

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN E INVENTARIO DE OBRAS  
DE ARTE – CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA EN EL TRAMO  
KM 29+000 AL KM 31+000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**MARCO ANTONIO MITTEN SALHUANA**

**Lima- Perú**

**2012**

Dedicado a mis padres,  
familiares y amigos que  
siempre me brindaron  
su apoyo.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	03
<b>LISTA DE CUADROS</b>	04
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	05
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	06
<b>INTRODUCCIÓN</b>	07
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b>	09
1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA	09
1.2 INVENTARIO VIAL EN EL PERÚ	10
1.3 UBICACIÓN	11
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	13
2.1 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	13
2.1.1 Drenaje Longitudinal de la Carretera	14
2.1.2 Drenaje Transversal de la Carretera	21
2.2 CLASES DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	24
2.3 COMPONENTES DE LAS OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	30
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	33
3.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN EN CAMPO	34
3.2 EVALUACIONES	38
3.2.1 Evaluación de la Superficie de la Carretera	38
3.2.2 Evaluación del Flujo de Agua	45
3.2.3 Evaluación del Cuerpo de la Alcantarilla	50
3.2.4 Evaluación Global de la Alcantarilla	63
3.3 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN LA CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANA EN EL TRAMO KM 29+000 AL KM 31+00	64
3.3.1 Generalidades	64
3.3.2 Descripción del Tramo Evaluado	66
3.3.3 Evaluación Técnica de las Alcantarillas	67
3.3.4 Resultados	74

<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	76
4.1 CONCLUSIONES	76
4.2 RECOMENDACIONES	76
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	78
<b>ANEXOS</b>	79

## RESUMEN

La inspección e inventario de las obras de arte y drenaje es un tema de estudio e investigación muy amplio, por la diversidad de estructuras que contiene el sistema de drenaje de carreteras. Siendo, las carreteras obras de mucha importancia para el progreso y desarrollo del país, así como de los departamentos, distritos, poblados y comunidades que atraviesa, constituyendo un valioso patrimonio nacional que debe ser preservado mediante una conservación adecuada y oportuna, evitando de esta manera su prematuro deterioro.

La desatención al estado de la carretera produce daños antes de lo esperado y habrá que asumir labores de rehabilitación, o incluso reconstrucción, medidas que resultan mucho más costosas que los gastos producto de una conservación sencilla y rutinaria a su debido tiempo. Por tal motivo se efectúan inspecciones e inventarios, con el inconveniente de que éstas tienden a ser subjetivas, muchas veces a criterio del evaluador de turno.

El presente Informe de Suficiencia surge a partir de la necesidad de un procedimiento adecuado para la inspección e inventario de obras de arte y drenaje, en especial de las alcantarillas, que defina de forma clara los parámetros a evaluarse. De esta manera obtener una clasificación global del estado y funcionamiento del sistema con la finalidad de representarlo en forma gráfica, a través de mapas temáticos, con el programa ArcGIS. En otra instancia, podría servir de fuente de información para la toma de decisiones, generar un planteamiento óptimo de alternativa de mejoramiento, así como programas de operación y mantenimiento de la carretera y demás acciones correctivas.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01 Sistema Nacional de Carreteras	11
Cuadro N° 3.01 SIC 18: Alcantarillas	74
Cuadro N° 3.02 SIC 18: Alcantarillas - continuación	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01 Clasificación de Rutas	11
Figura N° 1.02 Plano de Ubicación	12
Figura N° 2.01 Sistema de drenaje y partes de la infraestructura vial	13
Figura N° 2.02 Secciones típicas de cunetas	16
Figura N° 2.03 Sección típica de cuneta triangular	16
Figura N° 2.04 Detalle de zanja de coronación	17
Figura N° 2.05 Detalle de zanja de coronación escalonada	17
Figura N° 2.06 Detalle de típico de zanja drenaje	18
Figura N° 2.07 Detalle de cuneta de banquetta típica	19
Figura N° 2.08 Detalle típico de bordillo de concreto armado	20
Figura N° 2.09 Sección longitudinal de badén	23
Figura N° 2.10 Vista en planta de badén	23
Figura N° 2.11 Sección A-A de badén	23
Figura N° 2.12 Alcantarilla rígida de mampostería	25
Figura N° 2.13 Alcantarilla en arco de TMC	25
Figura N° 2.14 Formas de alcantarillas comúnmente usadas	26
Figura N° 2.15 Condiciones de instalación de conductos	28
Figura N° 2.16 Bases típicas para conductos en zanja	30
Figura N° 2.17 Componentes de las alcantarillas	31
Figura N° 3.01 Falla del pavimento	39
Figura N° 3.02 Alcantarilla corrugada con proyección de su salida	41
Figura N° 3.03 Erosión alrededor de tubería con el extremo biselado	43
Figura N° 3.04 Chequeo de la curva	53
Figura N° 3.05 Indicios en la superficie de infiltración	55
Figura N° 3.06 Rajadura debido a la deformación	57
Figura N° 3.07 Rajadura debido a la deformación	58
Figura N° 3.08 Inspección de la forma para alcantarillas circulares	62
Figura N° 3.09 Formulario estándar – Hoja N° 01	70
Figura N° 3.10 Formulario estándar – Hoja N° 02	71

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- C : Cuerda  
M : Ordenada media  
 $R_A$  : Radio actual  
 $R_D$  : Radio de diseño  
SIC : Subsistema de Inventario Calificado  
TMC : Tubería de Metal Corrugado

## INTRODUCCIÓN

El sistema de obras de arte y drenaje de una carretera tiene como finalidad recoger y conducir rápidamente los flujos de agua alejándolos de la carretera. Convirtiéndose de esta forma en el sistema más importante de la carretera, pues la presencia de agua deteriora la vía, debilita los pavimentos, deteriora las bermas y los taludes, produce socavación en alcantarillas, terraplenes e incluso puentes, pudiendo también erosionar el terreno.

Dentro de este sistema de obras de arte y drenaje, las alcantarillas han recibido poca atención, por considerarlas obras menores y porque son menos visibles que las demás cuando funcionan adecuadamente. Adicionalmente, una alcantarilla generalmente representa una inversión significativamente menor que un puente y en caso de fallas suele representar un peligro mucho menor. Sin embargo, la falla de una alcantarilla puede resultar más complicada que un inconveniente de conducción, incluso logra ser costosa y peligrosa.

El presente Informe de Suficiencia plantea una metodología que brinde procedimientos generales para orientar, informar y documentar la inspección e inventario de alcantarillas, por ser éstas las obras de arte y drenaje predominantes en el tramo evaluado, asimismo proporcionar las pautas para inspeccionar y calificar los componentes hidráulicos y estructurales aplicados a una alcantarilla. Entonces, esta metodología será aplicada al sistema de alcantarillas ubicadas en el tramo de la carretera Cañete – Lunahuana, entre el km 29+000 y el km 31+000.

El primer capítulo corresponde a las generalidades del presente informe, mencionando una breve reseña histórica de la carretera evaluada, así como su ubicación.

En el segundo capítulo se desarrolla los Fundamentos Teóricos concernientes a las obras de arte y drenaje, dándole mayor énfasis a las alcantarillas y sus clases, componentes. Conceptos básicos que ayudarán a entender mejor el comportamiento de las alcantarillas bajo determinadas circunstancias.

El tercer capítulo se le denominó Metodología Propuesta para la Inspección e Inventario de Alcantarillas, describe el procedimiento general a seguir para la evaluación de alcantarillas, brindando también los parámetros que se deben inspeccionar en cada componente de la misma. Luego, se presenta la aplicación del procedimiento y nos muestra los resultados de la inspección mediante el formulario estándar.

Finalmente, el cuarto capítulo son las conclusiones y recomendaciones, fundamentados en los resultados obtenidos y así indicar las medidas correctivas que deben aplicarse a los problemas encontrados.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Breve Reseña Histórica de la Carretera Cañete - Lunahuana**

La carretera de penetración y enlace entre Chupaca-Yauyos-Cañete, fue proyectada y ejecutada durante el gobierno del Sr. Augusto B. Leguía entre la década de 1920 a 1930, mediante la Ley decretada de la Conscripción Vial Territorial del Perú.

Durante el gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche, entre los años 1940 y 1944 se avanzan los trabajos de la carretera desde Cañete, llegando a Yauyos en abril de 1944, siendo inaugurado por el propio Presidente en junio del mismo año.

El 09 de diciembre del 2005, se aprueba el Estudio de Factibilidad del Proyecto: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana-Dv. Yauyos-Chupaca.

El año 2007, se crea en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones: "Proyecto Perú", como un Programa de conservación y desarrollo de Infraestructura Vial que implementa un NUEVO SISTEMA DE GESTIÓN VIAL en el País; entendiéndose por Gestión Vial, la Construcción, Rehabilitación, Mejoramiento, Conservación, Atención de Emergencias Viales, Relevamiento de Información y Operación de la Red Vial Nacional.

En el marco de este proyecto se convoca a concurso público: El Servicio de Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial N° 13, siendo ganador el CONSORCIO GESTIÓN DE CARRETERAS, con un presupuesto de S/. 131'589.139.71. El Consorcio Gestión de Carreteras está conformado por la Cía. ICCGSA (Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.), Corporación Mayo SAC y Empresa de Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L.

Con fecha 22 de Agosto del 2008, se firma el Convenio específico entre la Universidad Nacional de Ingeniería y el MTC, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional PROVIAS NACIONAL, con el objetivo de mejorar los niveles de serviciabilidad y transitabilidad en las Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito de la Red Vial Nacional, dónde se plantea iniciar

investigaciones sobre la experiencia en la Ruta N° PE-24 Cañete – Lunahuaná – Chupaca, con la finalidad de elaborar una Norma de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito “Pavimentos Básicos”.

El 01 de marzo del 2010, la Empresa CESEL S.A. firma con PROVIAS NACIONAL, el Contrato de Servicios de Consultoría de Obra N° 051-2010-MTC/20, para la Elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Lunahuana. Estudio que continúa en ejecución en la actualidad.

## **1.2 Inventario Vial en el Perú**

Durante la presidencia del Mariscal Ramón Castilla, el 29 de mayo de 1867, se decreta la Primera Ley de Clasificación de los Caminos en el Perú, siendo éstos: Nacionales, Departamentales y Provinciales. Los cuales servían para ir a pie o en carretas.

En 1916, aparece el primer vehículo motorizado en el Perú, dicha presencia dio origen al concepto de camino carretero. En 1920, por la Ley de Conscripción Vial, se construyeron 11 mil kilómetros de caminos carreteros, con otra geometría, otros espacios y pendientes diferentes. Produciéndose el nacimiento de nuestra red vial.

En el año 1930, se obliga que exista una relación de las carreteras construidas en el país, registrándose todos los caminos. Siendo de esta manera el nacimiento del Inventario. El primer Inventario Vial es el realizado en el 1965, siendo el último Inventario Vial el efectuado entre el año 1975 y 1980.

Actualmente, el D.S. N° 017-2007-MTC de fecha 26.05.2007, establece el Reglamento de Jerarquización Vial. Además, el D.S. N° 036-2011-MTC de fecha 27.07.2011, establece el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras, siendo las siguientes: Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional, Red Vial Nacional o Rural. Ver Figura N° 1.01 y Cuadro N° 1.01.

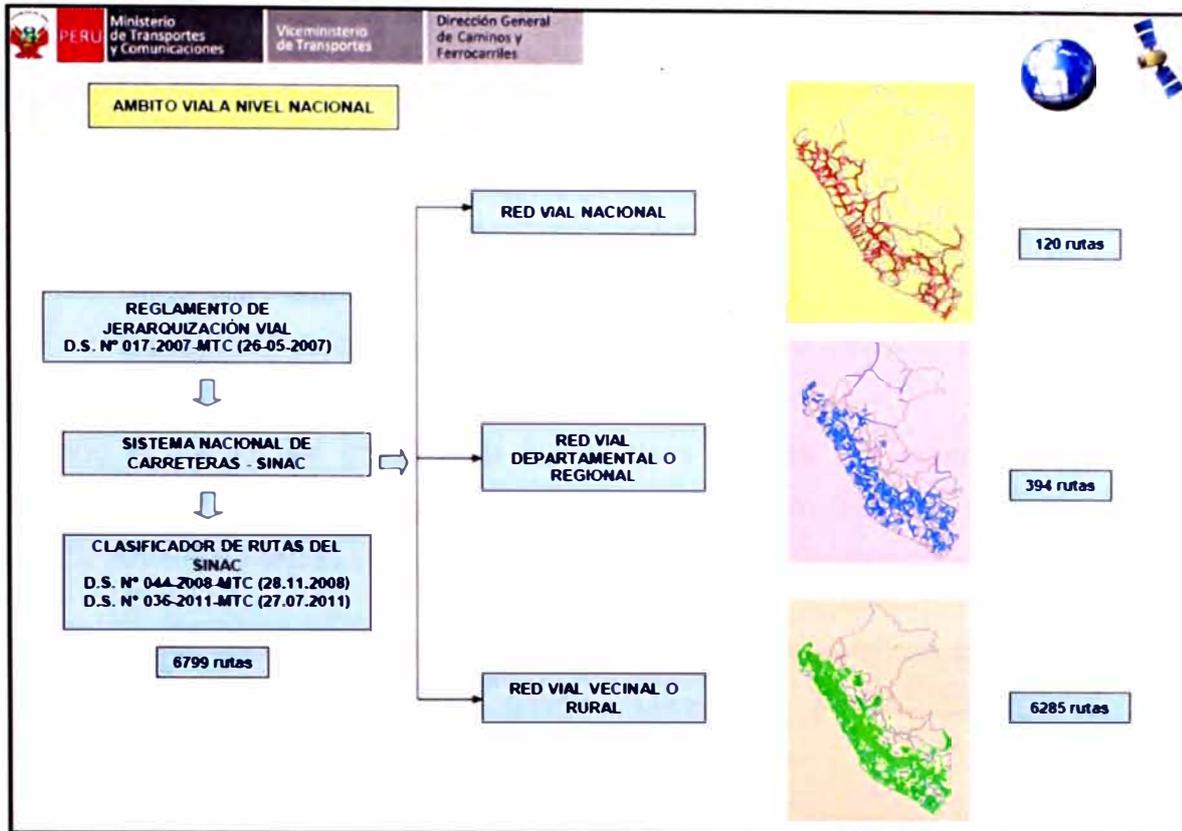


Figura N° 1.01 Clasificación de Rutas

Cuadro N° 1.01 Sistema Nacional de Carreteras

Red Vial	Número de Rutas	Pavimentadas		No Pavimentadas		Sub Total Existentes		En Proyecto	Total
		Km	%	Km	%	Km	%		
Nacional	120	12445	53	11151	47	23596	100	2421	26017
Departamental o Regional	394	1490	7	19369	93	20859	100	7984	28843
Vecinal o Rural	6285	624	1	80000	99	80624	100	1843	82467
<b>Total</b>	<b>6799</b>	<b>14559</b>	<b>11</b>	<b>110520</b>	<b>89</b>	<b>125079</b>	<b>100</b>	<b>12248</b>	<b>137327</b>

Fuente: MTC

### 1.3 Ubicación

La carretera Cañete – Lunahuana – Pacarán – Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas - Chupaca está ubicada en los departamentos de Lima y Junín, forma parte de la ruta N° PE-24, tiene como inicio la localidad de San Vicente de Cañete llegando su extensión hasta la localidad de Chupaca cruzando los distritos: San Luis, Imperial, Nuevo Imperial, Lunahuana, Zúñiga, Chocos, Ayauca, Caca, Catahuasi, Putinza, Yauyos, Colonia, Carania, Huantan, Laraos, Miraflores; Alis, Vitis, Tomas, Yanacancha, Ahuac, Huachac, Chupaca, Huamancaca Chico,

Chambaza, San José de Quero, Sincos, El Tambo, Huancayo, San Agustín, Sicaya y Pilcomayo; se encuentra conformado por los siguientes tramos viales:

- Carretera Cañete – Lunahuana (41.0 km)
- Carretera Lunahuana – Pacarán (11.9 km)
- Carretera Pacarán – Zúñiga – Dv. Yauyos – Dv. Ronchas (202.3 km)
- Carretera Dv. Ronchas – Chupaca (16.5 km)

Siendo el tramo vial en estudio la carretera Cañete – Lunahuana, el tramo comprendido entre las progresivas km 29+000 al km 31+000. (Ver Figura N° 1.02 y Anexo B Plano U-01).



Figura N° 1.02 Plano de Ubicación

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Obras de Arte y Drenaje

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, siendo indispensable considerar los procesos de captación, conducción, y evacuación de los mismos como se puede ver en la Figura N° 2.01.<sup>1</sup>

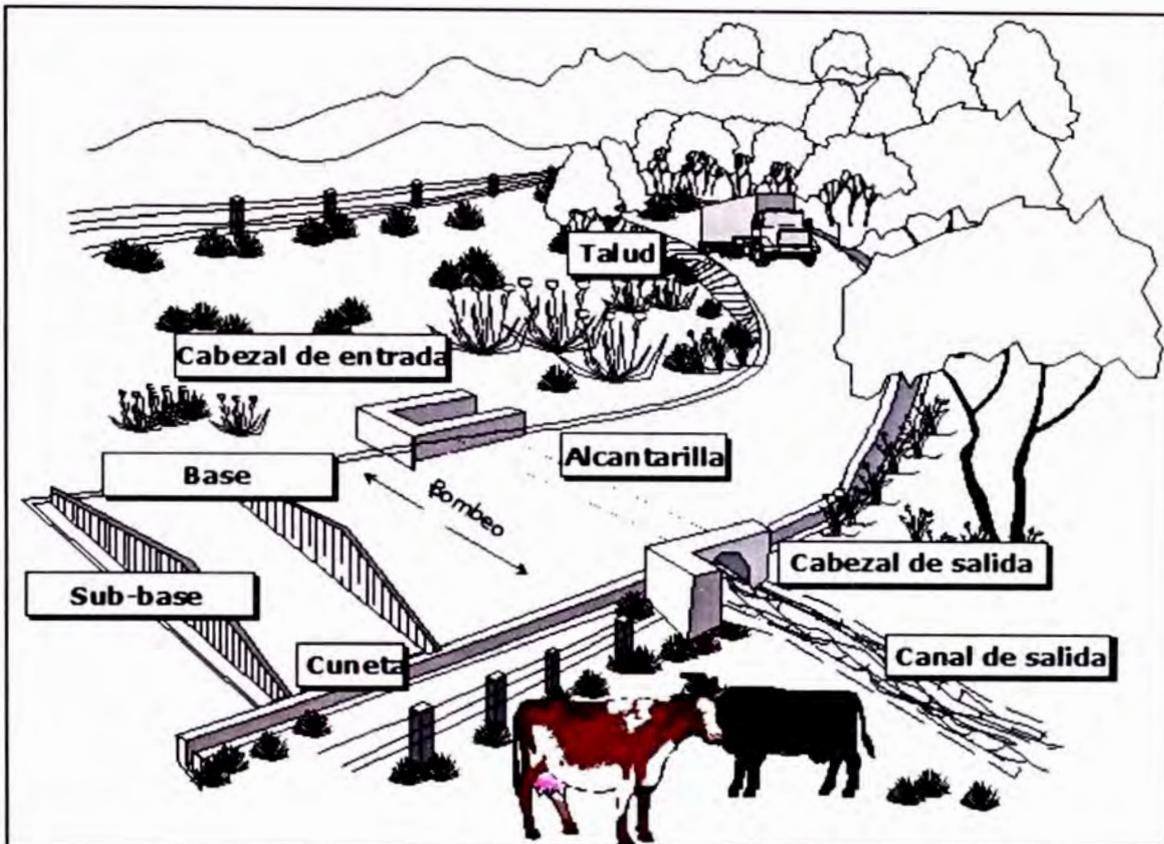


Figura N° 2.01 Sistema de drenaje y partes de la infraestructura vial

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujo, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo, y aún cuando el agua es un elemento fundamental para la vida, es

<sup>1</sup> COSTA RICA. PROYECTO MOPT – GTZ. [www.infoweb.co.cr](http://www.infoweb.co.cr)

también una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial.<sup>2</sup>

La finalidad de este tipo de obras es el de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. De esta forma, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión de taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua que, además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.

Las obras de drenaje pueden clasificarse en obras para el control de aguas superficiales y obras para el manejo de flujos subterráneos o subsuperficiales.<sup>3</sup>

**Control de Aguas Superficiales.-** Es el drenaje superficial, siendo las obras que actúan directamente sobre la carretera y las obras para el control de erosión de taludes. Dichas obras de drenaje superficial pueden ser longitudinales y transversales, según la posición que estas guarden con respecto del eje de la vía.

**Obras para el Manejo de Flujos Subterráneos.-** Es el drenaje subterráneo, cuyo objetivo es interceptar, conducir y/o desviar los flujos subsuperficiales que se encuentren en el suelo de fundación de la carretera y/o provenientes de los taludes adyacentes.

Se ampliará los conceptos acerca de las obras de arte y drenaje superficiales más comunes en las carreteras.

### 2.1.1 Drenaje Longitudinal de la Carretera

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellos elementos que se desarrollan aproximadamente en forma paralela al eje de la carretera. Tienen por objeto captar los flujos de agua, tanto de la propia carretera como de los aportados por los taludes adyacentes, para evitar que lleguen a la vía o

<sup>2</sup> COSTA RICA. PROYECTO MOPT – GTZ. [www.infoweb.co.cr](http://www.infoweb.co.cr)

<sup>3</sup> Colombia; Universidad Nacional de Colombia - INVIAS; "Manual para la Investigación Visual de Estructuras de Drenaje", Cap. 1, Pág. 4

permanezcan en ella, protegiendo que no se produzcan daños a la carretera ni se afecte su transitabilidad.

**Cunetas.-** Son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera.<sup>4</sup> El objetivo principal de estas obras es:

- ❖ Recoger las aguas de escorrentía procedentes de la calzada, evitando así encharcamientos en la vía que disminuyen el nivel de servicio de la misma y que pueden causar problemas por infiltración a las capas inferiores.
- ❖ Recoger las aguas de escorrentía procedentes de los taludes de corte y laderas adyacentes.<sup>5</sup>

Las cunetas frecuentemente están proyectadas para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino. Son construidas de concreto vaciadas en el sitio, también suelen ser prefabricadas o de cualquier otro material que logre ser resistente a la erosión y que presente impermeabilidad.

Presenta variada sección transversal, se pueden construir de forma trapezoidal, cuadrada o rectangular, siendo preferente y común la sección de forma triangular, porque facilita su limpieza por medios mecánicos. La Figura N° 2.02 muestra algunas secciones típicas de cunetas.

En las secciones de tipo triangular su ancho es medido desde el borde de la rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la rasante al fondo o vértice de la cuneta. Ver Figura N° 2.03.

