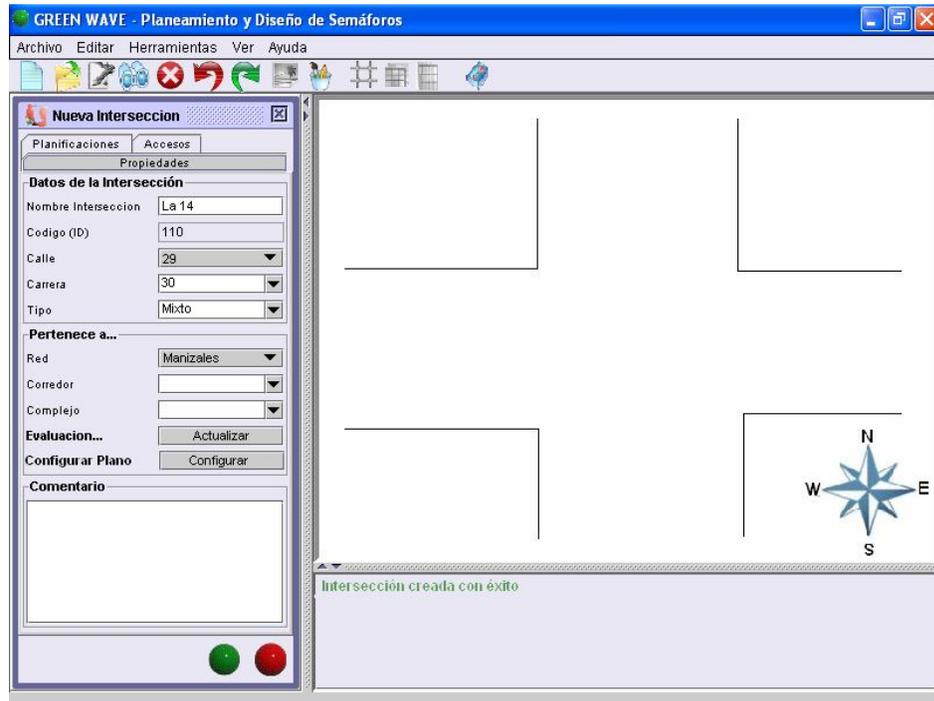
### Interfaz de Inicio de Sesión



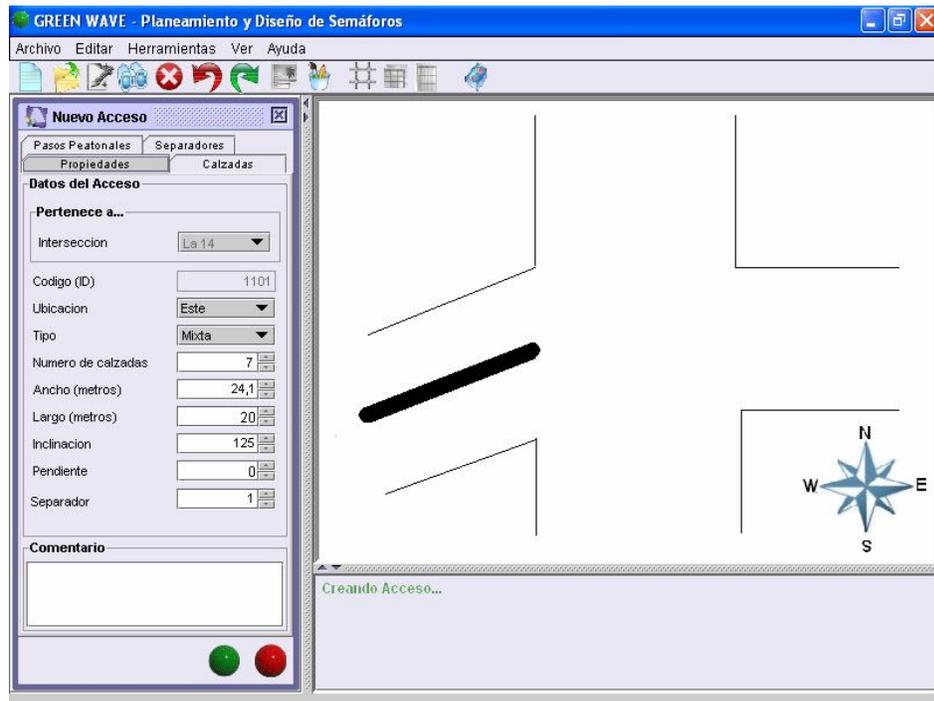
### Interfaz del Árbol de Elementos



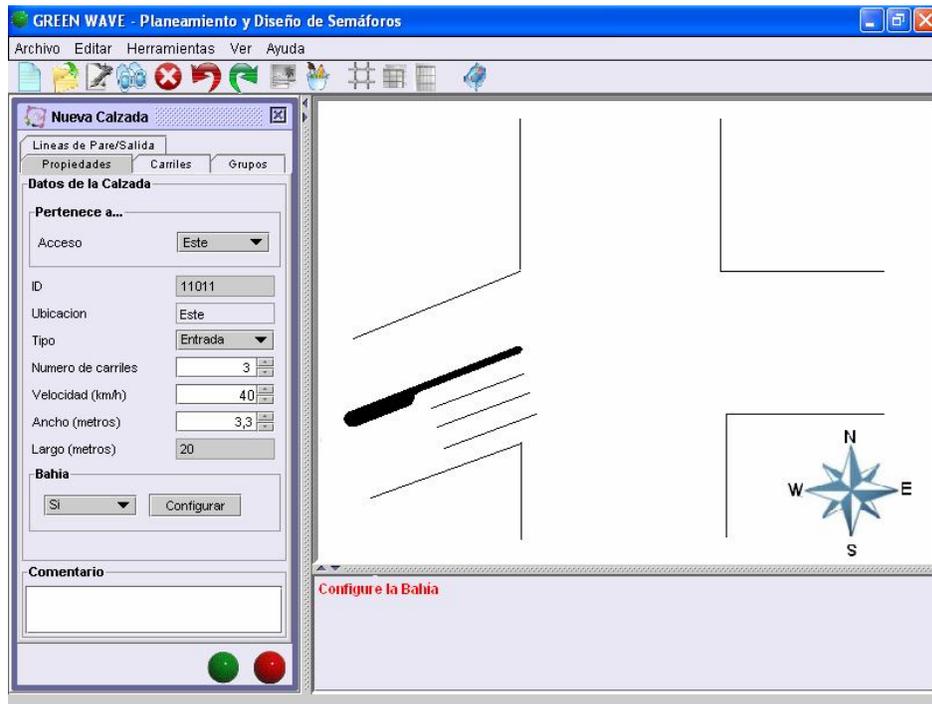
## Interfaz de Creación de Intersección



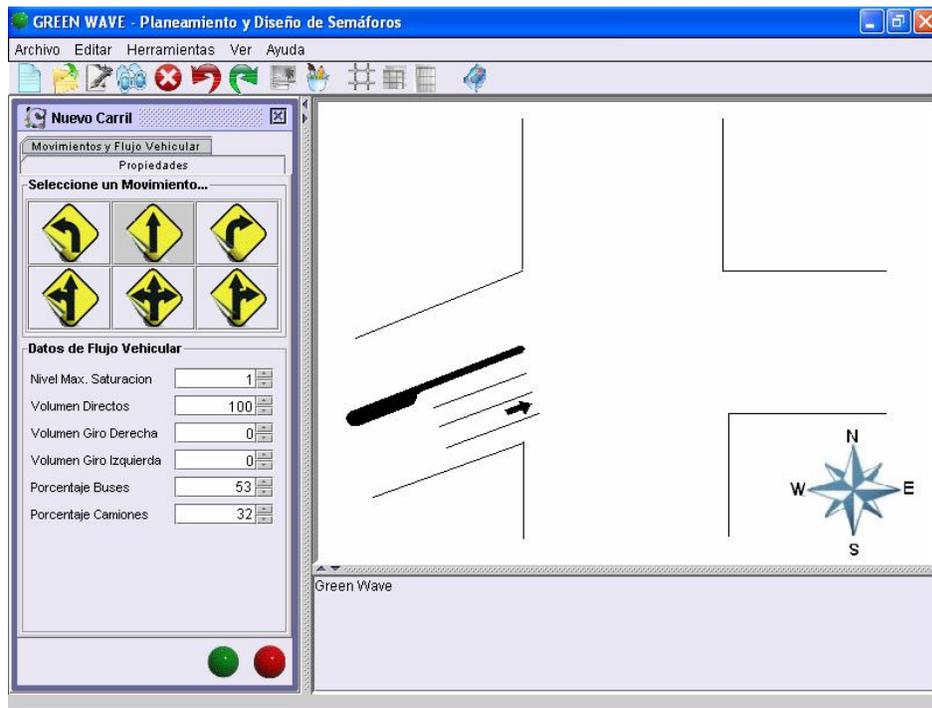
## Interfaz de Creación de Acceso



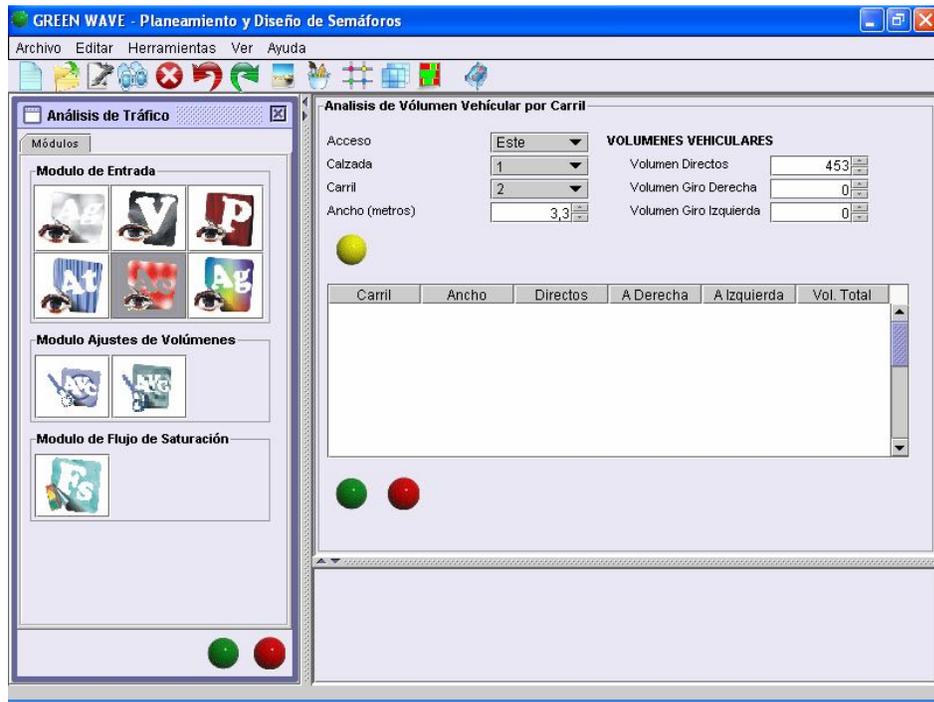
## Interfaz de Creación de Calzada



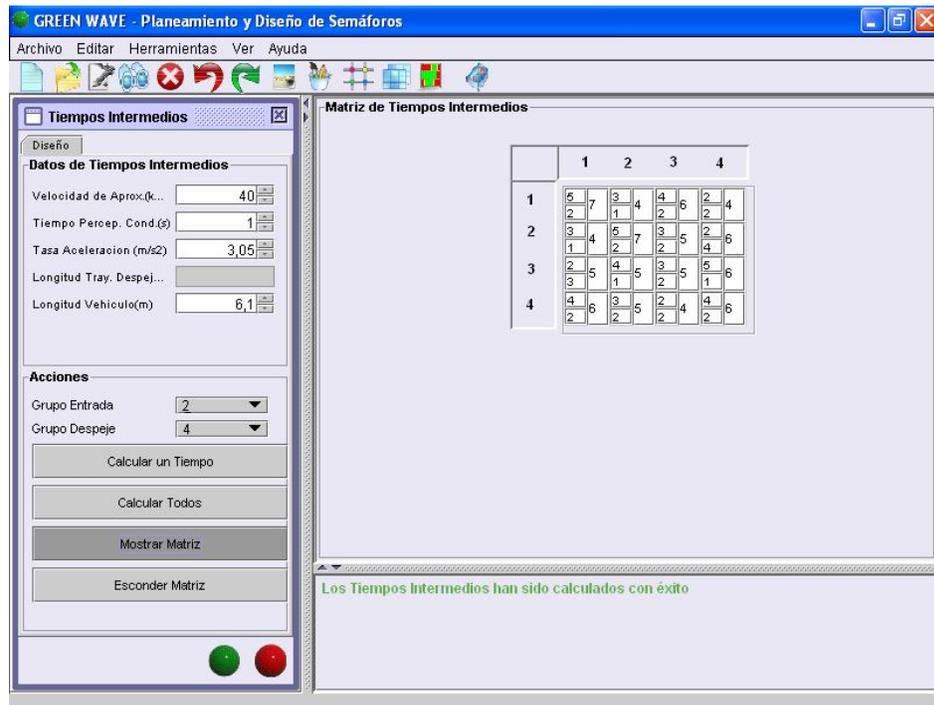
## Interfaz de Creación de Carril



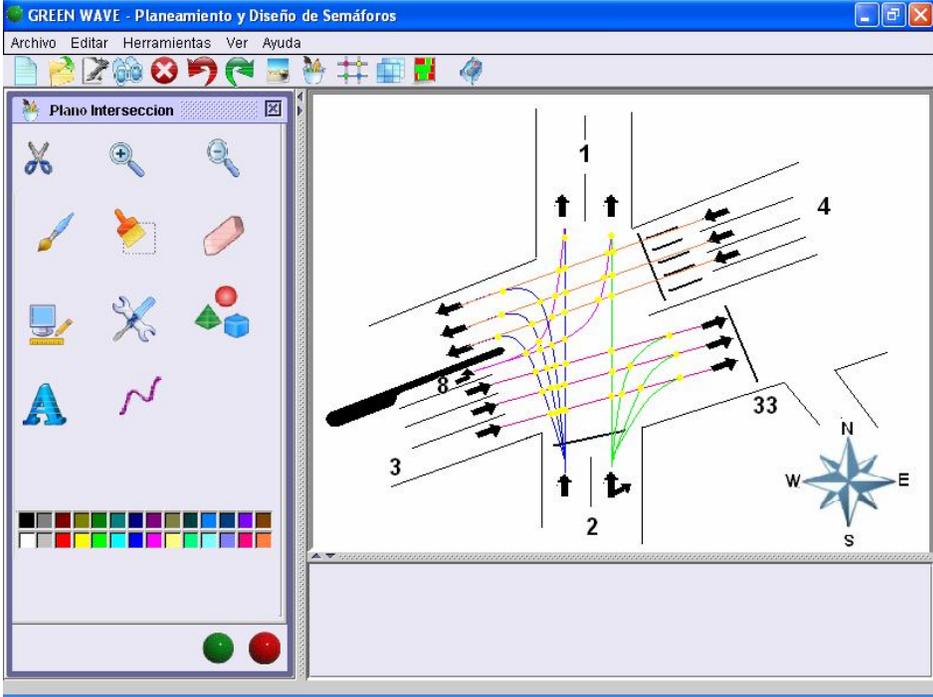
## Interfaz de Análisis de Tráfico



## Interfaz para Calcular Tiempos Intermedios

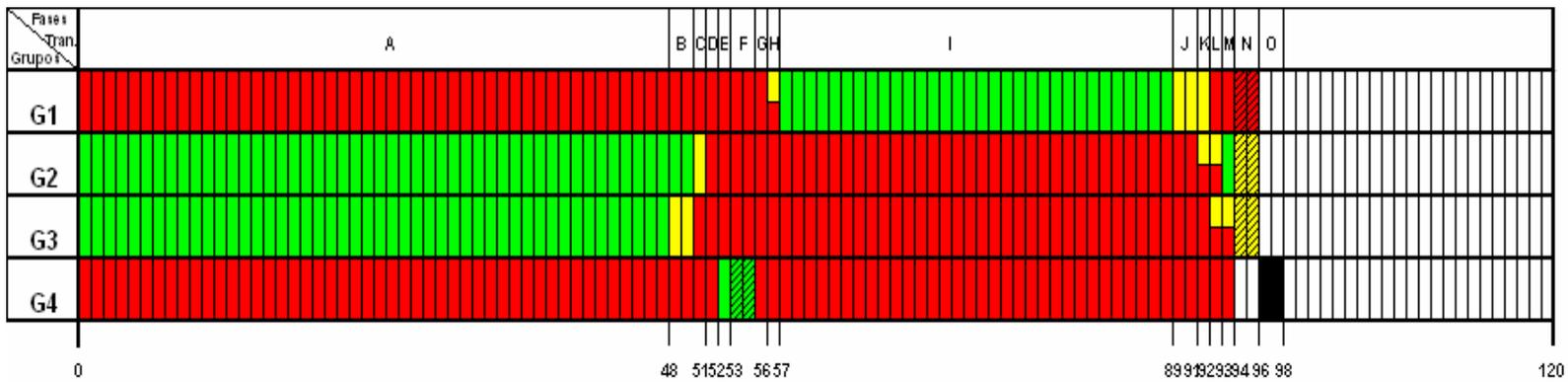


# Interfaz para Configurar Plano



## ANEXO K

### DIAGRAMA DE BANDAS



- |  |               |  |                    |
|--|---------------|--|--------------------|
|  | Rojo          |  | Rojo Intermiter    |
|  | Ámbar         |  | Ámbar Intermiter   |
