

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1- INTRODUCCIÓN

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación sin cumplir su función en lo que respecta a servicio, resistencia y estabilidad. Sin una pérdida considerable de utilidad y sin un mantenimiento no previsto excesivo.

El presente trabajo se basa principalmente a las condiciones físicas del estudio o análisis de la durabilidad de las obras de arte menor, específicamente en drenaje superficial (longitudinal y transversal).

La durabilidad de las obras de arte son de principal importancia porque son los medios de transporte de uno de los agentes más influyentes en el deterioro de las carreteras como es el agua, durante el paso del tiempo después de su construcción las estructuras hidráulicas en las carreteras presentan problemas por varios aspectos, o factores que afectan en un grado mayor o menor.

La seguridad en la conducción presenta una importancia social y económica, debido a los costos de un accidente de tránsito causados por fallas o deterioros en la estructura vial, principalmente a causa de una mala calidad de diseño, falta de mantenimiento periódico, falta de prevención de aspectos como, derrumbes, estabilidad de taludes, etc. sobre estas obras de arte.

Debido a los recortes económicos en la construcción de obras de drenaje y subdrenaje, disminuye de manera dramática la vida útil de la carretera, porque ante la presencia de agua los esfuerzos generados en el pavimento por el paso de los vehículos crecen marcadamente, produciéndose agrietamientos y deformaciones severas. La presencia de aguas y deterioros en la estructura de la plataforma vial, son síntomas de que las obras de arte o drenaje no cumplen su funcionalidad adecuadamente, indicando al igual que la estructura vial la presencia de falencias o deterioros, que relativamente manifiestan la existencia de aspectos que de una u otra

forma están afectando en su durabilidad. Como es de notar se muestra una estrecha relación de la estructura vial con las obras de arte, es decir que las condiciones de la carretera, dependerá directamente de la correcta funcionalidad de las obras de arte, en consecuencia la durabilidad de la carretera es directamente dependiente de las obras de drenaje.

Las características geográficas, hidrológicas, geológicas y geotécnicas de nuestro país dan lugar a la existencia de problemas complejos en materia de drenaje superficial aplicado a carreteras, debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-geotécnico). El planteamiento de las posibles soluciones respectivas a las causas que enmarcan en su durabilidad estarán obviamente afectados por niveles de incertidumbre y riesgos inherentes a cada proyecto.

Mediante un estudio o análisis relacionado a la durabilidad de las obras de arte en el tramo Padcaya – Bermejo y sub tramo La Mamora – Túnel Don Nomi (Tarija) se identifican aspectos y factores que influyen en la durabilidad. Es decir la percepción de la vida útil proyectado a partir de su construcción.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

La carretera del tramo Padcaya - Bermejo es una vía de red nacional e internacional de integración, ya que esta ruta es de principal importancia y permite a dos países, a provincias y pueblos aledaños relacionar políticas de negociaciones como exportar e importar diversidad de productos, siendo una de las fuentes principales de ingreso económico para Bolivia y principalmente para Tarija. Por otra parte a nivel provincial se debe enfatizar en la importancia de la vía por el elevado número de tráfico diario, ruta Tarija – Bermejo.

Será además un aporte a la ingeniería civil sobre los aspectos o factores que influyen en la durabilidad de las obras de arte y permitirá obtener criterios técnicos para el diseño, construcción o mantenimiento de las mismas y asegurar su durabilidad, por estas razones es necesario realizar un análisis de durabilidad para que las carreteras y

sus obras de arte presenten buenas condiciones de transitabilidad y durabilidad, resguardando seguridad a los usuarios y sus medios de transporte.

Mediante un análisis de durabilidad de las obras de arte menores del tramo mencionado, se identifican las causas de desintegración o decadencia, según las características que presentan las obras de arte, luego se podrá sugerir aspectos en los que se pueden mejorar o reducir errores cometidos en la construcción de las mismas. Se obtendrá un parámetro o información de las condiciones actuales de estado en el que se encuentra desde su construcción, además se adquirirá un mejor conocimiento de los elementos o factores que aparte del agua intervienen en su deterioro reduciendo su lapso de vida útil.

El desperfecto de una carretera y sus obras complementarias es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total.

El análisis aportará al conocimiento, de los aspectos que llevan a una decadencia gradual o radical, de tal forma que se pueda proponer posibles soluciones que puedan a estas obras de arte alargar o cumplir la vida útil que tiene proyectada, como así también garantizar una correcta funcionalidad, para mantener la vía transitable y en buenas condiciones que permita al usuario recorrer el trayecto sin contratiempos ni dificultades.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.-OBJETIVO GENERAL

- El objetivo es realizar un análisis sobre la durabilidad de las obras de arte menor (obras de drenaje superficiales, longitudinales y transversales), del sub tramo La Mamora – Túnel Don Nomi, mediante una identificación física del estado actual de los sistemas de drenaje.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación bibliográfica sobre los aspectos generales de drenajes superficiales, parámetros o criterios para un buen diseño de las alcantarillas y tipos de deterioros o daños en estructuras de drenaje transversal y longitudinal.
- Identificar en el trayecto del tramo factores que inciden de forma directa o indirecta en el deterioro del drenaje.
- Identificar las obras de arte superficial (longitudinal y transversal) de todo el tramo en estudio.
- Identificar tipos de daños en las estructuras de drenaje influentes en la durabilidad de las obras de arte, según el grado de severidad, mediante planillas de inspección.
- Identificar características estructurales de resistencia del hormigón en las obras de drenaje transversal.
- Mostrar las acciones de prevención y mantenimiento de los deterioros en las obras de arte con la finalidad de salvaguardar la inversión.

1.4.- ALCANCE

Se pretende realizar un análisis sobre la durabilidad de las obras de arte menor (drenaje superficial) en el sub tramo La Mamora - Túnel Don Nomi (Tarija) que abarca aproximadamente 7 Km de distancia.

Como complemento para el análisis de durabilidad se realizarán investigaciones bibliográficas sobre las características generales de las obras de drenaje superficiales (drenajes transversales y longitudinales), para luego atribuirlo en una aplicación práctica en el tramo mencionado.

Es de primordial importancia tener conocimiento sobre los aspectos de las estructuras u obras viales, como las alcantarillas, las cunetas, contracunetas, disipadores de energía etc. También se deben considerar sus capacidades de longitud, diámetros, secciones recomendables, pendientes, estabilidad de taludes, erosión de suelos,

parámetros estructurales de incidencia en el hormigón y aspectos de construcción y conservación de drenaje en carreteras.

En el análisis de durabilidad de las obras de arte menor, se consideran diferentes factores de influencia directa o indirecta en el proceso de su vida útil:

- Factores Topográficos.- Situación o ubicación de la vía según la estructura natural que presenta el terreno, superficie plana con terraplenes, montañosa con pendientes fuertes o cortes, a media ladera, etc.
- Factores Hidráulicos.- Secciones o dimensiones que presentan las obras de arte existentes en el tramo, es decir longitudes, diámetros, pendientes, dimensiones de caja colectora o poceta, aletas, muros cabezales etc. Se identifica también obstrucciones, sedimentaciones, socavaciones, colmataciones.
- Factores Geotécnicos.- En este aspecto se identifica la naturaleza y condiciones de los suelos como ser la presencia de humedades, homogeneidad (tipos de suelo) a lo largo del tramo visualmente.
- Factores Geológicos.- Presencia de fallas geológicas, posibilidad de corrimientos o erosión del terreno o talud. Este aspecto se puede identificar con facilidad visualmente.
- Factores estructurales.- Se investigaran los datos o características con las que fue construida, periodo de diseño y resistencia característica del hormigón en condiciones iniciales. Se estimara también la resistencia que presenta actualmente el hormigón (uso del esclerómetro), para luego poder comparar con la resistencia de diseño.

Se hará un énfasis en los aspectos que llevan al deterioro de obras de drenaje, para luego recomendar criterios de mantenimiento o reparación según su particularidad de cada daño o deterioro.

En síntesis se registraran y medirán con sus propias particularidades, los daños o deterioros que puedan presentar las estructuras de drenaje, mediante códigos de identificación tanto en longitudinales como en transversal, englobando la influencia de forma directa o indirecta los factores mencionados.

Los aspectos mencionados y la identificación o visualización mediante fotografías nos evidenciarán de forma directa un parámetro del estado o el grado de deterioro que presenta las obras de arte menores del tramo, desde su construcción hasta la fecha.

1.5.- METODOLOGIA

Según investigaciones respecto a inspecciones del estado de las obras de arte, en nuestro medio no existe una metodología específica detallada aplicado a esta rama, si bien existen en ABC manuales de mantenimiento, conservación vial y planillas de campo son generalizados a toda la vía.

La inspección visual en este tramo consiste en registro y medición de tipos de daños más comunes que presentan las obras de drenaje enunciando sus posibles causas, severidades y sugerencias de estrategias de mantenimiento. Para lo mencionado se basa en la metodología Colombiana plasmada por (Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana) titulado “Manual Para el Mantenimiento de la Red Vial” también realizada y convalidada en un convenio entre (Universidad Nacional de Colombia Bogotá y Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías) titulado “Estudio de Investigación del Estado Actual de las Obras de Red Nacional de Carreteras”.

Tomando en consideración que las carreteras en todos los países presentan los mismos componentes de drenaje y tienen iguales características, sin duda es aplicable a nuestro medio, de modo tal que las obras de arte tengan una particular y principal importancia.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE DRENAJE EN CARRETERAS

2.1.-ASPECTOS HIDROLÓGICOS - HIDRAÚLICOS

Las carreteras son susceptibles al daño causado por el agua, de forma que resulta de vital importancia conocer los posibles factores hidrológicos e hidráulicos que afectan el comportamiento del agua frente a las diferentes obras de drenaje. En el diseño de estos sistemas u obras de drenaje existen tres elementos fundamentales para garantizar la funcionalidad y durabilidad:

- Diseño Hidrológico
- Diseño Hidráulico
- Diseño Estructural

Tanto en el diseño hidrológico como hidráulico es necesario tener en cuenta aspectos como coeficientes de escorrentía, intensidad de la lluvia, tiempos de concentración, períodos de retorno, tipos de flujo, velocidad de flujo, coeficientes de rugosidad, sección transversal y forma de las obras de drenaje.

Es de gran interés conocer los caudales de máximas crecidas dentro de un periodo de retorno dado, para dimensionar los sistemas de desagüe (alcantarillas, badenes, pontones y puentes) para reducir o evitar daños en las obras viales sobre corrientes o cauces naturales o en las obras ubicadas sobre las calzadas.

Las grandes crecidas tienen como origen tormentas o aguaceros excepcionales por su intensidad, su extensión y duración. Por otra parte, los aguaceros torrenciales cortos localizados, producen en pequeñas cuencas de fuertes pendientes, crecidas con picos muy altos o dañinos. En todos los casos, a una misma altura de lámina de precipitación pueden corresponder caudales pico muy diferentes. Esto debido a muchos factores:

- a) Topografía: Dimensiones, forma de cuenca, trazado de la red hidrográfica, elementos que condicionan el “tiempo de concentración”.
- b) Los suelos: Permeabilidad, cobertura vegetal, estado de la superficie, factores que tienen que ver con las pérdidas.

c) La intensidad de las lluvias y su distribución espacial y temporal que influyen en el hidrograma.

Además de los factores directos que intervienen en el fenómeno de creciente máximo, hay que considerar otros indirectos que influyen principalmente en el coeficiente de escorrentía.

Estos factores son:

- Físicos: Que influyen en el índice de pendiente, índice de compacidad y perfil longitudinal.
- Geomorfológico: Red de drenaje, densidad de drenaje, pendientes.
- Geológicos: Características de la estructura del suelo (erosiones, corrimientos).
- Cubierta vegetal: Cultivos, bosque natural, praderas, etc.

2.1.2.-FACTORES HIDROLÓGICOS QUE INCIDEN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Se describe los factores que influyen en la obtención de diseños adecuados que garanticen el buen funcionamiento del sistema de drenaje proyectado, acorde a las exigencias hidrológicas de la zona de estudio.

El primer factor a considerar se refiere al tamaño de la cuenca como factor hidrológico, donde el caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, tipo de cobertura vegetal, tipo de manejo de suelo y capacidad de almacenamiento.

Los factores geológicos e hidrogeológicos que influyen en el diseño se refieren a la presencia de aguas subterráneas, naturaleza y condiciones de las rocas permeables y de los suelos: Su homogeneidad, estratificación, conductividad hidráulica, compresibilidad, etc. y también a la presencia de zonas proclives de ser afectadas por fenómenos de geodinámica externa de origen hídrico.

2.1.3.- SELECCIÓN DEL PERÍODO DE RETORNO

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

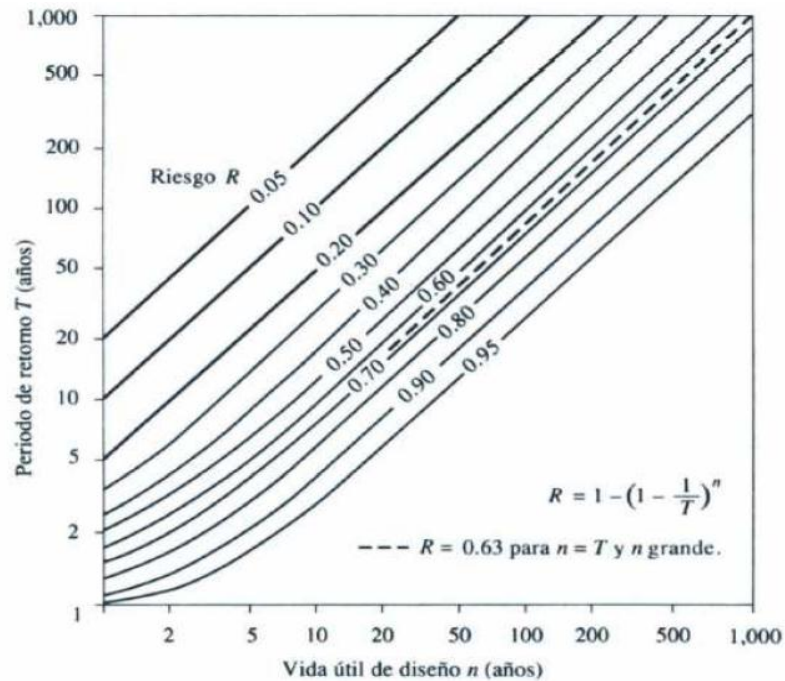
El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Figura 1. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.



(Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)).

Tabla 1. Valores recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	22
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	39
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	64
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	64
Subdrenes	72
Defensas Ribereñas	22

Fuente: manual de hidrología hidráulica y drenaje (Ministerio de Transporte Perú.)

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.

- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida útil considerado n=25 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

2.1.4.- INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{td}$$

Donde P es la profundidad de lluvia (mm) y Td es la duración, dada usualmente en horas.

Las curvas intensidad – duración - frecuencia (IDF) de precipitaciones son familias de curvas que en abscisas llevan la duración de la lluvia, en ordenadas la intensidad y en forma paramétrica el período de retorno o la probabilidad. Ellas son el resultado de un análisis probabilístico de las lluvias máximas anuales de diferentes duraciones.

2.1.5.-TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración de la cuenca se define como el tiempo necesario para que la partícula de agua hidráulicamente más alejada alcance la salida de la cuenca (coincidente con el punto donde se desea calcular el caudal). Para las cuencas pequeñas, inferiores a 5 km², se pueden utilizar las expresiones que se resumen en **las tablas 2 y 3**, las cuáles se han propuesto para estimar el tiempo de concentración en distintos casos. Por ser este tipo de expresiones producto de resultados empíricos, obtenidos bajo ciertas condiciones particulares, es necesario tener presente que debe juzgarse cualitativamente la factibilidad física del resultado entregado, previo a su aceptación.

Como norma general, el tiempo de concentración no debe ser inferior a 10 minutos, salvo que se tengan mediciones en terreno que justifiquen adoptar valores menores.

Para cuencas de superficies entre 5 y 25 km² se recomienda subdividir el área en subcuencas menores, y realizar el cálculo del tiempo de concentración por segmentos: por ejemplo, tiempo de viaje en superficie desde las nacientes en la cuenca alta hasta el principio de un cauce pequeño, o en áreas planas sin cauces (mediante las expresiones de la **tabla 3**), tiempo de viaje en cauce pequeño hasta canal de mayor envergadura o sección, tiempo de viaje en canal (expresión de Manning), etc. Luego cada uno de estos tiempos deben ser sumados para obtener el tiempo de viaje de la cuenca o subcuenca.

Tabla 2. Fórmulas para el cálculo de (tc) en regiones con pendientes

<i>Autor</i>	<i>Ecuación t_c</i>	<i>Unidades</i>	<i>Descripción</i>	<i>Observaciones</i>
Kirpich	$t_c = 0,0078k^{0,77}$ $k = 3,28 \cdot \frac{L}{S^{1/2}}$	L m	Longitud del cauce principal	Cuencas pequeñas
		<i>Min</i>	pendiente del cauce principal	
Normas españolas	$t_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,76}$	L km	Longitud de cauce principal	
		<i>Hrs</i>	pendiente del cauce principal	
Giandotti	$t_c = \frac{4A^{1/2} + 1,5L}{0,8^{1/2}}$	H km	Altura media descontando la cota de origen de la cuenca (punto de salida)	Áreas menores a 10 km ²
		<i>Hrs</i>	Área de la cuenca	
SCS	$t_c = \frac{0,0287 \cdot L^{0,8} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{1,67}}{S^{1/2}}$	L m	Longitud del cauce principal	$L = 1,27A^{0,6}$ km
		<i>Min</i>	pendiente media de la cuenca	
		CN	Número de curva del SCS	
California Highway & Public work	$t_c = 0,95 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$	L km	Longitud del cauce principal	
		<i>Hrs</i>	Desnivel máximo de cuenca	

Fuente: *Administradora Boliviana de Carreteras*

Tabla 3. Fórmulas para el cálculo de (tc) en regiones llanas

<i>Autor</i>	<i>Expresión</i>	<i>Unidades</i>	<i>Descripción</i>
Federal Aviation Agency (1970)	$\frac{123,72 \cdot (1.1 - C_e) \cdot L^{0.5}}{(100S)^{0.33}}$	S m/m	Pendiente del cauce principal
		C_e	Coefficiente de escurrimiento
		L km	Longitud de escurrimiento superficial
Izzard (1946)	$\frac{592.28 \cdot (0.0000276i + C) L_s^{0.33}}{i^{0.667} S^{0.333}} (1)$	L_s m	Longitud de escurrimiento superficial
		S m/m	Pendiente de media de la causa
		i mm/hr	Intensidad media de lluvia
		C_e	Coefficiente de retardo
		L_s m	Longitud de escurrimiento superficial
Morgaly Y Linsley (1965)	$\frac{7L_s^{0.6} \cdot \eta^{0.6}}{i^{0.4} \cdot S^{0.3}} (1)$	S m/m	Pendiente de media de la causa
		η	Rugosidad (Manning)
		i mm/hr	Intensidad media de lluvia
		L_s m	Longitud de escurrimiento superficial

(1) En estos casos se debe resolver el sistema de ecuaciones para "Tc" e "i" con "T" a partir de las Curvas IDF del lugar, en que la frecuencia "T" es un dato del problema.

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras

2.1.6.-ESCORRENTIA

Los coeficientes de escurrimiento dependen de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc. y se necesita un criterio técnico adecuado y experiencia para seleccionar un valor representativo. En la **Tabla 4** se entregan antecedentes con rangos usuales de este coeficiente para diversos tipos de situaciones.

El coeficiente de escurrimiento (C), es función del tipo de superficie, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escurrimiento. Para su determinación se deben considerar las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos retardadores.

Para áreas de drenaje que incluyan sub áreas con coeficientes de escurrimiento diferentes, el valor de (C) representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{(\sum Ci * Ai)}{\sum A}$$

Dónde:

Ci = Coeficiente de escurrimiento superficial de cada sector, adimensional.

Ai = Área de cada sector, en ha.

A = Área total de la cuenca de drenaje, en ha.

Para la estimación de (C) se deben adoptar los valores de la tabla. La adopción de determinados valores debe ser justificada.

Tabla 4. Coeficientes de escurrimiento superficial (C)

Tipo de Terreno	Coeficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos en concreto	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2% - 7%	0,80 – 0,95
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Fuente. Diseño de obras viales (Paraguay)

2.1.7.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Cuando existen datos de aforo en cantidad suficiente, se realiza un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación más cercana al punto de interés. Se calculan los caudales para los períodos de retorno de interés (2, 5, 10, 20, 50, 100 y 500 años son valores estándar) usando la distribución log normal, log Pearson y Valor Extremo Tipo I (Gumbel), métodos empíricos, estadísticos, racional, etc.

Cuando no existen datos de aforo, se utilizan los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal Q. cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial.

2.1.7.1.- MÉTODO RACIONAL

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente C (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, $A < 10 \text{ Km}^2$. Considerar que la duración de P es igual a tc.

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 CIA$$

Dónde:

Q = Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla - 4)

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (Km^2).

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

2.1.7.2.- MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

Es el método racional según la formulación propuesta por Témez (1987, 1991) adaptada para las condiciones climáticas de España. Y permite estimar de forma sencilla caudales punta en cuencas de drenaje naturales con áreas menores de 770 km^2 y con tiempos de concentración (T_c) de entre 0.25 y 24 horas, la fórmula es la siguiente:

$$Q = 0,278 CIAK$$

Dónde:

Q = Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I.

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (Km^2)

K = Coeficiente de Uniformidad

2.2.- DRENAJE SUPERFICIAL

El drenaje superficial está ligado proporcionalmente a la magnitud de la precipitación pluvial, por lo que forman parte en la determinación de caudales hidrológicos de muchos estudios.

Drenaje superficial, puede describirse como el proceso que se inicia con la precipitación de agua desde las zonas más altas, y que luego de forma laminar a través de una pendiente descendente, se va acumulando el flujo, hasta llegar a un punto de desagüe artificial o de índole natural.

En todo punto de la red de drenaje superficial de la plataforma y sus márgenes deberá cumplirse que, para el caudal de referencia correspondiente, tanto la altura del agua, como la velocidad de la corriente asociada, respeten las limitaciones funcionales exigidas de los criterios funcionales.

2.2.1.-DRENAJE TRANSVERSAL DE LAS CARRETERAS

2.2.1.1.- ASPECTOS GENERALES

El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia.

El elemento básico del drenaje transversal se denomina alcantarilla, considerada como una estructura menor, su densidad a lo largo de la carretera resulta importante e incide en los costos, por ello, se debe dar especial atención a su diseño.

Las otras estructuras que forman parte del drenaje transversal son el badén y el puente, siendo éste último de gran importancia, cuyo estudio hidrológico e hidráulico que permite concebir su diseño, tiene características particulares.

El objetivo principal en el diseño hidráulico de una obra de drenaje transversal es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre del flujo

líquido y flujo sólido que eventualmente transportan los cursos naturales y conducirlos adecuadamente, sin causar daño a la carretera y a la propiedad adyacente.

2.2.1.2.- ALCANTARILLAS

Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

La densidad de alcantarillas en un proyecto vial influye directamente en los costos de construcción y de mantenimiento, por ello, es muy importante tener en cuenta la adecuada elección de su ubicación, alineamiento y pendiente, a fin de garantizar el paso libre del flujo que intercepta la carretera, sin que afecte su estabilidad.

La ubicación óptima de las alcantarillas depende de su alineamiento y pendiente, la cual se logra proyectando dicha estructura siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el incremento y disminución de la pendiente influye en la variación de la velocidad de flujo, que a su vez incide en la capacidad de transporte de materiales en suspensión y arrastre de fondo.

En la proyección e instalación de alcantarillas el aspecto técnico debe prevalecer sobre el aspecto económico, es decir que no pueden sacrificarse ciertas características hidráulicas sólo con el objetivo de reducir los costos. Sin embargo, es recomendable que la ubicación, alineamiento y pendiente que se elija para cada caso, estará sujeta al buen juicio del especialista, quien deberá estudiar los aspectos hidrológicos, hidráulicos, estructurales y fenómenos de geodinámica externa de origen hídrico, para obtener finalmente la solución más adecuada compatible con los costos, operatividad, servicialidad y seguridad de la carretera.

Las alcantarillas son estructuras civiles que permiten el paso de las aguas superficiales, es necesario que estas obras de arte menor cumplan algunas de las siguientes condiciones:

- Ser elementos estructurales construidos basados en diseños tipo que prevean dimensiones variables en cuanto a sección, largo, profundidad de fundación, pendientes, esviaje, etc.

- Luz simple menor a seis metros, según autores americanos.
- Largo de la estructura que permita el desarrollo total del coronamiento de la obra básica.
- Recubrimiento de terraplén sobre la losa, no siendo utilizada por lo tanto su parte superior como superficie de rodamiento, a fin de evitar asentamientos diferenciales en límite entre la estructura y el terraplén.

2.2.1.2.1.- CRITERIOS DE DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA.

El diseño hidráulico preliminarmente se puede realizar considerando una velocidad de flujo en el conducto igual a 3m/s, para una salida con transición en concreto.

De 4 m/s si se utiliza un dissipador de energía a la salida, En el caso de no disponer de transición de entrada y de salida, la máxima velocidad admitida en la alcantarilla es 1.5 m/s. Si la alcantarilla tiene un conducto de sección circular el diámetro mínimo recomendado, se obtiene en la aplicación del principio de la continuidad, con la siguiente relación:

$$D = 0.886 * \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

El diámetro mínimo recomendado, para una alcantarilla es de 40" (100 cm) por cuestiones de acceso. Con una pendiente mínima recomendada de 0.005, con las recomendaciones mencionadas y una acertada aplicación de la ecuación de Bernoulli es posible describir la situación hidráulica del flujo sobre el conducto, (sección de control). El manejo de los conceptos de la hidráulica fluvial y del transporte de sedimentos nos indicarán las medidas de previsión para el control de la erosión, cavitación, sedimentación y atascamiento de la estructura.

2.2.1.2.2.- TIPOLOGÍA

1.- Secciones y Materiales.

a) Tipo y Sección

Las formas más usuales de las secciones transversales responden a circulares, para reducidos caudales de descarga, y rectangulares para caudales mayores.

Se presentan además secciones abovedadas y ovaladas, que tienen la ventaja sobre las circulares de permitir mayor escurrimiento de agua con menor altura de la alcantarilla.


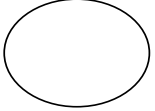
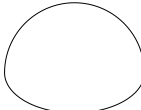

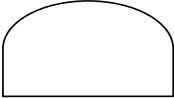
En carreteras de alto volumen de tránsito y por necesidad de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas, se recomienda una sección mínima circular de 1.00 m (40") de diámetro o su equivalente de otra sección, salvo en cruces de canales de riego donde se adoptarán secciones de acuerdo a cada diseño particular.

b) Materiales

La elección del tipo de material de la alcantarilla depende de varios aspectos, entre ellos podemos mencionar el tiempo de vida útil, costo, resistencia, rugosidad, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, abrasión, fuego e impermeabilidad. En conclusión no es posible dar una regla general para la elección del tipo de material a emplear en la construcción de la alcantarilla, sino que además de los aspectos mencionados anteriormente depende del tipo de suelo, del agua y principalmente de la disponibilidad de materiales en el lugar.

Los tipos más comúnmente utilizados corresponden a los indicados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Tipos usuales de alcantarillas.

TIPO	SECCIÓN	MATERIAL
Rectangular		Hormigón Mampostería Madera
Circular		Hormigón Chapa ondulada cincada
Abovedado		Chapa ondulada cincada
Ovalado		Chapa ondulada cincada
Bóveda		Hormigón Mampostería Hormigón y chapa cincada

Fuente: www.carreteros.org/normativa/drenaje.

2.- Dimensiones Mínimas.

En la instalación de alcantarillas que el ancho de las secciones transversales no deben ser inferiores a 1.0 m. ya que deben permitir fácil mantenimiento de estas estructuras sometidas a obstrucciones, erosiones etc.

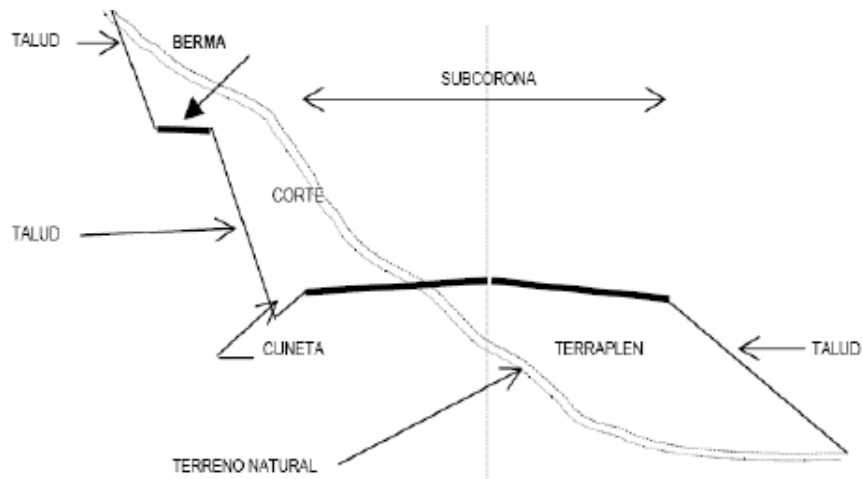
En caso de alcantarillas ubicadas en cursos (permanentes o no), con arrastres de troncos, ramas, piedras etc. Deben diseñarse aberturas tales que no provoquen taponamientos ni obstrucciones perjudiciales.

Cabe resaltar que en alcantarillas de pequeñas dimensiones, el incremento de costos en relación al aumento de su sección transversal, no responde a una progresión directa. La incidencia de los muros de cabecera y los relativamente los altos volúmenes de materiales que requieren tales estructuras, hacen muy elevado el costo por unidad de la sección transversal.

3.-Taludes de Terraplén Sobre las Alcantarillas.

Se ha observado que los taludes de los terraplenes adyacentes a las alcantarillas construidos con pendientes 2:3 o mayores, no presentan condiciones favorables para una adecuada estabilidad y necesitan frecuentes tareas de conservación (es común que se produzcan desmoronamientos obstruyendo parcialmente los terminales de los conductos).

Figura 2. Esquematización de talud



Fuente: facultad de ingeniería civil (Universidad Veracruzana)

Es necesario destacar que los terraplenes que se construyen en carreteras pertenecen a uno de los siguientes tipos:

- a) Terraplenes en zonas planas.

Los terraplenes en zonas planas se caracterizan por tener altura pequeña (menor de 5 metros), longitudes grandes (hasta de varios kilómetros) y disponibilidad de espacios amplios para la maniobra de equipos.

- b) Terraplenes en zonas montañosas y escarpadas.

Los terraplenes emplazados en estas zonas se caracterizan por tener altura muy grande (hasta de 30 metros), longitud pequeña (menor de 50 metros) y no ofrecen espacios amplios para la maniobra de equipos.

- c) Terraplenes en zonas onduladas y entre onduladas y montañosas.

Tienen características intermedias entre los dos (2) anteriores.

Es muy importante que el constructor diferencie y caracterice las zonas de emplazamiento de los terraplenes que tiene que construir, para que pueda calcular, en la fase de licitación, un precio unitario verdaderamente representativo de los costos reales del proceso.

Tabla 6. Recomendaciones generales para alturas en taludes de relleno y corte

Talud de Relleno		Talud de Corte	
Altura de relleno(m)	H:V	Altura de corte(m)	H:V
< 2	3:1	<4	¼:1
2 - 6	2 ½:1	4 - 10	½:1
6 - 10	2:1	>10	1:1
> 10	1:1		

Fuente: www.carreteros.org/normativa/drenaje.

2.2.1.2.3.-MUROS DE CABECERA

1. Generalidades.

Reciben tal denominación las obras realizadas en los extremos de los conductos, que les confieren los siguientes beneficios:

- Incrementan la eficiencia hidráulica de la alcantarilla.
- Retienen el talud de los terraplenes disminuyendo la longitud del conducto.
- Previenen la erosión y la socavación tanto a la entrada como a la salida de la obra.
- Sirven de anclaje a la alcantarilla y controlan posibles infiltraciones.
- Mejoran la apariencia estética.

A la salida del conducto el agua adquiere mayor velocidad, alcanzando su valor máximo a una distancia aproximadamente igual a dos veces el ancho del conducto.

Las transiciones del talud del terraplén entre los remates verticales de los muros y el terreno natural reciben la denominación de conos terminales.

La falta de estos conos terminales provoca daños en los taludes de los terraplenes en adyacencias de los muros.

2.- Tipología.

Con relación a su geometría se presentan dos formas típicas de muros de cabecera:

- Muros de vuelta.- Son aquellos construidos paralelos al eje de la carretera, se emplean en escurrimientos con bajos caudales o en cauces indefinidos. Son utilizados usualmente en alcantarillas para accesos a propiedades.

Su uso es obligado cuando la topografía del emplazamiento es tan quebrada que no admite la construcción de muros de ala.

- Muros de ala.- Su ángulo varía entre 30° y 75° con respecto al eje longitudinal del conducto, presentando una mejor eficiencia hidráulica en relación a los muros de vuelta.

Figura 3. Muros con alas terminales a nivel del terreno

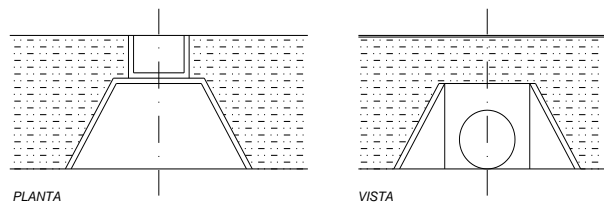


Figura 4. Muros de alas sin aletas

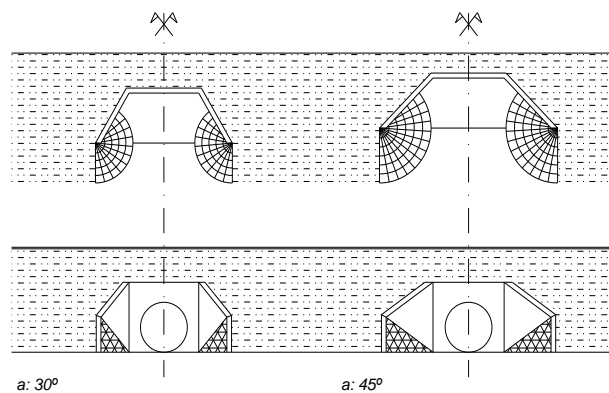
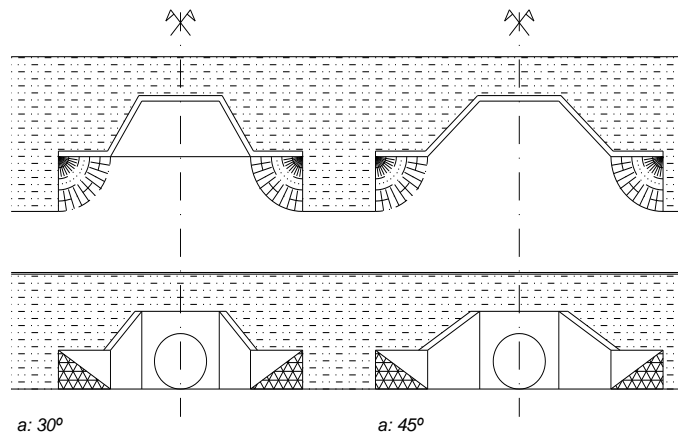


Figura 5. Muros de alas con aletas



Fuente. Guillermo Cornero

2.2.1.2.4.-ALCANTARILLAS NORMALES Y ESVIADAS

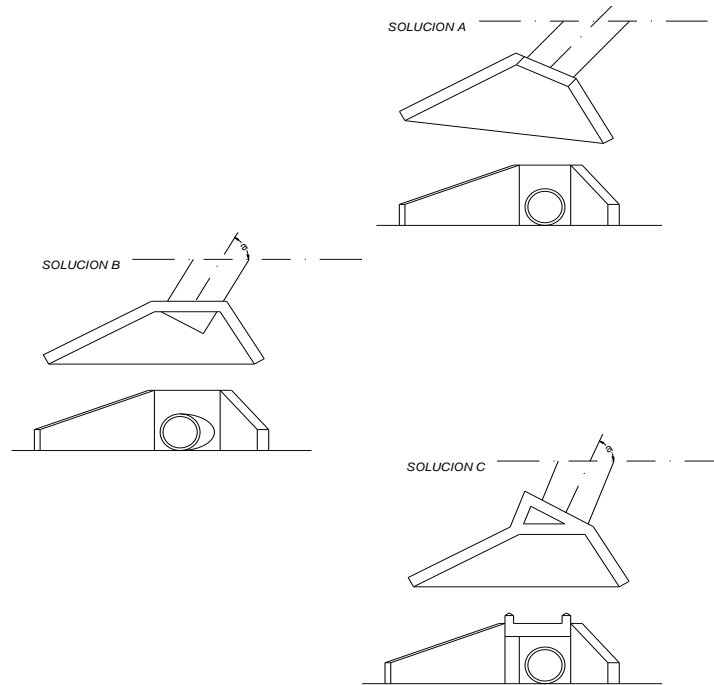
Se dice que una alcantarilla es normal cuando las proyecciones horizontales del eje longitudinal del conducto y del eje del camino son perpendiculares. Cuando esto no ocurre se dice que la alcantarilla es esviada (también suele emplearse el término sesgada).

El esviaje permite evitar la problemática que presentaría el ingreso del escurrimiento de las aguas de un cauce con una dirección diferente a la del conducto.

La elección del ángulo de quiebre debe ser realizada considerando la capacidad de arrastre de sólidos que posee el escurrimiento y las problemáticas emergentes de posibles embancamientos y depósitos de materiales en el interior del conducto. En estos casos las alcantarillas deben ser diseñadas con platea para lograr un mejor funcionamiento hidráulico y facilitar las tareas de mantenimiento.

La resolución del diseño de alcantarillas con esviaje mayor 45° no debería ser contemplada como caso genérico en los planos tipo.

Figura 6. Muros en alcantarillas esviadas.



Fuente. Guillermo Cornero

2.2.1.2.5.-PENDIENTES

Los conductos deben tener una pendiente mínima a fin de asegurar la mayor eficiencia hidráulica posible. Esto se logra diseñando pendientes no inferiores a la crítica, de manera de garantizar un funcionamiento hidráulico con control de entrada.

En caños de hormigón no deberían diseñarse pendientes inferiores a 0.5 %.

En alcantarillas de hormigón de sección rectangular con platea, la pendiente mínima será en función de la altura del escurrimiento. Podría establecerse que secciones de baja altura, pendientes del orden de 0.5% superan la pendiente crítica, mientras que son necesarias pendientes del orden de 1.2% para elevadas alturas.

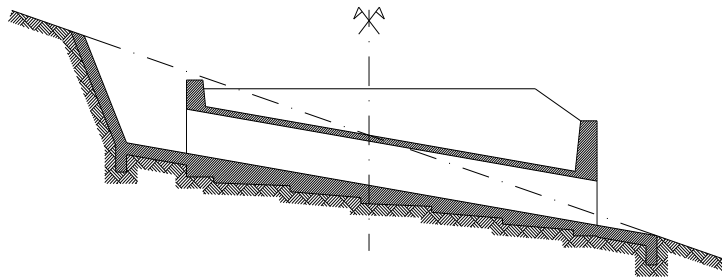
En conductos de chapa ondulada cincada la pendiente mínima será función del tipo de ondulación, diámetro y profundidad del escurrimiento. Pendientes del orden de 1.3% a 2.7% asegurarían el escurrimiento crítico. Estos valores se reducen entre 25% y 30% si el fondo del conducto es pavimentado.

