



**UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Licenciatura en Ingeniería Civil
Proyecto de Graduación
Propuesta de Diseño Geométrico para la Intersección Ubicada al Noreste del Aeropuerto
Internacional Juan Santamaría**

Marco Antonio Venegas Gätgens

Heredia, 19 de mayo de 2017

COMITÉ ASESOR

ING. ERICK ACOSTA HERNÁNDEZ

TUTOR

ING. GUSTAVO BARRANTES SÁNCHEZ

LECTOR

ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE

REPRESENTANTE DE RECTORÍA



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: "Propuesta de Diseño Geométrico para la Intersección ubicada al Noreste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría", fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:

ING. ERICK ACOSTA HERNÁNDEZ

TUTOR

ING. GUSTAVO BARRANTES SÁNCHEZ

LECTOR

ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

“Agradezco a mis padres Norma Gatgens y Arturo Venegas, a mi abuela Carmen Jiménez quienes han estado presentes brindándome su apoyo en todo momento y especialmente a mi abuelo Octavio Gatgens, quién durante el camino nos abandonó físicamente, pero su apoyo y presencia nunca se han dejado de sentir y nunca se olvidarán.

Además, se agradece a cada uno de profesores que durante este recorrido han brindado su guía y principalmente a los Ingenieros Erick Acosta y Gustavo Barrantes por la asesoría recibida de su parte en la elaboración de este proyecto, así como al Ingeniero Felipe Paniagua por la asesoría en la elaboración del dibujo del diseño final del proyecto de graduación.

A su vez, también se agradece al Ingeniero Jorge Bolaños por la oportunidad brindada a lo largo de este camino en cuanto a las enseñanzas adquiridas y finalmente, el agradecimiento a todos los familiares, compañeros y amigos que de una u otra manera dieron su apoyo para alcanzar este logro tan importante.”

“Dedico este proyecto a mis padres Norma Gatgens y Arturo Venegas, que de forma incondicional me han brindado su consejo y apoyo en todo momento, y a mis abuelos Carmen Jiménez y Octavio Gatgens, quienes han sido ejemplo de dedicación y empeño en alcanzar las metas que se proponen.

Este logro es para ellos, que en todo momento me apoyaron de manera desinteresada.”

“Después de escalar una gran colina, uno se encuentra sólo con que hay muchas más colinas que escalar” – Nelson Mandela

RESUMEN

El presente proyecto de graduación surge de la necesidad de mejorar la circulación vehicular por la autopista General Cañas, en la intersección ubicada al noroeste del aeropuerto internacional Juan Santamaría, ya que actualmente -a cualquier hora durante del día que se transite por esta zona- los congestionamientos les causan grandes dolores de cabeza a los usuarios de esa vía.

Dada esa problemática y con el interés de resolverla, mediante el presente proyecto se desea analizar la situación actual de dicha carretera, primeramente para determinar los niveles de servicio en ambos sentidos en la intersección y, en el caso de que los resultados sean deficientes, posteriormente realizar una propuesta de diseño geométrico que permita solventar los problemas existentes.

Ese diseño irá acompañado de un estudio previo que permitirá determinar si la propuesta es eficiente. De serlo, se hará el mismo análisis para diferentes años futuros, de manera que se pueda estimar la vida útil aproximada de la propuesta.

Cumplido todo lo anterior, se procederá a realizar el diseño de acuerdo con las leyes y reglamentos que rigen en el país para el caso. Por último, se procederá a dibujar cada uno de los elementos diseñados, de manera que se pueda tener una mejor representación y una idea más clara del diseño final de la propuesta.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la autopista	1
Planteamiento del problema	2
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Justificación	7
Alcance y limitaciones	7
Impacto	8
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	10
1.1. Marco conceptual	11
1.1.1. Análisis funcional	11
1.1.2. Elementos básicos de un diseño geométrico	15
1.1.2.1. La autopista y sus elementos	15
1.1.2.2. El túnel y sus elementos	17
1.1.2.3. La rampa y sus elementos	18
1.1.2.4. La rotonda y sus elementos	19
1.1.2.5. Elementos complementarios	20
1.1.3. Factores de importancia del diseño	22
1.2. Marco situacional	23
CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO	25
2.1. Análisis funcional actual	26
2.2. Tasas de crecimiento	27
2.3. Parámetros para realizar el diseño geométrico	27
2.4. Análisis del flujo vehicular	34
2.5. Análisis funcional de la propuesta	35
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
3.1. Análisis funcional actual	41
3.2. Diseño de la propuesta	42
3.3. Análisis funcional del diseño geométrico propuesto	45
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS	48
CONCLUSIONES	49

RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	54
Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2017	55
Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2017	56
Determinación de la Hora Pico para el Año 2017	57
Datos de Diseño para el Año 2017	58
Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2017	59
Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2017	60
Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2017	61
Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2017	62
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2017	63
Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2017	65
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2017	67
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2017	69
Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2017	71
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2017	73
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2017	75
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2017	77
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2017	79
Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2017	81
Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2017	83
Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2017	85
Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2017	88
Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2022	90
Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2022	91
Determinación de la Hora Pico para el Año 2022	92
Datos de Diseño para el Año 2022	93
Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2022	94
Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2022	94
Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2022	95
Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2022	96
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2022	97
Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2022	100
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2022	102
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2022	104
Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2022	106
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2022	108
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2022	110
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2022	112

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2022	114
Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2022	116
Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2022	118
Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2022	120
Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2022	123
Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2027	125
Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2027	126
Determinación de la Hora Pico para el Año 2027	127
Datos de Diseño para el Año 2027	128
Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2027	129
Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2027	129
Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2027	131
Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2027	131
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2027	132
Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2027	135
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2027	137
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2027	139
Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2027	141
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2027	143
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2027	145
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2027	147
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2027	149
Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2027	151
Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2027	153
Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2027	155
Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2027	158
Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2032	160
Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2032	161
Determinación de la Hora Pico para el Año 2032	162
Datos de Diseño para el Año 2032	163
Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2032	164
Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2032	164
Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2032	165
Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2032	166
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste - Alajuela para el Año 2032	167
Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2032	170
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2032	172
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2032	174
Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2032	176
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2032	178

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2032 _____	180
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2032 _____	182
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2032 _____	184
Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2032 _____	186
Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2032 _____	188
Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2032 _____	190
Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2032 _____	193
Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2037 _____	195
Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2037 _____	196
Determinación de la Hora Pico para el Año 2037 _____	197
Datos de Diseño para el Año 2037 _____	198
Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2037 _____	199
Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2037 _____	199
Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2037 _____	200
Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2037 _____	201
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste - Alajuela para el Año 2037 _____	202
Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2037 _____	205
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2037 _____	207
Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2037 _____	209
Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2037 _____	211
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2037 _____	213
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2037 _____	215
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2037 _____	217
Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2037 _____	219
Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2037 _____	221
Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2037 _____	223
Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2032 _____	225
Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2032 _____	228

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Puntos donde se presentan problemas en el sentido Grecia - San José.	4
Ilustración 2. Puntos en donde se presentan problemas en el sentido San José - Grecia.	5
Ilustración 3. Ejemplo de diseño geométrico.	10
Ilustración 4. Elementos de una carretera.	16
Ilustración 5. Sección transversal de una rampa.	18
Ilustración 6. Rotonda normal.	20
Ilustración 7. Carril de desaceleración.	21
Ilustración 8. Carril de aceleración.	21
Ilustración 9. Ejemplo de accesos a rampas.	22
Ilustración 10. Simulación de análisis de flujo vehicular.	26
Ilustración 11. Separación entre carriles y muros de retención.	31
Ilustración 12. Elementos de un túnel.	33
Ilustración 18. Gráfica para determinar la longitud de cola promedio.	38
Ilustración 20. Gráfica para determinar la probabilidad de aceptar el primer intervalo.	38
Ilustración 23. Esquema realizado en el programa "Synchro 8".	41
Ilustración 24. Vista en planta del diseño geométrico en el nivel actual del terreno.	43
Ilustración 25. Vista en planta del diseño geométrico bajo el nivel actual del terreno.	44
Ilustración 26. Vista en planta del diseño geométrico en ambos niveles.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de descripción de los niveles de servicio	12
Tabla 2. Sistema de Clasificación Funcional	28
Tabla 3. Anchos mínimos de hombros y aceras	29
Tabla 4. Pendientes máximas para autopistas rurales y urbanas	30
Tabla 5. Anchos de rampas según el radio interior del pavimento	30
Tabla 6. Radios mínimos para distintas velocidades de diseño.	31
Tabla 7. Longitudes mínimas de desaceleración para las terminales de ...	32
Tabla 8. Tabla para determinar la demora geométrica	39

INTRODUCCIÓN

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso públicos, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras, por ejemplo, convencionales y autopistas o carreteras de circunvalación, entre otras.

Una autopista es una carretera que permite la circulación de un lugar a otro dentro de un país, con la característica de que al ser una autopista el tránsito por ella se debe dar de forma rápida, segura y con un volumen considerable de vehículos; además de que al existir este volumen se debe disponer de más de un carril en cada sentido, dependiendo del flujo vehicular, principalmente en “horas pico”.

Sin embargo, en algunas autopistas se construyeron intersecciones para permitir transitar en diferentes direcciones, con lo cual se deja de tomar en cuenta una de las principales características que deben tener las autopistas, la del tránsito libre. Lo anterior se suma al constante aumento de vehículos en las carreteras, así como en ocasiones esto es debido a diseños obsoletos de esas vías que ocasionan que los congestionamientos sean cada vez más frecuentes, inclusive en horas de poco tránsito de vehículos.

Un diseño geométrico es el trazado de una carretera en un terreno específico, que ayude a los vehículos a moverse de un lado a otro de manera rápida y segura. Por lo tanto, cuando en muchas ocasiones se presentan problemas de congestionamiento la solución parte de un nuevo diseño geométrico. Para cuando los congestionamientos ocurren en intersecciones, se propone un paso a desnivel, ya sea un puente elevado o un túnel que permita el tránsito en todas las direcciones y sin interrumpir el flujo vehicular, especialmente el de la vía principal.

Antecedentes de la autopista

La autopista General Cañas fue llamada así en honor al general José María Cañas Escamilla, héroe de la Campaña Nacional de 1856-1857. La autopista General Cañas comprende el tramo desde el costado noreste del parque Metropolitano La Sabana, en San José, hasta el aeropuerto internacional Juan Santamaría. Además de conectar a dos de las ciudades más

pobladas de Costa Rica (Alajuela y San José), forma parte de la columna vertebral en lo que respecta a carreteras, que conecta a Costa Rica de una frontera a la otra.

De acuerdo con la Ley N.º 2661 promulgada por la Asamblea Legislativa de Costa Rica, el día 8 de agosto de 1960 se suscribe un acuerdo entre la República de Costa Rica y el Export-Import Bank de Washington (llamado Eximbank) para la construcción de una carretera de cuatro carriles entre San José y el aeropuerto internacional El Coco (hoy aeropuerto internacional Juan Santamaría). Costa Rica solicita una línea de crédito por un monto de \$3 millones de dólares para esa finalidad. Según lo señala la Revista Comunicación, en su artículo “Mora y Cañas en la toponimia de la estatuaria nacionales”, del año 2010, la construcción de la autopista se dio entre los años 1961 y 1965.

De acuerdo con el “Anuario de Información de Tránsito 2015”, traídos al presente mediante tasas de crecimiento de tránsito, hoy en día alrededor de 90.000 vehículos circulan por la intersección mencionada. El problema del congestionamiento vial en Costa Rica va en aumento día a día, lo que se refleja en la información del periódico La Nación del 31 de julio del 2015, en la cual se indica que la cantidad de vehículos en el país ha aumentado 10 veces en los últimos treinta y cinco años. También en información más reciente del mismo periódico del 8 de abril del 2016 se señala que la flota vehicular del país es de 1,3 millones, aproximadamente, a esa fecha.

Planteamiento del problema

La creciente demanda de transporte y la facilidad de hoy en día para adquirir un vehículo automotor ha provocado que en la mayor parte de las ciudades ocurran congestionamientos viales, que causan que las personas dupliquen y hasta tripliquen el tiempo necesario para trasladarse de sus hogares a realizar diferentes actividades o para regresar a ellos. Costa Rica no es la excepción y por eso el aumento de vehículos en las principales rutas del país ha sido considerable, principalmente porque las personas han dejado de usar el transporte público y prefieren viajar en sus vehículos a realizar sus actividades, considerando factores como: reducir los tiempos de traslado, la dificultad para llegar a su destino, las inconveniencias del transporte público, y los horarios de inicio y finalización de sus actividades. En fin, todos estos factores

contribuyen a que las carreteras colapsen debido al flujo excesivo de vehículos, y todo eso se ve reflejado en el dato que se señaló anteriormente, el de que el aumento en la cantidad de vehículos en los últimos treinta y cinco años ha sido de 10 veces.

Sin embargo, el aumento en la cantidad de vehículos no es el único motivo del congestionamiento vial que a diario se vive en el país, ya que en el “Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica 2014-2015” se indica que 62,05% de la red vial nacional es deficiente y muy deficiente. Esto se debe a carreteras en mal estado, mala señalización y carreteras de pocos carriles, lo cual se traduce en pérdidas económicas. Hay dos estudios al respecto, el primero de ellos por parte del Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Universidad de Costa Rica. En él se estima que los accidentes significan cerca de \$55 mil millones al año. El segundo estudio fue realizado por la Cámara de Exportadores de Costa Rica, que reporta un perjuicio económico en el campo de las exportaciones terrestres de 22% del total exportado, en este caso debido a la infraestructura deficiente.

La autopista General Cañas es una de las principales rutas del país, ya que recoge y da paso a los vehículos que vienen de occidente (Grecia, Naranjo, Palmares y San Ramón) y de la provincia de Alajuela, y que se dirigen a diferentes sectores de las provincias de Heredia y San José. No obstante, esta importante vía presenta importantes problemas en puntos o lugares específicos que es en donde se forman los llamados “cuellos de botella” o se produce la reducción a un número menor de carriles en ambos sentidos. Para el desarrollo de este proyecto es importante centrarse en el tramo comprendido entre Villa Bonita (Alajuela) y la intersección al noroeste del aeropuerto, en donde existen varios inconvenientes que producen una cadena de congestiones y que afectan directamente el tránsito a la altura del aeropuerto.

Sentido oeste-este

A continuación, en la siguiente imagen se marcan los lugares en donde se presentan problemas de congestionamiento. Dicha imagen fue tomada de “Google Earth”. Posteriormente se describen dichos lugares o puntos para conocer la situación que se da en cada uno de ellos.

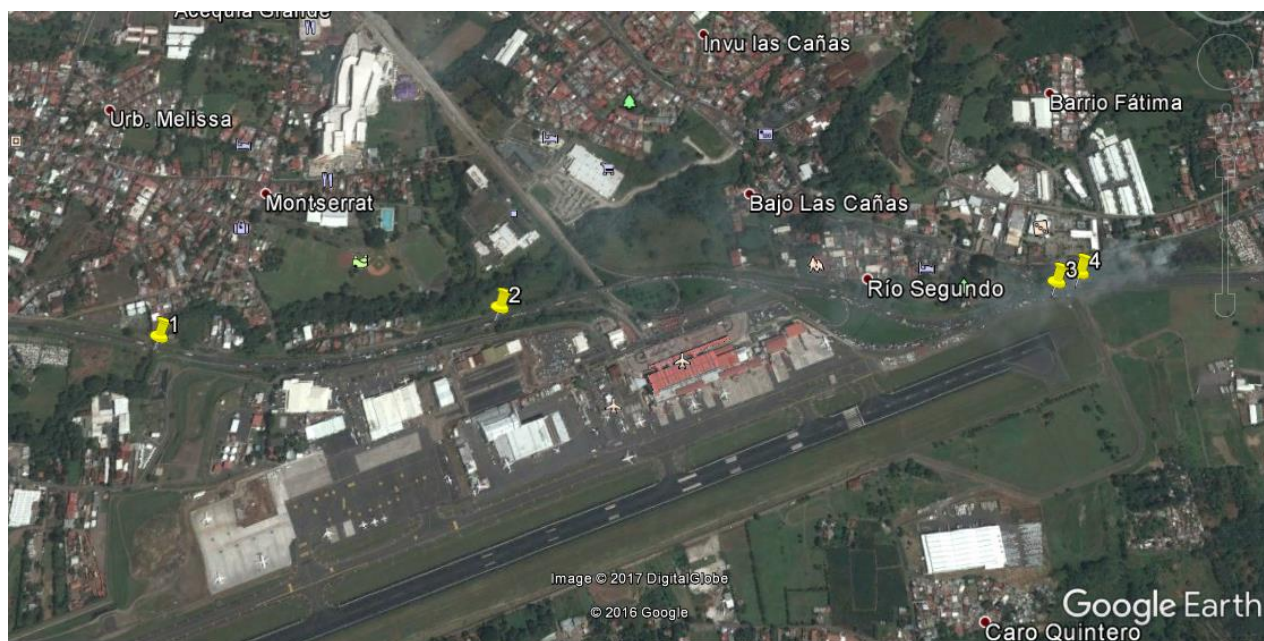


Ilustración 1. Puntos donde se presentan problemas en el sentido Grecia - San José.

Fuente: Imagen tomada de Google Earth.

1. Reducción de dos carriles a un carril en el puente sobre el río Ciruelas.
2. Reducción de dos carriles a un carril aproximadamente 200 metros antes del paso a desnivel sobre la radial.
3. Ubicación de un semáforo que interrumpe el tránsito en la autopista para dar paso a los vehículos que viajan de Alajuela hacia el este.
4. Giro izquierdo hacia Alajuela o Heredia que provoca que la fila de vehículos obstaculice un carril y solo se puedan utilizar dos en ese sector.

Sentido San José-Alajuela

De nuevo, mediante una imagen tomada de “Google Earth”, se establecen los puntos en donde se presenta congestión. Posteriormente se describe la situación.

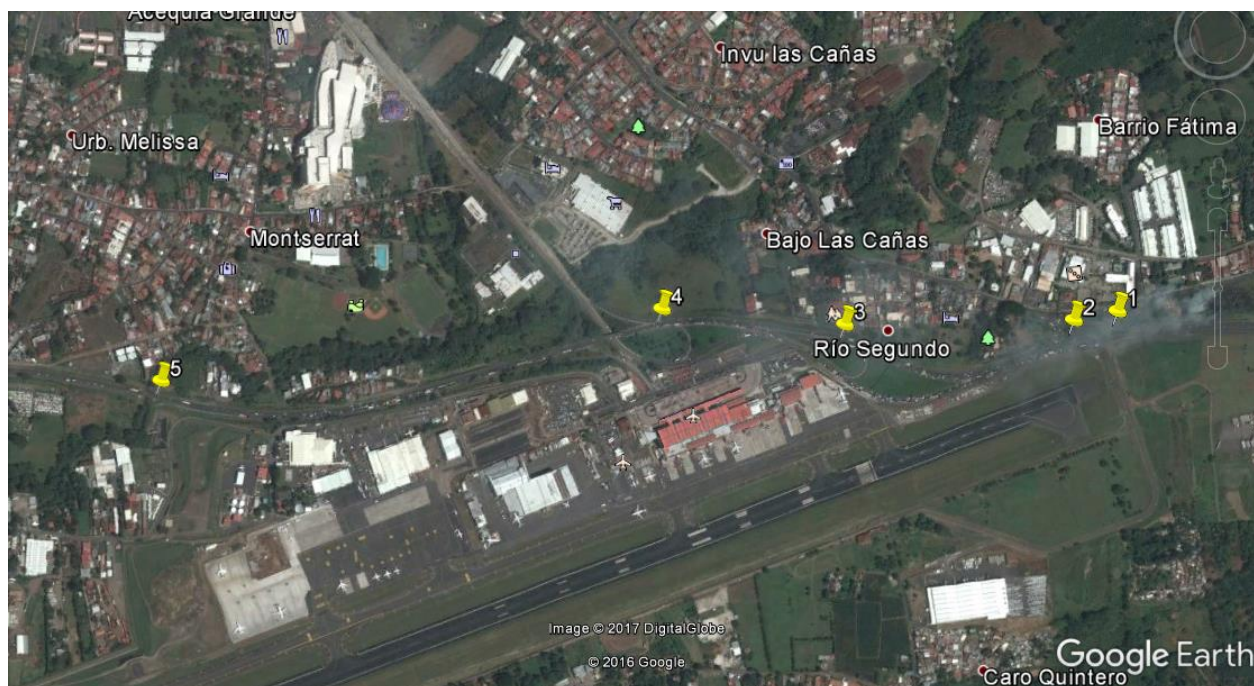


Ilustración 2. Puntos en donde se presentan problemas en el sentido San José - Grecia.

Fuente: Imagen tomada de Google Earth.

1. Ubicación de un semáforo que interrumpe el tránsito en la autopista para dar paso a los vehículos que viajan del oeste hacia Heredia o Alajuela.
2. Ubicación de otro semáforo para dar paso a los vehículos que viajan de Alajuela hacia el este.
3. Reducción de tres carriles a dos carriles debido a que uno de ellos se ramifica hacia el aeropuerto.
4. Reducción de dos carriles a un carril en el puente sobre la radial a Alajuela.
5. De nuevo, reducción de dos carriles a un carril en el puente sobre río Ciruelas.

Otras situaciones presentes en esta zona y que afectan directamente tanto en este tramo como a otras localidades, en especial Heredia, son:

1. No existe una ruta que permita el paso desde Ojo de Agua hacia Heredia o Alajuela.
2. Para seguir la ruta Alajuela por el Invu o Heredia hacia Ojo de Agua se deben cruzar transversalmente los tres carriles de la autopista.
3. Las largas filas producidas por las señales de alto en las rutas Alajuela-Heredia y viceversa, debido al libre tránsito que tienen los vehículos en el sentido San José-Alajuela por el Invu.

Lo descrito es -en cuanto a problemas- para que el flujo vehicular se dé sin ningún obstáculo. Sin embargo, adicionalmente se puede mencionar el gran problema existente debido a accidentes de tránsito, los cuales llevaron a la colocación de los nuevos semáforos, en el sentido Alajuela-San José y viceversa, ya que en muchas ocasiones los vehículos que salían de Alajuela por el Invu tenían que cruzar transversalmente la autopista para poder viajar hacia San José. Por ello, inclusive en horas “no pico”, cuando el tráfico era mucho menor ocurrían accidentes de tránsito bastante aparatosos.

A todo lo anterior se suman malas prácticas de manejo como el efecto “mirón” en lugares en donde se produce un accidente u otro evento, lo que llega a producir congestionamientos importantes. Por eso en la nueva Ley de Tránsito tuvo que incluirse una penalización para las personas que cometan esta falta, debido al aumento de esta práctica en los últimos años. Estas malas práctica pueden llegar a ser los principales motivos del colapso diario que sufren las carreteras de Costa Rica y que ocasionan dolores de cabeza a los conductores, accidentes diarios, más tiempo utilizado para trasladarse y, por consiguiente, mayores gastos para los conductores. Por esos motivos, principalmente, es que se decidió elaborar una propuesta de diseño para mejorar el tránsito por esta zona, que es una de las rutas más importantes del país.

Objetivo general

Realizar un diseño vial para la intersección ubicada al noreste del aeropuerto Internacional Juan Santamaría en la autopista General Cañas, que permita disminuir el congestionamiento vial existente en esta zona, para dar paso en la mayor cantidad de rutas posibles, de manera que se logren mejorar el nivel de servicio y la seguridad vial en la intersección.

Objetivos específicos

- Recopilar datos acerca del tránsito en los diferentes sentidos que permitan contar con flujos más exactos para realizar el diseño, mediante consulta a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, y utilizar tasas de crecimiento para determinar el funcionamiento de la propuesta durante veinte años.

- Realizar un diseño geométrico de acuerdo con el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca, y lograr habilitar el paso en las rutas no existentes.
- Analizar la situación actual y el diseño geométrico realizado para determinar los niveles de servicio, lo mismo que determinar si con la nueva propuesta se logra mejorar la situación de la intersección.

Justificación

Debido a los problemas mencionados anteriormente se decide elaborar una propuesta que ayude a solucionar el congestionamiento producido en la intersección, principalmente en los sentidos oeste-este, y viceversa. Esta propuesta surge de la necesidad de descongestionar una de las rutas más importantes del país que, además de conectar a las principales ciudades de Costa Rica (Alajuela, Heredia y San José), es la vía de salida para las personas que visitan el país. Además de esto, se plantea como una forma de ayudar a reducir el tránsito por otras zonas de la provincia de Heredia, principalmente, ya que se daría paso a rutas que actualmente no existen.

Adicionalmente a lo mencionado cabe destacar que también lo que se busca es lograr que en la autopista no exista ninguna intersección, que es una de las características más importantes con las que se debe cumplir, el dejar libre tránsito para los usuarios.

Alcance y limitaciones

Lo que se pretende con el diseño geométrico y posterior análisis funcional es lograr el libre tránsito por la autopista General Cañas, por medio del diseño de dos rotondas bajo el nivel del terreno actual, conectadas entre sí; la primera en el lugar en donde se encuentran actualmente los semáforos, que permita el paso desde Heredia, Alajuela y Ojo de Agua, y hacia Heredia, Alajuela, Ojo de Agua y San José. La segunda, que permita el paso de los vehículos desde San José y Heredia y hacia Grecia y Alajuela. Además, las autopistas se conectarán a las rotondas por medio de rampas que lleven a los vehículos de un nivel a otro.

De esa forma se lograría dar paso en todos los sentidos posibles sin interferir en la ruta principal, la autopista General Cañas, lo cual mejoraría el tránsito por la zona y eliminaría el peligro de que ocurran accidentes de tránsito por los giros presentes en este momento e igualmente las imprudencias de muchos conductores.

Sin embargo, la principal limitación del diseño es que no ofrece muchas alternativas y por eso la propuesta se debe reducir a pasos a desnivel bajo el nivel actual de la autopista; esto porque según las leyes de Costa Rica se puede construir a un tercio de altura de la distancia entre la obra y el aeropuerto. Por ello, al encontrarse la autopista -que es el lugar de la obra- contiguo al aeropuerto, la altura disponible para construir se vuelve nula y elimina automáticamente la posibilidad de un paso sobre nivel de la autopista.

Además, otro factor de gran importancia es el poco o nulo espacio en diferentes sectores para realizar ampliaciones en cada una de las autopistas, tanto en la ruta N.º 1 como en la ruta N.º 3. En la primera, especialmente a la altura del Parque del Agricultor y en la segunda prácticamente en toda la vía, ya que al norte y al sur existe colindancia con viviendas y comercios, y esto haría que si se realizan expropiaciones para ampliar las carreteras estas eleven considerablemente el costo de la obra.