|  | Verde         |  | Verde Intermitente |
|  | Rojo Amarillo |  | Apagado            |

Fases Principales: A, J  
 Transiciones de Fase: B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M  
 Fases de Emergencia: N, O

Grupos Vehiculares: G1, G2, G3  
 Grupos Peatonales: G4  
 Longitud de Ciclo: 94 seg.

## ANEXO L

### FORMATO DE ALIMENTACIÓN DEL REGULADOR CD

Un regulador CD fabricado por ETRA S.A. es el utilizado por la red de semáforos de Manizales. Por esto, el Sistema de Planificación debe entregar un Archivo de Texto que cumpla con el formato especial requerido, para poder alimentar satisfactoriamente los reguladores de cada Intersección, sea por medio de la Central de Tránsito para los que están centralizados, o directamente para los que funcionan de manera local.

A continuación se describen la sintaxis y el orden del archivo que resulta después de la planificación de una intersección.

#### **El símbolo #**

Sintaxis:

# Comentario

Semántica:

Se utiliza para una línea de comentario. Un comentario es de interés informativo simplemente y no tiene relevancia en la configuración del regulador.

#### **Órdenes Administrativas**

Son líneas que ejecutan funciones de manejo y supervisión del regulador. Estas siguen el siguiente orden de aparición en el archivo:

##### **1. Clave de Acceso**

Sintaxis:

CLAVE NombreClave

En ésta línea se introduce la clave del regulador.

##### **2. Borrar Configuración Actual**

Sintaxis:

BORRA TODO

BORRA ALARMAS

Estas dos líneas borran la configuración actual y las alarmas del regulador.

### 3. Identificación

Sintaxis:  
IDn nombre

Esta línea o grupo de líneas se usa para ingresar el nombre o los nombres con los que se identifica la intersección.

ID: palabra reservada  
n: número de la identificación (pueden existir varias identificaciones para la misma intersección)  
nombre: cadena de texto que identifica a la intersección

Ejemplo: ID1 Plaza 51  
ID2 Carrera 23 x Calle 51

### 4. Número de Tarjetas de Salidas

Sintaxis:  
NTS n

Esta línea define cuantas tarjetas de salidas tiene el regulador.

NTS: palabra reservada.  
n: número de tarjetas.

### 5. Validación

Sintaxis:  
X

Esta línea se usa para indicar el final de la programación del regulador y ordenar que se verifique la validez de dicha programación antes de actualizarla. Es obligatoriamente la penúltima línea del archivo.

### 6. Actualización:

Sintaxis:  
RESET

Este comando actualiza el programa del regulador. Es imperativo que sea la última línea del archivo.

## Órdenes de Planificación

Son las líneas que representan la estructura de la planificación realizada y asignan los tiempos y las señales de colores dispuestas para cada semáforo del regulador.