---

<sup>4</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 161

<sup>5</sup> Colombia; Universidad Nacional de Colombia - INVIAS; "Manual para la Investigación Visual de Estructuras de Drenaje", Cap. 2, Pág. 5

El encuentro de la superficie de rodadura con el talud interno de la cuneta, debe ser tal que la superficie de rodadura (concreto asfáltico, etc.) no cubra todo el espesor de pared de la cuneta<sup>6</sup>, tal como se aprecia en la figura N° 2.03.

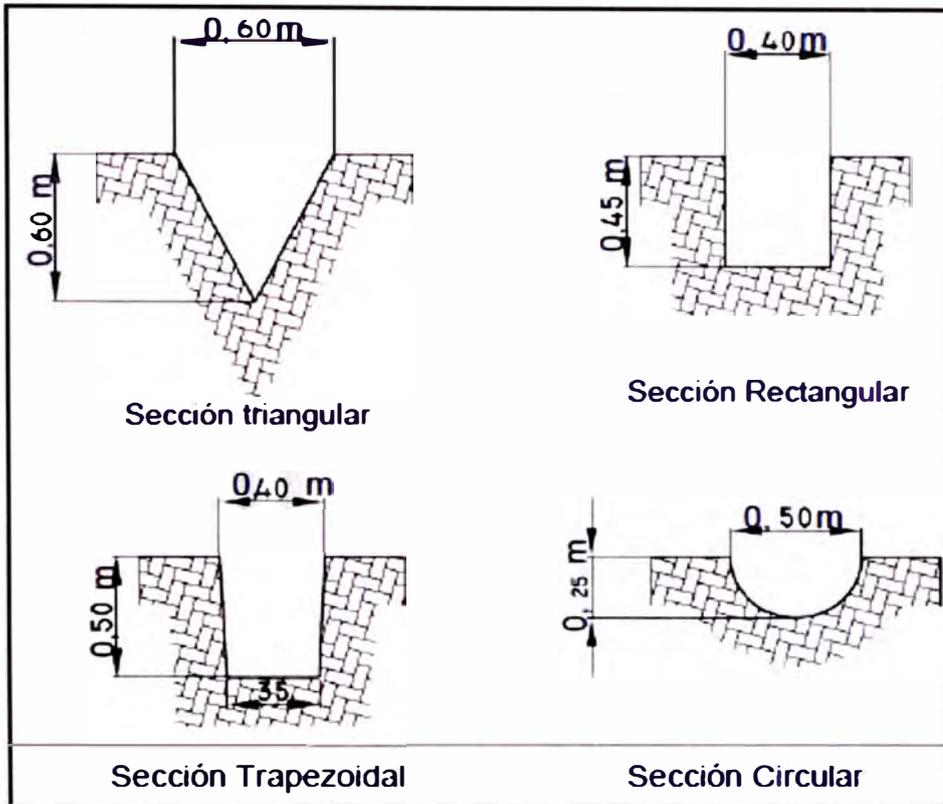


Figura N° 2.02 Secciones típicas de cunetas

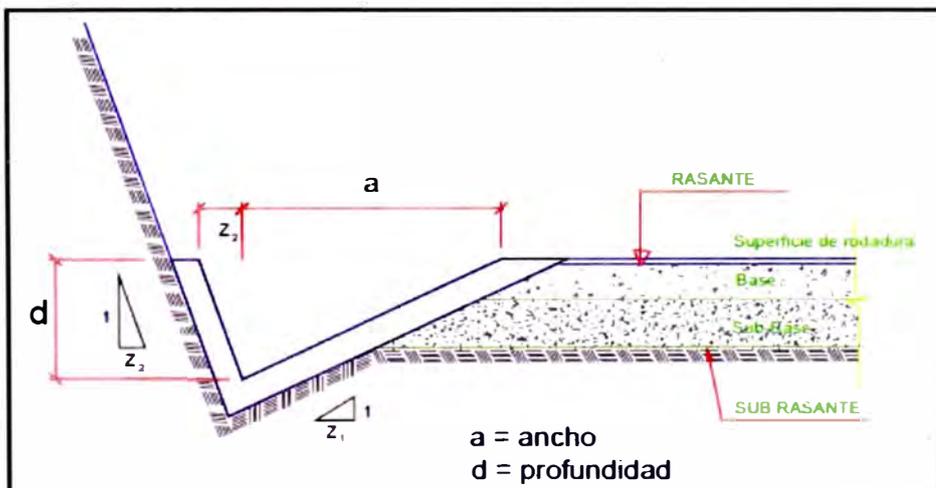


Figura N° 2.03 Sección típica de cuneta triangular

<sup>6</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 162

**Cunetas o Zanjas de Coronación.-** Las cunetas o zanjas de coronación son canales que se construyen en la parte superior de los taludes de corte, para recoger las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno, especialmente en zonas de pendiente pronunciada. Ver Figura N° 2.04.

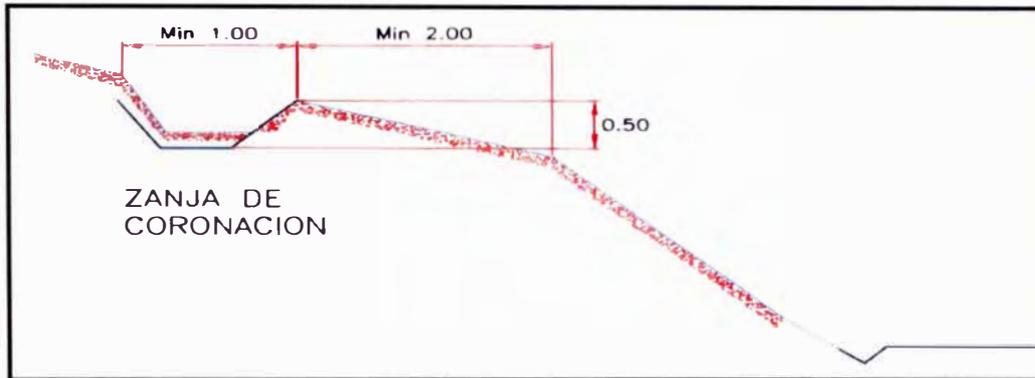


Figura N° 2.04 Detalle de zanja de coronación

Normalmente son de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere un mayor tamaño.

Si la pendiente es mayor que 2%, es necesario que el canal tenga recubrimiento de concreto simple o enrocado. Para pendientes mayores, las zanjas son escalonadas con emboquillado de piedra bajo la caída.<sup>7</sup> Ver figura N° 2.05.

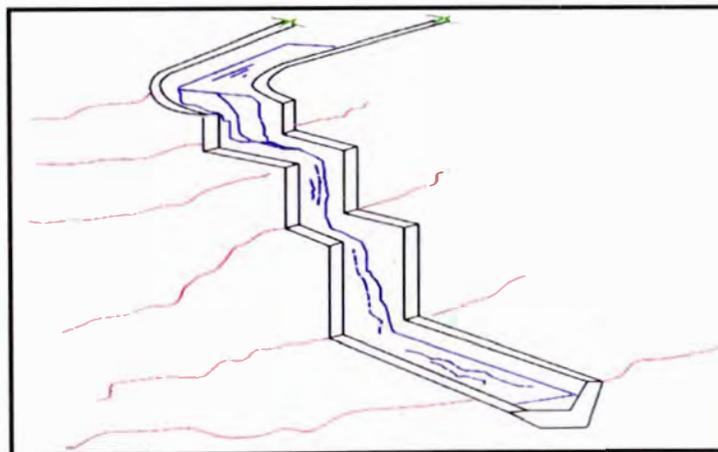


Figura N° 2.05 Detalle de zanja de coronación escalonada

<sup>7</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 169-170

**Zanjas de drenaje.-** Las zanjas de drenaje son canales que se construyen en la parte inferior de los taludes de relleno en forma longitudinal lateral o transversal al alineamiento de la carretera, para recoger las aguas que bajan por el talud y terrenos adyacentes para conducirlos hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno.

Normalmente son de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere una mayor dimensión.<sup>8</sup> Ver Figura N° 2.06

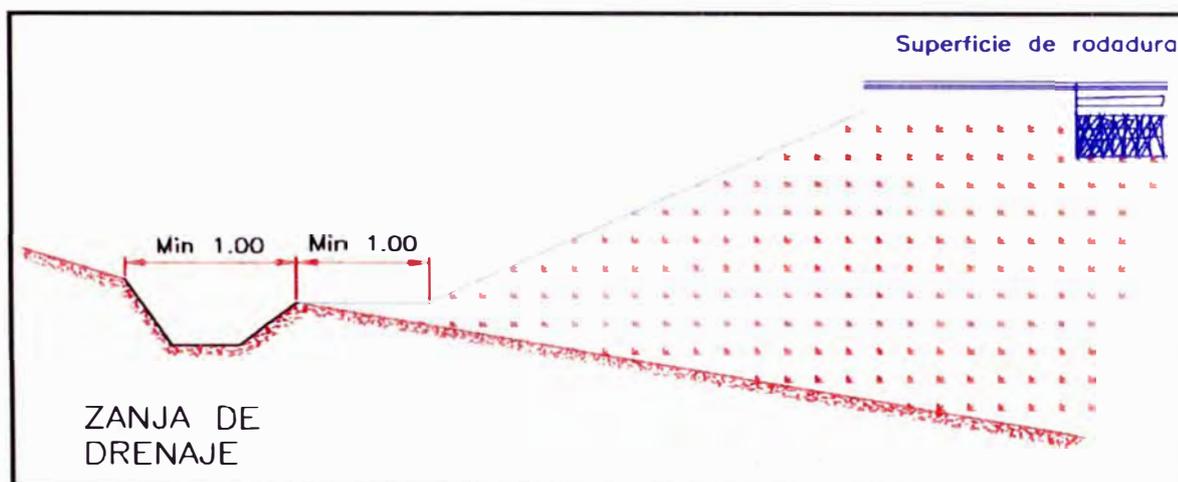


Figura N° 2.06 Detalle de típico de zanja de drenaje

**Cunetas de Banqueta.-** Son aquellas que se ubican al pie del talud inclinado de cada banqueta, las cuales consisten en la construcción de una o más terrazas sucesivas con el objetivo de estabilizar un talud.

Pueden tener sección triangular, rectangular o trapezoidal, de acuerdo al caudal de escorrentía superficial que transportará y su descarga se efectuará hacia un curso natural o mediante caídas escalonadas hacia las cunetas.<sup>9</sup> Ver Figura N° 2.07.

<sup>8</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 171

<sup>9</sup> Ibid; Pág. 172

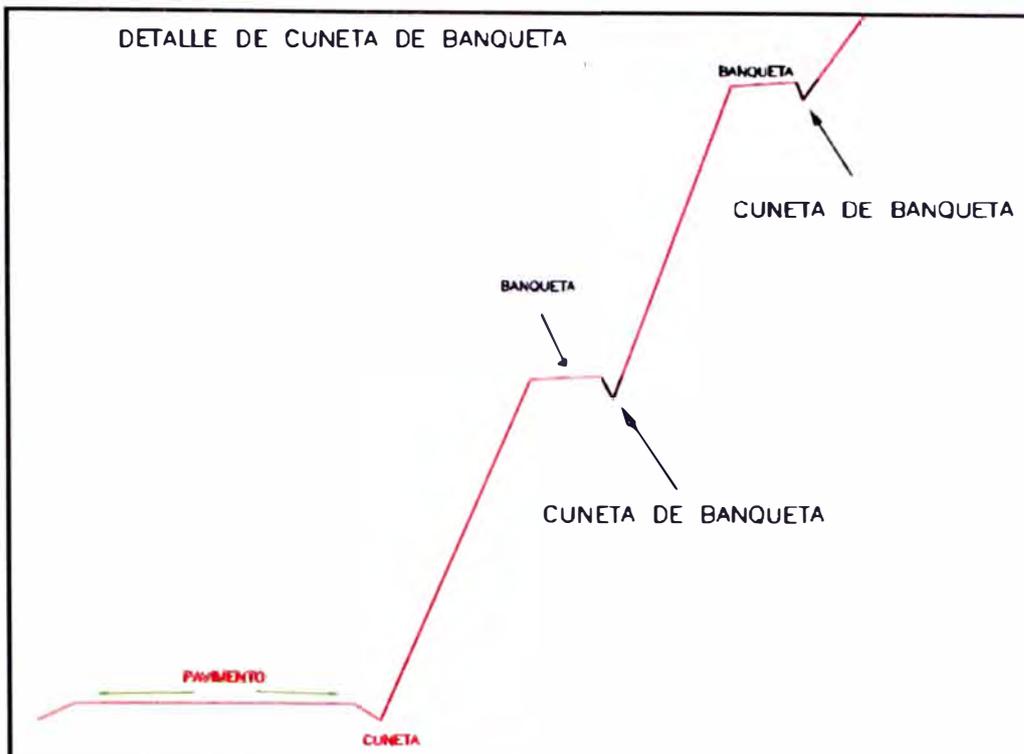


Figura N° 2.07 Detalle de cuneta de banqueta típica

**Bordillos.-** 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.

Se construyen en los terraplenes mayores de 1.5m de altura, se ubican 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 ubican sobre la corona del talud inferior cuando la carretera se desarrolla en corte a media ladera.

Se instalan en el lado exterior de la plataforma y generalmente tienen una sección trapezoidal con base inferior de veinte (20) centímetros, base superior de quince (15) centímetros y altura de cuarenta (40) centímetros, sobresaliendo de la superficie de rodadura quince (15) centímetros.

En los tramos en tangente tienen un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia aliviaderos adecuadamente ubicados a una distancia de entre cincuenta (50) y cien (100) metros.

Los bordillos pueden ser de concreto, reforzados con varillas de construcción en forma de malla simple de  $\varnothing 3/8"$  cada 0.20m.<sup>10</sup> Ver Figura N° 2.08.

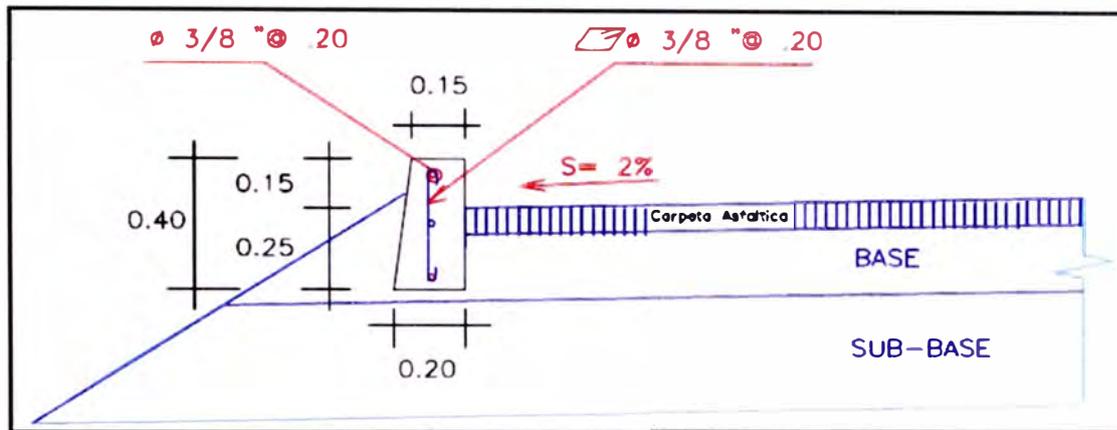


Figura N° 2.08 Detalle típico de bordillo de concreto armado

**Canales de drenaje.-** Un sistema de drenaje superficial de una vía debe interceptar con efectividad todo el escurrimiento directo superficial y de la cuenca, para conducirla a través de canales y cunetas que tengan el diseño adecuado para su descarga final en los cursos de agua naturales.

En zonas bajas o con depresiones en su topografía, hay acumulaciones de aguas que pueden deberse a diferentes causas: por precipitaciones copiosas, por escurrimiento superficial o por elevación de la napa freática causada por riego o crecida de un río cercano, por tanto para captar y evacuar estas aguas acumuladas, se proyectan diferentes canales en red de drenaje, dentro del área que presenta estos problemas.

Esta red de drenaje está compuesta por:

- ❖ Canales principales, que son los "drenes" o cauces naturales, los cuales se amplían en función del caudal a evacuar.

<sup>10</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 172-173

- ❖ Canales secundarios, se proyectan para ampliar la red, y están conectados con los canales principales.
- ❖ Canales terciarios, son los canales colectores, estos recogen el agua del área a evacuar y los trasladan hacia los canales secundarios.

Los canales pueden ser de concreto fraguado en el terreno ó de canales prefabricados de concreto.<sup>11</sup>

### 2.1.2 Drenaje Transversal de la Carretera

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que transportan agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y 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, tanto a su diseño como su mantenimiento.

Las otras estructuras que forman parte del drenaje transversal son el badén y el puente.

**Alcantarillas.-** Son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentía y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales, provenientes de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera. También se les denomina alcantarillas a las estructuras que permiten evacuar en sitios predeterminados los caudales entregados por las cunetas, que a su vez recogen

---

<sup>11</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 174

las aguas lluvias que caen sobre la calzada. Además, se considera alcantarillas a las tuberías en donde la superficie del flujo de agua presenta borde libre.

La separación entre alcantarillas depende de varios factores entre los cuales se destaca: la topografía, la hidrología de la zona, la pendiente del tramo de carretera, la vegetación, el trazado, etc.<sup>12</sup>

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 preponderancia de la ubicación, alineamiento y pendiente, lo que finalmente garantiza el paso libre del flujo que intercepta la carretera, sin que afecte su estabilidad.

**Badenes.-** Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante periodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente.

Los materiales comúnmente usados en la construcción de badenes son la piedra (Ver Figuras N° 2.09, 2.10 y 2.11) y el concreto, pueden construirse badenes de concreto y piedra acomodada que forman parte de la superficie de rodadura de la carretera y también con paños de losas de concreto armado.

El uso de badenes con superficie de rodadura de paños de concreto es recomendado en carreteras de primer orden. Es recomendado también evitar la colocación de badenes sobre depósitos de suelos finos susceptibles de ser afectados por procesos de socavación y asentamientos.

Los badenes deben complementarse necesariamente con la construcción de obras de protección contra la socavación y uñas de cimentación en la entrada y salida, así como también losas de aproximación en la entrada y salida del badén.

---

<sup>12</sup> Colombia; Universidad Nacional de Colombia - INVIAS; "Manual para la Investigación Visual de Estructuras de Drenaje", Cap. 2, Pág. 12

La ventaja de las estructuras tipo badén es que los trabajos de mantenimiento y limpieza se realizan con mayor eficacia, siendo el riesgo de obstrucción muy bajo.<sup>13</sup>

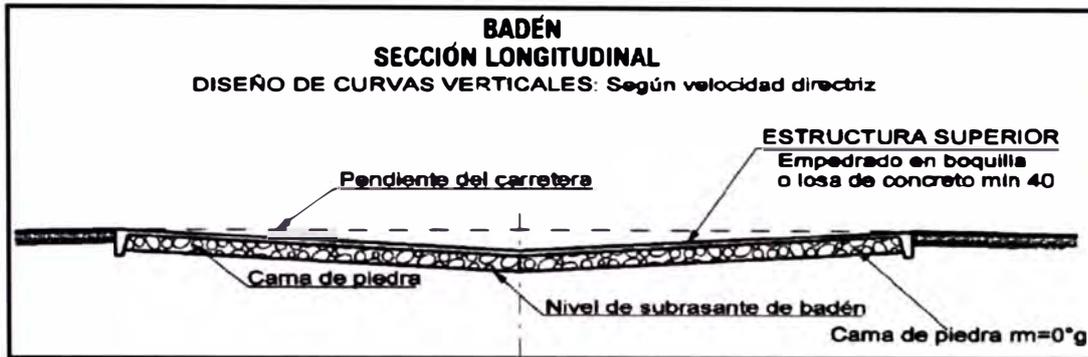


Figura N° 2.09 Sección longitudinal de badén

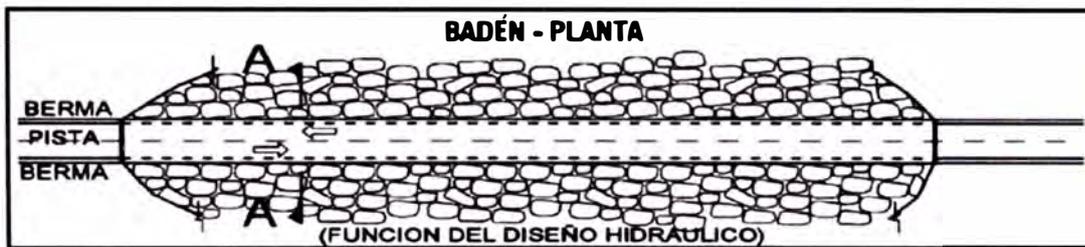


Figura N° 2.10 Vista en planta de badén

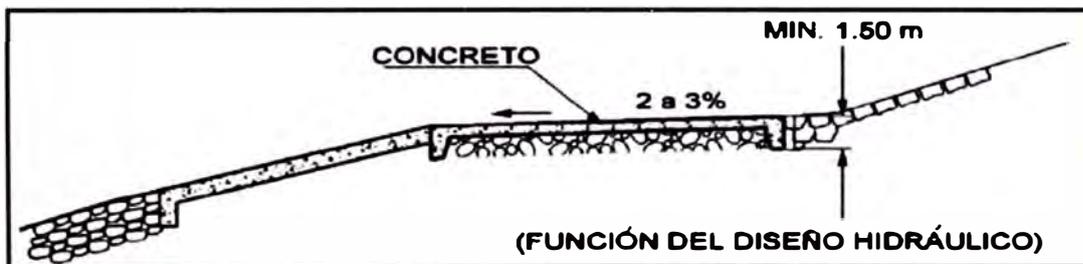


Figura N° 2.11 Sección A-A de badén

**Puentes y pontones.**- Los puentes y pontones son las estructuras mayores que forman parte del drenaje transversal de la carretera y permiten salvar o cruzar un obstáculo natural, el cual puede ser el curso de una quebrada o un río. Se construyen principalmente de: concreto, acero estructural, piedra o madera. Su costo generalmente es alto en comparación con los demás elementos de la

<sup>13</sup> Perú; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Cap. 4, Pág. 73-74

carretera y, por consiguiente, tienen un gran valor como patrimonio vial y como elemento crítico para la operación de la carretera.

Los puentes y pontones tienen características similares, la principal diferencia entre ellos está en su luz o longitud: Puentes (Luz mayor a 10 m) y Pontones (Luz menor a 10 m).

## **2.2 Clases de Obras de Arte y Drenaje**

La carretera Cañete – Lunahuana en el tramo km 29+000 al km 31+000, presenta principalmente alcantarillas, al ser estas las obras de arte y drenaje que predominan, se le brindará mayor importancia a su clasificación.