Impacto

Se espera que los resultados producidos con esta propuesta vengán a afectar positivamente a los usuarios de las carreteras que se incluyen en el diseño, de manera que mejoren aspectos como el tiempo de viaje y la experiencia de pasar por el lugar al evitar grandes congestionamientos. Esto mejoraría, a su vez, el estado de ánimo de los conductores, debido a que el paso por la zona sería más ágil.

Otro aspecto de gran importancia que se espera lograr al habilitar rutas no existentes es lograr descongestionamientos en otras zonas de las provincias afectadas (Alajuela y Heredia), de manera que se vendría a mejorar de manera indirecta el paso por otros sectores, lo que sería de gran ayuda principalmente en “horas pico”, cuando en muchos sectores las filas son interminables y los usuarios requieren muchas horas para llegar a sus destinos. A su vez, lo cual

es uno de los factores sobresalientes, es necesario mejorar la primera impresión de los turistas que vienen al país, pues lo que inicialmente encuentran en este momento al salir del aeropuerto internacional Juan Santamaría son los grandes congestionamientos en esta zona de los semáforos contiguo al aeropuerto, por lo cual se mejoraría la impresión que les deja el país en el aspecto vial y con ello se tornaría mucho más atractivo para los visitantes.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Para cualquier tipo de diseño, ya sea estructural, vial, hidráulico o de cualquier rama o tipo, primero es importante tener claras todas las partes de la infraestructura, de manera que se diseñen los elementos de la manera correcta. Posteriormente se analizará la capacidad de funcionamiento, ya sea que la obra exista o que haya que construirla. De esa forma, en el primer caso se podrá asegurar que la función para la cual se construirá cumple con los requerimientos de los usuarios y, para el segundo caso, que las mejoras por realizar igualmente cumplan con esos requerimientos.

Además, se deben tener en cuenta los factores que de alguna forma pueden afectar el diseño, como topografía, condiciones climáticas, flujo vehicular, impacto ambiental, disponibilidad de espacio, entre otros. Es importante destacar que la carretera se encuentra en una franja de terreno llamada derecho de vía, que es el que comprende todos elementos de la carretera.

Es por eso que para realizar un diseño se deben seguir las pautas de las leyes y reglamentos vigentes en el país acerca de cómo debe ser, que darán una idea clara de con qué se debe cumplir y de los pasos por seguir para lograr que en él se les dé seguridad a sus usuarios y el mayor nivel de confort posible a la hora de utilizar la infraestructura. En Costa Rica, un parámetro utilizado para realizar los diseños de carreteras es el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca. Un ejemplo de diseño geométrico es el siguiente:



Ilustración 3. Ejemplo de diseño geométrico.

Recio P. (2013, octubre14). Construcción de paso a desnivel en Paso Ancho iniciará en abril de 2014 (Documento de internet).

Recuperado de: http://www.nacion.com/nacional/infraestructura/Construcción-desnivel-Paso-Ancho-iniciara_0_1372062926.html

En muchos casos, para conocer el tránsito promedio de diseño, tanto diario como en “horas pico”, es importante determinarlo mediante los conteos en sitio o -en muchos casos- se puede conocer mediante el empleo de fórmulas que incluyan tasas de crecimiento con datos obtenidos de conteos anteriores realizados por diferentes instituciones, para de esta manera lograr obtener datos bastante cercanos a los reales, por ejemplo con la fórmula que se describe a continuación:

$$V_f = V_a(1 + T)^n$$

En que:

V_f = Volumen final

V_a = Volumen de referencia

T = Tasa de crecimiento vehicular

n = Cantidad de años desde el volumen de referencia hasta el volumen final.

1.1. Marco conceptual

En este apartado se explican cada uno de los términos que componen el análisis de funcionamiento, los elementos que forman parte del diseño y el detalle de cada uno de sus componentes, ya que estos varían dependiendo del diseño y de los elementos del diseño, tomando en cuenta principalmente la topografía del lugar. Para esto se explican a detalle cada uno de los conceptos necesarios para que se tenga una idea más clara y se logre el mayor entendimiento a la hora de desarrollar el proyecto.

1.1.1. Análisis funcional

Un análisis funcional es una técnica que se utiliza para determinar si el producto que se realiza cumple con las funciones para las cuales es diseñado. En este caso se refiere al comportamiento que tiene el diseño geométrico realizado con respecto a la cantidad de vehículos que transitan por la zona. Es importante realizar estos análisis de funcionamiento para tener un respaldo de los estudios hechos y, en este caso para poder comprobar que los objetivos del diseño -en cuanto a funcionalidad de la propuesta- hayan sido alcanzados, ya que de lo contrario se deben aplicar las mejoras necesarias.

Este análisis funcional sirve para determinar los niveles de servicio de cada uno de los elementos del diseño (carreteras, rampas, rotondas, túneles, etc.). Los niveles de servicio

indican el nivel de funcionamiento de un elemento del diseño. Es un dato que relaciona principalmente el volumen de la vía por analizar con su capacidad. Esta capacidad se traduce básicamente en la máxima cantidad de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico.

Tabla 1. Tabla de descripción de los niveles de servicio

Nivel de Servicio	Descripción
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/h o más).
B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por la condiciones del tránsito (80km/h).
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km/h).
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar, la velocidad se mantiene alrededor de 60 km/h.
E	Flujo inestable. Suceden pequeños embotellamientos y la velocidad cae hasta 40 km/h.
F	Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras

A la hora de realizar un análisis funcional de cualquier zona es importante contar con una cantidad de datos que serán los que se analizarán para determinar qué tan funcional es el diseño existente o la propuesta. A continuación se desarrollan los conceptos más importantes de tener en cuenta en un análisis de funcionamiento.

Inicialmente, es vital contar con los conteos en sitio. Estos conteos se refieren al tránsito vehicular o cantidad de vehículos que transitan en una dirección. Este conteo se debe realizar para todos los sentidos considerados en el diseño. La cantidad de vehículos se divide en dos tipos, y estos datos se manejarán en porcentajes. Estos tipos son: vehículos livianos y vehículos pesados.

Los conteos tomados en tramos de 15 minutos durante los intervalos horarios definidos servirán para determinar los flujos horarios, que se refieren a la división de los conteos en tramos de una hora. Con base en los flujos horarios se podrá elegir la hora pico para el análisis, hora que se define como el intervalo de 60 minutos en que, sumando los flujos de todos los sentidos, transitan más vehículos por la zona.

Existen tres conceptos que, además de ser de los más importantes, también van de la mano y cada uno lleva al siguiente. Estos son: tasas de crecimiento, nivel de servicio y vida útil. El primero, las tasas de crecimiento, se refieren al porcentaje en que aumenta un dato año a año, En este caso es el aumento en el flujo vehicular que se da de año a año en la zona. Este dato del porcentaje de aumento de vehículos se calcula según las referencias de conteos de años anteriores en que estadísticamente se llega a valores bastante aproximados del aumento que se da en el flujo vehicular cada año.¹

El segundo concepto de importancia es el de los niveles de servicio, el cual fue descrito anteriormente. Estos dos conceptos, ligados mediante un proceso iterativo en el que se estiman los flujos vehiculares del año y los niveles de servicio correspondientes a ese año, vienen a crear el tercero, el cual es la vida útil estimada del diseño, que se refiere a la cantidad de tiempo en el cual la carretera debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas y bajo un programa de mantenimiento establecido.²

Para el caso de la rotonda existen algunos términos que se deben explicar detalladamente, debido a que su uso no es común y por esto es necesario describirlos, para lograr un entendimiento correcto de lo que se intente desarrollar en este proyecto. Estos se detallan a continuación.

En rotondas existen dos intervalos principales, que son el de seguimiento y el crítico. El primero es el intervalo mínimo de tiempo requerido para que un vehículo de la corriente secundaria siga a otro vehículo que vaya ingresando a la rotonda, y se denomina β_2 .

¹ Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

² Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

Para este intervalo los valores se recomiendan en función de la geometría de la rotonda y el respectivo factor de corrección para considerar el efecto de vehículos pesados. El segundo intervalo, el crítico, refleja la habilidad de los conductores en el acceso a la rotonda para aceptar los intervalos disponibles en la corriente principal y, al igual que en el intervalo de seguimiento, este valor se considera de acuerdo con la geometría de la rotonda, y se deben aplicar factores de corrección para considerar el efecto de los vehículos pesados.³

Otro aspecto importante de destacar es el volumen opuesto, que se refiere a todo aquel volumen que impide o inhibe el acceso a la rotonda. Este acceso es similar al de un giro a la derecha en una intersección en T. Si el acceso tiene más de dos carriles, en el caso del carril derecho –con base en la definición de volúmenes opuestos- se puede decir que tiene un menor volumen opuesto y que, por ende, su capacidad es menor.⁴

La longitud media de cola es otro factor determinante. Esta será expresada en cantidad de vehículos; sin embargo, mediante una fórmula matemática se pueden convertir las longitudes de cola a metros. Esta longitud va de la mano con la probabilidad de detenerse, dado que esta maniobra es la que definirá si los vehículos que vienen en cada sentido tendrán que realizar una parada total y, por consiguiente, aumentar la cola, o podrán seguir de manera ininterrumpida, por lo cual es importante determinar la probabilidad de detenerse ante la señal de ceda.⁵

Por último, y es el parámetro que definirá los niveles de servicio de la rotonda, se trata de la demora media total y se obtiene en función de la velocidad de aproximación y la probabilidad de detenerse. Esta demora se refiere al tiempo promedio que dura cada vehículo en la salida a la rotonda.⁶

³ Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

⁴ Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

⁵ Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

⁶ Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

1.1.2. Elementos básicos de un diseño geométrico

Para el diseño es importante tener conocimiento de los elementos que pueden conformar el tramo de una vía que se pretenda diseñar, así como de una que se pretenda modificar. Esto no solo para tener claros los parámetros por los que se rige cada uno de los elementos, sino también para poder realizar un análisis más completo en cuanto a funcionamiento y nivel de servicio del diseño. En general, un diseño puede contar con muchos elementos, dependiendo de las diferentes variables de la zona, como: topografía, clima, flujo vehicular de lugar, impacto ambiental que se pueda causar, disponibilidad de espacio, entre otros.

Tomando en cuenta las variables ya mencionadas, cabe destacar que los elementos del diseño pueden ser muy variados y se deben acoplar al diseño, dependiendo de la necesidad de los usuarios, tanto conductores como peatones, de manera que ofrezca la mayor comodidad a todos los usuarios. Entre los elementos más importante del diseño se encuentran: autopista, túneles, rampas, rotondas, puentes elevados, puentes a nivel. Sin embargo, existen componentes complementarios en las carreteras que son los encargados de hacer las conexiones entre los elementos antes mencionados, como son los carriles de aceleración y desaceleración.⁷

Inicialmente es importante determinar el tipo de carretera, ya que será el primer factor determinante para realizar el diseño, y esta se definirá tomando en cuenta los flujos vehiculares que transiten por ella.

1.1.2.1. La autopista y sus elementos

La autopista es una carretera que permite a los vehículos movilizarse de un lugar a otro a altas velocidades y que conectan a ciudades de importancia entre sí, con la principal característica de que no tienen intersecciones en el camino sino que son carreteras continuas. Las salidas en autopistas se realizan mediante carriles de desaceleración que conducen a carreteras secundarias o rampas, al igual que las entradas a las autopistas, con la diferencia de que a los

⁷ Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

carriles que conectan las rampas o carreteras secundarias con la autopista se les llama carriles de aceleración.

Estas salidas o entradas se encuentran, ya sea a nivel o desnivel, y las segundas son las más utilizadas y constituyen una excelente solución cuando los giros que se realizan son izquierdos. Existen cuatro elementos básicos que comprende el diseño de cualquier autopista: calzada, hombro, mediana y zona despejada.

A continuación se presenta un diagrama de la ubicación de estos elementos en la carretera.

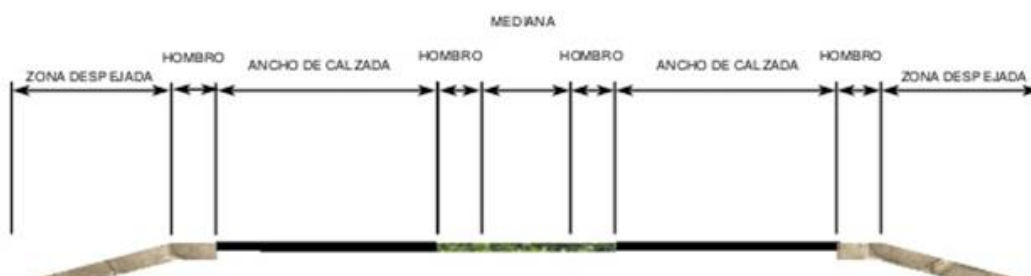


Ilustración 4. Elementos de una carretera.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras

Para el caso de la calzada se trata de la distancia a lo ancho, que comprende los carriles en ambos sentidos. Por esta es por donde transitan los vehículos y también se pueden incluir las isletas en esta zona. La calzada está delimitada por el espaldón, que también es llamado hombro, arcén o banquina. Son franjas longitudinales, paralelas y adyacentes a la superficie de rodadura. Pueden ser pavimentadas o no y sirven principalmente para estacionamiento de los vehículos en casos de emergencia. El espaldón se puede dar de dos formas, la primera en autopistas, principalmente cuando existen arcenes internos o externos. La segunda se da especialmente en carreteras rurales o suburbanas, en donde no existen arcenes internos, debido a que la calzada no está dividida en el centro.⁸

La tercera parte es la mediana o camellón. Es una franja divisoria ubicada en la mitad de la carretera que tiene como propósito separar los dos sentidos de la carretera. La

⁸ Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

mediana tiene como tarea principal evitar que los vehículos puedan invadir el sentido contrario y por lo general van cubiertas de concreto, plantas o árboles. Por último está la zona despejada, que puede ser una zona verde ubicada en la parte externa del arcén externo. Forma parte del derecho de vía, pero en muchas ocasiones no existe debido al poco espacio disponible para construir la carretera.⁹

1.1.2.2. El túnel y sus elementos

El túnel es una vía subterránea que permite el paso de personas y vehículos. Se construye como una solución para evitar un obstáculo presente en el trayecto, de manera que se pueda superar ese obstáculo de manera sencilla y no tener que bordearlo o escalarlo. Los túneles vienen a ser elementos complementarios de las rampas en carreteras cuando los giros que es necesario realizar son izquierdos, ya que mediante estos se puede realizar el desplazamiento por debajo de la carretera o autopista sin interferir en el flujo vehicular del sentido contrario.

En cuanto al túnel, al igual que la autopista cuenta con: una calzada, arcenes externos, un bordillo que en ocasiones puede ir acompañado de una acera, y los muros de retención tanto en paredes como en el techo.

Anteriormente se describieron la calzada y el arcén, por lo cual se procederá a explicar en qué consisten los demás elementos que conforman el túnel. Primero, el bordillo es una grada o escalón, por lo general de aproximadamente 10 centímetros, que divide la calzada transitable por vehículos y la acera transitable por peatones, de manera que se les dé cierto nivel de seguridad a las personas que transitan por el lugar; además, evita que el agua invada la acera debido a la diferencia de nivel. La acera puede incluirse o no en el diseño, lo cual dependerá principalmente del espacio disponible y de la seguridad que se les pueda ofrecer a los usuarios, por lo cual este elemento es opcional en el diseño. Por último, como una de las partes más importantes que componen el túnel, están los muros de retención, los cuales soportarán todo el material que ejerce presión tanto en las paredes como en el techo, de manera que ofrezca

⁹ Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

seguridad tanto a peatones como a conductores, para que el tránsito por el túnel se pueda dar sin que se presenten situaciones de riesgo.¹⁰

1.1.2.3. La rampa y sus elementos

La rampa es un paso que permite la transición de un vehículo de una carretera a otra y sirve para realizar intercambios de un nivel a otro. En las rampas existen dos tipos de movimientos, de fusión y de divergencia. La rampa de fusión se refiere a cuándo la rampa entra a una carretera y produce una mezcla de dos flujos vehiculares en uno solo; mientras tanto la divergencia ocasiona lo opuesto, convierte un flujo vehicular en dos flujos separados.

Para una rampa, por lo general se presenta una combinación de elementos de la autopista y el túnel, ya que cuenta con: calzada, arcén, zona despejada, y en ocasiones se cuenta con la presencia de muro de retención. En este caso el muro de retención solo actúa en las paredes si existieran taludes para soportar el material de los niveles superiores, el que se encuentra a los costados de la rampa. Las rampas cumplen con dos funciones o características principales, como se citó anteriormente. La primera es que se encargan de llevar a los vehículos de un nivel a otro, ya sea para subir o para bajar, y la segunda es que tienen el fin de fusionar o separar flujos vehiculares.¹¹

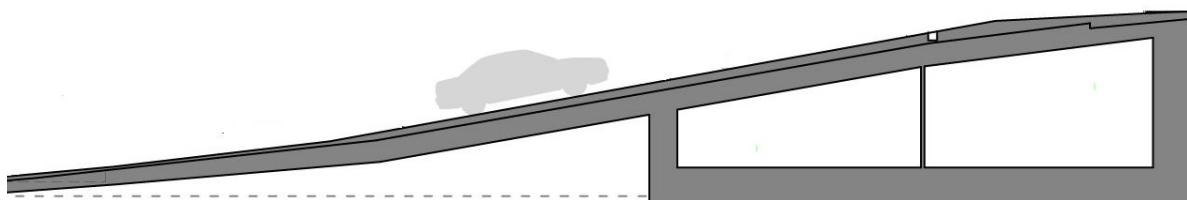


Ilustración 5. Sección transversal de una rampa.
Fuente: www.cioestudio.com

¹⁰ Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

¹¹ Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011).

1.1.2.4. La rotonda y sus elementos

Una rotonda es una intersección que permite el cruce de distintos caminos. En ella todas las vías que confluyen en la rotonda están conectadas entre sí mediante un anillo. La rotonda se presenta como una alternativa de gran funcionamiento, ya que, además de poseer una capacidad de 60.000 vehículos al día ó 6.000 vehículos en “hora pico”, ayuda a eliminar los giros izquierdos, lo cual reduce la posibilidad de que se produzcan accidentes.

A pesar de que las rotondas ocupan más espacio con respecto a una intersección con semáforo, presentan ventaja en relación con las intersecciones semaforizadas. Esto primeramente porque permiten un flujo continuo, debido a que los vehículos deben transitar a una velocidad uniforme para incorporarse, mientras que en el caso de los semáforos los vehículos deben detenerse para esperar que se cumpla el ciclo. Además, el Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca establece que los semáforos pueden ser adecuados cuando la afluencia de vehículos es de 600 por hora, con 250 peatones durante esa hora. Comparada aquella cantidad con los 6.000 vehículos por hora a los que la rotonda les permite transitar, se presenta una vida útil 10 veces mayor con las rotondas, lo cual justifica aun más su uso. Esto por cuanto el fin de los diseños es que su vida útil sea la máxima posible, por lo cual para el futuro es la mejor opción utilizable.

Existen dos tipos de rotondas. La normal está compuesta de cuatro accesos para que entren tres vehículos al mismo tiempo y la otra es la llamada “mini-rotonda”, que dispone de ensanchamiento de los accesos y de una pequeña isleta en el centro. Esta última es muy utilizada en países con un alto nivel de educación vial. Esta ha llegado a permitir un volumen total de tránsito en la intersección de 7.000 vehículos por hora, lo que significa que permite 1.000 vehículos más de la cifra citada en el Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca.

La rotonda está compuesta por una calzada, al igual que cualquier carretera, y cuenta con espaldones externos a los carriles. Los carriles irán desde uno hasta tres en las rotondas, tomando en cuenta que el número de carriles estará determinado por la mayor cantidad de entradas o salidas con que cuente en una de sus vías. Así, por ejemplo, si se tienen tres salidas

y tres entradas de un carril, y una salida y una entrada de dos carriles, la cantidad de carriles estará determinada por la cantidad máxima de entradas o salidas, que en este caso son dos.

Cabe destacar que, al ser un elemento circular, las rotondas permiten el tránsito en una sola dirección para todos los vehículos, y ofrecen salidas y entradas en diferentes puntos para que la movilización en ella sea de una manera sencilla y rápida. Además, las rotondas cuentan con una isleta en el centro de los carriles, que es la que va a delimitar la zona por la cual se puede transitar.

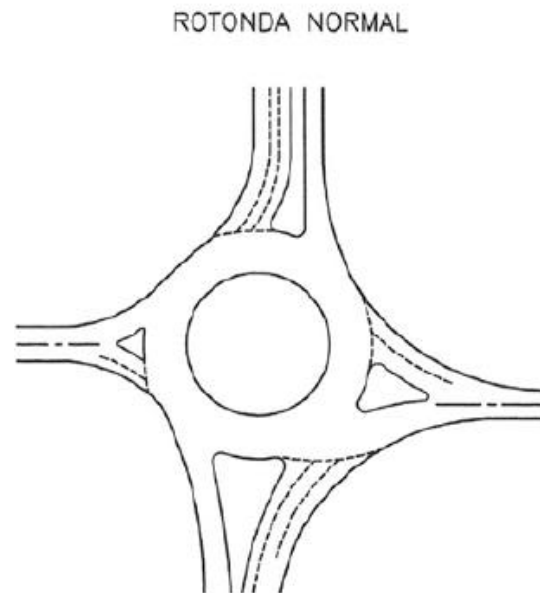


Ilustración 6. Rotonda normal.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

1.1.2.5. Elementos complementarios

Existen elementos de gran importancia. Estos son elementos complementarios que cumplen con funciones de transición hacia otros elementos del diseño.

Un ejemplo claro de estos elementos de importancia es el de los carriles de desaceleración o aceleración, los primeros utilizados cuando los vehículos deben hacer una transición de una carretera de mayor velocidad a una de menor velocidad. Esta transición puede realizarse mediante un carril extra que conduce a la salida; sin embargo, es importante tomar en cuenta que no siempre se cumple con que haya este carril de aceleración, aunque su importancia

es significativa. Ello debido a que es el que permite que los vehículos puedan disminuir la velocidad a la deseada para transitar por la carretera secundaria en la cual se divide.

En el caso de los carriles de aceleración estos son utilizados para realizar la transición pero, en el caso contrario, en el de carreteras de menor velocidad a mayor velocidad, para estos carriles se conecta a la salida con un carril extra, con una longitud apta para que los vehículos puedan desarrollar las velocidades necesarias para introducirse en la carretera sin provocar alteraciones en el flujo vehicular. No obstante, al igual que en el caso de los carriles de desaceleración, estas longitudes no siempre se cumplen y en estos casos se viene a afectar directamente la corriente primaria, ya que los vehículos que entran a ella no logran desarrollar la velocidad mínima requerida para entrar al flujo primario, y se tornan en un obstáculo para los vehículos que vienen a gran velocidad.

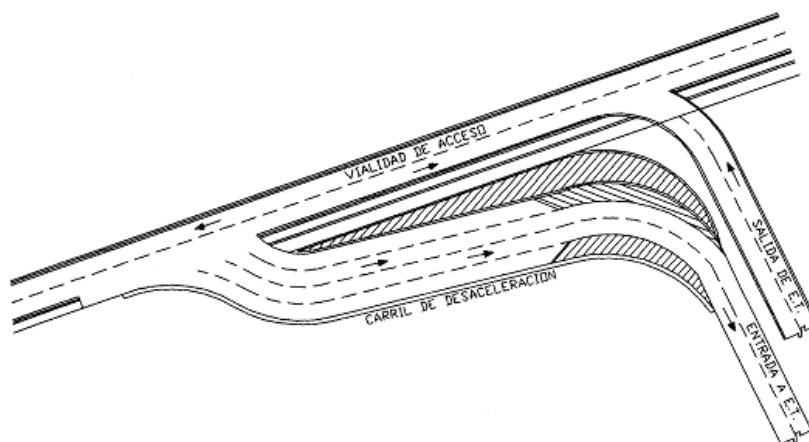


Ilustración 7. Carril de desaceleración.
Fuente: www2.inecc.gob.mx

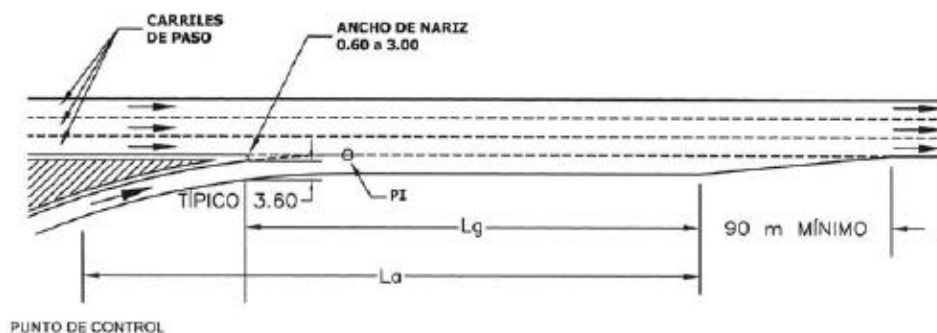


Ilustración 8. Carril de aceleración.
Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

Estas transiciones se realizan por medio de una salida o entrada llamada acceso, como se muestra en la figura a continuación:

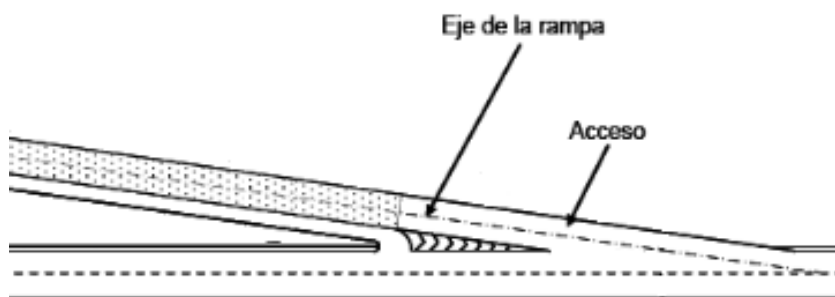


Ilustración 9. Ejemplo de accesos a rampas.
Fuente: www.dof.gob.mx

1.1.3. Factores de importancia del diseño

En los diseños geométricos también existen factores que se deben tomar en cuenta, de manera que el diseño sea eficiente para los usuarios y ofrezca tanto comodidad como seguridad. Tanto el diseño como el derecho de vía dependerán del tipo de carretera. Este derecho de vía es una franja de terreno en la cual se ubica la carretera. Hay parámetros que se deben tomar en cuenta y que son de vital importancia para realizar los diseños, parámetros que se definirán y explicarán a continuación.

Para estimar el tráfico es importante conocer el volumen o cantidad de vehículos que pasarán por el lugar, así como el tipo de ellos, tanto para poder diseñar las pendientes máximas como para realizar la proyección futura y conocer la vida útil del diseño.¹²

En cuanto a la topografía, para cualquier diseño se debe conocer el relieve del terreno, porque es vital lograr que los movimientos de tierra sean los menos posibles y que los recorridos que realizan los usuarios sean los mínimos.¹³

Es importante determinar el tipo de carretera, dependiendo del volumen de vehículos que transitan por ella. Además, del tipo dependerán las velocidades de diseño

¹² Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda en Costa Rica (Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, Henry León Alonso, 1990).