Para las señales de colores se utilizan códigos especiales descritos a continuación:

- D Apagado
- V Verde
- A Ámbar
- R Rojo
- N Verde/Ámbar
- S Ámbar/Rojo
- C Verde intermitente (lento)
- F Ámbar intermitente (lento)
- B Rojo intermitente (lento)
- P Verde intermitente (rápido)
- H Rojo intermitente (rápido)
- I Verde intermitente (rápido)/ ámbar intermitente(lento)
- J Verde/ ámbar intermitente (lento)
- G Ámbar intermitente (lento)/Rojo
- E Verde intermitente (rápido)/Ámbar intermitente(rápido)
- K Verde intermitente/Ámbar intermitente (lentos alternados)
- Z Ámbar intermitente/Rojo intermitente(lentos alternados)

Las órdenes de planificación se presentan a continuación en el orden descrito.

### 1. Grupos

Sintaxis:

Gn c1f1...cnfn [cafa-cafn]

Esta línea se usa para asignar las señales de color a los grupos de semáforos, teniendo en cuenta los tiempos de las fases y transiciones de fase.

G:	Palabra reservada para el comando u orden de Grupo.
n:	Número del grupo a configurar.
c1:	Código del Color en el que comienza el Grupo
f1:	Fase o Transición de fase en la que comienza el Grupo
cn:	Código del Color del Grupo en una Fase o transición de fase determinada en la secuencia de colores de este Grupo.
fn:	Fase o Transición de fase en la secuencia de colores de este Grupo.

cafa-cafn: Se usa para denotar el mismo Código de Color ca entre Las Fases o Transiciones de fases fa y fn.

Ejemplo: G1 RA-RG SH VI AJ AK RL RM BN

## 2. Incompatibilidades

Sintaxis:  
In nga...ngz

Esta orden determina cuáles grupos tienen conflicto o incompatibilidad entre ellos.

I: Palabra reservada que indica Incompatibilidad.  
n: Número de la Incompatibilidad.  
nga...ngz: Números respectivos de los Grupos (ng) con incompatibilidades.

Ejemplo:

I1	2	3	4
I2	1	4	
I3	1	4	
I4	1	2	3

## 3. Número de Grupos

Sintaxis:  
NG n

Esta línea en el archivo indica el número de grupos que tiene la intersección.

NG: Palabra reservada que indica Numero de Grupos.  
n: El Número de Grupos.

## 4. Verdes Mínimos

Sintaxis:  
Vf t

La orden V se coloca para asignar tiempos mínimos de verde a cada fase.

V: Palabra reservada para indicar verde mínimo  
f: Fase a la que se le asignará el verde mínimo  
t: Tiempo de verde mínimo a asignar.

Ejemplo:       VA    5  
                  VB    4  
                  VC    6

## 5. Transición Inicial

Sintaxis:  
T INI    ft

La línea "Transición Inicial" especifica en que fase o transición de fase comenzará a funcionar el plan de señales una vez entre en actuación el regulador.

T INI    Palabra reservada para indicar la función "Transición Inicial"  
f        Fase o transición de fases donde comenzará el plan.  
t        Tiempo de la fase o transición designada, en el cual comenzará el plan de señales.

Ejemplo: T INI A5

## 6. Estado Inicial

Sintaxis:  
E INI    c

Esta línea especifica en que color o estado comienzan los semáforos cuando el regulador entre en actuación.

E INI:   Palabra reservada para el comando de Estado Inicial  
c:       Código del Color para el estado inicial.

Ejemplo: E INI H

## 7. Planes

Sintaxis:  
Pn [G] [D] [D=c] [A] | t secuencia | Pn DEL

Con esta orden se define un plan de tráfico con su respectiva estructura, desfase, ciclo y reparto.

P:       Palabra reservada para definir un Plan  
n:       Es el número de plan que se define. Si n=0 se refiere al plan incorporado por defecto en el regulador.  
G:       Indica que se permite el control manual durante este plan.

Este modo de actuación es el que se utiliza por el sistema de planificación.

- D: Indica que durante la ejecución de este plan las luces de las lámparas estarán atenuadas.
- D=c Fija el ciclo en c segundos en un plan semiactuado. Sólo tiene sentido en un plan semiactuado.
- A: El regulador es actuado total. Este modo se usa para que la central autoregule los semáforos sin necesidad de hacer una planificación previa. Por lo anterior este modo no lo utiliza el sistema de planificación al crear el archivo de texto.
- t: Es el desfase. Si aparece el desfase no puede aparecer la A.
- secuencia: Está formada por varias fases (ver ítem 8. Fases).
- DEL: Dentro de esta orden se puede también escoger el borrar un plan, más el sistema de planificación no hace uso de esta opción.

Ejemplo: P1 G00 A48 I32

## 8. Fases

Sintaxis:  
[n] [-/+ ] ft

Esta orden se utiliza dentro de la línea de Plan en el lugar donde se declara la secuencia; en la secuencia se especifican ordenadamente las fases que contiene el plan.

- n: Si aparece indica que la fase f es actuada por la demanda n. Esto es para un control de tipo actuado sobre el regulador. El sistema pretende ejercer un control fijo o uno semiactuado.
- : Quiere decir que se llega directamente a esta fase desde otra estable, sin transición.
- +: Indica que la transición a esta fase debe insertarla el regulador automáticamente. Esta transición esta compuesta por una posición de ámbar y opcionalmente una de rojo. La duración de estas posiciones se fija con la orden T (ver ítem 9.Tiempo)
- f: La Fase que se va a configurar.
- t: Tiempo de duración de la fase f.