### **Clases de alcantarillas.-**

Se debe estar familiarizado con los diferentes tipos de alcantarillas que pueden ser encontradas durante las inspecciones. A continuación se presenta las diferentes clases de alcantarillas más usadas en nuestro medio, pero cabe mencionar que, de acuerdo con el avance de la tecnología, van apareciendo nuevos tipos de alcantarillas, las cuales deben ser estudiadas por los inspectores antes de realizar un inventario.

#### **❖ Por el Grado de Flexibilidad**

Existen conductos de muchas formas y materiales, pero la distinción más importante se refiere al grado de flexibilidad; así su clasificación resulta más relacionada con respecto a la carga que soportan.<sup>14</sup>

##### **a) Conductos Rígidos**

Tales como de concreto simple o armado, de mampostería (Ver Figura N° 2.12), tubos de barro cocido o hierro fundido, todos los cuáles son esencialmente frágiles y fallan por ruptura de la pared del tubo. Su habilidad principal para

---

<sup>14</sup> The Armco International Corporation; "Manual de Drenaje y Productos de Construcción"; Cap. 1, Pág. 7-8.

soportar las cargas resulta de la resistencia inherente o solidez del conducto, ya que el material del que están hechas, como el concreto reforzado, proporciona la resistencia a la flexión.

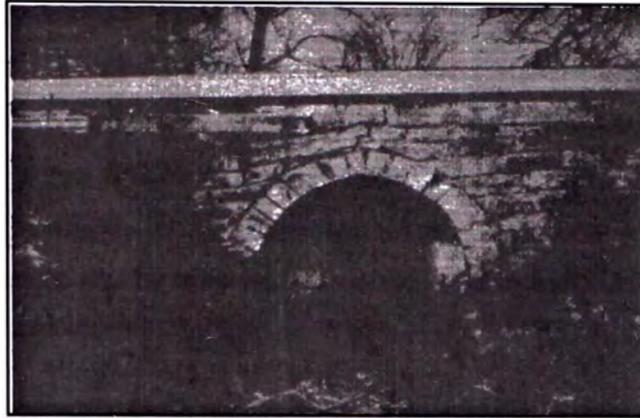


Figura N° 2.12 Alcantarilla rígida de mampostería.

#### **b) Conductos Flexibles**

Tales como tubos de metal corrugado (Ver Figura N° 2.13), o de lámina delgada de acero o aluminio, los cuáles son esencialmente dúctiles. Los tubos flexibles dependen sólo en parte de su resistencia inherente para resistir las cargas extremas. Al deformarse bajo cargas, el diámetro horizontal aumenta, comprimiendo el terreno adyacente por los lados, y por lo tanto creando una "resistencia pasiva", la cual a su turno ayuda a soportar las cargas verticales que se aplican sobre el tubo. Su falla ocurre por cambios de forma y aplastamiento bajo flexiones excesivas.



Figura N° 2.13 Alcantarilla en arco de TMC.

## ❖ Por Su Forma

Una amplia variedad de formas y tamaños estándares están disponibles para la mayoría de materiales de alcantarillas, como por ejemplo: circular, de cajón (rectangular), elíptica, abovedada, bóveda, etc. (Ver Figura N° 2.14). La selección de la forma depende del costo de construcción, la limitación del nivel de la superficie de agua aguas arriba, la altura del terraplén de la carretera y del funcionamiento hidráulico. Dado que las aberturas equivalentes pueden ser proporcionadas por varias formas estándares, la selección de la forma no puede ser crítica en términos de funcionamiento hidráulico.<sup>15</sup>

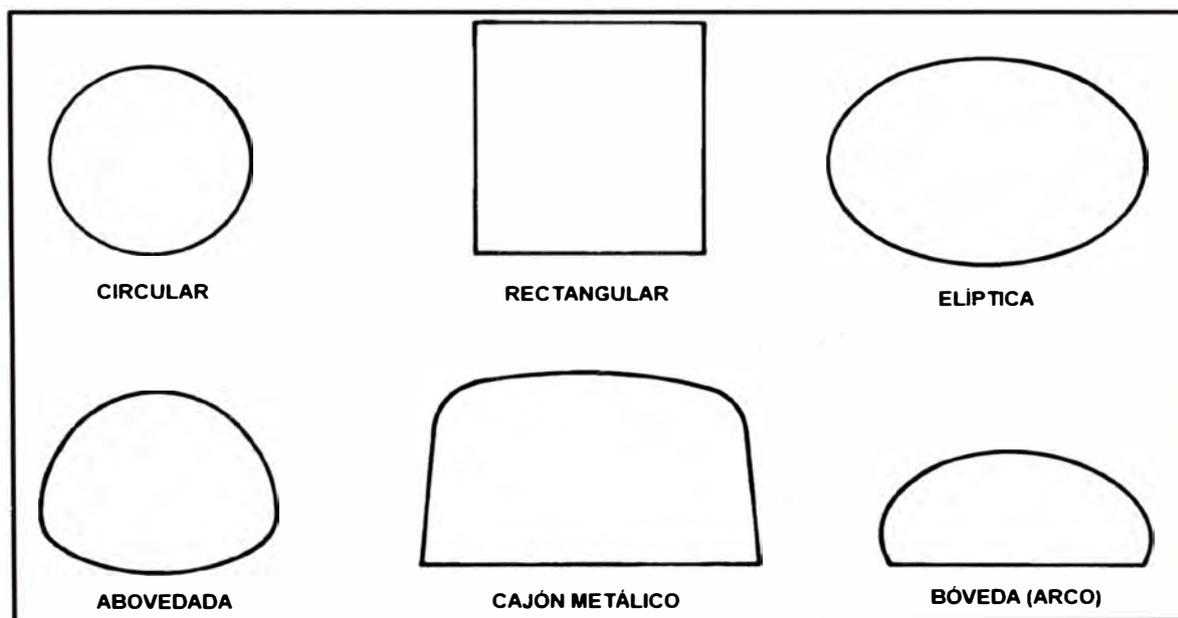


Figura N° 2.14 Formas de alcantarillas comúnmente usadas.

En los siguientes párrafos se describen las principales características de las formas estándares de las alcantarillas:<sup>16</sup>

### a) Circular

La forma circular es la forma fabricada más común para las alcantarillas tubulares. Es eficiente hidráulica y estructuralmente bajo la mayoría de

<sup>15</sup> FHWA – U.S. Department of Transportation; "Hydraulic Design of Highway Culverts"; Cap. 1, Pág. 2.

<sup>16</sup> Ibid; Cap. 3, Pág. 17-18.

condiciones. Las posibles desventajas hidráulicas son que la tubería circular generalmente causa cierta reducción en el ancho del cauce durante los flujos bajos. También puede ser más susceptible a la obstrucción que otras formas debido a la reducción de la superficie libre, tal como ocurre en las tuberías llenas por encima del punto medio. Cuando las tuberías de metal corrugado presentan un diámetro bien grande, la flexibilidad de las paredes obliga a que se tomen cuidados especiales durante la construcción del relleno para mantener una curvatura uniforme.

#### **b) Tubería Abovedadas y Forma Elípticas**

Frecuentemente las tuberías abovedadas y las formas elípticas son usadas en vez de las tuberías circulares, cuando la distancia entre el lecho del cauce y la superficie del pavimento es limitada o cuando se desea una sección más ancha para los niveles de flujo bajos. Estas formas también pueden ser susceptibles a la obstrucción a medida que el tirante del flujo aumenta y la superficie libre disminuye. Las tuberías abovedadas y las formas elípticas no son tan eficientes estructuralmente como las formas circulares.

#### **c) Bóvedas**

Las alcantarillas en forma de bóveda ofrecen menos obstrucción del cauce que las tuberías abovedadas y pueden ser usadas para proporcionar un fondo de cauce natural cuando éste es naturalmente resistente a la erosión. Las condiciones de cimiento deben ser adecuadas para soportar los apoyos. Frecuentemente se usa enrocado para la protección contra la socavación.

#### **d) Secciones de Cajón**

Las alcantarillas con secciones transversales rectangulares son fácilmente adaptables a un amplio rango de condiciones de campo, incluyendo lugares que requieren estructuras de perfil bajo. Debido a que los lados y la tapa son planos, las formas rectangulares no son estructuralmente eficientes como otras formas de alcantarilla.

#### **e) Conductos Múltiples**

Los conductos múltiples son usados para obtener una adecuada capacidad hidráulica bajo terraplenes pequeños o en cauces amplios. En algunos

emplazamientos, ellos pueden ser susceptibles a la obstrucción a medida que el área entre los conductos tiende a atrapar escombros y sedimentos. Cuando un cauce es ensanchado artificialmente, los conductos múltiples colocados más allá del cauce dominante están sujetos a la excesiva sedimentación. La luz o longitud de abertura de los conductos múltiples incluye la distancia entre los conductos siempre que aquella distancia sea menor que la mitad de la longitud de abertura de los conductos adyacentes.

La selección de la forma frecuentemente está gobernada por factores como el espesor del recubrimiento o limitada por la cota del tirante de agua. En tales casos, puede necesitarse una forma de perfil bajo. Otros factores como el potencial de obstrucción por escombros, la necesidad de una base de cauce natural o los requerimientos estructurales e hidráulicos pueden influenciar en la selección de la forma de la alcantarilla.

#### ❖ Por las Condiciones de Construcción

Bajo las condiciones de construcción en que se instalan, los conductos se dividen en 3 clases diferentes (Ver Figura N° 2.15):<sup>17</sup>

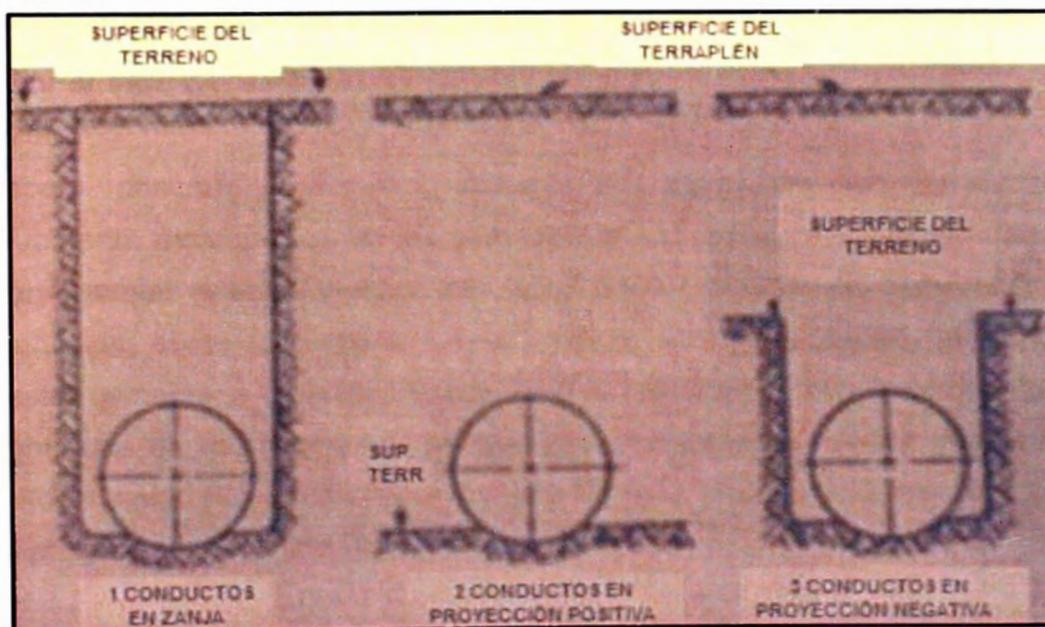


Figura N° 2.15 Condiciones de instalación de conductos.

<sup>17</sup> The Armco International Corporation; "Manual de Drenaje y Productos de Construcción"; Cap. 1, Pág. 8.

### **a) Conductos en Zanja**

Son estructuras instaladas y completamente enterradas en zanjas estrechas, cuyos lados no han sufrido aparente desmoronamiento; como ejemplos podemos citar, cloacas, drenes y tuberías principales.

### **b) Conductos en Proyección Positiva**

Son estructuras instaladas en bases anchas que se conforman un poco al fondo del conducto, quedando así el resto del mismo encima del lecho natural, y siendo luego cubierto con el terraplén; alcantarillas instaladas en vías férreas y caminos son buenos ejemplos de este caso. Conductos instalados en zanjas cuyo ancho sea más de 2 a 3 veces el ancho del conducto pueden también clasificarse en este mismo numeral.

### **c) Conductos en Proyección Negativa**

Es una variación de la clase anterior. Algunas alcantarillas en ferrocarriles y carreteras se colocan en zanjas de poca profundidad, a un lado del actual cauce del agua, con la parte superior del conducto más bajo que la superficie natural de la tierra, y después cubiertas con un terraplén más alto que la cota original del terreno.

### **❖ Por el Tipo de Material**

El acero, concreto, aluminio y mampostería de piedra son los materiales comúnmente encontrados en las alcantarillas existentes. Pero existen distintos materiales que también pueden ser encontrados durante las inspecciones de alcantarillas, como la madera, hierro fundido, acero inoxidable, barro cocido, asbesto cemento y plástico. Estos últimos materiales comúnmente no son encontrados en muchas áreas porque son relativamente nuevos (plástico), de trabajo intensivo (mampostería) o son usados para situaciones especiales (acero inoxidable y hierro fundido).<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; “Culvert Inspection Manual”; Cap. 3. Pág. 24.

La selección del material de la alcantarilla puede depender de la resistencia estructural, rugosidad hidráulica, durabilidad y la resistencia a la corrosión y abrasión. Las alcantarillas también pueden ser revestidas con otros materiales para evitar la corrosión y abrasión.<sup>19</sup>

### ❖ Por las Condiciones del Lecho

Las condiciones del lecho afectan el asentamiento, y por lo tanto alteran la resistencia para soportar las cargas sobre el conducto. Estas condiciones del lecho, ilustradas para conductos en zanjas en la Figura N° 2.16 son: (a) impermisible, (b) ordinaria, (c) primera clase y (d) silleta de concreto; esta última se usa únicamente para conductos rígidos.<sup>20</sup>

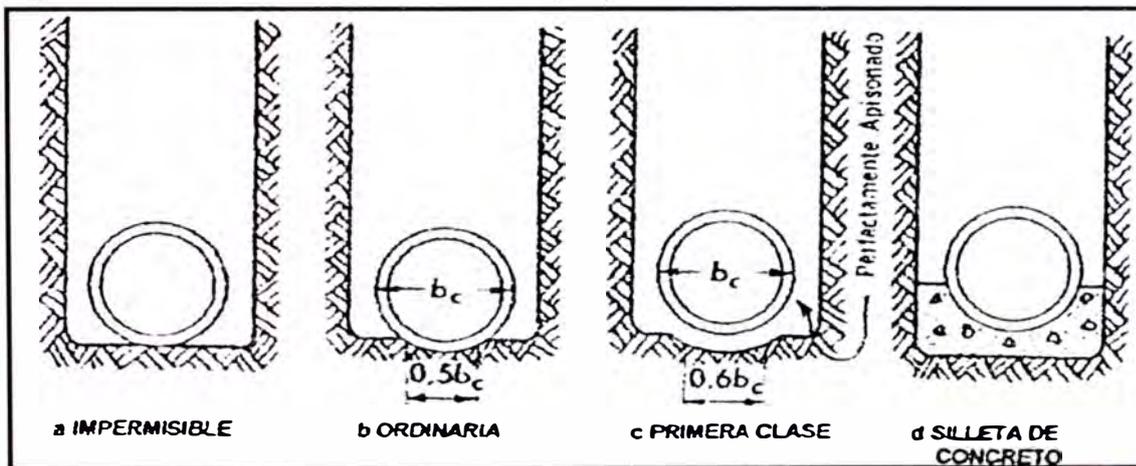


Figura N° 2.16 Bases típicas para conductos en zanja.

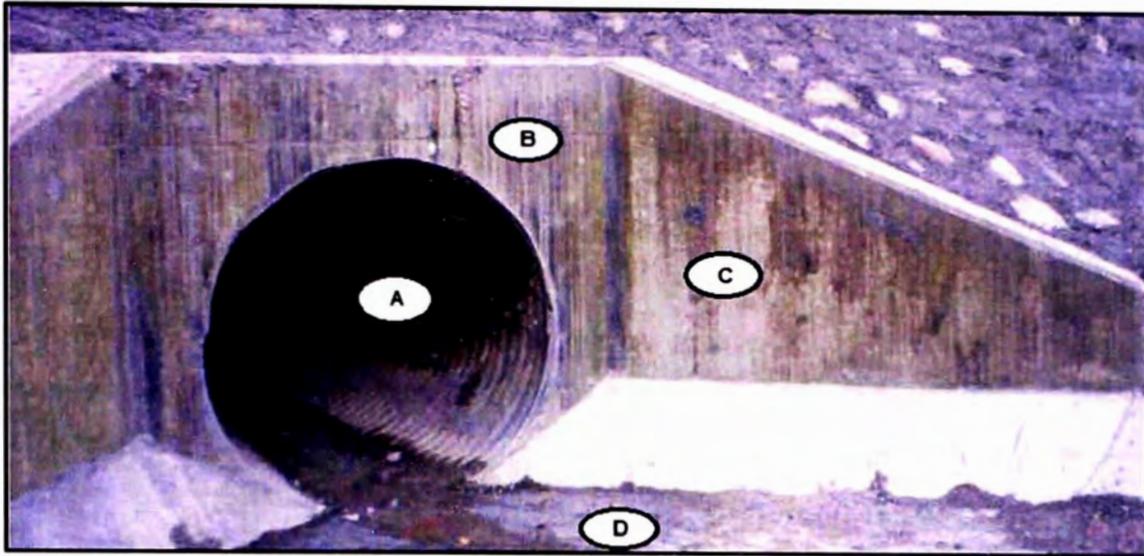
## 2.3 Componentes de las Obras de Arte y Drenaje

### Componentes de las alcantarillas

La figura N° 2.17 muestra los principales componentes de una alcantarilla; sin embargo, no todas las alcantarillas presentan todos ellos.

<sup>19</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; “Hydraulic Design of Highway Culverts”; Cap. 1, Pág. 2.

<sup>20</sup> The Armco International Corporation; “Manual de Drenaje y Productos de Construcción”; Cap. 1, Pág. 8.



**Figura N° 2.17** Componentes de las alcantarillas, donde "A" es la Alcantarilla propiamente dicha, "B" es el Cabezal, "C" son los Aleros y "D" es la Plataforma.

#### ❖ Alcantarilla (A)

Este componente es la alcantarilla propiamente dicha. Existen muchas alcantarillas que solo presentan este componente, es decir, no presentan protección adicional.

#### ❖ Cabezal (B)

Los cabezales pueden ser empleados para mantener el relleno, resistir la erosión, mejorar las características hidráulicas, resistir la subpresión y resistir las fuerzas horizontales que tienden a separar las secciones de las tuberías de alcantarillas prefabricadas. Los cabezales generalmente suelen ser de concreto vaciado en el sitio pero también pueden ser contruidos de madera, mampostería u otros materiales, incluyendo concreto prefabricado. Los cabezales de metal son bastante comunes en las alcantarillas metálicas con forma de cajón.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; "Culvert Inspection Manual"; Cap. 5, Pág. 78

### ❖ **Aleros (C)**

Sus paredes forman un ángulo con el eje de la alcantarilla y al igual que los cabezales, sirve como un muro de contención del terraplén de la carretera, protegiéndolo contra la socavación lateral.

En las alcantarillas de cajón, mejoran bastante el comportamiento hidráulico debido a que mantiene la velocidad promedio y el alineamiento así como mejoran la configuración de entrada de la alcantarilla. Además proporciona mayor protección contra la subpresión gracias al peso proporcionado por su estructura.

### ❖ **Plataformas (D)**

Son usadas para reducir la erosión en las entradas y salidas de las alcantarillas y para mejorar la eficiencia hidráulica. Las plataformas pueden consistir en una losa de concreto, enrocado acomodado o no acomodado, gaviones u otro material. La mayoría de plataformas presentan un diente de protección que los protege contra la socavación.

### CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS

La falta de mantenimiento es la principal causa del funcionamiento inadecuado de las obras de arte y drenaje. Estas estructuras deben ser inspeccionadas de forma rutinaria y periódica con el propósito de reconocer y corregir los problemas menores antes de que se conviertan en serios problemas. Para ello, es necesario un **programa de inspección sistemático de obras de arte y drenaje**, el cual también requiere una planificación para establecer sus propósitos y alcances, así como su presupuesto y programación. Sin embargo, la planificación de un programa de inspección sistemático está fuera de los alcances del presente estudio. Sólo se desarrollará la metodología a aplicarse durante la inspección de campo para alcantarillas, las cuales son las obras de arte y drenaje que predominan en el tramo km 29+000 al km 31+000 de la carretera Cañete – Lunahuana.

Idealmente, todas las obras de arte y drenaje deben inventariarse e inspeccionarse periódicamente, por ejemplo, las alcantarillas pequeñas deben inspeccionarse dos veces al año (antes y después del período de lluvias); pero pueden presentarse algunas limitaciones ya que se requiere de un esfuerzo considerable el establecer un inventario actualizado y completo de alcantarillas. Las alcantarillas pequeñas no pueden justificar el mismo nivel riguroso de inspección como las alcantarillas grandes.

La unidad de la información que es recopilada en campo depende en gran parte de qué tan bien es realizada y documentada la inspección. La información debe ser recopilada de tal manera que se obtenga un registro permanente, fácil de entender, proporcione una descripción exacta de las condiciones en el momento de la inspección, lo cual hace que la información esté disponible para una variedad de usos y sea fácilmente verificada y actualizada.

### 3.1 Procedimiento de Evaluación en Campo

#### ❖ Medios de Recopilación de Datos

Al inspeccionar las alcantarillas, generalmente la información será registrada a través de una variedad de medios como formularios estándares, esquemas, descripciones y fotografías.<sup>22</sup>

##### a) Formularios Estándares

Generalmente los formularios estándares que serán anexados al informe de inspección son el método más conveniente para registrar los ítems específicos de la información como los datos numéricos y descripciones resumidas o comentarios. Los formularios correctamente diseñados pueden proporcionar ayuda en la recopilación de datos de campo a través del suministro de una lista de los ítems que deben evaluarse o medirse y también pueden organizar los datos, haciéndolos más accesibles para su revisión.

La información registrada en los formularios debe ser breve, por lo cual debe apoyarse en otros tipos de documentación como las descripciones narrativas, fotografías y esquemas.

##### b) Esquemas

Los esquemas pueden ser preparados en el campo para documentar deficiencias encontradas durante el inventario e inspección y que no pueden ser registradas de manera clara en el formulario. También puede hacerse un esquema global para mostrar la disposición general de flujo de agua (o del río), la estructura y la carretera, para indicar el esviaje y la dirección del flujo durante los flujos altos y bajos y para mostrar la ubicación de la socavación u otros problemas por el flujo.