¹³ Factores que Influyen en el Diseño Geométrico de Carreteras (Henry León Alonso, 2011)

permitidas, de manera que se pueda realizar un diseño adecuado para que los vehículos realicen sus recorridos de la mejor forma, dependiendo de la topografía del lugar y del tipo de carretera.¹⁴

Las condiciones climáticas pueden ser determinantes en el diseño, debido a que el clima puede afectar las velocidades permitidas dependiendo también del tipo de carretera, ya que en zonas en donde las condiciones climatológicas son adversas las velocidades para transitar y la seguridad de los usuarios disminuyen.¹⁵

Un factor de vital importancia es el impacto ambiental que se pueda producir en el lugar, lo cual depende de un estudio que permita que el impacto producido en el ambiente sea el mínimo posible, de manera que no se afecten la flora y fauna del lugar.¹⁶

Por las variables que podría presentar el diseño es que se deben tomar en cuenta estos factores, ya que pueden ser determinantes y podrían cambiar la propuesta en gran escala, e inclusive esto puede provocar que se afecte principalmente el nivel de seguridad de las personas que transitan por el lugar, por lo cual es de vital importancia tener presentes las condiciones de la zona y, por consiguiente lograr un diseño de acuerdo con las necesidades de infraestructura de los usuarios.

1.2. Marco situacional

En Costa Rica la mayor cantidad de carreteras presentan colapsos viales diarios, muchos principalmente en “horas pico”, pero las carreteras más importantes se ven afectadas por este problema a cualquier hora. Este es el caso de la autopista General Cañas, que se afecta en gran manera a la altura del aeropuerto internacional Juan Santamaría, sector en el que, aparte de que es difícil circular por ahí, no se cuenta con ciertas rutas, que de habilitarse ayudarían a eliminar el colapso de otros sectores de provincias como Alajuela y Heredia.

Esta situación tiene muchos orígenes, como el poco uso del transporte público por parte de los usuarios, la facilidad de adquirir un vehículo, el difícil acceso a ciertas zonas por

¹⁴ Factores que Influyen en el Diseño Geométrico de Carreteras (Henry León Alonso, 2011)

¹⁵ Factores que Influyen en el Diseño Geométrico de Carreteras (Henry León Alonso, 2011)

¹⁶ Factores que Influyen en el Diseño Geométrico de Carreteras (Henry León Alonso, 2011)

falta de transporte público, horarios de inicio y finalización de actividades de los usuarios, diseños geométricos obsoletos en los que no se cumple con los flujos vehiculares y quizá una de las principales sea la falta de cultura de los usuarios. Estas son solo algunas de las causas de los graves congestionamientos viales que suceden en las carreteras nacionales.

Es por eso que con el diseño geométrico se pretende mejorar la situación del lugar y ayudar a combatir o eliminar el colapso vial que sufre la autopista General Cañas en esta zona, y se espera que se puedan crear rutas que -de paso- colaboren con disminuir los flujos vehiculares en otras carreteras de importancia de las provincias de Heredia y Alajuela.

CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO

El enfoque de la presente investigación es cualitativo, ya que se da un acercamiento a un determinado fenómeno a partir de una revisión bibliográfica, sin presentar resultados numéricos, porcentuales o graficados. Además, esta investigación es de tipo descriptivo porque se va a trabajar sobre una realidad de hecho y se van a describir situaciones de cómo es y se manifiesta un determinado fenómeno, y al final se miden o evalúan diversos aspectos de este fenómeno.

Primero se realizará un análisis utilizando la herramienta “Synchro” para determinar los niveles de servicio de la intersección, de acuerdo con los datos de flujos vehiculares actuales, para de esta forma determinar si es necesario realizar una intervención en este sector y, a su vez, determinar de qué magnitud sería esta.

De ser necesario se hará un diseño geométrico nuevo. Es importante determinar las variables que se aplicarán al estudio previo, como flujos de horarios, tasas de crecimiento de vehículos, año en que se obtuvieron los datos, y con base en esto, traer a presente los valores, de modo que se pueda diseñar de acuerdo con la realidad. Además, esta será la base para lograr un diseño más eficiente para los usuarios. También será necesario proyectar estos datos al futuro para determinar la vida útil del diseño propuesto.

Una vez determinados los flujos vehiculares y mediante el uso de diferentes herramientas de análisis de flujo vehicular, como el “HCS” -en el caso de autopistas y rampas- o utilizar el “método sueco” para el análisis de rotondas. Se verificará que el diseño cumpla con los niveles de servicio requeridos para los diferentes años de diseño que se requiera analizar. De esta manera se podrán reducir al máximo posible los congestionamientos durante la mayor cantidad de años posible.

Posteriormente, con lo datos analizados y de haberse obtenido resultados satisfactorios, es vital establecer cuáles parámetros o elementos del diseño serán los que se van a diseñar, de manera que se logre un diseño lo más completo posible y que, por consiguiente, se tomen los parámetros correctos según lo establece el Manual Centroamericano de Normas para

el Diseño Geométrico de Carreteras, en este caso para diseñar: las autopista, rampas, rotondas, túneles o los demás elementos complementarios que se detallaron anteriormente. No obstante, debido a las limitaciones, como el poco espacio disponible o la limitación de no poder construir pasos sobre nivel en la zona cercana al aeropuerto internacional Juan Santamaría y al Parque del Agricultor, en algún momento no se cumplirá en ciento por ciento con el diseño, pero se intentará tener los valores lo más cercanos posible según lo estipula el Manual del Sieca. Una vez definido el diseño geométrico completo se hará una representación con la ayuda de la herramienta Autodesk “Civil 3D”, de manera que muestre de una forma más clara la idea de cómo irá el diseño final.

2.1. Análisis funcional actual

Inicialmente, para determinar si es necesario un nuevo diseño para la intersección es importante determinar los niveles de servicio actuales en la zona del diseño, de manera que, mediante el uso del programa “Synchro”, se hará una vista en planta a la actual intersección con los flujos horarios actuales, de forma que permita tener una idea clara de la situación existente y, con base en esto, de ser necesaria, elaborar una propuesta para mejorar el tránsito vehicular en la zona.

Es importante tomar en cuenta que para este análisis la visita en planta será lo más aproximada posible a la realidad. Se tomarán en cuenta -para introducirlos en el programa de análisis, los flujos vehiculares en todos los sentidos y, a su vez, cada uno de los ceda, altos, semáforos y giros permitidos, como se encuentran actualmente en la zona.



Ilustración 10. Simulación de análisis de flujo vehicular.

Manar, H.A. (2014, enero 24). A Network Simulation Using Synchro Software (Archivo de Video). Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Nm0VURxe44k>

2.2. Tasas de crecimiento

Para analizar el diseño vial primero es importante determinar dos datos necesarios para realizar el cálculo del flujo vehicular. Estos datos son:

TPD = Tránsito promedio diario

T_v = Tasa de crecimiento de cada tipo de vehículo.

Una vez determinados los dos valores, mediante la consulta del “Anuario de Información de Tránsito 2015” de la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica, se pueden obtener los valores de flujos vehiculares en cada sentido y traer a presente, para obtener un valor muy cercano al real mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$V_f = V_a(1 + T)^n$$

En que:

V_f = Volumen actual o futuro

V_a = Volumen del año de la medición

T = tasa de crecimiento vehicular

n = Cantidad de años desde el año de medición a la actualidad o futuro.

2.3. Parámetros para realizar el diseño geométrico

En la elaboración del diseño geométrico es necesario aplicar lo que para ello dictan las leyes o reglamentos, en este caso el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, del Sieca, que es el documento de referencia que contiene los parámetros para esa tarea.

En este caso se utilizará la herramienta Autodesk “Civil 3D”, a la cual se le introducirán los parámetros de diseño obtenidos del Manual, de manera que se pueda representar, tanto en planos como en 3D, la propuesta. De esta forma se tendrá una idea clara del diseño en sitio que se desea. A continuación se describen los principales parámetros por tomar en cuenta en el diseño.

Se mantendrá la cantidad de carriles en las autopistas, cada uno de 3,60 metros de ancho en autopistas, carreteras secundarias, túneles, rampas y rotondas, de acuerdo, en este caso, con la sección 2.5.1 de Manual del Sieca. No obstante, en algunas de las rampas se dejará un sobrecarril para facilitar los giros, principalmente de camiones pesados, por lo cual en algunas de las rampas el ancho del carril será de 4,00 metros. En el caso de la autopista General Cañas solo en un sector, en cada sentido, se ampliará a cuatro y cinco carriles; esto por razones de construcción de carriles de aceleración o desaceleración que conducen a rampas de salida y entrada de la autopista. Para la ruta 3, que conecta a Heredia con Alajuela, en el sentido este-oeste, se mantienen los dos carriles que existen actualmente. En el sentido oeste-este se realiza la ampliación de un carril adicional en algunos sectores para ubicar los carriles de aceleración y desaceleración que van hacia las rampas. Además, se dejará un carril secundario que permita acceso y salida a los vehículos que van hacia los hogares y comercios ubicados al norte de la actual vía que comunica a Heredia con Alajuela. En el caso de los espaldones estos serán diseñados de acuerdo con el cuadro 4.2 del Manual del Sieca, del que se tomarán los valores correspondientes a autopista, y para las demás vías los datos se tomarán de arteriales menores; sin embargo, al ser rampas de un solo carril los tránsitos promedio diarios se reducirán a la mitad, de acuerdo con el cuadro del Manual del Sieca.

Tabla 2. Sistema de clasificación funcional

Función	Clase de Carretera	Nomenclatura	TPD	Número de Carriles
Arterial principal	Autopista	AA	> 20,000	6 - 8
	Arterial rural	AR	10,000 - 20,000	4 - 6
	Arterial urbana	AU	10,000 - 20,000	4 - 6
Arterial menor	Arterial menor rural	AMR	3,000 - 10,000	2
	Arterial menor urbana	AMU	3,000 - 10,000	2
Colector mayor	Colector mayor rural	CMR	10,000 - 20,000	4 - 6
	Colector mayor urbana	CMU	10,000 - 20,000	4 - 6
Colector menor	Colector menor rural	CR	500 - 3,000	2
	Colector menor urbana	CU	500 - 3,000	2
Loca	Local rural	LR	100 - 500	2
	Local urbano	LU	100 - 500	2
	Rural	R	< 100	1 - 2

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

La autopista Grecia–San José tendrá espaldones tanto internos como externos. Los primeros llevarán un ancho de 1,00 metro y para los segundos el ancho será de 2,50 metros. En el caso de la autopista Heredia–Alajuela los espaldones serán únicamente externos, de 2,50 metros de ancho. Para las rampas los espaldones serán variables de 1,20 metros a 1,40 metros y se ubicarán en ambos costados de las rampas.

Tabla 3. Anchos mínimos de hombros y aceras

Nomenclatura	Tipo de carretera	Acceso	Tipo de superficie	Ancho de hombros (m)		Ancho de aceras (m)
				Internos	Externos	
AA	Autopista	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 - 3.0	-
AR	Arterial rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 - 3.0	2.0
AU	Arterial urbana	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 - 3.0	2.0
AMR	Arterial menor rural	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 - 1.2
AMU	Arterial menor urbana	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 - 1.2
CMR	Colector mayor rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 - 3.0	1.2 - 2.0
CMU	Colector mayor urbana	-	Alto	0.5 - 1.0	1.2 - 1.8	1.2 - 1.5
CR	Colector menor rural	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 - 1.2
CU	Colector menor urbana	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 - 1.2
LR	Local rural	-	Intermedio	-	0.75 - 1.6	1.0 - 1.2
LU	Local urbano	-	Intermedio	-	0.75 - 1.6	1.0 - 1.2
R	Rural	-	Bajo	-	-	-

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

La pendiente transversal de la autopista en cada uno de los sentidos será de 2,5%, según la sección 7.2.4 del Manual del Sieca, que es la utilizada para zonas de constantes o intensas lluvias, a fin de garantizar un adecuado drenaje. Además, cabe destacar que si bien estas lluvias no se presentan durante todo el año en este sector, en invierno sí se presentan en bastante proporción e intensidad. Por ello en el diseño se contempla el caso más crítico, suponiendo que en invierno las lluvias sean torrenciales pero se pueda lograr una correcta evacuación de las aguas llovidas sobre la vía.

Al ser bastante plano el terreno en el sitio en donde se aplicará el diseño se propondrá una velocidad de diseño de 90 km/h de forma que, utilizando la tabla de la AASHTO, se pueda proponer una pendiente longitudinal máxima para el diseño, que sería de 4%.

Tabla 4. Pendientes máximas para autopistas rurales y urbanas

Tipo de terreno	Velocidad de Diseño, kph			
	80	90	100	110
	Pendiente en Porcentaje			
Plano	4	4	3	3
Ondulado	5	5	4	4
Montañoso	6	6	6	5

Fuente: AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 2002.

En el caso de las rampas que conducen a la autopista y fuera de ella, tendrán pendientes que irán desde 3% hasta un rango máximo de 28%, pero se espera poder reducir al máximo posible este rango de pendientes. Cada una de las rampas tendrá hombros tanto internos como externos de 1,2 metros. En el caso de estas rampas el ancho del derecho de vía varía entre 6,00 metros y 10,00 metros, de manera que principalmente los vehículos pesados puedan realizar los giros. Los radios de giro van desde los 22,00 metros para velocidades de 30 km/h, principalmente en las salidas de las rampas, donde los vehículos se van deteniendo para realizar los cedas, hasta los 135,00 metros para velocidades de 60 km/h. Lo anterior cuando los peraltes son de un máximo de 4%.

Tabla 5. Anchos de rampas según el radio interior del pavimento

Radio interior del pavimento	Caso I			Caso II			Caso III		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5.4	5.5	7.0	6.0	7.8	9.2	9.4	11.0	13.6
25	4.8	5.0	5.8	5.6	6.9	7.9	8.6	9.7	11.1
30	4.5	4.9	5.5	5.5	6.7	7.6	8.4	9.4	10.6
50	4.2	4.6	5.0	5.3	6.3	7.0	7.9	8.8	9.5
75	3.9	4.5	4.8	5.2	6.1	6.7	7.7	8.5	8.9
100	3.9	4.5	4.8	5.2	5.9	6.5	7.6	8.3	8.7
125	3.8	4.5	4.8	5.1	5.9	6.4	7.6	8.2	8.5
150	3.6	4.5	4.5	5.1	5.8	6.4	7.5	8.2	8.4
Tangente	3.6	4.2	4.2	5.0	5.5	6.1	7.3	7.9	7.9

Fuente: AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 2002.

Para las autopistas y rampas se podrán usar peraltes de hasta 4% y 6%. La velocidad de diseño será de 90 km/h y hacia los extremos del diseño se reducirá a 80km/h, de manera que se pueda lograr bajar esa velocidad y cumplir con la velocidad de tránsito permitida

en el resto de cada una de las autopistas. Las curvas irán de 375,00 metros para peralte de 4% y velocidades de 90 km/h, y en los extremos del diseño las curvas que se diseñen serán de 252,00 metros para peraltes de 6% y velocidades, como ya se recalcó anteriormente, de 80 km/h. Estas curvas podrán variar en su radio, pero ampliándolo, de manera que igualmente se estaría cumpliendo con los radios mínimos especificados en el Manual del Sieca.

Tabla 6. Radios mínimos para distintas velocidades de diseño

Velocidad de diseño (kph)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo = 4%		Peralte máximo = 6%	
		Radio (m)		Radio (m)	
		Calculado	Recomendado	Calculado	Recomendado
20	0.35	8.1	8	7.7	8
30	0.28	22.1	22	20.8	21
40	0.23	46.7	47	43.4	43
50	0.19	85.6	86	78.7	79
60	0.17	135.0	135	123.2	123
70	0.15	203.1	203	183.7	184
80	0.14	280.0	280	252.0	252
90	0.13	375.2	375	335.7	336
100	0.12	492.1	492	437.4	437
110	0.11	-	-	560.4	560
120	0.09	-	-	755.9	756

Fuente: AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 2002.

Los muros se ubicarán exactamente donde terminan los hombros de los carriles, de manera que se aproveche al máximo el espacio disponible en el derecho de vía y que esto permita una mejor circulación y giro principalmente de los vehículos pesados. Cabe destacar que estos muros se representarán tanto en el diseño en planta como en el dibujo final, pero no se realizará el diseño de ellos.

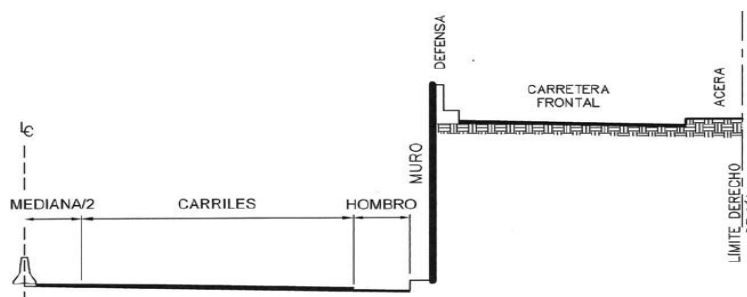


Ilustración 11. Separación entre carriles y muros de retención.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

En los carriles de aceleración y desaceleración es en lo que se presenta quizá el mayor problema, debido al espacio que se tiene en el derecho de vía, en el cual el factor más influyente se encuentra en la zona suroeste del diseño. Esto porque en esta zona los límites del derecho de vía corresponden al aeropuerto internacional Juan Santamaría al sur y al norte al Parque del Agricultor, por lo cual las expropiaciones necesarias para ubicar en dichas zonas los carriles de aceleración y desaceleración son bastante complicadas e incluso casi imposibles.

Es por eso que los carriles de aceleración y desaceleración llevarán la mayor longitud posible, de acuerdo con lo que se estipula en el Manual del Sieca. Sin embargo, en algunos de ellos no se podrá cumplir con lo que en el Manual se recomienda. Las longitudes para el diseño en general serán las correspondientes cuando se realicen transiciones de velocidades de 90 km/h a 60 km/h, que en este caso serían de entre 75,00 metros y 100,00 metros. Cuando se trate de salidas de la autopista y para las entradas a la autopista la transición de las velocidades será de 60 km/h a 90 km/h, caso en el cual las longitudes necesarias serán de entre 35,00 metros y 125,00 metros.

Tabla 7. Longitudes mínimas de desaceleración para las terminales de salida de rampa

Longitud de desaceleración, L, en metros, para la velocidad de diseño de la curva de salida, km/h									
Velocidad de Diseño de la Carretera en km/h	Velocidad de Ruedo de la Carretera en km/h	0	20	30	40	50	60	70	80
		Velocidad de Ruedo, en km/h							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	47	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	63	110	105	95	85	70	55	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	55	-
90	77	145	140	135	120	110	100	75	60
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	91	180	180	170	160	150	140	120	105

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

Tabla 3. Longitudes mínimas de aceleración para las terminales de salida de rampa

Longitud de aceleración, L, en metros, para la velocidad de diseño de la curva de entrada, km/h									
Velocidad de diseño de la carretera en km/h	Velocidad de incorporación a la carretera en km/h	0	20	30	40	50	60	70	80
		Velocidad de ruedo, en km/h							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	50	30	-	-	-	-	-
60	45	95	80	65	45	-	-	-	-
70	53	150	130	110	90	65	-	-	-
80	60	200	180	165	145	115	65	-	-
90	67	260	245	225	205	175	125	35	-
100	74	345	325	305	285	255	205	110	40
110	81	430	410	390	370	240	290	200	125

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.

Para el túnel se propone tomar en cuenta el parámetro de más importancia, la altura. Para este caso el manual de AASHTO indica que la distancia vertical mínima del túnel será de 4,25 metros, por lo cual se propone una altura de 4,50 metros para el diseño del túnel. Además, se tomará como ancho del túnel el correspondiente a la rampa con que se conecta, con ancho de carril de 4,00 metros y espaldones externos de 1,30 metros.

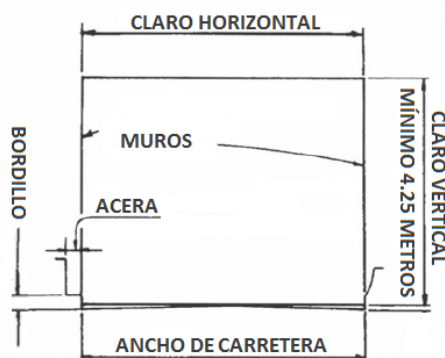


Ilustración 12. Elementos de un túnel.

Fuente: AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 2002.

2.4. Análisis del flujo vehicular

Los conteos se dividirán en tramos de 15 minutos en cada uno de los sentidos, en tres horarios: mañana, medio día y tarde. En el caso de la mañana los conteos serán de 6:00 a 8:30, al medio día de 11:00 a 13:00 y en el caso de la tarde el intervalo será de 16:00 a 19:00.

Estos conteos serán acomodados para cada uno de los sentidos presentes en la intersección de acuerdo con el que sea más sencillo al analizar la totalidad de los datos. Inicialmente se obtendrá un total de la sumatoria de los datos cada 15 minutos, de manera que calcular los volúmenes horarios resulte más sencillo. Es importante tomar en cuenta que para cada sentido se tendrán datos de vehículos livianos y de vehículos pesados; esto debido a que es vital tener el dato del porcentaje de cada uno de los tipos de vehículos presentes para realizar el análisis del funcionamiento de la propuesta.

Las sumatorias horarias se realizarán de cierta manera, la cual se describe a continuación. Por ejemplo, si se tienen datos del intervalo entre las 7:00 y las 8:30, ello quiere decir que se tienen tres intervalos de una hora cada uno; la primera de las 7:00 a las 8:00; la segunda de las 7:15 a las 8:15, y la última de 7:30 a 8:30. Lo anterior se realiza en todos los intervalos de conteos que se obtengan, por lo cual si se tienen tres intervalos (6:00 – 8:30; 11:00 – 13:00, y 16:00 – 19:00), eso quiere decir que se tendrán 21 análisis horarios para determinar la “hora pico” de la intersección.

Una vez obtenida la “hora pico”, que será la hora de diseño para la intersección, es importante determinar el porcentaje de vehículos pesados que transitan durante dicha hora en cada sentido y, a su vez, encontrar cuáles son los 15 minutos dentro de esa hora en los que transitan más vehículos por la intersección.

Los datos del flujo vehicular en cada sentido se analizarán para cuatro años, que son: 2017, 2022, 2027 y 2032. Lo anterior para tener el dato de la proyección de vehículos que van a circular en cada sentido en los diferentes años, para de esta forma poder calcular la vida útil que tendrá el diseño, de acuerdo con las tasas de crecimiento obtenidas del “Anuario de Información de Tránsito 2015”.

2.5. Análisis funcional de la propuesta

Una vez ordenados los datos para cada sentido y para cada uno de los años de estudio, se analizarán los niveles de servicio de tres formas, mediante el “HCS Freeways” para las autopistas, con el “HCS Ramps” para rampas, y con el “método sueco” para el caso de las rotondas. En cada uno de los análisis se deberán determinar diferentes variables, de acuerdo con lo que establezca cada programa o método, como se detalla a continuación.

Para las autopistas el análisis se realizará mediante el “HCS Freeways”. Este software solicita los siguientes datos:

1. Cantidad de vehículos en el sentido de la autopista durante la “hora pico”.
2. Cantidad de vehículos en el sentido de la autopista durante los 15 minutos como máximo de la “hora pico”.
3. Cantidad de carriles del sentido.
4. Porcentaje de vehículos pesados en el sentido durante la “hora pico”.
5. Velocidad de circulación en km/h, de la autopista.

En el caso de las rampas los datos solicitados por el programa “HCS Ramps” aumentan en cantidad de variables que se deben introducir, las cuales son:

1. Cantidad de vehículos en el sentido de la autopista que conecta con la rampa durante la “hora pico”.
2. Cantidad de vehículos en el sentido de la autopista que conecta con la rampa, durante los 15 minutos máximos de la “hora pico”.
3. Cantidad de carriles del sentido de la autopista que conecta con la rampa.
4. Porcentaje de vehículos pesados en el sentido de la autopista que conecta con la rampa, durante la “hora pico”.
5. Velocidad de circulación en km/h, de la autopista que conecta con la rampa.
6. Cantidad de vehículos en la rampa que conecta con la autopista, durante la “hora pico”.
7. Cantidad de vehículos en la rampa que conecta con la autopista, durante los 15 minutos máximos de la “hora pico”.
8. Cantidad de carriles de la rampa que conecta con la autopista.

9. Porcentaje de vehículos pesados en el sentido de la rampa que conecta con la autopista, durante la “hora pico”.
10. Velocidad de circulación en km/h, de la rampa que conecta con la autopista.
11. Longitud en metros del carril de aceleración o desaceleración, según sea el caso.

En los dos casos anteriores, una vez introducidos los datos mencionados anteriormente para cada caso, el software automáticamente indicará en los resultados el nivel de servicio, y de esta forma se verificará que el diseño para ambos casos cumple.

Para las rotondas, los datos requeridos para realizar el análisis son más, según lo establece el método sueco. Para este análisis el procedimiento es el siguiente:

1. Determinar los flujos de cada entrada y cada salida a la rotonda, según el análisis de flujo vehicular previo.
2. Elegir los valores de intervalo de seguimiento según la guía del método.

Valores de intervalo de seguimiento (0% pesados), β_2

$\beta_2 = 2.1$ seg.	Radio rotonda < 15 m
$\beta_2 = 2.3$ seg.	Radio rotonda > 15 m, Entrada normal $\varphi \leq 60^\circ$
$\beta_2 = 2.5$ seg.	Radio rotonda > 15 m, Entrada forzada $\varphi > 60^\circ$
Factor de corrección +0.1 segundos por cada 10% pesados	

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

3. Determinar los valores de intervalo crítico según el método sueco.

Valores de intervalo crítico (0% pesados), t_c

$t_c = 4.0$ seg.	Radio rotonda > 15 m, entrada tangencial, $\varphi \leq 60^\circ$
$t_c = 4.2$ seg.	Radio rotonda > 15 m, entrada normal $40^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$
$t_c = 4.5$ seg.	Radio rotonda > 15 m, entrada forzada $\varphi > 60^\circ$
$t_c = 4.0$ seg.	Radio rotonda < 15 m
Factor de corrección	+0.3 segundos por cada 10% pesados -0.2 para corriente carril derecho

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica, Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc., 1990.