## 9. Tiempo

Sintaxis:

T t

Esta línea determina cuantos segundos hay en una posición de tiempo del regulador.

T: Palabra reservada para especificar el Tiempo de duración de una posición.

t: Segundos que demora una posición de tiempo en el regulador.

## 10. Transiciones

Sintaxis:

Tf1f2 ft ... ft

Esta línea define las transiciones entre dos fases estables. Cada transición puede constar hasta de 15 posiciones.

T: palabra reservada para definir una transición entre dos fases.

f1: Representa la fase origen de la transición.

f2: Es la fase de destino.

f: Es la posición transitoria.

t: Es la duración de la posición.

TAI B2 C1 D1 E1 F2 G1 H1

## Otras Funciones del Regulador CD

Aparte de las funciones descritas anteriormente, las cuales el sistema de planificación de intersecciones necesita para crear el *archivo de texto alimentador del regulador*, existen otras funciones que tienen variados fines dentro de la maquinaria global del regulador más no se requieren para definir una planificación o pertenecen a un control de tipo actuado y por tanto el sistema asume sus valores por defecto. A continuación se mencionan algunas de ellas:

- Lámpara Fundida
- Configuración
- Umbral de alarma de temperatura
- Umbral de Alarma de sub/sobre tensión
- Control del Ventilador
- Posición Piloto

- Margen de Variación de Fase para corrección de sincronismo.
- Configuración de las comunicaciones.
- Grupos de baja
- Numero de subunidad
- Acciones de las alarmas
- Programación de demandas
- Programación de detectores de velocidad
- Fase por omisión
- Tiempos de extensión
- Incremento del tiempo máximo en función de la demanda
- Cambio de planes horarios
- Cambio de planes por calendario
- Secuencia de emergencia
- Cambio de planes según demanda