Las alcantarillas con fuertes pendientes suelen presentar problemas específicos, entre los cuales pueden mencionarse:

- Empuje: La carga hidráulica que actúa sobre la entrada de una alcantarilla sometida a caudales máximos es variable y muy difícil de evaluar. Esto suele verse agravado por la constricción provocada por el arrastre de rodados.
- Infiltración: Es el fenómeno provocado por el pasaje de agua entre el conducto y la fundación o el terraplén adyacente.
- Arrastres: El arrastre de grandes piedras puede obturar la entrada del conducto disminuyendo su capacidad hidráulica.
- Erosión: deben preverse obras complementarias a la salida del conducto de manera de controlar posibles procesos erosivos.
- Abrasión: Es la pérdida progresiva de material del conducto debido al efecto abrasivo de los sólidos arrastrados por el agua. Para que este proceso sea significativo debe haber arrastre de material, suficiente caudal y elevada velocidad de escurrimiento.

Una solución usual para disminuir la pendiente del conducto es profundizar el lecho de entrada, previendo una embocadura que debe ser diseñada de manera de controlar los procesos erosivos.

Figura 7. Profundización del lecho en la entrada.



Fuente: Guillermo Cornero

2.2.1.2.6.-FUNDACIÓN DE ALCANTARILLAS

1.-Generalidades.

Las alcantarillas son obras de arte que por estar ubicadas en los bajos están fundadas generalmente sobre terrenos de baja calidad. En estas condiciones es usual encontrar terrenos de relleno poco consolidados debido a procesos de socavación durante escurrimientos extraordinarios y posterior relleno.

Esto hace necesario realizar estudios de suelo para la fundación de todas las obras de arte de una obra caminera, tarea que no se realiza usualmente.

2.-Fundaciones Sobre Suelos.

Los estudios de suelos deben comprender como mínimo las siguientes determinaciones: humedad natural, constantes físicas, sales solubles totales, sulfatos, granulometría, clasificación de Casagrande y ensayo de penetración estándar.

Se estima conveniente realizar como mínimo dos sondeos por obra, cualquiera sea la superficie cubierta por la misma, y que cada sondeo cubra un área no mayor de la de un círculo de diez metros de radio. En caso que se comprueben condiciones geotécnicas muy heterogéneas se intercalarán sondeos para definir con precisión el perfil resultante.

3.-Fundaciones Sobre Roca.

El comportamiento de la roca como material de fundación presenta características distintas al de los suelos, pero en grado diferente según se trate de grandes o de pequeñas cimentaciones. Si bien no hay un límite establecido entre ambas categorías, el caso en estudio (zapatas de muros, pilas o estribos) se encuadra netamente dentro del área de las pequeñas cimentaciones.

En este caso las tensiones que ellas originan sobre la masa de fundación afectada son muy bajas frente a las resistencias de la roca, lo cual hace que esta se manifieste a veces como un material frágil. En estas condiciones el comportamiento de la roca es errático y la rotura se origina en los defectos tales como poros, fisuras, diaclasas, etc.

Esta problemática se soluciona en la práctica adoptando coeficientes de seguridad muy conservativos.

2.2.1.2.7.-ASENTAMIENTO DE LA FUNDACIÓN DE CONDUCTOS PREFABRICADOS

El peso del terraplén sobre un conducto provoca una consolidación del terreno de fundación, que puede producir asentamientos diferenciales respecto a su plano original de fundación o a la proyección que se tenía antes de la construcción.

Estos asentamientos son en función de la altura del terraplén, del espesor del manto del suelo de fundación, de la susceptibilidad de este suelo a la consolidación, y de la calidad del proceso constructivo.

2.2.1.2.8.-ABRASIÓN

Se designa con el nombre de abrasión a la erosión y desgaste del material de una obra de arte debido al impacto de los sólidos acarreados por las aguas.

Se trata de un fenómeno físico y su magnitud dependerá de la frecuencia, del caudal y duración del evento, cantidad y características del material de arrastre, velocidad del escurrimiento y material componente del conducto.

Este proceso adquiere mayor gravedad cuando se presenta simultáneamente alguna acción corrosiva del agua o del suelo adyacente.

Este problema puede ser solucionado mediante dos procedimientos: diseño de dispositivos tendientes a disminuir la velocidad del escurrimiento, o recubrimiento y/o refuerzo de la superficie del conducto sometida a abrasión.

2.2.1.2.9.-CORROSIÓN

1.-Generalidades.

Se define como corrosión a la acción química electrolítica y/o orgánica que produce un medio ambiente agresivo sobre un material provocando su deterioro.

En función de la agresividad potencial del medio ambiente se pueden clasificar las obras de arte en las siguientes categorías:

- Fuera de agua: Son aquellas obras que no estarán sometidas a la acción del agua.
- Expuestas a aguas blandas: Son aquellas obras que estarán en contacto con aguas blandas durante periodos significativos (superiores al 10% del tiempo de servicio de la estructura). Se consideran aguas blandas en que el tenor de cloruros o sulfatos es menor de 250 mg/l.
- Especiales: Son aquellas obras cuyas características no están comprendidas en las dos categorías antes descritas.

El proceso corrosivo puede responder a fenómenos químicos electrolíticos, bacterianos, o a una acción entre los mismos.

2.-Medio corrosivo.

El ambiente que rodea la estructura (suelo, agua y atmósfera) es portador potencial de agentes corrosivos, y cada uno de estos medios tienen particularidades propias en cuanto a su incidencia en los procesos corrosivos.

- a) Suelo: La agresividad de un suelo se incrementa en la medida que aumenta su concentración de sales solubles.
- b) Agua: El agua libre o de condensación, es un medio favorable para el desarrollo de procesos corrosivos.

3.- Corrosión de chapas cincadas (ARMCO)

Para complementar un proyecto de conductos de chapa ondulada cincada es necesario determinar el grado de agresividad del medio circundante. Si esta agresividad supera ciertos límites el cincado normal de fábrica no otorga suficiente protección al acero, y deberán preverse medidas para controlar posibles corrosiones.

1. Medio circundante: suelo

El suelo como medio circundante tiene como principales elementos que caracterizan la agresividad a: Resistividad, pH, sales solubles, sulfuros, y materia orgánica.

De acuerdo a recomendaciones un suelo no es agresivo y puede usarse sin condicionamiento como medio circundante de conductos de chapa ondulada cincada, cuando cumple las siguientes limitaciones:

- Resistividad: La resistividad del suelo debe ser:

Obras fuera de agua > 1.000 ohmio.cm

Obras en agua blanda > 3.000 ohmio.cm

En este último caso la medición debe realizarse sobre pasta saturada con agua del lugar.

- pH: El pH del agua extraída de una mezcla agua-suelo debe ser comprendido entre 5 y 10 de acuerdo a recomendaciones francesas.
- Sales solubles: Se determinará el tenor de sales solubles del suelo cuando este tenga una resistividad comprendida entre 1.000 ohmio.cm y 5.000 ohm.cm, o cuando los terraplenes se construyan con materiales residuales de industrias.

El tenor de sales solubles no debe superar los siguientes límites:

Obras fuera de agua

Cloruros < 200 mg/kg = 0.02 %

Sulfatos < 1.000 mg/kg = 0.10 %

Obras en aguas blandas

Cloruros < 100 mg/kg = 0.01 %

Sulfatos < 500 mg/kg = 0.05 %

- Sulfuros: La concentración en azufre debe ser:

Obras fuera de agua < 300 mg/kg = 0.03 %

Obras en aguas blandas < 100 mg/kg = 0.01 %

- **Materia orgánica:** El suelo circundante a la obra no debe tener concentración de carbono orgánico superior a 100 partes por millón.

2. Medio circundante: Agua

En los casos de aguas ácidas o básicas es necesario prever una protección de la superficie de la chapa para evitar la corrosión del cinc. Esta protección se debe aplicar sobre las dos caras de la chapa y sobre todo elemento accesorio (bulones, grapas, bandas de unión, etc.).

No obstante, no deberían emplearse conductos metálicos en aguas excesiva acidez o alcalinidad ($4.5 > \text{pH} > 9$).

3. Control de corrosión en conductos de chapa cincada

En aquellos casos en que las obras se localicen en medios agresivos y con el propósito de retardar al máximo la corrosión del cincado, se aplican, sobre ambas caras de la chapa, revestimientos con materiales inertes al deterioro que provoca dicho medio.

2.2.2.- DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje superficial se proyecta como una red o conjunto de redes que recojan la escorrentía superficial y, en algunos casos, las aguas subterráneas procedentes de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella y las conduzca a un desagüe. Además del costo, deberán tenerse en cuenta factores tales como son los climáticos, hidrológicos y geotécnicos.

Por discurrir los trazados de las alternativas por zona fuera de poblado, el drenaje deberá hacerse, en general, a donde y como iría normalmente el agua a cauces naturales o artificiales, dotados de las protecciones necesarias para evitar erosiones o sedimentaciones perjudiciales, disponiendo si es preciso dispositivos de disipación de energía.

Por lo tanto es el juego de pendientes y peraltes el que recogerá y llevará a las cunetas la totalidad del agua que caiga sobre las calzadas.

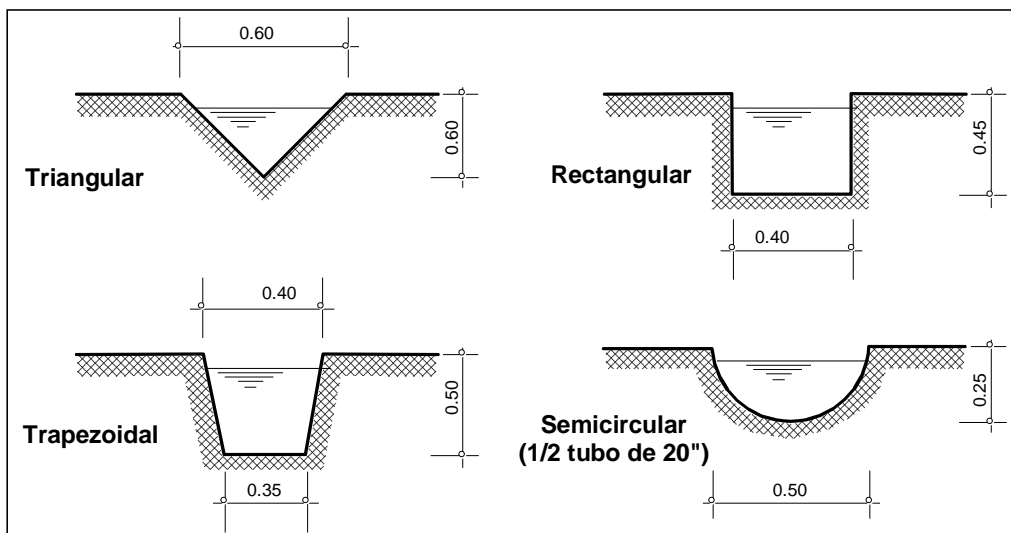
La línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma es recomendable una inclinación inferior al 0.5 por 100.

La pendiente transversal de las calzadas disponen, en alineaciones rectas, de una pendiente del 2 %, el máximo permitido o recomendable, y en alineaciones curvas las calzadas tienen una pendiente transversal única hacia el interior, función del radio de la curva, permaneciendo dicha pendiente transversal constante en las alineaciones circulares.

2.2.2.1.- CUNETAS

Se refiere a la zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino construido entre el borde de la calzada y el pie del talud. Su sección transversal es variable según sea la sección del diseño. Siendo común la de forma triangular. También se pueden construir de forma trapezoidal y cuadrada. La forma triangular es preferible porque facilita su limpieza por medios mecánicos. El área hidráulica de la cuneta debe estar en el rango 0.18 – 0.20 m² y las dimensiones recomendadas, según el tipo de cuneta, son las que aparecen en la siguiente ilustración.

Figura 8. Tipos de secciones geométricas de cunetas



Fuente: manual técnico de mantenimiento de caminos (Guatemala 2001)

Las cunetas longitudinales deben proyectarse para satisfacer una o varias de las finalidades siguientes:

- a) Recoger las aguas de escorrentía procedentes de la calzada y de los taludes de los desmontes adyacentes.
- b) Recoger las aguas infiltradas en el firme y terreno adyacente.
- c) Controlar el nivel freático.

Al proyectar una cuneta, han de fijarse, mediante los cálculos hidráulicos correspondientes, su sección transversal, la pendiente longitudinal y los puntos de desagüe, así como el tipo de revestimiento, en caso necesario.

- La velocidad de circulación del agua debe limitarse para evitar la erosión, sin reducirla tanto que pueda dar lugar al depósito de sedimentos.
- La velocidad mínima aconsejable es de 0,25m/s.
- Para pendientes mayores de 7 % será preciso adoptar precauciones especiales contra la erosión: disponer escalones para disipar la energía cinética del agua protegiendo su pie para evitar socavaciones regresivas o revestir las cunetas en paramentos irregulares.

El revestimiento de las cunetas puede hacerse utilizando diferentes materiales que van desde piedra bola o de canto rodado, ligados con mortero arena-cal, o arena-cemento, hasta placas de concreto hidráulico prefabricadas o fundidas en el lugar.

Cuando por las características del relleno y de la sección transversal del camino, el agua pueda erosionar el talud de relleno, lo usual es construir un bordillo con el fin de evitar que las aguas de lluvia lo dañen.

La inclinación del talud interior de la cuneta (V/H) (1:Z1) dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, Índice Medio Diario Anual IMDA (veh/día).

Tabla 7. Inclinaciones máximas del talud (V: H) interior de la cuneta

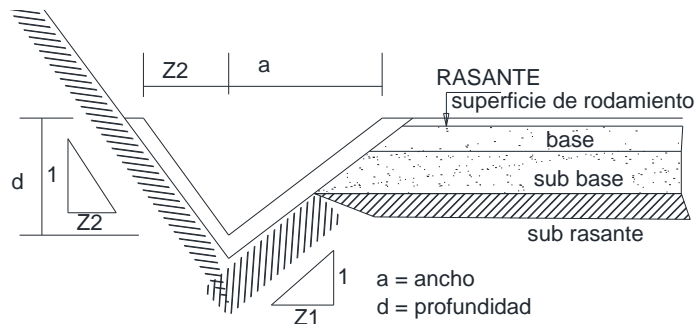
V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	(*)
	1:03	
> 70	1:03	1:04

(*) Sólo en casos muy especiales

Fuente: manual de hidrología hidráulica y drenaje (Ministerio de Transporte Perú.)

La inclinación del talud exterior de la cuneta (V/H) (1:Z2) será de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte.

Figura 9. Sección típica de cuneta triangular



Fuente: manual de hidrología hidráulica y drenaje (Ministerio de Transporte Perú.)

2.2.2.2.1.-CAUDAL DE CUNETAS

Se rige por dos límites:

- Caudal que transita con la cuneta llena
- Caudal que produce la velocidad máxima admisible

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

$$Q = A * V = \frac{(A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Dónde:

Q = Caudal (m3/seg)

V= Velocidad media (m/s)

A = Área de la sección (m²)

P = Perímetro mojado (m)

Rh= A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado).

S = Pendiente del fondo (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

Tabla 8. Velocidades límites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LIMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración

Fuente: manual de diseño de carreteras pavimentadas -MTC

El cálculo de este caudal que debe ser evacuado por las cunetas se también se realiza con la formula racional en forma de módulo de drenaje (gasto unitario) y teniendo en cuenta las características físicas del tramo de la carretera considerado.

2.2.2.2.2.- DIMENSIONES MÍNIMAS

Las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales.

De elegir la sección triangular, las dimensiones mínimas serán las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 9. Dimensiones Mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

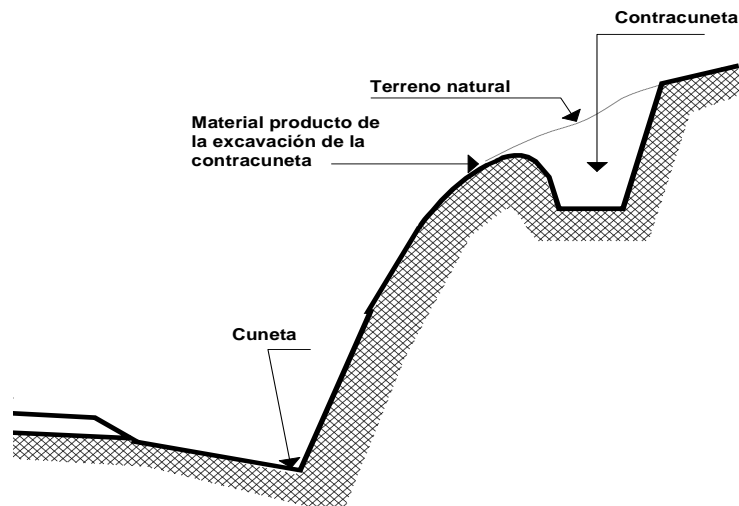
* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

Fuente: manual de diseño de carreteras pavimentadas -MTC

2.2.2.3.-CONTRA CUNETAS

Las contra cunetas son zanjas, generalmente paralelas al eje de la carretera, construidas a una distancia mínima de 1.50 metros de la parte superior de un talud en corte. Su sección transversal es variable, siendo comunes las de forma triangular, trapezoidal o cuadrada. Su ubicación, longitud y dimensiones deben ser indicadas por personal con experiencia en el campo de las carreteras. Se acostumbra a construir las contracunetas cuando el agua que llega al talud es mucha, y para taludes que sobrepasan los 4 metros de alto.

Figura 10. Corte transversal de contracuneta



Fuente: manual técnico de mantenimiento de caminos (Guatemala 2001)

Las contracunetas tienen la función de evitar que las aguas superficiales se desplacen por el talud de corte, erosionando y recargando a su vez la capacidad de la cuneta. Es importante sembrar especies naturales a ambos lados de la cuneta (pastos, paja, maleza, raíces, árboles, etc.); o ramas cortadas amarradas entre sí en forma de estructuras alargadas, las cuales se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud), para evitar que el agua erosione bajo la cuneta y ésta se obstruya con sedimentos.

Si la pendiente es mayor que 2%, es necesario que el canal tenga recubrimiento de concreto simple o enrocado, teniendo en cuenta además del área mojada y la rugosidad del canal.

Se puede prescindir de las cunetas de coronación en taludes de suelos resistentes a la erosión con declives de 1:2 (V:H) o menores, o cuando durante la construcción se hayan adoptado medidas efectivas de control de la erosión.

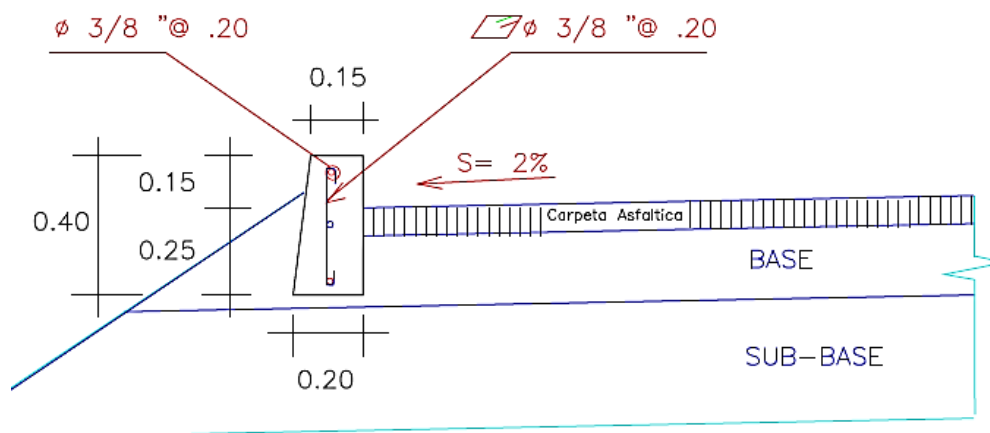
2.2.2.4.- BORDILLO

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por efecto del bombeo discurren sobre la plataforma de la carretera, descargándola mediante aliviaderos en sitios adecuados con el objetivo de evitar la erosión de los taludes de terraplenes que estén conformados por material erosionable.

Es recomendable construir en terraplenes mayores de 1.5m de altura, ubicándolas longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, o en la parte interna de los terraplenes en curva horizontal. Asimismo, se ubicarán sobre la corona del talud inferior cuando la carretera se desarrolle en corte a media ladera.

Los bordillos pueden ser de concreto, reforzados con varillas de construcción en forma de malla simple de $\phi 3/8''$ cada 0.20m, tal como se observa en a figura o gráfica.

Figura 11. Detalle de bordillo de concreto armado



Fuente: manual de hidrología hidráulica y drenaje (Ministerio de Transporte Perú.)

2.2.2.5.- ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS DE DISIPACIÓN DE ENERGIA EN LAS VIAS

Se debe entender como tales ciertas estructuras hidráulicas capaces de transportar un caudal determinado, desde un nivel superior a uno inferior, manteniendo una energía cinética dentro de unos límites admisibles, que eviten la erosión y destrucción de la propia estructura y el cauce que finalmente recoja las aguas procedentes de aquellas. Las estructuras de disipación de energía comúnmente utilizadas en nuestro medio son las caídas escalonadas y los canales con pendientes supercríticas o rápidas.

En estas estructuras el agua cae libremente por gravedad, acelerándose e incrementándose la energía cinética que supuestamente había que controlar.

Las estructuras de disipación de energía son utilizados mayormente en el descole de las alcantarillas, en cualesquier otros sitios de evacuación de aguas lluvias o de otras procedencias a terrenos no rocosos, en las que las corrientes de agua producen profundas cárcadas y daños ecológicos.

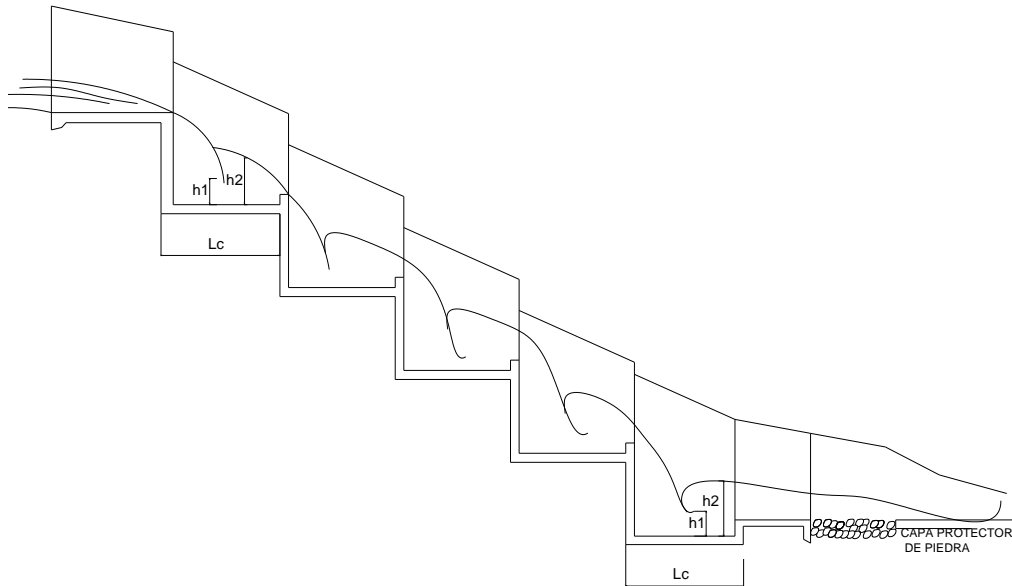
2.2.2.5.1.- CAIDA ESCALONADA

Esta estructura permite la conducción del agua desde un nivel superior a otro inferior, manteniendo la energía cinética constante.

Los criterios que deben predominar en su diseño hidráulico son los siguientes.

- a) La altura entre escalones debe ser limitada (teniendo en cuenta acción dinámica y avance del chorro).
- b) La longitud de cada escalón debe permitir la formación de resalto hidráulico.
- c) En cada escalón se debe producir el ahogamiento del resalto hidráulico (debe existir controles sobre el nivel de agua).

Figura 12. Disipador de energía en caída escalonada



Fuente: Ing. Msc. Rodrigo Lemos

El suelo contiguo en el extremo inferior de la caída escalonada debe protegerse con una capa de piedra. Además de velocidad de salida debe ser la adecuada para no producir erosión.

2.2.2.5.2.- CANAL CON PENDIENTE SUPER CRÍTICA

Se trata de una estructura que permite también unir dos niveles, cuando la diferencia entre ellos es significativa en una distancia corta. Por esta razón (tratando de que sea la más corta posible), es que esta estructura se diseña con pendiente supercrítica.

El las rápidas se distinguen tres partes básicas constitutivas: a) El acceso que se acopla con la estructura del desagüe en el descole; b) El canal con pendiente supercrítica (rápida), propiamente dicha; c) Estanque de amortiguación de energía a través del cual se entrega el flujo, desprovisto de la capacidad erosiva, al suelo. De todas formas siempre en la salida de estas estructuras, en el empalme con el suelo, se recomienda colocar una capa de piedras.

1.- Diseño Hidráulico.

El diseño hidráulico de estas estructuras básicamente consiste en comprobar si sobre la estructura se establece la profundidad admisible (h_a). Si es así se procede a

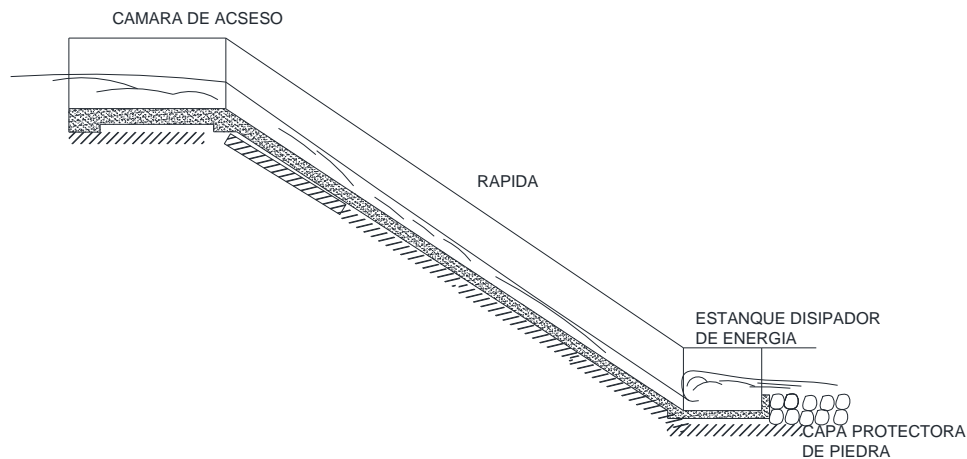
determinar la distancia desde la cabecera de la rápida, al sitio donde ella se presente ya que a partir de este sitio habrá que incrementar artificialmente la rugosidad con el fin de elevar el nivel de agua y disminuir la velocidad del flujo.

El flujo de agua sobre la rápida es variado. Pero si la estructura es suficientemente larga es posible que se establezca flujo uniforme (por equilibrio de fuerzas), con su profundidad normal característica (h_o) que eventualmente puede ser mayor, igual o menor que la admisible.

En primera instancia, con ayuda de la ecuación para flujo variado de Bakhmeteff, se encuentra la distancia a la cual se comienza a presentar el flujo uniforme con profundidad (h_o). si esta distancia resulta superior a la longitud de la estructura, el flujo sobre ella siempre será variado y la profundidad a lo largo, ira disminuyendo y habrá que determinar la distancia a la cual se presenta la profundidad admisible (h_a) (si esta resulta mayor que h_o)

Si $h_a \leq h_o$ y no se presenta flujo uniforme, no existirá problemas con velocidades erosivas para la estructura.

Figura 13. Detalle canal de caída rápida



Fuente: Ing. Msc. Rodrigo Lemos

2.3.- DRENAJE SUBTERRANEO

El propósito del drenaje subterráneo es eliminar el exceso de agua del suelo a fin de garantizar la estabilidad de la plataforma y de los taludes de la carretera. Ello se

consigue interceptando los flujos subterráneos, y haciendo descender el nivel freático con el objeto de disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten. La cantidad de agua recolectada por un sistema de subdrenaje depende de la permeabilidad de los suelos o rocas y los gradientes hidráulicos.

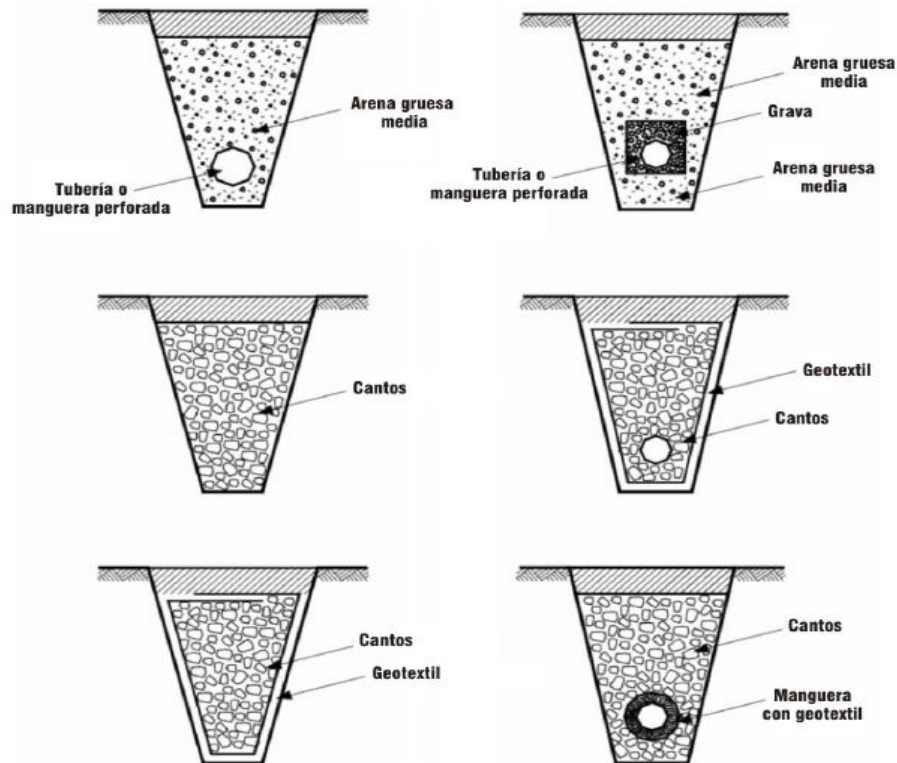
La solución de un problema de drenaje subterránea requiere de conocimientos de hidrología y de mecánica de suelos y, por lo tanto, se precisa mantener una estrecha colaboración entre el ingeniero proyectista y diversos especialistas. Normalmente solo las necesidades más obvias de drenaje se conocen en el instante del proyecto, detectándose con frecuencia, problemas importantes durante la construcción.

También es necesario el estudio del agua subterránea del área a fin de determinar el nivel de la capa freática en la zona y su fluctuación a lo largo del año, la determinación de la extensión y características del acuífero y la estimación de los caudales que es necesario evacuar. Esto debe ir acompañado de un examen detallado del suelo (hasta una profundidad de 3 a 4 m) para definir su estructura, porosidad y conductividad hidráulica etapa que requerirá normalmente ensayos de laboratorio y pruebas del terreno.

Será necesario también desarrollar un estudio geológico general del área en relación al agua subterránea, identificación de los posibles puntos de descarga y recarga, ubicación de los estratos impermeables y características físicas de los acuíferos.

Los efectos desfavorables son múltiples: Erosión interna de finos, sifonamiento, tubificación, arrastre y expulsión de finos, acelerando el fallo estructural de la calzada y acortando su vida útil. Para el buen funcionamiento del sistema de subdrenaje se requiere una pendiente adecuada y una buena red de evacuación del agua. Por último, de ser compatible y funcional con el tipo de suelo a drenar (tipo de suelo, permeabilidad, gradación, etc.), se contempla el uso de materiales geotextiles debido a su durabilidad, evitando que las capas drenantes se colmaten y pierdan su funcionalidad.

Figura 14. Tipos de subdrenes.



Fuente. Hidrología y Drenaje (ABC)

2.3.1.- CARACTERISTICAS PROPIAS

Los drenes subterráneos están constituidos por una zanja en la que se colocan tubos con orificios perforados, juntas abiertas, o tubos de material poroso, etc. Los tubos se rodean de un material permeable a manera de filtro (que permite el flujo del agua hacia el dren e impide el traslado de partículas finas del suelo), compactado adecuadamente, el drenaje debe aislarse de las aguas superficiales mediante una capa impermeable que ocupe y cierre la parte superior de la zanja.

La profundidad de los drenes depende de la situación del nivel freático y las necesidades de abatimiento de ese nivel.

2.3.2.-PERMEABILIDAD DE SUELOS

Para un efectivo sistema de drenaje interno, se requiere también de un buen diseño de base y sub-base con material permeable y adecuadamente compactado.

A continuación se da el rango usual (recomendados en el manual de carreteras de california) de valores de conductividad hidráulica para distintos tipos de suelo.

Tabla 10. Valores de conductividad hidráulica

TIPO DE SUELO	RANGO (cm/s)
Grava	1 - 100
Arena	10^{-2} - 1
Arena Fina	10^{-4} - 10^{-2}
Limo	10^{-6} - 10^{-4}
Arcilla	10^{-5} - 10^{-6}

Fuente. Ing. Msc. Rodrigo Lemos

2.3.2.1.- CAUDAL DE DISEÑO

Se debe considerar en primer lugar la distancia de inicio y descarga de los subdrenes, dado que a mayor distancia de recorrido, su capacidad de transporte deberá incrementarse debido al aporte de caudales a lo largo de su recorrido.

Los posibles caudales de aporte, que conforman el caudal total, los cuales pueden afectar la estructura del pavimento son:

- El caudal generado por la infiltración de las aguas provenientes de precipitaciones pluviales y de sectores con régimen de riego permanente que discurren sobre el talud superior adyacente a la carretera.
- El caudal generado por el abatimiento del nivel de agua subterránea, en lugares donde el nivel freático alcance una altura tal, que supere el nivel de subrasante afectando la estructura del pavimento.

Según caudal por abatimiento del nivel freático se tiene las siguientes relaciones:

$$q_{NF} = K * i * A_e$$

$$i = (N_d - N_f) / B$$

$$Ae = (Nd - Nf) * L$$

Dónde:

K = Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente.

i = Gradiente hidráulico.

Nd = Cota inferior del subdrén.

Nf = Cota superior del nivel freático.

Ae = Área efectiva para el caso del abatimiento del nivel freático.

B = Para subdrenes longitudinales es el semiancho de la vía y para subdrenes transversales se refiere a la distancia entre subdrenes.

L = Longitud del tramo de drenaje.

qNF= Caudal por abatimiento del nivel freático.

2.3.3.-TUBERIA DE DRENAJE

Actualmente se utilizan una variada clase de materiales: Concreto plástico, cerámica, etc. Los tubos de cerámica u hormigón se utilizan con juntas abiertas o perforaciones que permiten la entrada del agua a su interior. Los de plástico, de material ondulado, o de fibras bituminosas deberán ir provistos de ranuras u orificios para el mismo fin que el señalado anteriormente. Los de hormigón poroso permite la entrada del agua a través de sus paredes. En suelos ácidos se recomienda el uso de la tubería de cerámica, no muy aplicado en nuestro país, en otro caso también es recomendable el uso de tuberías de plástico ya que la tubería de concreto sufren deterioros graves debido a la reacción del cemento con los componentes ácidos de estos suelos.

En las tuberías con juntas abiertas, el ancho de estas oscilaran entre 1cm. y 2cm. los orificios de las tuberías perforadas se disponen preferentemente en la mitad inferior de la superficie del tubo.

2.3.3.1.- CONDICIONES MECÁNICAS

La tubería de hormigón o cerámica debe tener una resistencia mínima, medida en el ensayo de los tres puntos de carga de 1000 kg/m. no es necesario calcular las tensiones que se desarrollan en los tubos por la acción de las cargas exteriores a ella.

Cuando los tubos se instalan en las verticales de las cargas de tráfico, se sitúan como mínimo, a las profundidades que se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Profundidades recomendadas para tubería de drenaje.

TIPO DE TUBO	PROFUNDIDAD MINIMA (cm)	
	Φ 15 cm.	Φ 30 cm.
CERAMICA	50	90
PLASTICO	50	75
CONCRETO SIMPLE	50	50
CONCRETO REFORZADO		60
METAL ONDULADO		
Espesor e=1.37mm	30	
Espesor e=1.58mm		30

Fuente. Ing. Msc. Rodrigo Lemos

2.3.4.-CLASIFICACIÓN

El drenaje interno o sub drenaje puede dividirse en dos grandes grupos:

- a) Drenaje de abatimiento de niveles freáticos.
- b) Drenaje de intersección.

a) Drenaje de abatimiento de niveles freáticos.

Para rebajar el nivel freático, manteniéndolo a una profundidad conveniente de la superficie de la explanación, deben proyectarse drenes enterrados longitudinalmente.

El nivel freático debe mantenerse a 1m. o más (según naturaleza del suelo), bajo la superficie de la explanada. Para ello el fondo de las zanjas drenantes debe estar a una profundidad comprendida entre 1.2m y 1.80m. bajo el nivel de la calzada.

Los drenes de abatimiento de nivel freático, se disponen como mínimo a 0.50m del borde de la calzada y en las secciones en corte, entre dicha posición y la cuneta.

Cuando el suelo de las explanaciones sea arcilloso o limoso y la humedad puede ascender significativamente por capilaridad, afectando a la estructura de la vía, debe proyectarse una capa filtro de 10cm. de espesor, como mínimo, con granulometría adecuada. En este caso se puede utilizar como parte de él, los geo textiles.

Cuando la carretera se construya en terreno llano y exista un elevado nivel freático, este debe abatirse por medio de drenes profundos. Si es muy difícil la evacuación de estas aguas y el control de niveles freáticos, se debe construir el tramo de la carretera en terraplén.

b) Drenaje de intersección.

Los drenes de intersección se proyectan para cortar y evacuar fuera de la vía, corrientes subterráneas. Estos drenes se clasifican por su posición, en longitudes y transversales.

El fondo del tubo debe quedar por lo menos 15cm, por debajo del plano superior de la capa impermeable, que sirve de lecho a la corriente subterránea, en el caso de que esta capa sea roca, deben extremarse las precauciones para evitar que parte de la filtración cruce el dren por debajo de la tubería.

Los drenes interceptores transversales se utilizan generalmente en tramos de carreteras con pendientes fuertes, en que los drenes longitudinales no son eficientes para interceptar el flujo de infiltración.

2.3.5.-DIAMETROS Y PENDIENTES RECOMENDADAS

Los diámetros deben ser calculados, pero para esto se requiere conocer con cierta precisión las aportaciones. Así mismo se deben calcular las distancias máximas de evacuación de los subdrenes partiendo de unos criterios iniciales de diseño, como es por ejemplo la presión hidráulica máxima admisible en determinado tramo del subdren. Sin embargo son recomendables diámetros de los tubos oscilarán entre 10 cm. y 30 cm. Los diámetros hasta 20 cm. serán suficientes para longitudes inferiores a 120 m.