4. Calcular el volumen opuesto para cada una de las entradas.

Definición de volumen opuesto para cada carril de acceso

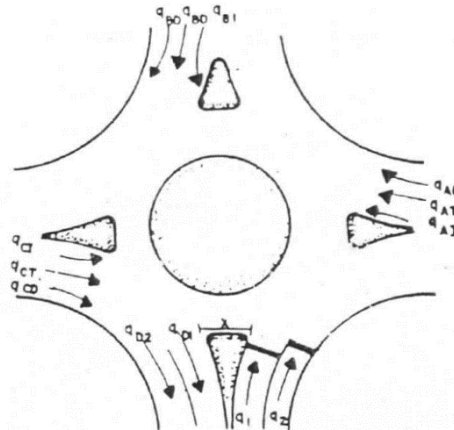
$$V_{op} - q_2 = q_{CT} + q_{BI}$$

$$V_{op} - q_2 = K_1 q_{DI} + q_{CI} + q_{CI} + q_{BI}$$

$$V_{op} - q_2 = K_1 q_{DI} + q_{CI} + V_{op} - q_2$$

Con: $K = 0$, si $X > 5$ metros

$K = 0.1$, si $X < 5$ metros



Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica, Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

5. Estimar la capacidad de cada carril mediante el modelo de Harders, en el caso de rotondas de dos o más carriles.

$$C2 = \frac{Vop * e^{\frac{(Vop * (\beta 2 - tc))}{3600}}}{e^{\frac{(Vop * \beta 2)}{3600}} - 1}$$

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica, Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

6. Calcular la relación volumen/capacidad para cada uno de los carriles.

7. Determinación de la longitud media de la cola, mediante la siguiente fórmula.

$$Mf = Mf * \left(7,5 + \left(\%T * \frac{7}{100} \right) \right)$$

Con %T = porcentaje de vehículos pesados en el acceso.

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

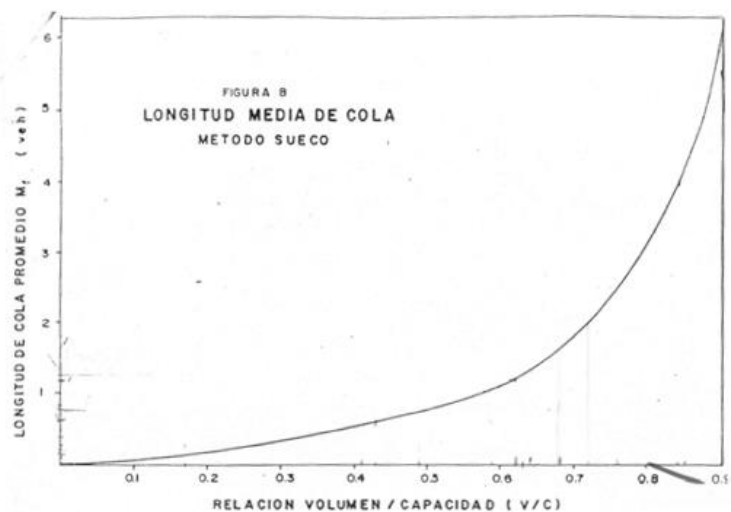


Ilustración 13. Gráfica para determinar la longitud de cola promedio.

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

8. Determinar la probabilidad de detenerse.

$$ps = 100(1 - pf + pf * pk)$$

Con: ps = probabilidad de detenerse, en %.

pf = probabilidad de aceptar el primer intervalo o “lag”, obtenida de la figura 10, con Vop y tc .

$pk = V/C$, probabilidad de esperar en cola.

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

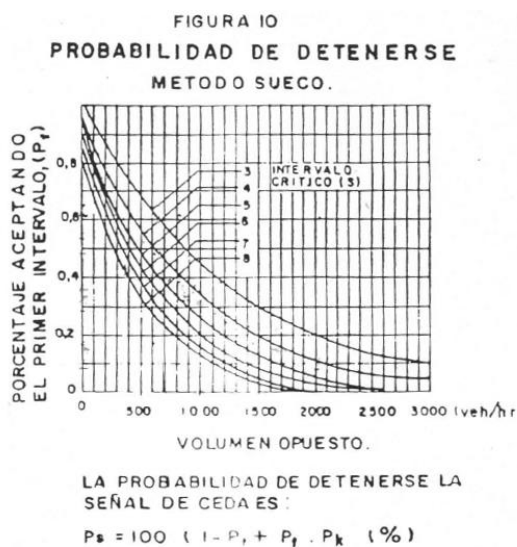


Ilustración 14. Gráfica para determinar la probabilidad de aceptar el primer intervalo.

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

9. Estimación de la demora media total.

$$d = dv + dk$$

Con: d = demora media total en seg/veh.

$dv = Mf * 3600/V^2$, demora de espera, en seg/veh.

V^2 = volumen horario del carril en estudio.

dk = demora geométrica, en veh/seg.

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

Tabla 8. Tabla para determinar la demora geométrica

Velocidad aprox (km/h)	Probabilidad de detenerse (%)	↖	↑	↗
50	0	7	5	3
	20	9	7	5
	40	11	9	7
	60	13	11	10
	80	15	13	12
	100	17	15	14
70	0	12	10	8
	20	14	12	10
	40	17	14	12
	60	19	17	15
	80	22	19	17
	100	24	21	19

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

10. Calcular el tiempo de espera estimado mediante la siguiente fórmula.

$$Tiempo_{espera} = \frac{Demora_{media} * Volumen_{carril}}{Volumen_{total}}$$

11. Determinar el nivel de servicio de cada uno de los carriles.

Definición de nivel de servicio	
Nivel de servicio	Demora media total (Seg/Veh)
A	≤ 10
B	10 a 20
C	20 a 30
D	30 a 40
E	40 a 150
F	> 150

Fuente: Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Intersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica. Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M.Sc.

Una vez realizado cada uno de los procedimientos para cada uno de los tres elementos descritos anteriormente, se puede establecer un nivel de servicio para cada elemento y de esta forma determinar el funcionamiento que va a tener el diseño. Es importante destacar que el procedimiento se realiza para cada uno de los años que se desea analizar (2017, 2022, 2027 y 2032), de manera que se pueda estimar la vida útil del diseño.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran detalladamente cada uno de los datos obtenidos en el análisis de los diferentes elementos (autopistas, rampas y rotondas), de forma que se pueda determinar el nivel de funcionamiento que tendrá el diseño propuesto. Además, estos resultados se presentan para cada uno de los años en que se realizó el análisis, de manera que a su vez se tenga una idea clara del funcionamiento que se va a tener conforme pasen los años y con base en las tasas de crecimiento obtenidas del “Anuario de Información de Tránsito 2015”. A continuación se presentan los resultados de cada una de las cuatro autopistas, 11 rampas y dos rotondas del diseño. Se dividen por año y al final de cada análisis de cada año se agrega un cuadro de resumen en el que se indican los niveles de servicio obtenidos para cada elemento. Para eso se comienza con los conteos de cada año, tomando en cuenta las tasas de crecimiento.

Cabe destacar que los datos de los conteos obtenidos de la Dirección General e Ingeniería de Tránsito y los datos de las horas de diseño serán agregados en el apartado de anexos. En este capítulo solo se agregarán los datos más representativos y los finales obtenidos del análisis.

3.1. Análisis funcional actual

Para determinar el funcionamiento actual de la intersección se utilizó el programa “Synchro 8”, con el cual se elaboró un esquema bastante cercano a la distribución actual, y se incluyeron los flujos vehiculares en cada uno de los sentidos, como se presenta a continuación:

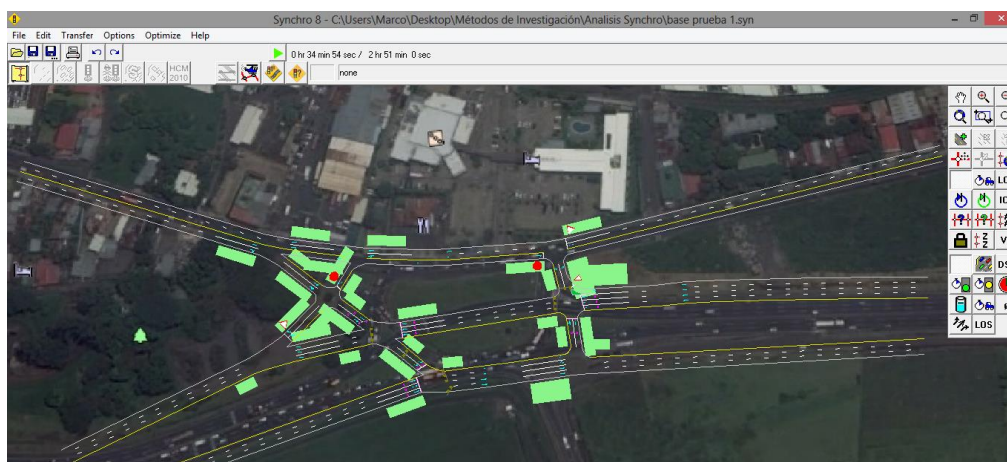


Ilustración 15. Esquema realizado en el programa "Synchro 8".
Fuente: Programa de Trafficware "Synchro 8".

Una vez introducidos los datos de tránsito en cada uno de los sentidos y realizado el análisis de funcionamiento actual de la intersección, se obtienen los siguientes resultados en cuanto a niveles de servicio.

LOS Actual

Sentido	Dirección	Nivel de Servicio
Grecia - San José	Oeste - Este	F
San José - Grecia	Este - Oeste	F
San José - Alajuela/Heredia	Este - Norte	A
Grecia - Alajuela	Sur - Oeste	A
Grecia - Heredia	Sur - Este	A
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	F
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	F
Heredia - Grecia	Este - Sur	B
Alajuela - Grecia	Norte - Oeste	A
Alajuela - San José	Norte - Sur	A

En este caso se ve reflejado que el funcionamiento de las rutas principales, que son las que van en sentido oeste – este, y viceversa, según la descripción del “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” del Sieca, para un nivel de servicio F. El flujo se presenta de manera forzada con condiciones de “pare y siga” y por consecuente congestión de tránsito, por lo cual es necesario realizar un diseño en que se mejore el tránsito por esta intersección.

3.2. Diseño de la propuesta

Debido a los niveles de servicio deficientes obtenidos del análisis de la situación actual de la intersección se decide presentar la siguiente propuesta, la cual se va a proyectar posteriormente cada cinco años para realizar el análisis de su funcionamiento.

Este diseño se realizará en dos niveles, uno es el nivel actual, que será el utilizado para las carreteras principales, que es el caso de la autopista General Cañas y el de la autopista Heredia–Alajuela; además de la carretera interna que da acceso a los comercios y viviendas de la colindancia norte de la actual vía entre Heredia y Alajuela.

Para el caso de las demás direcciones se presentarán dos rotondas que permitan el tránsito en las demás direcciones, de manera que se puedan habilitar las rutas no existentes. Estas rotondas se conectarán a las carreteras principales por medio de rampas. A continuación se detallan ambas plantas y el producto final de unir las.

Es importante aclarar a qué se refieren cada uno de los colores de las líneas y la simbología en el diseño, lo cual se explica a continuación:

- Líneas verdes: carriles ubicados en el nivel actual del terreno.
- Líneas blancas: carriles bajo el nivel actual del terreno.
- Líneas amarillas: rampas que comunican los carriles del nivel actual del terreno con los carriles bajo el nivel actual del terreno.
- Líneas azules: espaldones de cada uno de los sentidos.
- Líneas grises: barreras divisorias y muros.
- Flechas: sentido en que transitan los vehículos.

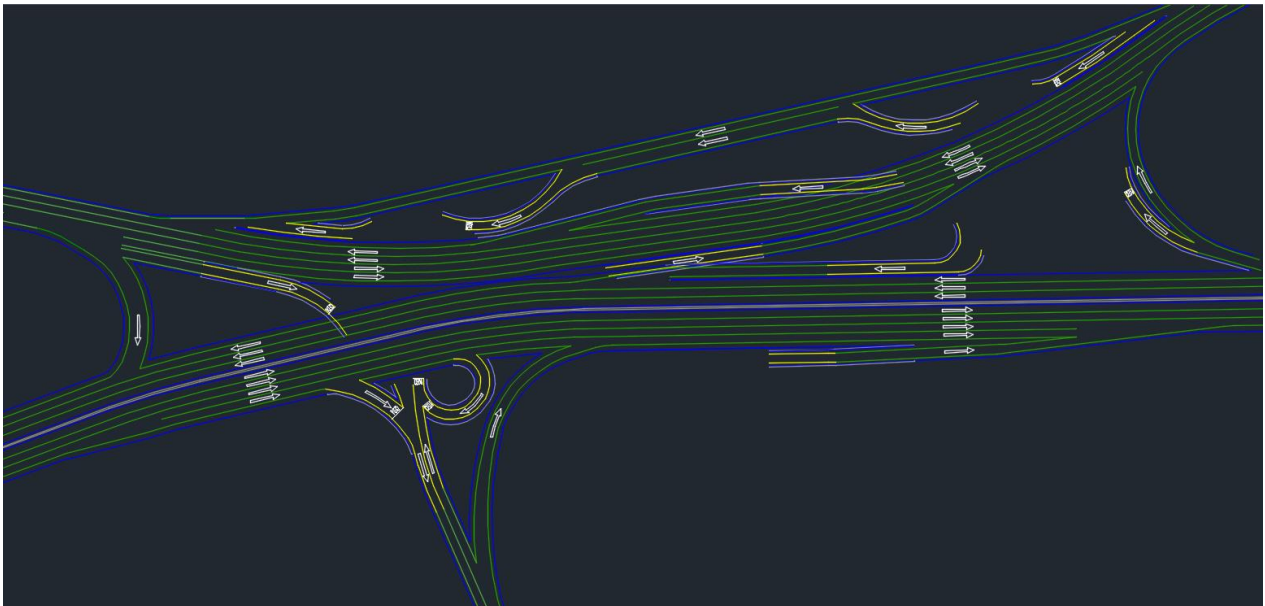


Ilustración 16. Vista en planta del diseño geométrico en el nivel actual del terreno.
Fuente: Diseño realizado mediante el programa de Autodesk "Civil 3D".

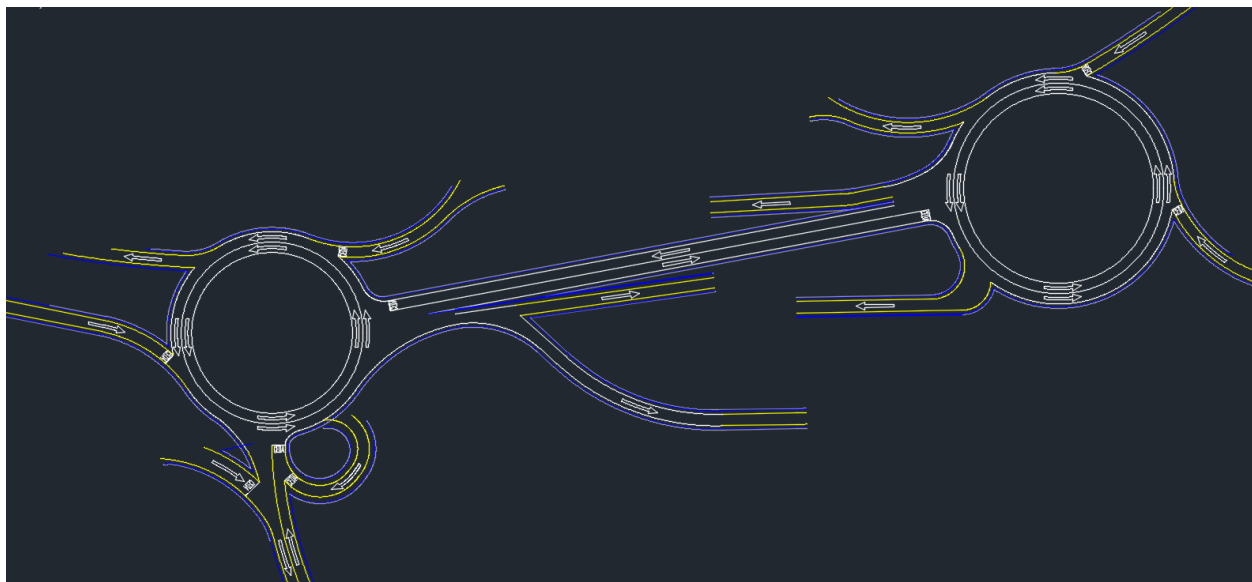


Ilustración 17. Vista en planta del diseño geométrico bajo el nivel actual del terreno.
Fuente: Diseño realizado mediante el programa de Autodesk "Civil 3D".

Como se puede observar, en cada uno de los casos se muestran las vistas en planta del funcionamiento de cada uno de los carriles del diseño, de manera que se tenga una idea clara de cómo será la circulación de los vehículos por la zona.

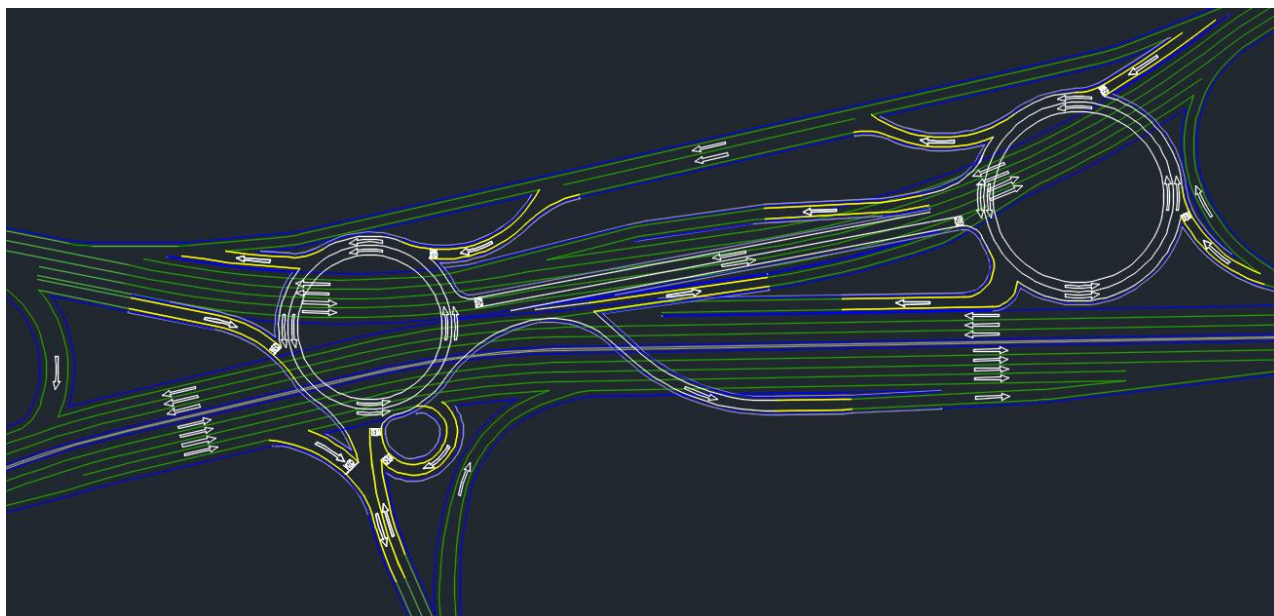


Ilustración 18. Vista en planta del diseño geométrico en ambos niveles.
Fuente: Diseño realizado mediante el programa de Autodesk "Civil 3D".

En la imagen anterior se puede observar el diseño geométrico final al unir los dos niveles con que contará el diseño y que permite percibir de una mejor forma el funcionamiento que tendrá el diseño propuesto.

En este caso se puede notar que se habilitan todas las rutas posibles; esto gracias a las dos rotondas. Además, uno de los factores más importantes es que se eliminan todos los altos existentes y únicamente se hace uso de cedas. De esta forma se agiliza el movimiento de los vehículos por la zona de la actual intersección. Por las dos razones mencionadas anteriormente, que son de vital importancia para un buen funcionamiento del diseño, es que se procede a realizar el análisis funcional del diseño geométrico para los años: 2017, 2022, 2027, 2032 y 2037.

3.3. Análisis funcional del diseño geométrico propuesto

Para la propuesta de diseño geométrico se sugieren dos rotondas, por dos razones principales, la primera porque es un elemento de diseño que permite una vida útil mayor, por lo cual los beneficios que trae al diseño son mayores en cuanto a tiempo y, por consiguiente, en lo económico con el pasar de los años. La segunda es que permite un flujo casi continuo de vehículos por la presencia de únicamente cedas y por la eliminación de señales de alto, como las que existen actualmente.

Además, se decide realizar el diseño bajo nivel del terreno actual por dos motivos principales, el primero por la presencia del aeropuerto internacional Juan Santamaría, lo cual hace que en la colindancia de la autopista con el aeropuerto la altura a la que se puede construir se vuelva nula, al ser, según la Dirección General de Aviación Civil, de un tercio de la distancia entre el aeropuerto y la obra. El segundo motivo, el permitir que se diseñen los pasos peatonales en zonas que no colinden con el aeropuerto y que esto permita que los peatones que así lo necesitan puedan trasladarse desde la autopista General Cañas hasta la ruta 3 (Alajuela – Heredia).

Una vez tomados en cuenta estos aspectos y obtenidos los niveles de servicio para cada uno de los elementos del diseño, tanto de la situación actual como de la propuesta en los diferentes años al que se analizó, se obtienen los siguientes resultados:

Movimiento			Niveles de Servicio					
Elemento	Sentido	Dirección	Actual	2017	2022	2027	2032	2037
Autopista	Grecia - San José	Oeste - Este	F	B	B	B	B	C
Autopista	San José - Grecia	Este - Oeste	F	B	B	B	B	B
Autopista	Heredia - Alajuela	Este - Oeste	F	A	A	A	A	A
Autopista	Alajuela - Heredia	Oeste - Este	F	A	A	A	A	A
Rampa	Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	A	C	C	C	C	C
Rampa	Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	A	A	A	A	A	A
Rampa	Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	A	B	B	C	C	C
Rampa	Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	A	B	B	B	B	C
Rampa	Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	B	A	A	A	A	A
Rampa	Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	A	B	B	B	C	C
Rampa	Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	A	B	B	B	B	B
Rampa	Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	A	A	B	B	B	B
Rampa	Rotonda Este - Grecia	Norte - Oeste	B	B	B	C	C	C
Rampa	Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	B	A	A	B	B	B
Rampa	San José - Rotonda Este	Este - Norte	A	B	B	B	B	B
Rotonda	Alajuela - Rotonda Oeste	-	-	A	A	A	A	A
Rotonda	Heredia - Rotonda Oeste	-	-	A	A	A	A	A
Rotonda	Ojo de Agua - Rotonda Oeste	-	-	A	A	A	A	A
Rotonda	Rotonda Este - Rotonda Oeste	-	-	-	-	-	-	-
Rotonda	Heredia - Rotonda Este	-	-	A	A	A	A	A
Rotonda	San José - Rotonda Este	-	-	A	A	B	B	B
Rotonda	Rotonda Este - Rotonda Oeste	-	-	-	-	-	-	-

Con los resultados obtenidos se puede observar la mejora importante que se da especialmente en las rutas principales, la ruta 1 y la ruta 3, en donde se pasa de niveles de servicio F a niveles de servicio A, B y C en el año 2037, que es el análisis más “a futuro” que se realiza.

Tomando en cuenta estos resultados se puede decir que la propuesta funciona satisfactoriamente de acuerdo con lo esperado cuando se planteó el diseño, ya que, según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca, para un

nivel de servicio C (que sería el nivel de servicio con el funcionamiento más bajo), el flujo vehicular se encuentra en una zona estable e inclusive se pueden llegar a desarrollar velocidades de 70 km/h.

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS

Inicialmente, el diseño de las curvas de las rampas y el análisis funcional de ellas están realizados para velocidades de 60 km/h. No obstante, se propone que la velocidad máxima permitida para el tránsito en estas zonas sea de 50 km/h, de manera que se cuente con un factor de seguridad para los conductores que transitan por cada una de las rampas.

Además de eso, es importante tomar en cuenta que en algunas rampas se deja un “sobrecancho”, de manera que se colabore con los radios de giro principalmente de los vehículos pesados para que de esta manera puedan transitar de forma fluida y sin ningún problema.

Es importante, a la vez, cumplir con las separaciones mínimas de las entradas a las rotondas con respecto a las salidas de ellas, las cuales son de 15 metros, para que el flujo vehicular se dé sin ninguna afectación y de esa forma no se dificulte el tránsito por la zona.

Otro aspecto es que, si bien el diseño se realizó -en el caso de las autiopistas- para 90 km/h y en las rampas para 60 km/h, se propone considerar reducciones en las velocidades permitidas, a fin de que se cuente con un factor de seguridad mayor para los vehículos que transitan por la zona.

CONCLUSIONES

Se recopilaron los datos de flujos vehiculares en todas las direcciones gracias a la consulta efectuada en la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, los cuales fueron tomados en sitio en el año 2016. Por esto se procede, mediante tasas de crecimiento, a llevar esos valores “a futuro”, lo cual se logra satisfactoriamente, y se obtienen los datos necesarios de flujos vehiculares para los años: 2017, 2022, 2027, 2032 y 2037.

El diseño geométrico se realiza de acuerdo con lo que establece el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras del Sieca y se logra habilitar rutas no existentes, como es el caso de las de rutas de Ojo de Agua hacia Alajuela y Heredia. Sin embargo, por cuestiones de espacio hay tres elementos que presentan diferencias con lo que señala el Manual. Los primeros dos elementos son ambas rampas. Debido a que el espacio con que se cuenta es tan limitado en sentido norte – sur, las rotondas no cumplen con el radio inscrito mínimo que se señala, el cual es de 45 metros y, en el caso de las rampas diseñadas, la rotonda ubicada al oeste posee un radio inscrito de 28 metros. La rampa ubicada al oeste tiene un radio inscrito de 33 metros. El tercer elemento es la rampa que sale de la rotonda ubicada al oeste y se dirige a Alajuela, ya que no cuenta con un carril de aceleración, y este factor se tomó en cuenta a la hora de realizar el análisis funcional de dicha rampa, por lo cual los niveles de servicio para dicha rampa son un poco deficientes.

Por último se analizan la situación tanto actual como de la propuesta. En el caso de la propuesta se realizan proyecciones a 20 años y, con base en los niveles de servicio obtenidos en cada uno de los análisis funcionales, se logra ver una mejora importante en las rutas principales, en donde los niveles de servicio pasan de rangos F a rangos de entre A y C, y se da el nivel C en un único sentido y para el año 2037. Por lo tanto, tomando en cuenta los resultados de nivel de servicio obtenidos se puede decir que la propuesta cumple satisfactoriamente con lo esperado.