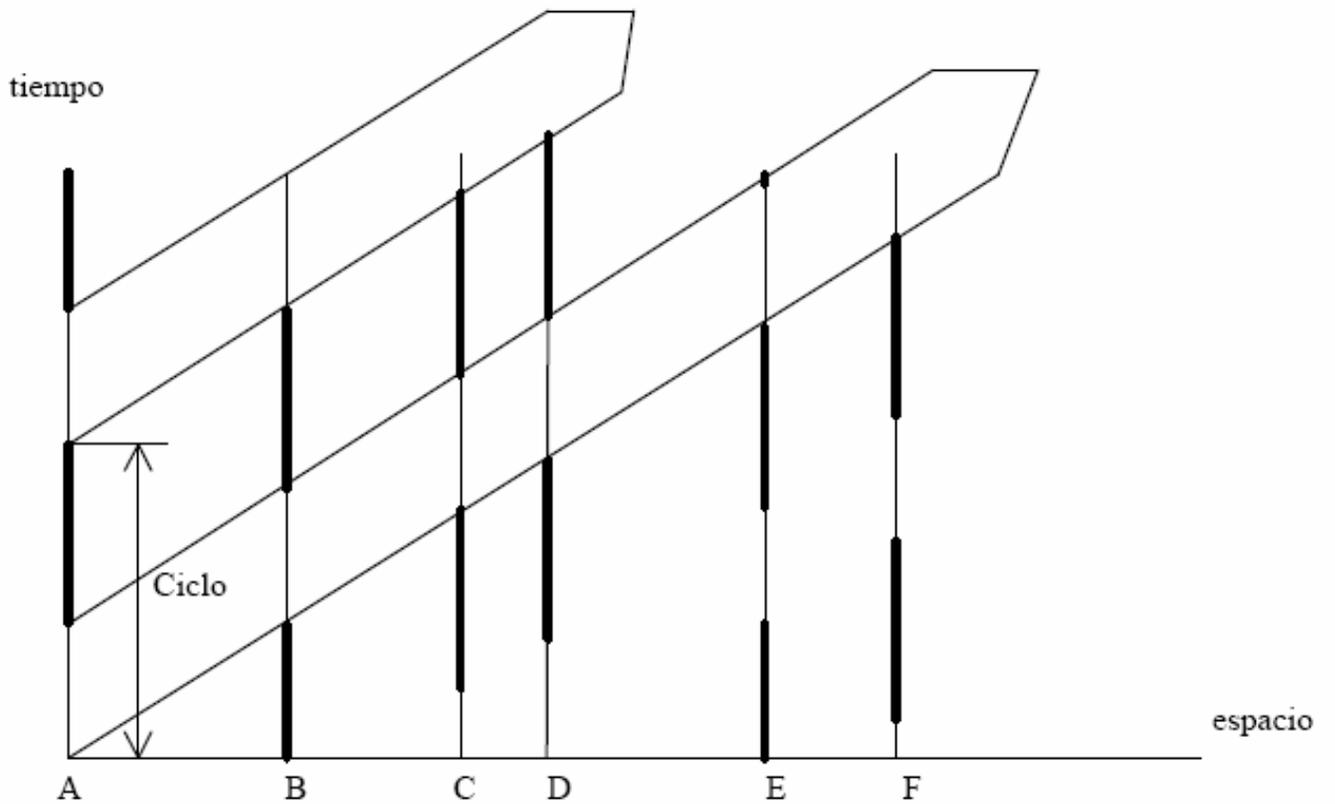
## ANEXO M

### FACTORES DE AJUSTE AL FLUJO DE SATURACIÓN

Factor	Fórmula	Definición de variables	Observaciones
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{g}$	W = ancho de carril (m)	W ≥ 2.4 Si W > 4.8, puede considerarse para dos carriles de análisis
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	% HV = % de vehículos pesados - grupos de carriles	E <sub>T</sub> = 2.0 vehículos equivalente/HV
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	% G = % pendiente en el acceso - grupo de carriles	-6 ≤ % G ≤ + 10 Negativo para cuesta abajo
Parqueos	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N = Número de carriles por grupo N <sub>m</sub> = número de maniobras de parqueo/hora	0 ≤ N <sub>m</sub> ≤ 180 f <sub>p</sub> ≥ 0.050 f <sub>p</sub> = 1.000 sin parqueos
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$	N = Número de carriles en el acceso N <sub>b</sub> = número de parada de buses/hora	0 ≤ N <sub>b</sub> ≤ 250 f <sub>bb</sub> ≥ 0.050
Tipo de área	f <sub>a</sub> = 0.900 en CBD f <sub>a</sub> = 1.000 otras áreas	CBD = Central Business District = Centro de negocios	
Utilización de carril	F <sub>LU</sub> = v <sub>g</sub> / (v <sub>g1</sub> N)	v <sub>g</sub> = proporción de flujo de demanda sin ajustar para el grupo de carriles, en vehículo/hora v <sub>g1</sub> = proporción de flujo de demanda sin ajustar en el carril único con el volumen más alto en el grupo de carriles, vehículo/hora N = número de carriles en el grupo	
Giros izquierdos	Fase protegida: Carril exclusivo f <sub>LT</sub> = 0.95 Carril compartido $f_{LT} = \frac{1}{10 + 0.05P_{LT}}$	P <sub>LT</sub> = proporción de giros izquierdos en el grupo de carriles	Consultar cuadro C16-1 de la página 16-122, del <i>Manual HCM 2000</i> , apéndice C
Giros derechos	Carril exclusivo f <sub>RT</sub> = 0.85 Carril compartido f <sub>RT</sub> = 1.0 - (0.15)P <sub>RT</sub> Carril único f <sub>RT</sub> = 1.0 - (0.135)P <sub>RT</sub>	P <sub>RT</sub> = proporción de giros derechos en el grupo de carriles	f <sub>RT</sub> ≥ 0.050
Bloqueo por peatones y bicicletas	Ajuste giro izquierdo $f_{Lpb} = 1.0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})$ $(1 - P_{LTA})$	P <sub>LT</sub> = proporción de giros izquierdos en el grupo A <sub>pbT</sub> = ajuste en la fase permitida P <sub>LTA</sub> = proporción de giro izquierdo de la fase protegida sobre el total de verde del grupo P <sub>RT</sub> = proporción de giro derecho en el grupo de carriles P <sub>RTA</sub> = proporción de giro derecho de la fase protegida sobre el verde total	Referirse al apéndice D del <i>Manual HCM 2000</i> , página 16-135, para seguir paso a paso el procedimiento

Fuente: Manual De Planeación Y Diseño Para La Administración Del Tránsito Y El Transporte, Tomo III, Transporte.

**ANEXO N**  
**DIAGRAMA ESPACIO - TIEMPO**



Fuente: Métodos geométricos de coordinación de intersecciones reguladas por semáforos.

## ANEXO O

### CODIFICACIÓN DE GRUPOS SEGÚN LA NORMA RILSA

Tabla de Asignación de Grupos

Id Grupo	Origen	Dirección	Tipo Grupo
1	0	0	0
1	0	3	0
1	0	4	0
1	0	5	0
91	0	1	0
6	0	2	0
2	1	0	0
2	1	3	0
2	1	4	0
2	1	5	0
92	1	1	0
7	1	2	0
3	2	0	0
3	2	3	0
3	2	4	0
3	2	5	0
93	2	1	0
8	2	2	0
4	3	0	0
4	3	3	0
4	3	4	0
4	3	5	0
94	3	1	0
9	3	2	0
21	0	0	1
21	0	3	1
21	0	4	1
21	0	5	1
22	1	0	1
22	1	3	1
22	1	4	1
22	1	5	1
23	2	0	1
23	2	3	1
23	2	4	1
23	2	5	1

<b>IdGrupo</b>	<b>Origen</b>	<b>Dirección</b>	<b>TipoGrupo</b>
24	3	0	1
24	3	3	1
24	3	4	1
24	3	5	1
31	0	0	2
31	0	3	2
31	0	4	2
31	0	5	2
32	1	0	2
32	1	3	2
32	1	4	2
32	1	5	2
33	2	0	2
33	2	3	2
33	2	4	2
33	2	5	2
34	3	0	2
34	3	3	2
34	3	4	2
34	3	5	2
1A	0	0	3
1A	1	3	3
1A	2	4	3
1A	3	5	3
2A	1	0	3
2A	2	3	3
2A	3	4	3
2A	4	5	3
13	2	0	3
13	2	3	3
13	2	4	3
13	2	5	3
14	3	0	3
14	3	3	3
14	3	4	3
14	3	5	3
1B	0	0	4
1B	0	3	4
1B	0	4	4
1B	0	5	4