---

<sup>22</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; “Culvert Inspection Manual”; Cap. 4, Pág. 51 – 59.

### **c) Descripciones**

Las descripciones complementan la información registrada en los formularios, fotografías y esquemas. El inspector puede preparar descripciones de la condición de cada componente de las obras de arte y drenaje, para el caso de las alcantarillas como lo son: el conducto, los cabezales, los aleros, etc. Las descripciones deben ser claras y concisas, no obstante describiendo completamente la condición de la estructura en el momento de la inspección. La evaluación de las condiciones de riesgo de inundación y comentarios acerca de las características del área de drenaje deben ser incluidos en la descripción. Asimismo, se debe referenciar los esquemas y fotografías apropiadamente.

### **d) Fotografías**

Las fotografías son un excelente método para documentar los problemas encontrados durante una inspección. Se aconseja colocar una escala o regla al lado del ítem a fotografiarse, mientras se toma las fotografías de acercamiento, para indicar claramente la magnitud del problema. Puede usarse una tiza de color para señalar o resaltar los defectos.

Las fotografías tienen un valor especial para cualquiera que revise el informe así como para las personas que realizarán las inspecciones posteriores. Las fotografías que muestran a la estructura en elevación y desde la carretera son útiles ya que proporcionan al inspector un cuadro global de la estructura. En el caso de existir zonas de planos de inundación, las fotografías panorámicas aguas arriba y aguas abajo son importantes para documentar la evolución de las características existentes.

Las fotografías antiguas deben ser conservadas y almacenadas, para luego ser complementadas con nuevas y de esta forma mostrar el cambio de las condiciones. Las fotografías son sumamente útiles, pero ello no elimina la necesidad de los esquemas y las descripciones; y, en muchos casos, un esquema es más útil que una fotografía.

### e) Resumen

Se recomienda que el informe incluya un breve resumen de la condición de la estructura. El resumen debe identificar cualquier problema importante encontrado e incluir un breve comentario sobre el tipo de defecto y la ubicación del problema sobre la estructura.

### f) Recomendaciones

El inspector debe listar cualquier mantenimiento o reparación que sea necesario para mantener la integridad estructural, garantizar la seguridad pública, conservar la inversión representada por las obras de arte y drenaje y extender la vida de servicio.

#### ❖ Secuencia de Inspección

Una secuencia lógica en la inspección de obras de arte y drenaje contribuye a garantizar que se realizará una inspección minuciosa y completa. No sólo debe evaluarse los componentes de las estructuras, se debe buscar también las marcas de agua más altas, los cambios en el área de drenaje, el asentamiento de la carretera y otros indicadores de problemas potenciales. Por lo tanto es útil un plan general para evitar omisiones.

En las instalaciones típicas de alcantarillas, generalmente es conveniente iniciar la inspección de campo con observaciones generales de la condición global de la estructura y una inspección de la carretera de acceso. El inspector debe seleccionar un extremo de la alcantarilla e inspeccionar el terraplén, el cauce, el flujo, los cabezales, los aleros y el conducto de la alcantarilla. Luego, el inspector debe dirigirse hacia otro extremo de la alcantarilla y repetir la operación.<sup>23</sup>

Los elementos generales de inspección se mencionan a continuación:

- Revisión de información disponible.

<sup>23</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; “Culvert Inspection Manual”; Cap. 4, Pág. 63.

- Observación de la condición global.
- Carretera de acceso y terraplén.
- Cauce.
- Cabezales y aleros.
- Conducto de la alcantarilla.

Los dos primeros ítems se describen a continuación debido a que se aplican a todo tipo de alcantarilla; mientras que los ítems restantes varían de acuerdo al tipo de alcantarilla.

#### ❖ **Revisión de Información Disponible**

Cuando se disponga de informes de inspección y planos anteriores, éstos deben ser revisados antes de, y posiblemente durante, la inspección de campo. Una revisión de los informes anteriores familiarizará al inspector con la estructura y hará más fácil la detección de los cambios de las condiciones bajo las cuales trabajan las obras de arte y drenaje. El chequeo de dicha información también permitirá conocer al inspector cuales son las áreas críticas que necesitan especial atención y la posible necesidad de equipos especiales.

#### ❖ **Observación de la Condición Global**

El inspector debe observar de manera general las condiciones bajo las cuales trabajan las obras de arte y drenaje conforme se acerca al área de influencia. El propósito de estas observaciones iniciales es similar a la revisión de los planos, familiarizará al inspector con la estructura, ya que pueden fácilmente indicar la necesidad de modificar la secuencia de inspección o indicar áreas que requieren especial atención.

El inspector también debe estar alerta a los cambios en el área de drenaje que podría afectar las características del escurrimiento. Asimismo debe buscar nuevas construcciones dentro de las zonas de peligro de inundación, inesperadas o nuevas direcciones de escorrentía y la posible colmatación aguas abajo.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> U.S. Department of Transportation – FHWA; “Culvert Inspection Manual”; Cap. 4, Pág. 63-64.

## 3.2 Evaluaciones

### 3.2.1 Evaluación de la Superficie de la Carretera

El asentamiento es un problema común en los accesos de alcantarillas y generalmente se debe al material del terraplén mal compactado. El asentamiento de la alcantarilla puede resultar del material blando de la cimentación, del desplazamiento del material blando o de la tubificación a lo largo de la alcantarilla.

El asentamiento del material de relleno y el movimiento de la estructura puede tener serias consecuencias estructurales en las alcantarillas flexibles debido a que es necesaria una cubierta de suelo estable alrededor de ellas para obtener el soporte lateral que minimizará su flexión y reducirá su asentamiento.

#### ❖ Inspección de la Condición de la Carretera de Acceso

Las condiciones del acceso pueden ser inspeccionadas visualmente buscando baches o hundimientos, rajaduras, parches del pavimento y otras indicaciones de asentamiento. Las rajaduras del pavimento generalmente serán paralelas al conducto de alcantarilla. En las bermas y terraplenes también deben inspeccionarse baches, hundimientos y otras depresiones, erosión y desprendimiento del talud. Los hundimientos frecuentemente pueden detectarse a través de un vistazo a lo largo de las barandas de seguridad. Un vistazo a lo largo del borde del pavimento, también pueden revelar hundimientos y depresiones.

Los defectos en los accesos pueden ser causados por varios factores, algunos de los cuales pueden tener poco o ningún efecto sobre la alcantarilla. Por ejemplo, los parches del pavimento pueden ser colocados para corregir defectos del mismo pavimento. De manera similar, pueden existir problemas estructurales con pequeños efectos visibles en los accesos.

Las depresiones, rajaduras del pavimento y otros problemas deben alertar al inspector de que podrían existir problemas estructurales. El inspector debe procurar determinar la causa de los defectos del acceso y debe anotar en el informe de inspección la ubicación y extensión de cualquier defecto encontrado. Los baches o hundimientos severos pueden representar un peligro al tráfico así como posibles problemas estructurales, por lo que deben ser informados.

El tipo de defecto encontrado en los accesos puede variar con el tipo de pavimento, tipo de estructura, forma de la estructura, historial de mantenimiento y otros factores. Estos tipos de defectos son tratados brevemente en los siguientes párrafos.

**a. Tipo de Pavimento.-** Los pavimentos rígidos (concreto) pueden trabajar bien sobre pequeños vacíos subsuperficiales, mientras que los pavimentos flexibles (asfalto) no tienen esta capacidad. El asentamiento de materiales bajo el pavimento puede producir rajaduras en los pavimentos rígidos así como el asentamiento irregular causa lo mismo en los pavimentos flexibles. Ver figura N° 3.01.

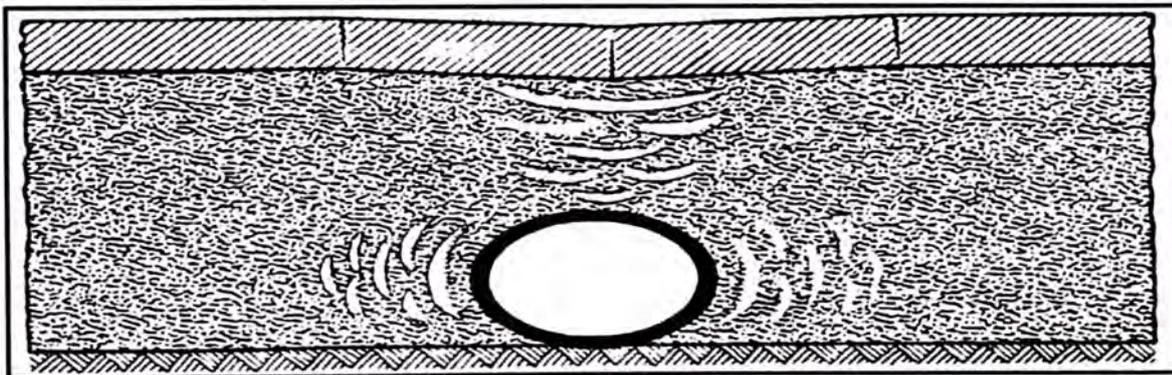


Figura N° 3.01 Falla del pavimento, debido a una inadecuada compactación o a la baja calidad del material circundante a la alcantarilla flexible.

**b. Tipo de estructura.-** Las alcantarillas flexibles se flexionarán si el suelo circundante no proporciona un adecuado soporte lateral. Esto puede producir

una pérdida de soporte para el pavimento del acceso y generalmente resulta en el asentamiento sobre la alcantarilla.

**c. Forma de la estructura.-** El buen funcionamiento de las alcantarillas flexibles está relacionado a la simetría de la forma de diseño. Las alcantarillas pueden flexionarse hacia abajo y desplazar el material lateralmente. Esto puede producir un asentamiento de la carretera. En las alcantarillas circulares, dicho asentamiento ocurre principalmente directo sobre la alcantarilla. Las alcantarillas con forma de elipses verticales, pera y bóvedas tienden a tomar una forma puntiaguda o a presionar el centro hacia arriba resultando en asentamiento y pérdida de soporte en el pavimento junto a la alcantarilla.

**d. Historial de Mantenimiento del Pavimento.-** Los parches del pavimento pueden indicar que un asentamiento progresivo, u otros problemas, han ocurrido o están ocurriendo, particularmente si se encuentra que el área sobre la alcantarilla ha sido parchada reiteradamente.

**e. Otros factores.-** Muchos otros factores sumados al asentamiento del terraplén pueden causar daños a la alcantarilla y a la carretera de acceso, como material de terraplén saturado, baja calidad del relleno, tubificación, erosión y fallas en el talud.

#### ❖ Evaluación Funcional de la Carretera de Acceso

La evaluación funcional de la carretera de acceso es una evaluación del funcionamiento de la alcantarilla en términos de seguridad del tráfico. La evaluación consiste en recopilar datos geométricos como el ancho de calzada, evaluación del alineamiento de la carretera y características de la seguridad del tráfico. La señalización también debe ser chequeada como parte de la evaluación de la carretera de acceso. Debe anotarse la presencia o ausencia de señales de prevención de adelanto de vehículos, restricciones de peso o señales de puente estrecho.

El alineamiento de la carretera de acceso generalmente no es un problema para las alcantarillas. Sin embargo, el método de chequeo del alineamiento es para

determinar la distancia de la visual en cada dirección desde la alcantarilla y luego comparar la actual distancia de la visual con la distancia de la visual requerida por las normas vigentes.

Existen además estructuras accesorias que son usadas junto con las protecciones en los extremos para mejorar el drenaje o reducir la erosión.

- Cauces rectangulares y cunetas laterales.
- Plataformas.
- Disipadores de energía.

### ❖ Qué Buscar Durante la Inspección

Los extremos de la alcantarilla y las estructuras accesorias cumplen una variedad de funciones y por lo tanto se necesita inspeccionar sus características estructurales, hidráulicas y de seguridad del tráfico. Las características estructurales e hidráulicas pueden diferir considerablemente dependiendo de los tipos de protección en los extremos.

#### a) Protección

Este tipo de protección en el extremo no tiene una estructura asociada a los extremos del conducto de la alcantarilla. El conducto simplemente se extiende más allá de la cara del terraplén, como se muestra en la Figura N° 3.02.



Figura N° 3.2 Alcantarilla corrugada con proyección de su salida, cuyo cuerpo está recubierto por material de la zona.

Cuando se inspeccionan alcantarillas con extremos proyectados, el inspector debe anotar la extensión y ubicación de cualquier erosión o socavación alrededor de los extremos del conducto de la alcantarilla, deterioro del talud del relleno, acumulación de material de acarreo y escombros y daños en los extremos del conducto. Se debe indagar con una barra para ubicar áreas socavadas y determinar su verdadera profundidad y no la aparente, dado que los hoyos de socavación pueden haberse llenado con sedimentos o escombros a medida que los flujos altos se apaciguaron. El talud desprotegido del terraplén puede causar problemas si es erosionado o saturado por el flujo de agua.

La tubificación a lo largo del exterior de la tubería puede remover material de soporte. La capacidad de las alcantarillas puede ser reducida por acumulaciones de material de acarreo y escombros en el extremo de entrada o por falla de talud. Los extremos de entrada también pueden ser dañados por el impacto de escombros flotantes y cualquier extremo puede ser dañado por el equipo de corte y otros vehículos de mantenimiento.

#### **b) Biselado**

Un extremo biselado es un extremo de la alcantarilla que ha sido cortado para armonizar con el talud del terraplén. En los taludes pavimentados generalmente se usan alcantarillas con extremos biselados, particularmente aquellas que son tubulares de metal corrugado.

Las alcantarillas con extremos biselados y aquellas con secciones prefabricadas en el extremo, deben ser inspeccionadas por los mismos tipos de problemas que las alcantarillas con extremos proyectados. Adicionalmente, las alcantarillas tubulares de metal con un extremo biselado o sesgado deben ser inspeccionadas por deformación. El cortar los extremos para formar una protección biselada o sesgada reduce la integridad estructural de los extremos de una alcantarilla de metal corrugado. Si no existe una estabilización del talud de relleno o el refuerzo de los extremos cortados, puede ocurrir la deformación de los mismos.

Mientras una falla del extremo cortado no afecta seriamente la integridad estructural del conducto de la alcantarilla, si puede producir serios problemas hidráulicos. Las fuerzas hidráulicas pueden destruir o voltear un extremo de tubería inestable, obstruyendo la alcantarilla. Esto podría producir embalsamientos dañinos o lavado del relleno. Por consiguiente es importante chequear en los extremos cortados de las alcantarillas, signos de peligros incluyendo deformación, erosión del talud del relleno y socavación, como se muestra en la Figura N° 3.03.

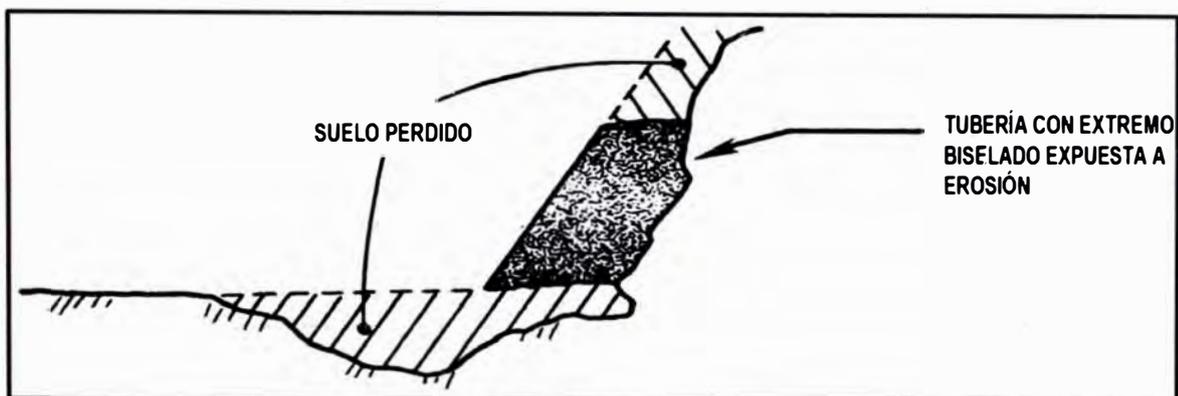


Figura N° 3.03 Erosión alrededor de tubería con el extremo biselado.

Para estabilizar los extremos cortados frecuentemente son usados cabezales parciales, dientes de protección, pavimentación del talud y enrocado. Estos dispositivos deben ser inspeccionados por socavación para garantizar que los extremos de la tubería están firmemente anclados.

### c) Cabezales y Aleros

En los cabezales y aleros debe inspeccionarse cualquier signo de socavación y asentamiento tales como rajaduras, ladeo o separación del conducto de la alcantarilla del cabezal. El asentamiento produce esfuerzos adicionales en los extremos de la alcantarilla y puede causar la colmatación o falla del extremo. Esto a su vez podría producir embalsamientos dañinos o lavado del relleno.

Las separaciones entre el conducto y el cabezal que exponen el material de relleno, pueden ser particularmente serias y deben ser informadas para su especial atención.

Las separaciones permiten la pérdida del suelo de soporte, lo cual podría traer como consecuencia la falla en cualquier lugar a lo largo de la alcantarilla. Adicionalmente los cabezales deben ser suficientemente altos y largos para proteger el terraplén de los flujos erosivos y para evitar que el terraplén se caiga y obstruya el flujo.

En las inspecciones de cabezales y aleros de metal se deben incluir chequeos de vacíos detrás de los muros, lo que puede indicar una pérdida de relleno; la base fuera del cimiento, lo cual puede indicar socavación delante del muro; y movimientos aparentes de la parte más alta, lo que puede indicar daño a las barras de los anclajes.

#### **d) Plataformas**

En plataformas se debe chequear los signos de asentamiento o movimiento por socavación. En la piedra seca o enrocado sin lechada debe inspeccionarse si las piedras se han desplazado o movido. Frecuentemente, en las plataformas de enrocado se formará aguas abajo un hoyo por socavación con un montículo y generalmente no debe ser perturbado por las actividades de mantenimiento. Si la socavación ha penetrado a través del enrocado puede ser necesaria roca adicional.

En el enrocado dentro de mallas de alambre (gaviones), debe chequearse las celdas desplazadas, las celdas parcialmente llenas y el deterioro de alambre.

En las losas de concreto debe chequearse la socavación y el asentamiento. La socavación es chequeada sondeando a lo largo del borde de la plataforma. El asentamiento puede ser detectado chequeando las rajaduras y las señales de movimiento en la junta con el cabezal. Las juntas entre las plataformas de concreto y los cabezales también deben ser chequeados para garantizar que ellos sean impermeables.

### 3.2.2 Evaluación del Flujo de Agua

La principal función de la mayoría de las alcantarillas es la de transportar agua superficial de un lado del terraplén de una carretera hacia el otro lado. El diseño hidráulico de las alcantarillas generalmente comprende la determinación del tamaño y forma de la alcantarilla más económica capaz de transportar la descarga de diseño sin exceder el tirante de agua permitido. Es esencial que la alcantarilla sea capaz de manejar la descarga de diseño.

Si la alcantarilla es bloqueada con escombros o el flujo de agua cambia su curso cerca de los extremos de la alcantarilla, la alcantarilla puede ser inadecuada para manejar los flujos de diseño. Esto puede producir un excesivo embalsamiento, inundación de las propiedades cercanas y erosión de la carretera y el terraplén.

Además, los cambios en el uso del suelo aguas arriba como limpiezas, deforestación y urbanización de bienes inmuebles puede cambiar la velocidad de los flujos pico y su estabilidad. Por consiguiente, es importante inspeccionar las condiciones del flujo y evaluar la capacidad de la alcantarilla para manejar los flujos pico.

#### ❖ Canal de Flujo

El canal de flujo debe ser inspeccionado para determinar si existen condiciones que podrían causar daños a la alcantarilla o a las propiedades circundantes. Los factores a ser chequeados son la ubicación de la alcantarilla (alineamiento vertical y horizontal), socavación y acumulación de sedimentos y escombros. Estos factores están estrechamente ligados uno con otro.

La mala ubicación de las alcantarillas puede producir la reducción de la eficiencia hidráulica, el incremento de la erosión y sedimentación del canal de flujo y el incremento del daño a los terraplenes y a las propiedades circundantes. Se proporciona una breve discusión de cada uno de estos Factores:

### **a. Alineamiento Horizontal**

El inspector debe comprobar la condición de las riberas de los arroyos y cualquier protección de las márgenes en ambos extremos de la alcantarilla. También debe comprobar la erosión e indicios de cambios en la dirección del cauce del flujo. Se deben usar croquis y fotografías para documentar la condición y el alineamiento en el momento de la inspección.

Los cambios abruptos del alineamiento retardan el flujo y se puede requerir una alcantarilla más larga, también causan el incremento de la erosión a lo largo de la parte externa de la curva, daño a la alcantarilla e incremento de la sedimentación a lo largo de la parte interna de la curva. Donde existan curvas bien marcadas en el cauce, ya sea a la entrada o a la salida de la alcantarilla, el inspector debe chequear la sedimentación y erosión.

### **b. Alineamiento Vertical**

Los problemas del alineamiento vertical generalmente son indicados por la socavación o la acumulación de sedimento. Las alcantarillas con pendientes que difieren significativamente de la gradiente natural pueden presentar problemas. Las alcantarillas con pendientes planas pueden tener problemas por la acumulación de sedimento a la entrada o dentro del conducto. Las alcantarillas con pendientes moderadas o empinadas, generalmente tienen velocidades de flujos más altas que las de la corriente natural y pueden tener problemas por la socavación en la salida. Los problemas de socavación y sedimentación pueden ocurrir también si el conducto de la alcantarilla es más grande o más pequeño que el cauce del flujo.

### **c. Socavación**

La erosión generalmente se refiere a la pérdida de material de las riberas y al movimiento lateral del cauce. La socavación está más relacionada a la profundización del lecho del flujo debido a la remoción y transporte del material del lecho por el flujo de agua. La socavación puede ser clasificada en dos tipos: socavación local y socavación general.

La Socavación Local, como su nombre lo indica, es localizada y generalmente es causada por una obstrucción específica del flujo o por algún objeto que causa una constricción del flujo. Ocurre principalmente a la salida de la alcantarilla.

La Socavación General se extiende más adelante a lo largo del flujo y no está localizada alrededor de una obstrucción particular. La socavación general puede implicar una degradación gradual y moderadamente uniforme. Este tipo de socavación es conocido como profundización del cauce y puede ser un serio problema si ocurre en el cauce aguas abajo de la alcantarilla, dado que puede amenazar a la alcantarilla si se mueve hacia aguas arriba. La profundización del cauce también puede ocurrir aguas arriba de las entradas que han sido profundizadas.