Para longitudes mayores, se aumentará la sección. Los diámetros menores, sin bajar de 10 cm., se utilizarán con caudales y pendientes pequeños.

Las pendientes longitudinales no deben ser inferiores al 0,5 % y habrá de justificarse debidamente la necesidad de pendientes menores, que nunca serán inferiores al 0,2 %. En tales casos, la tubería se asentará sobre una cuna de hormigón que permita asegurar la perfecta situación del tubo.

La velocidad del agua en las conducciones de drenaje estará comprendida entre 0,7 m/s y 4 m/s.

2.3.6.-LONGITUD MÁXIMA DE EVACUACIÓN

Todo drenaje interno o subdrenaje debe tener una longitud admisible de evacuación para evitar que estas tuberías lleguen a trabajar con presiones que puedan causar daño a la tubería (generalmente de poca resistencia mecánica), y el entorno.

Es importante dejar en claro que una presión hidráulica equivalente a tan solo 0.25m. de columna de agua es capaz de levantar una losa de concreto de 0.10m. de espesor, si no tuviera peso adicional sobre ella. De tal manera que se podrían expresar criterios desde punto de vista de la presión interna dentro de las tuberías de drenaje, con el fin de establecer la longitud de drenaje máxima admisible.

Las aportaciones de las filtraciones del tubo drenante se realiza de una forma aproximadamente continua, desde el inicio del dren hasta el final, en el desagüe. Ello hace que el caudal a lo largo del dren comience por un valor nulo y acabe en un valor máximo. En estos casos es conveniente trabajar con el llamado caudal equivalente, constante a lo largo del tramo, que produce la misma pérdida de carga. Este caudal se representa en la siguiente forma.

$$0.58*Q_{max}$$

En donde Q_{max} , es el máximo caudal que puede ingresar a la tubería de drenaje a través de su perímetro y en la longitud de evacuación.

Aceptando que un buen filtro limpio tenga una permeabilidad entre 0.5 lts/min-ml a 0.8 lts/min-ml, de acuerdo a lo expuesto se podría proponer la siguiente fórmula para el cálculo ya sea del diámetro de los subdrenes cuando se tiene la longitud de drenaje o evacuación (L), o de esta longitud cuando se conoce el diámetro (D).

$$1.0 * 10^{-5} L * P * 0.58 = \pi * \frac{D^2}{4n} \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{\frac{H+h}{L}}$$

El primer miembro de la ecuación representa el caudal en m³/s que recoge un dren de perímetro P (m) y la longitud L (m).

D= diámetro del dren (m).

H= Presión interna máxima admisible (m)

h= desnivel disponible (m)

n= coeficiente de rugosidad del tubo.

2.3.7.- MATERIAL FILTRO

Cuando el fondo de la zanja se encuentre en terreno impermeable, para evitar la acumulación de agua bajo la tubería se preverá la colocación de una capa de material, perfectamente apisonado, y que puede ser del mismo terreno, alrededor del tubo, sin que alcance el nivel de las perforaciones, o se asentará sobre una cuna de hormigón. En caso de tuberías con juntas abiertas, éstas pueden cerrarse en su tercio inferior y dar a la capa impermeable el espesor correspondiente.

La composición granulométrica del material permeable, material filtro, con el que se rellene la zanja del dren requiere una atención especial, pues de ella depende su buen funcionamiento.

Si dn es el diámetro del elemento de suelo o filtro tal que n % de sus elementos en peso son menores que dn, deben cumplirse las siguientes condiciones:

a) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante.

$$\frac{d_{15} \text{ de filtro}}{d_{85} \text{ del suelo}} \leq 5$$

$$\frac{d_{50} \text{ de filtro}}{d_{50} \text{ del suelo}} \leq 25$$

En el caso de terreno natural de granulometría uniforme, se sustituirá la primera relación por:

$$\frac{d_{15} \text{ de filtro}}{d_{85} \text{ del suelo}} \leq 4$$

b) Para que el agua alcance fácilmente el dren.

$$\frac{d_{15} \text{ de filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \geq 5$$

c) Para evitar el peligro de colmatación de los tubos por el material filtro.

En los tubos con perforaciones circulares:

$$\frac{d_{85} \text{ de filtro}}{\text{diámetro del orificio}} > 10$$

En los tubos con juntas abiertas:

$$\frac{d_{85} \text{ de filtro}}{\text{ancho de la junta}} > 12$$

En los tubos de hormigón poroso, se debe respetar la siguiente condición:

$$\frac{d_{15} \text{ del arido del tubo poroso}}{d_{85} \text{ del filtro}} \leq 5$$

En caso de terrenos cohesivos, el límite superior para d_i del filtro se establecerá en 0.1mm.

Cuando sea preciso, deberán utilizarse en el proyecto dos o más materiales de filtros.

El último, que será el que rodea el tubo, deberá satisfacer, además, las condiciones que se han indicado en relación con el ancho de las juntas o diámetro de los orificios de dichos tubos.

Para impedir cambios en la composición granulométrica o segregaciones del material filtro por movimiento de sus finos debe utilizarse material de coeficiente de uniformidad $\left(\frac{d_{60}}{d_{10}}\right)$ inferior a 20, cuidadosamente compactado.

CAPÍTULO III

COMPORTAMIENTO Y DETERIORO DE OBRAS DE DRENAJE

3.1.- INTERACCIÓN DRENAJE –MEDIOAMBIENTE

3.1.1.- INTERACCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE CON EL MEDIO

Las interacciones de las obras de drenaje con el medio se clasifican de la siguiente manera:

- Impactos por ocupación.
- Impactos producidos por la emisión de agentes contaminantes.
- Desarrollos urbanos e industriales.

1. Impactos por ocupación. Son originados por la simple localización de una actividad (industria, urbanización, vía de comunicación). Suelen ser de carácter irreversible y se manifiestan por la destrucción del suelo, de su potencialidad productiva, del recubrimiento vegetal y de las poblaciones animales localizadas en un entorno más o menos inmediato. También se modifican las pautas de drenaje interno y externo que tanto condicionan la estabilidad y evolución de los ecosistemas y por ende el equilibrio natural.

En el caso de las obras de drenaje, la simple ocupación del terreno, modifica el uso del suelo y destruye la capa vegetal en el espacio que éstas ocupan, a excepción por supuesto de la opción de la vegetación como controlador de erosión y drenaje.

2. Impactos producidos por la emisión de agentes contaminantes. Si la cantidad de agentes contaminantes que se incorpora al medio supera su capacidad de asimilación, se producen efectos en cadena sobre los ecosistemas existentes, efectos que pueden manifestarse a gran distancia del origen. Estos agentes (sólidos, líquidos y gaseosos) actúan a través del aire, agua de superficie, suelo y subsuelo (deposición de residuos sólidos o contaminación de los acuíferos subterráneos).

Estas emisiones en lo general se dispersan debido a que las obras se encuentran en espacios abiertos sin que afecten en gran medida al medio ambiente. En estos casos la

gran capacidad de autodepuración del aire contrarresta mediante dilución y dispersión los posibles efectos negativos de los contaminantes.

3. Los desarrollos urbanos e industriales. Crean un cuarto tipo de impactos que, en general, se manifiestan en espacios alejados del origen. Impactos que se producen como consecuencia de la extracción de recursos de la naturaleza, en cantidad que produzca el agotamiento parcial o total del sistema.

3.1.2.- IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

1. Criterios

Los criterios para establecer si un impacto es significativo, son fundamentalmente espacio - temporales.

Los impactos en este tipo de obras tienen generalmente carácter puntual o lineal, y afectan en términos relativos a poca superficie. Sin embargo, ello no implica en modo alguno que el fenómeno tenga escasa importancia, pues:

- Afecta a gran cantidad de población.
- Aunque las causas sean locales, los efectos pueden extenderse a grandes superficies, manifestarse en lugares muy alejados del origen o iniciar procesos en cadena difíciles de prever.
- Ciertas causas o usos productores de impacto se localizan selectivamente sobre los espacios más valiosos.

Los criterios de importancia y magnitud se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12. Criterios para Estimar la Importancia y Magnitud

Magnitud		Importancia	
Numero	Criterio	Numero	Criterio
1	Insignificante	1	Insignificante
2	Afecta localmente o a una distancia de 400 m	2	Tiene efecto reversible y a corto plazo
3	Afecta a una zona de 5 km	3	Tiene efecto reversible a mediano plazo
4	Afecta a más de 5 km a la redonda	4	Tiene efecto reversible a largo plazo
5	Afecta a toda la región	5	Tiene un efecto irreversible y permanente

Fuente: facultad de ingeniería civil (Universidad Veracruzana)

3.1.3.-IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE DRENAJE.

3.1.3.1.DESCRIPCIÓN DEL MEDIO CON POTENCIAL DE AFECTACIÓN

Dado que los impactos ambientales dependen de las características del medio afectado, se destacan las propiedades más importantes del medio con relación al proyecto. Los impactos ambientales causados por la construcción y operación de las obras de drenaje en caminos afectan principalmente 4 factores de la naturaleza:

- Suelo
- Agua
- Aire
- Vegetación
- Medio Socio Económico

1. Suelo

Una de los factores que más afecta al suelo es la fragilidad para construcción, operación y la erosión. La erosión (pérdida) del suelo la provocan principalmente factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación, además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica.

Debido a que las obras de drenaje en las carreteras canalizan el agua fuera de ellos, dichas aguas entran en contacto directo con el suelo causando riesgos de erosión.

La erosión es uno de los problemas de mayor consideración él y de mayor preocupación, que el ingeniero debe tomar en cuenta.

Los impactos sobre el suelo se clasificarán por efecto de las obras de drenaje y subdrenaje en los siguientes aspectos:

- Pérdidas de suelo vegetal.
- Incremento de la pedregosidad.
- Disminución de la capacidad de retención del agua.
- Modificación del valor del suelo.
- Salinización de los suelos.
- Alcalinización de los suelos.
- Riesgos de inundaciones.
- Modificación de los patrones de drenaje.

2. Agua

El agua será impactada fundamentalmente por acciones relacionadas con la construcción de carreteras, por:

- a) Descarga de sólidos suspendidos depositados sobre los cuerpos de agua.
- b) Descarga de compuestos inorgánicos (suelos con altos contenidos de sales).
- c) Descarga de nutrientes (suelos con compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio).
- d) Descarga de compuestos contaminantes como gasolina, aceite, ácidos, etc.

En general el agua puede ser afectada en sus propiedades fisicoquímicas por las descargas de los residuos sólidos generados en las diferentes etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y el abandono de los drenajes y subdrenajes; en particular las operaciones de desmonte, despalme, limpieza de terrenos y excavación, tienen un gran potencial para causar impactos sobre los cuerpos de agua.

3. Aire

El aire en general puede ser afectado por la operación de la maquinaria involucrada en las operaciones que se lleven a cabo para la construcción de los drenajes y subdrenajes, así como por las emisiones de los vehículos que circulen en las carreteras una vez que éstas se encuentren en operación. Aunque estos últimos no son atribuibles a las obras de drenaje sino más bien a la carretera misma.

4. Vegetación y deforestación

Las obras de drenaje por un lado contribuyen a la deforestación aunque ésta es marginal por realizarse dentro del derecho de vía, pero puede generar un efecto en cadena produciendo pérdidas de hábitat que repercuten finalmente en cuestiones de estabilidad, abundancia, diversidad, etc. tanto a nivel de especies como en comunidades y ecosistemas, los impactos estarán afectando los siguientes aspectos de estos factores ambientales:

- Estabilidad
- Abundancia
- Diversidad
- Rareza
- Representatividad
- Singularidad

5. Medio Socioeconómico

Los impactos al medio socioeconómico de las obras de drenaje pueden considerarse menores, puesto que los de mayor influencia están asociados a la carretera misma.

Estos pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Usos del territorio
- Salud y seguridad
- Empleo
- Servicios e infraestructura
- Paisajes
- Espacios abiertos
- Parques y reservas

A pesar de que en la mayoría de los casos los terrenos aledaños a los caminos no son de uso comercial o turístico, estos forman parte del paisaje de cada lugar. Estos crean una imagen de que es el reflejo de las personas que viven en esa zona.

3.2.-IMPORTANCIA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y LA LOCALIZACIÓN DE LA CARRETERA

3.2.1. LA IMPORTANCIA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE.

Dentro de las obras más interesantes y que presentan un reto para el ingeniero civil está la del trazo y elaboración de sistemas carreteros. Desde su diseño hasta su elaboración, una carretera presenta un sinnúmero de elementos estructurales, uno de los cuales son las obras de drenaje. Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de una carretera, provocada por el agua o la humedad. Dentro de los muchos factores que determinan la importancia de la obras de drenaje en una carretera se puede mencionar que dichas obras son una de las herramientas y estructuras más importantes que influyen directamente en la duración de la carretera, autopista u otra vía terrestre de comunicación.

Un mal funcionamiento de una carretera, debido a cualquier falla en su estructura, provoca una pérdida muy elevada en la economía. "Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimientos de material encarecen el costo de la conservación y a veces interrumpen el tránsito, ocasionando por lo tanto, un desequilibrio económico". La experiencia de los ingenieros a través de los años, ha demostrado que un mal funcionamiento del drenaje y subdrenaje provoca distintos factores que afectan la vida útil de las carreteras.

El ingeniero al proyectar un drenaje superficial o subterráneo debe tener, además de los conocimientos de carácter general que tiene todo ingeniero, conocimientos especiales y experiencia en carreteras, debido a la gran importancia de las obras de drenaje. Estos conocimientos especiales son los siguientes:

- Amplio Conocimiento en Hidráulica.
- Conocimientos en Mecánica de Suelos.
- Conocimientos Estructurales.

- Conocimientos en Economía.

El diseño y construcción de un buen drenaje superficial y subterráneo, permite tener una visión clara de lograr una carretera en pocas palabras ideal, es decir de un régimen hidráulico tranquilo de terreno seco y de un nivel de aguas subterráneas que no alcance a perjudicar por capilaridad el suelo y el revestimiento en la superficie de rodamiento.

3.2.2. LOCALIZACIÓN DE LAS CARRETERAS

Cuando se desea establecer la localización del drenaje ya sea superficial o subterráneo en las carreteras o en cualquier otra vía de comunicación terrestre en cuestión, un factor de gran importancia es donde esté ubicada dicha obra. La localización de una vía terrestre de comunicación se basa en diferentes factores físicos de construcción, así como de factores hidráulicos que prevalezcan en el lugar. Dichos factores son los que determinan las dimensiones de las obras de drenaje a realizarse.

A continuación se mencionan algunos de los casos típicos de localización que se pueden presentar al construir una carretera:

- **Camino localizado en Parteaguas:** En este caso, solo se necesitan construir obras de alivio que eliminen el poco flujo de agua que se pueda estancar.
- **Camino localizado en laderas:** Se considera como un caso de drenaje de fácil solución, ya que las áreas a drenar son pequeñas con algunas crestas bien definidas y fáciles de controlar. El cuidado que se debe de tener es el de proyectar obras de protección en laderas y cortes para así evitar deslaves.
- **Camino localizado en lomerío:** Para este caso es muy conveniente tener cuidado, ya que no son fáciles de apreciar las cuencas drenadas, y podría llevar a una mala estimación del drenaje, aun cuando las obras de cruce son fáciles de identificar.
- **Camino localizado en terreno plano:** Tomando en cuenta que los casos anteriores presentan poca dificultad para establecer el drenaje, en este caso el estudio del drenaje es complicado. En este tipo de localización, no se sabe con

precisión las áreas concretas a drenar, se requiere un estudio a conciencia para poder establecer un drenaje que satisfaga las condiciones del terreno. Dentro de este caso se pueden considerar varias clases de terreno plano:

- a) Terreno seco y alto.
- b) Terreno bajo e inundable.
- c) Terreno plano en los márgenes de los ríos.

Se puede tener en una carretera el drenaje más perfecto, pero si su colocación no es la adecuada, su funcionamiento no será el que se requiere, mucho depende de su diseño y su colocación a lo largo de la carretera.

3.3. CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE DRENAJE.

Para llevar a cabo lo anteriormente mencionado, se utilizan diferentes tipos de obras de drenaje como lo son las obras de drenaje superficial y subterráneo. Se conocen como obras de drenaje y subdrenaje las siguientes:

- Cunetas
- Contracunetas
- Bombeo
- Vado
- Tubos y Tubos Perforados
- Puentes y Alcantarillas
- Lavaderos
- Bajadas
- Bermas
- Bordillos
- Vegetación

Las obras de drenaje superficial se construyen sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, protección, y cruce. Algunas de las obras mencionadas cumplen con varias funciones al mismo tiempo. Dentro de las obras de drenaje superficial podemos encontrar algunas de las más espectaculares como son los puentes.

3.4.- METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE

3.4.1.-INTRODUCCIÓN

Las estructuras hidráulicas son herramientas fundamentales para el efectivo control y manejo del agua en una vía, por tal razón la construcción y mantenimiento de estas obras dependerán en gran parte la vida útil de una carretera.

El diagnóstico del estado de las obras de drenaje mediante el uso del método colombiano, nos permitirá conocer las condiciones actuales de la estructura que se está inspeccionado y determinará las actividades correspondientes de mantenimiento para evitar el deterioro parcial o total de la obra de drenaje, que será necesario reparar o restituir inmediatamente. Por tal razón, las actividades de mantenimiento se hacen indispensables para un buen desempeño y funcionamiento de estas y, por ende, alargar su vida útil, a fin de que permanezcan por un mayor tiempo en iguales o similares condiciones de cuando fueron construidas o rehabilitadas.

En este capítulo se muestran los daños más comunes encontrados en obras de drenaje longitudinal y transversal, así como las actividades de mantenimiento rutinario y periódico necesarias para la protección y conservación de una vía.

3.4.2.-COMPONENTES DE OBRAS DE DRENAJE

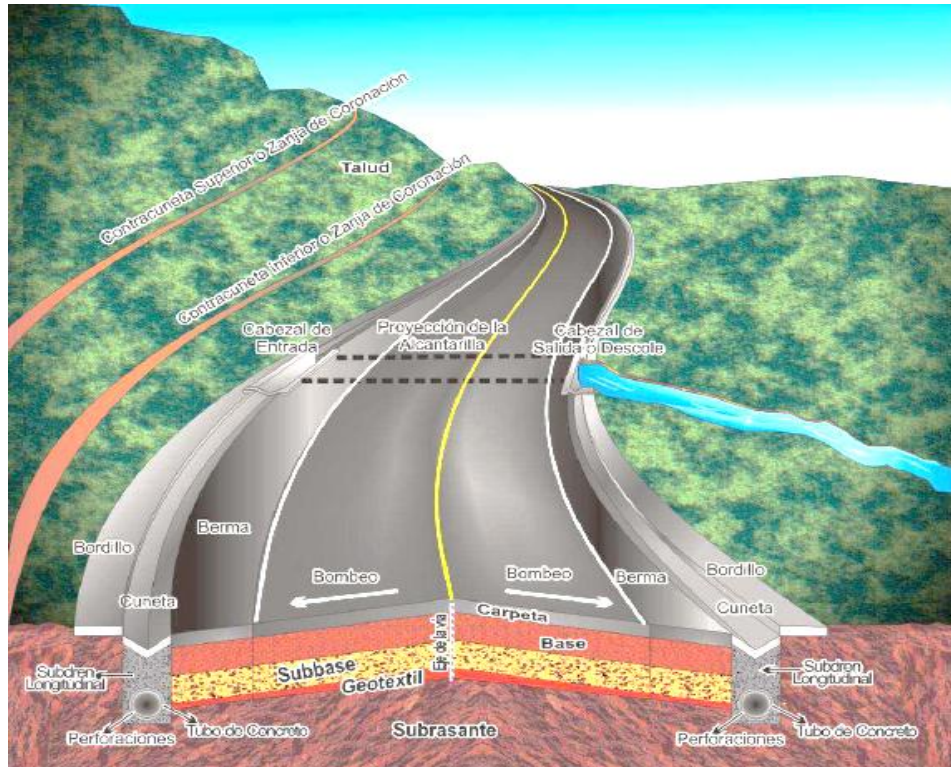
Las obras de drenaje son elementos estructurales cuyo objetivo principal es evacuar el agua acumulada por efecto de las precipitaciones y de la esorrentía a otras fuentes que ocasionen daños en los diferentes elementos que componen una vía. Las dos funciones principales de las estructuras de drenaje son:

Control: Colectar y manejar el agua para propósitos que beneficien al hombre.

Protección: Defender los intereses del hombre contra los ataques del agua.

Las estructuras de drenaje vial que trabajan directamente sobre la carretera se consideran longitudinales (cunetas, canales o bordillos), transversales (alcantarillas) y el mismo bombeo de la superficie de la vía, según la posición que estas guarden con respecto a la vía. Las obras para el control de erosión de taludes conducen las aguas a zonas seguras donde no se afecte la estabilidad de los taludes. En estas obras se encuentran las zanjas de coronación o cuneta, los canales colectores y los disipadores de energía.

Figura 15. Sistema de drenaje en una vía



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

3.4.2.1.- DRENAJE LONGITUDINAL

Por medio del drenaje longitudinal y el bombeo se captan las aguas superficiales, y así se mejoran las condiciones de accesibilidad y seguridad de esta. Entre las estructuras relevantes de este tipo tenemos las cunetas y los bordillos. Las funciones principales de una cuneta son:

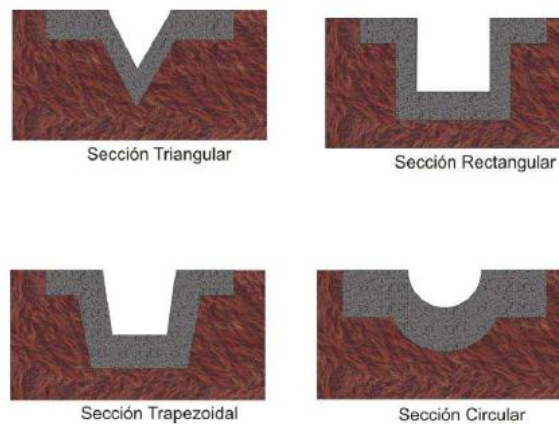
- Recoger las aguas de escorrentías procedentes de la calzada, para evitar encharcamientos en la vía, que disminuyen su nivel de servicio y que pueden causar problemas por infiltración a las capas subyacentes.
- Recoger las aguas de escorrentías procedentes de los taludes de corte y laderas adyacentes.

Las secciones típicas de cunetas que se pueden encontrar en campo se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 13. Secciones de cunetas

SECCIÓN DE CUNETA	CONVENCIÓN
Triangular	TRI
Rectangular	REC
Trapezoidal	TRA
Circular	CIR

Figura 16. Se muestran las secciones típicas de cunetas.



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Otra estructura importante en las obras de drenaje son los bordillos, que sirven como bordes que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes y que evitan erosiones en los taludes y la saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la vía.

3.4.2.2.-DRENAJE TRANSVERSAL

Los sistemas de drenaje transversal están constituidos por elementos que transportan el agua y cruzan el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo. Entre estos se encuentran las alcantarillas.

Las alcantarillas son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentías y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. La finalidad de este tipo de drenaje es permitir el paso transversal del agua que cruza el eje de la vía, para

que perturbe lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural, sin excesivas sobre elevaciones del nivel del agua, que provoquen el estancamiento aguas arriba o aumentos de la velocidad, que pueden inducir erosiones aguas abajo. Todo lo anterior permite el desagüe normal de las corrientes de agua interrumpidas por la infraestructura.

Existen alcantarillas en concreto simple, reforzado o metálico y de diferentes secciones; circular, cuadrada, rectangular y abovedadas. Las partes principales de una alcantarilla son: Aletas, muro cabezal o cabezote y tubería.

Figura 17. Partes de una alcantarilla

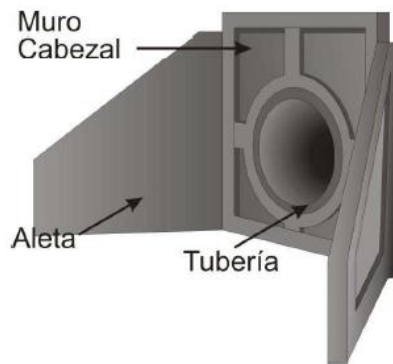
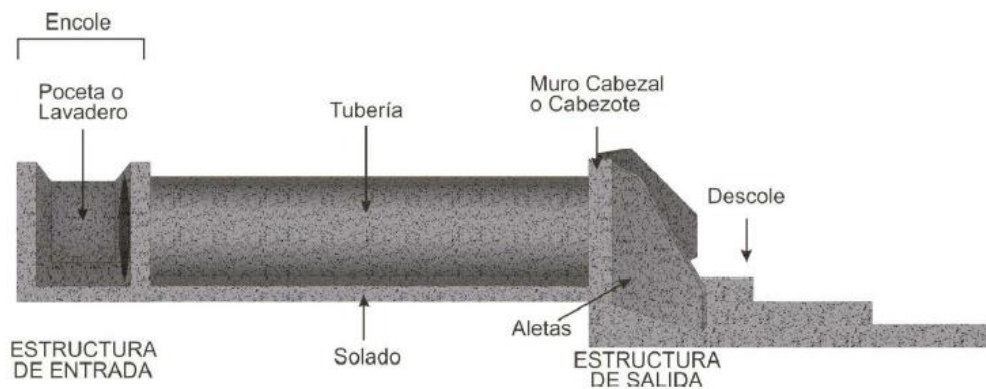


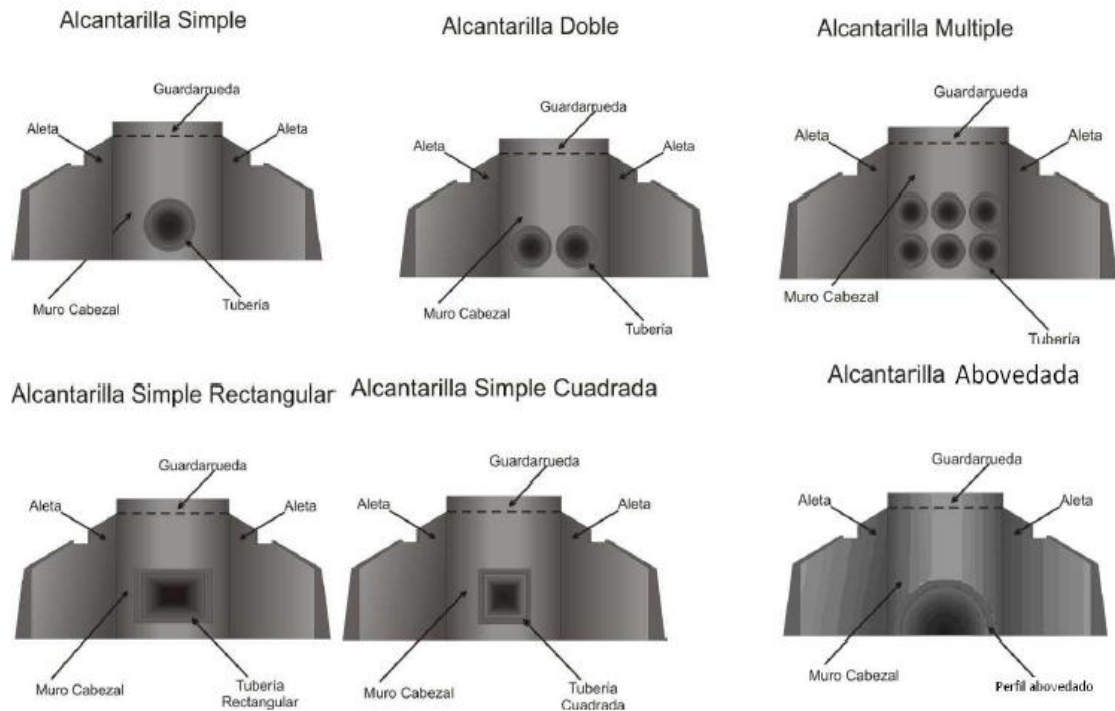
Figura 18. Partes principales de una alcantarilla con poceta.



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Estas alcantarillas son de tipo simple, doble o múltiple, dependiendo de los números de ductos.

Figura 19. Tipos de alcantarillas



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

3.5.- MATRIZ DE DIAGNÓSTICO-ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Mediante la “Matriz de diagnóstico-actividades de mantenimiento” se pretende relacionar los daños descritos, con su respectiva acción de mantenimiento, y así facilitar el uso práctico del presente documento. La matriz cuenta con cinco columnas que describen el daño y los criterios de reparación para cada uno de estos. A continuación se describen cada una de las columnas:

Estructura: Esta columna está dividida en drenaje longitudinal y transversal. Se refiere al tipo de estructura al que se realizará el diagnóstico y, por ende, el mantenimiento.

Daño: Corresponde al nombre del daño.

Descripción: En esta columna se realiza una descripción del daño, nombrado en la columna “daño”.

Criterios de reparación: Corresponde al nombre de la actividad de mantenimiento correctiva del daño en estudio.

Código de ficha de mantenimiento: Corresponde al código asignado de mantenimiento según el deterioro.

A continuación se presenta la “Matriz de diagnóstico-mantenimiento” del presente capítulo, para el mantenimiento de la red vial (pavimentada y en afirmado).

Tabla 14. Diagnostico – Mantenimiento, de una carretera.

ESTRUCTURA	DAÑO	DESCRIPCIÓN	REPARACIÓN	CÓDIGO DE FICHA DE MANTENIMIENTO
DRENAJE LONGITUDINAL	Escalonamiento	Desnivel de dos módulos de concreto separados por una junta transversal o desnivel de la junta entre la cuneta y el pavimento.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03
	Grieta	Rotura longitudinal o transversal presente en la cuneta. Es el resultado de esfuerzos que actúan en el concreto.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-3
	Desgastes	Deterioro de la superficie de la cuneta; se evidencia la pérdida de material y presencia de agregados pulidos en la superficie. En algunos casos hay pérdida de agregados superficiales. Es muy común encontrar este tipo de daños en sectores con curvas horizontales, debido a la concentración de esfuerzos por el tránsito de los vehículos o mala calidad del concreto.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-3
	Desportillamiento de cuneta	Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de una junta transversal o una grieta, con pérdida de trozos y que pueden afectar hasta unos 5 cm dentro de la cuneta.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-3

DRENAJE LONGITUDINAL	Fracturamiento de cuentas	En este daño se presenta agrietamientos en bloques mayores a 0.30 m X 0.30 m. se considera que hay fracturamiento cuando se presenta más de dos bloques en un módulo; de lo contrario se deberá reportar como grietas.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos.	DR-03
	Separación de la cuneta	Consiste en el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta	Reparación de cunetas revestidas y bordillos.	DR- 03
	Obstrucción de cuneta	Consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento de agua.	Limpieza a mano de cunetas revestidas, limpieza y reconfiguración de cunetas no revestidas.	DR-01/DR - 02
	Obstrucción de disipadores, zanjás de coronación y canales.	Consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento de agua, en disipadores, zanjás de coronación y canales	Limpieza de zanjás de coronación, limpieza de canales y aliviaderos, limpieza de disipadores de energía,	DR – 04/ DR-07 DR- 09
DRENAJE TRANSVERSAL	Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos.	Rotura longitudinal o transversal presente en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos en estructuras de drenaje transversal. Estos tipos de daños afectan la estabilidad y funcionalidad de la estructura.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas. Reparación de canales y aliviaderos a mano.	DP-02/ DR-08

DRENAJE TRANSVERSAL	Grietas en tubería principal	Rotura presente en una tubería principal. Este tipo de daños es común en las alcantarillas.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DP-02
	Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas.	Rotura presente en la unión entre el cabezal y las aletas. Este tipo de daños afectan tanto a la estabilidad como a la funcionalidad de la estructura.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DP - 02
	Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.	Consiste en la desintegración total o parcial de la tubería. Este tipo de daño afecta a la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, porque ocasiona infiltraciones del agua al terreno.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas, reemplazo de tuberías.	DP -02 / DP- 03
	Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	Rotura presente en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DP - 02
	Separación de secciones de tubería.	Es la separación de las secciones de la tubería que ocasionan inestabilidad del terreno y de la banca de la vía, debido a la infiltración de agua provocada por dicho daño.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DO - 02
	Hundimiento o aplastamiento	Consiste en el hundimiento o aplastamiento de las secciones de la tubería.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas, reemplazo de tuberías.	DP – 02 DP - 03

DRENAJE TRANSVERSAL	Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería.	Consiste en la exposición del acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería; se genera corrosión que reduce la vida útil de la estructura, hasta llegar a generar su colapso.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas, y/o reparación de cabezales.	DP - 02 DR - 11
	Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal.	Consiste en la socavación de las estructuras, provocando en la mayoría de los casos el colapso.	Reparación de aletas, solado y/o muro cabezal expuesto ala socavación.	DR - 12
	Deterioro y pérdida del mortero de pega en las uniones	Es la pérdida del mortero o deterioro de este en las uniones de la tubería.	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DP - 02
	Obstrucción de alcantarilla.	Consiste en la acumulación de materiales de construcción, basuras, sedimentos entre otros que obstruyen el paso libre de agua y que ocasionan estancamiento; por ende, se afecta el buen funcionamiento de la estructura.	Limpieza de alcantarillas, bóvedas y cajas.	DR - 06

Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

3.6.-DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

De un correcto diagnóstico de las obras de drenaje dependerán en gran parte el estado de éstas, ya que nos dará un criterio de evaluación de los daños presentes, para así realizar los mantenimientos oportunos y necesarios para la estabilidad y funcionamiento de estas, sin llegar a afectar ningún elemento de la vía.

Para llevar a cabo lo citado, en este capítulo se describen los daños más frecuentes en las obras de drenaje longitudinal y transversal presentes en la vía. Se describe el daño, sus posibles causas, el nivel de severidad, su medición respecto al área afectada y la intervención recomendada para cada uno de los niveles de severidad y de esta forma poder detectarlos durante la inspección vial.

A continuación, se muestra el diagnóstico de daños de obras de drenajes, subdividido en dos grupos, drenaje longitudinal y transversal.

3.6.1.- DRENAJE LONGITUDINAL

Los deterioros encontrados en los drenajes longitudinales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Deterioros en drenajes longitudinales

TIPO DE DAÑO	CÓDIGO
Escalonamiento	ES
Grieta	GR
Desgastes	DS
Desportillamiento de cuneta	DE
Fracturamiento de la cuneta	FR
Separación de la cuenta	SE
Obstrucción de la cuneta	OB
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	OBS

Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

1. DAÑO: Escalonamiento (ES).

1.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Desnivel entre dos módulos de concreto separados por una junta transversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento.

Figura 20. Escalonamiento



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

1.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Asentamiento diferencial de la subrasante.
- Defectos constructivos.
- Filtración de agua, entre junta o grieta del pavimento con la cuneta.
- Raíces de árboles.
- Cargas del tránsito aplicadas en forma lenta o rápida (las cunetas no se diseñan para soportar cargas).

1.3. NIVEL DE SEVERIDAD

La severidad se determina de acuerdo con la separación entre las superficies de los módulos de la cuneta:

- Baja: Escalonamiento menor a 6mm.
- Media: Escalonamiento entre 6 mm y 25mm.
- Alta: Escalonamiento mayor a 25mm.

1.4. MEDICIÓN

Longitud de cuneta afectada en metros (m).

1.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Baja: No se repara.
- Media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

2. DAÑO: Grieta (GR).

2.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura longitudinal o transversal presente en la cuneta. Es el resultado de esfuerzos que actúan en el concreto.

Figura 21. Grieta en la cuneta



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

2.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Defectos constructivos.
- Cargas del tránsito aplicadas en forma lenta o rápida (las cunetas, en general, nose diseñan para soportar cargas).
- Calidad de los materiales utilizados en la construcción de la cuneta.
- Movimiento del terreno.

2.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se define de acuerdo con la abertura de la grieta.

- Bajo: Abertura menor a 3 mm o fisuras selladas que no permiten la infiltración de agua fácilmente.

- Medio: Abertura entre 3 mm y 10 mm. Generalmente se observa la presencia granular tipo arena y alguna presencia de vegetación.
- Alto: Abertura mayor a 10 mm. Se observa un potencial de infiltración importante con material granular y presencia o no de vegetación.

2.4. MEDICIÓN

Longitud de grieta en metros (m). Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

2.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

3. DAÑO: Desgaste (DS).

3.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Deterioro de la superficie de la cuneta. Se evidencia la pérdida de material y presencia de los agregados pulidos en la superficie. En algunos casos hay pérdida de agregados superficiales. Es muy común encontrar este tipo de daños en sectores con curvas horizontales por el cambio de dirección o por mala calidad del concreto.

Figura 22. Desgaste



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

3.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Altas velocidades de flujo.
- Mala calidad de los materiales.
- Acción del tránsito.
- Agentes abrasivos y/o erosivos del ambiente.

3.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Pérdida del recubrimiento del agregado pétreo que ha comenzado a desgastarse, pero no de manera significativa.
- Medio: La superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas; sin embargo, no se observa una socavación significativa.
- Alto: La superficie está muy rugosa y presenta pérdida de partículas, puede presentarse una socavación que genera un canal más pequeño por donde pasa el flujo.

3.4. MEDICIÓN

Área afectada en metros cuadrados (m²), y el número de secciones de cuneta afectada.

Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

3.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

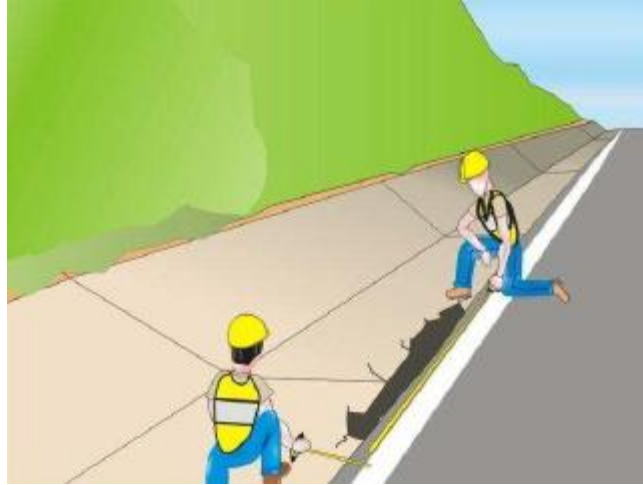
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03) en las secciones afectadas.

4. DAÑO: Desportillamiento de cuneta (DE).

4.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de las juntas longitudinales o transversales de la cuneta, con pérdida de trozos que pueden afectar parte de su espesor.

Figura 23. Desportillamiento de una cuneta



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

4.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Pérdida de adherencia en los bordes de la cuneta.
- Mal terminado.
- Baja calidad de los materiales.
- Cargas del tránsito.

4.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se mide de acuerdo con la distancia entre la junta y el borde externo del desportillamiento, tal como se indica a continuación:

- Bajo: Distancia menor a 5 cm.
- Media: Distancia entre 5 cm y 15 cm.
- Alta: Distancia mayor a 15 cm.

4.4. MEDICIÓN

Área afectada en metros cuadrados (m²), y el número de secciones de cuneta que presentan daño.

4.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03) en las secciones afectadas.

