



Rehabilitación del camino hacia el Fuerte de San Lorenzo, distrito de Colón

A-ME-01 ESTUDIO PUNTOS CRÍTICOS



Versión:

A-ME-01_ESTUDIO PUNTOS CRÍTICOS_001

Fecha:

18 de noviembre de 2019



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

Índice.

1	Introducción	2
2	Área de estudio	2
2.1	Punto crítico 1 – 13k+800	3
2.2	Punto crítico 2 – 15k+400	7
2.3	Puente sobre río Arenal	11
3	Estudio de puntos críticos	12
3.1	Punto crítico 1: 13k+800	12
3.2	Punto crítico 2: 15k+400	14
4	Diseño geométrico	16
4.1	Normativa aplicada	16
4.2	Diseño vial	17
5	Diseño drenajes.....	18
5.1	Normativa Aplicada	18
5.2	Inventario de las obras de drenaje existentes en los caminos diseñados	18
5.3	Drenaje transversal	19
6	Señalización vial	22
6.1	Normativa de referencia.....	22
6.2	Señalamiento Horizontal	23
6.3	Señalamiento Vertical	26
7	Estudio de afectaciones	29

1 Introducción

Dentro del proyecto de rehabilitación del camino al Fuerte de San Lorenzo, en el distrito de Colón, Se recogen ciertos puntos con necesidades de diseño, como son los siguientes:

Diseño y construcción de puente vehicular en la vía a rehabilitar:

- Diseño de puente sobre río Arenal. Longitud mínima prevista 45.00 m.

Puntos críticos en la vía a rehabilitar con problemas de estabilidad, teniendo en cuenta actuaciones como: excavación de material desechable, material selecto para rellenar y ampliar la calzada, geotextil de separación, utilización de muro de gaviones (con protección plástica adicional) o muros de geoceldas como estructura de contención, mejorar el sistema del drenaje pluvial y la rehabilitación de la calzada y estructura del pavimento, así como las limpiezas y protecciones necesarias como el uso de barreras de protección para resguardo.

- Punto crítico 13k+800
- Punto crítico 15k+400

En el presente estudio se analizará el diseño dos puntos críticos situados en el 13k+800 y 15k+400.

2 Área de estudio

Se han realizado visitas a campo con el fin de conocer a fondo el área de estudio. Se reflejan a continuación imágenes del área de los puntos críticos, así como de los puentes a diseñar.

2.1 Punto crítico 1 – 13k+800



Imagen 1 Vista área punto crítico



Imagen 2 Cuneta existente a demoler



Imagen 3 Poste eléctrico a reubicar

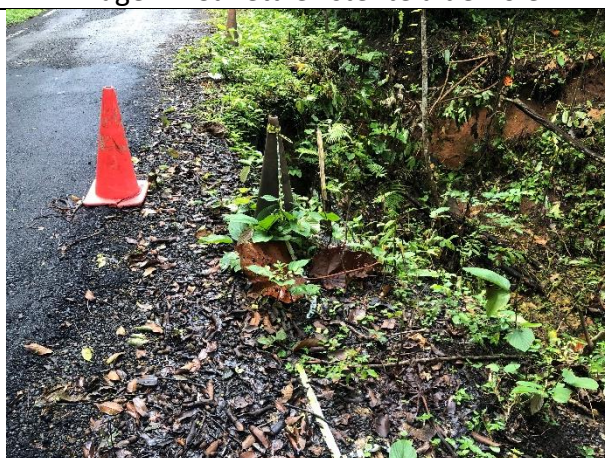


Imagen 4 Vista desprendimiento



Imagen 5 Vista área aguas abajo tubo existente



Imagen 6 Vista vía con desprendimiento



Imagen 7 Vista general aguas abajo tubo existente



Imagen 8 Vista general derrumbe



Imagen 9 Vista general vía tras área de derrumbe (avance est) – poste eléctrico afectado



Imagen 10 Vista general derrumbe (vista desde Est +).

2.2 Punto crítico 2 – 15k+400



Imagen 11 Vista derrumbe



Imagen 12 Vista margen derecho vía



Imagen 13 Vista general hacia EST. -



Imagen 14 Vista general hacia EST + . Puente sobre río Lajas



Imagen 15 Vista general vía área derrumbe



Imagen 16 Cuneta triangular existente



Imagen 17 Vista general vía área de derrumbe

2.3 Puente sobre río Arenal



Imagen 18 Vista puente existente desde Est. -



Imagen 19 Vista barreras existentes



Imagen 20 Vistas puente existente desde est. +

3 Estudio de puntos críticos

3.1 Punto crítico 1: 13k+800

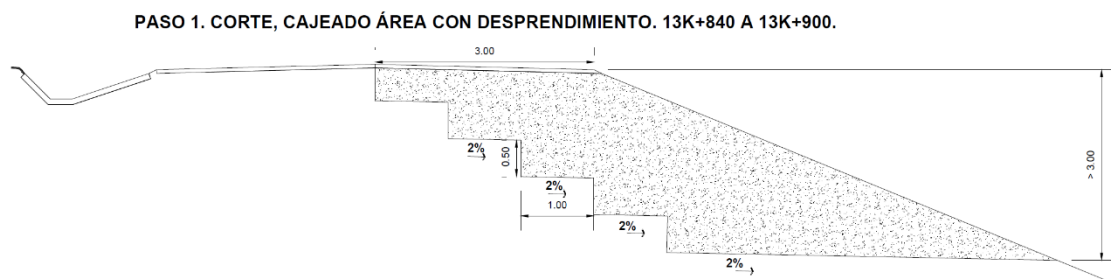
En el área del punto crítico indicado, se cuenta con una obra de drenaje transversal tubular. Fruto de una inestabilidad producida en el margen derecho de la vía, la salida de la obra de drenaje se encuentra derrumbada, encontrándose parte del tubo y el cabezal en el terreno.