RECOMENDACIONES

Como se destacó anteriormente, a pesar de que el modelo cumple con los objetivos esperados, pues solucionaría los problemas de congestionamientos, e inclusive en el futuro funcionaría de una excelente manera, es importante tomar en cuenta ciertos aspectos vitales a la hora de una posible realización de la obra.

Es importante tomar en cuenta que un proyecto de esta magnitud requiere grandes inversiones y espacio para su desarrollo, por lo que se recomienda, principalmente, efectuar expropiaciones en lugares puntuales, que permitan una comodidad mayor en cuanto a espacio. Estas expropiaciones, especialmente en la colindancia de la autopista con el Parque del Agricultor y en el sector sureste de la intersección.

También se recomienda que se dejen los accesos principalmente para los hogares y comercios ubicados al norte de la autopista que conecta a Heredia con Alajuela, por lo que se debe tener el respectivo cuidado de que las entradas tengan la facilidad necesaria para que estos puedan utilizar la carretera secundaria ubicada más al norte del punto en el que se aplicará el diseño.

Otro factor vital es que se aconseja tomar las previsiones de dejar espacios para poder construir pasos peatonales para los usuarios que así lo necesiten, de manera que puedan trasladarse de un lugar a otro en este sector de forma segura y en el momento que así lo requieran. Se recomienda, además, para seguridad de los peatones, principalmente, tomar en cuenta barreras de seguridad, en especial en las zonas cercanas al Parque del Agricultor, para ofrecer seguridad a los usuarios de este parque.

A la vez, es importante determinar la manera de estimar la cantidad de vehículos que utilizarían la intersección de Ojo de Agua hacia sectores como Alajuela, Heredia y Occidente, tanto que se pueda realizar el análisis funcional, principalmente de la rotonda a la que llegarían estos vehículos.

Por último, en el caso de la rotonda es importante que la isleta central tenga la visibilidad necesaria para los conductores, por lo cual se aconseja, a la hora de colocar vegetación o algún monumento (si se hiciera) que no se afecte la zona despejada para los usuarios.

Así, considerando los análisis realizados para cada elemento y tomando en cuenta las recomendaciones mencionadas, se lograría realizar un diseño que inmediatamente y en el futuro ayude a solventar los problemas de tránsito que se dan en la intersección ubicada al noroeste del aeropuerto internacional Juan Santamaría, para mayor comodidad de los usuarios de la intersección.

BIBLIOGRAFÍA

- Cooperación, M. d. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. aacid.
- Dictionary, T. A. (31 de Agosto de 2010). <http://www.dictionary.com>. Obtenido de <http://www.dictionary.com/browse/street?s=t>
- Ecología, I. N. (27 de agosto de 2007). <http://www2.inecc.gob.mx>. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/105/5.html>
- Eurostat, I. W. (17 de junio de 2002). <http://stats.oecd.org>. Obtenido de <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4008>
- Gardey, J. P.-A. (2015). <http://definicion.de>. Obtenido de <http://definicion.de>: <http://definicion.de/rampa/>
- Gardey, J. P.-A. (2016). <http://definicion.de>. Obtenido de <http://definicion.de>: <http://definicion.de/rotonda/>
- Grisales, J. C. (2000). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Ecoe.
- Ing. Mario Roberto Durán Ortiz, M. (1990). *Método para Estimar la Capacidad y Demoras en las Inersecciones Tipo Rotonda de Costa Rica*. Popayán, Colombia.
- M., M. S. (08 de Abril de 2016). Carros que circulan en el país tienen en promedio 16 años. *La Nación*, pág. 1.
- Madrigal, R. (27 de mayo de 2015). <http://www.crhoy.com>. Obtenido de <http://www.crhoy.com/archivo/asi-luce-el-proyecto-de-paso-a-desnivel-en-paso-ancho-desde-la-óptica-de-un-dron/nacionales/>
- Officials, A. A. (2002). *Standard Specifications of Highway Bridges*. Washington.
- Olmedo, R. B. (1986). *Proyecto de Carreteras*. La Habana: Enpes.
- Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. Medellín.
- Rica, A. L. (14 de noviembre de 1960). Ley N.º 2661. San José, Costa Rica.
- S., M. C. (31 de julio de 2015). Aumento de carros particulares mete presión a la red vial. *La Nación*, pág. 1.
- Science, N. R. (2010). *Highway Capacity Manual*.
- Tenorio, L. V. (18 de noviembre de 2015). <http://www.ameliarueda.com>. Obtenido de <http://www.ameliarueda.com>: <http://www.ameliarueda.com/nota/cantidad-carros-particulares-crecio-914-por-ciento-tres-décadas-costa-rica>

- Terrestre, C. C. (16 de junio de 2009). *http://www.dof.gob.mx*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5094562&fecha=16/06/2009&print=true
- Transportes, M. d. (2015). *Anuario de Información de Tránsito 2015*. San José.
- Ugarte, J. (22 de setiembre de 2015). *http://www.crhoy.com*. Obtenido de <http://www.crhoy.com:8080/2015/09/22/seis-razones-por-las-que-las-presas-no-disminuyen-nacionales/>
- Vásquez, F. G. (2010). Mora y Cañas en la toponimia y la estatuaría nacionales. *Revista Comunicación*, 109.
- Vías, I. N. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá.

ANEXOS

Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2017

		Ruta 1													
		O - E		E - O		E - N		O - N		O - S		S - O		S - E	
Intervalo	Hora	L	P	L2	P2	L3	P3	L4	P4	L5	P5	L6	P6	L7	P7
MAÑANA	6:00 - 6:15	750	103	281	74	24	7	25	13	56	12	48	13	40	14
	6:15 - 6:30	605	68	297	75	33	4	32	20	44	10	75	13	48	21
	6:30 - 6:45	604	71	368	74	35	8	62	21	98	16	69	16	59	14
	6:45 - 7:00	545	46	327	59	49	11	87	18	75	13	63	13	65	11
	7:00 - 7:15	725	64	330	50	36	9	81	13	69	17	58	17	83	5
	7:15 - 7:30	665	48	314	62	61	11	76	14	43	11	59	13	77	12
	7:30 - 7:45	688	50	321	49	26	4	84	92	40	10	53	12	52	6
	7:45 - 8:00	531	54	319	61	36	5	90	10	45	9	70	15	74	10
	8:00 - 8:15	562	109	335	68	45	11	48	15	29	8	71	16	66	15
	8:15 - 8:30	511	85	308	74	22	6	49	13	65	16	70	13	53	12
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	485	71	305	42	57	18	53	12	73	29	92	20	46	8
	11:15 - 11:30	420	56	425	79	39	5	47	11	50	18	94	11	41	8
	11:30 - 11:45	405	67	459	81	13	8	44	10	32	11	54	17	32	7
	11:45 - 12:00	390	77	478	65	11	3	15	6	40	17	36	11	19	3
	12:00 - 12:15	565	83	366	79	90	12	62	15	45	10	79	19	34	12
	12:15 - 12:30	531	71	454	82	15	8	63	15	52	8	67	11	38	14
	12:30 - 12:45	475	82	424	43	21	6	72	25	38	13	74	25	53	11
	12:45 - 13:00	678	90	435	60	30	8	81	14	47	9	81	17	54	12
TARDE	16:00 - 16:15	532	91	510	73	93	14	97	13	40	11	172	21	102	10
	16:15 - 16:30	455	61	522	66	126	18	125	14	33	9	191	20	115	11
	16:30 - 16:45	374	58	428	49	47	7	114	8	61	13	142	13	81	5
	16:45 - 17:00	324	32	529	44	44	6	69	10	45	9	113	18	57	7
	17:00 - 17:15	364	45	494	57	36	7	93	13	35	12	102	9	64	10
	17:15 - 17:30	447	45	577	38	71	6	90	17	29	10	115	23	93	9
	17:30 - 17:45	393	39	609	47	89	8	118	13	23	8	138	23	92	12
	17:45 - 18:00	347	45	461	45	63	7	153	11	30	8	172	20	138	9
	18:00 - 18:15	381	45	467	42	51	6	154	3	20	4	124	9	102	6
	18:15 - 18:30	246	29	488	62	64	8	85	13	32	6	141	15	96	9
	18:30 - 18:45	324	30	426	72	78	6	118	11	17	0	159	10	98	9
	18:45 - 19:00	296	45	376	64	54	8	74	13	13	3	157	19	82	9
	Max. Hora Pico		1685	242	1989	232	310	45	405	45	179	42	618	72	355
Total Hora Pico		1927		2221		355		450		221		690		388	
Porcentaje P		13%		10%		13%		10%		19%		10%		9%	

Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2017

		Ruta 3									
		O-E		E-O		E-S		N-O		N-S	
Intervalo	Hora	L8	P8	L9	P9	L10	P10	L11	P11	L12	P12
MAÑANA	6:00 - 6:15	27	4	53	12	74	15	60	22	152	9
	6:15 - 6:30	39	6	68	10	145	23	102	23	191	12
	6:30 - 6:45	41	4	72	17	111	11	67	12	163	16
	6:45 - 7:00	36	5	102	13	147	13	110	19	195	11
	7:00 - 7:15	45	9	79	21	138	13	119	22	133	8
	7:15 - 7:30	33	4	156	23	225	15	129	16	131	12
	7:30 - 7:45	38	5	108	18	155	12	148	22	141	9
	7:45 - 8:00	42	6	114	18	149	21	109	26	99	5
	8:00 - 8:15	29	3	101	18	116	13	87	29	107	7
	8:15 - 8:30	28	5	131	26	174	26	85	21	114	22
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	24	3	186	23	109	17	99	23	82	14
	11:15 - 11:30	62	9	127	15	72	25	58	18	73	4
	11:30 - 11:45	38	7	126	15	74	25	44	12	67	11
	11:45 - 12:00	36	3	82	4	17	9	42	17	55	5
	12:00 - 12:15	45	2	170	17	54	14	72	21	82	12
	12:15 - 12:30	62	5	126	21	66	20	86	29	108	18
	12:30 - 12:45	49	5	71	10	26	11	88	23	97	13
	12:45 - 13:00	55	5	142	24	89	27	118	20	91	15
TARDE	16:00 - 16:15	77	10	166	21	83	12	126	16	80	9
	16:15 - 16:30	66	9	183	26	44	19	90	15	53	4
	16:30 - 16:45	69	7	192	27	129	10	126	16	57	3
	16:45 - 17:00	72	9	188	24	125	16	114	18	46	11
	17:00 - 17:15	64	6	180	23	173	10	109	12	50	0
	17:15 - 17:30	61	8	170	19	83	10	88	15	55	7
	17:30 - 17:45	68	10	173	17	94	15	92	15	34	3
	17:45 - 18:00	73	8	185	22	41	6	96	16	31	5
	18:00 - 18:15	76	12	186	26	114	6	113	14	61	3
	18:15 - 18:30	70	11	171	18	69	20	128	11	23	4
	18:30 - 18:45	80	14	172	20	89	5	106	6	39	2
	18:45 - 19:00	89	12	167	16	62	5	102	10	43	5
	Max. Hora Pico		284	35	729	98	381	57	456	65	236
Total Hora Pico		319		827		438		521		263	
Porcentaje P		11%		12%		13%		12%		10%	

Determinación de la Hora Pico para el Año 2017

Mañana				Medio Día				Tarde			
Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total
6:00 - 7:00	6:00 - 6:15	1888	7914	11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	1891	6758	16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2379	8620
	6:15 - 6:30	1964			11:15 - 11:30	1767			16:15 - 16:30	2275	
	6:30 - 6:45	2029			11:30 - 11:45	1659			16:30 - 16:45	2036	
	6:45 - 7:00	2033			11:45 - 12:00	1441			16:45 - 17:00	1930	
6:15 - 7:15	6:15 - 6:30	1964	8170	11:15 - 12:15	11:15 - 11:30	1767	6827	16:15 - 17:15	16:15 - 16:30	2275	8209
	6:30 - 6:45	2029			11:30 - 11:45	1659			16:30 - 16:45	2036	
	6:45 - 7:00	2033			11:45 - 12:00	1441			16:45 - 17:00	1930	
	7:00 - 7:15	2144			12:00 - 12:15	1960			17:00 - 17:15	1968	
6:30 - 7:30	6:30 - 6:45	2029	8416	11:30 - 12:30	11:30 - 11:45	1659	7030	16:30 - 17:30	16:30 - 16:45	2036	8020
	6:45 - 7:00	2033			11:45 - 12:00	1441			16:45 - 17:00	1930	
	7:00 - 7:15	2144			12:00 - 12:15	1960			17:00 - 17:15	1968	
	7:15 - 7:30	2210			12:15 - 12:30	1970			17:15 - 17:30	2086	
6:45 - 7:45	6:45 - 7:00	2033	8530	11:45 - 12:45	11:45 - 12:00	1441	7126	16:45 - 17:45	16:45 - 17:00	1930	8117
	7:00 - 7:15	2144			12:00 - 12:15	1960			17:00 - 17:15	1968	
	7:15 - 7:30	2210			12:15 - 12:30	1970			17:15 - 17:30	2086	
	7:30 - 7:45	2143			12:30 - 12:45	1755			17:30 - 17:45	2133	
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	2144	8415	12:00 - 1:00	12:00 - 12:15	1960	7887	17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	1968	8179
	7:15 - 7:30	2210			12:15 - 12:30	1970			17:15 - 17:30	2086	
	7:30 - 7:45	2143			12:30 - 12:45	1755			17:30 - 17:45	2133	
	7:45 - 8:00	1918			12:45 - 13:00	2202			17:45 - 18:00	1992	
7:15 - 8:15	7:15 - 7:30	2210	8179					17:15 - 18:15	17:15 - 17:30	2086	8236
	7:30 - 7:45	2143							17:30 - 17:45	2133	
	7:45 - 8:00	1918							17:45 - 18:00	1992	
	8:00 - 8:15	1908							18:00 - 18:15	2025	
7:30 - 8:30	7:30 - 7:45	2143	7898					17:30 - 18:30	17:30 - 17:45	2133	7969
	7:45 - 8:00	1918							17:45 - 18:00	1992	
	8:00 - 8:15	1908							18:00 - 18:15	2025	
	8:15 - 8:30	1929							18:15 - 18:30	1819	
								17:45 - 18:45	17:45 - 18:00	1992	7727
									18:00 - 18:15	2025	
									18:15 - 18:30	1819	
									18:30 - 18:45	1891	
								18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	2025	7459
									18:15 - 18:30	1819	
									18:30 - 18:45	1891	
									18:45 - 19:00	1724	

Datos de Diseño para el Año 2017

AUTOPISTAS

Sentido	Dirección	Volumen	A15	Carriles	%P	Velocidad
Grecia - San José	Oeste - Este	1927	623	3	13%	90
San José - Grecia	Este - Oeste	2221	588	3	10%	90
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	827	219	2	12%	90
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	319	87	2	11%	90

RAMPAS

Sentido	Dirección	Volumen A	15 min	%P Autopista	Velocidad A	Carriles A	Volumen R	15 min	%P Rampa	Velocidad R	Carriles R	L Carril
Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	1182	363	12%	90	2	690	211	10%	60	1	0
Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	319	87	11%	90	2	263	89	10%	60	1	70
Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	1927	623	13%	90	3	221	74	19%	60	1	65
Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	1927	623	13%	90	3	450	139	10%	60	1	125
Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	0	0	13%	90	2	44	15	13%	60	1	100
Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	1927	623	13%	90	3	263	89	10%	60	1	104
Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	319	87	11%	90	2	388	126	9%	60	1	100
Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	44	15	13%	90	2	355	144	13%	60	1	100
Rotonda Este - Grecia	Este - Sur	2221	588	10%	90	3	395	127	13%	60	1	115
Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	827	219	12%	90	2	395	127	13%	60	1	100
San José - Rotonda Este	Este - Norte	2221	588	10%	90	3	355	144	13%	60	1	100

Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2017

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Grecia - San José
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	1927	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.77	
Peak 15-min volume, v15	623	v
Trucks and buses	13	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	885	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Urban Freeway		

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	885	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	9.8	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2017

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company: _____
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: San José - Grecia
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2221	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	588	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	823	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Urban Freeway		

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	823	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	9.1	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2017

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: Heredia - Alajuela
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	827	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	219	v
Trucks and buses	12	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	464	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Urban Freeway		

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	464	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	5.2	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2017

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Alajuela - Heredia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	319	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.91	
Peak 15-min volume, v15	87	v
Trucks and buses	11	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	185	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Urban Freeway		

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	185	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	2.1	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Alajuela
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1182	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	690	vph
Length of first accel/decel lane	0	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	1182	690	vph
Peak-hour factor, PHF	0.81	0.82	
Peak 15-min volume, v15	363	211	v
Trucks and buses	12	10	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	%	%	%
Length	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.952	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	1539	886	pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_{FM} (P_{FM}) = 1539 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
v_{FO}	2425		4500	No
v_{R12}	2425		4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_{R12} + 0.0048 v_A - 0.01278 L = 14.8 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.365$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 81.6$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = N/A$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 81.6$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Alajuela - Rotonda Oeste
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	319	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	263	vph
Length of first accel/decel lane	70	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	319	263	vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.74	
Peak 15-min volume, v15	87	89	v
Trucks and buses	11	10	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	0.952	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	368	374	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 368 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_{Fi}$	368		4500	No
v_{12}	368		4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-6		4500	No
v_R	374		2000	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 3.3 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.437$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 80$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 80.0$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Grecia - Ojo de Agua
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1927	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	221	vph
Length of first accel/decel lane	65	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	1927	221	vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.75	
Peak 15-min volume, v15	623	74	v
Trucks and buses	13	19	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.913	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	2654	324	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.679 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1905 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_{Fi}$	2654		6750	No
v_{12}	1905		4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2330		6750	No
v_R	324		2000	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 11.5 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.432$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 80$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 83.9$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Grecia - Rotonda Oeste
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1927	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	450	vph
Length of first accel/decel lane	125	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	1927	450	vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.81	
Peak 15-min volume, v15	623	139	v
Trucks and buses	13	10	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	2654	586	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.667 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1965 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_{Fi}$	2654		6750	No
v_{12}	1965		4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2068		6750	No
v_R	586		2000	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 10.8 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.456$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 80$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 83.1$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Oeste
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	0	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	44	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	0	44	vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.73	
Peak 15-min volume, v15	0	15	v
Trucks and buses	13	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	0	64	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \frac{P}{FD} = 0 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_F$	0			4500
				No
$v_{12} = v_F - v_R$	0			4400
				No
$v_{12} = v_F - v_R$	-64			4500
				No
$v_{12} = v_R$	64			2000
				No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 0.8 \quad \text{pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.409	
Space mean speed in ramp influence area,	S = 81	km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S =	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - San José
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1927	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	263	vph
Length of first accel/decel lane	104	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	1927	263	vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74	
Peak 15-min volume, v15	623	89	v
Trucks and buses	13	10	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	%	%	%
Length	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	2654	374	pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 0.587 Using Equation 1

$$v_{12} = v_{FM} (P_{FM}) = 1558 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
v_{FO}	3028		6750	No
v_{R12}	1932		4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_{R12} + 0.0048 v_A - 0.01278 L = 11.3 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.323$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 82.6$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 86.5$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 84.0$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Heredia
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	319	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	388	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	319	388	vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.77	
Peak 15-min volume, v15	87	126	v
Trucks and buses	11	9	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	%	%	%
Length	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	0.957	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	368	527	pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_{FM} (P_{FM}) = 368 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
v_{FO}	895		4500	No
v_{R12}	895		4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_{R12} + 0.0048 v_{FO} - 0.01278 L_A = 6.3 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable, S	M = 0.307	
Space mean speed in ramp influence area, R	S = 82.9	km/h
Space mean speed in outer lanes, O	S = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Alajuela
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1182	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	355	vph
Length of first accel/decel lane	80	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	1182	355	vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.62	
Peak 15-min volume, v15	14	144	v
Trucks and buses	13	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	%	%	%
Length	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	61	613	pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_{FM} (P_{FM}) = 61 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
v _{FO}	674		4500	No
v _{R12}	674		4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 5.9 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable, S	M = 0.318	
Space mean speed in ramp influence area, S _R	S = 82.7	km/h
Space mean speed in outer lanes, S ₀	S = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles, S	S = 82.7	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Grecia
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2221	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	395	vph
Length of first accel/decel lane	115	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	2221	395	vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.78	
Peak 15-min volume, v15	588	127	v
Trucks and buses	10	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	%	%	%
Length	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	2470	541	pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 0.588 Using Equation 1

$$v_{12} = v_{FM} (P_{FM}) = 1453 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
v_{FO}	3011		6750	No
v_{R12}	1994		4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_{R12} + 0.0048 v_A - 0.01278 L = 11.4 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.322$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 82.6$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 87.0$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 84.0$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Este
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	827	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	395	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	827	395	vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.78	
Peak 15-min volume, v15	219	127	v
Trucks and buses	12	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	929	541	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 929 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_{Fi}$	929	4500		No
v_{12}	929	4400		No
$v_{FO} = v_F - v_R$	388	4500		No
v_R	541	2000		No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 5.7 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.452$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 80$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 79.6$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2017

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: San José - Rotonda Este
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2017
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2221	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	355	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent
Ramp			
Volume, V (vph)	2221	355	vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.62	
Peak 15-min volume, v15	588	144	v
Trucks and buses	10	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	2470	613	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.670 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1857 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

Actual	Maximum	LOS	F?	
$v_{12} = v_{Fi}$	2470		6750	No
v_{12}	1857		4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	1857		6750	No
v_R	613		2000	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 10.7 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.458$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 82.9$	km/h

Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2017

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Oeste - Alajuela (1)	710		
Alajuela - Rotonda Oeste (2)	271	2,3	4,1
Heredia - Rotonda Oeste (5)	46	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Ojo de Agua (12)	0		
Ojo de Agua - Rotonda Oeste (13)	464	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (14)	46		
Rotonda Este - Rotonda Oeste (15)	0	2,3	4,1

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 2 =	46
Vop 5 =	464
Vop 13 =	317
Vop 15 =	740
Carril Izq. 2 =	33
Carril Der. 2 =	14
Carril Izq. 5 =	325
Carril Der. 5 =	140
Carril Izq. 13 =	222
Carril Der. 13 =	96
Carril Izq. 15 =	518
Carril Der. 15=	222

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 2 =	1524
Carril Der. 2 =	1548
Carril Izq. 5 =	1198
Carril Der. 5 =	1396
Carril Izq. 13 =	1304
Carril Der. 13 =	1447
Carril Izq. 15 =	1020
Carril Der. 15=	1304

Relación Volumen-Capacidad	
V/C 2 =	0,01
V/C 5 =	0,18
V/C 13 =	0,12
V/C 15 =	0,32

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,05
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	0,38
Mf max 11 =	0,10
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	0,75
Mf max 16 =	0,25
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	1,88

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 2 =	0,89
pk 2 =	0,01
ps 2 =	12,33
pf 5 =	0,58
pk 5 =	0,18
ps 5 =	52,37
pf 13 =	0,67
pk 13 =	0,12
ps 13 =	40,72
pf 15 =	0,44
pk 15 =	0,32
ps 15 =	70,01

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espero Est.	Nivel Serv.
dv 2 =	5		
dk 2 =	4		
d 2 =	9	3,17	A
dv 5 =	61		
dk 5 =	7		
d 5 =	68	3,96	A
dv 13 =	6		
dk 13 =	6		
d 13 =	12	7,37	A
dv 15 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 15 =			
d 15 =			

Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2017

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Este - Alajuela (8)	355		
Rotonda Este - Grecia (9)	395		
Heredia - Rotonda Este (10)	395	2,3	4,1
San José - Rotonda Este (11)	355	2,3	4,1
Rotonda Este - Rotonda Oeste (16)	0	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este	0		

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 10 =	355
Vop 11 =	395
Vop 16 =	750
Carril Izq. 10 =	249
Carril Der. 10 =	107
Carril Izq. 11 =	277
Carril Der. 11 =	119
Carril Izq. 16 =	525
Carril Der. 16 =	225

Estimación de la Capacidad	
Dato	Valor
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 10 =	1276
Carril Der. 10 =	1434
Carril Izq. 11 =	1246
Carril Der. 11 =	1420
Carril Izq. 16 =	1014
Carril Der. 16 =	1301

Relación Volumen-Capacidad	
V/C 10 =	0,13
V/C 11 =	0,15
V/C 16 =	0,32

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,05
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	0,38
Mf max 11 =	0,10
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	0,75
Mf max 16 =	0,25
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	1,88

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 10 =	0,68
pk 10 =	0,13
ps 10 =	40,91
pf 11 =	0,63
pk 11 =	0,15
ps 11 =	46,33
pf 16 =	0,43
pk 16 =	0,32
ps 16 =	70,93

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 10 =	3		
dk 10 =	6		
d 10 =	10	5,12	A
dv 11 =	8		
dk 11 =	6		
d 11 =	14	6,54	A
dv 16 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 16 =			
d 16 =			

Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2022

		Ruta 1													
		O - E		E - O		E - N		O - N		O - S		S - O		S - E	
Intervalo	Hora	L	P	L2	P2	L3	P3	L4	P4	L5	P5	L6	P6	L7	P7
MAÑANA	6:00 - 6:15	776	107	291	76	24	7	25	13	58	12	49	13	41	14
	6:15 - 6:30	625	70	308	78	34	4	33	20	45	10	78	13	49	21
	6:30 - 6:45	624	73	380	76	36	8	64	21	101	16	71	16	61	14
	6:45 - 7:00	564	47	338	61	50	11	90	18	78	13	65	13	67	11
	7:00 - 7:15	750	66	341	52	37	9	84	13	71	17	60	17	86	5
	7:15 - 7:30	687	49	324	64	63	11	79	14	44	11	61	13	80	12
	7:30 - 7:45	711	52	331	50	27	4	87	95	41	10	55	12	54	6
	7:45 - 8:00	549	56	329	63	37	5	93	10	46	9	72	15	76	10
	8:00 - 8:15	581	113	346	70	46	11	49	15	30	8	73	16	68	15
8:15 - 8:30	528	88	318	76	22	6	50	13	67	16	72	13	55	12	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	501	73	315	43	59	18	55	12	75	30	95	20	47	8
	11:15 - 11:30	435	58	440	82	40	5	48	11	52	18	97	11	42	8
	11:30 - 11:45	419	69	474	84	13	8	45	10	33	11	56	17	33	7
	11:45 - 12:00	403	80	494	67	11	3	15	6	41	17	37	11	19	3
	12:00 - 12:15	584	86	378	82	93	12	64	15	46	10	82	19	35	12
	12:15 - 12:30	549	73	469	85	15	8	65	15	54	8	69	11	39	14
	12:30 - 12:45	491	85	439	44	21	6	74	25	39	13	76	25	55	11
	12:45 - 13:00	701	93	450	62	31	8	84	14	48	9	84	17	56	12
TARDE	16:00 - 16:15	550	94	527	75	96	14	100	13	41	11	177	21	106	10
	16:15 - 16:30	470	63	540	68	131	18	130	14	34	9	197	20	119	11
	16:30 - 16:45	387	60	443	50	48	7	118	8	63	13	147	13	84	5
	16:45 - 17:00	335	33	547	45	45	6	71	10	46	9	117	18	59	7
	17:00 - 17:15	376	46	511	59	37	7	96	13	36	12	106	9	66	10
	17:15 - 17:30	463	46	597	39	73	6	93	17	30	10	119	23	96	9
	17:30 - 17:45	406	40	629	48	92	8	122	13	23	8	143	23	95	12
	17:45 - 18:00	359	46	476	46	65	7	158	11	31	8	177	20	143	9
	18:00 - 18:15	394	46	482	43	53	6	159	3	20	4	129	9	106	6
	18:15 - 18:30	254	30	504	64	66	8	88	13	33	6	146	15	99	9
	18:30 - 18:45	335	31	441	74	81	6	122	11	17	0	164	10	101	9
	18:45 - 19:00	307	46	389	66	56	8	76	13	13	3	162	19	85	9
	Max. Hora Pico		1742	250	2057	238	320	45	419	45	184	42	638	72	368
Total Hora Pico		1992		2295		365		464		226		710		401	
Porcentaje P		13%		10%		12%		10%		19%		10%		8%	

Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2022

		Ruta 3									
		O-E		E-O		E-S		N-O		N-S	
Intervalo	Hora	L8	P8	L9	P9	L10	P10	L11	P11	L12	P12
MAÑANA	6:00 - 6:15	28	4	55	12	76	15	62	22	157	9
	6:15 - 6:30	40	6	70	10	150	23	106	23	197	12
	6:30 - 6:45	42	4	74	17	115	11	69	12	168	16
	6:45 - 7:00	37	5	106	13	152	13	114	19	201	11
	7:00 - 7:15	46	9	82	21	143	13	123	22	138	8
	7:15 - 7:30	34	4	161	23	233	15	134	16	136	12
	7:30 - 7:45	39	5	112	18	160	12	154	22	146	9
	7:45 - 8:00	43	6	118	18	155	21	113	27	103	5
	8:00 - 8:15	30	3	105	18	120	13	90	30	111	7
8:15 - 8:30	29	5	136	27	180	27	88	21	118	22	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	24	3	192	23	113	17	103	23	85	14
	11:15 - 11:30	64	9	132	15	74	25	60	18	75	4
	11:30 - 11:45	39	7	131	15	76	25	45	12	69	11
	11:45 - 12:00	37	3	85	4	17	9	43	17	57	5
	12:00 - 12:15	46	2	175	17	56	14	74	21	85	12
	12:15 - 12:30	64	5	131	21	68	20	89	30	112	18
	12:30 - 12:45	50	5	73	10	27	11	91	23	100	13
	12:45 - 13:00	57	5	147	24	92	28	122	20	94	15
TARDE	16:00 - 16:15	80	10	171	21	86	12	131	16	83	9
	16:15 - 16:30	68	9	189	27	45	19	93	15	55	4
	16:30 - 16:45	71	7	198	28	134	10	131	16	59	3
	16:45 - 17:00	74	9	194	24	130	16	118	18	47	11
	17:00 - 17:15	66	6	186	23	178	10	113	12	52	0
	17:15 - 17:30	63	8	175	19	86	10	91	15	57	7
	17:30 - 17:45	70	10	178	17	97	15	95	15	35	3
	17:45 - 18:00	75	8	191	22	42	6	99	16	32	5
	18:00 - 18:15	79	12	192	27	118	6	117	14	63	3
	18:15 - 18:30	72	11	176	18	71	20	133	11	23	4
	18:30 - 18:45	83	14	177	20	92	5	110	6	40	2
	18:45 - 19:00	92	12	172	16	64	5	106	10	44	5
	Max. Hora Pico		293	35	752	100	395	57	473	65	244
Total Hora Pico		328		852		452		538		271	
Porcentaje P		11%		12%		13%		12%		10%	

Determinación de la Hora Pico para el Año 2022

Mañana				Medio Día				Tarde			
Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total
6:00 - 7:00	6:00 - 6:15	1946	8157	11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	1948	6964	16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2454	8894
	6:15 - 6:30	2025			11:15 - 11:30	1823			16:15 - 16:30	2348	
	6:30 - 6:45	2089			11:30 - 11:45	1709			16:30 - 16:45	2103	
	6:45 - 7:00	2097			11:45 - 12:00	1484			16:45 - 17:00	1989	
6:15 - 7:15	6:15 - 6:30	2025	8424	11:15 - 12:15	11:15 - 11:30	1823	7036	16:15 - 17:15	16:15 - 16:30	2348	8470
	6:30 - 6:45	2089			11:30 - 11:45	1709			16:30 - 16:45	2103	
	6:45 - 7:00	2097			11:45 - 12:00	1484			16:45 - 17:00	1989	
	7:00 - 7:15	2213			12:00 - 12:15	2020			17:00 - 17:15	2030	
6:30 - 7:30	6:30 - 6:45	2089	8679	11:30 - 12:30	11:30 - 11:45	1709	7245	16:30 - 17:30	16:30 - 16:45	2103	8274
	6:45 - 7:00	2097			11:45 - 12:00	1484			16:45 - 17:00	1989	
	7:00 - 7:15	2213			12:00 - 12:15	2020			17:00 - 17:15	2030	
	7:15 - 7:30	2280			12:15 - 12:30	2032			17:15 - 17:30	2152	
6:45 - 7:45	6:45 - 7:00	2097	8802	11:45 - 12:45	11:45 - 12:00	1484	7343	16:45 - 17:45	16:45 - 17:00	1989	8368
	7:00 - 7:15	2213			12:00 - 12:15	2020			17:00 - 17:15	2030	
	7:15 - 7:30	2280			12:15 - 12:30	2032			17:15 - 17:30	2152	
	7:30 - 7:45	2212			12:30 - 12:45	1807			17:30 - 17:45	2197	
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	2213	8684	12:00 - 1:00	12:00 - 12:15	2020	8132	17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	2030	8431
	7:15 - 7:30	2280			12:15 - 12:30	2032			17:15 - 17:30	2152	
	7:30 - 7:45	2212			12:30 - 12:45	1807			17:30 - 17:45	2197	
	7:45 - 8:00	1979			12:45 - 13:00	2273			17:45 - 18:00	2052	
7:15 - 8:15	7:15 - 7:30	2280	8439					17:15 - 18:15	17:15 - 17:30	2152	8492
	7:30 - 7:45	2212							17:30 - 17:45	2197	
	7:45 - 8:00	1979							17:45 - 18:00	2052	
	8:00 - 8:15	1968							18:00 - 18:15	2091	
7:30 - 8:30	7:30 - 7:45	2212	8148					17:30 - 18:30	17:30 - 17:45	2197	8214
	7:45 - 8:00	1979							17:45 - 18:00	2052	
	8:00 - 8:15	1968							18:00 - 18:15	2091	
	8:15 - 8:30	1989							18:15 - 18:30	1874	
								17:45 - 18:45	17:45 - 18:00	2052	7968
									18:00 - 18:15	2091	
									18:15 - 18:30	1874	
									18:30 - 18:45	1951	
								18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	2091	7694
									18:15 - 18:30	1874	
									18:30 - 18:45	1951	
									18:45 - 19:00	1778	

Datos de Diseño para el Año 2022

AUTOPISTAS

Sentido	Dirección	Volumen	A15	Carriles	%P	Velocidad
Grecia - San José	Oeste - Este	1992	644	3	13%	90
San José - Grecia	Este - Oeste	2295	608	3	10%	90
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	852	226	2	12%	90
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	328	90	2	11%	90

RAMPAS

Sentido	Dirección	Volumen A	15 min	%P Autopista	Velocidad A	Carriles A	Volumen R	15 min	%P Rampa	Velocidad R	Carriles R	L Carril
Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	1217	375	12%	90	2	710	217	10%	60	1	0
Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	328	90	11%	90	2	271	92	10%	60	1	70
Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	1992	644	13%	90	3	226	76	19%	60	1	65
Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	1992	644	13%	90	3	464	144	10%	60	1	125
Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	0	0	12%	90	2	46	15	13%	60	1	100
Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	1992	644	13%	90	3	271	92	10%	60	1	104
Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	328	90	11%	90	2	401	130	8%	60	1	100
Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	46	15	13%	90	2	365	149	12%	60	1	100
Rotonda Este - Grecia	Este - Sur	2295	608	10%	90	3	407	132	13%	60	1	115
Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	852	226	12%	90	2	407	132	13%	60	1	100
San José - Rotonda Este	Este - Norte	2295	608	10%	90	3	365	149	12%	60	1	100

Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2022

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Grecia - San José
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	1992	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.77	
Peak 15-min volume, v15	644	v
Trucks and buses	13	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	915	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	915	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	10.2	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2022

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: San José - Grecia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2295	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	608	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	851	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	851	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	9.5	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2022

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: Heredia - Alajuela
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	852	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	226	v
Trucks and buses	12	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	478	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	478	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	5.3	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2022

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Alajuela - Heredia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	328	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.91	
Peak 15-min volume, v15	90	v
Trucks and buses	11	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	190	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	190	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	2.1	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1217	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	710	vph
Length of first accel/decel lane	0	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1217	710		vph
Peak-hour factor, PHF	0.81	0.82		
Peak 15-min volume, v15	375	217		v
Trucks and buses	12	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1590	912		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L =	0.00	(Equation 25-2 or 25-3)
EQ		
P =	1.000	Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1590 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	2502	4500	No
v _{R12}	2502	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 15.2 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.369	
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 81.5	km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 81.5	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.: _____
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period: _____
 Freeway/dir or travel: Alajuela - Rotonda Oeste
 Junction: _____
 Jurisdiction: _____
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	328	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	271	vph
Length of first accel/decel lane	70	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	328	271		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.74		
Peak 15-min volume, v15	90	92		v
Trucks and buses	11	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	378	385		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L =	0.00	(Equation 25-8 or 25-9)
EQ		
P =	1.000	Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 378 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	378	4500	No
v_{12}	378	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-7	4500	No
v_R	385	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 3.4 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.438
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Grecia - Ojo de Agua
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1992	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	226	vph
Length of first accel/decel lane	65	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1992	226		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.75		
Peak 15-min volume, v15	644	76		v
Trucks and buses	13	19		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.913		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2744	331		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.676 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1963 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

$v_{12} = v_{Fi}$	Actual	Maximum	LOS F?
	2744	6750	No
v_{12}	1963	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2413	6750	No
v_R	331	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.9 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable, $D = 0.433$
 S
 Space mean speed in ramp influence area, $S = 80 \text{ km/h}$
 R
 Space mean speed in outer lanes, $S = 95.4 \text{ km/h}$
 O
 Space mean speed for all vehicles, $S = 83.9 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Grecia - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1992	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	464	vph
Length of first accel/decel lane	125	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1992	464		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.81		
Peak 15-min volume, v15	644	144		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2744	604		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.664 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2024 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{Fi} = v_F$	2744	6750	No
v_{12}	2024	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2140	6750	No
v_R	604	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.1 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.457
Space mean speed in ramp influence area,	S = 79 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = 95.4 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 83.1 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Oeste
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	0	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	46	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp
Volume, V (vph)	0	46	vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.77	
Peak 15-min volume, v15	0	15	v
Trucks and buses	12	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00	0.00	%
Length	0.00	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	0	64	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 0 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	0	4500	No
v_{12}	0	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-64	4500	No
v_R	64	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 0.8 \quad \text{pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.409$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 81$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S =$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - San José
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1992	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	271	vph
Length of first accel/decel lane	104	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1992	271		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74		
Peak 15-min volume, v15	644	92		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2744	385		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.587 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1611 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	3129	6750	No
v _{R12}	1996	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 11.6 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.325
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.5 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = 86.3 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 83.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Heredia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	328	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	401	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	328	401		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.77		
Peak 15-min volume, v15	90	130		v
Trucks and buses	11	8		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.948	0.962		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	378	542		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 378 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v_{FO}	920	4500	No
v_{R12}	920	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.4 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.307$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 82.9$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 82.9$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.: _____
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period: _____
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Alajuela
 Junction: _____
 Jurisdiction: _____
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	46	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	365	vph
Length of first accel/decel lane	43	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	46	365		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.61		
Peak 15-min volume, v15	15	149		v
Trucks and buses	13	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	64	632		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L =	0.00	(Equation 25-2 or 25-3)
EQ		
P =	1.000	Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 64 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	696	4500	No
v _{R12}	696	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.0+$ pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.319	
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.7	km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 82.7	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Grecia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2295	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	407	vph
Length of first accel/decel lane	115	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2295	407		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.77		
Peak 15-min volume, v15	608	132		v
Trucks and buses	10	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2552	562		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.588 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1501 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	3114	6750	No
v _{R12}	2063	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 11.7 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.324
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.5 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = 86.8 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 83.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Este
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2022
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	852	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	407	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	852	407		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.77		
Peak 15-min volume, v15	226	132		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	957	562		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 957 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	957	4500	No
v_{12}	957	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	395	4500	No
v_R	562	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 5.9 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.454
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.6 km/h

Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2022

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: San José - Rotonda Este
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2022
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2295	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	365	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2295	365		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.61		
Peak 15-min volume, v15	608	149		v
Trucks and buses	10	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2552	632		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.667 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1913 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	2552	6750	No
v_{12}	1913	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	1920	6750	No
v_R	632	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.0 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.460$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S = 82.9$	km/h

Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2022

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Oeste - Alajuela (1)	710		
Alajuela - Rotonda Oeste (2)	271	2,3	4,1
Heredia - Rotonda Oeste (5)	46	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Ojo de Agua (12)	0		
Ojo de Agua - Rotonda Oeste (13)	464	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (14)	46		
Rotonda Este - Rotonda Oeste (15)	0	2,3	4,1

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 2 =	46
Vop 5 =	464
Vop 13 =	317
Vop 15 =	740
Carril Izq. 2 =	33
Carril Der. 2 =	14
Carril Izq. 5 =	325
Carril Der. 5 =	140
Carril Izq. 13 =	222
Carril Der. 13 =	96
Carril Izq. 15 =	518
Carril Der. 15=	222

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 2 =	1524
Carril Der. 2 =	1548
Carril Izq. 5 =	1198
Carril Der. 5 =	1396
Carril Izq. 13 =	1304
Carril Der. 13 =	1447
Carril Izq. 15 =	1020
Carril Der. 15=	1304

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 2 =	0,01
V/C 5 =	0,18
V/C 13 =	0,12
V/C 15 =	0,32

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 2 =	0,05
%T 2 =	0,10
Mf 2 =	0,38
Mf max 5 =	0,20
%T 5 =	0,13
Mf 5 =	1,50
Mf max 13 =	0,15
%T 13 =	0,10
Mf 13 =	1,13
Mf max 15 =	0,35
%T 15 =	0,13
Mf 15 =	2,63

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 2 =	0,89
pk 2 =	0,01
ps 2 =	12,33
pf 5 =	0,58
pk 5 =	0,18
ps 5 =	52,37
pf 13 =	0,67
pk 13 =	0,12
ps 13 =	40,72
pf 15 =	0,44
pk 15 =	0,32
ps 15 =	70,01

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 2 =	5		
dk 2 =	4		
d 2 =	9	3,11	A
dv 5 =	118		
dk 5 =	8		
d 5 =	125	7,36	A
dv 13 =	9		
dk 13 =	6		
d 13 =	15	8,99	A
dv 15 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 15 =			
d 15 =			

Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2022

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Este - Alajuela (8)	365		
Rotonda Este - Grecia (9)	407		
Heredia - Rotonda Este (10)	407	2,3	4,1
San José - Rotonda Este (11)	365	2,3	4,1
Rotonda Este - Rotonda Oeste (16)	0	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (17)	0		

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 10 =	365
Vop 11 =	407
Vop 16 =	772
Carril Izq. 10 =	256
Carril Der. 10 =	110
Carril Izq. 11=	285
Carril Der. 11 =	123
Carril Izq. 16 =	541
Carril Der 16 =	232

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 10 =	1268
Carril Der. 10 =	1431
Carril Izq. 11=	1238
Carril Der. 11 =	1415
Carril Izq. 16=	1000
Carril Der 16 =	1294

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 10 =	0,14
V/C 11 =	0,15
V/C 16 =	0,34

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,15
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	1,13
Mf max 11 =	0,10
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	0,75
Mf max 16 =	0,40
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	3,00

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 10 =	0,64
pk 10 =	0,14
ps 10 =	44,66
pf 11 =	0,61
pk 11 =	0,15
ps 11 =	48,36
pf 16 =	0,42
pk 16 =	0,34
ps 16 =	72,13

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 10 =	10		
dk 10 =	7		
d 10 =	17	9,10	A
dv 11 =	7		
dk 11 =	8		
d 11 =	15	7,14	A
dv 16 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 16 =			
d 16 =			

Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2027

		Ruta 1													
		O - E		E - O		E - N		O - N		O - S		S - O		S - E	
Intervalo	Hora	L	P	L2	P2	L3	P3	L4	P4	L5	P5	L6	P6	L7	P7
MAÑANA	6:00 - 6:15	802	110	301	79	25	7	26	13	60	12	51	13	42	14
	6:15 - 6:30	646	73	318	80	35	4	34	21	47	10	80	13	51	22
	6:30 - 6:45	645	76	393	79	37	8	66	22	105	17	74	17	63	14
	6:45 - 7:00	583	49	349	63	52	11	93	19	80	13	67	13	69	11
	7:00 - 7:15	775	68	352	53	38	9	87	13	74	18	62	18	89	5
	7:15 - 7:30	711	51	335	66	65	11	81	14	46	11	63	13	82	12
	7:30 - 7:45	736	53	343	52	27	4	90	98	42	10	56	12	55	6
	7:45 - 8:00	568	58	341	65	38	5	96	10	48	9	75	16	79	10
	8:00 - 8:15	601	117	358	73	48	11	51	16	31	8	76	17	70	16
8:15 - 8:30	546	91	329	79	23	6	52	13	69	17	75	13	56	12	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	518	76	326	45	61	19	56	12	78	31	98	21	49	8
	11:15 - 11:30	449	60	455	84	41	5	50	11	53	19	101	11	44	8
	11:30 - 11:45	433	72	490	87	13	8	47	10	34	11	58	18	34	7
	11:45 - 12:00	417	82	511	69	11	3	16	6	42	18	38	11	20	3
	12:00 - 12:15	604	89	391	84	96	12	66	16	48	10	84	20	36	12
	12:15 - 12:30	568	76	485	88	16	8	67	16	55	8	72	11	40	14
	12:30 - 12:45	507	88	454	46	22	6	77	26	40	13	79	26	56	11
	12:45 - 13:00	725	96	465	64	32	8	87	14	50	9	87	18	58	12
TARDE	16:00 - 16:15	569	97	545	78	100	14	104	13	42	11	183	22	109	10
	16:15 - 16:30	486	65	558	70	135	19	134	14	35	9	204	21	123	11
	16:30 - 16:45	400	62	458	52	50	7	122	8	65	13	152	13	87	5
	16:45 - 17:00	346	34	566	47	47	6	74	10	48	9	121	19	61	7
	17:00 - 17:15	389	48	528	61	38	7	100	13	37	12	109	9	68	10
	17:15 - 17:30	478	48	617	40	76	6	96	18	31	10	123	24	100	9
	17:30 - 17:45	420	41	651	50	95	8	126	13	24	8	148	24	98	12
	17:45 - 18:00	371	48	492	48	67	7	163	11	32	8	183	21	148	9
	18:00 - 18:15	407	48	499	45	54	6	164	3	21	4	133	9	109	6
	18:15 - 18:30	263	31	521	66	68	8	91	13	34	6	151	16	103	9
	18:30 - 18:45	346	32	456	77	83	6	126	11	18	0	169	10	105	9
	18:45 - 19:00	317	48	402	68	58	8	79	13	13	3	167	20	88	9
	Max. Hora Pico		1801	258	2127	247	332	46	434	45	190	42	660	75	380
Total Hora Pico		2059		2374		378		479		232		735		413	
Porcentaje P		13%		10%		12%		9%		18%		10%		8%	

Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2027

		Ruta 3									
		O-E		E-O		E-S		N-O		N-S	
Intervalo	Hora	L8	P8	L9	P9	L10	P10	L11	P11	L12	P12
MAÑANA	6:00 - 6:15	28	4	56	12	79	16	64	23	162	9
	6:15 - 6:30	41	6	73	10	155	24	109	24	204	12
	6:30 - 6:45	44	4	77	18	119	11	72	12	174	17
	6:45 - 7:00	38	5	109	13	158	13	118	20	208	11
	7:00 - 7:15	48	9	84	22	148	13	127	23	143	8
	7:15 - 7:30	35	4	166	24	240	16	138	17	140	12
	7:30 - 7:45	40	5	116	19	165	12	159	23	151	9
	7:45 - 8:00	45	6	122	19	160	22	117	27	106	5
	8:00 - 8:15	31	3	108	19	124	13	93	31	115	7
8:15 - 8:30	30	5	140	27	186	27	91	22	122	23	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	25	3	199	24	117	18	106	24	88	14
	11:15 - 11:30	66	9	136	16	77	26	62	19	78	4
	11:30 - 11:45	40	7	135	16	79	26	47	12	72	11
	11:45 - 12:00	38	3	88	4	18	9	45	18	59	5
	12:00 - 12:15	48	2	181	18	58	14	77	22	88	12
	12:15 - 12:30	66	5	135	22	70	21	92	31	116	19
	12:30 - 12:45	52	5	76	10	27	11	94	24	104	13
	12:45 - 13:00	59	5	152	25	95	28	126	21	97	16
TARDE	16:00 - 16:15	82	10	177	22	89	12	135	17	86	9
	16:15 - 16:30	70	9	195	27	47	20	96	16	56	4
	16:30 - 16:45	74	7	205	28	138	10	135	17	61	3
	16:45 - 17:00	77	9	201	25	134	17	122	19	49	11
	17:00 - 17:15	68	6	192	24	185	10	117	12	53	0
	17:15 - 17:30	65	8	181	20	89	10	94	16	59	7
	17:30 - 17:45	73	10	185	18	101	16	98	16	36	3
	17:45 - 18:00	78	8	197	23	44	6	103	17	33	5
	18:00 - 18:15	81	12	199	27	122	6	121	14	65	3
	18:15 - 18:30	75	11	182	19	74	21	137	11	24	4
	18:30 - 18:45	86	14	183	21	95	5	114	6	41	2
	18:45 - 19:00	95	12	178	17	66	5	109	10	46	5
	Max. Hora Pico		303	35	778	102	408	59	488	69	252
Total Hora Pico		338		880		467		557		279	
Porcentaje P		10%		12%		13%		12%		10%	

Determinación de la Hora Pico para el Año 2027

Mañana				Medio Día				Tarde			
Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total
6:00 - 7:00	6:00 - 6:15	2008	8429	11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	2016	7201	16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2536	9191
	6:15 - 6:30	2092			11:15 - 11:30	1884			16:15 - 16:30	2424	
	6:30 - 6:45	2164			11:30 - 11:45	1767			16:30 - 16:45	2172	
	6:45 - 7:00	2165			11:45 - 12:00	1534			16:45 - 17:00	2059	
6:15 - 7:15	6:15 - 6:30	2092	8707	11:15 - 12:15	11:15 - 11:30	1884	7273	16:15 - 17:15	16:15 - 16:30	2424	8751
	6:30 - 6:45	2164			11:30 - 11:45	1767			16:30 - 16:45	2172	
	6:45 - 7:00	2165			11:45 - 12:00	1534			16:45 - 17:00	2059	
	7:00 - 7:15	2286			12:00 - 12:15	2088			17:00 - 17:15	2096	
6:30 - 7:30	6:30 - 6:45	2164	8968	11:30 - 12:30	11:30 - 11:45	1767	7490	16:30 - 17:30	16:30 - 16:45	2172	8552
	6:45 - 7:00	2165			11:45 - 12:00	1534			16:45 - 17:00	2059	
	7:00 - 7:15	2286			12:00 - 12:15	2088			17:00 - 17:15	2096	
	7:15 - 7:30	2353			12:15 - 12:30	2101			17:15 - 17:30	2225	
6:45 - 7:45	6:45 - 7:00	2165	9087	11:45 - 12:45	11:45 - 12:00	1534	7590	16:45 - 17:45	16:45 - 17:00	2059	8654
	7:00 - 7:15	2286			12:00 - 12:15	2088			17:00 - 17:15	2096	
	7:15 - 7:30	2353			12:15 - 12:30	2101			17:15 - 17:30	2225	
	7:30 - 7:45	2283			12:30 - 12:45	1867			17:30 - 17:45	2274	
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	2286	8969	12:00 - 1:00	12:00 - 12:15	2088	8405	17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	2096	8717
	7:15 - 7:30	2353			12:15 - 12:30	2101			17:15 - 17:30	2225	
	7:30 - 7:45	2283			12:30 - 12:45	1867			17:30 - 17:45	2274	
	7:45 - 8:00	2047			12:45 - 13:00	2349			17:45 - 18:00	2122	
7:15 - 8:15	7:15 - 7:30	2353	8720					17:15 - 18:15	17:15 - 17:30	2225	8779
	7:30 - 7:45	2283							17:30 - 17:45	2274	
	7:45 - 8:00	2047							17:45 - 18:00	2122	
	8:00 - 8:15	2037							18:00 - 18:15	2158	
7:30 - 8:30	7:30 - 7:45	2283	8421					17:30 - 18:30	17:30 - 17:45	2274	8492
	7:45 - 8:00	2047							17:45 - 18:00	2122	
	8:00 - 8:15	2037							18:00 - 18:15	2158	
	8:15 - 8:30	2054							18:15 - 18:30	1938	
								17:45 - 18:45	17:45 - 18:00	2122	8233
									18:00 - 18:15	2158	
									18:15 - 18:30	1938	
									18:30 - 18:45	2015	
								18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	2158	7947
									18:15 - 18:30	1938	
									18:30 - 18:45	2015	
									18:45 - 19:00	1836	

Datos de Diseño para el Año 2027

AUTOPISTAS

Sentido	Dirección	Volumen	A15	Carriles	%P	Velocidad
Grecia - San José	Oeste - Este	2059	666	3	13%	90
San José - Grecia	Este - Oeste	2374	628	3	10%	90
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	880	233	2	12%	90
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	338	92	2	10%	90