5. DAÑO: Fracturamiento de la cuneta (FR).

5.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

En este daño se presenta agrietamiento en bloques mayores a 0,30 m x 0,30 m. Se considera que hay fracturamiento cuando se presentan más de dos bloques en un módulo; de lo contrario se deberá reportar como grieta.

Figura 24. Fracturamiento de la cuneta



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

5.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Expansión del concreto.
- Realce de árboles.
- Mala calidad de los materiales.
- Cargas del tránsito.

5.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta; sin embargo no hay desplazamiento ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva de agua.
- Medio: Existen de dos a cuatro bloques que presentan una separación entre 3 mm y 10 mm con algún desplazamiento y sin hundimiento.
- Alto: Existen más de cuatro bloques que presentan separaciones entre sí, mayores a 10mm. Adicionalmente, hay desplazamientos y hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto y no hay continuidad de la cuneta.

5.4. MEDICIÓN

Área afectada en metros cuadrado (m²), y el número de módulos de cuneta fallados; adicionalmente deberá indicarse si hay pérdida de concreto, indicando el área faltante. Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

5.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

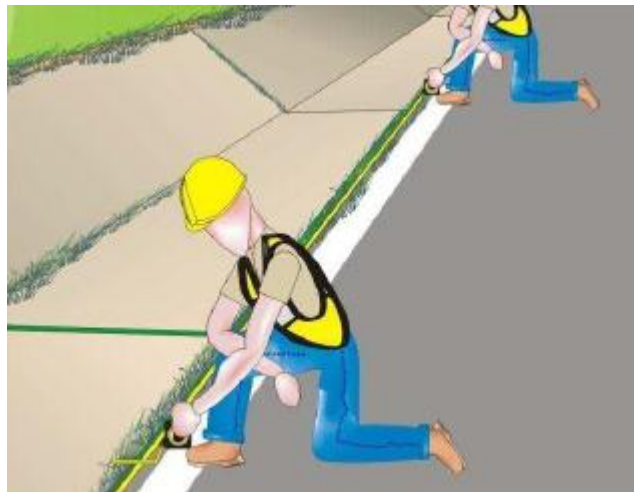
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

6. DAÑO: Separación de la cuneta (SE)

6.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta.

Figura 25. Separación de la cuneta



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

6.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Asentamiento del soporte de la cuneta.
- Succión de los árboles.
- Mala calidad de la construcción.

6.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la separación de cuneta con la calzada o la berma. Así:

- Bajo: Separación menor a 3 mm.
- Media: Separación entre 3 mm y 10mm.
- Alta: Separación mayor a 10mm.

6.4. MEDICIÓN

Longitud en metros de cuneta afectada (m), así como el número de secciones involucradas. Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

6.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

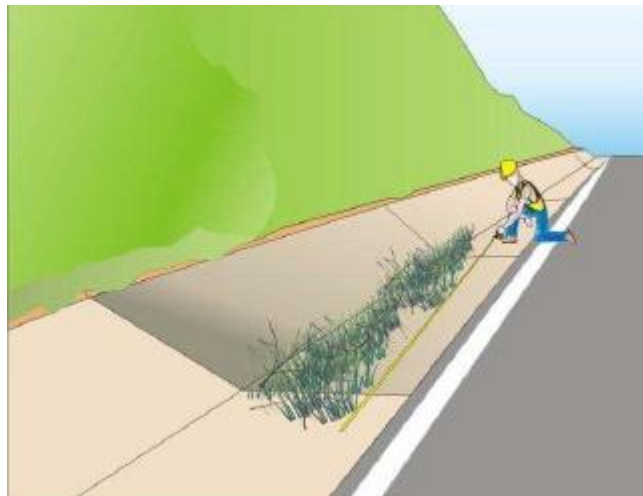
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

7. DAÑO: Obstrucción de cuneta (OB).

7.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en el depósito de sedimentos que genera un estancamiento de agua.

Figura 26. Obstrucción de cuneta



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

7.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Baja velocidad del flujo de agua, que condiciona el depósito de basuras y/o materiales extraños.
- Depósito de materiales provenientes de taludes adyacentes a la cuneta.
- Falta de limpieza de la cuneta.

- Rugosidad de la superficie de la cuneta, que permite la acumulación de sedimentos.
- Mala calidad de la construcción.

7.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Menos del 2% de la sección se encuentra con material transportado, como el que proviene de taludes adyacentes.
- Medio: La cuneta se encuentra obstruida entre el 2% y el 30% de su sección transversal.
- Alto: La cuneta presenta obstrucción en más del 30% de su sección transversal.

7.4. MEDICIÓN

Longitud en metros de cuneta afectada (m), así como el número de secciones involucradas.

7.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: No se limpia.
- Severidad media y alta: Limpieza a mano de cunetas revestidas (DR-01), y en el caso de ser no revestida, las cunetas no revestidas se reconforman a mano (DR 02).

8. DAÑO: Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales (OBS).

8.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en el depósito de sedimentos, lo cual genera un estancamiento de agua, en disipadores, zanjas de coronación y canales.

Figura 27. Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

8.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Baja velocidad del flujo de agua, la cual condiciona el depósito de basuras y/o de materiales extraños.
- Depósito de materiales provenientes de taludes adyacentes a la estructura.
- Falta de limpieza.
- Rugosidad de la superficie de la estructura, lo que permite la acumulación de sedimentos.

8.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Menos del 2% de la sección se encuentra con material transportado, como el que proviene de taludes adyacentes o basuras.
- Medio: La cuneta se encuentra obstruida entre el 2% y el 30% de su sección transversal.
- Alto: la cuneta presenta obstrucción en más del 30% de su sección transversal.

8.4. MEDICIÓN

Longitud en metros de la estructura afectada (m), así como el número de módulos involucrados.

8.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: No se limpia.

- Severidad media y alta: Limpieza de zanjas de coronación (DR-04), limpieza de canales y aliviaderos a mano (DR-07) y limpieza de disipadores de energía (DR- 09).

3.6.2.- DRENAJE TRANSVERSAL

Los deterioros encontrados en los drenajes transversales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16. Deterioros en drenajes transversales

TIPO DE DAÑO	CÓDIGO
Grietas en las aletas, el muro cabezal y los muros de pocetas o lavaderos	GAM
Grietas en la tubería principal	GTP
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	GV
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.	FT
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	GRI
Separación de secciones de tubería.	ST
Hundimiento o aplastamiento.	HU
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería.	EA
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	SO
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones.	DP
Obstrucción de alcantarilla.	OA

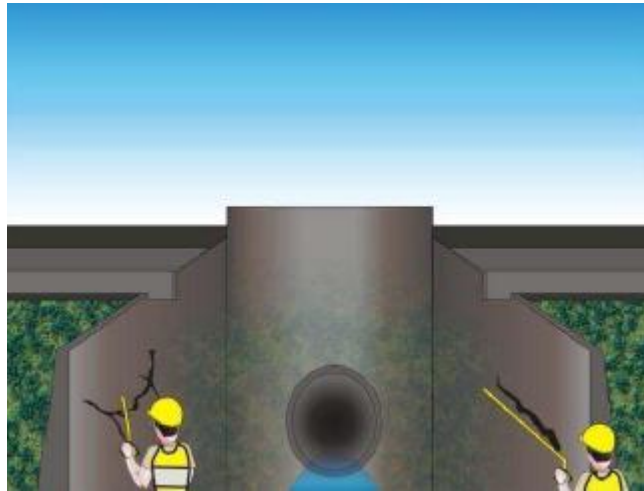
Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

1. DAÑO: Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos (GAM).

1.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura longitudinal o transversal presente en las aletas, el muro cabezal y los muros de pocetas o lavaderos en una estructura de drenaje transversal. Estos tipos de daños afectan la estabilidad y funcionalidad de la estructura.

Figura 28. Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

1.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Inestabilidad del terreno.
- Mala calidad de los materiales.
- Ausencia de drenaje.

1.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se define de acuerdo con la abertura de la grieta:

- Bajo: Abertura menor a 3 mm o fisuras selladas.
- Medio: Abertura entre 3 mm y 10 mm. Se observa la presencia granular tipo arena y/o presencia de vegetación.
- Alto: Abertura mayor a 10 mm. Se observa una presencia importante de material granular y presencia o no de vegetación.

1.4. MEDICIÓN

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

1.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

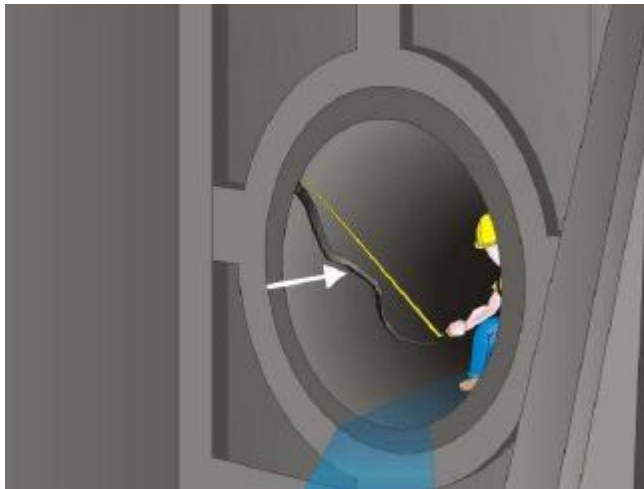
- Reparación menor de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02) y reparación menor de canales y aliviaderos a mano (DR-08).

2. DAÑO: Grietas en tubería principal (GTP).

2.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura presente en una tubería principal.

Figura 29. Grietas en una tubería principal



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

2.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Profundidad inadecuada de la alcantarilla.
- Asentamiento por deficiencia en la compactación.
- Mala calidad en la construcción o de la tubería.
- Mala calidad de construcción o mala calidad de los tubos.

2.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la abertura de la grieta en:

- Bajo: Abertura menor a 10 mm.

- Medio: Abertura entre 10 mm y 25 mm.
- Alto: Abertura mayor a 25 mm.

2.4. MEDICIÓN

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

2.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

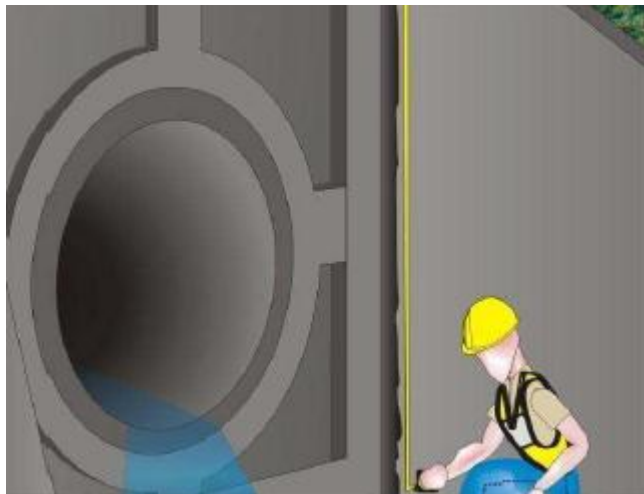
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

3. DAÑO: Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas (GV).

3.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura presente en la unión entre el cabezal y las aletas. Este tipo de daños afecta tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.

Figura 30. Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

3.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Profundidad inadecuada de la alcantarilla.
- Asentamiento por deficiencia en compactación.
- Cimentación inadecuada.

3.3. NIVEL DE SEVERIDAD

La severidad va de acuerdo con la abertura de la grieta.

- Bajo: Abertura menor a 10 mm.
- Medio: Abertura entre 10 mm y 25 mm.
- Alto: Abertura mayor a 25 mm.

3.4. MEDICIÓN

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

3.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

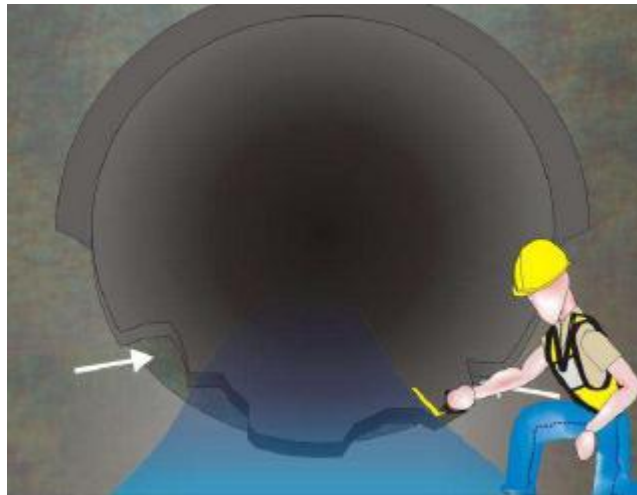
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

4. DAÑO: Fractura con pérdida total o parcial de la tubería (FT).

4.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en la desintegración total o parcial de la tubería. Este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, porque ocasiona infiltraciones del agua al terreno do suelo de fundación generando asentamientos.

Figura 31. Fractura con pérdida total o parcial de la tubería



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

4.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Calidad del concreto.
- Ataques de sulfatos.
- Golpes por elementos extraños.
- Profundidad inadecuada de la alcantarilla.

4.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Cuando se afecta menos de 0,1 m de longitud.
- Alto: Tuvo completamente aplastado.

4.4. MEDICIÓN

Se debe registrar el número y longitud en metros (m) de los tubos afectados.

4.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).
- Severidad alta: Reemplazo de la tubería (DP-03).

5. DAÑO: Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI).

5.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Rotura presente en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.

Figura 32. Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

5.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Inestabilidad del terreno.
- Infiltraciones.

5.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Cuando se afecta menos de 0,1 m de longitud.
- Alto: Cuando se afecta más de 0,1 m de longitud.

5.4. MEDICIÓN

Se debe indicar el área afectada en metros cuadrados (m²); en caso de daño parcial de la estructura, se debe registrar qué porcentaje está afectado. En caso de presentarse grietas o fracturamientos muy pequeños (longitud de grieta <0,10 m), se registra la longitud, el ancho y la profundidad en metros.

5.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

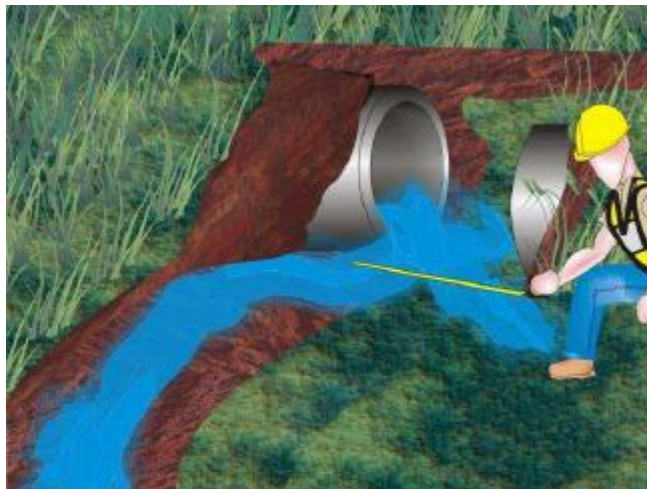
- Severidad baja: no se repara.
- Severidad alta: reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

6. DAÑO: Separación de secciones de tubería (ST).

6.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Es la separación de las secciones de la tubería, que ocasionan inestabilidad del terreno y de la banca de la vía, debido a la infiltración de agua provocada por dicho daño.

Figura 33. Separación de secciones de una tubería



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

6.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Mala calidad de la compactación del terreno.
- Movimientos del terreno.
- Mala calidad en la ejecución de la pega de los tubos.

6.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la separación entre las tuberías en:

- Bajo: Separación menor a 10 mm de apertura de las tuberías.
- Media: Separación entre 10 mm y 25 mm de apertura de las tuberías.
- Alto: Separación mayor a 25 mm.

6.4. MEDICIÓN

Se debe indicar el número de tubos separados y la distancia de separación entre estos, en metros (m).

6.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

7. DAÑO: Hundimiento o aplastamiento (HU).

7.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en el hundimiento o aplastamiento de las secciones de la tubería.

Figura 34. Hundimiento o aplastamiento de una tubería



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

7.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

Este daño generalmente está asociado a asentamientos o hundimientos de la rasante o superficie del terreno.

- Insuficiente profundidad de la tubería para soportar las cargas.
- Mala calidad de la tubería.
- Mala calidad en la construcción.

7.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se define de acuerdo con el desplazamiento vertical de la tubería en:

- Bajo: Desplazamiento vertical menor a 10 mm.
- Medio: Desplazamiento vertical entre 10 y 25 mm.
- Alto: Desplazamiento vertical mayor a 25 mm o aplastamiento.

7.4. MEDICIÓN

Se debe indicar el número de tubos afectados y la longitud en metros (m) de la tubería afectada.

7.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

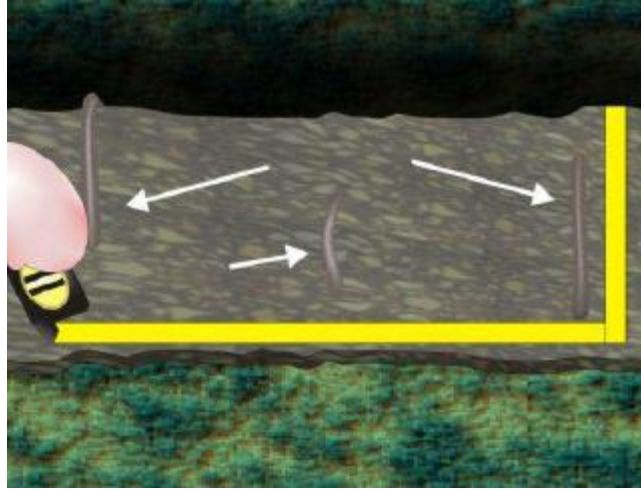
- Severidad baja y media: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).
- Severidad alta: Reemplazo de la tubería (DP-03).

8. DAÑO: Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería (EA).

8.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en la exposición del acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería cuando están armadas con acero. Esto genera corrosión que reduce la vida útil de la estructura, hasta llegar a generar su colapso.

Figura 35. Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

8.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Deficiencias de materiales de recubrimiento.
- Desgaste del concreto.
- Mala colocación del acero; se incumplen los revestimientos.

8.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Este nivel de severidad se considera siempre alto: se visualiza el acero.

8.4. MEDICIÓN

Área afectada en metros cuadrados (m²).

8.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

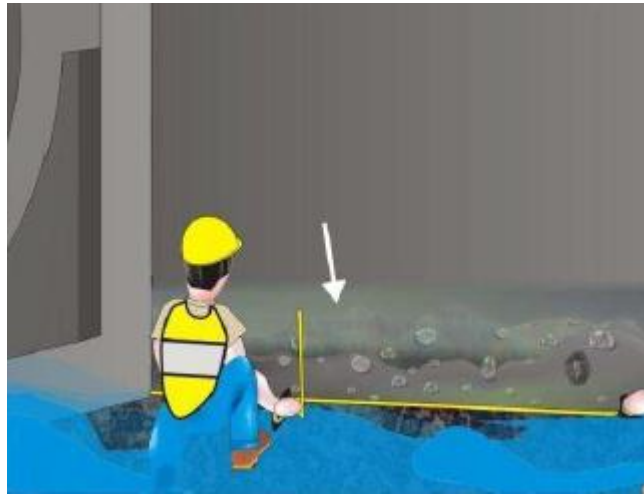
Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02) y/o reparación de cabezales (DR-11).

9. DAÑO: Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, o muro cabezal (SO).

9.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en la socavación sobre las estructuras, lo que en la mayoría de los casos provoca el colapso.

Figura 36. Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, o muro cabezal.



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

9.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Altas velocidades de flujo.
- Mala calidad de los materiales.
- Agentes erosivos del ambiente.

9.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Bajo: Volumen afectado inferior a 0,2 m³.
- Medio: Volumen afectado entre 0,2 m³ y 0,5 m³.
- Alto: Volumen afectado mayor a 0,5 m³.

9.4. MEDICIÓN

Área afectada en metros cúbicos (m³).

9.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

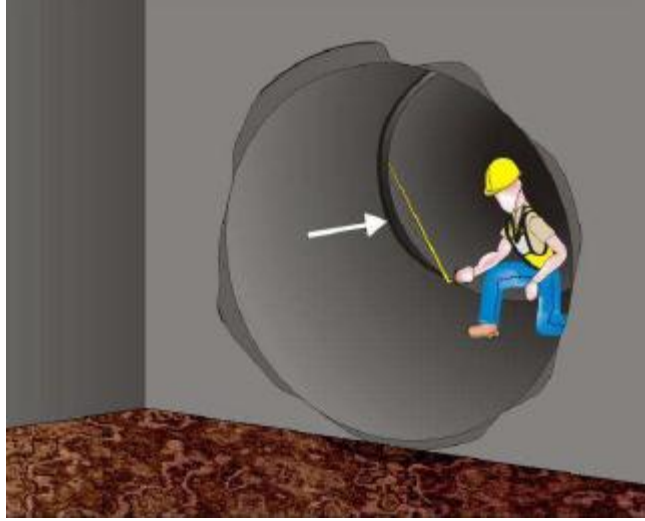
- Severidad baja: No se repara.
- Severidad media y alta: Reparación de aletas, solado y/o muro cabezal expuestas a la socavación (DR-12).

10. DAÑO: Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones (DP).

10.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Es la pérdida o deterioro del mortero en las uniones de la tubería.

Figura 37. Deterioro y pérdida del mortero de pega en las uniones.



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

10.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Mala calidad de los materiales del mortero.
- Filtraciones de agua.
- Mala colocación del mortero.

10.3. NIVEL DE SEVERIDAD

- Este daño se considera cuando hay desprendimiento del mortero de pega.

10.4. MEDICIÓN

Debe registrarse el número de uniones que presentan la pérdida de mortero de pega y la longitud total de tubería afectada.

10.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

11. DAÑO: Obstrucción de alcantarilla (OA).

11.1. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO

Consiste en la acumulación de materiales de construcción, basuras, sedimentos, entre otros, que obstruyen el paso libre del agua, lo que ocasiona estancamiento; por ende, afecta el buen funcionamiento de la alcantarilla.

Figura 38. Obstrucción de alcantarilla



Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

11.2. POSIBLES CAUSAS DEL DETERIORO

- Pendiente insuficiente de la alcantarilla, lo que ocasiona baja velocidad del flujo de agua y, por lo tanto, el depósito de basuras y/o materiales extraños.
- Periodicidad inadecuada en la limpieza de la alcantarilla.
- Rugosidad de la superficie de la alcantarilla, lo cual permite la acumulación de sedimentos.

11.3. NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad se define de acuerdo con el porcentaje de tubo obstruido con respecto a su diámetro:

- Baja: Menos del 10% de tubo obstruido.
- Media: La alcantarilla se encuentra obstruida entre el 10% y el 30%.
- Alta: La alcantarilla presenta obstrucción en más del 30%.

11.4. MEDICIÓN

Debe registrarse la longitud en metros (m) de la alcantarilla obstruida, y su severidad.

11.5. INTERVENCIÓN RECOMENDADA

- Limpieza de alcantarilla, bóvedas y cajas (DR-06).

3.7.- ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Los ensayos no destructivos tienen por objeto conocer la calidad del hormigón en las obras, sin que resulte afectada la pieza o estructura como objeto de examen los cuales nos dan una información acerca la existencia de alguna patología.

1. Medición de la dureza de hormigón (esclerómetro)

Figura 39. Medidor de dureza de hormigón



Fuente: www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/instrumentos-medida.htm

Frecuentemente se requiere una determinada resistencia del hormigón en consideración de una resistencia suficiente contra el desgaste (carreteras); y la erosión (obras hidráulicas). En esos casos la dureza al choque, medida con el esclerómetro es complementaria para obtener un mejor criterio a fin de determinar su resistencia a la compresión.

Número de los lugares de medición.- El número de los lugares de medición no debe ser inferior a $n=10$ para obtener un valor medio fiable. El número de mediciones ideal es 16.

Temperatura ambiente.- Las mediciones deben realizarse entre $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.8.- CAUSAS DE DETERIOROS CONSTRUCTIVOS ESTRUCTURALES

Las principales causas son:

- Defectos en el proyecto
- Defectos constructivos
- Defectos en la vida útil

3.8.1.- DEFECTOS CONSTRUCTIVOS

- Desacuerdo entre el proyecto y la construcción
- Materiales inapropiados o defectuosos
- Alteración de los materiales
- Durante el almacenaje o la manipulación.
- Ejecución incorrecta o deficiente.

Agentes constructivos

Incumplimiento de planos

Especificaciones técnicas

Uniformidad y homogeneidad del hormigón

Transporte de hormigón en obra

Puesta en obra del hormigón

Compactación del hormigón

Hormigón en tiempo frío

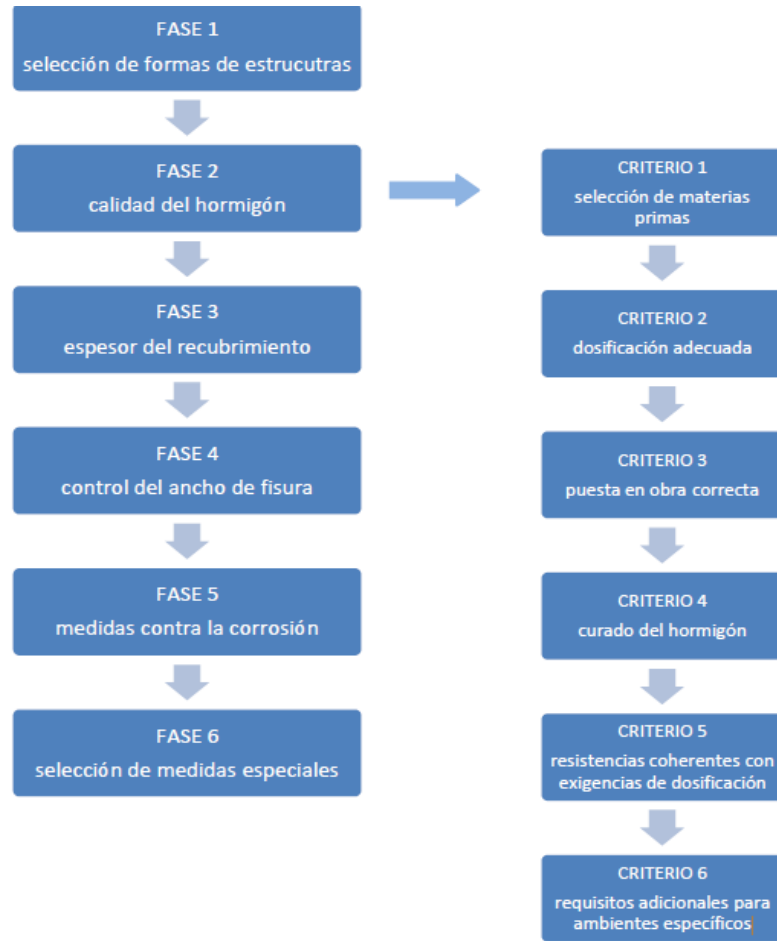
Hormigón en tiempo caluroso

Mal curado del hormigón

Reglas del encofrado

Vibrado del hormigón

Tabla 17.- Estrategia de durabilidad



Fuente: www.cinpar2010.com.ar (patologías del hormigón)

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA AL TRAMO

4.1.-UBICACIÓN

Está ubicado en el departamento de Tarija en la provincia Arce en la carretera del tramo La Mamora – Emborozú, que se encuentra en la ruta Padcaya – Bermejo, a su vez es parte de la carretera Tarija – Bermejo, que forma parte de la Ruta No. 1 de la Red Fundamental de Bolivia y de la Carretera Longitudinal del Sistema Panamericano.

Este tramo se inicia a unos 700 metros antes del nuevo pueblo La Mamora a 1220 msnm. aproximadamente a partir donde el alineamiento toma una dirección NO-SE, descendiendo hasta 840 msnm en el puente Emborozú, luego de recorrer 20.026 Km en un área de topografía francamente montañosa. Después de los 2 primeros km de la carretera el alineamiento horizontal de la misma se localiza en el margen izquierdo del valle angosto y abrupto del río Bermejo.

El tramo en estudio se basa más específicamente al tramo La Mamora – Túnel Don Nomi, que está dentro del tramo La Mamora - Emborozú, el trayecto del tramo inicia en la progresiva 44+041.47 y finaliza con progresiva 50+950.00 abarcando próximo a 7 km. de distancia. Las progresivas se encuentran registrados en la misma estructura de las alcantarillas.

Figura 40. Mapa de Bolivia ubicación de Tarija.

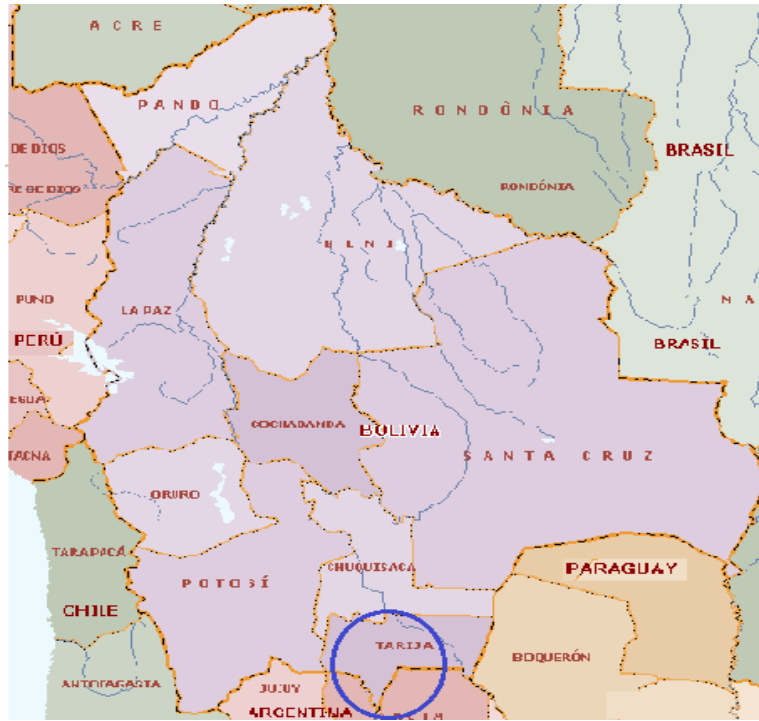


Figura 41. Mapa de Tarija ubicación de provincia Arce.



Fuente: Microsoft Encarta 2009 Biblioteca Premium.

Figura 42. Imagen satelital ubicación del tramo.



Fuente: google earth.

4.2.-CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

La carretera del tramo en estudio, atraviesa una región de topografía entre montañosa y ondulada, con vegetación de bosque tropical. La característica del clima regional es cálido, con temperatura promedio entre los 20 a 27 grados centígrados, con régimen de lluvias intenso entre los meses de octubre - marzo, con 1350mm. por año, tiene una vegetación creciente a medida que se desciende desde los 1.220 msnm en La Mamora, hasta los 840 msnm en el puente Emborozú, con laderas de roca abruptas de gran altura labradas por el río Bermejo (Zona de Alarache), para luego entrar en un valle amplio (Zona Cayotal).

Esta carretera tiene gran importancia en el aspecto social, económico y geopolítico, ya que se constituye una ruta fronteriza en más del 50 % de su recorrido, que beneficia a diferentes comunidades locales. Conectando además zonas agrícolas muy productivas.

4.3.-TIPOS DE DRENAJES IDENTIFICADOS EN EL TRAMO

El tramo en estudio La Mamora – Túnel Don Nomi, con trayecto paralela al río Bermejo, es una de las zonas más propensas a deslizamientos, corrimientos, erosiones, por estar en un territorio topográfico altamente accidentado, es una zona montañosa de pendientes fuertes y una composición inestable en los aspectos geotécnicos y geológicos, es por tales razones las precipitaciones pluviales exige suma importancia en el aspecto de drenajes de la carretera.

Es a consecuencia de lo mencionado que existen diferentes tipos de obras de drenajes superficiales.

En el trayecto del tramo se puede verificar la existencia de:

Tabla 18. Tipos de drenajes superficiales existentes en el tramo.

OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIALES		
LONGITUDINALES	TRANSVERSALES	DISIP. ENERGIA
Cunetas	Alcantarillas	Caídas Rápidas
Contracunetas		Caídas Escalonadas
Bordillos		

Debido a las características del lugar se debe indicar que las alcantarillas están ubicadas entre sí a una distancia aproximada de 170 a 180 m. como promedio.

Las alcantarillas se presentan en secciones:

- Circulares
- De tipo cajón
- Cuadradas
- Rectangulares
- De tipo bóveda.

En referencia a tipos de alcantarillas se identificaron simples y dobles, con material de chapa ondulada (ARMCO) y de hormigón, en mayoría de los casos, de hormigón armado.

4.4.-CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE

Los sistemas de drenaje del tramo, están adecuados a una superficie natural relevante en sus pendientes y montañas, así se constató que existen contracunetas paralelas entre sí, es decir que están situadas uno por encima de otro a causa de las características precedentemente ya mencionadas, razón por la cual también existen en algunos tramos, múltiples cortes de talud paralelas a la carretera a forma de estabilizar el terreno natural. Se puede resaltar además que la vía está a la par del río Bermejo, razón por la cual los sistemas de drenaje al echar sus aguas de forma casi directa al mencionado río, hace vulnerable a socavaciones, erosiones derrumbes o deslizamientos que podrían afectar severamente a la carretera y aún más generando peligros para los usuarios.

4.5.-FACTORES O ASPECTOS INFLUYENTES EN LAS OBRAS DE DRENAJE

4.5.1.- FACTORES TOPOGRÁFICOS

Dentro de este grupo se engloban circunstancias de tipo físico, tales como la ubicación de la carretera respecto del terreno natural contiguo, en desmonte, corte, terraplén o media ladera, la tipología del relieve existente, llano, ondulado, accidentado o la disposición de pendientes en referencia a la vía, etc.

La topografía como tal es influente de forma indirecta en el deterioro de las obras de drenaje. El hecho estar ubicada en corte, terraplén o montañas de gran altura y pendientes fuertes, pueden ser causales (que acompañado de factores hidrológicos hidráulicos, geológicos y geotécnicos) deterioren o generen colapso de las obras de drenaje limitando su durabilidad.

A pesar que las características superficiales naturales de esta zona no son muy variables (accidentado montañoso) especialmente en el tramo en estudio, es necesario considerar algunos aspectos que pueden influir en el daño o deterioro en las obras de arte menor, que se muestra en la planilla de (anexo 1).

4.5.2.- FACTORES HIDRAÚLICOS

Uno de los elementos que mayores problemas causa a las carreteras, es el agua ya que provoca la disminución de la resistencia de los suelos, por lo cual se presentan fallas en terraplenes, cortes y superficies de rodamiento.

Durante la construcción como así también en la operación de una carretera se modifican las condiciones de escurrimiento en las zonas que atraviesan, acarreado problemas tales como erosiones, depósitos, inundaciones, etc.

En síntesis en este aspecto, se toman en cuenta las secciones o dimensiones de las obras de arte y sus componentes, tales como longitudes, diámetros, pendientes, socavaciones, sedimentaciones por arrastre de materiales que afectan o deterioran las obras de arte existentes en el tramo. (Anexo 2)

La sedimentación y la socavación es un problema que debe ser considerada con mucha seriedad sobre todo en las alcantarillas ya que:

- Socavación aguas abajo de la estructura por chorros concentrados de agua a velocidades generalmente altas. Una vez iniciada la socavación sin ser atendida a tiempo, puede generar severos daños llegando al punto de colapso a la estructuras de drenaje y por ende a la carretera.
- Sedimentación dentro de la estructura y aguas arriba de esta. La estructura genera por sí misma un represamiento del flujo y/o puede ser obstruida por troncos de árboles o por bloques de roca, etc. Por lo tanto también puede ser causal limitante en la durabilidad. El agua estancada o retenida portador de agentes agresivos, además de dañar la composición o elementos del hormigón puede exceder, rebalsando a la plataforma de la vía deteriorándola las carpetas asfálticas.

4.5.3.-FACTORES GEOTÉCNICOS

El aspecto geotécnico es uno de los factores importantes que debe ser considerado, por el hecho de que, las obras de drenaje están fundadas sobre suelos con sus respectivas particularidades, las cuales son influentes en algunos casos de severidad como asentamientos por humedad, compresibilidad, permeabilidad que generalmente

se expresa en las estructuras mediante fisuraciones, iniciando desde leves hasta llegar a un punto de colapso. También según las características particulares del suelo, pueden ser vulnerables a erosiones a deslizamientos, etc.

Como es de notar el factor geotécnico es determinante en la durabilidad de las estructuras de drenaje, por esta razón por lo menos se debe identificar visualmente sus características mediante el uso de tablas existentes de la clasificación de suelos, para así expresar si no es exacto, una tentativa del tipo de suelo en todo el tramo. (Anexo 3)

4.5.4.-FACTORES GEOLÓGICOS

Los factores condicionantes son todos aquellos elementos propios del medio natural, y los desencadenantes, los que provocan variaciones en las condiciones de estabilidad y pueden romper el equilibrio de la masa de terreno.

1. Factores Condicionantes

Hay determinados tipos de rocas o suelos que tienen mayor o menor resistencia al estar involucrados en movimiento que a continuación se menciona:

- La disolución de las rocas a causa de la circulación de agua a través de las grietas puede favorecer su disolución y la creación de vacíos cada vez más grandes que contribuirán a su colapso, ya que la capacidad de la roca para soportar el material que tiene encima va disminuyendo.
- La presencia de arcillas expansivas.
- La relación de los tamaños de grano de las partículas (limo-arcilla).

Presencia de agua, que favorece el corrimiento de los terrenos saturados de agua. La adición de agua en el terreno puede favorecer su compactación y la formación de subsidencias.

El grado de pendiente, la orientación, la rugosidad y la presencia de vegetación determinarán la estabilidad de una vertiente. Los terrenos más pronunciados tienen mayor propensión a sufrir diferentes tipos de inestabilidades.

2. Factores Desencadenantes

Meteorológicos. Las lluvias intensas pueden generar movimientos de taludes o de vertientes críticas o inestables. La relación de temperatura, viento, precipitaciones, radiación y humedad, son aspectos que desencadenan fallas.

Sismos. Pequeños terremotos pueden ser la punta de lanza para que la estabilidad de una estructura natural removida, se dé un proceso imprevisto de subsidencia a lo largo de las líneas de falla.

Deforestación. La ausencia de una capa vegetal deja al terreno desprotegido y expuesto a los agentes erosivos y a la posibilidad de desprendimiento.

En resumen, en este aspecto se realizan previas inspecciones a lo más relevante, como la presencia de fallas geológicas, posibilidad de corrimientos o deslizamientos, erosiones del terreno, que por la ubicación de las obras de drenaje y de la carretera misma, (zona montañosa, cortes y terraplenes) son vulnerables a daños o deterioros. (Anexo 4).

4.5.5.- FACTORES ESTRUCTURALES

Se realizó inspecciones de aspectos más sobresalientes como; presencia de fisuras o grietas, exposición de áridos o porosidades, oxidación de chapas, ensayo con esclerómetro (medición de la resistencia del hormigón) para comparar con la resistencia de diseño. (Anexo 5)

Las características con las que fue construida según investigaciones obtenidas del personal de la ABC, fue ejecutada con un hormigón de tipo C. El hormigón de tipo C según tablas corresponde una resistencia característica a compresión de: $F_{ck}=160$ kg/cm². Con un periodo de diseño de 20 años tanto para drenaje longitudinal como transversal.