En el cauce aguas arriba de la alcantarilla debe comprobarse la socavación que puede socavar la alcantarilla o erosionar el terraplén. Debe identificarse la socavación que afecta a los árboles o produce sedimentos que podrían bloquear o reducir la abertura de la alcantarilla. En el cauce del río aguas abajo de la alcantarilla y la socavación general que eventualmente podría amenazar a la alcantarilla.

#### **d. Acumulación de Sedimentos y Escombros**

Se debe identificar los depósitos de escombros o sedimentos que podrían bloquear la alcantarilla o causar socavación local en el cauce del flujo. Las acumulaciones de sedimentos y escombros en el flujo pueden causar la socavación de sus riberas y del terraplén de la carretera, o podrían causar cambios en el alineamiento del cauce.

Las acumulaciones de escombros y sedimentos en la entrada de la alcantarilla o dentro del conducto reducen la capacidad de la alcantarilla y pueden producir embalsamientos excesivos.

Las obstrucciones aguas abajo que causan el embalsamiento de agua en la salida de la alcantarilla también puede reducir su capacidad.

## ❖ Eficiencia del Cauce

Los párrafos anteriores se ocupaban de la evaluación de la condición del cauce del flujo y de la identificación de las condiciones que podrían causar daños a la alcantarilla o reducir su eficiencia hidráulica. Una condición estrechamente relacionada, la cual debe ser evaluada, es la eficiencia del cauce o la capacidad de la alcantarilla para manejar los flujos pico incluyendo las marcas de agua altas, los cambios en la cuenca y los cambios en el cauce del flujo, los cuales afectarían el funcionamiento hidráulico.

### a. Marcas de Máximas Avenidas

Idealmente, las alcantarillas deben ser chequeadas durante o inmediatamente después de los flujos pico para determinar si el agua está siendo embalsada con consecuentes tirantes excesivos, si las propiedades adyacentes son inundadas o si la carretera está funcionando como un vertedero, es decir, se debe evaluar la eficiencia del cauce.

Las marcas de máximas avenidas son necesarias para definir la cota del embalsamiento aguas arriba y la cota de la superficie aguas abajo. De ser posible, deben obtenerse diferentes marcas de máximas avenidas para garantizar la consistencia. Las marcas de máximas avenidas en el conducto de la alcantarilla, en el área baja de drenaje cerca de la entrada o cerca de las áreas turbulentas en la salida, generalmente son engañosas.

Una inspección también puede determinar los niveles de máximas avenidas mediante la búsqueda de escombros atrapados en las tranqueras, alojados en los árboles o depositados en el terraplén. La información también puede ser obtenida entrevistando a los residentes del área. Los indicios de embalsamientos excesivos, inundaciones o de que la carretera ha funcionado como un vertedero, deben ser investigados para determinar su causa. Si la causa es evidente, como una entrada bloqueada, debe ser informada para programar el apropiado mantenimiento, si la causa no es evidente la alcantarilla debe ser reportada para su evaluación por un especialista hidráulico.

## **b. Área de Drenaje**

El inspector debe ser consciente de que los cambios en el área de drenaje pueden tener un efecto en la descarga que las alcantarillas deben manejar. El reemplazo de una alcantarilla aguas arriba por una estructura más grande puede eliminar los embalsamientos aguas arriba, produciendo que más agua llegue a la alcantarilla en un menor tiempo. La construcción en tierra despejada, los mejoramientos del cauce o el retiro de presas o depósitos de sedimentos aguas arriba, también pueden afectar las velocidades de descarga. Similarmente, los cambios en el uso del suelo pueden incrementar o disminuir la cantidad de precipitación que se infiltra en el terreno y la cantidad que discurre superficialmente.

El inspector debe anotar en el informe de inspección cualquier cambio aparente que sea observado y debe estar consciente de que los cambios a una distancia considerable aguas arriba, puede afectar el funcionamiento de las estructuras aguas abajo. Las obstrucciones aguas abajo de una alcantarilla que producen que el agua regrese a la alcantarilla también puede afectar el funcionamiento de la alcantarilla.

## **c. Socavación**

Como se discutió previamente, la socavación que cambia el alineamiento del río en los extremos de la alcantarilla puede reducir la eficiencia hidráulica.

## **d. Sedimentación y Escombros**

La acumulación de escombros y sedimentos en la entrada o dentro del conducto de la alcantarilla reduce tanto el tamaño de la abertura como la capacidad de la alcantarilla para manejar flujos pico. Sin embargo, las alcantarillas ocasionalmente son diseñadas con relleno en la parte inferior para crear un cauce más natural para los peces.

### 3.2.3 Evaluación del Cuerpo de la Alcantarilla

Las alcantarillas de acero corrugado son clasificadas como estructuras flexibles porque responden y dependen del relleno de tierra, el cual proporciona a la alcantarilla estabilidad estructural y soporte. El metal corrugado flexible es esencialmente un revestimiento que actúa principalmente en compresión y puede soportar grandes empujes de compresión anular, pero solo fuerzas muy pequeñas de flexión o momento.

La inspección de la alcantarilla determina si el recubrimiento de tierra proporciona una estabilidad estructural adecuada a la alcantarilla y verifica que el "revestimiento" sea capaz de soportar las fuerzas de compresión y de proteger al relleno de tierra del agua que fluye a través de la alcantarilla. La verificación de la estabilidad del recubrimiento de tierra es realizada a través del chequeo de la forma de la alcantarilla. La verificación de la integridad del "revestimiento" es realizada a través del chequeo de los defectos de la tubería y de las planchas que conforman el conducto de la alcantarilla.

Se mostrará discusiones sobre la inspección de los defectos en la forma y el conducto mismo de las estructuras de metal corrugado. Dado que los requerimientos de inspección de la forma varían un poco para las diferentes formas, se proporciona sección separada con las pautas detalladas para alcantarillas tubulares de metal corrugado con forma circular.

#### ❖ Inspecciones Generales de la Forma

La característica más importante a observar y medir cuando se inspecciona alcantarillas de metal corrugado es la forma de la sección transversal del conducto de la alcantarilla. El conducto de la alcantarilla de metal corrugado depende del relleno o terraplén para mantener su forma y estabilidad apropiada. Cuando el relleno no proporciona el apoyo requerido, la alcantarilla se flexionará, asentará o deformará. Por consiguiente, los cambios de la forma de la alcantarilla proporcionan una indicación directa de la eficiencia y estabilidad del recubrimiento de suelo sobre el que se apoya. A través de la observación y

medición periódica de la forma de la alcantarilla, es posible verificar la eficiencia del relleno.

La sección transversal de diseño o teórica de la alcantarilla debe ser estándar sobre el que se comparen las medidas de campo y las observaciones visuales.

Generalmente la forma simétrica y curvatura uniforme alrededor del perímetro son factores críticos. Si la curvatura alrededor de la estructura se vuelve demasiado plana y/o el suelo continúa cediendo bajo la carga, la pared de la alcantarilla no podrá ser capaz de soportar el empuje anular sin doblarse hacia adentro o flexionarse excesivamente hasta el punto de una curvatura inversa. Ambos eventos traen como consecuencia la falla parcial o total de la alcantarilla.

El arco de una tubería circular o de una estructura con forma diferente será estable y funcionará siempre que la presión del suelo sobre el exterior de la tubería sea resistida por la fuerza de compresión de la tubería en cada extremo del arco. Las tuberías de metal corrugado pueden cambiar de forma sin peligro dentro de los límites razonables siempre que exista una adecuada presión exterior del suelo para equilibrar la compresión anular. Por consiguiente, las mediciones del tamaño y forma tomadas en un momento dado no proporcionan datos concluyentes sobre la inestabilidad del relleno aún cuando existe una desviación significativa de la forma de diseño. La estabilidad del relleno actual no puede determinarse fiablemente a menos que los cambios en la forma sean medidos con el tiempo. Por consiguiente es necesario identificar los cambios actuales o recientes en la forma para chequear fiablemente la estabilidad del relleno. Si existe inestabilidad del relleno, la tubería continuará cambiando de forma.

En general, el proceso de inspección para comprobar la forma de la alcantarilla incluirá observaciones visuales de la forma simétrica y de la curvatura uniforme así como la medición de las principales dimensiones. Las mediciones específicas a ser obtenidas dependen de los factores como el tamaño, la forma y la condición de la estructura. Si se observan cambios en la forma, pueden ser necesarias más mediciones. Para las estructuras pequeñas en buena condición, una o dos mediciones simples pueden ser suficientes, por ejemplo, midiendo el

diámetro horizontal en una tubería circular. Para las estructuras con poco recubrimiento, se recomiendan las observaciones de la alcantarilla con poca carga viva pasando sobre ella. El movimiento percibido en la estructura puede indicar posible inestabilidad y la necesidad de una investigación más profunda.

El número de puntos medidos depende del tamaño y condición de la estructura. Generalmente las alcantarillas tubulares pequeñas pueden medirse a intervalos mayores a los 7.50m.

Es sumamente importante determinar la ubicación exacta de los puntos medidos. Los cambios no pueden monitorearse con precisión a menos que el mismo punto sea chequeado en cada inspección. Por consiguiente, el informe de inspección debe incluir descripciones precisas de la ubicación de los puntos de referencia. Es más seguro usar las juntas, costuras y planchas como una cuadrícula de referencia para los puntos de medición. Entonces la ubicación exacta de los puntos puede describirse fácilmente en el informe así como ser marcados físicamente en las estructuras. Esto nos resguarda contra la pérdida de la pintura o de las marcas trazadas y hace a los puntos fáciles de encontrar o restablecer.

Todas las dimensiones de las estructuras deben ser medidas en la cresta inferior de la corrugación. Cuando sea posible, los puntos de medición sobre la plancha estructural deben ubicarse en el centro de una costura longitudinal. Sin embargo, algunos puntos de medición no están siempre sobre una costura.

Cuando la deformación o el aplanamiento de la curva son notorios, la extensión del área aplanada debe describirse en el informe de inspección en términos de longitud de arco, longitud de alcantarilla afectada y ubicación del área aplanada.

La longitud de la cuerda que cruza el área aplanada y la ordenada media de la cuerda deben medirse y registrarse. Las dimensiones de la cuerda y de la ordenada media pueden usarse para calcular la curvatura del área aplanada usando la fórmula mostrada en la Figura N° 3.04.

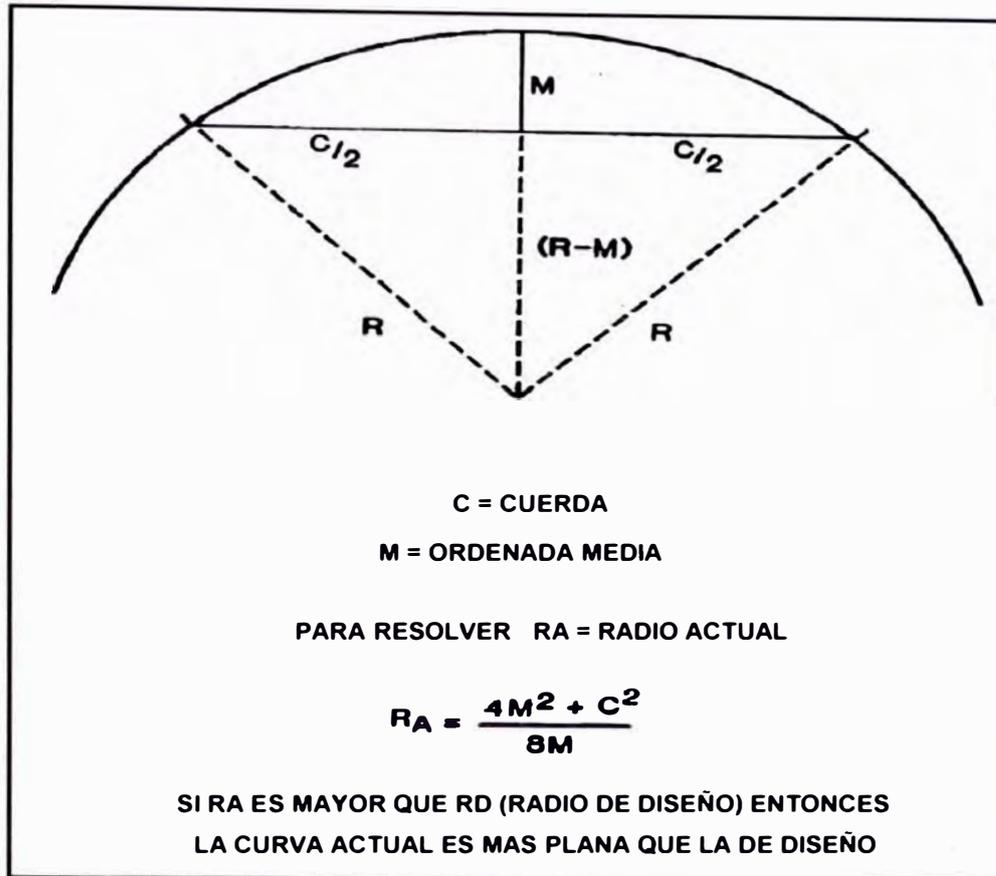


Figura N° 3.04 Chequeo de la curva, a través de la cuerda y la ordenada media.

### ❖ Inspección General de los Defectos del Conducto

La integridad estructural de las alcantarillas de metal corrugado depende de su capacidad de trabajar en compresión anular y de su interacción con el recubrimiento de suelo circundante. Los defectos en el propio conducto de la alcantarilla, se discuten en los párrafos siguientes.

#### a. Mal Alineamiento

El inspector debe chequear el alineamiento vertical y horizontal de la alcantarilla. En el alineamiento vertical se debe comprobar visualmente los hundimientos y la flexión en las juntas. El mal alineamiento vertical puede indicar problemas con la compactación de la cama de la tubería. Los hundimientos entrapan escombros y sedimento y pueden impedir el flujo. Dado que la mayoría de alcantarillas de carretera no tienen juntas impermeables, los hundimientos dejan pasar el agua,

lo cual podría saturar el suelo que está por debajo y alrededor de la alcantarilla, y reducir la estabilidad del suelo.

El alineamiento horizontal debe verificarse viendo a lo largo de los lados para comprobar la rectitud. El alineamiento vertical puede confirmarse viendo a lo largo de las líneas de pernos.

Un mal alineamiento horizontal y vertical pequeño generalmente no es un problema grave en las estructuras de metal corrugado a menos que cause problemas en la forma o en la junta. Es más, de vez en cuando se instalan intencionalmente alcantarillas con un cambio de pendiente.

#### **b. Defectos de la Junta**

Generalmente en campo sólo se encuentran juntas en las tuberías prefabricadas. Usualmente no existen juntas en las alcantarillas de planchas estructurales, sólo costuras.

Las juntas en campo de las tuberías prefabricadas sirven para mantener la conducción de agua de la alcantarilla de sección a sección, mantener a las secciones de tubería bien alineadas, mantener al suelo de relleno libre de infiltración y ayudar a impedir que las secciones se separen.

Los factores claves a buscar en la inspección de juntas son los indicios de infiltración del relleno y fuga de agua. La filtración excesiva a través de una junta abierta puede causar la infiltración del suelo o erosión del material de relleno circundante, reduciendo el soporte lateral. Con una barra pequeña o un regla plana puede indagarse las juntas abiertas para chequear si están vacías. Los indicios de defectos en la junta incluyen juntas abiertas, flexión, filtración en las juntas y huecos enterrados que llegan hasta la superficie ubicada encima de la alcantarilla, como se muestra en la Figura N° 3.05. Cualquier evidencia de defectos en la junta debe registrarse.

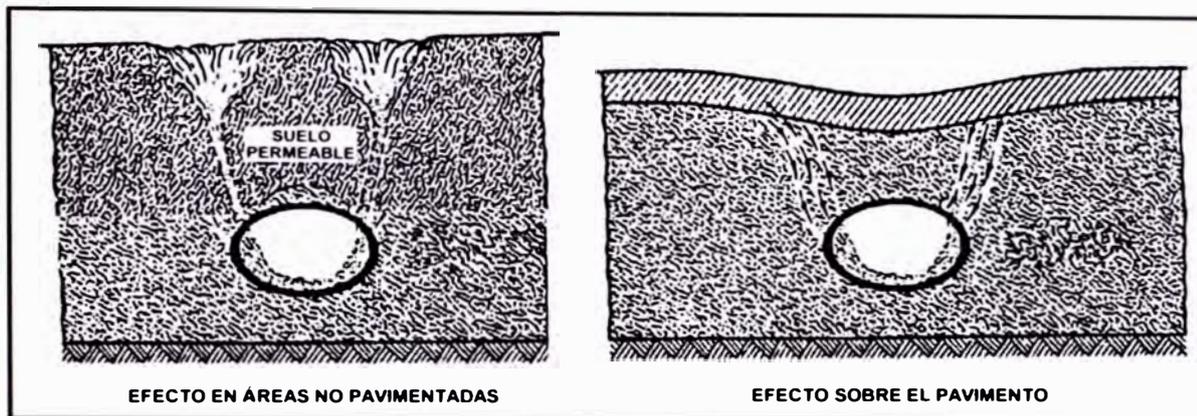


Figura N° 3.05 Indicios en la superficie de infiltración.

Las alcantarillas denominadas en buena condición no deben tener ninguna junta abierta, aquellas denominadas en condición regular pueden tener pocas juntas abiertas pero ninguna evidencia de infiltración de suelo y aquellas denominadas en condición mala a muy mala mostrarán evidencia de infiltración de suelo.

### c. Defectos de la Costura en Tuberías Prefabricadas

Las costuras en tuberías helicoidales no soportan bien el empuje de compresión anular, por lo que deben inspeccionarse las roturas y separaciones. Una costura abierta podría producir una pérdida de relleno en la tubería o la fuga de agua. Cualquiera de estas condiciones podría reducir la estabilidad del suelo circundante. En tuberías remachadas o soldadas por puntos, las costuras son longitudinales y soportan toda la compresión anular de la tubería. Estas costuras, entonces, deben ser fuertes y capaces de manejar grandes fuerzas de compresión. Al inspeccionar las costuras longitudinales de las alcantarillas de metal corrugado recubiertas con material bituminoso, la rajadura de la capa bituminosa puede indicar separación de la costura.

### d. Defectos de la Costura Longitudinal en las Alcantarillas de Planchas Estructurales

Se debe inspeccionar visualmente las costuras longitudinales para tratar de hallar costuras abiertas, rajadura de los agujeros de los pernos, deformación de la plancha alrededor de los pernos, doblado de los pernos, costuras ladeadas,

costuras levantadas y pérdida significativa de metal en los pernos debido a la corrosión.

Las alcantarillas en buenas condiciones deben tener sólo pequeños defectos en la junta. Aquéllas en regulares condiciones pueden tener rajaduras pequeñas en algunos agujeros de los pernos o aberturas pequeñas en las costuras que podrían llevar a la infiltración o fuga de agua. El conducto está en condiciones mala a muy mala si existen rajaduras importantes de los agujeros de los pernos por la flexión de la estructura debido a la infiltración del relleno a través de una costura abierta. Las rajaduras mayores a 7.50 cm de largo en cada lado de los pernos indica una condición muy mala a crítica.

#### ❖ Pernos Flojos

En las costuras se debe chequear si existen pernos flojos o faltantes. En las estructuras de acero las costuras longitudinales son empernadas con pernos de alta resistencia en dos filas, una en las crestas y otra en los valles de las corrugaciones, y se puede chequear la firmeza de éstos golpeando ligeramente con un martillo y chequeando su movimiento.

#### ❖ Costuras Ladeadas y Levantadas

Las costuras longitudinales de la plancha estructural son la principal diferencia con la tubería prefabricada. La forma y curvatura de la estructura son afectadas por las costuras longitudinales traslapadas y empernadas. El montaje o fabricación inadecuada puede producir costuras ladeadas o efectos de levantamiento de la estructura en la costura. Los casos leves de estas condiciones son bastante comunes y frecuentemente sin importancia. Sin embargo, los casos severos pueden producir la falla de la costura o de la estructura.

Cuando una costura levantada es significativa, la apariencia de la forma y las principales dimensiones de la estructura diferirán significativamente de la forma y dimensiones de diseño. Si el efecto de levantamiento es un problema serio, debe provocar que la estructura reciba calificaciones muy bajas en la inspección de la

forma. Una costura ladeada puede producir pérdida de relleno y puede reducir la resistencia máxima de compresión anular de la costura.

### ❖ **Rajadura de la Costura**

Las rajaduras a lo largo de los agujeros de los pernos de las costuras longitudinales pueden ser serias si se permite su progreso. A medida que la rajadura progresa, la plancha puede llegar a romperse completamente y perderse la capacidad de compresión anular. Esto podría producir la deformación o la posible falla de la estructura.

Las rajaduras longitudinales son más serias cuando las acompaña una flexión, una deformación significativa y otras condiciones indicativas de problemas en el relleno o en el suelo. Las rajaduras longitudinales son causadas por el esfuerzo excesivo de flexión, ver Figura 3.06, ocasionalmente las rajaduras pueden ser causadas por las prácticas inadecuadas de instalación, como usar la fuerza de empernado para “extender” una costura ladeada.

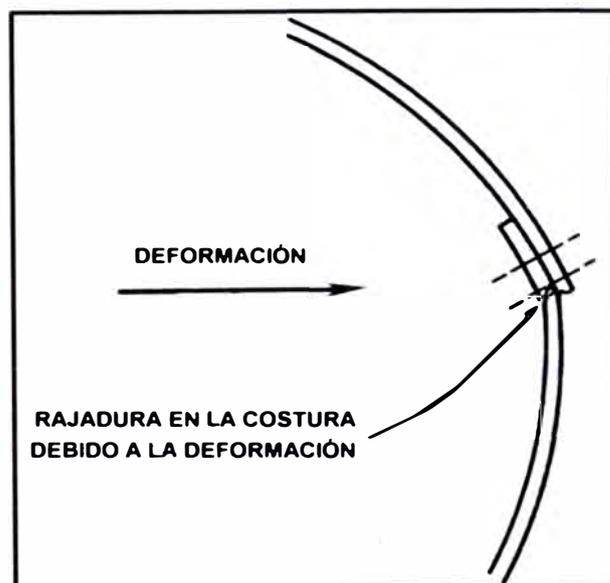


Figura N° 3.06 Rajadura debido a la deformación.

### ❖ **Doblado de los Pernos**

Las costuras empernadas en las alcantarillas de planchas estructurales sólo desarrollan su máximo esfuerzo bajo compresión. El doblado de los pernos

ocurre cuando las planchas se deslizan. Cuando las planchas empiezan a deslizarse, los pernos se doblan y los agujeros de los pernos son alargados plásticamente por el pasador del perno. Se requiere un alto esfuerzo de compresión para causar el doblado del perno.