Debido a la presencia de un muro de concreto en el margen derecho de la vía, se ha podido percibir cómo se ha contado con problemas de inestabilidad pasados, habiéndose solventado con este tipo de contención.

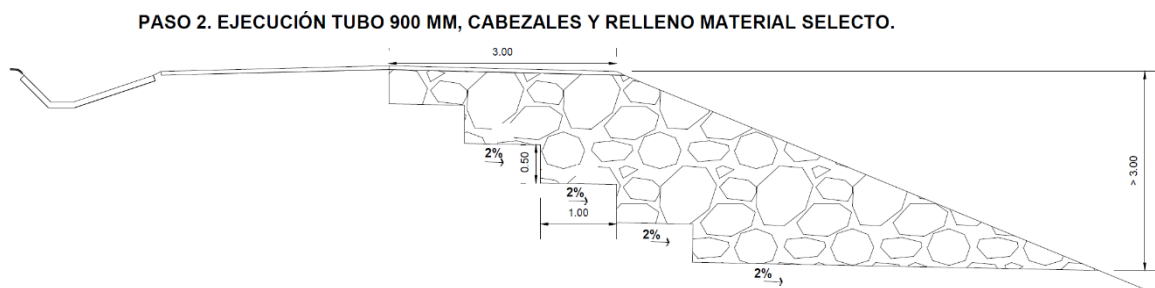
En base al estudio del terreno y la situación de la obra de drenaje, se concluye que se cuenta con una inestabilidad puntual fruto de la verticalización inapropiada del relleno ejecutado para la vía. Al encontrarse con un curso de agua, la presencia de humedad en la zona ha propiciado la rápida propagación de la inestabilidad.

Para la mejora del punto crítico, se proponen las siguientes actuaciones:

1. Desmante de área de derrumbe con su margen derecho desde el est. 13k+840 a 13k+900 (est. Aproximados, ver planos para confirmar ubicación de éstos). Ejecución de cajeadado para la profundización del corte a ejecutar.

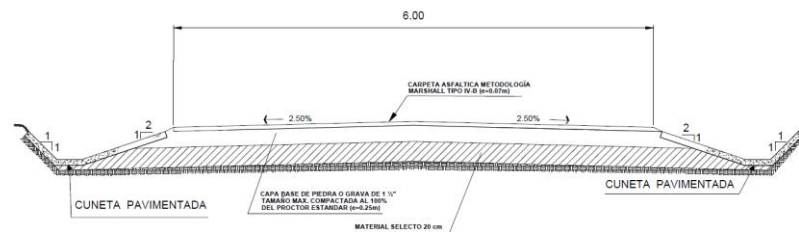


2. Ejecución de tubo de 900 mm y relleno de área de corte con material selecto con un talud 3H/2V, mejorando de esta manera la estabilidad del relleno.



3. Ejecución de cunetas laterales con mayor capacidad a las existentes, asegurando una buena recogida de las aguas pluviales existentes en el área del punto crítico.

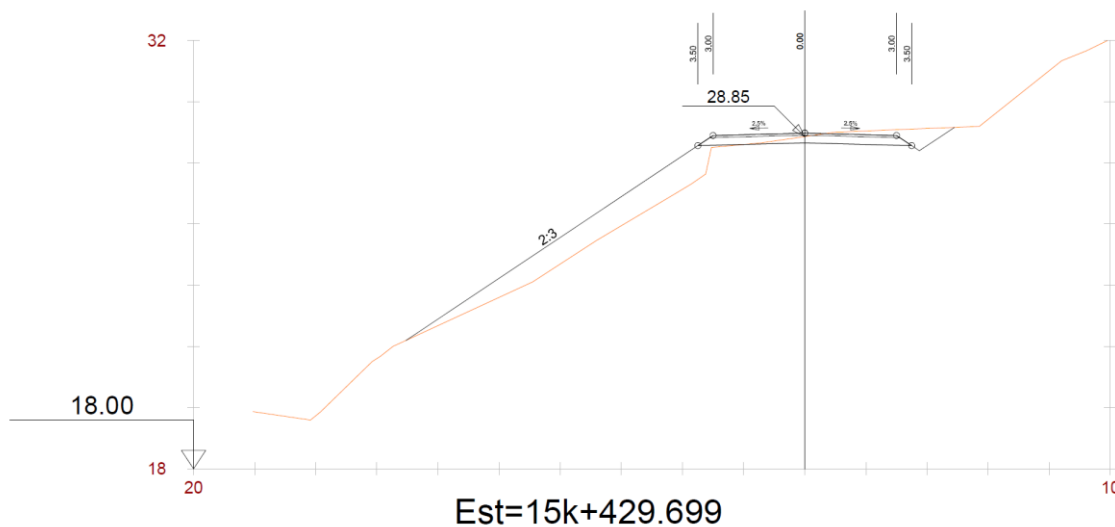
PASO 3. EJECUCIÓN CUNETAS LATERALES Y PAVIMENTACIÓN.