Al igual que las progresivas las fechas de habilitación para su funcionamiento de las obras de arte, también se encuentran gravadas en las estructuras de las alcantarillas lo cual es importante para determinar qué edad o cuantos años están en funcionamiento después de su habilitación.

1.-ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

La calidad del hormigón se valora en base a su resistencia a la presión, ya que es un valor orientativo para comprobar la capacidad de carga y la durabilidad de las construcciones de hormigón. Antes del ensayo deberá eliminarse todos los recubrimientos de estuco o pintura. Las pequeñas desigualdades debidas a un encofrado con madera no cepillada, pueden ser suprimidas a mano con la piedra de pulir adjunta al instrumento.

Número de los puntos de medición.

El número de los lugares de medición no debe estar por debajo de $n=10$ para obtener un valor medio fiable. El número de mediciones ideal es 16.

Valoración de los resultados de medición

Una vez finalizada la serie de mediciones y una vez anotados los valores de la escala frontal puede iniciar la valoración con este material numérico. Se elimina del protocolo de medición los tres valores superiores y los tres inferiores respectivamente de manera que queden 10 valores por serie para realizar la valoración. Ahora puede calcular el valor medio a partir de estos 10 valores (**R**).

A continuación se lee el valor real en kg/cm^2 en la tabla contigua (extracto / tabla completa en la parte posterior del aparato) en la columna con el ángulo correcto. Así un valor medio (**R**) = 37 corresponde a un valor de resistencia a la presión de 350 midiendo con un ángulo de 90° .

Debido al elevado costo del ensayo, entre las 38 alcantarillas solo se realizaron estos ensayos en 9, seleccionadas al azar.

Figura 43. Uso del esclerómetro con ángulo de 0 grados



IMPACT ANGLE α				
R	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$
20	125	115		
21	135	125		
22	145	135	110	
23	160	145	120	
24	170	160	130	
25	180	170	140	100
26	198	185	158	115
27	210	200	165	130
28	220	210	180	140
29	238	220	190	150
30	250	238	210	170
31	260	250	220	180
32	280	265	238	190
33	290	280	250	210
34	310	290	260	220
35	320	310	280	238
36	340	320	290	250
37	350	340	310	265
38	370	350	320	280
39	380	370	340	300
40	400	380	350	310
41	410	400	370	330
42	425	415	380	345
43	440	430	400	360
44	460	450	420	380
45	470	460	430	395
46	490	480	450	410
47	500	495	465	430
48	520	510	480	445
49	540	525	500	460
50	550	540	515	480
51	570	560	530	500
52	580	570	550	515
53	600	590	565	530
54	over 600	over 600	580	550
55	over 600	over 600	600	570

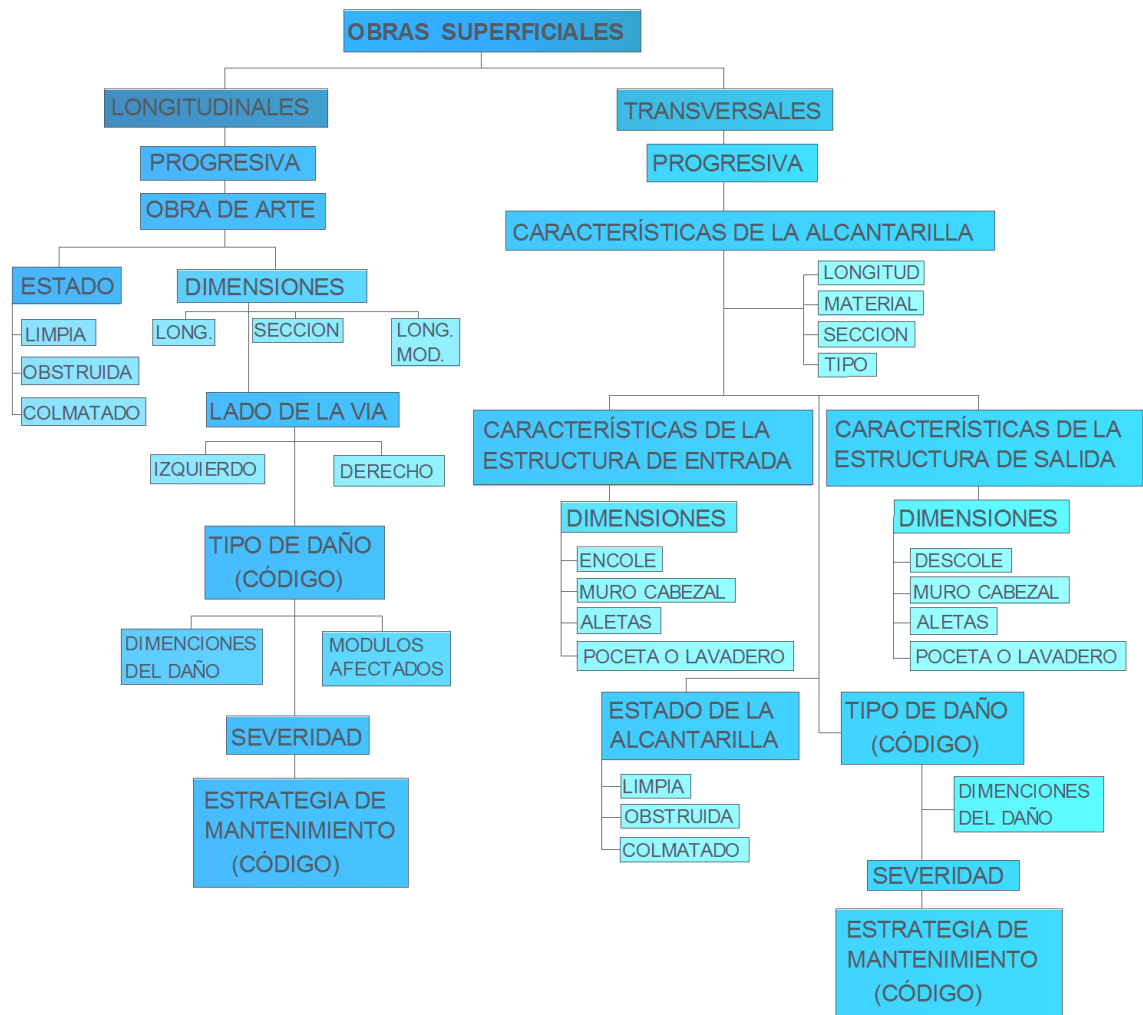
Tabla 19. Ensayo con esclerómetro.

ENSAYO	PROG.	Posición	LECTURAS EN ESCLERÓMETRO (R)										N° de Datos	Valor Medio (R)	Valor Kg/cm ²
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	44+041.47	Hor. (0°)	49	44	42	45	47	44	51	48	45	42	10	45,7	444,00
2	45+ 209.78	Hor. (0°)	44	46	45	41	44	50	47	45	43	40	10	44,5	425,00
3	46+249.50	Hor. (0°)	40	45	41	47	49	42	48	50	41	43	10	44,6	426,00
4	46+509.75	Hor. (0°)	44	49	45	50	48	46	44	42	40	45	10	45,3	436,00
5	47+951.95	Hor. (0°)	49	45	47	44	46	40	45	42	45	48	10	45,1	432,00
6	48+468.92	Hor. (0°)	45	47	48	46	49	44	46	49	42	48	10	46,4	456,00
7	49+105.75	Hor. (0°)	47	43	49	44	45	44	46	49	50	51	10	46,8	462,00
8	49+363.70	Hor. (0°)	46	49	43	49	46	44	42	48	47	49	10	46,3	454,50
9	50+678.53	Hor. (0°)	45	47	44	50	42	45	44	45	48	46	10	45,6	442,00

4.6.-PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS

El propósito del registro de los daños es determinar el estado y funcionalidad de las estructuras de drenaje existentes en una vía, para garantizar su vida útil y, por consiguiente, la de la vía. Para el registro de los daños en las estructuras de drenaje se presentaran planillas en los cuales se expresaran varios factores que de alguna forma son incidentes en la durabilidad y deben ser consideradas si no es en primer grado, en segundo grado. En todo caso se presentaran dos formatos de registro principales para el mencionado registro de daños.

- Formato para registro de daños en el drenaje longitudinal.
- Formato para registro de daños en el drenaje transversal.



4.6.1.-PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS EN DRENAJE LONGITUDINAL

A continuación se muestra el procedimiento, para el diligenciamiento del formato para la inspección de daños en drenaje longitudinal.

1. Información general

En esta parte se almacena la información general de la vía, tramo en estudio, ruta, provincia, la fecha en que se está realizando, nombre del sector o departamento al que pertenece. En el formato se debe colocar la entidad responsable de la vía.

RESUMEN DE INSPECCION DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)	
PROVINCIA: ARCE RUTA: TARIJA-BERMEJO TRAMO: LA MAMORA- TUNEL DON NOMI FECHA: 26 / 10/ 12 PROG. INICIAL: 44+041.47	HOJA Nro. 1 PROG, FINAL: 50+782.68

Además, se debe registrar el punto de referencia (PR) inicial y el PR final, donde se está realizando el diagnóstico del daño. También se debe colocar el número de la hoja correspondiente. En caso de no tener los PR, es necesario hacer una referencia a una señal particular que permita identificar el sitio en la vía.

2. Daños

La parte 2 corresponde a la sección donde se registran los daños que se encuentran en un drenaje longitudinal, su extensión y severidad, esto es, lo que afecta su estabilidad y vida útil de la estructura de drenaje y, por ende, de la vía., de tal forma que el levantamiento pueda realizarse de una manera fácil. La parte 2 se compone de las siguientes columnas:

Columna 1: punto de referencia inicial (PRI). Corresponde a la abscisa inicial del tramo al que se le está realizando la inspección; por ejemplo, si se está registrando un daño en una cuneta perteneciente al tramo PR 1+100 al PR 1+200, el PRI será el PR 1+100.

Columna 2: punto de referencia final (PRF). Corresponde a la abscisa final del tramo al que se le está realizando la inspección; por ejemplo, si se está registrando un daño

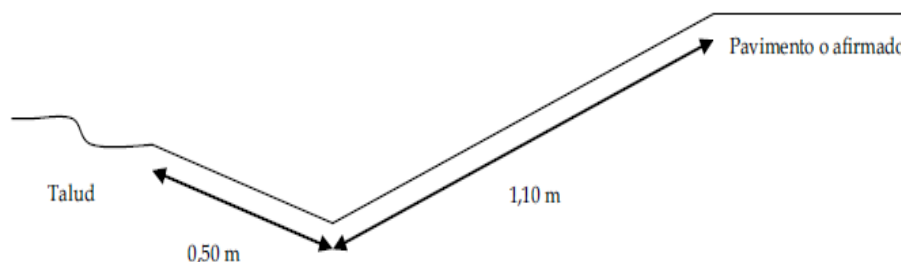
de una cuneta perteneciente al tramo PR 1+100 al PR 1+200, el PRF será el PR 1+200.

Columna 3: estado del drenaje longitudinal. En esta se debe marcar con una X la condición o las condiciones generales (limpia, obstruida o colmatada) en que se encuentra el drenaje longitudinal en el tramo de la vía al que se le está realizando el diagnóstico.

Columna 4: dimensión 1 del drenaje longitudinal. En esta columna se debe registrar la longitud total del drenaje longitudinal (L) y la de cada módulo, en metros (LM), de donde se está realizando la inspección; por ejemplo, si se está registrando un daño perteneciente al tramo PR 1+100 al PR 1+200, la dimensión L será 100 m y la longitud del módulo (LM) será la encontrada en el campo, que por lo general miden entre 1,5 m y 2,0 m. como se muestra a continuación:

1	2	3			4	
PRI	PRF	ESTADO DE CUNETAS			DIMENSION 1 DE CUNETA (m)	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	L	LM
1+100	1+200	X			100	1,5

Columna 5: dimensión 2 del drenaje longitudinal. Corresponde a las dimensiones de la sección transversal del drenaje longitudinal; por ejemplo, si se está registrando un daño en una cuneta perteneciente al tramo PR 1+100 al PR 1+200, se deben registrar los anchos promedios de cuneta correspondiente a ese tramo, como se muestra en la figura.



Entonces, se deben registrar las dimensiones, en *I* si es lado izquierdo del drenaje longitudinal, y en *D* si es el lado derecho del drenaje longitudinal, respecto al aumento de la marca de las abscisas, así:

1	2	3			4		5	
PRI	PRF	ESTADO DE CUNETAS			DIMENSION 1 DE CUNETA (m)		DIMENSION 2 DE CUNETA(m)	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	L	LM	I	D
1+100	1+200	X			100	1,5	0,5	1,1

Columna 6: sección de cuneta. En caso de ser el drenaje longitudinal una cuneta, se debe registrar qué tipo de sección transversal tiene esta y colocar en esta columna la convención asignada en el subcapítulo de diagnóstico de drenajes, como se muestra a continuación.

Tabla 20. Convención según la sección de cuneta

SECCIÓN DE CUNETA	CONVENCIÓN
Triangular	TRI
Rectangular	REC
Trapezoidal	TRA
Circular	CIR

Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Columna 7: lado. En esta columna se debe denotar, en qué costado de la vía se encuentra (izquierda o derecha), tanto para cuneta revestida como para la no revestida, respecto al aumento de la marca de las abscisas, como se muestra a continuación:

1	2	3			4		5		6	7	8	
PRI	PRF	ESTADO DE CUNETAS			DIMENSION 1 DE CUNETA (m)		DIMENSION 2 DE CUNETA(m)		SECCIÓN DE CUNETA	LADO		TIP DE DAÑO
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	L	LM	I	D		I	D	CODIGO
1+100	1+200	X			100	1,5	0,5	1,1		I	D	

Columna 8: tipo de daño-código. Corresponde al código asignado en el subcapítulo de diagnósticos de drenajes. Los daños registrados serán los encontrados en los drenajes longitudinales. A continuación se muestra cada uno de los códigos con su respectivo daño.

Tabla 21. Código según el tipo de daño

TIPO DE DAÑO	CÓDIGO
Escalonamiento	ES
Grieta	GR
Desgastes	DS
Desportillamiento de cuneta	DE
Fracturamiento de la cuneta	FR
Separación de la cuenta	SE
Obstrucción de la cuneta	OB
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	OBS

Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Columna 9: dimensión 1 del daño. Corresponde a la longitud del daño del drenaje longitudinal que se está inspeccionando.

Columna 10: dimensión 2 del daño. Corresponde al ancho del daño o abertura en caso de una grieta, presente en el drenaje longitudinal que se está inspeccionando.

Columna 11: dimensión 3 del daño. Corresponde a una tercera medición de algunos daños que así lo ameritan, por ejemplo, la profundidad de las grietas.

Columna 12: módulos afectados. Corresponde al número de módulos de cuneta consecutivos afectados por el daño en el tramo inspeccionado. En el caso de ser sólo un módulo de cuneta, se debe registrar 1; si es más de uno, se debe registrar en número la cantidad de módulos afectados, como se muestra a continuación:

9	10	11	12	13
DIMENSION 1 DEL DAÑO (m)	DIMENSION 2 DEL DAÑO (m)	DIMENSION 1 DEL DAÑO (m)	MODULOS AFECTADOS	SEVERIDAD
2	0,1	0,05	1	

Columna 13: severidad. Se le debe asignar a cada daño un nivel de severidad, de acuerdo con las definiciones ya mencionadas en el subcapítulo de diagnóstico de drenajes, registrando en esta casilla una letra, de acuerdo con la severidad, así:

- A: Alta.
- M: Media.
- B: Baja.

3. Estrategia de mantenimiento

La parte 3 corresponde a las estrategias de mantenimiento que se deben seguir de acuerdo con el tipo de daño. La parte 3 se compone de las siguientes columnas:

Columna 14:

Código estrategias mantenimiento. Es el código de la actividad de mantenimiento sugerido, de acuerdo con el daño.

Observaciones. Se deben registrar las observaciones o aclaraciones de los daños o estrategias de mantenimiento descritas en el formato.

4.6.2.-PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS EN DRENAJE TRANSVERSAL (ALCANTARILLAS)

El diligenciamiento del formato de registro de daños en el drenaje transversal se realiza por unidad de alcantarilla, registrando el PRI y el PRF del tramo inspeccionado, a fin de especificar así la ubicación exacta de la alcantarilla en la vía.

1. Información general de la vía

En esta parte se almacena la información general de la vía, la fecha en que se está realizando, el nombre o ruta de la vía, el nombre del sector o departamento al que pertenece, tramo en estudio, etc.

RESUMEN DE INSPECCION DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)	
PROVINCIA: ARCE RUTA: TARIJA - BERMEJO TRAMO: LA MAMORA - TUNEL DON NOMI FECHA: 26 / 10 / 12	HOJA Nro: 1

Además, se debe registrar el número de la hoja correspondiente y el PR inicial y el PR final, donde se está realizando el diagnóstico del daño. En caso de no tener los PR, es necesario hacer referencia a una señal particular que permita identificar el sitio en la vía.

2. Información general de la alcantarilla

En esta parte del formato se consignará la información general de la alcantarilla, como es el tipo y características de esta:

Tipo de alcantarilla: se debe denotar el tipo de alcantarilla encontrada en la vía; si esta es de tipo cajón, se debe definir en metros su ancho (m) y alto (m). Si es circular, también en metros, el diámetro (m). Adicionalmente, en ambos casos se debe especificar con una X si la estructura es de tipo simple, doble o múltiple, definiendo en esta última cuántos ductos tiene la alcantarilla.

CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA				
PROGRESIVA: 44+041.47	LONGITUD (m): 22.18	SIMPLE:	DOBLE: X	MULTIPLE:
MATERIAL: CHAPA ARMCO	SECCION: CIRCULAR	ANCHO (m):	ALTO (m):	DIAMETRO (m): 1.20

Características de la alcantarilla: se debe registrar, en metros, la longitud (m) de la alcantarilla y anotar el material en el que está construida.

3. Elementos que componen la alcantarilla

En esta parte del formato se definen los elementos actuales que componen la alcantarilla y sus dimensiones.

Elementos de la alcantarilla: se deben registrar los elementos que componen la alcantarilla, tanto en la entrada como en la salida.

Dimensiones de los elementos: se deben registrar las dimensiones de los elementos existentes en la alcantarilla, tanto de entrada como de salida, de acuerdo con el tipo de estructura, así:

Para la estructura de entrada se deben registrar las dimensiones de los siguientes elementos:

- Encole: longitud y sección en metros (m). (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).
- Muro cabezal: longitud, espesor de la corona y altura del muro en metros. (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).
- Aletas: longitud, altura inicial y final de la aleta en metros. (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).
- Poceta o lavadero: altura, ancho y largo de la poceta en metros (m).
- Otro: si existe otro elemento que no se ha nombrado en este subcapítulo y se encuentra en la alcantarilla, se deben registrar sus dimensiones.

Para la estructura de salida, se deben registrar las dimensiones de los siguientes elementos:

- Muro cabezal: longitud, espesor de la corona y altura del muro en metros. (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).
- Aletas: longitud, altura inicial y final de la aleta en metros. (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).
- Poceta o lavadero: altura, ancho y largo de la poceta en metros (m).
- Descole: longitud y sección en metros. (Si es necesario, se debe realizar un esquema de la estructura en la parte 4).

Siendo entonces:

- Dim. 1: dimensión 1, que corresponde a la longitud o largo de la estructura.
- Dim. 2: dimensión 2, que corresponde al ancho de la estructura.
- Dim. 3: dimensión 3, que corresponde a la altura de la estructura.

Las dimensiones 1, 2 y 3 van sujetas a cada tipo de estructura.

4. Esquema

Esta parte del formato está destinado a la realización del esquema de la alcantarilla o de alguno de sus elementos que así lo ameriten.

5. Estado de la alcantarilla

Esta parte del formato se compone de una columna subdividida en tres:

Columna 1: estado de la alcantarilla: mediante esta columna se define el estado actual de la alcantarilla y se denotan los campos que definen su estado, ya sea que se encuentre limpia, obstruida o colmatada.

6. Daños en la alcantarilla

Esta parte del formato cuenta con seis columnas para definir los daños en la alcantarilla y sus elementos:

Columna 2: tipo de daño-código. Corresponde al código asignado en el subcapítulo de diagnósticos de drenajes. Los daños registrados serán los encontrados en la alcantarilla y en sus elementos. En la siguiente tabla se muestra cada uno de los daños con su código respectivo.

Tabla 22. Código según el tipo de daño

TIPO DE DAÑO	CÓDIGO
Grietas en las aletas, el muro cabezal y los muros de pocetas o lavaderos	GAM
Grietas en la tubería principal	GTP
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	GV
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.	FT
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	GRI
Separación de secciones de tubería.	ST
Hundimiento o aplastamiento.	HU
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería.	EA
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	SO
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones.	DP
Obstrucción de alcantarilla.	OA

Fuente: Ministerio de Transporte y Pontificia Universidad Javeriana (Colombia)

Columna 3: dimensión 1 del daño. Corresponde a la longitud del daño presente en la alcantarilla que se está inspeccionando.

Columna 4: dimensión 2 del daño. Corresponde al ancho del daño o abertura en caso de una grieta presente en la alcantarilla que se está inspeccionando.

Columna 5: dimensión 3 del daño. Corresponde a una tercera medición de algunos daños que así lo ameritan, por ejemplo, la profundidad de las grietas.

Columna 6: severidad. Se le debe asignar a cada daño un nivel de severidad, de acuerdo con las definiciones ya mencionadas en el subcapítulo de diagnóstico de drenajes. Se registra en esta casilla una letra, de acuerdo con la severidad, así:

- A: Alta.
- M: Media.
- B: Baja.

7. Estrategia de mantenimiento

La parte 7 corresponde a las estrategias de mantenimiento que se van a seguir de acuerdo con el tipo de daño (véase el subcapítulo de mantenimiento de drenajes). Se compone de las siguientes columnas:

Columna 7:

- Código estrategias mantenimiento. Es el código de la actividad de mantenimiento sugerido, de acuerdo con el daño (véase el subcapítulo de mantenimiento de drenajes).
- Observaciones. Se deben registrar las observaciones o aclaraciones realizadas por el autor que está realizando la inspección.

A continuación se presentan los formatos de campo para los drenajes longitudinal y transversal, ya mencionados.

4.6.3.- PLANILLAS DE INSPECCIÓN DRENAJE LONGITUDINAL

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)																		ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
PROVINCIA: ARCE RUTA: TARIJA-BERMEJO TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI FECHA: 26 / 10/ 12 PROG. INICIAL: 44+041.47 PROG. FINAL: 50+782.68													HOJA Nro. 1						
1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		SECCIÓN DE CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO CODIGO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D							CODIGO ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
44+041.47	44+228.98		✓		187.51	2.80	0.4	0.70	TRI	✓		FR	3.00	0.9		1	M	DR-03	Existen leves oxidaciones de H.
												DS	30	0.70		12	M	DR-03	Exposición de agregados por humedad.
												OB	3.00			2	B		Material granular, ramales y hojas.
44+228.98	44+430.00	✓			201.02	2.80	0.4	0.70	TRI	✓		DS	3.00	0.60		2	M	DR-03	Desgaste de hormigón por humedad.
			✓		↙	-	0.45	0.45	TRA	✓		OBS	15.0			-	M	DR-04	Obstruido por material granular, deslizamientos
44+430.00	44+610.29		✓		180.29		0.4	0.70	TRI	✓		OB	25.0			12	M	DR-03	Deslizamiento, material granular de talud.
44+610.29	44+663.85		✓		53.56	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	4.00			3	B		Levemente obstruido, por deslizamientos.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)



PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA-BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 / 10 / 12
 PROG. INICIAL: 44+041.47 PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 2

1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		SECCION DE CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRU IDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D							CODIGO	OBSERVACIONES
44+663.85	44+751.90		✓		88.05	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	3.00			2	B		Parcialmente limpia, existe leves obstrucción.
					↙	-	0.45	0.45	TRA	✓		OBS	40			-	A	DR-04	Casi colmatado por material granular.
44+751.90	44+900		✓		148.1	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	14			5	M	DR-01	Obstrucción por piedras rodadas.
					↙	-	0.45	0.45	TRA	✓		OBS	10			-	A	DR-04	Obstrucción, fracturada y desportillada contracuneta.
44+900	45+009		✓		109.0	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	4.00			2	A	DR-01	Obstrucción por deslizamientos.
												DS	2.00	0.40		1	M	DR-03	Por factores del tiempo
45+009	45+106.68		✓		97.68	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	19.0			7	M	DR-01	Piedras rodadas y leves deslizamientos.
												SE	5.00	0.00		3	B		Leves separaciones entre calzada y cuneta

- Indica que el drenaje longitudinal no está separado por módulos o no existen.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA-BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 / 10 / 12
 PROG. INICIAL: 44+041.47 PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 3



1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14							
		ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)			SECCIÓN DE CUNETA	LADO							TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLM.	L	LM	I	D			I														D
45+106.68	45+209.78		✓		103.10	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	17.0			6	A	DR-01	Obstrucción por deslizamiento, gravas						
												DS	4.00	0.30		2	M	DR-03	Desprendimientos de áridos y el hormigón.						
												FR	3.00	0.40		2	M	DR-03	Por deslizamientos de piedras.						
45+209.78	45+380		✓		170.22	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	*	OB	30			12	A	DR-01	Por material orgánico hojas y ramales.						
45+380	45+530.46			✓	150.46	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	*	OB	10			5	A	DR-01	Apertura camino para movilidades.						
												FR	9.00	0.70		3	A	DR-03	Deslizamiento de talud.						
												ES	1.20		0.03	2	A	DR-03	Por asentamiento de suelo.						
45+530.46	45+760.43		✓		229.97	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	15.0			6	A	DR-01	Por deslizamientos y arrastre de ramales.						

* Indica la existencia de drenaje longitudinal, solo en ciertas partes.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)



PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA-BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 / 10 / 12
PROG. INICIAL: 44+041.47 **PROG. FINAL:** 50+950.00

HOJA Nro: 4

1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		SECCIÓN DE CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRU IDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D	CODIGO						CODIGO ESTRAT .MANT.	OBSERVACIONES
												FR	11.0	0.70			A	DR-03	Empuje de muro de gavión y asentamiento.
45+760.43	46+249.50		✓		489.07	2.80	0.40	0.70	TRI	*	*	FR	4.00	0.70		3	M	DR-03	Por asentamientos y empujes del talud.
												OB	18			7	A	DR-01	Deslizamiento de rocas rodadas.
												DE	0.12	0.20		1	M	DR-03	Por empuje de muro de gavión.
46+249.50	46+509.75		✓		260.25	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	*	OB	16			6	M	DR-01	Piedras rodadas, ramales, arbustos.
												DE	0.15	0.30		2	M	DR-08	Por deslizamientos de piedras.
												SE	10.0	0.00		4	M	Dr-03	Asentamiento, ladeo o vuelco de cuneta

↙ Indica la existencia de contracunetas.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)
PROVINCIA: ARCE

RUTA: TARIJA-BERMEJO

TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI

FECHA: 26 / 10 / 12

PROG. INICIAL: 44+041.47

PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 5


1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
		LIMPIA	OBSTRU IDA	COLM.	DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)			SECCIÓN CUNETA	LADO							TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)
46+509.75	46+678.05					✓		168.30	2.80		0.40	0.70	TRI	✓		OB	7.00		
												ES	3.00	0.03		1	M	DR-03	Por asentamiento del suelo.
												GR	1.50	0.02		1	A	DR-03	Longitudinal, con asentamiento lateral.
46+678.05	46+807.52		✓		129.47	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	2.00			1	B		Crecimiento de arbustos.
					↙	-	0.45	0.45	TRA	✓		OBS	8.00			-	A	DR-07 DR-09	Deslizamientos en contra cunetas.
46+807.52	46+951.53		✓		144.01	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	*	OB	11.0			4	A	DR-01	Por arrastre de troncos, y paso peatonal.
46+951.53	47+095.26		✓		143.73	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	11.5			4	A	DR-01	Puesta de material, por individuos.
47+095.26	47+218.33			✓	123.07													DR-01	Colmatadas, perdidas por deslizamientos o movimientos de tierra

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)
PROVINCIA: ARCE

RUTA: TARIJA-BERMEJO

TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI

FECHA: 26 / 10 / 12

PROG. INICIAL: 44+041.47

PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 6


1 PROG INIC.	2 PROG. FINAL	3 ESTADO DE CUNETAS			4 DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		5 DIMENC.2 DE CUNETA (m)		6 SECCIÓN DE CUNETA	7 LADO		8 TIPO DE DAÑO CODIGO	9 DIMENC.1 DAÑO. (m)	10 DIMENC.2 DAÑO. (m)	11 DIMENC.3 DAÑO. (m)	12 MOD. AFECTAD.	13 SEVERIDAD	14 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRU IDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D							CÓDIGO ESTRAT .MANT.	OBSERVACIONES
47+218.33	47+347.83			✓	129.50													DR-01	
47+347.83	47+951.95		✓		604.12	2.80	0.45	0.45	TRA	✓	*	OB	25.0			10	A	DR-01	Deslizamientos y arrastre, suelo granul.
												GR	2.50	0.02		1	A	DR-03	Golpe de piedras rodadas.
												DS	2.50	0.80		2	A	DR-03	Erosión de hormigón, limpieza con maquinaria.
												OBS	10.0			-	A	DR-07 DR-09	Por deslizamiento, o corrimientos.
47+951.95	48+096.50		✓		144.55	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	11.0			4	M	DR-01	Deslizamiento de material granular.
												DS	5.00	0.70		3	A	DR-03	Por deslizamientos de piedras.
												DE	1.50	0.40		2	A	DR-03	Impacto de piedras rodadas.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)
PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA-BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 / 10 / 12
PROG. INICIAL: 44+041.47

PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 7


1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		SECCIÓN DE CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D	CODIGO						CODIGO ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
48+096.50	48+166		✓		69.50	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	15.0			6	M	DR-01	Leves deslizamientos de gravillas.
												DS	4.50	0.50		3	M	DR-03	Impacto de piedras por deslizamientos.
48+166	48+268.35		✓		102.35	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	6.00			3	B		Material granular, deslizamientos.
												DS	1.50	0.50		2	M	DR-03	Deslizamiento de partículas granulares.
48+268.35	48+468.92		✓		200.62	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	25			9	M	DR-01	Suelo granular, estancamiento de flujo.
												DS	3.50	0.70		3	M	DR-03	Desintegración de agregados.
												GR	8.00	0.00		4	B		Grietas longitudinales.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)
PROVINCIA: ARCE

RUTA: TARIJA-BERMEJO

TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI

FECHA: 26 / 10 / 12

PROG. INICIAL: 44+041.47

PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 8


1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		SECCIÓN DE CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D	CODIGO DAÑO						CODIGO ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
												DE	3.00	0.40		5	A	DR-03	Impactos por deslizamientos.
48+468.92	48+633.35				164.43	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		DS	10.0	0.50		5	A	DR-03	Desintegración de agregados.
												FR	4.50	0.50		2	A	DR-03	Empuje de talud y deslizamientos.
48+633.35	49+020.50		✓		387.15	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	*	OB	18.0			7	M	DR-01	Piedras rodadas y crecimiento arbustos.
					↙	-	0.45	0.45	TRA	✓		OBS	15.0			-	M	DR-04	Ramales y suelo granular arcilloso.
49+020.50	49+105.75	✓			85.25	2.80	0.40	0.70	TRI	*									Relativamente limpia, leve oxidac. de horm.
49+105.75	49+241.10		✓		135.35	2.80	0.40	0.70	TRI	✓		OB	3.00			2	B		Piedras y crecimiento de arbustos.
49+241.10	49+363.70		-		122.60				-			-					-	-	No existe cuneta.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA-BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 / 10 / 12
 PROG. INICIAL: 44+041.47 PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 9



1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
PROG INIC.	PROG. FINAL	ESTADO DE CUNETAS			DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		DIMENC.2 DE CUNETA (m)		DE SECCIÓN CUNETA	LADO		TIPO DE DAÑO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
		LIMPIA	OBSTRUIDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D							CODIGO	CODIGO ESTRAT .MANT.
49+363.70	49+533.68		✓		169.98				-		×	OB	10			4	B		Solo existe bordillo.
49+533.68	49+660.90		✓		127.22	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	×	OB	16.5			6	M	DR-01	Piedras y arbustos. Derecha existe bordillo.
49+660.90	49+784.60		✓		123.70	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	×	OB	25			9	M	DR-01	Material orgánico, ramales y hojas.
49+784.60	50+181.65		✓		↙	-	0.40	0.40	TRA	✓		OBS	5.00			-	M	DR-04	Material granular y orgánico ramales, hojas.
					397.05	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	×	OB	18			7	M	DR-01	Piedras deslizadas o rodadas.
												DS	6.00	0.70		5	A	DR-03	Impacto por caída de rocas.
												DE	5.00	0.40		7	A	DR-03	Caída de rocas rodadas.
												FR	15	0.40		6	M	DR-03	Empuje de talud y deslizamientos.

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL) (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)
PROVINCIA: ARCE

RUTA: TARIJA-BERMEJO

TRAMO: LA MAMORA- TÚNEL DON NOMI

FECHA: 26 / 10 / 12

PROG. INICIAL: 44+041.47

PROG. FINAL: 50+950.00

HOJA Nro: 10


1 PROG INIC.	2 PROG. FINAL	3 ESTADO DE CUNETAS			4 DIMENC.1 DE CUNETA. (m)		5 DIMENC.2 DE CUNETA (m)		6 SECCIÓN DE CUNETA	7 LADO		8 TIPO DE DAÑO CODIGO	9 DIMENC.1 DAÑO. (m)	10 DIMENC.2 DAÑO. (m)	11 DIMENC.3 DAÑO. (m)	12 MOD. AFECTAD.	13 SEVERIDAD	14 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO							
		LIMPIA	OBSTRU IDA	COLM.	L	LM	I	D		I	D							CODIGO	DIMENC.1 DAÑO. (m)	DIMENC.2 DAÑO. (m)	DIMENC.3 DAÑO. (m)	MOD. AFECTAD.	SEVERIDAD	CODIGO ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
50+181.65	50+440		✓		258.35	2.80	0.40	0.70	TRI	*		OB	14			5	M	DR-01	Arrastre de ramales, deslizamiento de piedras						
												DE	1.50	0.40		2	M	DR-03	Deslizamiento de rocas o piedras.						
50+440	50+678.53		✓		238.53	2.80	0.40	0.70	TRI	✓	✓	OB	10.0			4	B		Deslizamiento de piedras.						
												DE	2.00	0.30		3	M	DR-03	Impacto por deslizamiento de rocas.						
												FR	2.50	0.40		2	A	DR-03	Empuje por deslizamientos.						
50+678.53	50+782.68		✓		104.15	2.80	0.40	0.40	TRA	✓		OB	2.00			2	B		Crecimiento de arbustos.						
50+782.68	TUNEL DON NOM		✓		-	2.80	0.60	1.00	TRI	✓		OB	12.0			5	A	DR-01	Deslizamiento de material granular						
												DE	2.50	0.40		3	M	DR-03	Por deslizamiento de rocas rodadas.						