Raramente se han diseñado estructuras con cargas tan altas que puedan producir una compresión anular que genere el doblado del perno. Sin embargo, deben examinarse las costuras para hallar si los pernos están doblados, especialmente en las estructuras bajo rellenos altos. La compresión excesiva en una costura podría producir deformaciones de la plancha alrededor de los pernos doblados y la falla se podría producir cuando los pernos sean expulsados de las planchas.

#### ❖ Costuras Periféricas

Las costuras periféricas, como las juntas de las tuberías prefabricadas, no soportan la compresión anular. Ellas solo hacen que el conducto sea una estructura continua. El peligro en estas costuras es raro y serán el resultado de una flexión diferencial severa, un problema de deformación o alguna otra manifestación de falla del suelo. Por ejemplo, una estructura con pendiente empinada que cruza un terraplén puede separarse longitudinalmente si el terraplén se desliza hacia abajo, como se muestra en la Figura N° 3.07.

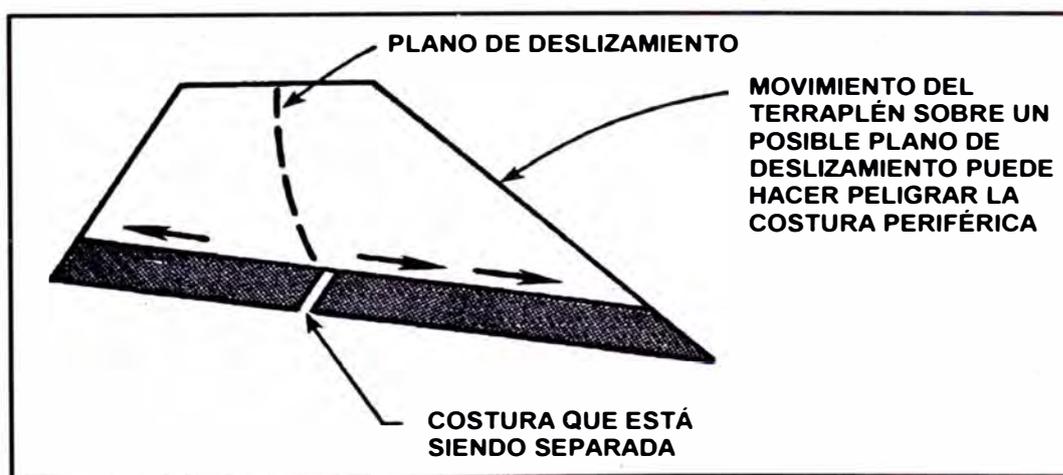


Figura N° 3.07 Rajadura debido a la deformación.

Las planchas deben ser instaladas con las planchas aguas arriba traslapando por encima a las planchas aguas abajo para proporcionar un efecto de “teja” en la dirección del flujo.

Las costuras periféricas en uno o más puntos podrían ser puestas en peligro por el movimiento del relleno. Tal peligro es importante de notar durante las inspecciones dado que indicaría un problema básico de estabilidad del relleno. El peligro de la costura circunferencial también puede ser resultado de la falla de la cimentación, pero en tales casos éste debe ser claramente evidente a través del alineamiento vertical.

### ❖ **Abolladuras y Daños Localizados**

En todas las alcantarillas de metal corrugado se debe inspeccionar los daños localizados. Los daños en la pared de la tubería como las abolladuras, protuberancias, plegamientos, rajaduras y roturas, pueden ser serios si los defectos son extensos y si pueden llegar a perjudicar la integridad del conducto en la compresión anular o permitir la infiltración del relleno. Generalmente los ejemplos pequeños y localizados no son críticos.

Cuando los daños tipo deformación son críticos, ellos producirán generalmente una sección transversal mal formada. El inspector debe documentar el tipo, extensión y ubicación de todos los daños en la pared significativos. Cuando se examinan las abolladuras en las alcantarillas de acero corrugado, el lado opuesto de la plancha debe chequearse, de ser posible, para hallar rajaduras o separación de la capa protectora.

### ❖ **Durabilidad**

La durabilidad se refiere a la capacidad de un material de resistir a la corrosión y abrasión. La corrosión es el deterioro del metal debido a las reacciones electroquímicas o químicas. La abrasión es el desgaste de los materiales de la alcantarilla por la acción erosiva del material del lecho acarreado por la corriente. La abrasión generalmente es muy seria en áreas empinadas o montañosas donde las altas velocidades del flujo acarrean arena y piedras que desgastan el

fondo de la alcantarilla. La abrasión también puede acelerar la corrosión a través del desgaste de las capas protectoras.

Las alcantarillas de metal están sujetas a la corrosión en ciertos ambientes agresivos. Por ejemplo, el acero rápidamente se corroe en agua salada y en ambientes con condiciones de acidez alta (pH bajo) en el suelo y el agua. La resistividad eléctrica del suelo y el agua también proporcionan un indicio de la probabilidad de corrosión.

La corrosión y abrasión de las alcantarillas de metal corrugado pueden ser un problema serio con efectos adversos en el comportamiento estructural. El daño debido a la corrosión y abrasión es la causa más común en el reemplazo de las alcantarillas. La inspección debe incluir observaciones visuales de la corrosión y abrasión del metal.

A medida que el acero se corroe, este problema se extiende considerablemente. La corrosión relativamente superficial puede producir depósitos gruesos de costra. Puede usarse un pico de geólogo para raspar los depósitos gruesos de costra, y así permitir una mejor observación del metal. Un martillo también puede usarse para localizar áreas defectuosas de corrosión exterior, golpeando la pared de la alcantarilla con el extremo del pico del martillo. Cuando existe corrosión severa, el pico deformará la pared o penetrará por ella. Se debe examinar las capas protectoras para hallar daño de abrasión, roturas, rajaduras y remoción. El inspector debe documentar la extensión y ubicación de los problemas de deterioro de la superficie.

Cuando se encuentra corrosión gruesa, se recomienda el uso de métodos de inspección especiales como el ensayo de pH, la medición de la resistividad eléctrica y la obtención de muestras de la pared de la tubería.

Al asignar una calificación al conducto de las alcantarillas debe considerarse la condición del metal en las alcantarillas de metal corrugado y del revestimiento, si es usado. Las alcantarillas de acero calificadas como en buena condición pueden tener óxido superficial sin presencia de agujeros. La perforación del fondo de la alcantarilla en la totalidad o parte del conducto de la alcantarilla

indicaría una condición crítica. Las alcantarillas con el fondo deteriorado pueden funcionar estructuralmente como una bóveda, pero son muy susceptibles al fracaso debido a la erosión de la cama.

### ❖ Inspección de una Tubería Circular

Durante la instalación de una tubería circular, se espera que ésta se flexione verticalmente, resultando con una luz horizontal ligeramente mayor. A veces, durante su instalación, las tuberías circulares son elongadas verticalmente en un 5% para compensar el asentamiento. Frecuentemente es difícil determinar en campo si una tubería era circular o elongada cuando fue instalada.

En situaciones donde existe poco recubrimiento, la curvatura adecuada de los lados es el factor más importante. La presión del suelo sobre los lados puede ser mayor que el peso del poco relleno sobre la tubería. El resultado es una tendencia a empujar los lados hacia adentro en lugar de hacia afuera como ocurre en rellenos más profundos. Asimismo, el aplanamiento de los lados puede ser causado por un relleno inestable.

El aplanamiento del arco superior es un indicio de posible peligro mientras que el aplanamiento del fondo de la alcantarilla no es tan serio. Las tuberías instaladas en una cama no bien formada exhibirán a menudo un aplastamiento ligero del arco del fondo de la alcantarilla. Sin embargo, los aplanamientos severos del arco inferior si indicarían posible peligro.

El inspector debe notar la apariencia visual de la forma de la alcantarilla y medir la luz horizontal como se muestra en la Figura N° 3.08. Casi todas las tuberías circulares pueden medirse directamente sin requerir las alturas o diámetros verticales.

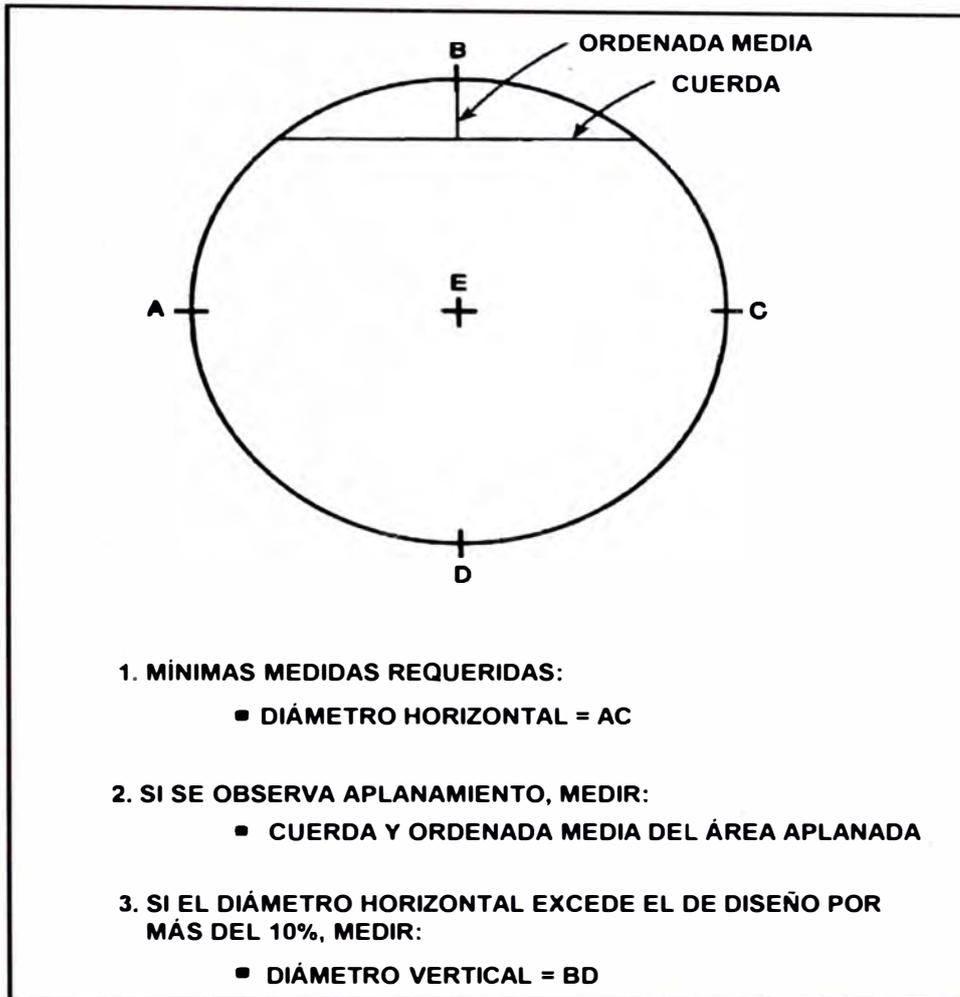


Figura N° 3.08 Inspección de la forma para alcantarillas circulares.

Si la apariencia visual o el diámetro horizontal medido difieren significativamente de las especificaciones de diseño, se debe tomar una medida adicional: el diámetro vertical. Las áreas aplanadas deben chequearse, midiendo la cuerda y la ordenada media de la cuerda. En el informe debe anotarse la longitud de la cuerda y la medida de la ordenada con una descripción de la ubicación y la extensión del área aplanada.

Las tuberías circulares con forma buena a regular tendrán generalmente una buena apariencia de la forma, es decir, que la forma de la alcantarilla parece alcanzar la forma de diseño, con una curvatura uniforme, simétrica y sin ninguna deformación visible. La luz horizontal debe estar dentro del 10% de la luz de diseño.

La tubería con forma mala tendrá una apariencia general regular o mala, presentará deformación en la mitad superior de la tubería, aplanamiento severo en la mitad inferior de la tubería o luces horizontales 10% a 15% mayores que las de diseño.

Las tuberías con forma muy mala a crítica tendrán una mala apariencia, la cual no alcanzará la forma de diseño, no presentará una curvatura uniforme o simétrica y tendrá deformaciones obvias.

La deformación severa en la mitad superior de la tubería, un diámetro horizontal 15% a 20% mayor que el diámetro de diseño o un aplanamiento de la corona hasta un arco con radio de 6.10 a 9.15m o más, indicarán la condición muy mala a crítica. Debe notarse que las tuberías con flexión menor al 15% a 20% pueden calificarse como críticas si su forma presenta una mala apariencia.

### **3.2.4 Evaluación Global de la Alcantarilla**

Los primeros acápites de este capítulo se han dirigido a los componentes individuales de una alcantarilla. Las calificaciones globales consideran todos los componentes que conforman a una alcantarilla y son útiles para el establecimiento de los programas y prioridades de mantenimiento, rehabilitación y reemplazo.

La evaluación global puede ser dividida en tres categorías que son la condición global, la capacidad de soporte de cargas y la vida restante.

#### **❖ Condición Global**

Esta evaluación cubre la condición de los componentes estructurales e hidráulicos de la alcantarilla: alineamiento, asentamiento, conducto de la alcantarilla y protección en los extremos.

Las calificaciones globales no deben ser un promedio de las calificaciones asignadas a los componentes individuales. Es muy frecuente que una baja calificación de un solo componente controlará la calificación global; pero cuando

el inspector asigne una calificación global debe considerar cada componente y su posible efecto sobre la alcantarilla. El inspector debe considerar si el componente está funcionando adecuadamente, si podría ponerse en riesgo la seguridad o si podría causar daños a la propiedad, si podría causar daños más extensos si no es reparado y si las reparaciones representan rehabilitación o mantenimiento.

#### ❖ **Capacidad de Soporte de Cargas**

Esta evaluación está basada en las cargas que la estructura puede soportar, por lo cual se debe la capacidad de soporte de cargas de la alcantarilla y los límites de carga legales vigentes. Los procedimientos usados para la determinación de estas calificaciones de capacidad deben tomar en cuenta la condición de la alcantarilla en el momento de la inspección.

#### ❖ **Vida Restante**

El inspector estima el número de años que restan antes que sea requerido una rehabilitación mayor o el reemplazo. La estimación debe estar basada en la vida de diseño del material del conducto, los años de servicio anteriores a la inspección y la condición de la alcantarilla en el momento de la inspección. La condición actual y el funcionamiento del material de la alcantarilla bajo condiciones similares son las consideraciones claves. Donde la durabilidad es un problema, las mediciones de la resistividad eléctrica y del pH pueden ser útiles para estimar la vida restante.

### **3.3 Aplicación del Procedimiento en la Carretera Cañete-Lunahuana en el Tramo Km 29+000 al Km 31+000**

#### **3.3.1 Generalidades**

Habitualmente, suele ser el inspector quien prepara los formularios para la inspección e inventario de las alcantarillas sin seguir las pautas de una metodología establecida, sino sólo su **criterio y experiencia**, los cuales son

variados y muy subjetivos para cada profesional. Además, debido al problema de inestabilidad laboral en el país, principalmente en las instituciones públicas las cuales mayormente son las responsables del mantenimiento de carreteras, las inspecciones de alcantarillas son realizadas en diferentes años por distintos inspectores, lo que genera una variedad de formularios de inspección de una misma alcantarilla que contienen diferente clase y cantidad de datos; esto a su vez no permite crear una base de datos consistente y confiable del variación del estado y comportamiento de una alcantarilla a través de los años.

Es importante realizar una inspección de alcantarillas y otras estructuras, siguiendo una metodología establecida, teniendo en consideración la estandarización para la toma y registro de datos. Al elaborarse un formulario estándar adecuado para la evaluación de un grupo de alcantarillas, basado en fundamentos técnicos, que se aplican bajo condiciones similares en una misma carretera, las inspecciones a desarrollarse en los siguientes años no necesitarán crear un nuevo y diferente formulario sino mas bien trabajar con el mismo, o con uno mínimamente modificado si se presentaran variaciones en las condiciones de operación y/o mantenimiento de las alcantarillas.

Se describió en los subcapítulos anteriores pautas que deberían seguirse en un orden establecido para la inspección de alcantarillas. Estas pautas no son rígidas ya que en la realidad existen alcantarillas de muchos tamaños operando bajo condiciones totalmente diferentes; por lo cual depende del criterio y experiencia del inspector decidir cuales parámetros deben ser finalmente inspeccionados en campo y determinar la importancia de ellos durante la inspección. Por otro lado, la ventaja en campo de la aplicación de esta metodología es que el inspector no olvidará tomar todos los datos requeridos ya que el formulario estándar de evaluación presenta campos numerados, separados de acuerdo a los componentes de las alcantarillas y a su condición global, los cuales deben ser llenados en su totalidad.

Se busca aplicar de manera adecuada la metodología propuesta para la evaluación de alcantarillas, desarrollada anteriormente, a un caso real. Para ello se evaluaron las estructuras comprometidas en el tramo km 29+000 al km 31+000 de la carretera Cañete-Lunahuana. La finalidad de la aplicación es crear

un formulario estándar para el tramo de la carretera mencionada, lo que podría ser tomado para futuras inspecciones de las alcantarillas existentes. Asimismo, esta aplicación del procedimiento propuesto verificaría la facilidad que proporciona al inspector durante el desarrollo del formulario estándar, el seguir pautas ordenadas. Además se comprobaría en campo la ventaja de la no omisión de ningún dato requerido.

Se ha seguido la secuencia de inspección en forma ordenada, aplicando las pautas propuestas a los casos correspondientes. El Formulario Estándar para la Inspección e Inventario de Alcantarillas fue elaborado en base a pautas propuestas y las características generales de las alcantarillas y su entorno, obtenidas a partir de un estudio previo, y que fue aplicado en campo para la inspección de cada alcantarilla existente, teniendo ligeras modificaciones el formulario estándar debido a la realidad encontrada en campo. Estos formularios para la inspección e inventario de alcantarillas se han adjuntado en los anexos.

A partir de las recomendaciones sugeridas en campo, el trabajo de gabinete consistió en ordenar y registrar la información obtenida, y finalmente en establecer las medidas correctivas necesarias para el buen funcionamiento del sistema de alcantarillas.

### **3.3.2 Descripción del Tramo Evaluado**

El tramo de carretera evaluado pertenece a la carretera Cañete – Lunahuana entre los km 29+000 y km 31+000, este sector de la carretera es casi paralelo al río Cañete, ubicándose en su margen izquierda, a distancia variable entre 50 m y 370 m.

Esta vía vincula a Lima con el departamento de Junín, usualmente empleada como una vía alternativa para comunicar ambos departamentos. Esta vía recorre las localidades de San Vicente Cañete, Imperial, Lunahuana y demás distritos, convirtiéndose en un factor clave para el desarrollo económico de los distritos que atraviesa. Su I.M.D. es de 1,379 vehículos, para el año 2010 en su tramo Nuevo Imperial – Lunahuana en el km 37 aproximadamente. (Fuente: CESEL S.A. "Informe Final del Estudio de la Carretera Cañete - Lunahuana").

La carretera consta de dos carriles con superficie de rodadura asfaltada, presenta bermas a ambos lados. El ancho de la calzada es de 7.00 m en promedio, no presenta cunetas en el tramo evaluado.

Las alcantarillas inventariadas pertenecen al sistema de riego de Cañete, cabe indicar que dichas alcantarillas comprendidas entre el km 29+000 al km 31+000, corresponden la junta de regantes de Lunahuana, los cuales no manejan información de los caudales éstas obras de arte y drenaje.

### **3.3.3 Evaluación Técnica de las Alcantarillas**

La evaluación técnica se realizó siguiendo la secuencia de inspección e inventario descrita subcapítulo anterior, para lo cual se efectuó un primer trabajo de gabinete que consistió en la recopilación de información relacionada con el área de estudio y estableciendo pautas de la visita de inspección.

Luego, el trabajo de campo fue realizado el día sábado 29 de octubre del 2011. Se trabajó con herramientas simples de medición, tales como cinta métrica de 5 m y de 50 m, GPS, además de una cámara fotográfica digital. Se evaluó cada alcantarilla ubicada entre los km 29+000 y km 31+000 de la carretera antes mencionada, recorriendo a pie toda la vía para poder evaluar así el funcionamiento no sólo de las alcantarillas sino de todo el sistema de drenaje de la carretera.

El segundo trabajo de gabinete consistió en el registro de la información recopilada en campo, elaborando a partir de esta información las medidas correctivas convenientes para el correcto funcionamiento de las alcantarillas como parte del sistema de drenaje de la carretera.

#### **❖ Revisión de Información Disponible**

Se realizó la recopilación de información existente sobre el tramo evaluado a través de instituciones del Estado y páginas de internet. Se obtuvo información del estudio de la zona del proyecto que viene desarrollando desde el año 2010:

“Estudio Definitivo de la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Lunahuana”, elaborado por la empresa consultora Cesel Ingenieros para el MTC. También se consiguió información del Inventario Vial Calificado efectuado en el año 2008: “Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete - Lunahuana - Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos – Ronchas”, elaborado por el Consorcio Gestión de Carreteras.

Datos que facilitaron información valiosa sobre la carretera inspeccionada y su sistema de drenaje, permitiendo conocer las condiciones físicas bajo las cuales operan las alcantarillas, así como obtener un inventario de las estructuras de drenaje, el cual fue verificado en campo.

#### ❖ **Elaboración del Formulario Estándar para la Inspección e Inventario de Alcantarillas**

A partir de la información disponible, se generó en gabinete, un Formulario Estándar para la Inspección e Inventario de alcantarillas (Ver Figuras N° 3.09 y N° 3.10), el cual consta de dos páginas y es el resultado de la aplicación de la metodología propuesta a las condiciones de la carretera existente.

Es de importancia mencionar que el Formulario Estándar desarrollado para estas alcantarillas constituye el primer registro de una base de datos ya que en el estudio base utilizado, indicado en párrafos anteriores, no se han encontrado las fichas o formularios de inspección, sólo los resultados los cuales no se presentan de una forma detallada. Para las siguientes inspecciones de campo no será necesario desarrollar un nuevo formulario estándar sino más bien se debe mantener el mismo formulario o quizá se le deba añadir nuevas secciones si es que dentro de la información recopilada para dicha inspección, o en el mismo campo, se verifica que se han producido cambios en las condiciones de operación. Gracias a esto, se conseguirá la estandarización de la evaluación de estas alcantarillas, lo que ayudará a la creación de una base de datos consistente que permita en el futuro, tanto a diseñadores como a constructores, realizar un mejor trabajo de ingeniería con soluciones más eficientes y económicas.

En el formulario estándar se debe distinguir clara y rápidamente la alcantarilla que viene siendo inspeccionada, por lo cual se ha colocado en la esquina superior derecha de ambas páginas, los datos correspondientes al nombre de la carretera y la progresiva en la cual se encuentra la alcantarilla. Estos datos son importantes para la ubicación del registro de la alcantarilla dentro de la base de datos.