RAMPAS

Sentido	Dirección	Volumen A	15 min	%P Autopista	Velocidad A	Carriles A	Volumen R	15 min	%P Rampa	Velocidad R	Carriles R	L Aceler
Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	1258	387	12%	90	2	735	225	10%	60	1	0
Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	338	92	10%	90	2	279	95	10%	60	1	70
Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	2059	666	13%	90	3	232	78	18%	60	1	65
Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	2059	666	13%	90	3	479	148	9%	60	1	125
Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	0	0	12%	90	2	47	16	13%	60	1	100
Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	2059	666	13%	90	3	279	95	10%	60	1	104
Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	338	92	10%	90	2	413	134	8%	60	1	100
Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	47	16	13%	90	2	378	154	12%	60	1	100
Rotonda Este - Grecia	Este - Sur	2374	628	10%	90	3	421	136	13%	60	1	115
Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	880	233	12%	90	2	421	136	13%	60	1	100
San José - Rotonda Este	Este - Norte	2374	628	10%	90	3	378	154	12%	60	1	100

Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2027

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Grecia - San José
Jurisdiction:
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2059	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.77	
Peak 15-min volume, v15	666	v
Trucks and buses	13	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	945	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	945	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	10.5	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2027

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company: _____
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: San José - Grecia
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaria

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2374	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	
Peak 15-min volume, v15	628	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	879	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	879	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	9.8	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2027

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: Heredia - Alajuela
Jurisdiction:
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	880	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	233	v
Trucks and buses	12	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	494	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	494	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	5.5	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2027

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Alajuela - Heredia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	338	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.92	
Peak 15-min volume, v15	92	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	193	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	193	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	2.1	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Alajuela para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1258	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	735	vph
Length of first accel/decel lane	0	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1258	735		vph
Peak-hour factor, PHF	0.81	0.82		
Peak 15-min volume, v15	387	225		v
Trucks and buses	12	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1641	944		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L =	0.00	(Equation 25-2 or 25-3)
EQ		
P =	1.000	Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1641 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	2585	4500	No
v _{R12}	2585	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 15.6 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.373
Space mean speed in ramp influence area,	S = 81.4 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 81.4 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Alajuela - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	338	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	279	vph
Length of first accel/decel lane	70	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	338	279		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.73		
Peak 15-min volume, v15	92	95		v
Trucks and buses	10	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	%	0.00	%
Length	0.00	km	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	388	399		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 388 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	388	4500	No
v_{12}	388	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-11	4500	No
v_R	399	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 3.4 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.439
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Grecia - Ojo de Agua
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2059	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	232	vph
Length of first accel/decel lane	65	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2059	232		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.75		
Peak 15-min volume, v15	666	78		v
Trucks and buses	13	18		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.917		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2836	339		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.674 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2021 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

$v_{12} = v_{Fi}$	Actual	Maximum	LOS F?
	2836	6750	No
v_{12}	2021	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2497	6750	No
v_R	339	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 12.2 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, $D = 0.434$
 S
 Space mean speed in ramp influence area, $S = 80 \text{ km/h}$
 R
 Space mean speed in outer lanes, $S = 95.4 \text{ km/h}$
 O
 Space mean speed for all vehicles, $S = 83.9 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Grecia - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2059	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	479	vph
Length of first accel/decel lane	125	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2059	479		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.81		
Peak 15-min volume, v15	666	148		v
Trucks and buses	13	9		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.957		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2836	621		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.661 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2084 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	2836	6750	No
v_{12}	2084	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2215	6750	No
v_R	621	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.4 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.459$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.1$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	0	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	47	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	0	47		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.73		
Peak 15-min volume, v15	0	16		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	0	68		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 0 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	0	4500	No
v_{12}	0	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-68	4500	No
v_R	68	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 0.8 \quad \text{pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.409$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 81$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S =$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - San José
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2059	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	279	vph
Length of first accel/decel lane	104	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2059	279		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.73		
Peak 15-min volume, v15	666	95		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2836	399		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.587 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1665 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v_{FO}	3235	6750	No
v_{R12}	2064	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 11.9 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.327
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 82.5 \text{ km/h}$
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 86.1 \text{ km/h}$
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.8 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Heredia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	338	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	413	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	338	413		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.77		
Peak 15-min volume, v15	92	134		v
Trucks and buses	10	8		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.962		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	388	558		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 388 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v_{FO}	946	4500	No
v_{R12}	946	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.5 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.307$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 82.9$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = N/A$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 82.9$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	47	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	378	vph
Length of first accel/decel lane	43	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	47	378		vph
Peak-hour factor, PHF	0.73	0.61		
Peak 15-min volume, v15	16	154		v
Trucks and buses	13	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	68	654		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 68 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	722	4500	No
v _{R12}	722	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.2 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.319
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.7 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 82.7 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.:
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period:
Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Grecia
Junction:
Jurisdiction:
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2374	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	421	vph
Length of first accel/decel lane	115	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2374	421		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.77		
Peak 15-min volume, v15	628	136		v
Trucks and buses	10	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2638	579		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 0.588 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1551 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v_{FO}	3217	6750	No
v_{R12}	2130	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 12.0+ \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.326
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 82.5 \text{ km/h}$
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 86.6 \text{ km/h}$
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.8 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Este
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2027
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	880	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	421	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp
Volume, V (vph)	880	421	vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.77	
Peak 15-min volume, v15	233	136	v
Trucks and buses	12	13	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00	0.00	%
Length	0.00	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	989	579	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 989 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	989	4500	No
v_{12}	989	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	410	4500	No
v_R	579	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 6.1 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.455
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.5 km/h

Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2027

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: San José - Rotonda Este
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2027
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2374	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	378	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2374	378		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.61		
Peak 15-min volume, v15	628	154		v
Trucks and buses	10	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2638	654		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.664 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1971 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	2638	6750	No
v_{12}	1971	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	1984	6750	No
v_R	654	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.3 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.462
Space mean speed in ramp influence area,	S = 79 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = 95.4 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9 km/h

Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2027

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Oeste - Alajuela (1)	735		
Alajuela - Rotonda Oeste (2)	279	2,3	4,1
Heredia - Rotonda Oeste (5)	47	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Ojo de Agua (12)	0		
Ojo de Agua - Rotonda Oeste (13)	479	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (14)	47		
Rotonda Este - Rotonda Oeste (15)	0	2,3	4,1

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 2 =	47
Vop 5 =	479
Vop 13 =	326
Vop 15 =	763
Carril Izq. 2 =	33
Carril Der. 2 =	15
Carril Izq. 5 =	336
Carril Der. 5 =	144
Carril Izq. 13 =	229
Carril Der. 13 =	98
Carril Izq. 15 =	535
Carril Der. 15=	229

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 2 =	1524
Carril Der. 2 =	1547
Carril Izq. 5 =	1187
Carril Der. 5 =	1391
Carril Izq. 13 =	1297
Carril Der. 13 =	1445
Carril Izq. 15 =	1005
Carril Der. 15=	1297

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 2 =	0,02
V/C 5 =	0,19
V/C 13 =	0,12
V/C 15 =	0,33

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 2 =	0,05
%T 2 =	0,10
Mf 2 =	0,38
Mf max 5 =	0,20
%T 5 =	0,13
Mf 5 =	1,50
Mf max 13 =	0,15
%T 13 =	0,10
Mf 13 =	1,13
Mf max 15 =	0,35
%T 15 =	0,13
Mf 15 =	2,63

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 2 =	0,89
pk 2 =	0,02
ps 2 =	12,36
pf 5 =	0,58
pk 5 =	0,19
ps 5 =	52,78
pf 13 =	0,67
pk 13 =	0,12
ps 13 =	40,97
pf 15 =	0,44
pk 15 =	0,33
ps 15 =	70,58

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 2 =	5		
dk 2 =	4		
d 2 =	9	3,06	A
dv 5 =	115		
dk 5 =	8		
d 5 =	123	7,15	A
dv 13 =	8		
dk 13 =	6		
d 13 =	15	8,36	A
dv 15 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 15 =			
d 15 =			

Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2027

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Este - Alajuela (8)	378		
Rotonda Este - Grecia (9)	421		
Heredia - Rotonda Este (10)	421	2,3	4,1
San José - Rotonda Este (11)	378	2,3	4,1
Rotonda Este - Rotonda Oeste (16)	0	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (17)	0		

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 10 =	378
Vop 11 =	421
Vop 16 =	799
Carril Izq. 10 =	265
Carril Der. 10 =	114
Carril Izq. 11=	295
Carril Der. 11 =	127
Carril Izq. 16 =	560
Carril Der. 16 =	240

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 10 =	1259
Carril Der. 10 =	1426
Carril Izq. 11=	1228
Carril Der. 11 =	1411
Carril Izq. 16 =	985
Carril Der. 16 =	1285

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 10 =	0,14
V/C 11 =	0,16
V/C 16 =	0,35

.Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,15
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	1,13
Mf max 11 =	0,25
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	1,88
Mf max 16 =	0,45
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	3,38

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 10 =	0,64
pk 10 =	0,14
ps 10 =	45,01
pf 11 =	0,59
pk 11 =	0,16
ps 11 =	50,41
pf 16 =	0,42
pk 16 =	0,35
ps 16 =	72,78

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 10 =	10		
dk 10 =	7		
d 10 =	17	8,87	A
dv 11 =	18		
dk 11 =	8		
d 11 =	25	12,05	B
dv 16 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 16 =			
d 16 =			

Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2032

		Ruta 1													
		O - E		E - O		E - N		O - N		O - S		S - O		S - E	
Intervalo	Hora	L	P	L2	P2	L3	P3	L4	P4	L5	P5	L6	P6	L7	P7
MAÑANA	6:00 - 6:15	830	114	311	82	26	7	27	14	62	13	53	14	44	15
	6:15 - 6:30	668	75	329	83	36	4	35	22	48	11	83	14	53	23
	6:30 - 6:45	667	78	407	82	38	8	68	23	108	17	76	17	65	15
	6:45 - 7:00	603	51	361	65	54	12	96	19	83	14	69	14	72	12
	7:00 - 7:15	802	71	364	55	39	9	90	14	76	18	64	18	92	5
	7:15 - 7:30	735	53	347	68	67	12	84	15	47	12	65	14	85	13
	7:30 - 7:45	761	55	354	54	28	4	93	102	44	11	58	13	57	6
	7:45 - 8:00	587	59	352	67	39	5	100	11	49	9	77	16	82	11
	8:00 - 8:15	621	121	370	75	49	12	53	16	32	8	78	17	73	16
8:15 - 8:30	565	94	340	82	24	6	54	14	72	17	77	14	58	13	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	536	78	337	46	63	19	58	13	81	32	102	22	51	8
	11:15 - 11:30	465	62	470	87	43	5	52	12	55	19	104	12	45	8
	11:30 - 11:45	448	74	507	90	14	8	48	11	35	12	59	18	35	7
	11:45 - 12:00	431	85	528	72	12	3	16	6	44	18	39	12	21	3
	12:00 - 12:15	625	92	404	87	100	13	68	16	49	11	87	21	37	13
	12:15 - 12:30	587	78	501	91	16	8	69	16	57	8	74	12	42	15
	12:30 - 12:45	525	91	469	47	23	6	80	27	42	14	82	27	58	12
	12:45 - 13:00	749	100	481	66	33	8	90	15	52	9	90	18	59	13
TARDE	16:00 - 16:15	588	101	564	81	103	15	107	14	44	12	190	23	113	11
	16:15 - 16:30	502	67	577	73	140	19	138	15	36	9	211	22	127	12
	16:30 - 16:45	413	64	473	54	52	7	126	8	67	14	157	14	90	5
	16:45 - 17:00	358	35	585	48	48	6	76	11	49	9	125	19	63	7
	17:00 - 17:15	402	49	546	63	39	7	103	14	38	13	113	9	71	11
	17:15 - 17:30	495	49	638	42	78	6	100	18	32	11	127	25	103	9
	17:30 - 17:45	434	43	673	52	98	8	131	14	25	8	153	25	102	13
	17:45 - 18:00	383	49	509	49	69	7	169	12	33	8	190	22	153	9
	18:00 - 18:15	421	49	516	46	56	6	170	3	22	4	137	9	113	6
	18:15 - 18:30	272	32	539	68	71	8	94	14	35	6	156	16	106	9
	18:30 - 18:45	358	33	471	80	86	6	131	12	18	0	175	11	108	9
	18:45 - 19:00	328	49	416	71	59	8	82	14	14	3	173	21	91	9
Max. Hora Pico		1861	267	2199	256	343	47	447	48	196	44	683	78	393	35
Total Hora Pico		2128		2455		390		495		240		761		428	
Porcentaje P		13%		10%		12%		10%		18%		10%		8%	

Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2032

		Ruta 3									
		O-E		E-O		E-S		N-O		N-S	
Intervalo	Hora	L8	P8	L9	P9	L10	P10	L11	P11	L12	P12
MAÑANA	6:00 - 6:15	29	4	58	13	82	16	66	24	167	9
	6:15 - 6:30	43	6	75	11	161	25	113	25	211	13
	6:30 - 6:45	45	4	80	18	123	12	74	13	180	17
	6:45 - 7:00	39	5	113	14	163	14	122	21	215	12
	7:00 - 7:15	49	9	87	23	153	14	132	24	147	8
	7:15 - 7:30	36	4	172	25	249	16	143	17	145	13
	7:30 - 7:45	42	5	120	19	171	13	164	24	156	9
	7:45 - 8:00	46	6	126	19	165	23	121	28	110	5
	8:00 - 8:15	32	3	112	19	128	14	96	32	118	7
8:15 - 8:30	31	5	145	28	192	28	94	23	126	24	
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	26	3	205	25	121	18	110	25	91	15
	11:15 - 11:30	68	9	141	16	80	27	64	19	81	4
	11:30 - 11:45	42	7	140	16	82	27	48	13	74	12
	11:45 - 12:00	39	3	91	4	18	9	46	18	61	5
	12:00 - 12:15	49	2	187	18	59	15	80	23	91	13
	12:15 - 12:30	68	5	140	23	73	22	95	32	120	19
	12:30 - 12:45	54	5	78	11	28	12	97	25	107	14
	12:45 - 13:00	61	5	157	26	98	29	131	22	101	16
TARDE	16:00 - 16:15	85	11	183	23	92	13	140	17	88	9
	16:15 - 16:30	73	9	202	28	48	21	100	16	58	4
	16:30 - 16:45	76	7	212	29	143	11	140	17	63	3
	16:45 - 17:00	80	9	207	26	138	17	126	19	51	12
	17:00 - 17:15	71	6	199	25	191	11	121	13	55	0
	17:15 - 17:30	67	8	187	21	92	11	97	16	61	7
	17:30 - 17:45	75	11	191	18	104	16	102	16	37	3
	17:45 - 18:00	81	8	204	24	45	6	106	17	34	5
	18:00 - 18:15	84	13	205	28	126	6	125	15	67	3
	18:15 - 18:30	77	12	189	19	76	22	142	12	25	4
	18:30 - 18:45	88	15	190	22	98	5	117	6	43	2
	18:45 - 19:00	98	13	184	17	68	5	113	11	47	5
	Max. Hora Pico		314	36	804	106	421	62	506	69	260
Total Hora Pico		350		910		483		575		288	
Porcentaje P		10%		12%		13%		12%		10%	

Determinación de la Hora Pico para el Año 2032

Mañana				Medio Día				Tarde			
Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total
6:00 - 7:00	6:00 - 6:15	2080	8725	11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	2085	7444	16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2627	9503
	6:15 - 6:30	2167			11:15 - 11:30	1948			16:15 - 16:30	2507	
	6:30 - 6:45	2235			11:30 - 11:45	1827			16:30 - 16:45	2245	
	6:45 - 7:00	2243			11:45 - 12:00	1584			16:45 - 17:00	2124	
6:15 - 7:15	6:15 - 6:30	2167	9008	11:15 - 12:15	11:15 - 11:30	1948	7519	16:15 - 17:15	16:15 - 16:30	2507	9046
	6:30 - 6:45	2235			11:30 - 11:45	1827			16:30 - 16:45	2245	
	6:45 - 7:00	2243			11:45 - 12:00	1584			16:45 - 17:00	2124	
	7:00 - 7:15	2363			12:00 - 12:15	2160			17:00 - 17:15	2170	
6:30 - 7:30	6:30 - 6:45	2235	9278	11:30 - 12:30	11:30 - 11:45	1827	7742	16:30 - 17:30	16:30 - 16:45	2245	8839
	6:45 - 7:00	2243			11:45 - 12:00	1584			16:45 - 17:00	2124	
	7:00 - 7:15	2363			12:00 - 12:15	2160			17:00 - 17:15	2170	
	7:15 - 7:30	2437			12:15 - 12:30	2171			17:15 - 17:30	2300	
6:45 - 7:45	6:45 - 7:00	2243	9406	11:45 - 12:45	11:45 - 12:00	1584	7849	16:45 - 17:45	16:45 - 17:00	2124	8946
	7:00 - 7:15	2363			12:00 - 12:15	2160			17:00 - 17:15	2170	
	7:15 - 7:30	2437			12:15 - 12:30	2171			17:15 - 17:30	2300	
	7:30 - 7:45	2363			12:30 - 12:45	1934			17:30 - 17:45	2352	
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	2363	9276	12:00 - 1:00	12:00 - 12:15	2160	8694	17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	2170	9014
	7:15 - 7:30	2437			12:15 - 12:30	2171			17:15 - 17:30	2300	
	7:30 - 7:45	2363			12:30 - 12:45	1934			17:30 - 17:45	2352	
	7:45 - 8:00	2113			12:45 - 13:00	2429			17:45 - 18:00	2192	
7:15 - 8:15	7:15 - 7:30	2437	9015					17:15 - 18:15	17:15 - 17:30	2300	9074
	7:30 - 7:45	2363							17:30 - 17:45	2352	
	7:45 - 8:00	2113							17:45 - 18:00	2192	
	8:00 - 8:15	2102							18:00 - 18:15	2230	
7:30 - 8:30	7:30 - 7:45	2363	8704					17:30 - 18:30	17:30 - 17:45	2352	8778
	7:45 - 8:00	2113							17:45 - 18:00	2192	
	8:00 - 8:15	2102							18:00 - 18:15	2230	
	8:15 - 8:30	2126							18:15 - 18:30	2004	
								17:45 - 18:45	17:45 - 18:00	2192	8510
									18:00 - 18:15	2230	
									18:15 - 18:30	2004	
								18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	2230	8217
									18:15 - 18:30	2004	
									18:30 - 18:45	2084	
									18:45 - 19:00	1899	

Datos de Diseño para el Año 2032

AUTOPISTAS

Sentido	Dirección	Volumen	A15	Carriles	%P	Velocidad
Grecia - San José	Oeste - Este	2128	689	3	13%	90
San José - Grecia	Este - Oeste	2455	650	3	10%	90
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	910	241	2	12%	90
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	350	96	2	10%	90

RAMPAS

Sentido	Dirección	Volumen A	15 min	%P Autopista	Velocidad A	Carriles A	Volumen R	15 min	%P Rampa	Velocidad R	Carriles R	L Aceler
Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	1300	400	12%	90	2	761	233	10%	60	1	0
Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	350	96	10%	90	2	288	97	10%	60	1	70
Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	2128	689	13%	90	3	240	81	18%	60	1	65
Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	2128	689	13%	90	3	495	153	10%	60	1	125
Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	0	0	12%	90	2	49	16	13%	60	1	100
Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	2128	689	13%	90	3	288	97	10%	60	1	104
Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	350	96	10%	90	2	428	139	8%	60	1	100
Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	49	16	13%	90	2	390	159	12%	60	1	100
Rotonda Este - Grecia	Este - Sur	2455	650	10%	90	3	435	140	13%	60	1	115
Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	910	241	12%	90	2	435	140	13%	60	1	100
San José - Rotonda Este	Este - Norte	2455	650	10%	90	3	390	159	12%	60	1	100

Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2032

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company: _____
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Grecia - San José
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2032
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2128	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.77	
Peak 15-min volume, v15	689	v
Trucks and buses	13	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	978	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	978	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	10.9	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2032

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: San José - Grecia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2032
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2455	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	650	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	910	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	910	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	10.1	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2032

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: Heredia - Alajuela
Jurisdiction:
Analysis Year: 2032
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	910	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	241	v
Trucks and buses	12	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	511	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	511	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	5.7	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2032

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Alajuela - Heredia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2032
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	350	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.91	
Peak 15-min volume, v15	96	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	202	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	202	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	2.2	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste - Alajuela para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1300	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	761	vph
Length of first accel/decel lane	0	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1300	761		vph
Peak-hour factor, PHF	0.81	0.82		
Peak 15-min volume, v15	400	233		v
Trucks and buses	12	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1696	978		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1696 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	2674	4500	No
v _{R12}	2674	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 16.0 \text{ pc/km/ln}$$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.378
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 81.3 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 81.3 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Alajuela - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	350	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	288	vph
Length of first accel/decel lane	70	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	350	288		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.74		
Peak 15-min volume, v15	96	97		v
Trucks and buses	10	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	402	407		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 402 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	402	4500	No
v_{12}	402	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-5	4500	No
v_R	407	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 3.5 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.440
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Grecia - Ojo de Agua
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2128	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	240	vph
Length of first accel/decel lane	65	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2128	240		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74		
Peak 15-min volume, v15	689	81		v
Trucks and buses	13	18		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.917		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2935	353		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.670 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2084 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{Fi} = v_F$	2935	6750	No
v_{12}	2084	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2582	6750	No
v_R	353	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 12.5 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.435$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 80$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.9$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Grecia - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2128	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	495	vph
Length of first accel/decel lane	125	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2128	495		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.81		
Peak 15-min volume, v15	689	153		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2935	644		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.657 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2149 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

$v_{12} = v_{Fi}$	Actual 2935	Maximum 6750	LOS F? No
v_{12}	2149	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2291	6750	No
v_R	644	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.7 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.461$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 95.4$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.1$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	0	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	49	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	0	49		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.77		
Peak 15-min volume, v15	0	16		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	%	0.00	%
Length	0.00	km	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	0	68		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 0 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	0	4500	No
v_{12}	0	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-68	4500	No
v_R	68	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 0.8 \quad \text{pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.409$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 81$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S =$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - San José
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2128	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	288	vph
Length of first accel/decel lane	104	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2128	288		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74		
Peak 15-min volume, v15	689	97		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2935	407		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.587 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1723 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	3342	6750	No
v _{R12}	2130	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 12.2 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.329	
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.4	km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = 85.9	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 83.6	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Heredia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	350	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	428	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	350	428		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.77		
Peak 15-min volume, v15	96	139		v
Trucks and buses	10	8		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.962		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	402	578		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 402 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	980	4500	No
v _{R12}	980	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.7 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.307
Space mean speed in ramp influence area,	S = 82.9 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	49	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	390	vph
Length of first accel/decel lane	43	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	49	390		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.61		
Peak 15-min volume, v15	16	159		v
Trucks and buses	13	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	
Length	km	km	km	
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	68	675		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 68 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	743	4500	No
v _{R12}	743	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.3 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.319
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.7 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 82.7 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Grecia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2455	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	435	vph
Length of first accel/decel lane	115	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2455	435		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.78		
Peak 15-min volume, v15	650	140		v
Trucks and buses	10	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2730	596		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.588 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1605 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v_{FO}	3326	6750	No
v_{R12}	2201	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 12.4 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$M = 0.329$
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 82.4 \text{ km/h}$
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = 86.4 \text{ km/h}$
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 83.7 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Este
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	910	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	435	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	910	435		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.78		
Peak 15-min volume, v15	241	140		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1023	596		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1023 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	1023	4500	No
v_{12}	1023	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	427	4500	No
v_R	596	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 6.2 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.457$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 79.5$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2032

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: San José - Rotonda Este
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2032
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2455	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	390	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2455	390		vph
Peak-hour factor, PHF	0.94	0.61		
Peak 15-min volume, v15	650	159		v
Trucks and buses	10	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2730	675		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 0.661 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2033 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	2730	6750	No
v_{12}	2033	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2055	6750	No
v_R	675	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.6 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.464
Space mean speed in ramp influence area,	S = 79 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = 95.4 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9 km/h

Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2032

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Oeste - Alajuela (1)	761		
Alajuela - Rotonda Oeste (2)	288	2,3	4,1
Heredia - Rotonda Oeste (5)	49	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Ojo de Agua (12)	0		
Ojo de Agua - Rotonda Oeste (13)	495	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (14)	49		
Rotonda Este - Rotonda Oeste (15)	0	2,3	4,1

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 2 =	49
Vop 5 =	495
Vop 13 =	337
Vop 15 =	788
Carril Izq. 2 =	35
Carril Der. 2 =	15
Carril Izq. 5 =	347
Carril Der. 5 =	149
Carril Izq. 13 =	236
Carril Der. 13 =	102
Carril Izq. 15 =	552
Carril Der. 15=	237

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 2 =	1522
Carril Der. 2 =	1547
Carril Izq. 5 =	1176
Carril Der. 5 =	1385
Carril Izq. 13 =	1289
Carril Der. 13 =	1440
Carril Izq. 15 =	991
Carril Der. 15=	1288

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 2 =	0,02
V/C 5 =	0,19
V/C 13 =	0,12
V/C 15 =	0,35

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 2 =	0,05
%T 2 =	0,10
Mf 2 =	0,38
Mf max 5 =	0,20
%T 5 =	0,13
Mf 5 =	1,50
Mf max 13 =	0,15
%T 13 =	0,10
Mf 13 =	1,13
Mf max 15 =	0,35
%T 15 =	0,13
Mf 15 =	2,63

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 2 =	0,89
pk 2 =	0,02
ps 2 =	12,42
pf 5 =	0,58
pk 5 =	0,19
ps 5 =	53,21
pf 13 =	0,67
pk 13 =	0,12
ps 13 =	41,27
pf 15 =	0,44
pk 15 =	0,35
ps 15 =	71,21

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 2 =	5		
dk 2 =	4		
d 2 =	9	3,01	A
dv 5 =	110		
dk 5 =	8		
d 5 =	118	6,94	A
dv 13 =	8		
dk 13 =	6		
d 13 =	15	8,68	A
dv 15 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 15 =			
d 15 =			

Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2032

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Este - Alajuela (8)	390		
Rotonda Este - Grecia (9)	435		
Heredia - Rotonda Este (10)	435	2,3	4,1
San José - Rotonda Este (11)	390	2,3	4,1
Rotonda Este - Rotonda Oeste (16)	0	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (17)	0		

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 10 =	390
Vop 11 =	435
Vop 16 =	825
CI 10 =	273
CD 10 =	117
CI 11 =	305
CD 11 =	131
CI 16 =	578
CD 16 =	248

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
CI 10 =	1251
CD 10 =	1422
CI 11 =	1218
CD 11 =	1406
CI 16 =	970
CD 16 =	1277

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 10 =	0,15
V/C 11 =	0,17
V/C 16 =	0,37

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,15
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	1,13
Mf max 11 =	0,25
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	1,88
Mf max 16 =	0,45
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	3,38