REPRESENTACIÓN VISUAL DE DAÑOS (DRENAJE LONGITUDINAL)

44+041.47 - 44+228.98

TIPOS DE DAÑOS:

FR



OB



OBS



44+228.98 - 44+430.00

TIPOS DE DAÑOS:

OBS



DS



44+430.00 – 44+610.29
TIPOS DE DAÑOS:

OB



OB



44+610.29 – 44+663.85
TIPOS DE DAÑOS:

OB



OBS



44+663.85 – 44+751.90
TIPOS DE DAÑOS:

OBS



OB



44+751.90 – 44+900.00
TIPOS DE DAÑOS:

OBS



OBS



OB



44+900.00 - 45+009.00

TIPO DE DAÑO:

OB



45+009.00 - 45+106.68

TIPOS DE DAÑOS:

OB



OB



45+106.68 – 45+209.78

TIPOS DE DAÑOS:

DS



OB, DS



FR



45+209.78 – 45+380.00

TIPOS DE DAÑOS:

OB



OB



45+380.00 – 45+530.46

TIPOS DE DAÑOS: OB



FR



ES



45+530.46 – 45+760.43

TIPOS DE DAÑOS: FR



FR



OB,FR



45+760.43 - 46+249.50

TIPOS DE DAÑOS:

FR



OB



SE, DE



46+249.50 - 46+509.75

TIPOS DE DAÑOS:

OB, DE



DE



SE



46+509.75 – 46+678.05

TIPOS DE DAÑOS:

GR



46+678.05 – 46+807.52

TIPOS DE DAÑOS:

OB



OBS



46+807.52 – 46+951.53

TIPOS DE DAÑOS:

OB



OB



46+951.53 – 47+095.26

TIPOS DE DAÑOS:

OB



OB



47+095.26 – 47+218.33

TIPOS DE DAÑOS:

OB COLMATADA



47+218.33 – 47+347.83

OB COLMATADA, PERDIDA



47+347.83 – 47+951.95

TIPOS DE DAÑOS:

OB

DE, FR

DE, DS, GR



47+951.95 – 48+096.50

TIPOS DE DAÑOS:

OB, DS



DE, DS



48+096.50 – 48+166.00

TIPOS DE DAÑOS:

OB, DS



DS, DE



48+166.00 – 48+268.35

TIPOS DE DAÑOS:

DS



OB, DE



48+268.35 - 48+468.92

TIPOS DE DAÑOS:

OB, DS



OB, DE



DS



48+468.92 – 48+633.35

TIPOS DE DAÑOS:

DS



FR, DE



48+633.35 – 49+020.50

TIPOS DE DAÑOS:

OBS



OB



49+020.50 – 49+105.75

TIPOS DE DAÑOS:

OB



49+105.75 – 49+241.10

OB



49+533.68 – 49+660.90

TIPOS DE DAÑOS:

OBS



OB



49+660.90 – 49+784.60

TIPOS DE DAÑOS:

OB



49+784.60 – 50+181.65

DS



OB, DE, FR



50+181.65 – 50+440.00

TIPOS DE DAÑOS:

DE



OB



50+440.00 – 50+678.53

TIPOS DE DAÑOS:

DE, FR



DS



50+782.68 – 50+950.00

TIPOS DE DAÑOS:


DS, DE



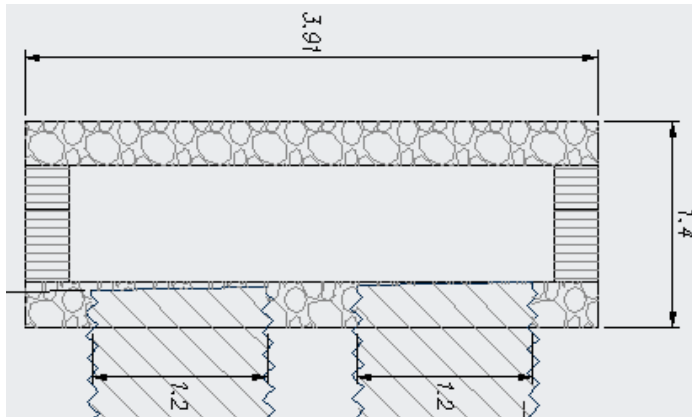
OB, DE



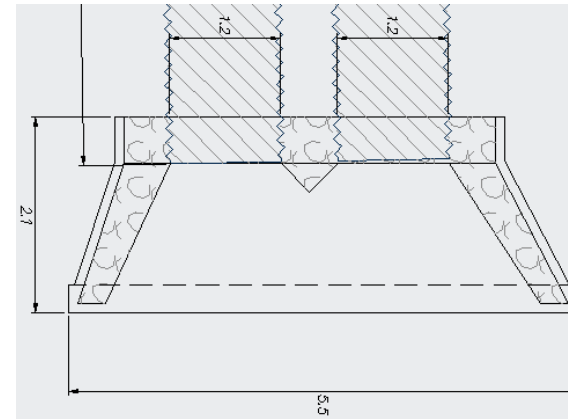
4.6.4.- PLANILLAS DE INSPECCIÓN DRENAJE TRANSVERSAL

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)														
PROVINCIA: ARCE RUTA: TARIJA - BERMEJO TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI FECHA: 26 / 10 / 12								HOJA Nro: 1						
CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA PROGRESIVA: 44+041.47 LONGITUD (m): 22.18 SIMPLE: DOBLE: X MÚLTIPLE: MATERIAL: CHAPA ARMCO SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m): ALTO (m): DIÁMETRO (m): 1.20														
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1			2	3	4	5	6	7		
ESTRUCTURA	DIM.1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTR UIDA	COLMA TADA	TIPO DE DAÑO CÓDIGO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO CÓDIG. ESTRAT. . MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	3.91	1.40			✓		FT	1.50			M	DP-02	Los muros cabezales y la poceta, presentan oxidaciones del hormigón, muestra de su envejecimiento. La tubería muestra corrosión u oxidación, con pérdida de chapa en la salida.	
MURO CABEZAL														
ALETAS					✓		OA	0.50			B	DR-06		
POCETA LAVADERO	3.91	1.40	4.25											
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	4.10	5.50	0.60											
MURO CABEZAL		3.10	1.25											
ALETAS	2.10	1.40												
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (VISTA EN PLANTA) ENTRADA ALCANTARILLA 1



SALIDA ALCANTARILLA 1



ENTRADA ALCANTARILLA 1



SALIDA ALCANTARILLA 1



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)



PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 2

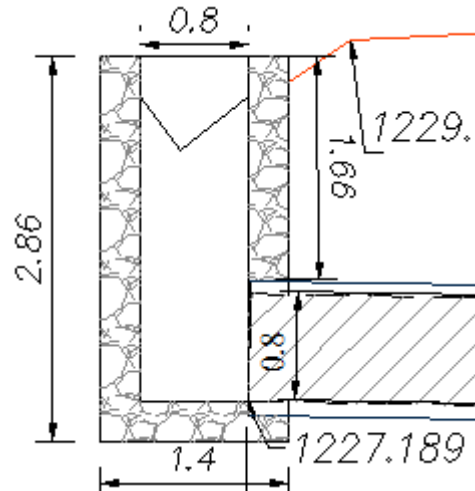
CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

PROGRESIVA: 44+228.98 **LONGITUD (m):** 12.58 **SIMPLE:** X
MATERIAL: HORMIGON **SECCION:** CIRCULAR **ANCHO (m):**
ESVIAJE: 24'8'48" IZQ. **DOBLE:** **MULTIPLE:**
ALTO (m): **DIAMETRO (m):** 0.80

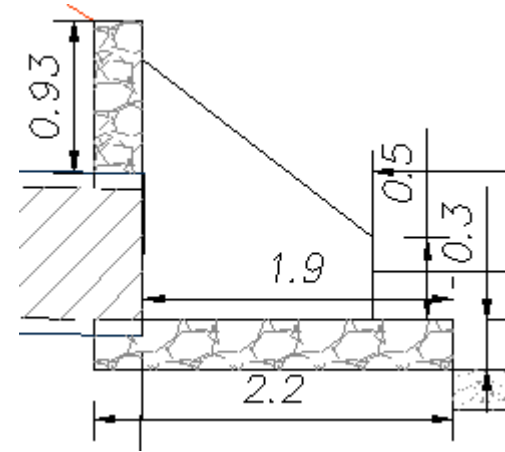
				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.20			✓		GRI	0.20	0.70		B	-	Se puede observar estancamiento de agua en la entrada, indica que existe obstrucción dentro de la tubería, ya que en la salida no existe flujo.
MURO CABEZAL		1.20	1.66				GV	1.10	0.002		B	-	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	2.86				GAM	0.80	0.003		M	DR-08	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.90	1.20											
MURO CABEZAL		1.00	0.93										
ALETAS	1.40		0.50										
POCETA LAVADERO													

(-) Indica que no es muy necesario el mantenimiento, reparación o reconstrucción.

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 2



SALIDA ALCANTARILLA 2



ENTRADA ALCANTARILLA 2



SALIDA ALCANTARILLA 2



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 /10/ 12

HOJA Nro: 3

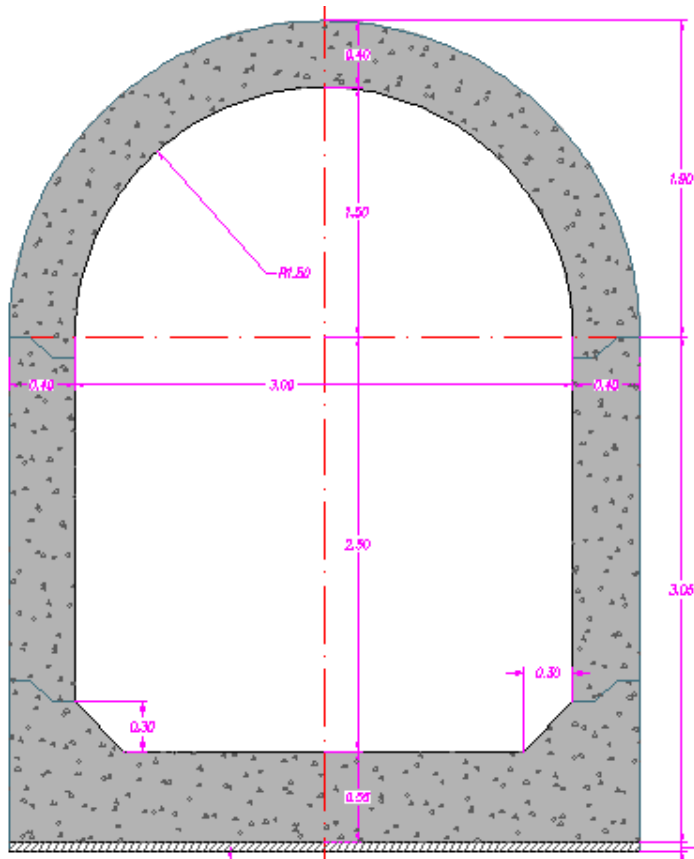


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

PROGRESIVA: 44+430 LONGITUD (m): 51.36 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCION: BÓVEDA ANCHO (m): 3 ALTO (m): 3.05 DIAMETRO (m): 3

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	1	2	3	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO	DIMEN. DEL DAÑO (m)	DIMEN. DEL DAÑO (m)	DIMEN. DEL DAÑO (m)		CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE													Presenta socavación en el descole, una oxidación color naranja rojizo y desgaste o pérdida de hormigón en la base a lo largo de toda la alcantarilla.
MURO CABEZAL		3.0	2.56		✓		OA	2			B	DR-06	
ALETAS	4.0		4.84				GRI	1	3		A	DP-02	
POCETA LAVADERO							SO	0.5	3.5	0.4	A	DR-12	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	3.0	4	0.45										
MURO CABEZAL		3	2.87										
ALETAS		5.65	5.10										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (FRONTAL) ENTRADA ALCANTARILLA 3



ENTRADA ALCANTARILLA 3



SALIDA ALCANTARILLA 3



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)



PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA -BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 /10 / 12

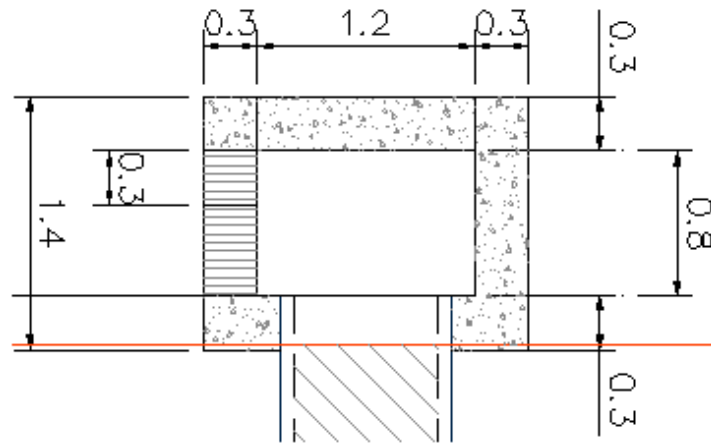
HOJA Nro: 4

CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

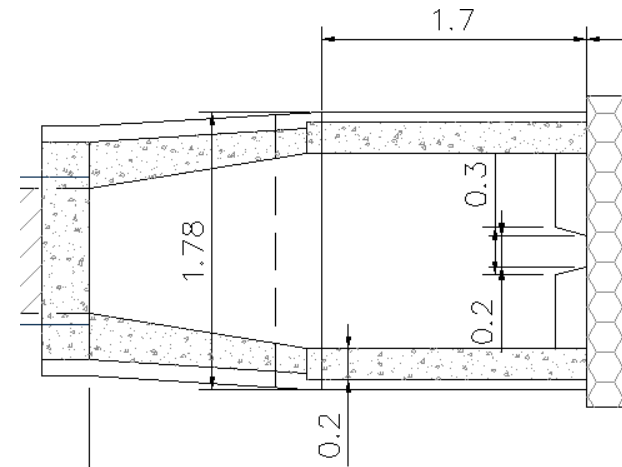
PROGRESIVA: 44+610.29 LONGITUD (m): 13.85 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCION: CIRCULAR ANCHO (m): ALTO (m): DIAMETRO (m): 0.80
 ESVAIJE: 0.00 GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMENSION 1 DEL DAÑO (m)	DIMENSION 2 DEL DAÑO (m)	DIMENSION 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.20			✓		OA	3.8			M	DR-06	Entre la alcantarilla pasa una tubería de 1" que retiene escombros que sin un rápido mantenimiento puede generar considerables daños.
MURO CABEZAL							DP	2.50		Nro U. 3	B	DP-02	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	2.00										
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	2.20	1.10	0.70										
MURO CABEZAL		0.80	0.60										
ALETAS	2.00		0.80										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (VISTA EN PLANTA) DE ENTRADA ALCANTARILLA 4



SALIDA ALCANTARILLA 4



ENTRADA ALCANTARILLA 4



SALIDA ALCANTARILLA 4



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 / 10 / 12

HOJA Nro: 5

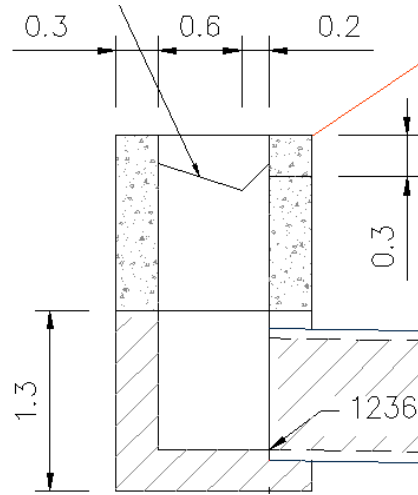


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

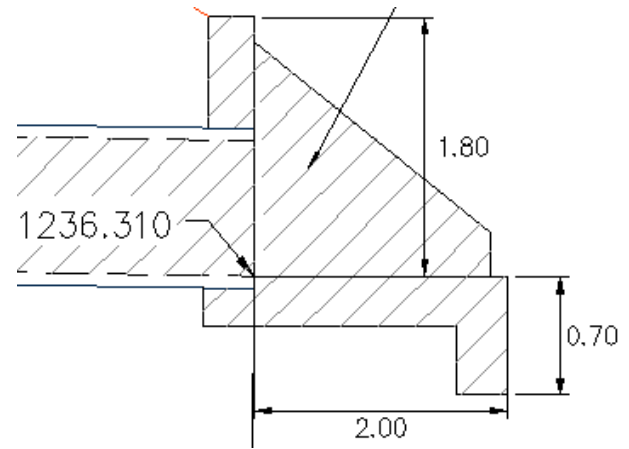
PROGRESIVA: 44+663.85 **LONGITUD (m):** 13.85 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 9'0"0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES	
ENCOLE	0.80	1.20			✓		OA	0.10			B	DR-06	Peseta o lavadero en la entrada, con permanente estancamiento de agua, en el que también se acumula basural o malezas que pueden deteriorar la alcantarilla, existe además una socavación a 3 m. de la estructura de salida.	
MURO CABEZAL							DP	2.00		Nro. U. 3	B	DP-02		
ALETAS														
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	2.775				SO	1.00	0.7	0.60	M	DR-12		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	2.00	1.00	0.70											
MURO CABEZAL		1	1.10											
ALETAS	2.10		0.50											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) DE ENTRADA ALCANTARILLA 5



SALIDA ALCANTARILLA 5



ENTRADA ALCNATARILLA 5



SALIDA DE LA ALCANTARILLA 5



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 6

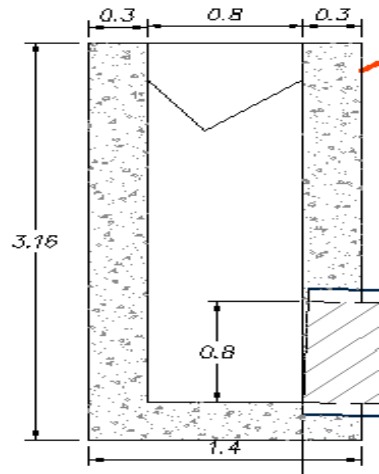


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

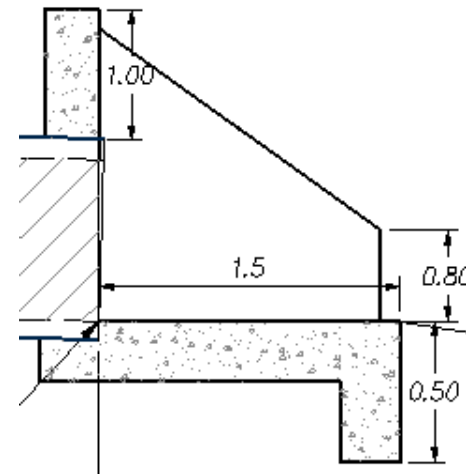
PROGRESIVA: 44+751.90 LONGITUD (m): 11.60 SIMPLE: X
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m):
 ESVAIJE: 0'0'0' GRADOS DOBLE: ALTO (m): MULTIPLE: DIÁMETRO (m): 0.80

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO				ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.20			✓		OA	0.10			B	DR-0.6	Entrada con estancamiento de agua permanente, y obstruido por basural, los cuales hacen susceptibles en ataques con agentes químicos agresivos. Presenta indicios de envejecimiento de hormigón.
MURO CABEZAL							DP	1.00		Nro. U. 1	B	DP-02	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	2.80										
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.50	1.30	0.50										
MURO CABEZAL		0.8	1.00										
ALETAS	1.70		0.80										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 6



SALIDA ALCANTARILLA 6



ENTRADA ALCANTARILLA 6



SALIDA ALCANTARILLA 6



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 7

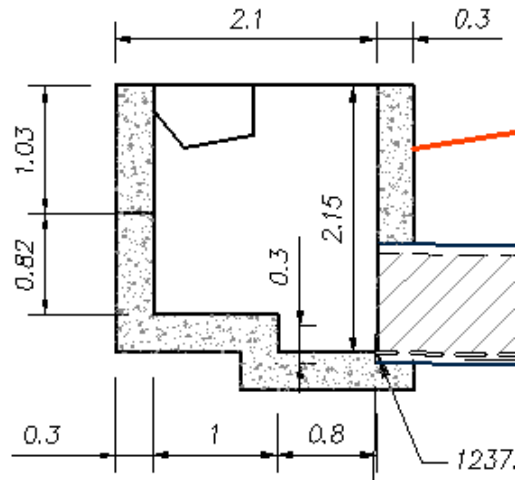


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

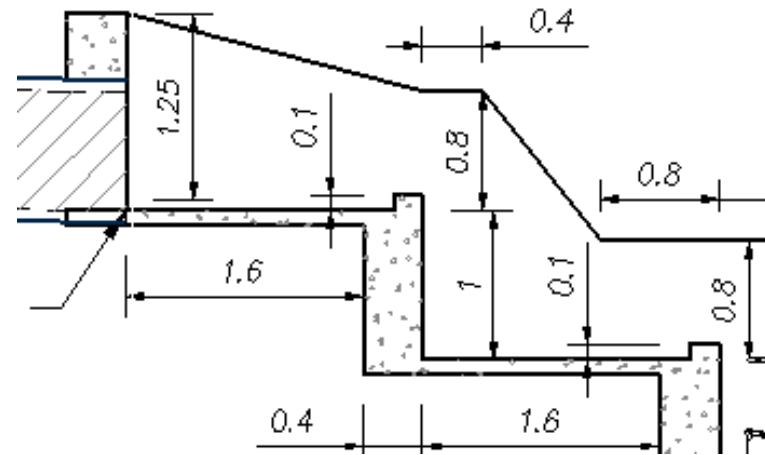
PROGRESIVA: 44+900 **LONGITUD (m):** 15.81 **SIMPLE:** X
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **DOBLE:** **MULTIPLE:**
ESVIAJE: 0°0'0" GRADOS **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMENSION 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMENSION 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMENSION 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA DA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.20	1.80											Existe obstrucción en la entrada y salida, crecimientos de arbustos, una extensa vegetación que obstruyen el canal de salida de la alcantarilla, además de existencia permanente de humedad, que frecuenta sus indicios de deterioro a la estructura.
MURO CABEZAL		1.20	1.35		✓		OA	3.00			B	DR-06	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	1.20	1.80	2.15				GAM	0.30	0.003		B	DR-08	
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA							GV	0.70	0.005		B	-	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)				DP	2.50		Nro. U. 2	B	DP-02	
DESCOLE	2.00	1.20	1.00										
MURO CABEZAL		1.20	0.80										
ALETAS	2.00		0.80										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 7



SALIDA ALCANTARILLA 7



ENTRADA ALCANTARILLA 7



SALIDA ALCANTARILLA 7



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 8

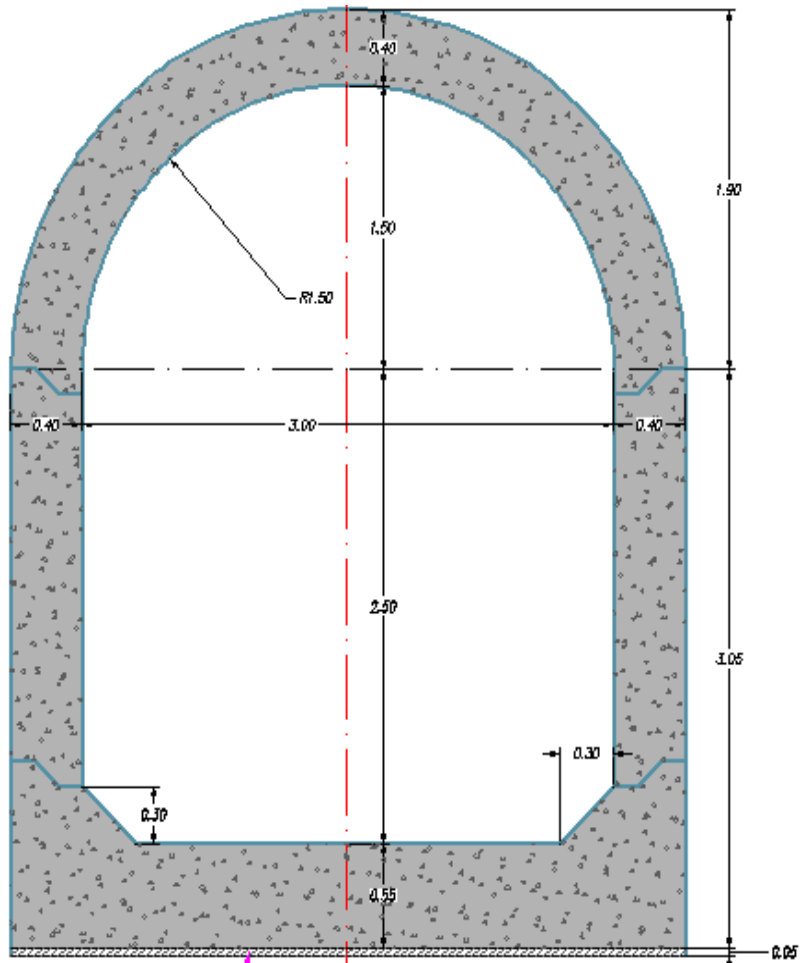


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

PROGRESIVA: 45+009 LONGITUD (m): 51.36 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: BÓVEDA ANCHO (m): 3.00 ALTO (m): 2.50 DIÁMETRO (m): 3.00
 ESVAIAJE: 0°0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 1 DAÑO	4 2 DAÑO	5 3 DAÑO	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO	DIMEN. DEL DAÑO (m)	DIMEN. DEL DAÑO (m)	DIMEN. DEL DAÑO (m)		CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE				✓			GAM	0.70	0.002		B	DR-08	En la entrada existe una leve arrastre de material granular y arcilla negra.. La base de la alcantarilla presenta desgates, exposición de áridos que deben ser considerados para una atención oportuna. En el descole por permanente humedad presenta indicios de deterioro.
MURO CABEZAL		3.00	2.56										
ALETAS	7.00		2.68				GRI	0.10	0.45		B	-	
POCETA LAVADERO													
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	4.00	6.50	0.70										
MURO CABEZAL		3.00	2.87										
ALETAS	5.65		5.10										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (FRONTAL) ALCANTARILLA 8



ENTRADA ALCANTARILLA 8



SALIDA ALCANTARILLA 8



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 9

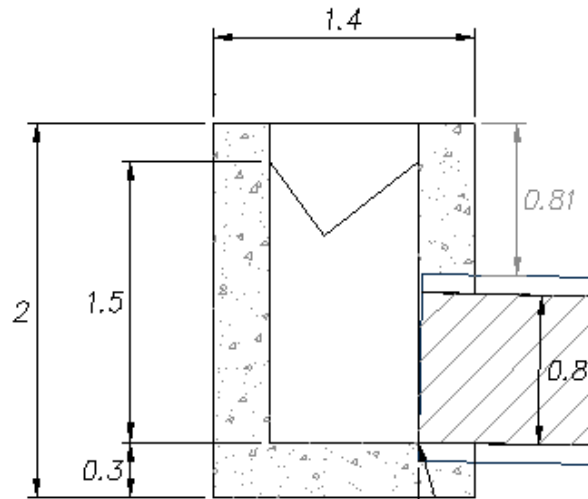


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

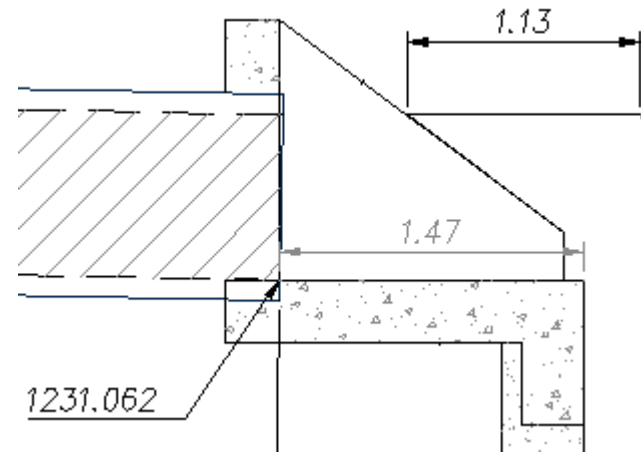
PROGRESIVA: 45+106.68 **LONGITUD (m):** 12.70 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 0°0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	1.40	0.80		✓			GAM	0.40	0.002		B	DR-08	Presencia de permanente humedad lo cual exhibe una oxidación y deterioro del hormigón, mayormente en los canales de entrada encole y salida o descole.	
MURO CABEZAL		1.20	0.80				DP	2.5		Nro. U. 2	B	DP-02		
ALETAS							GRI	0.08	0.80		B	-		
POCETA LAVADERO	1.40	0.80	1.70											
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	1.50	1.20												
MURO CABEZAL		1.20	0.50											
ALETAS	1.50		0.70											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 9



SALIDA ALCANTARILLA 9



ENTRADA ALCANTARILLA 9



SALIDA ALCANTARILLA 9



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 10

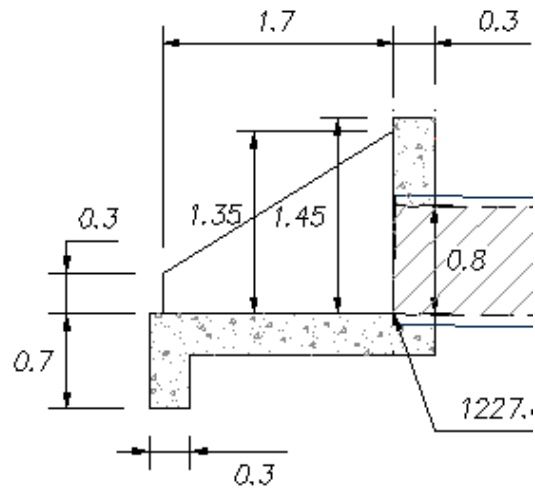


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

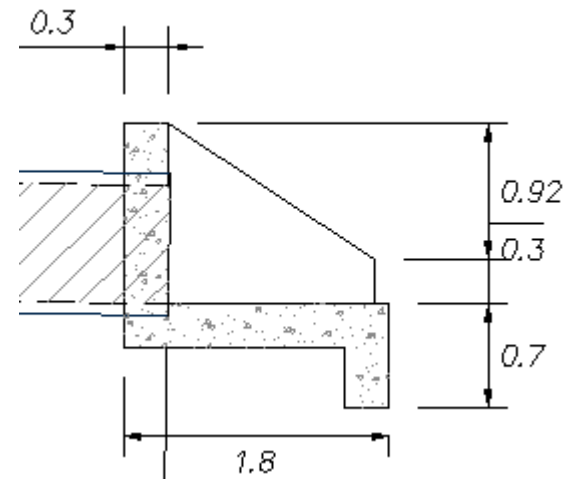
PROGRESIVA: 45+207.78 **LONGITUD (m):** 14.73 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 0°0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	2.78			✓		OA	0.30			B	DR-06	En las estructuras de disipación que sirve de encole, existen obstrucciones y fisuras. Los muros cabezales presentan porosidades, parcheo, e indicios de oxidación y envejecimiento.
MURO CABEZAL		0.80	0.70				GV	0.52	0.002		B	-	
ALETAS	1.70		0.60				DP	3.50		Nro. U. 3	B	DP-02	
POCETA LAVADERO							GAM	3.00	0.004		M	DR-08	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.80	1.20	0.70										
MURO CABEZAL		0.80	0.40										
ALETAS	1.80		0.40										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 10



SALIDA ALCANTARILLA 10



ENTRADA ALCANTARILLA 10



SALIDA ALCANTARILLA 10



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 11

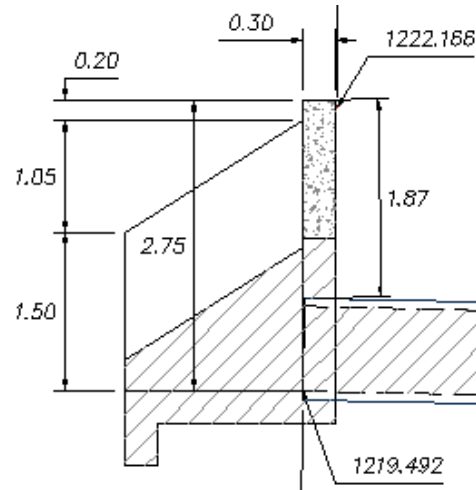


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

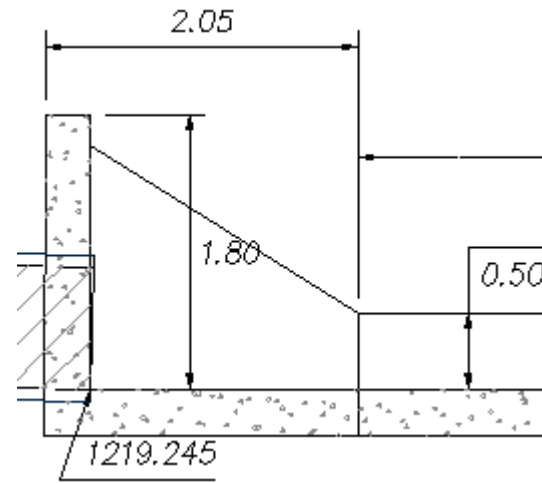
PROGRESIVA: 45+380.39 **LONGITUD (m):** 11.63 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 0'0'0' GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7				
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	1 DIMEN. DEL DAÑO (m)	2 DIMEN. DEL DAÑO (m)	3 DIMEN. DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	1 DIM. (m)	2 DIM. (m)	3 DIM. (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CODIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	1.74	1.10		✓			GAM	0.35	0.002		B	DR-08	En el canal de disipación que sirve de encole, existen grietas y fracturamientos que son de consideración, y necesita reparación. Se observa también fallas en el encofrado, parcheos, y porosidades en las aletas y el muro cabezal de la alcantarilla.	
MURO CABEZAL		1.10	1.90				GV	0.50	0.002		B	-		
ALETAS	2.00		1.50				GRI	1.20	0.80		A	DP-02		
POCETA LAVADERO							DP	3.00			B	DP-02		
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
DESCOLE	6.05	1.30												
MURO CABEZAL		1.10	1.00											
ALETAS	2.05		0.50											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 11



SALIDA ALCANTARILLA 11



ENTRADA ALCANTARILLA 11



SALIDA ALCANTARILLA 11



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 12

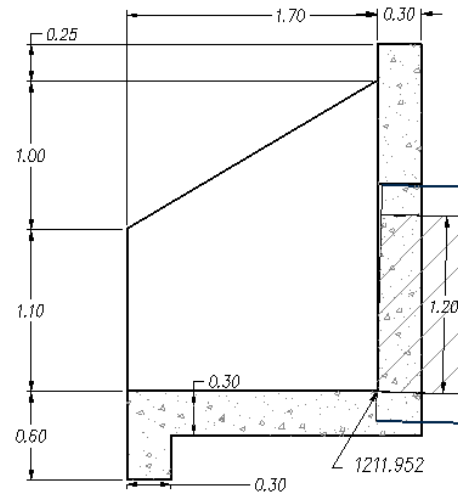


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

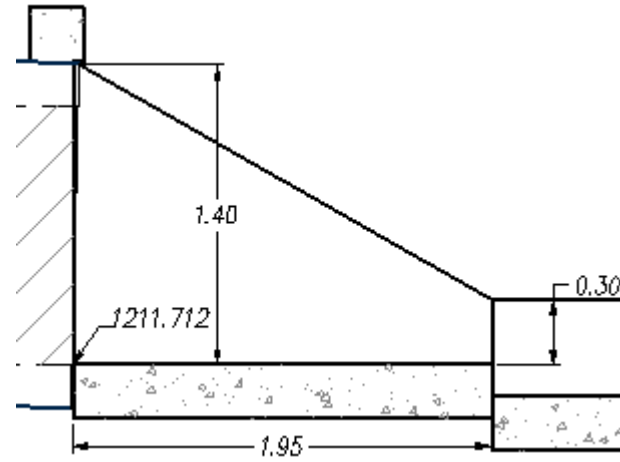
PROGRESIVA: 45+530.46 **LONGITUD (m):** 10.17 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CUADRADA O CAJÓN **ANCHO (m):** 1.20 **ALTO (m):** 1.20 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0°0'0" GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7		
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	1 DIMEN. DEL DAÑO (m)	2 DIMEN. DEL DAÑO (m)	3 DIMEN. DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT
ENCOLE	1.70	4.61		✓			GAM	1.65	0.003		M	En la entrada presenta muro de retención gavionado que sirve como sedimentador. Se puede observar además fisuraciones, parcheos y desgaste del hormigón en la base de la alcantarilla
MURO CABEZAL		1.20	0.80				GTP	0.76	0.002		B	
ALETAS	2.40		1.10				GV	1.00	0.003		B	
POCETA LAVADERO												
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA												
DESCOLE	1.95	1.20	0.30									
MURO CABEZAL		1.20	0.50									
ALETAS	1.80	1.20	0.50									
POCETA LAVADERO												

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 12



SALIDA ALCANTARILLA 12



ENTRADA ALCANTARILLA 12



SALIDA ALCANTARILLA 12



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 13

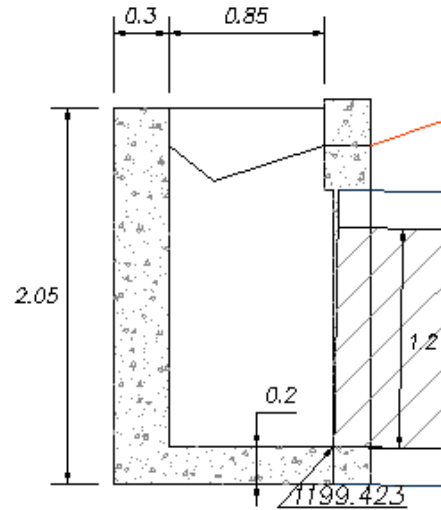


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

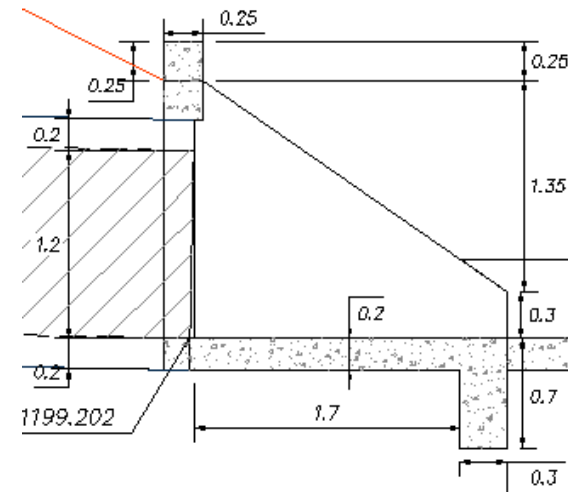
PROGRESIVA: 45+760.43 **LONGITUD (m):** 11.25 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CAJÓN **ANCHO (m):** 1.20 **ALTO (m):** 1.20 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0'0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.20		✓			GRI	0.60	0.005		A	DP-02	Existe permanente humedad por estar en cercanías de viviendas, propenso a deterioros por agentes agresivos, ya que aparentemente se evacua diferentes tipos de líquidos por la alcantarilla.
MURO CABEZAL		1.20	0.50				EA	0.30	1.00		M	DR-11	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	1.80										
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	2.00	1.40	0.20										
MURO CABEZAL		1.20	0.50										
ALETAS	2.00		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 13



SALIDA ALCANTARILLA 13



ENTRADA ALCANTARILLA 13



SALIDA ALCANTARILLA 13



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 14

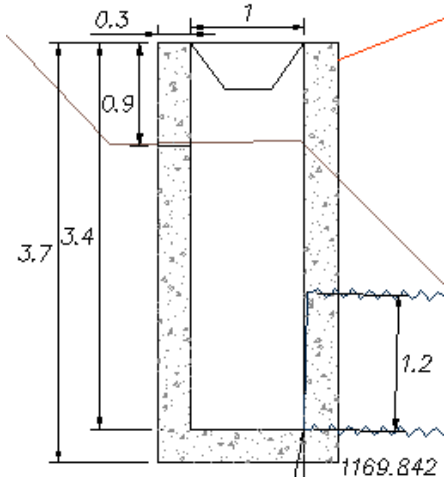


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

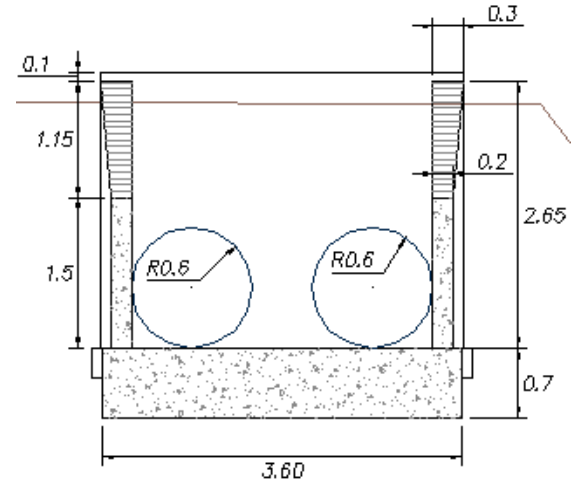
PROGRESIVA: 46+249.50 **LONGITUD (m):** 11.25 **SIMPLE:** **DOBLE:** X **MULTIPLE:**
MATERIAL: CHAPA ARMCO Y H. **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.20
ESVIAJE: 0'0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.00	3.20			✓		OA	0.30			B	DR-06	Obstruido por piedras rodadas, ramales, además por una cámara de agua potable instalada en la entrada de la alcantarilla, también existen fracturas de consideración. La base de alcantarilla hormigonada presenta desgaste con exposición de áridos, muestra de deterioros iniciales, por existencia de filtraciones permanentes.
MURO CABEZAL		3.20	2.20				GAM	0.95	0.003		M	DR -08	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	1.00	3.20	3.40				FT	0.08			B	DP-02	
							GRI	0.85	0.004		A	DP-02	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	2.00	3.00	0.70										
MURO CABEZAL		3.00	1.54										
ALETAS	2.00		1.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 14



(FRONTAL) SALIDA ALCANTARILLA 14



ENTRADA ALCANTARILLA 14



SALIDA ALCANTARILLA 14



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 15

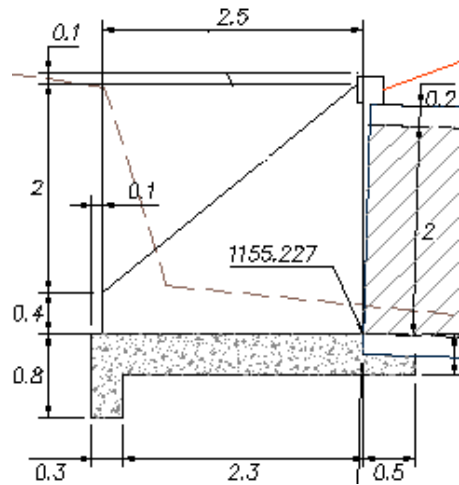


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

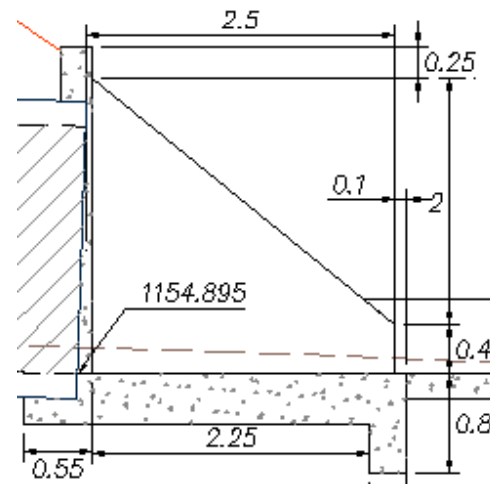
PROGRESIVA: 46+509.75 LONGITUD (m): 10.50 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CAJÓN ANCHO (m): 2.00 ALTO (m): 2.00 DIÁMETRO (m):
 ESVAIAJE: 0'0'0' GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	2.50	4.90		✓			GRI	0.70	0.03		A	DP-02	Es una de las alcantarillas más deterioradas, en las aletas y en canales disipadores que sirven de encole y descole. Debido a la presión lateral del suelo relleno que es ejercida a las aletas, podría decirse que estos están a punto del colapso.	
MURO CABEZAL		2.00	0.40				GV	2.30	0.02		A	DP-02		
ALETAS	2.95		0.50											
POCETA LAVADERO	2.50	4.90	0.40				GAM	1.52	0.03		A	DP-02		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	2.40	2.00												
MURO CABEZAL		2.00	0.40											
ALETAS	2.50		0.60											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 15