Para el presente caso el formulario estándar fue dividido en diez campos correspondientes a los diferentes componentes de las alcantarillas así como a su condición global. La Sección I "Ubicación e Información General" (ver figura N° 3.09 Hoja N° 01) se refiere a la alcantarilla como parte del sistema de drenaje de una carretera, por lo cual se requieren datos como su ubicación, año de construcción, última rehabilitación y mantenimiento, etc. Debido a que se está creando la base de datos de las alcantarillas ubicadas en este tramo, los datos de su ubicación política y geográfica, y entidades a cargo de su mantenimiento son muy importantes.

En la Sección II "Carretera de Acceso" (ver figura N° 3.09 Hoja N° 01) se ha decidido incluir la inspección de posibles deformaciones en el pavimento y terraplenes a pesar de la buena condición en que se encuentra la superficie de la carretera, ya que en futuras inspecciones se debe tener como referencia el estado actual de la vía.

Las Secciones III "Estructura de Protección a la Entrada" y IV "Estructura de Protección a la Salida" son similares y consisten en la recopilación de datos de las dimensiones y características más importantes de las estructuras de protección, asimismo expresar comentarios sobre su estado actual y funcionamiento. Ver figura N° 3.09 Hoja N° 01.

Las Secciones V "Cauce de Entrada" y VI "Cauce de Salida" del Formulario Estándar son similares también, recopilan los datos de la geometría del cauce aguas arriba y aguas abajo de la alcantarilla respectivamente, así como la data sobre sus posibles problemas. Las estructuras de protección accesorias son evaluadas en estos dos ítems ya que su función principal es proteger al cauce de la posible socavación y/o sedimentación. Ver figura N° 3.09 Hoja N° 01.

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA _____ PROGRESIVA _____ HOJA N° 01 DE 02	
<b>I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL</b>			
01. Departamento / Provincia		02. Distrito	
03. Ruta		04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE      NORTE                Dia      Mes      Año
05. Año de construcción		06. Fecha de último mantenimiento	
07. Año de modificación		08. Institución Responsable de Manten.	
<b>II. CARRETERA DE ACCESO</b>			
09. Defecto en el Pavimento			
10. Defecto en las Bermas			
11. Defecto en el Terraplén			
<b>III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA</b>			
12. Material		13. Tipo	
14. Espesor de pared (m)		15. Ancho (m)	
16. Altura (m)		17. Longitud del Alero (m)	
14. Estado			
<b>IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA</b>			
19. Material		20. Tipo	
21. Espesor de pared (m)		22. Ancho (m)	
23. Altura (m)		24. Longitud del Alero (m)	
25. Estado			
<b>V. CAUCE DE ENTRADA</b>			
26. Ancho de cauce		27. Sección del cauce	
28. Material de protección		29. Longitud de protección	
30. Sección de protección			
31. Socavación			
32. Sedimentación			
33. Comentarios			
<b>VI. CAUCE DE SALIDA</b>			
34. Ancho de cauce		35. Sección del cauce	
36. Material de protección		37. Longitud de protección	
38. Sección de protección			
39. Socavación			
40. Sedimentación			
41. Comentarios			

Figura N° 3.09 Formulario estándar – Hoja N° 01

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA _____ PROGRESIVA _____ HOJA N° 02 DE 02
<b>VII. CONDUCTO</b>		
42. Sentido del flujo		43. Material
44. Forma		45. Número de conductos
46. Longitud (m)		47. Ancho (m)
48. Altura (m)		49. Calibre / espesor de pared
50. Tipo de Protección		51. Cobertura
52. Pendiente del conducto (m/m)		53. Esviaje (*)
54. Altura sedimentos en la Entrada		55. Altura sedimentos en la Salida
56. Geometría de la Entrada	CUERDA	FLECHA
58. Altura de marcas de agua	%	E
59. Estado Estructural		57. Geometría de la Salida
60. Comentarios:		
<b>VIII. CONDICIÓN GLOBAL:</b>		
<b>IX. COMENTARIOS</b>		
<b>X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO</b>		
INVENTARIADO POR _____	M A M S _____	FECHA _____ 29-oct-11

Figura N° 3.10 Formulario estándar – Hoja N° 02

En la Sección VII "Conducto" se deben ingresar los datos respectivos a las características físicas de la alcantarilla propiamente dicha, así como los posibles

problemas que podrían afectarla tales como la sedimentación en el conducto y la deformación de la estructura misma. Además se brinda la posibilidad de realizar un comentario sobre el estado estructural del conducto así como otros comentarios que permitan establecer claramente los problemas encontrados. Ver figura N° 3.10 Hoja N° 02.

Tal como lo indica su nombre, en la Sección VIII “Condición Global” se describe el estado global de toda la alcantarilla como una estructura de drenaje. Se optó por no considerar el cálculo de la vida restante porque no se dispone de los equipos especiales necesarios para facilitar los cálculos.

En la Sección IX “Comentarios” se busca que el inspector proponga las medidas correctivas necesarias para que la alcantarilla opere correctamente. También debe hacerse referencia a las fotografías tomadas así como comentarios complementarios que ayuden a aclarar la situación encontrada en campo.

La Sección X “Esquema Gráfico Complementario”, está reservada para que el inspector dibuje, si es necesario, un esquema de la alcantarilla con el objetivo de describir con mayor claridad o detalle algún hecho encontrado en campo.

Finalmente, el inspector debe firmar o poner sus iniciales al pie de la hoja para aceptar su responsabilidad en la elaboración de la inspección e inventario. La fecha de inspección también es un dato de importancia para los registros de toda base de datos, porque deben estar referenciados en el tiempo, para así conocer la evolución de la alcantarilla a través de los años. Ver figura N° 3.10 Hoja N° 02.

#### ❖ **Observación de la Condición Global**

Las alcantarillas ubicadas entre los km 29+000 y km 31+000 de la carretera Cañete – Lunahuana suman nueve, las cuales son de características similares tanto de sus componentes como de las condiciones en las que operan.

Todas las alcantarillas son de TMC, de las cuales ocho de ellas tienen forma de arco (semicirculares) y la restante tiene forma circular/ovalada. Todas las

alcantarillas tienen la finalidad de drenar las aguas de riego que son empleadas por la junta de regantes de Lunahuana.

En general, los cauces aguas arriba y aguas abajo de las alcantarillas están bien definidos, debido a que son canales para riego en regular estado y que presentan buen funcionamiento.

A partir de estos datos, se decidió por dar un poco más de importancia a la inspección del conducto de la alcantarilla ya que el principal problema que llama la atención es la obstrucción de sus extremos por desperdicios, malezas, etc.

#### ❖ **Evaluación de la Carretera de Acceso**

El tramo en estudio está conformado por un pavimento flexible con una calzada de 7.00 m de ancho, en promedio. Presenta dos carriles cuya superficie muestra leves fallas que no coincide con la ubicación de las alcantarillas ni con tramos próximos a ellas, es decir, existen ligeras fallas no atribuibles a defectos de las alcantarillas.

#### ❖ **Evaluación de las Estructuras de Protección**

La evaluación de las estructuras de protección se encuentra desarrollada en las Secciones III y IV del Formulario Estándar (Ver Anexo A); el primero corresponde a la estructura de protección a la entrada, mientras que el segundo corresponde a la estructura de protección a la salida. Asimismo, las estructuras accesorias son evaluadas en las Secciones V y VI (Ver Anexo A), junto con la evaluación del cauce de entrada y salida, respectivamente.

#### ❖ **Evaluación del Cuerpo de la Alcantarilla**

Los datos relacionados con el estado y funcionamiento del cuerpo de la alcantarilla se encuentran resumidos en la Sección VII de los formularios estándares ubicados en el Anexo A. Todas las alcantarillas de la presente evaluación son de acero corrugado (TMC) y poseen las características resumidas en los cuadros N° 3.01 y N° 3.02.

La pendiente de los conductos de las alcantarillas es uniforme en todo su recorrido y su alineamiento horizontal no está desviado. Debido a los indicios del buen estado de los conductos, los pernos fueron inspeccionados sólo desde los extremos de las alcantarillas, comprobando que se encuentran trabajando eficientemente.

#### ❖ Evaluación Global de la Alcantarilla

La condición global se describe en la sección VIII del anexo A. Las alcantarillas presentan un estado global bueno ya que los problemas existentes son leves y no requieren medidas correctivas de elevado costo. Se puede observar la buena capacidad de soporte de cargas de todas las alcantarillas ya que ninguno de los conductos presenta deformaciones ni hundimientos.

### 3.3.4 Resultados

Los resultados obtenidos para la inspección e inventario de alcantarillas se muestran en forma resumida en el "SIC 18: Alcantarillas" realizado por el Grupo N° 02 durante los trabajos de Inventario Vial, el cual se aprecia en los cuadros N° 3.01 y N° 3.02.

Cuadro N° 3.01 SIC 18: Alcantarillas

SIC 18: ALCANTARILLAS RUTA NACIONAL: 024								
INVENTARIO VIAL GRUPO N° 02								
CARRETERA	TRAMO	UBICACIÓN	CLASE	TIPO	OJOS/ VANOS	SECCION TRANSVERSAL	ANCHO O DIAMETRO (M)	ALTURA (M)
024	Cañete-Lunahuana	29+303	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	29+545	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	29+619	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	30+380	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	30+570	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	30+655	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.80	0.40
024	Cañete-Lunahuana	30+760	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	30+840	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Arco	0.58	0.30
024	Cañete-Lunahuana	30+920	Alcantarilla Flexible	TMC	1	Circular/Ovalada	0.80	0.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3.02 SIC 18: Alcantarillas - continuación

<b>SIC 18: ALCANTARILLAS (Continuación)</b>					
<b>ruta Nacional: 024</b>					
<b>INVENTARIO VIAL</b>					
<b>GRUPO N° 02</b>					
CARRETERA	TRAMO	UBICACIÓN	CONDICION ESTRUCTURAL	CONDICION FUNCIONAL	FECHA
024	Cañete-Lunahuana	29+303	Excelente (no tiene problema)	Buena (limpia)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	29+545	Excelente (no tiene problema)	Regular (parcialmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	29+619	Excelente (no tiene problema)	Buena (limpia)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+380	Excelente (no tiene problema)	Mala (totalmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+570	Excelente (no tiene problema)	Mala (totalmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+655	Preocupante (quebrado en menos del 30% de la longitud)	Mala (totalmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+760	Excelente (no tiene problema)	Regular (parcialmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+840	Excelente (no tiene problema)	Regular (parcialmente obstruida)	29/10/11
024	Cañete-Lunahuana	30+920	Excelente (no tiene problema)	Buena (limpia)	29/10/11

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados fueron empleados en el programa ArcGIS como base de datos y tabla de atributos, para de esta forma crear mapas temáticos, los cuales son mostrados en forma gráfica, sencilla y comprensible en el Anexo B.

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El tramo se encuentra asfaltado teniendo una superficie de rodadura con una carpeta asfáltica, la cual consta de una calzada CD (un carril creciente y decreciente) y un ancho promedio de faja de 7.0 m.
- La estandarización con formularios de inspección ayuda a la creación de una base de datos consistente y útil, porque reduce la subjetividad de la recopilación de información, lo que permitirá en el futuro, tanto a diseñadores como a constructores, realizar un mejor trabajo de ingeniería con soluciones más eficientes y económicas. Así mismo, el uso del programa ArcGIS a través de mapas temáticos permite visualizar con claridad los resultados.
- Las alcantarillas se encuentran predominantemente con una condición estructural EXCELENTE, salvo la alcantarilla ubicada en la progresiva 30+655, que presenta una clasificación estructural PREOCUPANTE.
- Las alcantarillas presentan los 3 estados funcionales (MALA, REGULAR y BUENA), divididas en igual cantidad. Siendo las alcantarillas de estado funcional MALA, las que se encuentran en las progresivas km 30+380, km 30+570 y km 30+655.

### 4.2 Recomendaciones

- Para la alcantarilla ubicada en la progresiva 30+655, que presenta una clasificación estructural a nivel de PREOCUPANTE, se recomienda recubrir las zonas afectadas, a fin de impermeabilizar el conducto para evitar que se produzcan filtraciones cuando vuelva a estar en funcionamiento la alcantarilla.
- Se recomienda limpieza total de las alcantarillas, en especial en la entrada y salida de los conductos, que son los más propensos a obstruirse con malezas y desechos domésticos o basura.

- Cuando se necesite la construcción o reparación total de alcantarillas, se recomienda un adecuado estudio de los materiales que se utilizarán en la construcción de las mismas, como también un estudio detallado de mecánica de suelos, indicando la capacidad portante admisible del suelo y tipo de cemento a utilizar en su construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera Loayza Olimpia del Rosario, "Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cocachacra-Matucana del km. 55+000 al km. 58+000 "Metodología para Ejecutar Evaluaciones de Pequeñas Alcantarillas de Drenaje de Carreteras"", Informe de Suficiencia – UNI – FIC, 2006.
- Cooperación Técnica Alemana – GTZ, "Proyecto MOPT", Costa Rica, 2001.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, "Guía para Inspección de Puentes", Lima – Perú, 2006.
- FHWA – U.S. Department of Transportation, "Hydraulic Design of Highway Culverts", EEUU, 1986.
- ICSA – Ingenieros Consultores S.A. para el Fondo Hondureño de Inversión Social y Agencia Interamericana de Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos, "Manual de Especificaciones para la Reconstrucción de Caminos y Puentes Rurales", Tegucigalpa - Honduras, 1999.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Proyecto de "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Lima – Perú, 2011.
- The ARMCO International Corporation, "Manual de Drenaje y Productos de Construcción", EEUU, 1958.
- Universidad Nacional de Colombia – INVIAS, "Manual para la Investigación Visual de Estructuras de Drenaje", Bogotá – Colombia, 2006.

**ANEXO A**  
**“RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN - FORMULARIOS”**

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
		PROGRESIVA <u>29+303</u>
		HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 371,600 50	NORTE 8,559,774 13	
05. Año de construcción	---	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año
07. Año de modificación	---	08. Institución Responsable de Manten	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terapién	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.30	15. Ancho (m)	0.60
16. Altura (m)	0.50	17. Longitud del Alero (m)	0.60
14. Estado	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal y plataforma
21. Espesor de pared (m)	0.30	22. Ancho (m)	1.20
23. Altura (m)	1.50	24. Longitud del Alero (m)	0.00
25. Estado	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.70	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostera de piedra	29. Longitud de protección	0.60
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arastre (pequeñas piedras angulares), propio del talud aledaño		
33. Comentarios	Existe un desnivel de 15 cm. entre el cauce de entrada y la alcantarilla		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	---	35. Sección del cauce	---
36. Material de protección	Mampostera de piedra	37. Longitud de protección	---
38. Sección de protección	---		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	No presenta		
41. Comentarios	El cauce de salida es una pequeña calda de agua hacia las áreas verdes cercana a la alcantarilla		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
		PROGRESIVA <u>29+303</u>
		HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>

**VII. CONDUCTO**

42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01
46. Longitud (m)	14.75	47. Ancho (m)	0.58
48. Altura (m)	-----	49. Calibre / espesor de pared	-----
50. Tipo de Protección	-----	51. Cobertura	-----
52. Pendiente del conducto (m/m)	5/100	53. Esviaje (°)	86°
54. Altura sedimentos en la Entrada	5 cm	55. Altura sedimentos en la Salida	5 cm
56. Geometría de la Entrada	CUERDA <input type="checkbox"/> FLECHA <input type="checkbox"/> % E <input type="checkbox"/>	57. Geometría de la Salida	CUERDA <input type="checkbox"/> FLECHA <input type="checkbox"/> % E <input type="checkbox"/>
58. Altura de marcas de agua	20 cm		
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)		
60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia), solo unos pequeños sedimentos de altura no mayor a 5 cm.		

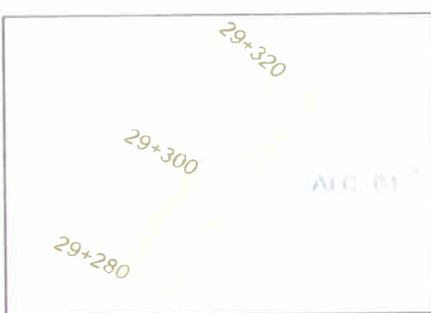
**VIII. CONDICIÓN GLOBAL:** Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados

---

**IX. COMENTARIOS** Se recomienda limpieza general de la entrada y salida de los conductos, para asegurar que no se acumule mayor material de arrastre y así evitar que se llegue a obstruir el conducto.

---

**X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO**



INVENTARIADO POR M.A.M.S FECHA 29-oct-11

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>29+545</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>
---	---	---

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 371.817 66	NORTE 8,559,857 85	
05. Año de construcción	---	06. Fecha de último mantenimiento	Día ---	Mes ---	Año ---
07. Año de modificación	---	08. Institución Responsable de Manten	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	0.90
16. Altura (m)	1.20	17. Longitud del Alero (m)	0.75
18. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal
21. Espesor de pared (m)	0.30	22. Ancho (m)	0.90
23. Altura (m)	1.80	24. Longitud del Alero (m)	0.00
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	0.80
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arrestre y basura pero en pequeña proporción		
33. Comentarios	No presenta problema		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.70	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	Mampostería de piedra	37. Longitud de protección	1.00
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	---		
41. Comentarios	---		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
		PROGRESIVA <u>29+545</u>
		HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>

**VII. CONDUCTO**

42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01
46. Longitud (m)	11.8	47. Ancho (m)	0.58
48. Altura (m)	-----	49. Calibre / espesor de pared	-----
50. Tipo de Protección	-----	51. Cobertura	-----
52. Pendiente del conducto (m/m)	5/100	53. Esviaje (°)	94°
54. Altura sedimentos en la Entrada	5 cm	55. Altura sedimentos en la Salida	-----
56. Geometría de la Entrada	CUERDA ----- FLECHA ----- % E -----	57. Geometría de la Salida	CUERDA ----- FLECHA ----- % E -----
58. Altura de marcas de agua	20 cm		
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)		
60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia), solo unos pequeños sedimentos de altura no mayor a 5 cm.		

**VIII. CONDICIÓN GLOBAL:** Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados.

**IX. COMENTARIOS** Se recomienda limpieza general de la entrada y salida de los conductos, para asegurar que no se acumule mayor material de arrastre y así evitar que se llegue a obstruir el conducto.

**X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO**



ALC 02

INVENTARIADO POR MA MS
FECHA 29-oct-11

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>29+619</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>
---	---	---

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 371.885 60	NORTE 8.559.863 33	
05. Año de construcción	---	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año
07. Año de modificación	---	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terrapién	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.45
16. Altura (m)	0.85	17. Longitud del Alero (m)	0.95
18. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

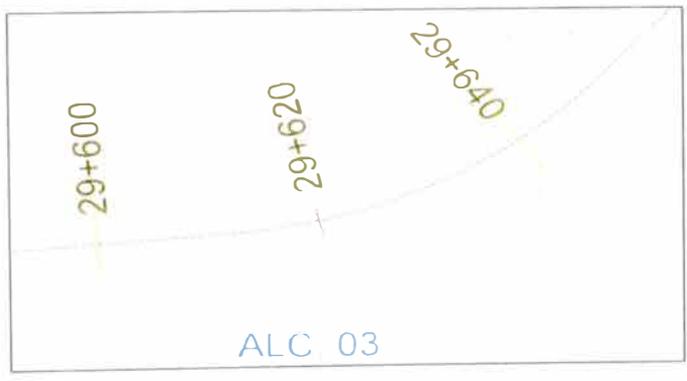
19. Material	---	20. Tipo	---
21. Espesor de pared (m)	---	22. Ancho (m)	---
23. Altura (m)	---	24. Longitud del Alero (m)	---
25. Estado:	---		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	0.80
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arastre y basura pero en pequeña proporción		
33. Comentarios:	No presenta problema		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	---	35. Sección del cauce	---
36. Material de protección	---	37. Longitud de protección	---
38. Sección de protección	---		
39. Socavación	---		
40. Sedimentación	---		
41. Comentarios:	No se pudo realizar las mediciones por estar detrás de cerco perimétrico de Incahuasi		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>29+619</u> HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>																																																							
	<b>VII. CONDUCTO</b>																																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">42. Sentido del flujo</td> <td style="width: 33%;">Izquierda - Derecha</td> <td style="width: 33%;">43. Material</td> <td style="width: 17%;">TMC</td> </tr> <tr> <td>44. Forma</td> <td>Arco (Semicircular)</td> <td>45. Número de conductos</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>46. Longitud (m)</td> <td>15.10</td> <td>47. Ancho (m)</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>48. Altura (m)</td> <td>—</td> <td>49. Calibre / espesor de pared</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>50. Tipo de Protección</td> <td>—</td> <td>51. Cobertura</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>52. Pendiente del conducto (m/m)</td> <td>1/100</td> <td>53. Esviaje (°)</td> <td>100°</td> </tr> <tr> <td>54. Altura sedimentos en la Entrada</td> <td>—</td> <td>55. Altura sedimentos en la Salida</td> <td>5 cm</td> </tr> <tr> <td>56. Geometría de la Entrada</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table> </td> <td>57. Geometría de la Salida</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>58. Altura de marcas de agua</td> <td colspan="3">A 10 cm por debajo del punto más alto del conducto.</td> </tr> <tr> <td>59. Estado Estructural</td> <td colspan="3">Excelente (no tiene problema)</td> </tr> <tr> <td>60. Comentarios</td> <td colspan="3">Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia), solo unos pequeños sedimentos de altura no mayor a 5 cm</td> </tr> </table>		42. Sentido del flujo	Izquierda - Derecha	43. Material	TMC	44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01	46. Longitud (m)	15.10	47. Ancho (m)	0.58	48. Altura (m)	—	49. Calibre / espesor de pared	—	50. Tipo de Protección	—	51. Cobertura	—	52. Pendiente del conducto (m/m)	1/100	53. Esviaje (°)	100°	54. Altura sedimentos en la Entrada	—	55. Altura sedimentos en la Salida	5 cm	56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	58. Altura de marcas de agua	A 10 cm por debajo del punto más alto del conducto.			59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)			60. Comentarios	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia), solo unos pequeños sedimentos de altura no mayor a 5 cm	
42. Sentido del flujo	Izquierda - Derecha	43. Material	TMC																																																						
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01																																																						
46. Longitud (m)	15.10	47. Ancho (m)	0.58																																																						
48. Altura (m)	—	49. Calibre / espesor de pared	—																																																						
50. Tipo de Protección	—	51. Cobertura	—																																																						
52. Pendiente del conducto (m/m)	1/100	53. Esviaje (°)	100°																																																						
54. Altura sedimentos en la Entrada	—	55. Altura sedimentos en la Salida	5 cm																																																						
56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CUERDA</td> <td>FLECHA</td> <td>% E</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—																																										
CUERDA	FLECHA	% E																																																							
—	—	—																																																							
CUERDA	FLECHA	% E																																																							
—	—	—																																																							
58. Altura de marcas de agua	A 10 cm por debajo del punto más alto del conducto.																																																								
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)																																																								
60. Comentarios	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia), solo unos pequeños sedimentos de altura no mayor a 5 cm																																																								
<b>VIII. CONDICIÓN GLOBAL:</b>		Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados.																																																							
<b>IX. COMENTARIOS</b>		Se recomienda limpieza general de la entrada y salida de los conductos, para asegurar que no se acumule mayor material de arrastre y así evitar que se llegue a obstruir el conducto.																																																							
<b>X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO</b>																																																									
																																																									