4. Ejecución de barrera metálica de protección junto a ODT.

3.2 Punto crítico 2: 15k+400

En el área del punto crítico 2 se cuenta con un derrumbe en el margen izquierdo de la vía, con un desnivel de aproximadamente 9 m hasta el cauce del río Lajas.



Esta inestabilidad ha producido una reducción de la calzada existente, siendo un punto de gran peligrosidad por lo estrecho de la vía y el desnivel existente.

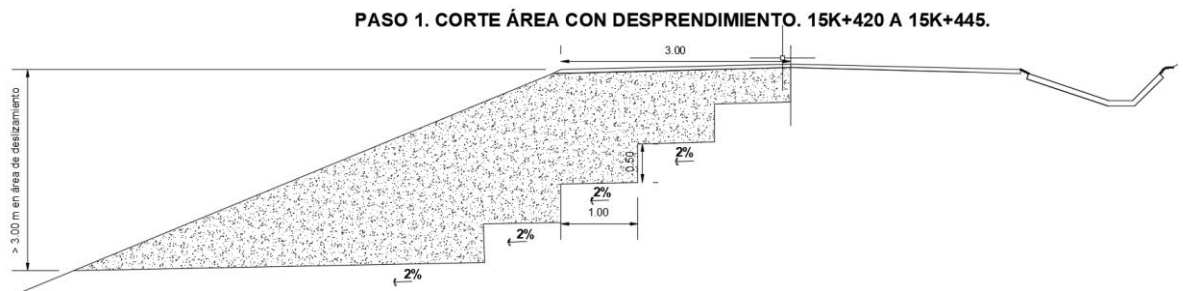
En base al estudio del área existente, se ha concluido que las razones de la inestabilidad son fruto de la geometría del talud y el material del que está conformado.

Previo a la inestabilidad, se contaba con un talud 3H/2V con material meramente arcilloso, con una altura total de 9 m.

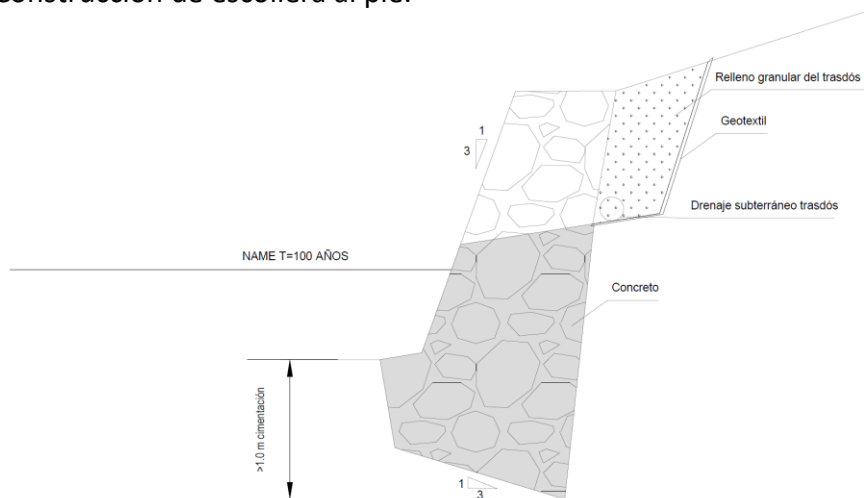
Dadas las características de la zona, cercana al cauce, estando junto al cauce principal del río Lajas, se prevé una gran presencia de cauces menores en el entorno del punto crítico.

Como solución para el punto crítico 2 se recogen las siguientes actuaciones:

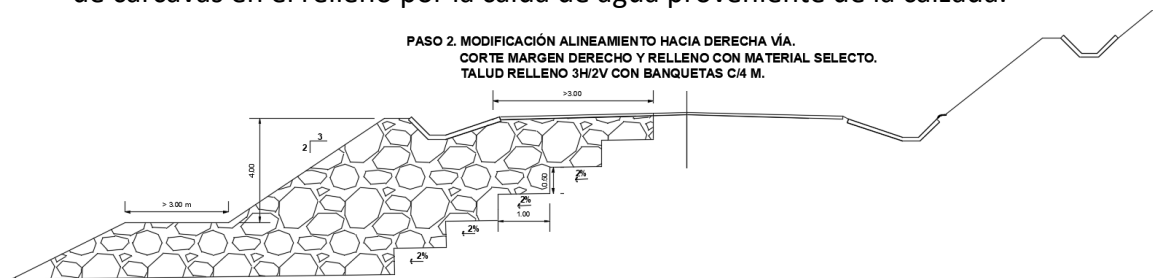
1. Saneo de tramo de vía con derrumbe, con ejecución de cajado profundo para alcanzar grietas inferiores.



2. Modificación leve de alineamiento de la vía hacia margen derecho.
3. Relleno con material selecto y talud 3H/ 2V y generación de banqueta a 4 m. Construcción de escollera al pie.