<b>Id Grupo</b>	<b>Origen</b>	<b>Dirección</b>	<b>TipoGrupo</b>
2B	1	0	4
2B	1	3	4
2B	1	4	4
2B	1	5	4
113	2	0	4
113	2	3	4
113	2	4	4
113	2	5	4
114	3	0	4
114	3	3	4
114	3	4	4
114	3	5	4
1C	0	0	5
1C	0	3	5
1C	0	4	5
1C	0	5	5
2C	1	0	5
2C	1	3	5
2C	1	4	5
2C	1	5	5
1113	2	0	5
1113	2	3	5
1113	2	4	5
1113	2	5	5
1114	3	0	5
1114	3	3	5
1114	3	4	5
1114	3	5	5
1D	0	0	6
1D	0	3	6
1D	0	4	6
1D	0	5	6
2D	1	0	6
2D	1	3	6
2D	1	4	6
2D	1	5	6
11113	2	0	6
11113	2	3	6
11113	2	4	6
11113	2	5	6

<b>Id Grupo</b>	<b>Origen</b>	<b>Dirección</b>	<b>TipoGrupo</b>
11114	3	0	6
11114	3	3	6
11114	3	4	6
11114	3	5	6
21A	0	0	7
21A	0	3	7
21A	0	4	7
21A	0	5	7
22A	1	0	7
22A	1	3	7
22A	1	4	7
22A	1	5	7
213	2	0	7
213	2	3	7
213	2	4	7
213	2	5	7
214	3	0	7
214	3	3	7
214	3	4	7
214	3	5	7
21B	0	0	8
21B	0	3	8
21B	0	4	8
21B	0	5	8
22B	1	0	8
22B	1	3	8
22B	1	4	8
22B	1	5	8
2113	2	0	8
2113	2	3	8
2113	2	4	8
2113	2	5	8
2114	3	0	8
2114	3	3	8
2114	3	4	8
2114	3	5	8
21C	0	0	9
21C	0	3	9
21C	0	4	9
21C	0	5	9

<b>Id Grupo</b>	<b>Origen</b>	<b>Dirección</b>	<b>TipoGrupo</b>
22C	1	0	9
22C	1	3	9
22C	1	4	9
22C	1	5	9
21113	2	0	9
21113	2	3	9
21113	2	4	9
21113	2	5	9
21114	3	0	9
21114	3	3	9
21114	3	4	9
21114	3	5	9
21D	0	0	10
21D	0	3	10
21D	0	4	10
21D	0	5	10
22D	1	0	10
22D	1	3	10
22D	1	4	10
22D	1	5	10
211113	2	0	10
211113	2	3	10
211113	2	4	10
211113	2	5	10
211114	3	0	10
211114	3	3	10
211114	3	4	10
211114	3	5	10
31A	0	0	11
31A	0	3	11
31A	0	4	11
31A	0	5	11
32A	1	0	11
32A	1	3	11
32A	1	4	11
32A	1	5	11
313	2	0	11
313	2	3	11
313	2	4	11
313	2	5	11

<b>Id Grupo</b>	<b>Origen</b>	<b>Dirección</b>	<b>TipoGrupo</b>
314	3	0	11
314	3	3	11
314	3	4	11
314	3	5	11
31B	0	0	12
31B	0	3	12
31B	0	4	12
31B	0	5	12
32B	1	0	12
32B	1	3	12
32B	1	4	12
32B	1	5	12
3113	2	0	12
3113	2	3	12
3113	2	4	12
3113	2	5	12
3114	3	0	12
3114	3	3	12
3114	3	4	12
3114	3	5	12
31C	0	0	13
31C	0	3	13
31C	0	4	13
31C	0	5	13
32C	1	0	13
32C	1	3	13
32C	1	4	13
32C	1	5	13
31113	2	0	13
31113	2	3	13
31113	2	4	13
31113	2	5	13
31114	3	0	13
31114	3	3	13
31114	3	4	13
31114	3	5	13
31D	0	0	14
31D	0	3	14
31D	0	4	14
31D	0	5	14

Id Grupo	Origen	Dirección	TipoGrupo
32D	1	0	14
32D	1	3	14
32D	1	4	14
32D	1	5	14
311113	2	0	14
311113	2	3	14
311113	2	4	14
311113	2	5	14
311114	3	0	14
311114	3	3	14
311114	3	4	14
311114	3	5	14

Tipo	
0	Vehicular Sencillo
1	Peatonal Entrada Sencillo
2	Peatonal Salida Sencillo
3	Vehicular Múltiple 1° Grado
4	Vehicular Múltiple 2° Grado
5	Vehicular Múltiple 3° Grado
6	Vehicular Múltiple 4° Grado
7	Peatonal Entrada Múltiple 1° Grado
8	Peatonal Entrada Múltiple 2° Grado
9	Peatonal Entrada Múltiple 3° Grado
10	Peatonal Entrada Múltiple 4° Grado
11	Peatonal Salida Múltiple 1° Grado
12	Peatonal Salida Múltiple 2° Grado
13	Peatonal Salida Múltiple 3° Grado
14	Peatonal Salida Múltiple 4° Grado

Origen	
Norte	0
Sur	1
Este	2
Oeste	3

Dirección	
Directo	0
Giro Derecha	1
Giro Izquierda	2
Directo-Derecha	3
Directo-Izquierda	4
Directo-Der.-Izq.	5