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 10 =	0,64
pk 10 =	0,15
ps 10 =	45,34
pf 11 =	0,59
pk 11 =	0,17
ps 11 =	50,78
pf 16 =	0,42
pk 16 =	0,37
ps 16 =	73,42

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 10 =	9		
dk 10 =	7		
d 10 =	17	8,71	A
dv 11 =	17		
dk 11 =	8		
d 11 =	25	11,78	B
dv 16 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 16 =			
d 16 =			

Conteos de la Ruta 1 según Tasas de Crecimiento para el Año 2037

		Ruta 1													
		O - E		E - O		E - N		O-N		O-S		S-O		S-E	
Intervalo	Hora	L	P	L2	P2	L3	P3	L4	P4	L5	P5	L6	P6	L7	P7
MAÑANA	6:00 - 6:15	858	118	322	84	27	7	28	14	64	13	55	14	45	15
	6:15 - 6:30	691	78	340	86	37	4	36	22	50	11	86	14	55	24
	6:30 - 6:45	690	81	420	84	40	9	71	24	112	18	79	18	67	15
	6:45 - 7:00	623	52	373	67	56	12	99	20	86	14	72	14	74	12
	7:00 - 7:15	829	73	377	57	41	10	93	14	79	19	66	19	95	5
	7:15 - 7:30	760	55	358	71	70	12	87	15	49	12	67	14	88	13
	7:30 - 7:45	786	57	366	56	29	4	96	105	45	11	60	13	59	6
	7:45 - 8:00	607	61	364	70	41	5	103	11	51	10	80	17	84	11
	8:00 - 8:15	643	125	382	78	51	12	55	17	33	9	81	18	75	17
	8:15 - 8:30	584	97	351	84	25	6	56	14	74	18	80	14	60	13
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	554	81	348	48	65	20	60	13	83	33	105	22	52	9
	11:15 - 11:30	480	64	486	90	44	5	53	12	57	20	108	12	47	9
	11:30 - 11:45	463	76	524	93	14	9	50	11	36	12	61	19	36	7
	11:45 - 12:00	446	88	546	74	12	3	17	6	45	19	41	12	21	3
	12:00 - 12:15	646	95	418	90	103	13	71	17	51	11	90	21	38	13
	12:15 - 12:30	607	81	518	94	17	9	72	17	59	9	76	12	43	15
	12:30 - 12:45	542	94	485	49	24	6	82	28	43	14	84	28	60	12
	12:45 - 13:00	775	103	498	68	34	9	93	15	53	10	93	19	61	13
TARDE	16:00 - 16:15	608	104	583	83	106	15	111	14	45	12	196	24	117	11
	16:15 - 16:30	519	70	596	75	144	20	143	15	37	10	218	22	132	12
	16:30 - 16:45	427	66	489	56	53	7	131	9	70	14	163	14	93	5
	16:45 - 17:00	370	36	605	50	50	6	79	11	51	10	129	20	65	7
	17:00 - 17:15	416	51	564	65	41	7	106	14	40	13	117	10	73	11
	17:15 - 17:30	511	51	660	43	81	6	103	19	33	11	132	26	106	10
	17:30 - 17:45	449	44	695	53	102	9	135	14	26	9	158	26	105	13
	17:45 - 18:00	396	51	526	51	72	7	174	12	34	9	196	22	158	10
	18:00 - 18:15	435	51	533	48	58	6	175	3	22	4	142	10	117	6
	18:15 - 18:30	281	33	557	71	73	9	97	14	36	6	162	17	110	10
	18:30 - 18:45	370	34	487	82	89	6	135	12	19	0	181	11	112	10
	18:45 - 19:00	339	51	430	73	61	9	84	14	14	3	179	21	94	10
	Max. Hora Pico		1924	276	2273	264	353	48	464	49	203	46	706	80	407
Total Hora Pico		2200		2537		401		513		249		786		442	
Porcentaje P		13%		10%		12%		10%		18%		10%		8%	

Conteos de la Ruta 3 según Tasas de Crecimiento para el Año 2037

		Ruta 3									
		O-E		E-O		E-S		N-O		N-S	
Intervalo	Hora	L8	P8	L9	P9	L10	P10	L11	P11	L12	P12
MAÑANA	6:00 - 6:15	30	4	60	13	84	17	68	25	173	10
	6:15 - 6:30	44	6	78	11	166	26	117	26	218	13
	6:30 - 6:45	47	4	82	19	127	12	76	13	186	18
	6:45 - 7:00	41	5	117	14	168	14	126	21	223	12
	7:00 - 7:15	51	10	90	24	158	14	136	25	152	9
	7:15 - 7:30	37	4	178	26	257	17	148	18	150	13
	7:30 - 7:45	43	5	124	20	177	13	170	25	162	10
	7:45 - 8:00	48	6	131	20	171	24	125	29	113	5
	8:00 - 8:15	33	3	116	20	133	14	99	33	122	7
	8:15 - 8:30	32	5	150	29	198	29	97	24	131	25
MEDIO DÍA	11:00 - 11:15	27	3	212	26	125	19	113	26	94	15
	11:15 - 11:30	71	10	145	17	82	28	66	20	83	4
	11:30 - 11:45	43	7	144	17	84	28	50	13	76	12
	11:45 - 12:00	41	3	94	4	19	10	48	19	63	5
	12:00 - 12:15	51	2	194	19	61	15	82	24	94	13
	12:15 - 12:30	71	5	144	24	75	22	98	33	124	20
	12:30 - 12:45	56	5	81	11	29	12	101	26	111	14
	12:45 - 13:00	63	5	163	27	102	30	135	22	104	17
TARDE	16:00 - 16:15	88	11	189	24	95	13	144	18	91	10
	16:15 - 16:30	75	10	209	29	50	21	103	17	60	4
	16:30 - 16:45	79	7	219	30	148	11	144	18	65	3
	16:45 - 17:00	82	10	215	27	143	18	131	20	52	12
	17:00 - 17:15	73	6	205	26	197	11	125	13	57	0
	17:15 - 17:30	70	9	194	21	95	11	101	17	63	7
	17:30 - 17:45	78	11	197	19	108	17	105	17	38	3
	17:45 - 18:00	83	9	211	25	47	6	110	18	35	5
	18:00 - 18:15	87	13	212	29	131	6	129	15	70	3
	18:15 - 18:30	80	12	195	20	79	22	147	12	26	4
	18:30 - 18:45	91	15	196	22	102	5	121	6	44	2
	18:45 - 19:00	102	13	190	18	71	5	117	11	49	5
	Max. Hora Pico		324	38	832	110	436	63	522	73	268
Total Hora Pico		362		942		499		595		297	
Porcentaje P		10%		12%		13%		12%		10%	

Determinación de la Hora Pico para el Año 2037

Mañana				Medio Día				Tarde			
Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total	Hora	Intervalo	Vehículos	Total
6:00 - 7:00	6:00 - 6:15	2148	9014	11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	2153	7690	16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2712	9823
	6:15 - 6:30	2239			11:15 - 11:30	2013			16:15 - 16:30	2591	
	6:30 - 6:45	2312			11:30 - 11:45	1885			16:30 - 16:45	2321	
	6:45 - 7:00	2315			11:45 - 12:00	1639			16:45 - 17:00	2199	
6:15 - 7:15	6:15 - 6:30	2239	9312	11:15 - 12:15	11:15 - 11:30	2013	7769	16:15 - 17:15	16:15 - 16:30	2591	9352
	6:30 - 6:45	2312			11:30 - 11:45	1885			16:30 - 16:45	2321	
	6:45 - 7:00	2315			11:45 - 12:00	1639			16:45 - 17:00	2199	
	7:00 - 7:15	2446			12:00 - 12:15	2232			17:00 - 17:15	2241	
6:30 - 7:30	6:30 - 6:45	2312	9592	11:30 - 12:30	11:30 - 11:45	1885	8001	16:30 - 17:30	16:30 - 16:45	2321	9141
	6:45 - 7:00	2315			11:45 - 12:00	1639			16:45 - 17:00	2199	
	7:00 - 7:15	2446			12:00 - 12:15	2232			17:00 - 17:15	2241	
	7:15 - 7:30	2519			12:15 - 12:30	2245			17:15 - 17:30	2380	
6:45 - 7:45	6:45 - 7:00	2315	9722	11:45 - 12:45	11:45 - 12:00	1639	8113	16:45 - 17:45	16:45 - 17:00	2199	9251
	7:00 - 7:15	2446			12:00 - 12:15	2232			17:00 - 17:15	2241	
	7:15 - 7:30	2519			12:15 - 12:30	2245			17:15 - 17:30	2380	
	7:30 - 7:45	2442			12:30 - 12:45	1997			17:30 - 17:45	2431	
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	2446	9594	12:00 - 1:00	12:00 - 12:15	2232	8986	17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	2241	9319
	7:15 - 7:30	2519			12:15 - 12:30	2245			17:15 - 17:30	2380	
	7:30 - 7:45	2442			12:30 - 12:45	1997			17:30 - 17:45	2431	
	7:45 - 8:00	2187			12:45 - 13:00	2512			17:45 - 18:00	2267	
7:15 - 8:15	7:15 - 7:30	2519	9324					17:15 - 18:15	17:15 - 17:30	2380	9383
	7:30 - 7:45	2442							17:30 - 17:45	2431	
	7:45 - 8:00	2187							17:45 - 18:00	2267	
	8:00 - 8:15	2176							18:00 - 18:15	2305	
7:30 - 8:30	7:30 - 7:45	2442	9001					17:30 - 18:30	17:30 - 17:45	2431	9076
	7:45 - 8:00	2187							17:45 - 18:00	2267	
	8:00 - 8:15	2176							18:00 - 18:15	2305	
	8:15 - 8:30	2196							18:15 - 18:30	2073	
								17:45 - 18:45	17:45 - 18:00	2267	8797
									18:00 - 18:15	2305	
									18:15 - 18:30	2073	
									18:30 - 18:45	2152	
								18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	2305	8493
									18:15 - 18:30	2073	
									18:30 - 18:45	2152	
									18:45 - 19:00	1963	

Datos de Diseño para el Año 2037

AUTOPISTAS

Sentido	Dirección	Volumen	A15	Carriles	%P	Velocidad
Grecia - San José	Oeste - Este	2200	712	3	13%	90
San José - Grecia	Este - Oeste	2537	671	3	10%	90
Heredia - Alajuela	Este - Oeste	942	249	2	12%	90
Alajuela - Heredia	Oeste - Este	362	99	2	10%	90

RAMPAS

Sentido	Dirección	Volumen A	15 min	%P Autopista	Velocidad A	Carriles A	Volumen R	15 min	%P Rampa	Velocidad R	Carriles R	L Carril
Rotonda Oeste - Alajuela	Sur - Oeste	1343	413	12%	90	2	786	240	10%	60	1	0
Alajuela - Rotonda Oeste	Norte - Sur	362	99	10%	90	2	297	101	10%	60	1	70
Grecia - Ojo de Agua	Oeste - Sur	2200	712	13%	90	3	249	84	18%	60	1	65
Grecia - Rotonda Oeste	Oeste - Norte	2200	712	13%	90	3	513	158	10%	60	1	125
Heredia - Rotonda Oeste	Este - Sur	0	0	12%	90	2	50	17	13%	60	1	100
Rotonda Oeste - San José	Norte - Sur	2200	712	13%	90	3	297	101	10%	60	1	104
Rotonda Oeste - Heredia	Sur - Este	362	99	10%	90	2	442	144	8%	60	1	100
Rotonda Este - Alajuela	Este - Norte	50	17	13%	90	2	401	164	12%	60	1	100
Rotonda Este - Grecia	Este - Sur	2537	671	10%	90	3	450	145	13%	60	1	115
Heredia - Rotonda Este	Este - Sur	942	249	12%	90	2	450	145	13%	60	1	100
San José - Rotonda Este	Este - Norte	2537	671	10%	90	3	401	164	12%	60	1	100

Análisis de la Autopista Sentido Grecia – San José para el Año 2037

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Grecia - San José
Jurisdiction:
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2200	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.77	
Peak 15-min volume, v15	712	v
Trucks and buses	13	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	1011	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	1011	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	11.2	pc/km/ln
Level of service, LOS	C	

Análisis de la Autopista Sentido San José - Grecia para el Año 2037

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company: _____
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: San José - Grecia
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	2537	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	672	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	941	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	3	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	4.8	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	941	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	3	
Density, D	10.5	pc/km/ln
Level of service, LOS	B	

Análisis de la Autopista Sentido Heredia - Alajuela para el Año 2037

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Este - Oeste
From/To: Heredia - Alajuela
Jurisdiction:
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	942	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.94	
Peak 15-min volume, v15	249	v
Trucks and buses	12	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	529	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	529	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	5.9	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Autopista Sentido Alajuela - Heredia para el Año 2037

HCS2000: Basic Freeway Segments Release 4.1c

Phone: Fax:
E-mail:

Operational Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency or Company:
Date Performed: 18/03/2017
Analysis Time Period: 16:00 - 17:00
Freeway/Direction: Oeste - Este
From/To: Alajuela - Heredia
Jurisdiction:
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan Santamaría

Flow Inputs and Adjustments

Volume, V	362	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.91	
Peak 15-min volume, v15	99	v
Trucks and buses	10	%
Recreational vehicles	0	%
Terrain type:	Level	
Grade	0.00	%
Segment length	0.00	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	
Driver population factor, fp	1.00	
Flow rate, vp	209	pc/h/ln

Speed Inputs and Adjustments

Lane width	3.6	m
Right-shoulder lateral clearance	1.8	m
Interchange density	0.30	interchange/km
Number of lanes, N	2	
Free-flow speed:	Measured	
FFS or BFFS	90.0	km/h
Lane width adjustment, fLW	0.0	km/h
Lateral clearance adjustment, fLC	0.0	km/h
Interchange density adjustment, fID	0.0	km/h
Number of lanes adjustment, fN	7.3	km/h
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
	Urban Freeway	

LOS and Performance Measures

Flow rate, vp	209	pc/h/ln
Free-flow speed, FFS	90.0	km/h
Average passenger-car speed, S	90.0	km/h
Number of lanes, N	2	
Density, D	2.3	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste - Alajuela para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Alajuela
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	1343	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	786	vph
Length of first accel/decel lane	0	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1343	786		vph
Peak-hour factor, PHF	0.81	0.82		
Peak 15-min volume, v15	413	240		v
Trucks and buses	12	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1752	1010		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L =	0.00	(Equation 25-2 or 25-3)
EQ		
P =	1.000	Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1752 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	2762	4500	No
v _{R12}	2762	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 16.4 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.383
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 81.2 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 81.2 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Alajuela - Rotonda Oeste para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Alajuela - Rotonda Oeste
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2037
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	362	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	297	vph
Length of first accel/decel lane	70	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	362	297		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.74		
Peak 15-min volume, v15	99	101		v
Trucks and buses	10	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	416	424		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 416 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	416	4500	No
v_{12}	416	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-8	4500	No
v_R	424	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 3.6 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.441
Space mean speed in ramp influence area,	S = 80 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 79.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Ojo de Agua para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Grecia - Ojo de Agua
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2200	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	249	vph
Length of first accel/decel lane	65	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2200	249		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74		
Peak 15-min volume, v15	712	84		v
Trucks and buses	13	18		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.917		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3034	366		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.667 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2146 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

$v_{12} = v_{Fi}$	Actual	Maximum	LOS F?
	3034	6750	No
v_{12}	2146	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2668	6750	No
v_R	366	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 12.8 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, $D = 0.436$
 S
 Space mean speed in ramp influence area, $S = 80 \text{ km/h}$
 R
 Space mean speed in outer lanes, $S = 95.4 \text{ km/h}$
 O
 Space mean speed for all vehicles, $S = 83.9 \text{ km/h}$

Análisis de la Rampa Sentido Grecia – Rotonda Oeste para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Grecia - Rotonda Oeste
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2200	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	513	vph
Length of first accel/decel lane	125	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2200	513		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.81		
Peak 15-min volume, v15	712	158		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3034	664		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.654 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2213 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	3034	6750	No
v_{12}	2213	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2370	6750	No
v_R	664	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 12.1 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.463
Space mean speed in ramp influence area,	S = 79 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = 95.4 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 83.1 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia – Rotonda Oeste para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Oeste
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	0	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	50	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	0	50		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.74		
Peak 15-min volume, v15	0	17		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	0	72		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 0 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	0	4500	No
v_{12}	0	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	-72	4500	No
v_R	72	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 0.8 \quad \text{pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.409$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 81$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S =$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – San José para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - San José
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2037
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2200	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	297	vph
Length of first accel/decel lane	104	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2200	297		vph
Peak-hour factor, PHF	0.77	0.74		
Peak 15-min volume, v15	712	101		v
Trucks and buses	13	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3034	424		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 0.587 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1781 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	3458	6750	No
v _{R12}	2205	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 12.6 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.331
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.4 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = 85.6 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 83.5 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Oeste – Heredia para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
 E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Oeste - Heredia
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2037
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	362	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	442	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	362	442		vph
Peak-hour factor, PHF	0.91	0.77		
Peak 15-min volume, v15	99	144		v
Trucks and buses	10	8		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.962		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	416	597		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 416 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	1013	4500	No
v _{R12}	1013	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.8 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.308
Space mean speed in ramp influence area,	S = 82.9 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Alajuela para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Alajuela
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2037
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	50	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	401	vph
Length of first accel/decel lane	43	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	50	401		vph
Peak-hour factor, PHF	0.74	0.61		
Peak 15-min volume, v15	17	164		v
Trucks and buses	13	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	72	694		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 72 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	766	4500	No
v _{R12}	766	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 6.4 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.319
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.7 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = N/A km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 82.7 km/h

Análisis de la Rampa Sentido Rotonda Este – Grecia para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Merge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: Rotonda Este - Grecia
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Merge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2537	vph

On Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	450	vph
Length of first accel/decel lane	115	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent Ramp		vph
Position of adjacent Ramp		
Type of adjacent Ramp		
Distance to adjacent Ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2537	450		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.78		
Peak 15-min volume, v15	671	145		v
Trucks and buses	10	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2818	617		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)
EQ
P = 0.588 Using Equation 1

$$v_{12}^{FM} = v_F (P_{FM}) = 1657 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v _{FO}	3435	6750	No
v _{R12}	2274	4600	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 12.7 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	M = 0.331	
Space mean speed in ramp influence area,	S _S = 82.4	km/h
Space mean speed in outer lanes,	S _R = 86.2	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S ₀ = 83.6	km/h

Análisis de la Rampa Sentido Heredia - Rotonda Este para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:
 E-mail:

_____ Diverge Analysis _____

Analyst: Marco Venegas
 Agency/Co.:
 Date performed: 18/03/2017
 Analysis time period:
 Freeway/dir or travel: Heredia - Rotonda Este
 Junction:
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2037
 Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

_____ Freeway Data _____

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	2	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	942	vph

_____ Off Ramp Data _____

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	450	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

_____ Adjacent Ramp Data (if one exists) _____

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

_____ Conversion to pc/h Under Base Conditions _____

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	942	450		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.78		
Peak 15-min volume, v15	249	145		v
Trucks and buses	12	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00		%
Length	0.00	0.00		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1056	617		pcph

_____ Estimation of V12 Diverge Areas _____

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
 EQ
 P = 1.000 Using Equation 0

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 1056 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	1056	4500	No
v_{12}	1056	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	439	4500	No
v_R	617	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 6.4 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.459$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S_S = 79$	km/h
Space mean speed in outer lanes,	$S_R = \text{N/A}$	km/h
Space mean speed for all vehicles,	$S_0 = 79.5$	km/h

Análisis de la Rampa Sentido San José - Rotonda Este para el Año 2037

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: _____ Fax: _____
E-mail: _____

Diverge Analysis

Analyst: Marco Venegas
Agency/Co.: _____
Date performed: 18/03/2017
Analysis time period: _____
Freeway/dir or travel: San José - Rotonda Este
Junction: _____
Jurisdiction: _____
Analysis Year: 2037
Description: Diseño Geométrico Aeropuerto Juan

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h
Volume on freeway	2537	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	401	vph
Length of first accel/decel lane	100	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2537	401		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.61		
Peak 15-min volume, v15	671	164		v
Trucks and buses	10	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00	0.00	%	%
Length	0.00	0.00	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2818	694		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)
EQ
P = 0.658 Using Equation 5

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P_{FD} = 2091 \text{ pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_{12} = v_{Fi}$	2818	6750	No
v_{12}	2091	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2124	6750	No
v_R	694	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density, $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L_D = 11.9 \text{ pc/km/ln}$
 Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.465
Space mean speed in ramp influence area,	S = 79 km/h
Space mean speed in outer lanes,	S = 95.4 km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 82.9 km/h

Análisis de la Rotonda ubicada al Oeste para el Año 2037

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Oeste - Alajuela (1)	786		
Alajuela - Rotonda Oeste (2)	297	2,3	4,1
Heredia - Rotonda Oeste (5)	50	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Ojo de Agua (12)	0		
Ojo de Agua - Rotonda Oeste (13)	513	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (14)	50		
Rotonda Este - Rotonda Oeste (15)	0	2,3	4,1

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 2 =	50
Vop 5 =	513
Vop 13 =	347
Vop 15 =	815
Carril Izq. 2 =	35
Carril Der. 2 =	15
Carril Izq. 5 =	360
Carril Der. 5 =	154
Carril Izq. 13 =	243
Carril Der. 13 =	105
Carril Izq. 15 =	571
Carril Der. 15=	245

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
Carril Izq. 2 =	1522
Carril Der. 2 =	1547
Carril Izq. 5 =	1163
Carril Der. 5 =	1380
Carril Izq. 13 =	1282
Carril Der. 13 =	1437
Carril Izq. 15 =	976
Carril Der. 15=	1280

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 2 =	0,02
V/C 5 =	0,20
V/C 13 =	0,13
V/C 15 =	0,36

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 2 =	0,08
%T 2 =	0,10
Mf 2 =	0,60
Mf max 5 =	0,22
%T 5 =	0,13
Mf 5 =	1,65
Mf max 13 =	0,17
%T 13 =	0,10
Mf 13 =	1,28
Mf max 15 =	0,38
%T 15 =	0,13
Mf 15 =	2,85

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 2 =	0,86
pk 2 =	0,02
ps 2 =	15,40
pf 5 =	0,55
pk 5 =	0,20
ps 5 =	56,10
pf 13 =	0,65
pk 13 =	0,13
ps 13 =	43,30
pf 15 =	0,42
pk 15 =	0,36
ps 15 =	73,17

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 2 =	7		
dk 2 =	4		
d 2 =	12	4,06	A
dv 5 =	119		
dk 5 =	8		
d 5 =	127	7,38	A
dv 13 =	9		
dk 13 =	7		
d 13 =	16	9,46	A
dv 15 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 15 =			
d 15 =			

Análisis de la Rotonda ubicada al Este para el Año 2037

Datos para cada Acceso y Salida de la Rotonda			
Sentido	Flujo Horario	β_2	tc
Rotonda Este - Alajuela (8)	401		
Rotonda Este - Grecia (9)	450		
Heredia - Rotonda Este (10)	450	2,3	4,1
San José - Rotonda Este (11)	401	2,3	4,1
Rotonda Este - Rotonda Oeste (16)	0	2,3	4,1
Rotonda Oeste - Rotonda Este (17)	0		

Volumen Opuesto para cada Carril de Acceso	
Sentido	Volumen
Vop 10 =	401
Vop 11 =	450
Vop 16 =	851
CI 10 =	281
CD 10 =	121
CI 11 =	315
CD 11 =	135
CI 16 =	596
CD 16 =	256

Estimación de la Capacidad	
β_2 =	2,3
tc =	4,1
CI 10 =	1242
CD 10 =	1418
CI 11 =	1208
CD 11 =	1402
CI 16 =	955
CD 16 =	1268

Relación Volumen-Capacidad	
Carril	Valor
V/C 10 =	0,15
V/C 11 =	0,17
V/C 16 =	0,38

Determinación de la Longitud Media de la Cola	
Dato	Valor
Mf max 10 =	0,16
%T 10 =	0,13
Mf 10 =	1,20
Mf max 11 =	0,27
%T 11 =	0,13
Mf 11 =	2,03
Mf max 16 =	0,48
%T 16 =	0,13
Mf 16 =	3,60

Determinación de Probabilidad de Detenerse	
Dato	Valor
pf 10 =	0,62
pk 10 =	0,15
ps 10 =	47,35
pf 11 =	0,58
pk 11 =	0,17
ps 11 =	52,00
pf 16 =	0,39
pk 16 =	0,38
ps 16 =	75,93

Estimación de la Demora Media Total			
Dato	Valor	T Espera Est.	Nivel Serv.
dv 10 =	10		
dk 10 =	8		
d 10 =	17	9,15	A
dv 11 =	18		
dk 11 =	8		
d 11 =	26	12,16	B
dv 16 =	No se determina, ya que no se tienen datos de vehículos para dichos carriles.		
dk 16 =			
d 16 =			



**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR TUTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 19 de mayo, de 2017

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título "Propuesta de Diseño Geométrico para la Intersección Ubicada al Noreste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría", como requisito para que el citado estudiante pueda optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Erick Acosta Hernández



**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR LECTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 19 de mayo, de 2017


Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título "Propuesta de Diseño Geométrico para la Intersección Ubicada al Noreste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría" por parte del estudiante: Marco Antonio Venegas Gätgens, como requisito para que el citado estudiante puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,


Ing. Gustavo Barrantes Sánchez

CONSTANCIA DE REVISIÓN

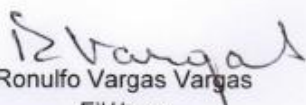
Universidad Latina de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Civil

El estudiante Marco Venegas Gatgens me ha remitido para la correspondiente revisión filológica, su trabajo de investigación ***Propuesta de diseño geométrico para la intersección ubicada al noreste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría***, elaborado para optar por el grado de ingeniero civil.

He revisado y corregido aspectos referentes a ortografía, morfología y sintaxis, así como lo relacionado con estilo y redacción del escrito. Por lo anterior, hago constar que el trabajo cumple con los requerimientos elementales del uso correcto del lenguaje.

Para que así conste, firmo en San José a los veinticuatro días del mes de mayo de dos mil diecisiete.

Atentamente,



Ronulfo Vargas Vargas
Filólogo

Carné del Colegio de Licenciados y Profesores
en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes
Núm. 4838
Teléfono: 8875-3728



“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con “;”

Marco Antonio Venegas Gatgens

De la Carrera / Programa: Ingeniería Civil

autor (es) del (de la) (Indique tipo de trabajo): Proyecto Final de Graduación
titulado:

Propuesta de Diseño Geométrico para la Intersección Ubicada al Noreste del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) **25** del mes **mayo** del año **2017** a las **11:30**. Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de mención al inicio de ésta carta:*