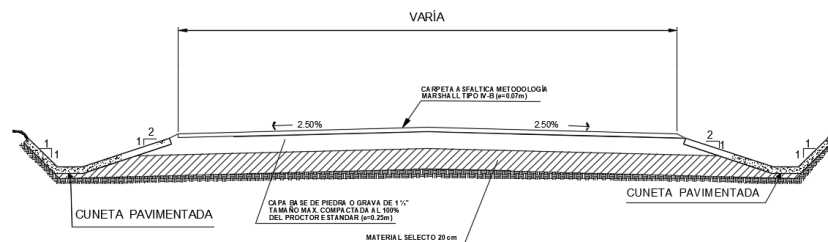


4. Construcción de cuneta lateral en margen derecho hasta puente sobre río Lajas, así como cuneta de coronación para correcta protección de área con inestabilidades.
5. Construcción de cuneta lateral en margen izquierdo, evitando así la aparición de cárcavas en el relleno por la caída de agua proveniente de la calzada.



6. Ejecución de pavimento y barrera de protección en margen izquierdo, aportando seguridad ante el desnivel con el río Lajas.

PASO 3. EJECUCIÓN CUNETAS LATERALES, BARRERAS METÁLICAS (CON SOBREALCHO) Y PAVIMENTACIÓN.



4 Diseño geométrico

4.1 Normativa aplicada

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del estudio geométrico del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).

- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).
- Normas de Diseño relativas a estacionamientos para vehículos en la República de Panamá, aprobadas por Resolución Nº 155-2001 de 31 de julio de 2001.
- Ley Nº 42/1999 para la Equiparación de Oportunidades para las Personas con Discapacidad, de 27 de agosto de 1999.
- Reglamento de la Ley Nº 42 de 27 de agosto de 1999, por la cual se establece la Equiparación de Oportunidades para las Personas con Discapacidad, aprobado por Decreto Ejecutivo Nº 88 de 12 de Noviembre de 2002.
- Desarrollo de la Normativa Nacional de Accesibilidad en temas de Urbanística e Ingeniería, publicado en Julio 2008 por el SENADIS.
- A Policy on Geometric Design of Highway and Streets. 6th Edition 2011. AASHTO (que se abreviará como "AASHTO GD" en adelante).

4.2 Diseño vial

Los Términos de Referencia del presente Contrato fijan los siguientes parámetros:

- La geometría y ubicación de los puentes deben ajustarse al alineamiento horizontal del camino existente.
- El Período de Retorno se ha establecido en 1:100 años, para el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME).
- La pendiente máxima admisible de rasante de superestructura no será mayor de 5%.

En base a estos criterios previamente establecidos se ha realizado el alineamiento en planta y perfil de los puntos críticos y el puente sobre el río arenal, mostrado en los planos adjuntos.

5 Diseño drenajes

5.1 Normativa Aplicada

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2003).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2002).
- Hydraulic Design of Highway Culverts (FHWA-NHI-01-020), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2005).
- Urban Drainage Design Manual (FHWA-NHI-10-009), editado por el National Highway Institute y el U.S. Department of Transportation de los Estados Unidos (2009).

5.2 Inventario de las obras de drenaje existentes en los caminos diseñados

Se ha procedido a la realización de una visita de campo con el fin de confeccionar un inventario completo de las obras de drenaje existentes en el camino, localizándolas sobre el terreno, plasmando su situación en las plantas generales y describiendo pormenorizadamente sus características geométricas, constructivas y estado de conservación, de forma que quedaran lo suficientemente definidas para estudiar su capacidad hidráulica y las características de su posible ampliación.

Todas aquellas obras de drenaje que no cumplan los mínimos de capacidad requerida o tengan un mal estado de conservación serán sustituidas por nuevas obras de drenaje, los nuevos diámetros propuestos permitirán el correcto funcionamiento de los elementos de drenaje sin necesidad de mantenimiento.

Drenaje longitudinal:

Se han encontrado tramos donde actualmente existen cunetas triangulares pavimentadas en el área de los dos puntos críticos de estudio.

Drenaje transversal:

Se ha encontrado 1 obra de drenaje transversal en el punto crítico 1. Esta obra de drenaje se encuentra en graves condiciones, habiéndose desprendido parte de ésta por el derrumbe existente y no contando con cabezal en la salida.

PUNTO CRÍTICO	ID	ESTACIÓN	Nº elementos	Diámetro (m)
1	ODT-01	13K+876	1	0.45

5.3 Drenaje transversal

5.3.1 Metodología de cálculo – Método racional.

Para la obtención de los caudales de aportación de cada una de las obras de drenaje se seguirá lo establecido en las normativas estatales de Panamá.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

Q: caudal punta de cálculo (m3/s)

I: máxima intensidad media correspondiente a un periodo de retorno considerado y en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.

A: área de la cuenca (Km²).

C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

Coeficiente escorrentía

El coeficiente de escorrentía (c) define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad (I).

En el caso del proyecto se utilizará un valor de C = 0.85.

Intensidad

Se utilizará la formulación para intensidad recogida en el estudio con nombre "Diseño del Sistema Pluvial de la Ciudad de Colón", elaborado para el Ministerio de Obras Públicas en 1981.

De la recopilación de datos de precipitación pluvial en los lugares antes mencionados, se obtuvieron curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 30 y 50 años. Se presentan a continuación las que aplicarán al proyecto:

$$\text{Periodo de retorno 20 años: } i = \frac{13.346}{TC + 64.3}$$

$$\text{Periodo de retorno 50 años: } i = \frac{15.508}{TC + 71.7}$$

En donde:

i = Intensidad de lluvia en mm/hora.