SALIDA ALCANTARILLA 15



ENTRADA ALCANTARILLA 15



SALIDA ALCANTARILLA 15



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
ruta: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 16

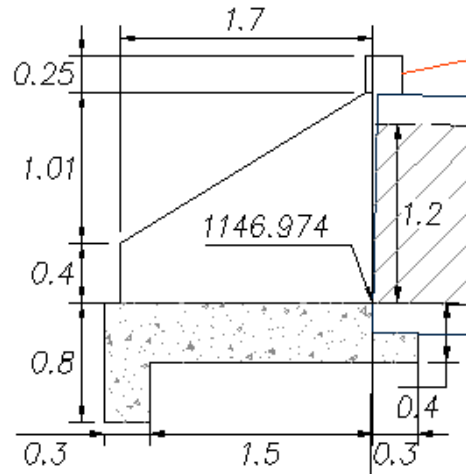


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

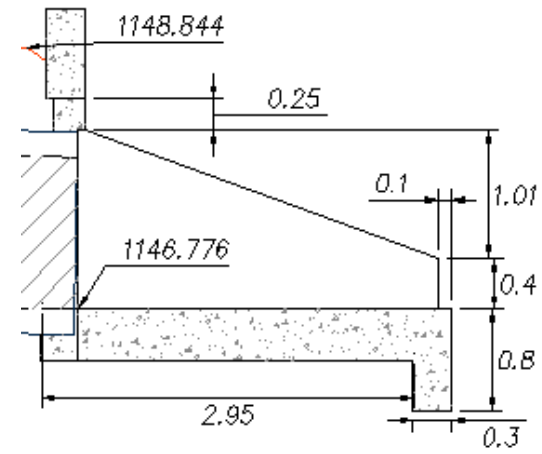
PROGRESIVA: 46+678.05 **LONGITUD (m):** 10.28 **SIMPLE: X** **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CAJÓN **ANCHO (m):** 1.20 **ALTO (m):** 1.20 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0'0'0" GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	4.75		✓			GV	1.30	0.005		B	-	Con leves obstrucciones en la entrada, muestra deterioros en la estructura de encole, con oxidaciones de hormigón que indican el envejecimiento del hormigón.
MURO CABEZAL		1.20	0.50				GRI	0.10	0.70		B	-	
ALETAS	2.00		0.50										
POCETA LAVADERO	1.70	4.75					GAM	0.75	0.001		B	DR-08	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	2.95	1.20											
MURO CABEZAL		1.50	0.70										
ALETAS		2.95	0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 16



SALIDA ALCANTARILLA 16



ENTRADA ALCANTARILLA 16



SALIDA ALCANTARILLA 16



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TUNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 17

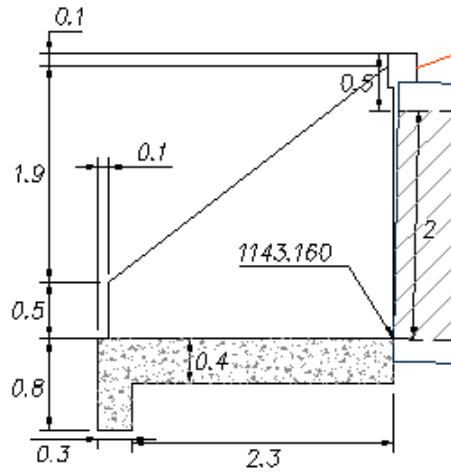


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

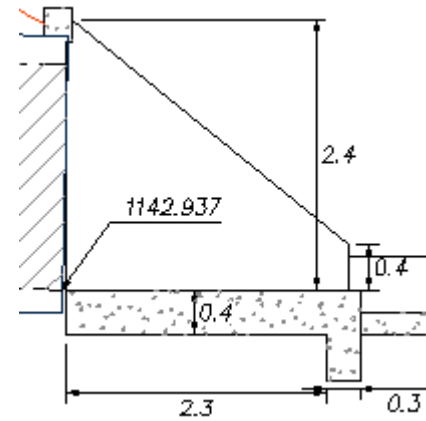
PROGRESIVA: 46+807.52 **LONGITUD (m):** 10.60 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCION:** CAJÓN **ANCHO (m):** 2.00 **ALTO (m):** 2.00 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0'0'0' GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	2.50	5.52			✓		GRI	0.60	0.002		B	DP-02	Las estructuras o canales de disipación se encuentran completamente colmatadas por deslizamientos. Las aletas presentan porosidades, fallas en el encofrado, que pueden acelerar el deterioro o la durabilidad de la estructura.
MURO CABEZAL		2.00	0.50				GV	2.20	0.005		B	-	
ALETAS	2.90		0.40										
POCETA LAVADERO	2.50	5.52					GAM	0.62	0.002		B	DP-02	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA							OA	3.00			B	DR-06	
DESCOLE	2.50	2.00											
MURO CABEZAL		2.00	0.50										
ALETAS	2.60		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 17



SALIDA ALCANTARILLA 17



ENTRADA ALCANTARILLA 17



SALIDA ALCANTARILLA 17



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 18

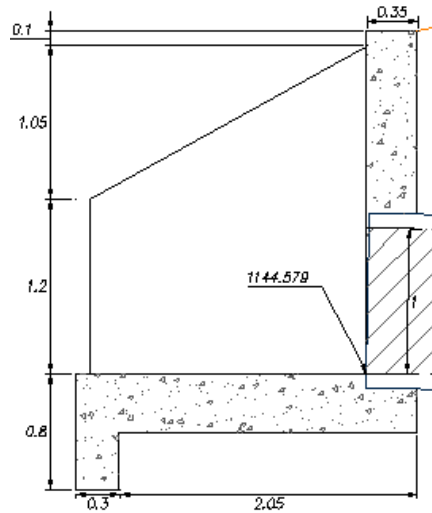


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

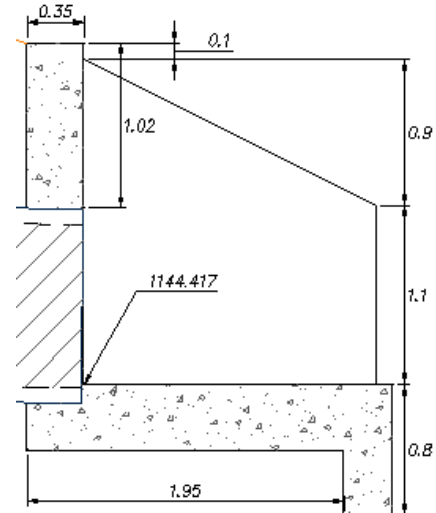
PROGRESIVA: 46+951.53 LONGITUD (m): 11.28 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m): ALTO (m): DIÁMETRO (m): 1.00
 ESVAJE: 0°0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	2.70			✓		GRI	0.35	0.002		B	DP-02	Las estructuras de encole presentan desgastes, fracturas, fallas en el encofrado, porosidades. La salida de la alcantarilla se encuentra obstruida por troncos y ramales, lo cual genera estancamiento de agua en la alcantarilla.
MURO CABEZAL		1.00	1.05				OA	2.00			B	DR-06	
ALETAS		2.10	1.20										
POCETA LAVADERO	1.70	2.70	1.00										
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.90	1.30											
MURO CABEZAL		1.00	1.00										
ALETAS	1.80		1.10										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 18



SALIDA ALCANTARILLA 18



ENTRADA ALCANTARILLA 18



SALIDA ALCANTARILLA 18



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 19

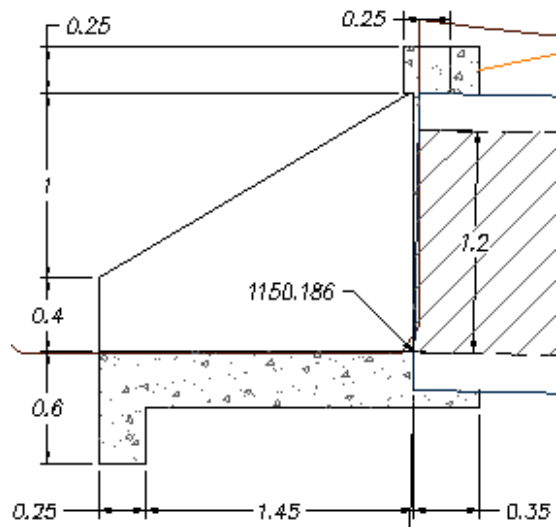


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

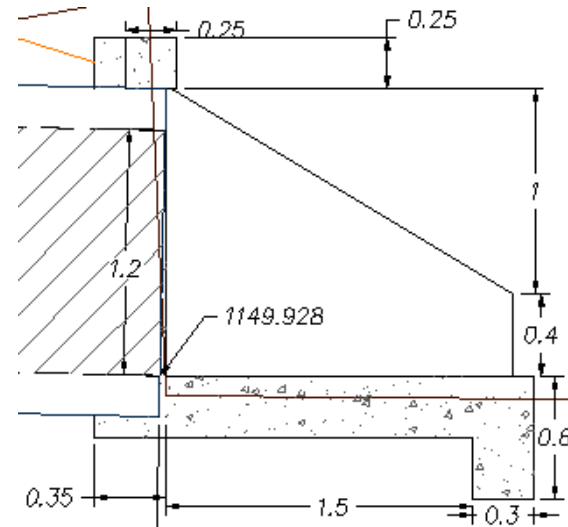
PROGRESIVA: 47+095.26 LONGITUD (m): 11.53 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m): 1.20 ALTO (m): 1.20 DIÁMETRO (m):
 ESVAIAJE: 0'0'0' GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	3.75			✓		OA	2.00			B	DR-06	Sedimentada levemente por suelo fino arcilla limosa, por estar cerca de viviendas, presenta obstrucciones por basurales. En la estructura se puede observar leve separación de las uniones del muro cabezal y de aletas, también síntomas de oxidación del hormigón.
MURO CABEZAL		1.20	0.45				GV	1.30	0.003		B	-	
ALETAS	1.96		0.40										
POCETA LAVADERO	1.70	3.75											
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.80	1.50											
MURO CABEZAL		1.20	0.45										
ALETAS	1.71		0.40										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 19



SALIDA ALCANTARILLA 19



ENTRADA ALCANTARILLA 19



SALIDA ALCANTARILLA 19



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 21



CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

PROGRESIVA: _____ **LONGITUD (m):** _____ **SIMPLE: X** **DOBLE:** _____ **MÚLTIPLE:** _____
MATERIAL: CHAPA ARMCO **SECCIÓN:** _____ **ANCHO (m):** _____ **ALTO (m):** _____ **DIÁMETRO (m):** _____
ESVIAJE: 0'0'0" GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE						✓							La alcantarilla se encuentra completamente perdida en la entrada por deslizamientos o movimientos de tierra con maquinaria, en la salida se puede observar una parte de la tubería de chapa ARMCO, por lo cual la funcionalidad de esta alcantarilla actualmente es nula.
MURO CABEZAL													
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0												
DESCOLE													
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA				POSIBLE ENTRADA ALCANTARILLA 21			SALIDA ALCANTARILLA 21						
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
MURO CABEZAL													
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0												
DESCOLE													

RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 22

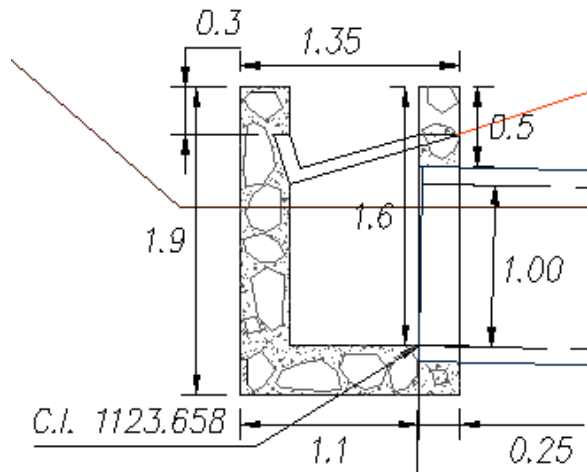


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

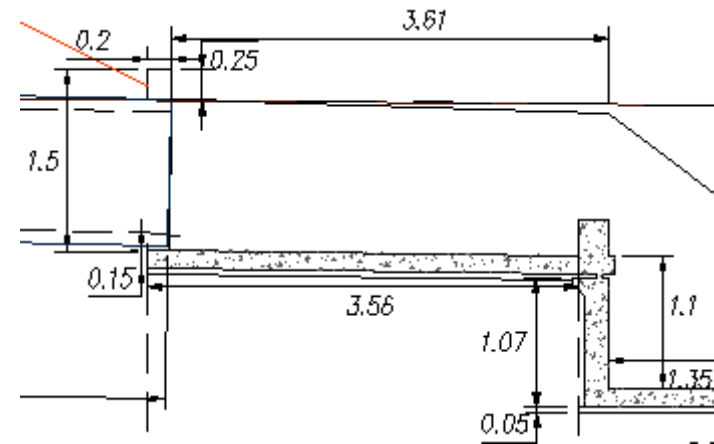
PROGRESIVA: 47+951.95 **LONGITUD (m):** 13.45 **SIMPLE:** X
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):**
ESVIAJE: 0'0'0' GRADOS **DOBLE:**
ALTO (m): **MÚLTIPLE:**
DIÁMETRO (m): 1.00

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.20				✓	GRI	0.40	0.15		M	DP-02	Por la inestabilidad del terreno la alcantarilla se muestra gravemente afectada con grietas, fracturas, desportillamientos de muros cabezales y almenos en un 80% colmatada. La salida de igual modo presenta serios problemas con presencia de piedras rodadas que están obstruyendo el libre flujo en canales o estructuras de disipación.
MURO CABEZAL		1.20	0.50				OA	2.00			A	DR-06	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.20	1.60				GAM	0.72	0.002		B	DR-08	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA							GV	0.64	0.003		B	-	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)				EA	0.33	0.15		A	DR-11	
DESCOLE	3.61	1.20	1.10				DP	3.00		Nro. U. 3	B	DP-02	
MURO CABEZAL		1.20	0.40										
ALETAS													
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 22



SALIDA ALCANTARILLA 22



ENTRADA ALCANTARILLA 22



SALIDA ALCANTARILLA 22



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 23

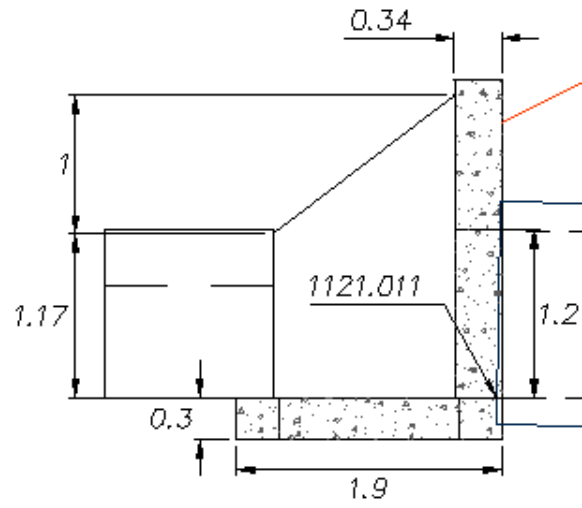


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

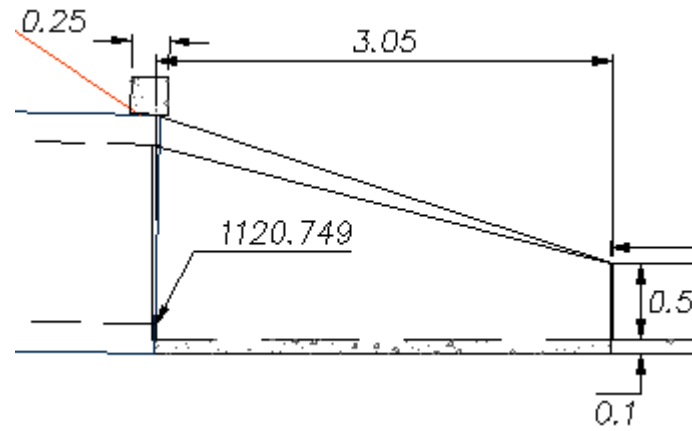
PROGRESIVA: 48+096.50 **LONGITUD (m):** 10.80 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** RECTANGULAR **ANCHO (m):** 1.50 **ALTO (m):** 1.20 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0'0'0' GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE	2.50	4.20			✓		OA	0.50			M	DR-06	Se encuentra obstruido la entrada y la salida por piedras rodadas de grandes dimensiones, que por la caída o deslizamiento y la fuerza de impacto generaron daños de consideración.
MURO CABEZAL		1.50	1.00				GRI	1.10	0.50		A	DP-02	
ALETAS	2.84		1.17										
POCETA LAVADERO	2.50	4.20	1.10				GV	0.70	0.002		B	-	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	3.05	1.00											
MURO CABEZAL		1.50	0.40										
ALETAS	3.05		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 23



SALIDA ALCANTARILLA 23



ENTRADA ALCANTARILLA 23



SALIDA ALCANTARILLA 24



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 24

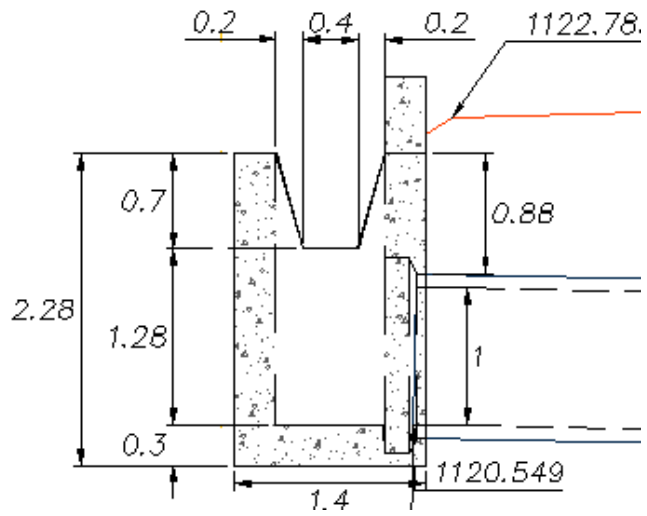


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

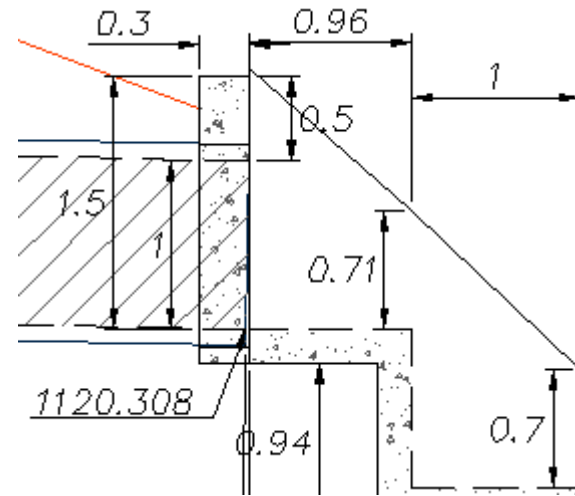
PROGRESIVA: 48+166 LONGITUD (m): 12.45 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m): ALTO (m): DIÁMETRO (m): 1.00
 ESVAIJE: 0°0'0" GRADOS

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.50		✓			GRI	0.50	0.40		A	DP-02	La alcantarilla en la entrada se muestra con deterioros de consideración, y no cuenta con guarda ruedas. Es notorio las oxidaciones de hormigón por la constante existencia de humedad, en la salida se puede observar la mala adherencia de la tubería de la alcantarilla y el muro cabezal, aspecto que puede acortar la vida útil de la estructura.
MURO CABEZAL		1.00	0.90										
ALETAS							GAM	0.70	0.002		B	DR-08	
POCETA LAVADERO	0.80	1.50	2.00										
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.00	1.00	0.90										
MURO CABEZAL		1.00	0.50										
ALETAS	1.00		0.70										
POCETA LAVADERO													

ESUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 24



SALIDA ALCANTARILLA 24



ENTRADA ALCANTARILLA 24



SALIDA ALCANTARILLA 24



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 25

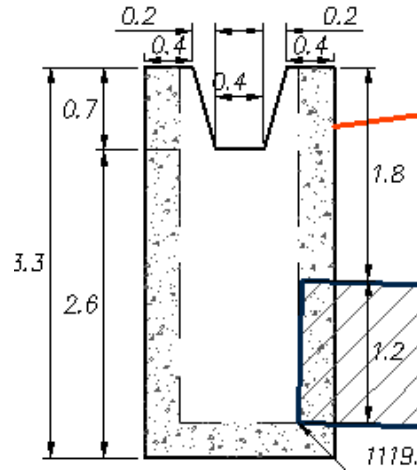


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

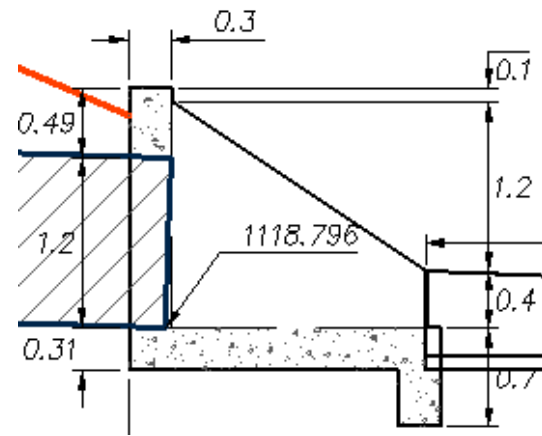
PROGRESIVA: 48+268.35 **LONGITUD (m):** 13.40 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: CHAPA ARMCO **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.20
ESVIAJE: 0°0'0" GRADOS

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	1 DIMEN. DEL DAÑO (m)	2 DIMEN. DEL DAÑO (m)	3 DIMEN. DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	1 DIM. (m)	2 DIM. (m)	3 DIM. (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.00	2.20			✓		GRI	0.55	0.70		A	DP-02	Por derrumbes o deslizamientos de piedras rodadas, se encuentra muy deteriorada, desgastada desportillada, la tubería de chapa ARMCO se pronuncia flexado, y oxidado en la base de la tubería.
MURO CABEZAL		2.20	1.80				GAM	0.60	0.005		M	DR-08	
ALETAS							OA	1.20			B	DR-06	
POCETA LAVADERO	1.00	2.20	3.00				GV	1.20	0.002		B	-	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA							HU	3.50			B	DP-02	
DESCOLE	1.90	1.60	0.20										
MURO CABEZAL		1.40	0.50										
ALETAS	1.90		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 25



SALIDA ALCANTARILLA 25



ENTRADA ALCANTARILLA 25



SALIDA ALCANTARILLA 25



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 26

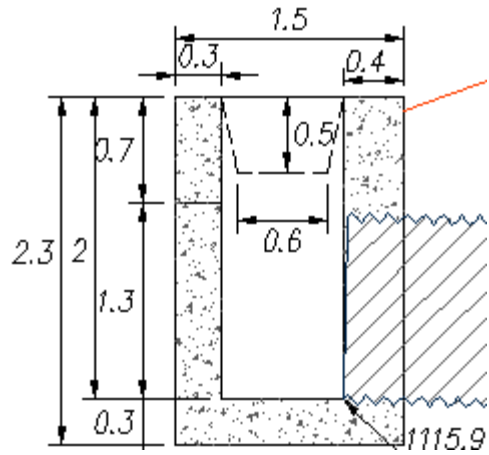


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

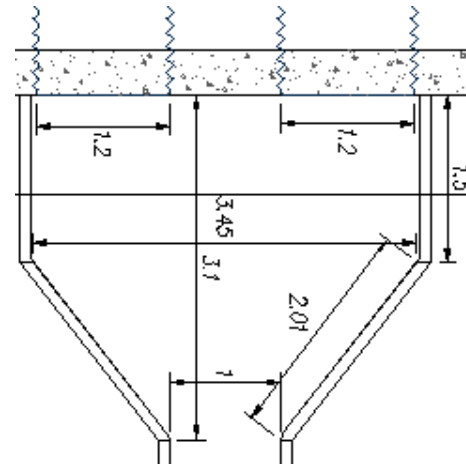
PROGRESIVA: 48+468.92 **LONGITUD (m):** 14.40 **SIMPLE:** **DOBLE:** X **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: CHAPA ARMCO **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.20
ESVIAJE: 0'0'0' GRADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	3.60				✓	OA	1.50			A	DR-06	Las estructuras de encole muestran una notoria severidad de daño, además de una colmatación de las tuberías, y leve aplastamiento de la tubería. La salida se encuentra parcialmente obstruida por suelo fino.
MURO CABEZAL		3.60	0.70				GRI	1.05	0.60		A	DP-02	
ALETAS							GAM	0.70	0.002		B	DP-02	
POCETA LAVADERO	0.80	3.60	2.00				HU	4.30			M	DP-02	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	3.10	1.00											
MURO CABEZAL		3.10	0.60										
ALETAS	3.50		1.20										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 26



(PLANTA) SALIDA ALCANTARILLA 26



ENTRADA ALCANTARILLA 26



SALIDA ALCANTARILLA 26



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 27

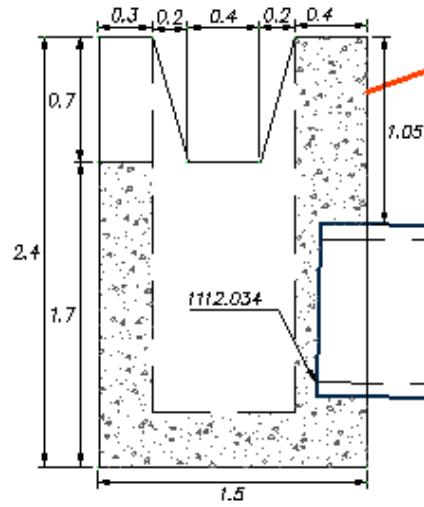


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

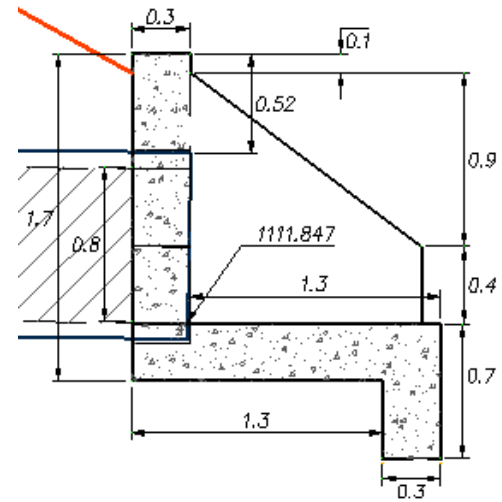
PROGRESIVA: 48+633.35 **LONGITUD (m):** 13.75 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 10'43'6" IZQ.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.10		✓			GRI	0.65	0.002		B	-	Muestra algunos daños en la estructura de encole, en los canales de disipación y las aletas de salida. Se puede denotar que la alcantarilla presenta oxidaciones de hormigón y porosidades, que puede acelerar el deterioro.
MURO CABEZAL		1.10	1.05				GAM	0.95	0.002		B	DP-02	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	0.80	1.10	2.10										
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.30	1.00											
MURO CABEZAL		0.80	0.50										
ALETAS	1.30		0.40										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 27



SALIDA ALCANTARILLA 27



ENTRADA ALCANTARILLA 27



SALIDA ALCANTARILLA 27



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 28

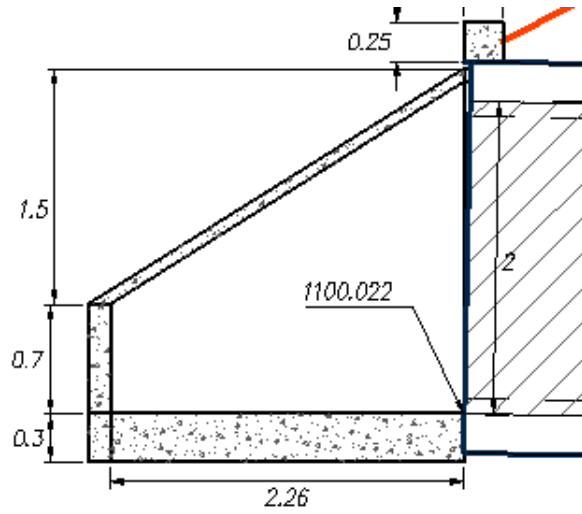


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

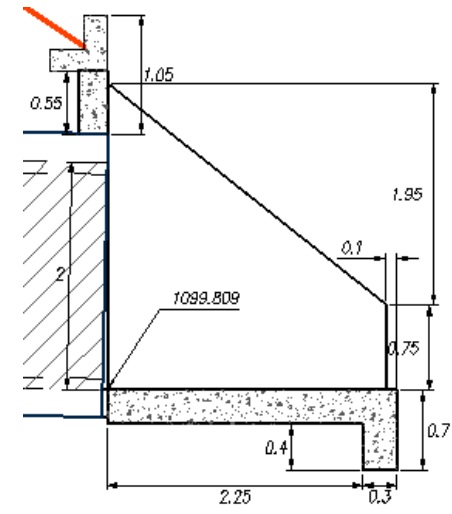
PROGRESIVA: 49+020.50 LONGITUD (m): 10.10 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CAJÓN ANCHO (m): 2.00 ALTO (m): 2.00 DIÁMETRO (m):
 ESVAIAJE: 0°00'00'

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	2.26	6.66		✓			GV	2.20	0.01		M	DP-02	La alcantarilla presenta fisuras grietas longitudinales y grietas verticales entre la unión del muro cabezal y las aletas. Exhibe fallas en el encofrado y el hormigonado en las paredes laterales de la alcantarilla y desgaste o exposición de áridos en la base.	
MURO CABEZAL		2.00	0.50				EA	0.20	0.20		B	-		
ALETAS	3.34		0.70				GTP	7.00	0.002		B	-		
POCETA LAVADERO														
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
DESCOLE	2.50	2.00												
MURO CABEZAL		2.00	0.55											
ALETAS	2.50		0.75											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 28



SALIDA ALCANTARILLA 28



ENTRADA ALCANTARILLA 28



SALIDA ALCANTARILLA 28



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 29

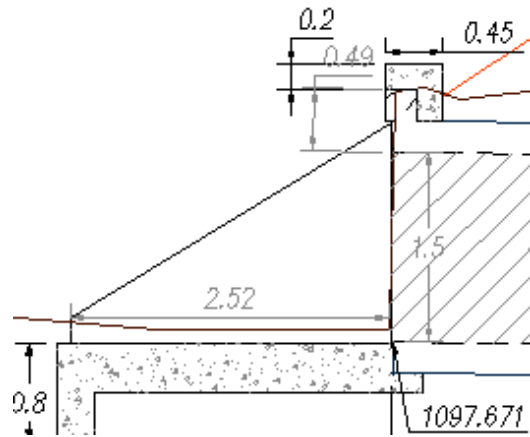


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

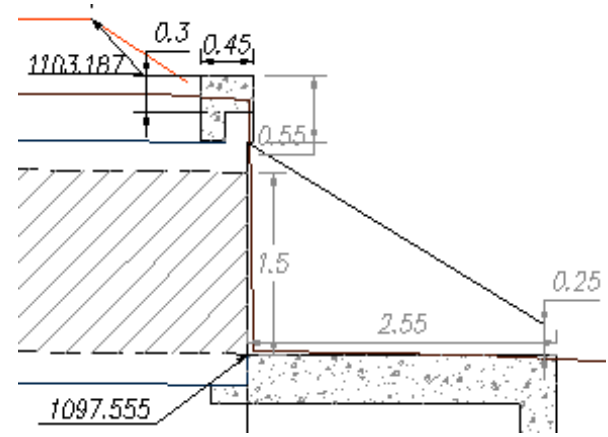
PROGRESIVA: 49+105.75 **LONGITUD (m):** 10.60 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** RECTANGULAR **ANCHO (m):** 2.00 **ALTO (m):** 1.50 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0°00'00'

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	2.50	5.88		✓			GV	1.60	0.004		B	-	La alcantarilla presenta desgastes, grietas longitudinales en el interior de la sección, la losa de la sección tipo cajón o cuadrada exhibe leve flexión o hundimiento.	
MURO CABEZAL		2.00	0.50				HU	3.50			M	DP-02		
ALETAS	2.90		0.40											
POCETA LAVADERO							GTP	3.20	0.002		B	-		
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	2.50	4.88												
MURO CABEZAL		2.00	0.50											
ALETAS	2.90		0.40											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 29



SALIDA ALCANTARILLA 29



ENTRADA ALCANTARILLA 29



SALIDA ALCANTARILLA 29



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)



PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

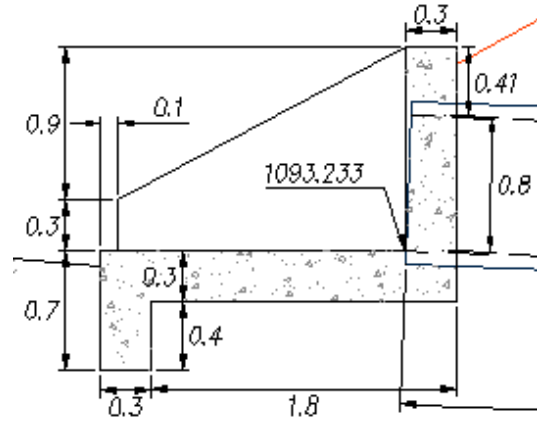
HOJA Nro: 30

CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

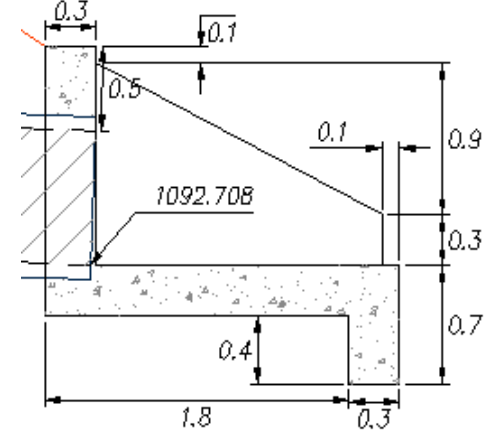
PROGRESIVA: 49+241.20 **LONGITUD (m):** 13.60 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVAJAJE: 0°00'00"

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT.	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.80	2.60			✓		GRI	0.15	0.40		A	DP-02	En la entrada existen deterioros notorios en las estructuras de encole, exhibe también leve socavación de suelo de fundación en la entrada, oxidaciones e indicios de envejecimiento de hormigón por la humedad.
MURO CABEZAL		0.80	0.40				SO	1.20	0.40	0.10	B	-	
ALETAS	1.90		0.30										
POCETA LAVADERO													
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.80	1.00											
MURO CABEZAL		0.80	0.50										
ALETAS	1.80		0.30										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 30



SALIDA ALCANTARILLA 30



ENTRADA ALCANTARILLA 30



SALIDA ALCANTARILLA 30



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 31

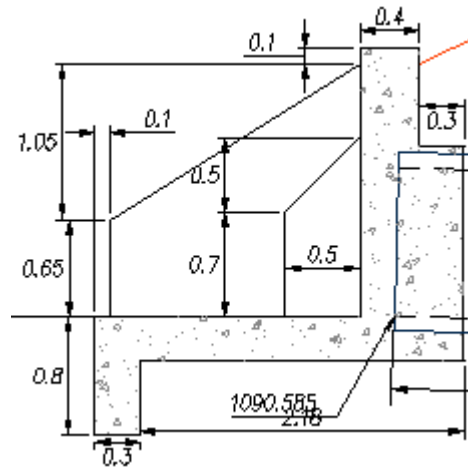


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

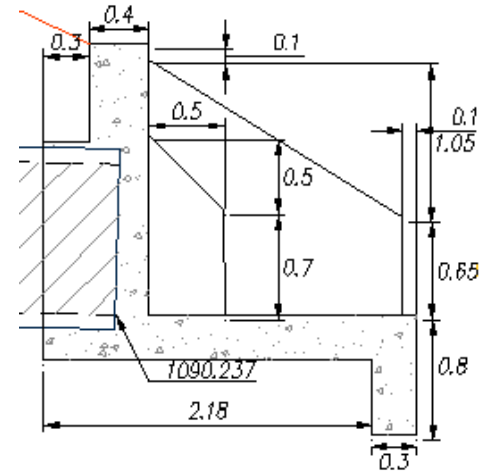
PROGRESIVA: 49+363.70 **LONGITUD (m):** 13.60 **SIMPLE:** **DOBLE:** X **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.00
ESVIAJE: 2'44'44'

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	4.70			✓		GV	0.70	0.002		B	-	La entrada exhibe deterioros notables, como la exposición de acero de refuerzo, porosidades, oxidaciones en aletas y cabezales por la constante presencia de humedad. La salida se encuentra sedimentada en más de 10%, generando estancamiento de agua en las tuberías.
MURO CABEZAL		3.30	0.70				EA	1.50	0.30		A	DP-02	
ALETAS	1.90		0.65				GTP	2.00	0.002		B	-	
POCETA LAVADERO							DP	3.00		Nro. U. 3	B	DP-02	
POCETA LAVADERO							OA	3.50			M	DR-06	
DESCOLE	1.78	4.70											
MURO CABEZAL		3.30	0.70										
ALETAS	1.80		0.65										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 31



SALIDA ALCANTARILLA 31



ENTRADA ALCANTARILLA 31



SALIDA ALCANTARILLA 31



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
ruta: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 32

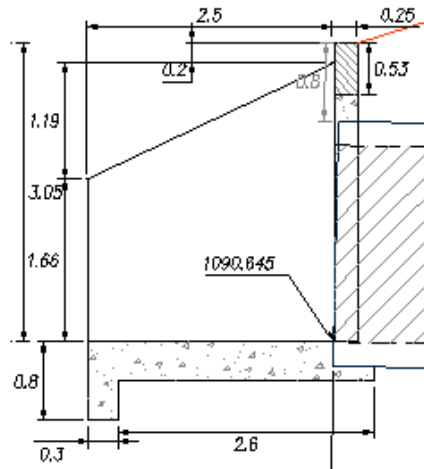


CARACTERISTICAS DE LA ALCANTARILLA

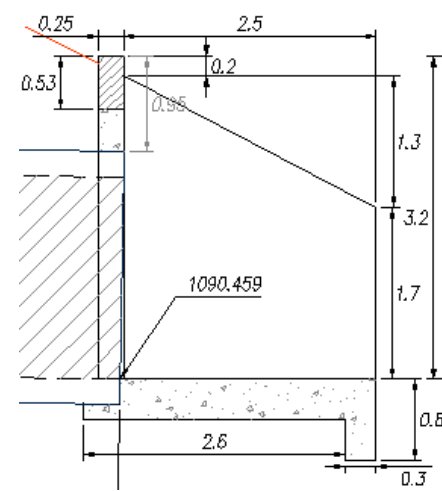
PROGRESIVA: 49+533.68 **LONGITUD (m):** 10.65 **SIMPLE: X** **DOBLE:** **MULTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CAJÓN **ANCHO (m):** 2.00 **ALTO (m):** 2.00 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0°00'00'