TC = Tiempo de concentración en minutos.

Periodo de retorno

El período de retorno a utilizar dependerá del tipo de estructura a diseñar. Para el diseño del drenaje serán usados los criterios siguientes:

- 1:20 años para alcantarillas tubulares pluviales, aliviaderos de sistema pluviales, zanjas.
- 1:50 años para cajones pluviales y cauces de ríos y quebradas.
- 1:100 años para puentes.

En el caso que nos ocupa se utilizará el periodo de retorno de 20 años.

Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración (T_c) como el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca llegue a dicha sección.

La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración. Una vez representadas las cuencas y deducidas las características físicas de las mismas, la expresión a utilizar es la desarrollada por Kirpich:

$$T_c = 0,02 \times L^{0,77} \times S_o^{-0,385}$$

Donde

T_c = Tiempo de concentración (min)
 L = Longitud del cauce principal (m)
 S_o = Pendiente del cauce principal (m/m)

5.3.2 Estudio de cuencas

Se muestran a continuación las características de las cuencas detectadas en las vías a diseñar. Se muestra en el apéndice 1 el plano de cuencas.

ID	SUPERFICIE CUENCA(Ha)	LONGITUD DEL CAUCE (m)	COTA SUPERIOR (m)	COTA INFERIOR (entrada ODT)	Tc (min)	C	PERIODO DE RETORNO (años)	I (mm/h)	Q (m ³ /s)
ODT-01	1.67	170	65.00	58.00	3.56	0.85	20	192.58	0.76

5.3.3 Cálculo de ODT

ODT	Pte	Coefficiente rugosidad	Velocidad de cálculo	Sección	Radio hidráulico	Caudal de aportación	Nº	Calado máximo cálculo	Diámetro	Calado propuesto	Calado de resguardo
	J	K	v	S	R			h	d	a	a-h
	(m/m)	(m ^{1/3} /s)	(m/s)	(m ²)	(m)	(m ³ /s)		(m)	(mm)	(m)	(m)
1	0.020	76.92	3.51	0.2166	0.1831	0.76	1	0.34	900	0.72	0.38

6 Señalización vial

6.1 Normativa de referencia

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las especificaciones del Manual de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción y Rehabilitación de Carreteras y Puentes, en concreto los siguientes capítulos:

- Capítulo 32: Señalamiento para el control del tránsito
- Capítulo 33: Líneas y Marcas para el control del tránsito
- Capítulo 29: Barreras de protección o resguardo

El diseño del señalamiento será presentado a la Autoridad Nacional de Tránsito del Transporte Terrestre (ATTT) quien dará su aprobación.

6.2 Señalamiento Horizontal

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales sobre el pavimento, conformadas por líneas longitudinales y transversales, símbolos y letras sobre las capas de rodadura, bordillos y otras estructuras al pavimento. Estas demarcaciones tienen como misión satisfacer las siguientes funciones:

- Delimitar carriles de circulación
- Separar sentidos de circulación.
- Indicar el borde de la calzada.
- Delimitar zonas excluidas a la circulación regular de vehículos.
- Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, parada y estacionamiento.
- Completar o precisar el significado de señales verticales y semáforos.
- Repetir o recordar una señal vertical.
- Permitir los movimientos indicados.
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios

6.2.1 Clasificación de las Demarcaciones

A. Marcas Longitudinales

El método para demarcar las líneas longitudinales en el pavimento será mediante pintura termoplástica. Al tratarse el presente proyecto de una carretera con una única

calzada con dos carriles de sentido opuesto, las demarcaciones serán de color blanco, con trazo continuo o amarillas de trazo continuo o segmentado, dependiendo de la función que desempeñen.

Las marcas longitudinales blancas delinean:

- Líneas del borde de los pavimentos
- Líneas canalizadoras
- Líneas que delimitan el espacio de estacionamiento
- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- La línea doble continua se emplea para demarcar el borde de un flujo de circulación donde se permite circular en ambos sentidos.

Las marcas longitudinales amarillas delinean:

- La separación de tráfico en direcciones opuestas.
- El borde izquierdo de las vías en carreteras de una vía, en caminos divididos físicamente, en aproximación a una obstrucción y para definir isletas de tránsito.
- La línea de trazo discontinuo se emplea como línea de centro en carreteras de dos carriles en sentido contrario en la que se puede adelantar.
- La isla doble formada por dos líneas continua se emplea para demarcar la separación de flujos de sentido opuestos en carreteras con calzadas de múltiples carriles, donde no está permitido adelantar.
- La línea doble discontinua, demarca el borde de un carril cuyo sentido de circulación es variable. Se emplea para carriles reversibles.

- La línea doble constituida por una línea de trazo continuo y una de trazo discontinuo demarca el borde un flujo de circulación donde se permite circular a ambos lados de la línea en sentido opuesto, y donde adelantar esta sólo permitido para el tránsito adyacente a la línea de trazo discontinuo. También se emplea en carriles exclusivos de giro a la izquierda.

Los anchos y patrones de líneas longitudinales deben ser como sigue: tendrán un ancho entre 100 y 150 mm. En cuanto a los patrones de las líneas existen los siguientes: las líneas continuas indican condición de prohibición y líneas segmentadas expresan una condición permisiva.

B. Marcas Transversales

Las demarcaciones transversales, las cuales incluyen demarcaciones de espaldón, demarcaciones de líneas de pare y ceda el paso, líneas de cruce de peatones, demarcaciones de medición de velocidad, demarcaciones de espacios de parqueo, de intersecciones, de reductor de velocidad en la vía y otras.

Debido al bajo ángulo de acceso en el cual demarcaciones de pavimento son vistas, las líneas transversales serán proporcionales para proveer la misma visibilidad que las líneas longitudinales. Los tipos de marcas viales transversales que nos encontramos a lo largo del trazado de la vía serán de color blanco, en el proyecto podemos encontrar las siguientes:

- Línea de detención/parada: Es una marca transversal continúa cuya función consiste en fijar la línea que ningún vehículo debe rebasar sin antes detenerse. Su longitud depende de la anchura de los carriles a los que se refiere la obligación de detenerse. La línea tendrá un ancho de entre 30 y 45 cm establecido en función de la velocidad.
- Marcas de cruce de peatones: Consisten en un conjunto de líneas de gran anchura, dispuestas en bandas paralelas al eje de la calzada y formando un conjunto transversal a la misma. Definen una zona de intersección entre la circulación rodada y el tránsito peatonal. Su señalización quedará bien reflejada con el fin de proteger a los viandantes que circulen por las aceras colindantes a la vía a rehabilitar y ensanchar. El ancho de la línea y la separación será de 40 a 60 cm.

Las demarcaciones de cruce de peatones también sirven para alertar a usuarios de la vía de la existencia de puntos de cruce de peatones que no están controladas por señales de tráfico o señales PARE.

C. Flechas direccionales, líneas de giro y símbolos

Se usan demarcaciones para controlar y guiar vehículos que tengan que hacer giros en intersecciones. Se indicarán de tal manera que no confundan innecesariamente el tránsito que siga recto o que haga otros giros. Estas demarcaciones serán en color blanco. Las letras y símbolos sobre el pavimento se usarán con el fin de guiar, advertir o regular el tránsito y su color será blanco. Todo el señalamiento horizontal será reflectante y con pintura termoplástica. Las demarcaciones empleadas, así como su ubicación, se encuentran reflejadas en los planos adjuntos de Planta de Señalamiento.

6.3 Señalamiento Vertical

La señalización vertical de las carreteras comprende un conjunto de elementos destinados a informar y ordenar la circulación por las mismas. Por señal se designa a uno de estos elementos, compuesto por:

- Símbolos o leyendas.
- La superficie en que están inscritos, generalmente una placa.
- Los elementos de sustentación en este caso serán postes.
- La señalización vertical persigue tres objetivos:
- Aumentar la seguridad de la circulación.
- Aumentar la eficacia de la circulación.
- Aumentar la comodidad de la circulación.

6.3.1 Clasificación

Desde el punto de vista funcional, las señales verticales se clasifican en:

A. Señales de Reglamentación

Su objetivo es el de notificar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ellas. Regulan el movimiento del tránsito y la falta de cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción. Estas señales serán colocadas en aquellas localizaciones donde se requiera la reglamentación, evitando el uso excesivo de las mismas.

Las señales de reglamentación tendrán forma circular o rectangular, a excepción de las señales de “Pare” y “Ceda el Paso”. Tanto las señales circulares como las rectangulares tendrán los símbolos y leyendas en color negro sobre fondo blanco inscritas en una orla roja.

Las marcas longitudinales utilizadas en el diseño del presente proyecto son:

- a. LBC: Línea Blanca de trazo Continuo. Demarca el borde derecho de circulación de la calzada.
- b. LAC: Línea Amarilla de trazo Continuo. Demarca la separación de flujos de circulación con sentido opuesto, con prohibición de adelantamiento.
- c. LAD: Línea Amarilla de trazo Discontinuo. Demarca la separación de flujos de circulación con sentido opuesto, con permisión de adelantamiento.
- d. LAS: Línea amarilla de trazo segmentada Demarca la separación de flujos de circulación con sentido opuesto.

B. Señales de Prevención

Su objetivo es el de indicar a los usuarios de la vía la existencia de un peligro y la naturaleza de éste. Se utilizan cuando es necesario advertir a los conductores de condiciones de peligro, en vía o en zona inmediata.

Deben tener forma cuadrada y se colocarán con una diagonal en sentido vertical. Los colores que deben usarse son fondo amarillo y símbolos y orla negros. Donde existan intersecciones con cruces, se informará a los conductores la presencia de estos cruces mediante señales preventivas en las intersecciones.

C. Señales de Información

Las señales de información son dispositivos que tienen por objeto identificar las vías e indicar rutas, destinos, direcciones, puntos de interés y cualquier otra información que el usuario pueda necesitar.

Las principales funciones de las señales informativas son:

- Información sobre direcciones hacia destinos o carreteras en intersecciones y cruces.
- Notificar en forma anticipada el acceso a los diferentes destinos.
- Confirmar las vías que conduce a un destino y su distancia.
- Identificar las rutas y direcciones en las carreteras.

Las señales de información general tienen forma rectangular con la mayor en posición en horizontal con fondo verde con símbolos, letras y borde interno en blanco en vías de alto volumen de tránsito.

La ubicación exacta de todas las señales de reglamentación, de prevención y de información, se han representado en los planos de Planta Señalamiento y Detalles de Señalamiento.