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	2.50	6.30		✓			GAM	3.40	0.002		B	DR-08	La alcantarilla exhibe algunas fisuras leves en las aletas, oxidación, porosidades, fallas en el encofrado, parcheos y desgastes en la base de la alcantarilla. La salida se encuentra obstruida por crecimiento de arbustos lo cual genera estancamiento en el descole de la estructura.	
MURO CABEZAL		2.00	0.80											
ALETAS	3.30		1.60				GV	2.20	0.005		B	-		
POCETA LAVADERO							GRI	0.80	0.50		A	DP-02		
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
DESCOLE	2.50	6.30												
MURO CABEZAL		2.00	0.95											
ALETAS	3.30		1.70											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 32



SALIDA ALCANTARILLA 32



ENTRADA ALCANTARILLA 32



SALIDA ALCANTARILLA 32



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)



PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TUNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

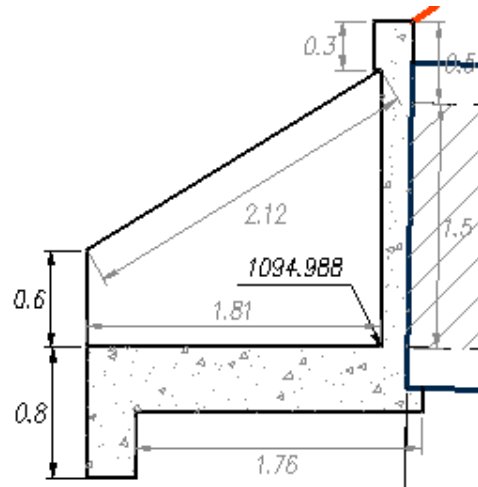
HOJA Nro: 33

CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

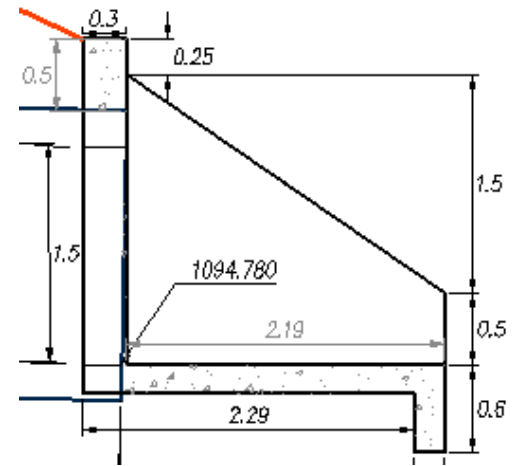
PROGRESIVA: 49+660.90 **LONGITUD (m):** 10.65 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** RECTANGULAR **ANCHO (m):** 2.00 **ALTO (m):** 1.50 **DIÁMETRO (m):**
ESVIAJE: 0°00'00"

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES	
ENCOLE	1.80	5.25			✓		GRI	0.45	1.10		A	DP-02	La estructura de entrada o de encole se encuentra muy deteriorada. Se puede decir que la misma alcantarilla está dañada con oxidaciones y desprendimientos de hormigón a causa de la permanente humedad, además de una sedimentación con suelo fino toda la alcantarilla en menos de 10%.	
MURO CABEZAL		2.00	0.50				GV	1.60	0.003		B	-		
ALETAS		2.60	0.60				OA	10.65			B	DR-06		
POCETA LAVADERO														
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA														
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)											
DESCOLE	2.20	2.00												
MURO CABEZAL		2.00	0.50											
ALETAS	2.20		0.50											
POCETA LAVADERO														

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 33



SALIDA ALCANTARILLA 33



ENTRADA ALCANTARILLA 33



SALIDA ALCANTARILLA 33



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 34

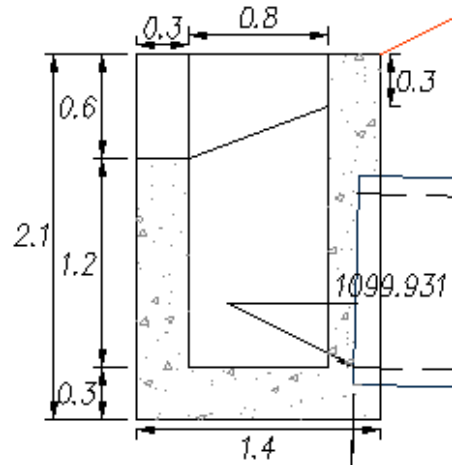


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

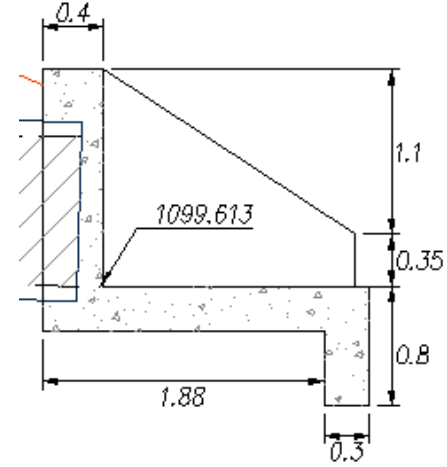
PROGRESIVA: 49+784.60 **LONGITUD (m):** 14.60 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.00
ESVAJE: 8'11'29'

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.80			✓		OA	0.50			B	DR-06	Se puede observar canales o disipadores de encole a la alcantarilla levemente agrietadas desportilladas. En la salida se denota socavación del descole con una profundidad considerable, por lo que los canales que llegan al descole se muestran muy afectados.
MURO CABEZAL		1.80	0.70				GRI	0.65	0.70		A	DP-02	
ALETAS							GAM	0.83	0.02		B	DR-08	
POCETA LAVADERO	0.80	1.80	1.80				SO	2.50	1.30	0.80	A	DR-12	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA							DP	3.00		Nro. U 3	B	DP-02	
DESCOLE	1.70	1.30											
MURO CABEZAL		1.00	0.50										
ALETAS	1.70		0.40										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 34



SALIDA ALCANTARILLA 34



ENTRADA ALCANTARILLA 34



SALIDA ALCANTARILLA 34



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)



PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

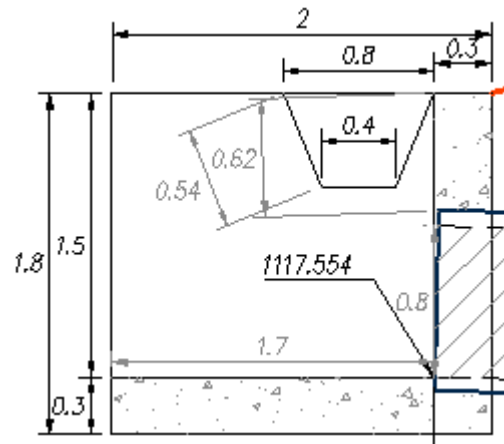
HOJA Nro: 35

CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

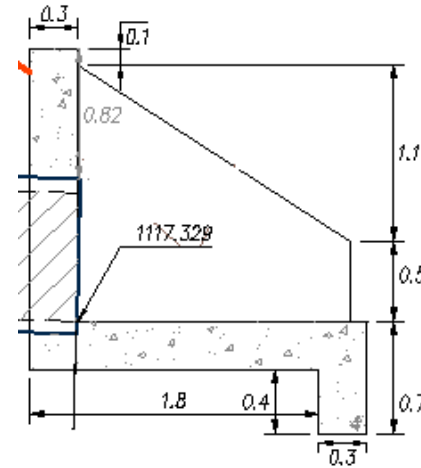
PROGRESIVA: 50+181.65 **LONGITUD (m):** 10.45 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 0°00'00"

				1	2	3	4	5	6	7			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				ESTADO DE LA ALCANTARILLA			TIPO DE DAÑO				ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO		
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATA	CÓDIGO	DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	SEVERIDAD	CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.70	1.20			✓		GAM	0.65	0.002		B	DP-02	La alcantarilla no muestra severidades notorias en el deterioro, algunas oxidaciones y síntomas de envejecimiento por la humedad. Por otra parte, la caja colectora o peseta fue construida apoyado a una roca el cual muestra desprendimientos y desintegración de la roca.
MURO CABEZAL		1.20	0.70				DP	2.50		Nro. U 3	B	DP-02	
ALETAS													
POCETA LAVADERO	1.70	1.20	1.50				GRI		1.20	1.50	M	DP-02	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.70	0.80											
MURO CABEZAL		0.80	0.90										
ALETAS	1.70		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 35



SALIDA ALCANTARILLA 35



ENTRADA ALCANTARILLA 35



SALIDA ALCANTARILLA 35



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
ruta: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26 /10 / 12

HOJA Nro: 36

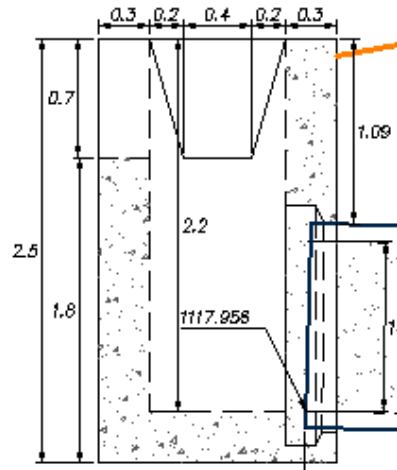


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

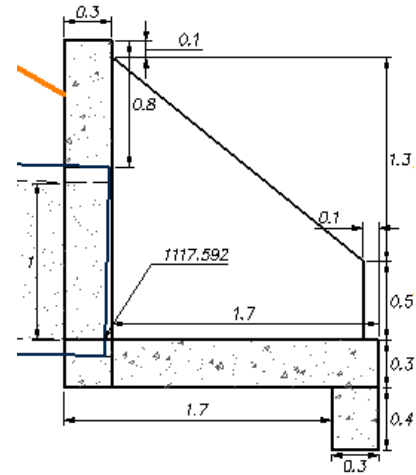
PROGRESIVA: 50+440 **LONGITUD (m):** 14.50 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 1.00
ESVIAJE: 0°00'00'

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	0.80	1.50			✓		GAM	0.70	0.002		B	DP-02	Presenta algunos agrietamientos leves en el encole, oxidaciones del hormigón, obstrucciones o sedimentación en la salida de material fino arcilla negra y leve pérdida de mortero en las uniones de la tubería de hormigón.
MURO CABEZAL		1.50	1.10				DP	3.00		Nro. U. 3	B	DP-02	
ALETAS							GV	1.40	0.002		B	-	
POCETA LAVADERO	0.80	1.50	2.20				OA	3.50			B	DR-06	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)										
DESCOLE	1.70	1.00											
MURO CABEZAL		1.00	0.80										
ALETAS	1.70		0.50										
POCETA LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 36



SALIDA ALCANTARILLA 36



ENTRADA ALCANTARILLA 36



SALIDA ALCANTARILLA 36



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
 RUTA: TARIJA - BERMEJO
 TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
 FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 37

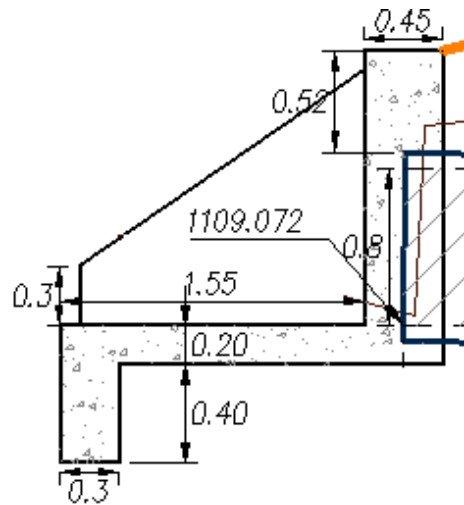


CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

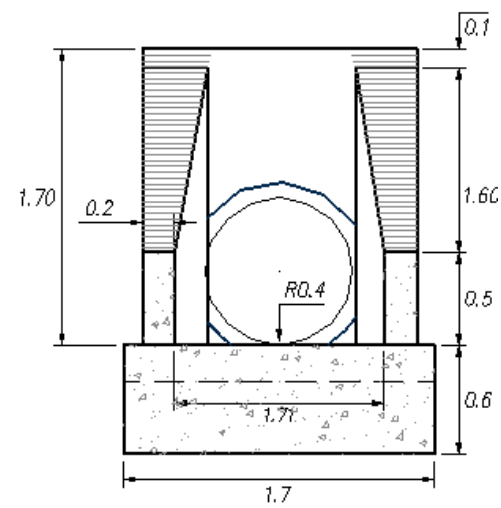
PROGRESIVA: 50+678.53 LONGITUD (m): 15.75 SIMPLE: X DOBLE: MULTIPLE:
 MATERIAL: HORMIGÓN SECCIÓN: CIRCULAR ANCHO (m): ALTO (m): DIÁMETRO (m): 0.80
 ESVAIJE: 28°24'7" DRECH.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
				LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.50	2.45			✓		GRI	0.30	0.003		B	-	Exhibe leves deterioros en la estructura de encole, se puede denotar la oxidación y el envejecimiento del hormigón, con leves obstrucciones en la entrada.
MURO CABEZAL		0.80	0.50				GAM	0.75	0.002		B	DP-02	
ALETAS	2.00		0.30				OA	0.50			B	DR-06	
POCETA O LAVADERO													
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE SALIDA													
DESCOLE	1.45	1.70											
MURO CABEZAL		0.80	0.70										
ALETAS	1.55		0.50										
POCETA O LAVADERO													

ESQUEMA (PERFIL) ENTRADA ALCANTARILLA 37



ESQUEMA (FRONTAL) SALIDA ALCANTARILLA 37



ENTRADA ALCANTARILLA 37



SALIDA ALCANTARILLA 37



RESUMEN DE INSPECCIÓN DE DAÑOS (DRENAJE TRANSVERSAL)

PROVINCIA: ARCE
RUTA: TARIJA - BERMEJO
TRAMO: LA MAMORA – TÚNEL DON NOMI
FECHA: 26/10/12

HOJA Nro: 38



CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA

PROGRESIVA: 50+782.68 **LONGITUD (m):** 14.65 **SIMPLE:** X **DOBLE:** **MÚLTIPLE:**
MATERIAL: HORMIGÓN **SECCIÓN:** CIRCULAR **ANCHO (m):** **ALTO (m):** **DIÁMETRO (m):** 0.80
ESVIAJE: 24°8'48" IZQ.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ENTRADA				1 ESTADO DE LA ALCANTARILLA			2 TIPO DE DAÑO	3 DIMEN. 1 DEL DAÑO (m)	4 DIMEN. 2 DEL DAÑO (m)	5 DIMEN. 3 DEL DAÑO (m)	6 SEVERIDAD	7 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	
ESTRUCTURA	DIM. 1 (m)	DIM. 2 (m)	DIM. 3 (m)	LIMPIA	OBSTRUIDA	COLMATADA	CÓDIGO					CODIG. ESTRAT. MANT	OBSERVACIONES
ENCOLE	1.55	2.45			✓		GRI	0.20	0.45		M	DP-02	Se puede observar daños en la estructura de encole, aletas y las uniones del muro cabezal y las aletas, las cuales no se expresan con severidad, pero son indicios de una decadencia.
MURO CABEZAL		0.93	0.82				GAM	0.50	0.002		B	DR-08	
ALETAS	1.75		0.60				DP	2.00		Nro. U. 2	B	DP-02	
POCETA LAVADERO							GV	1.50	0.002		B	-	

4.7.- ESTIMACIÓN DE PARAMETROS DE DURABILIDAD

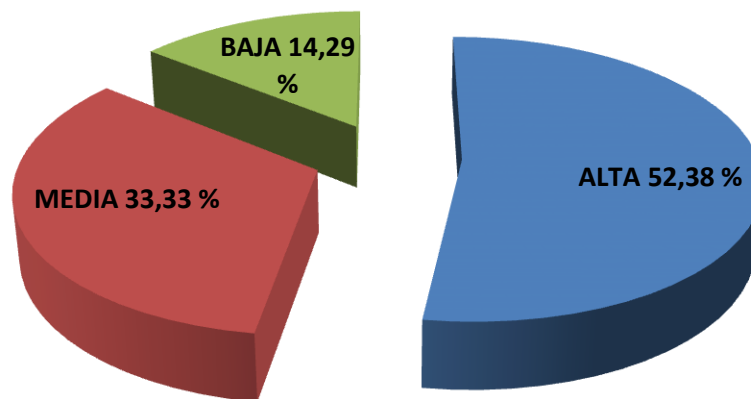
La durabilidad se define como la capacidad de mantener en servicio y con seguridad, una estructura o un elemento de hormigón durante el período determinado como vida útil. Mediante una inspección física visual de daños o deterioros de drenaje superficial, a partir del conocimiento de la edad que tienen estas obras de arte, tomando en consideración el periodo de diseño y el grado de severidad de los daños, se puede tener un parámetro o conocimiento de su durabilidad en el proceso del cumplimiento de su vida útil. Como se muestran en las siguientes planillas.

DRENAJE LONGITUDINAL (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)								
PERIODO DE DISEÑO T (años): 20								
Nro.	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	TIPO DE OBRA DE ARTE	EDAD (AÑO/MES)	COD. DE DAÑO CRÍTICO	SEVERIDAD	ACCIÓN, MANTENIMIENTO (CÓDIGO)	CRITERIO DE DURABILIDAD
1	44+041.47	44+228.98	CUNETA	09/10	FR,DS	M	DR-03	ESTADO ACEPTABLE
2	44+228.98	44+430.00	CUNETA	09/10	DS	M	DR-03	ESTADO ACEPTABLE
			CONTRAC.	09/10	OBS	M	DR-04	ESTADO ACEPTABLE
3	44+430.00	44+610.29	CUNETA	09/10	OB	M	DR-03	ESTADO ACEPTABLE
4	44+610.29	44+663.85	CUNETA	09/10	OB	B	NINGUNA	ESTADO BUENO
5	44+663.85	44+751.90	CUNETA	09/10	OB	B	NINGUNA	ESTADO BUENO
			CONTRAC.	09/10	OBS	A	DR-04	ESTADO CRÍTICO
6	44+751.90	44+900.00	CUNETA	09/10	OB	M	DR-01	ESTADO ACEPTABLE
			CONTRAC.	09/10	OBS	A	DR-04	ESTADO CRÍTICO
7	44+900.00	45+009.00	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
8	45+009.00	45+106.68	CUNETA	09/10	OB	M	DR-01	ESTADO ACEPTABLE
9	45+106.68	45+209.78	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
10	45+209.78	45+380.00	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
11	45+380.00	45+530.46	CUNETA	09/10	OB,FR,ES	A	DR-01/DR-03	ESTADO CRÍTICO
12	45+530.46	45+760.43	CUNETA	09/10	OB,FR	A	DR-01/DR-03	ESTADO CRÍTICO
13	45+760.43	46+249.50	CUNETA	09/10	OB	A	DR/01	ESTADO CRÍTICO
14	46+249.50	46+509.75	CUNETA	09/10	OB,SE,DE	M	DR-01/DR-03	ESTADO ACEPTABLE
15	46+509.75	46+678.05	CUNETA	09/10	GR	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
16	46+678.05	46+807.52	CUNETA	09/10	OB	B	NINGUNA	ESTADO BUENO
			CONTRAC.	09/10	OBS	A	DR-07/DR-09	ESTADO CRÍTICO
17	46+807.52	46+951.53	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
18	46+951.53	47+095.26	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
19	47+095.26	47+218.33	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
20	47+218.33	47+347.83	CUNETA	09/10	OB	A	DR-01	ESTADO CRÍTICO
21	47+347.83	47+951.95	CUNETA	09/10	OB,GR,DS	A	DR-01/DR-03	ESTADO CRÍTICO
			CONTRAC.	09/10	OBS	A	DR-07/DR/09	ESTADO CRÍTICO
22	47+951.95	48+096.50	CUNETA	09/10	DS,DE	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO

DRENAJE LONGITUDINAL (CUNETAS Y CONTRACUNETAS)								
PERIODO DE DISEÑO T (años): 20								
Nro.	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	TIPO DE OBRA DE ARTE	EDAD (AÑO/MES)	COD. DE DAÑO CRÍTICO	SEVERIDAD	ACCIÓN, MANTENIMIENTO (CÓDIGO)	CRITERIO DE DURABILIDAD
23	48+096.50	48+166.00	CUNETETA	09/10	OB,DS	M	DR-01/DR-03	ESTADO ACEPTABLE
24	48+166.00	48+268.35	CUNETETA	09/10	DS	M	DR-03	ESTADO ACEPTABLE
25	48+268.35	48+468.92	CUNETETA	09/10	DE	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
26	48+468.92	48+633.35	CUNETETA	09/10	DS,FR	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
27	48+633.35	49+020.50	CUNETETA	09/10	OB	M	DR-01	ESTADO ACEPTABLE
			CONTRAC	09/10	OBS	M	DR-04	ESTADO ACEPTABLE
28	49+020.50	49+105.75	CUNETETA	09/10		LIMPI	NINGUNO	ESTADO BUENO
29	49+105.75	49+241.10	CUNETETA	09/10	OB	B	NINGUNO	ESTADO BUENO
30	49+241.10	49+363.70	-	-	-	-	-	-
31	49+363.70	49+533.68	BORDILLO	09/10	OB	B	NINGUNO	ESTADO BUENO
32	49+533.68	49+660.90	CUNETETA	09/10	OB	M	DR-01	ESTADO ACEPTABLE
33	49+660.90	49+784.60	CUNETETA	09/10	OB	M	DR-01	ESTADO ACEPTABLE
34	49+784.60	50+181.65	CUNETETA	09/10	DS,DE	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
35	50+181.65	50+440.00	CUNETETA	09/10	OB,DE	M	DR-01/DR-03	ESTADO ACEPTABLE
36	50+440.00	50+678.53	CUNETETA	09/10	FR	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
37	50+678.53	50+782.68	CUNETETA	09/10	OB	B	NINGUNO	ESTADO BUENO
38		TUNEL DON NOMI	CUNETETA	09/10	OB	A	DR-03	ESTADO CRÍTICO
	50+782.68							

Nota: El símbolo (-) indica que en el tramo no existe cuneta.

ESTADO O SEVERIDAD EN OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL EN %



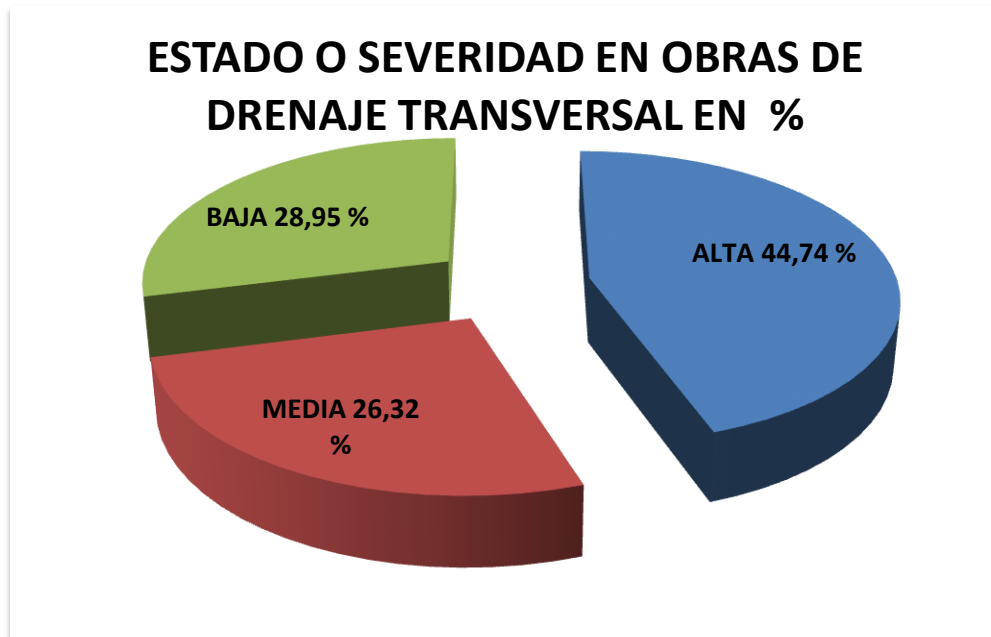
En el esquema mostrado se puede observar claramente que las obras de arte consideradas longitudinales del tramo, presentan severidades altas en más de 50% del trayecto.

DRENAJE TRANSVERSAL**PERIODO DE DISEÑO (años): 20**

Nro.	PROG. INICIAL	TIPO DE OBRA DE ARTE	EDAD (AÑO/MES/DIA)	CÓDIGO DE DAÑO CRÍTICO	SEVERIDAD DEL DAÑO	ACCIÓN, MANTENIMIENTO (CÓDIGO)	CRITERIO DE DURABILIDAD
1	44+041.47	ALC. ARMC	09/01/11	FT	M	DP-02	ESTADO ACEPTABLE
2	44+228.98	ALC. HORM.	09/03/01	GAM	M	DR-08	ESTADO ACEPTABLE
3	44+430.00	ALC. BOVED	09/08/05	GRI,SO	A	DR-12/DP-02	ESTADO CRITICO
4	44+610.29	ALC. HORM.	09/02/25	OA	M	DR-06	ESTADO ACEPTABLE
5*	44+663.85	ALC. HORM.	09/07/21	SO	M	DR-12	ESTADO ACEPTABLE
6	44+751.90	ALC. HORM.	09/06/12	OA,DP	B	DR-06/DR-02	ESTADO, REG. BUENO
7	44+900.00	ALC. HORM.	09/07/30	OA,GV,DP	B	DR-06/DP02	ESTADO, REG. BUENO
8	45+009.00	ALC. BOVED	10/08/11	GRI,GAM	B	DR-08	ESTADO, REG. BUENO
9	45+106.68	ALC. HORM.	09/07/14	GRI,DP,GAM	B	DR-08/DP-02	ESTADO, REG. BUENO
10	45+209.78	ALC. HORM.	09/07/30	GAM	M	DR-08	ESTADO ACEPTABLE
11	45+380.00	ALC. HORM.	09/05/23	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
12	45+530.46	ALC. HORM.	09/05/30	GAM	M	DP-02/DR-08	ESTADO ACEPTABLE
13	45+760.43	ALC. HORM.	09/02/30	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
14	46+249.50	ALC.ARM C H.	09/02/02	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
15	46+509.75	ALC.HORM.	09/00/18	GAM,GV,GRI	A	DP-02/DR-08	ESTADO CRITICO
16	46+678.05	ALC. HORM.	09/00/11	GAM,GV,GRI	B	DR-08	ESTADO, REG. BUENO
17	46+807.52	ALC. HORM.	09/01/22	GAM,GV,OA	B	DP-02/DR-06	ESTADO, REG. BUENO
18	46+951.53	ALC. HORM.	09/02/02	GRI, OA	B	DP-02/DR-06	ESTADO, REG. BUENO
19	47+095.26	ALC. HORM.	09/07/18	OA,GV	B	DR-06	ESTADO, REG. BUENO
20	47+218.33	-		OA	A	DR-06	ESTADO CRITICO
21	47+347.83	ALC. ARMC.		OA	A	DR-06	ESTADO CRITICO
22	47+951.95	ALC. HORM.	10/08/11	OA,EA	A	DR-06/DR-11	ESTADO CRITICO
23	48+096.50	ALC. HORM.	09/05/03	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
24	48+166.00	ALC. HORM.	09/03/25	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
25	48+268.35	ALC. ARMC.	09/05/03	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
26	48+468.92	ALC.ARM C. H.	10/09/08	OA,GRI	A	DR-06/DP-02	ESTADO CRITICO
27*	48+633.35	ALC. HORM.	09/04/01	GAM,GRI	B	DP-02	ESTADO, REG. BUENO
28	49+020.50	ALC. HORM.	10/08/11	GV	M	DP-02	ESTADO ACEPTABLE
29	49+105.75	ALC. HORM.	09/07/05	HU	M	DP-02	ESTADO ACEPTABLE
30	49+241.10	ALC. HORM.	09/03/20	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
31*	49+363.70	ALC. HORM.	09/04/15	EA	A	DP-02	ESTADO CRITICO
32	49+533.68	ALC. HORM.	09/03/30	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
33	49+660.90	ALC. HORM.	08/02/03	GRI	A	DP-02	ESTADO CRITICO
34*	49+784.60	ALC. HORM.	08/08/30	GRI,SO	A	DP-02/DR-12	ESTADO CRITICO
35	50+181.65	ALC. HORM.	10/09/10	GRI	M	DP-02	ESTADO ACEPTABLE
36	50+440.00	ALC. HORM.	09/01/28	DP.OA,GV	B	DP-02/DR-06	ESTADO, REG. BUENO
37*	50+678.53	ALC. HORM.	09/07/03	GAM,OA,GRI	B	DP-02/DR-06	ESTADO, REG. BUENO
38*	50+782.68	ALC. HORM.	09/08/11	GRI	M	DP-02	ESTADO ACEPTABLE

Nota: - El símbolo (-) indica que no se puede visualizar la alcantarilla en el punto.

- (*) Son las alcantarillas con esviaje.



En el drenaje transversal se estima que el 44.74% de las 38 alcantarillas existentes en el tramo presentan severidades altas, como se puede observar en el esquema.

Referencia del criterio de durabilidad.

ESTADO BUENO: Las obras de drenaje presentan buenas condiciones de estado, y están con una buena visión al cumplimiento de su durabilidad.

ESTADO REGULARMENTE BUENO: Si bien las obras de arte se encuentran en buenas condiciones, necesitan de un mantenimiento rutinario.

ESTADO ACEPTABLE: Las obras de arte superficiales que presentan diferentes tipos de daños pero no son considerados de gravedad, están en una proyección y rango aceptable al cumplimiento de su durabilidad, previo mantenimiento permanente.

ESTADO CRITICO: Están consideradas en estado crítico las obras de arte que presentan deterioros de gran o considerable magnitud, que sin una oportuna reparación o mantenimiento no podrán cumplir su vida útil estipulada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- Se pudo evidenciar que el tramo en estudio, existen diferentes tipos de obras de arte menor superficiales, cunetas en 9.50 km. lineales de longitud entre ambos lados izquierdo y derecho, contracunetas en 1.60 km. aproximadamente, bordillos, canales disipadores de energía o caídas escalonadas, canales con pendientes críticas o rápidas, y 38 alcantarillas de diferentes tipos y secciones.
- Por la estructura del terreno natural se puede identificar en casi 7 km. de distancia, un promedio de una alcantarilla cada 170 m. Por la importancia que representan en una carretera, se hizo énfasis en estructuras de drenaje como cunetas, contracunetas y alcantarillas.
- Para el drenaje longitudinal se analizaron 8 tipos de daños, las cuales presentan condiciones críticas en “n” número de sub tramos como se muestra en la siguiente tabla.

TIPO DE DAÑO	# TRAMOS EN COND. CRITICAS
Escalonamiento	1
Grieta	2
Desgastes	4
Desportillamiento de cuneta	3
Fracturamiento de la cuneta	4
Separación de la cuenta	0
Obstrucción de la cuneta	12
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	4

- En drenaje longitudinal se puede concluir que en 52.38% de los sub tramos presentan condiciones críticas, mayormente por OB obstrucción en cunetas, debido a factores como, la topografía y geología del lugar. Las cunetas exhiben severos daños a causa de deslizamientos, que por la estructura del suelo natural (existencia de pedrones o rocas rodadas) no solo obstruyen, sino que también generan fracturamientos, desportillamientos y agrietamientos.
- Las contracunetas presentan obstrucciones severas, se puede identificar claramente la falta de mantenimiento, motivo por el cual al no captar adecuadamente el flujo del agua, en algunos casos genera deslizamientos de talud afectando a la cuneta y la misma contracuneta.
- Para el drenaje transversal se analizaron 10 tipos de daños las cuales son críticos en “n” número de alcantarillas:

TIPO DE DAÑO	# ALCATARILLAS EN COND. CRITICAS
Grietas en las aletas, el muro cabezal y los muros de pocetas o lavaderos	1
Grietas en la tubería principal	0
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	1
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.	0
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	11
Hundimiento o aplastamiento.	0
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería.	2
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas y muro cabezal.	2
Deterioro y perdida del mortero de pega de las uniones.	0
Obstrucción de alcantarilla.	4

- Se pudo observar que en 44.74% de las alcantarillas presentan problemas considerables de deterioros, en mayoría de los casos por obstrucciones y grietas o fracturamiento en canales disipadores y estructuras de encole o descole.

- Los deterioros identificados en alcantarillas son predominantes, entre las progresivas 47+095.26 – 49+784.60, por la estructura que presenta el terreno natural (topográfica, geotécnica y geológica), es decir derrumbes, deslizamientos, corrimientos, existencia de rocas rodadas de grandes dimensiones que por el impacto sobre las estructuras de drenaje ocasionan serios daños en los cabezales, mayormente en las estructuras de encole.
- *Estimando un parámetro de la durabilidad o vida útil que debería cumplir el drenaje transversal (alcantarillas) se puede concluir que relativamente hasta hoy están dentro del margen aceptable a cumplir su periodo de diseño de 20 años, considerando que está en servicio entre 9 a 10 años después de su construcción, previo mantenimiento rutinario.*
- *En el caso del drenaje longitudinal (cunetas y contracunetas) se debe considerar las condiciones de estado y realizar reparaciones, mantenimientos o en algunos casos la reconstrucción de las mismas sobre todo en daños como FR fracturamientos que son los casos de mayor severidad. Siendo un nivel crítico fuera del margen aceptable de su durabilidad a 20 años (periodo de diseño).*
- Según los resultados, después de alrededor entre 8 a 9 años de servicio, la resistencia del hormigón en obras de drenaje se muestran altamente resistentes entre 425 a 462 kg/cm². previo a riesgos de confiabilidad, en todo caso revelan un parámetro sino es exacto, cercano del estado o resistencia característica del hormigón.
- Se pudo comprobar que la durabilidad de las obras de arte no es únicamente dependiente de la resistencia característica del hormigón, existen muchos factores que limitan lo mencionado, en este caso el mayor limitante para su durabilidad es por impactos de rocas rodadas debido a los aspectos geológicos geotécnicos y topográficos de la zona.
- Se pudo investigar que a pesar de que existen microempresas que se encargan de mantenimiento rutinario, los deslizamientos son constantes, sobre todo en

temporada de lluvia, generando serios peligros a los trabajadores y usuarios de la carretera.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Se debe considerar y tomar muy en cuenta la importancia que tiene las obras de drenaje en las carreteras, ya que el deterioro o falla de drenes afecta directamente a la plataforma vial, ocasionando pérdidas económicas e inclusive accidentes de tránsito.
- En drenaje longitudinal para que pueda cumplir mínimamente su periodo de diseño, se recomienda lo siguiente a cada tipo de daño.

TIPO DE DAÑO	ACCIÓN PARA CUMPLIR SU VIDA ÚTIL
Escalonamiento	Reparación, reconstrucción con previa compactación del suelo de fundación de módulos afectados de la cuneta.
Grieta	Reparación, sellado o curado de grietas de cunetas afectadas.
Desgastes	Recubrimiento del área afectada, considerar uso de aditivos ante agentes abrasivos o erosivos del ambiente.
Desportillamiento de cuneta	Parcheo o recapamiento de módulos afectados, ver la posibilidad de fundar muros de contención para evitar deslizamientos.
Fracturamiento de la cuneta	Reconstrucción de módulos afectados y prever los deslizamientos evitando impactos de rocas rodadas mediante muros de contención.
Separación de la cuenta	Reconstrucción previa compactación del suelo de fundación, en caso de no presentar severidad alta curado o sellado de módulos afectados.
Obstrucción de la cuneta	Limpieza permanente de materiales presentes en la cuneta y prever deslizamientos del talud.
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales.	Limpieza permanente, prever deslizamientos.

- En drenaje transversal para que pueda cumplir como mínimo su periodo de diseño se recomienda lo siguiente a cada tipo de daño.

TIPO DE DAÑO	ACCIÓN PARA CUMPLIR SU VIDA ÚTIL
Grietas en las aletas, el muro cabezal y los muros de pocetas o lavaderos	Realizar curado o sellado de las grietas. Encausar el flujo de agua adecuadamente para evitar infiltraciones que generen asentamientos del suelo de fundación.
Grietas en la tubería principal	Realizar curado o sellado de la tubería, evitar exceso de cargas y posibles infiltraciones en la alcantarilla.
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	Curado o sellado de la grieta. Prever infiltración del agua que genere asentamientos del suelo de fundación sobre todo de las aletas.
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería.	Reparación o reemplazo de la tubería afectada, Evitar arrastre de materiales sólidos y prever acciones de agentes abrasivos, corrosivos del medio.
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.	Reparación o reconstrucción previa compactación de suelo de fundación de canales disipadores, prever deslizamientos sobre estas estructuras.
Hundimiento o aplastamiento.	Reparación o reemplazo de la tubería afectada, evitar infiltraciones que generen asentamientos.
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería.	Reparación o recubrimiento del área afectada, prever efectos abrasivos y corrosivos del medio.
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas y muro cabezal	Reparación del área afectada con fundación de losa de hormigón armado o construcción estructuras de disipación de energía para controlar la velocidad de flujo.
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones.	Reparación o recubrimiento de uniones con pérdida de mortero.
Obstrucción de alcantarilla.	Limpieza permanente de materiales acumulados. Empleo de rejillas o deflectores de arrastre para evitar taponamientos en la entrada.

- Particularmente, no es recomendable el uso de tuberías de chapa ARMCO en las alcantarillas, por el hecho de que según inspecciones visuales en el tramo y otros se pudo verificar que corrosionan rápidamente, además tienden a ser susceptibles a aplastamientos por carga, en caso de utilizar es recomendable con base de hormigón.
- A pesar de que existen muros de contención o retención de taludes, muros de gaviones en el tramo, se debe realizar inversiones en estudios minuciosos de la estabilidad de taludes, ya que es uno de los problemas principales existentes que limita la durabilidad de las obras viales. Por las características naturales topográficas de nuestro país es necesario hacer énfasis en este aspecto.
- Se recomienda concientizar a los habitantes que viven en las cercanías o alrededores de la carretera no evacuar escombros basurales o materiales de construcción como gravas, arenas, piedras además de apertura de caminos peatonales y vehiculares sobre estructuras de drenaje, ya que se pudo observar que son uno de los casos de obstrucción y estancamiento de aguas.
- Tanto a los transeúntes y usuarios en movilidades se recomienda tener cuidado en el trayecto de esta zona, ya que el desprendimiento de gravillas o rocas rodadas de la cuesta, adquieren velocidad impactando a las obras de drenaje y la plataforma vial con una gran fuerza.
- En la realización del ensayo con esclerómetro se recomienda, tener mucho cuidado en la manipulación de la misma, especialmente con el ángulo de disparo, ya que puede arrojar datos muy dispersos en posiciones no especificados.