7 Estudio de afectaciones

Tras visitas a la zona y una vez realizados los estudios topográficos necesarios de la traza y sus márgenes, se han localizado los siguientes tipos de elementos que podrían suponer un obstáculo, determinando la ubicación y características de cada uno de ellos:

Punto crítico 1:

- Tubo existente transversal en mal estado, con rotura por desprendimiento de vía.
- Cuneta pavimentada triangular: 107 ml.
- Postes eléctricos de madera: 1.
- Muro de concreto: 36 ml.

Punto crítico 2:

- Cuneta pavimentada triangular: 61 ml.

En los planos de planta de afectaciones se muestran la ubicación de estos elementos así como fotografías de los elementos detectados.

APENDICE 1. TRAZADO - EJES EN PLANTA



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:49:15 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : PUENTE ARENAL

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	30.977	9455.900	613785.396	1034892.677			289.1688	-0.9855618	-0.1693162
2 CIRC.	9.454	9486.877	613754.866	1034887.432	-180.000		289.1688	613785.343	1034710.030
3 RECTA	41.908	9496.331	613745.595	1034885.587			285.8252	-0.9753140	-0.2208225
4 CIRC.	18.229	9538.239	613704.721	1034876.333	100.000		285.8252	613682.639	1034973.864
5 CIRC.	12.779	9556.469	613686.674	1034873.946	-100.000		297.4304	613690.709	1034774.027
6 RECTA	17.376	9569.248	613673.973	1034872.617			289.2952	-0.9858959	-0.1673599
			9586.624	613656.843	1034869.709			289.2952	



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:50:06 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 2 : PUNTO CRÍTICO N°1

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	36.091	13800.000	611576.223	1032132.764			242.3072	-0.6167127	-0.7871883
2 CIRC.	17.879	13836.091	611553.965	1032104.354	-150.000		242.3072	611672.043	1032011.847
3 CIRC.	35.244	13853.970	611543.803	1032089.657	150.000		234.7192	611415.562	1032167.467
4 CIRC.	8.708	13889.214	611522.164	1032061.940	-80.000		249.6774	611579.019	1032005.659
5 RECTA	31.023	13897.922	611516.387	1032055.430			242.7477	-0.6221449	-0.7829021
			13928.945	611497.086	1032031.142			242.7477	



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:50:43 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 3 : PUNTO CRÍTICO N°2

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	29.699	15400.000	610505.803	1031197.487			281.7379	-0.9591367	-0.2829430
2 CIRC.	63.741	15429.699	610477.318	1031189.084	-70.000		281.7379	610497.124	1031121.944
3 RECTA	48.383	15493.440	610431.946	1031147.476			223.7682	-0.3647365	-0.9311108
			15541.822	610414.299	1031102.426			223.7682	

APENDICE 2. TRAZADO - EJES EN ALZADO



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:51:13 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : PUENTE ARENAL

* * * ESTADO DE RASANTES * * *

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. DIF.PEN	
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
							9455.900	14.093		
-0.300000	30.000	1216.425	9492.777	13.982	9477.777	14.027	9507.777	14.307	0.092	2.466
2.166244	30.000	11189.796	9566.624	15.582	9551.624	15.257	9581.624	15.947	0.010	0.268
	2.434345							9586.624	16.069	



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:53:10 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 2 : PUNTO CRÍTICO N°1

* * * ESTADO DE RASANTES * * *

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. DIF.PEN	
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
							13800.000	61.882		
-5.472583	70.000	650.338	13867.604	58.183	13832.604	60.098	13902.604	60.035	0.942	10.764
	5.291058							13928.945	61.428	



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:53:39 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 3 : PUNTO CRÍTICO N°2

* * * ESTADO DE RASANTES * * *

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. DIF.PEN	
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
							15400.000	30.323		
-4.947638	40.000	902.840	15435.433	28.570	15415.433	29.559	15455.433	28.466	0.222	4.430
							-0.517173	15541.822	28.020	

APENDICE 3. TRAZADO - REPLANTEO DEL EJE



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:54:44 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : PUENTE ARENAL

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROJ.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	9455.900	613785.396	1034892.677	0.000	14.093	14.093	289.168815	0.000	-0.300	-2.50	2.50	14.093	14.093	14.093
RECTA Pendiente	9475.900	613765.685	1034889.290	0.000	14.033	14.033	289.168815	0.000	-0.300	-2.50	2.50	14.033	14.141	14.141
CIRC. KV 1216	9486.877	613754.866	1034887.432	-180.000	14.034	14.034	289.168815	0.000	0.448	-2.50	2.50	14.034	14.176	14.176
CIRC. KV 1216	9495.900	613746.015	1034885.682	-180.000	14.108	14.108	285.977703	0.000	1.190	-2.50	2.50	14.108	14.081	14.081
RECTA KV 1216	9496.331	613745.595	1034885.587	0.000	14.113	14.113	285.825171	0.000	1.225	-2.50	2.50	14.113	14.074	14.074
RECTA Rampa	9515.900	613726.509	1034881.266	0.000	14.483	14.483	285.825171	0.000	2.166	-2.50	2.50	14.483	9.974	9.974
RECTA Rampa	9535.900	613707.003	1034876.849	0.000	14.916	14.916	285.825171	0.000	2.166	-2.50	2.50	14.916	12.512	12.512
CIRC. Rampa	9538.239	613704.721	1034876.333	100.000	14.967	14.967	285.825171	0.000	2.166	-2.50	2.50	14.967	13.011	13.011
CIRC. KV 11190	9555.900	613687.242	1034873.970	100.000	15.350	15.350	297.068290	0.000	2.204	-2.50	2.50	15.350	15.549	15.549
CIRC. KV 11190	9556.469	613686.674	1034873.946	-100.000	15.363	15.363	297.430376	0.000	2.210	-2.50	2.50	15.363	15.559	15.559
RECTA KV 11190	9569.248	613673.973	1034872.617	0.000	15.652	15.652	289.295162	0.000	2.324	-2.50	2.50	15.652	15.645	15.645
RECTA KV 11190	9575.900	613667.415	1034871.503	0.000	15.809	15.809	289.295162	0.000	2.383	-2.50	2.50	15.809	15.819	15.819
RECTA Rampa	9586.624	613656.843	1034869.709	0.000	16.069	16.069	289.295162	0.000	2.434	-2.50	2.50	16.069	16.069	16.069



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:55:36 2533



pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 2 : PUNTO CRÍTICO N°1

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	13800.000	611576.223	1032132.764	0.000	61.882	61.882	242.307193	0.000	-5.473	-2.50	2.50	61.882	61.882	61.882
RECTA Pendiente	13820.000	611563.888	1032117.021	0.000	60.788	60.788	242.307193	0.000	-5.473	-2.50	2.50	60.788	60.811	60.811
CIRC. KV 650	13836.091	611553.965	1032104.354	-150.000	59.917	59.917	242.307193	0.000	-4.936	-2.50	2.50	59.917	59.934	59.934
CIRC. KV 650	13840.000	611551.594	1032101.246	-150.000	59.735	59.735	240.648109	0.000	-4.335	-2.50	2.50	59.735	59.693	59.693
CIRC. KV 650	13853.970	611543.803	1032089.657	150.000	59.280	59.280	234.719169	0.000	-2.187	-2.50	2.50	59.280	59.265	59.265
CIRC. KV 650	13860.000	611540.572	1032084.566	150.000	59.176	59.176	237.278492	0.000	-1.260	-2.50	2.50	59.176	59.014	59.014
CIRC. KV 650	13880.000	611528.441	1032068.683	150.000	59.231	59.231	245.766756	0.000	1.815	-2.50	2.50	59.231	59.219	59.219
CIRC. KV 650	13889.214	611522.164	1032061.940	-80.000	59.464	59.464	249.677367	0.000	3.232	-2.50	2.50	59.464	59.504	59.504
RECTA KV 650	13897.922	611516.387	1032055.430	0.000	59.804	59.804	242.747704	0.000	4.571	-2.50	2.50	59.804	59.787	59.787
RECTA KV 650	13900.000	611515.094	1032053.804	0.000	59.902	59.902	242.747704	0.000	4.891	-2.50	2.50	59.902	59.893	59.893
RECTA Rampa	13920.000	611502.651	1032038.145	0.000	60.955	60.955	242.747704	0.000	5.291	-2.50	2.50	60.955	60.901	60.901
RECTA Rampa	13928.945	611497.086	1032031.142	0.000	61.428	61.428	242.747704	0.000	5.291	-2.50	2.50	61.428	61.428	61.428



Istram 19.10.10.21 08/11/19 16:56:09 2533

pagina 1

PROYECTO :
GRUPO : 1 : Grupo 1
EJE : 3 : PUNTO CRÍTICO N°2

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROJ.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	15400.000	610505.803	1031197.487	0.000	30.323	30.323	281.737853	0.000	-4.948	-2.50	2.50	30.323	30.323	30.323
RECTA KV 903	15420.000	610486.620	1031191.828	0.000	29.345	29.345	281.737853	0.000	-4.442	-2.50	2.50	29.345	29.313	29.313
CIRC. KV 903	15429.699	610477.318	1031189.084	-70.000	28.966	28.966	281.737853	0.000	-3.368	-2.50	2.50	28.966	28.854	28.854
CIRC. KV 903	15440.000	610467.687	1031185.454	-70.000	28.678	28.678	272.369302	0.000	-2.227	-2.50	2.50	28.678	28.656	28.656
CIRC. Pendiente	15460.000	610450.981	1031174.583	-70.000	28.443	28.443	254.180166	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.443	28.415	28.415
CIRC. Pendiente	15480.000	610438.016	1031159.444	-70.000	28.339	28.339	235.991030	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.339	28.142	28.142
RECTA Pendiente	15493.440	610431.946	1031147.476	0.000	28.270	28.270	223.768185	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.270	23.946	23.946
RECTA Pendiente	15500.000	610429.553	1031141.368	0.000	28.236	28.236	223.768185	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.236	21.897	21.897
RECTA Pendiente	15520.000	610422.259	1031122.745	0.000	28.133	28.133	223.768185	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.133	24.564	24.564
RECTA Pendiente	15540.000	610414.964	1031104.123	0.000	28.029	28.029	223.768185	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.029	28.008	28.008
RECTA Pendiente	15541.822	610414.299	1031102.427	0.000	28.020	28.020	223.768185	0.000	-0.517	-2.50	2.50	28.020	28.020	28.020