INVENTARIADO POR <u>M.A.M.S</u>		FECHA: <u>29-oct-11</u>																																																							

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
		PROGRESIVA <u>30+380</u>
		HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 372,535.89	NORTE 8,560,210.09	
05. Año de construcción	_____	06. Fecha de último mantenimiento	Dia _____	Mes _____	Año _____
07. Año de modificación	_____	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presente
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.20
16. Altura (m)	0.50	17. Longitud del Alero (m)	0.75
14. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal, aleros y plataforma
21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	1.20
23. Altura (m)	0.35	24. Longitud del Alero (m)	0.75
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

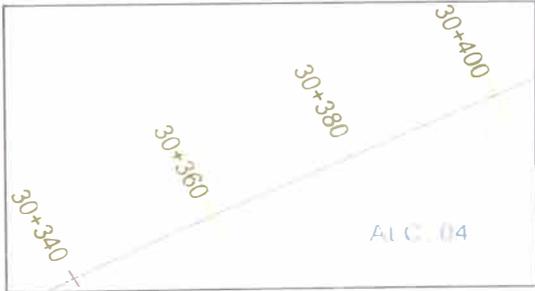
**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	0.60
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arrestre y basura		
33. Comentarios:	El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, pero se observada obstrucciones por sedimentación en la entrada		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.60	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	Canales y compuerta de acero	37. Longitud de protección	0.60
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	No presenta sedimentación		
41. Comentarios:	Durante la medición el cauce estaba seco		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+380</u> HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>																																																						
	<b>VII. CONDUCTO</b>																																																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">42. Sentido del flujo</td> <td style="width: 33%;">Derecha - Izquierda</td> <td style="width: 33%;">43. Material</td> <td style="width: 19%;">TMC</td> </tr> <tr> <td>44. Forma</td> <td>Arco (Semicircular)</td> <td>45. Número de conductos</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>46. Longitud (m)</td> <td>11.75</td> <td>47. Ancho (m)</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>48. Altura (m)</td> <td>—</td> <td>49. Calibre / espesor de pared</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>50. Tipo de Protección</td> <td>—</td> <td>51. Cobertura</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>52. Pendiente del conducto (m/m)</td> <td>5/1000</td> <td>53. Esviaje (*)</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>54. Altura sedimentos en la Entrada</td> <td>30 cm</td> <td>55. Altura sedimentos en la Salida</td> <td>0 cm</td> </tr> <tr> <td>56. Geometría de la Entrada</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table> </td> <td>57. Geometría de la Salida</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>58. Altura de marcas de agua</td> <td colspan="3">5 cm en la salida del conducto</td> </tr> <tr> <td>59. Estado Estructural</td> <td colspan="3">Excelente (no tiene problema)</td> </tr> <tr> <td>60. Comentarios</td> <td colspan="3">Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada</td> </tr> </table>	42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC	44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01	46. Longitud (m)	11.75	47. Ancho (m)	0.58	48. Altura (m)	—	49. Calibre / espesor de pared	—	50. Tipo de Protección	—	51. Cobertura	—	52. Pendiente del conducto (m/m)	5/1000	53. Esviaje (*)	90°	54. Altura sedimentos en la Entrada	30 cm	55. Altura sedimentos en la Salida	0 cm	56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	58. Altura de marcas de agua	5 cm en la salida del conducto			59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)			60. Comentarios	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada	
42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC																																																					
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01																																																					
46. Longitud (m)	11.75	47. Ancho (m)	0.58																																																					
48. Altura (m)	—	49. Calibre / espesor de pared	—																																																					
50. Tipo de Protección	—	51. Cobertura	—																																																					
52. Pendiente del conducto (m/m)	5/1000	53. Esviaje (*)	90°																																																					
54. Altura sedimentos en la Entrada	30 cm	55. Altura sedimentos en la Salida	0 cm																																																					
56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">CUERDA</td> <td style="width: 33%;">FLECHA</td> <td style="width: 34%;">% E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—																																									
CUERDA	FLECHA	% E																																																						
—	—	—																																																						
CUERDA	FLECHA	% E																																																						
—	—	—																																																						
58. Altura de marcas de agua	5 cm en la salida del conducto																																																							
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)																																																							
60. Comentarios	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada																																																							
<b>VIII. CONDICIÓN GLOBAL:</b>		Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados.																																																						
<b>IX. COMENTARIOS</b>		Se recomienda limpieza general de la entrada del conducto y eliminación de escombros para asegurar que no se acumule mayor material de arrastre y así evitar que obstruya totalmente el conducto de entrada.																																																						
<b>X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO</b>																																																								
INVENTARIADO POR <u>MA.MS</u>		FECHA <u>29-oct-11</u>																																																						

 <b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+570</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>
---	---

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 372,699.35	NORTE 8,560,312.15	
05. Año de construcción	_____	06. Fecha de último mantenimiento	Día _____	Mes _____	Año _____
07. Año de modificación	_____	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.10
16. Altura (m)	0.85	17. Longitud del Alero (m)	0.50
14. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal, aleros
21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	1.10
23. Altura (m)	0.35	24. Longitud del Alero (m)	0.50
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	No tiene (es una caída)
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arreste, maleza y basura		
33. Comentarios:	El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, se observa obstrucciones por sedimentación, acumulación de maleza y basura en la entrada.		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.60	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	_____	37. Longitud de protección	_____
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	No presenta sedimentación		
41. Comentarios:	Durante la medición el cauce estaba seco.		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cafete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+570</u> HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>																																																							
	<b>VII. CONDUCTO</b>																																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">42. Sentido del flujo</td> <td style="width: 33%;">Derecha - Izquierda</td> <td style="width: 33%;">43. Material</td> <td style="width: 17%;">TMC</td> </tr> <tr> <td>44. Forma</td> <td>Arco (Semicircular)</td> <td>45. Número de conductos</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>46. Longitud (m)</td> <td>13.35</td> <td>47. Ancho (m)</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>48. Altura (m)</td> <td>---</td> <td>49. Calibre / espesor de pared</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>50. Tipo de Protección</td> <td>---</td> <td>51. Cobertura</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>52. Pendiente del conducto (m/m)</td> <td>4/100</td> <td>53. Esviaje (°)</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>54. Altura sedimentos en la Entrada</td> <td>80 cm (toda la sección)</td> <td>55. Altura sedimentos en la Salida</td> <td>0 cm</td> </tr> <tr> <td>56. Geometría de la Entrada</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table> </td> <td>57. Geometría de la Salida</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>58. Altura de marcas de agua</td> <td colspan="3">5 cm en la salida del conducto</td> </tr> <tr> <td>59. Estado Estructural</td> <td colspan="3">Excelente (no tiene problema)</td> </tr> <tr> <td>60. Comentarios:</td> <td colspan="3">Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada</td> </tr> </table>		42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC	44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01	46. Longitud (m)	13.35	47. Ancho (m)	0.58	48. Altura (m)	---	49. Calibre / espesor de pared	---	50. Tipo de Protección	---	51. Cobertura	---	52. Pendiente del conducto (m/m)	4/100	53. Esviaje (°)	90°	54. Altura sedimentos en la Entrada	80 cm (toda la sección)	55. Altura sedimentos en la Salida	0 cm	56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	---	---	---	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	---	---	---	58. Altura de marcas de agua	5 cm en la salida del conducto			59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)			60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada	
42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC																																																						
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01																																																						
46. Longitud (m)	13.35	47. Ancho (m)	0.58																																																						
48. Altura (m)	---	49. Calibre / espesor de pared	---																																																						
50. Tipo de Protección	---	51. Cobertura	---																																																						
52. Pendiente del conducto (m/m)	4/100	53. Esviaje (°)	90°																																																						
54. Altura sedimentos en la Entrada	80 cm (toda la sección)	55. Altura sedimentos en la Salida	0 cm																																																						
56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	---	---	---	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	---	---	---																																										
CUERDA	FLECHA	% E																																																							
---	---	---																																																							
CUERDA	FLECHA	% E																																																							
---	---	---																																																							
58. Altura de marcas de agua	5 cm en la salida del conducto																																																								
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)																																																								
60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Mala (Totalmente obstruida), pero en el conducto de entrada																																																								
<b>VIII. CONDICIÓN GLOBAL:</b>		Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados																																																							
<b>IX. COMENTARIOS</b>		Se recomienda limpieza total de la entrada del conducto y eliminación de escombros para asegurar que pueda volver a funcionar el conducto de entrada.																																																							
<b>X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO</b>		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  </div>																																																							
INVENTARIADO POR <u>M.A.M.S.</u>		FECHA <u>29-oct-11</u>																																																							

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+655</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>																						
	<b>I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL</b>																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">01. Departamento / Provincia</td> <td style="width: 33%;">Lima / Cañete</td> <td style="width: 33%;">02. Distrito</td> <td colspan="3">Lunahuana</td> </tr> <tr> <td>03. Ruta</td> <td>PE-24</td> <td>04. Coordenadas al eje de la vía</td> <td style="text-align: center;">ESTE</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">NORTE</td> </tr> <tr> <td>05. Año de construcción</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td>06. Fecha de último mantenimiento</td> <td style="text-align: center;">Día</td> <td style="text-align: center;">Mes</td> <td style="text-align: center;">Año</td> </tr> <tr> <td>07. Año de modificación</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td>08. Institución Responsable de Manten.</td> <td colspan="3">Consortio Gestión de Carreteras</td> </tr> </table>	01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana			03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE	NORTE		05. Año de construcción	—	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año	07. Año de modificación	—	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras	
01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana																					
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE	NORTE																				
05. Año de construcción	—	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año																			
07. Año de modificación	—	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras																					
<b>II. CARRETERA DE ACCESO</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">09. Defecto en el Pavimento</td> <td>No presenta</td> </tr> <tr> <td>10. Defecto en las Bermas</td> <td>No presenta</td> </tr> <tr> <td>11. Defecto en el Terraplén</td> <td>No presenta</td> </tr> </table>	09. Defecto en el Pavimento	No presenta	10. Defecto en las Bermas	No presenta	11. Defecto en el Terraplén	No presenta																		
09. Defecto en el Pavimento	No presenta																							
10. Defecto en las Bermas	No presenta																							
11. Defecto en el Terraplén	No presenta																							
<b>III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">12. Material</td> <td style="width: 33%;">Concreto armado</td> <td style="width: 33%;">13. Tipo</td> <td>Cabezal y aleros</td> </tr> <tr> <td>14. Espesor de pared (m)</td> <td>0.26</td> <td>15. Ancho (m)</td> <td>1.10</td> </tr> <tr> <td>16. Altura (m)</td> <td>0.85</td> <td>17. Longitud del Alero (m)</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>18. Estado:</td> <td colspan="3">Excelente (no tiene problema)</td> </tr> </table>	12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros	14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.10	16. Altura (m)	0.85	17. Longitud del Alero (m)	0.50	18. Estado:	Excelente (no tiene problema)										
12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros																					
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.10																					
16. Altura (m)	0.85	17. Longitud del Alero (m)	0.50																					
18. Estado:	Excelente (no tiene problema)																							
<b>IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">19. Material</td> <td style="width: 33%;">Concreto armado</td> <td style="width: 33%;">20. Tipo</td> <td>Cabezal, aleros</td> </tr> <tr> <td>21. Espesor de pared (m)</td> <td>0.26</td> <td>22. Ancho (m)</td> <td>1.10</td> </tr> <tr> <td>23. Altura (m)</td> <td>0.35</td> <td>24. Longitud del Alero (m)</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>25. Estado:</td> <td colspan="3">Excelente (no tiene problema)</td> </tr> </table>	19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal, aleros	21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	1.10	23. Altura (m)	0.35	24. Longitud del Alero (m)	0.50	25. Estado:	Excelente (no tiene problema)										
19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal, aleros																					
21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	1.10																					
23. Altura (m)	0.35	24. Longitud del Alero (m)	0.50																					
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)																							
<b>V. CAUCE DE ENTRADA</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">26. Ancho de cauce</td> <td style="width: 33%;">0.80</td> <td style="width: 33%;">27. Sección del cauce</td> <td>Rectangular</td> </tr> <tr> <td>28. Material de protección</td> <td>Mampostería de piedra</td> <td>29. Longitud de protección</td> <td>No tiene (es una caída)</td> </tr> <tr> <td>30. Sección de protección</td> <td colspan="3">Rectangular</td> </tr> <tr> <td>31. Socavación</td> <td colspan="3">No presenta</td> </tr> <tr> <td>32. Sedimentación</td> <td colspan="3">Material de arastre, maleza y basura</td> </tr> <tr> <td>33. Comentarios:</td> <td colspan="3">El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, se observa obstrucciones por sedimentación, acumulación de maleza y basura en la entrada.</td> </tr> </table>	26. Ancho de cauce	0.80	27. Sección del cauce	Rectangular	28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	No tiene (es una caída)	30. Sección de protección	Rectangular			31. Socavación	No presenta			32. Sedimentación	Material de arastre, maleza y basura			33. Comentarios:	El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, se observa obstrucciones por sedimentación, acumulación de maleza y basura en la entrada.		
26. Ancho de cauce	0.80	27. Sección del cauce	Rectangular																					
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	No tiene (es una caída)																					
30. Sección de protección	Rectangular																							
31. Socavación	No presenta																							
32. Sedimentación	Material de arastre, maleza y basura																							
33. Comentarios:	El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, se observa obstrucciones por sedimentación, acumulación de maleza y basura en la entrada.																							
<b>VI. CAUCE DE SALIDA</b>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">34. Ancho de cauce</td> <td style="width: 33%;">0.80</td> <td style="width: 33%;">35. Sección del cauce</td> <td>Rectangular</td> </tr> <tr> <td>36. Material de protección</td> <td>—</td> <td>37. Longitud de protección</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>38. Sección de protección</td> <td colspan="3">Rectangular</td> </tr> <tr> <td>39. Socavación</td> <td colspan="3">No presenta</td> </tr> <tr> <td>40. Sedimentación</td> <td colspan="3">No presenta sedimentación</td> </tr> <tr> <td>41. Comentarios:</td> <td colspan="3">Durante la medición el cauce estaba seco</td> </tr> </table>	34. Ancho de cauce	0.80	35. Sección del cauce	Rectangular	36. Material de protección	—	37. Longitud de protección	—	38. Sección de protección	Rectangular			39. Socavación	No presenta			40. Sedimentación	No presenta sedimentación			41. Comentarios:	Durante la medición el cauce estaba seco		
34. Ancho de cauce	0.80	35. Sección del cauce	Rectangular																					
36. Material de protección	—	37. Longitud de protección	—																					
38. Sección de protección	Rectangular																							
39. Socavación	No presenta																							
40. Sedimentación	No presenta sedimentación																							
41. Comentarios:	Durante la medición el cauce estaba seco																							



 <b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+760</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>
---	---

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE	NORTE	
05. Año de construcción	—	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año
07. Año de modificación	—	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal y aleros
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	0.90
16. Altura (m)	0.85	17. Longitud del Alero (m)	0.50
14. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal, aleros
21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	0.90
23. Altura (m)	0.85	24. Longitud del Alero (m)	0.50
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	No tiene (es una caída)
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arastre y basura		
33. Comentarios:	El cauce estaba seco, no estaba fluyendo agua, se observa obstrucciones por sedimentación, acumulación de maleza y basura en la entrada		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.60	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	—	37. Longitud de protección	—
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	No presenta sedimentación		
41. Comentarios:	Durante la medición el cauce estaba seco		



	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <span style="float: right;">Cañete - Lunahuana</span>
		PROGRESIVA <span style="float: right;">30+840</span>
		HOJA N° 01 DE 02

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana		
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 372,848 08	NORTE 8.560.492 81	
05. Año de construcción	—	06. Fecha de último mantenimiento	Día	Mes	Año
07. Año de modificación	—	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras		

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Mampostería de piedra	13. Tipo	Cabezal
14. Espesor de pared (m)	0.30	15. Ancho (m)	1.50
16. Altura (m)	0.60	17. Longitud del Alero (m)	0.00
18. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA SALIDA**

19. Material	Mampostería de piedra	20. Tipo	Cabezal
21. Espesor de pared (m)	0.30	22. Ancho (m)	1.50
23. Altura (m)	0.60	24. Longitud del Alero (m)	0.00
25. Estado:	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.60	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	—
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Material de arastre y basura, en pequeñas proporciones		
33. Comentarios:	El cauce estaba funcionando con normalidad, sin inconvenientes estaba fluyendo el agua		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.60	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	Mampostería de piedra	37. Longitud de protección	—
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	Material de arastre y basura, en pequeñas proporciones		
41. Comentarios:	El cauce estaba funcionando con normalidad, sin inconvenientes estaba fluyendo el agua		

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
		PROGRESIVA <u>30+840</u>
		HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>

**VII. CONDUCTO**

42. Sentido del flujo	Derecha - izquierda	43. Matenal	TMC
44. Forma	Arco (Semicircular)	45. Número de conductos	01
46. Longitud (m)	27.35	47. Ancho (m)	0.58
48. Altura (m)	---	49. Calibre / espesor de pared	---
50. Tipo de Protección	---	51. Cobertura	---
52. Pendiente del conducto (m/m)	1/100	53. Esviaje (°)	27°
54. Altura sedimentos en la Entrada	10 cm	55. Altura sedimentos en la Salida	10 cm
56. Geometría de la Entrada	CUERDA ---	FLECHA ---	% E ---
57. Geometría de la Salida	CUERDA ---	FLECHA ---	% E ---
58. Altura de marcas de agua	Al mismo nivel que fluya el agua.		
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)		
60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Regular (Parcialmente obstruida)		

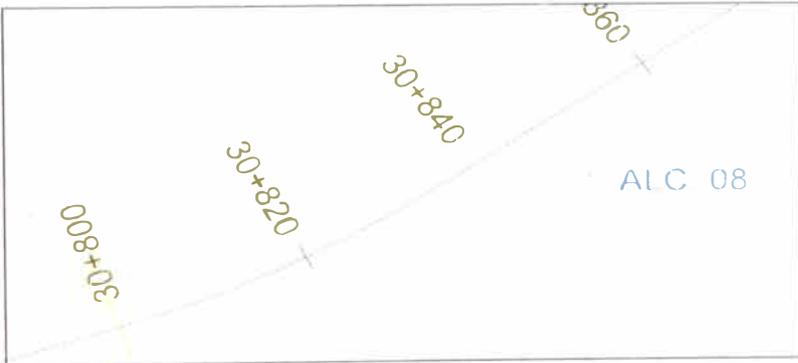
**VIII. CONDICIÓN GLOBAL:** Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados

**IX. COMENTARIOS** Se recomienda limpieza general de los conductos de entrada y de salida para eliminación de sedimentos y así mantener su funcionamiento.

**X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO**



INVENTARIADO POR M A M S FECHA 29-oct-11

	<b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u> PROGRESIVA <u>30+920</u> HOJA N° <u>01</u> DE <u>02</u>
---	---	---

**I. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL**

01. Departamento / Provincia	Lima / Cañete	02. Distrito	Lunahuana	
03. Ruta	PE-24	04. Coordenadas al eje de la vía	ESTE 372.919 21	NORTE 8.560.542 31
05. Año de construcción	---	06. Fecha de último mantenimiento	Día ---	Mes ---
07. Año de modificación	---	08. Institución Responsable de Manten.	Consortio Gestión de Carreteras	

**II. CARRETERA DE ACCESO**

09. Defecto en el Pavimento	No presenta
10. Defecto en las Bermas	No presenta
11. Defecto en el Terraplén	No presenta

**III. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA ENTRADA**

12. Material	Concreto armado	13. Tipo	Cabezal
14. Espesor de pared (m)	0.26	15. Ancho (m)	1.00
16. Altura (m)	0.60	17. Longitud del Alero (m)	0.00
18. Estado	Excelente (no tiene problema)		

**IV. ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN A LA BALIDA**

19. Material	Concreto armado	20. Tipo	Cabezal
21. Espesor de pared (m)	0.26	22. Ancho (m)	1.00
23. Altura (m)	0.60	24. Longitud del Alero (m)	0.00
25. Estado	Excelente (no tiene problema)		

**V. CAUCE DE ENTRADA**

26. Ancho de cauce	0.80	27. Sección del cauce	Rectangular
28. Material de protección	Mampostería de piedra	29. Longitud de protección	---
30. Sección de protección	Rectangular		
31. Socavación	No presenta		
32. Sedimentación	Limpia		
33. Comentarios	El cauce estaba funcionando con normalidad, sin inconvenientes estaba fluyendo el agua.		

**VI. CAUCE DE SALIDA**

34. Ancho de cauce	0.60	35. Sección del cauce	Rectangular
36. Material de protección	Mampostería de piedra	37. Longitud de protección	---
38. Sección de protección	Rectangular		
39. Socavación	No presenta		
40. Sedimentación	Limpia		
41. Comentarios	El cauce estaba funcionando con normalidad, sin inconvenientes estaba fluyendo el agua.		

 <p><b>FORMULARIO ESTÁNDAR PARA LA INSPECCIÓN E INVENTARIO DE ALCANTARILLAS</b></p>	CARRETERA <u>Cañete - Lunahuana</u>
	PROGRESIVA <u>30+920</u>
	HOJA N° <u>02</u> DE <u>02</u>

**VII. CONDUCTO**

42. Sentido del flujo	Derecha - Izquierda	43. Material	TMC												
44. Forma	Circular / Ovalada	45. Número de conductos	01												
46. Longitud (m)	16.05	47. Ancho (m)	0.8												
48. Altura (m)	—	49. Calibre / espesor de pared	—												
50. Tipo de Protección	—	51. Cobertura	—												
52. Pendiente del conducto (m/m)	3/100	53. Esvaje (°)	91°												
54. Altura sedimentos en la Entrada	—	55. Altura sedimentos en la Salida	—												
56. Geometría de la Entrada	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—	57. Geometría de la Salida	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>CUERDA</th> <th>FLECHA</th> <th>% E</th> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </table>	CUERDA	FLECHA	% E	—	—	—
CUERDA	FLECHA	% E													
—	—	—													
CUERDA	FLECHA	% E													
—	—	—													
58. Altura de marcas de agua	Al mismo nivel que fluya el agua														
59. Estado Estructural	Excelente (no tiene problema)														
60. Comentarios:	Funcionalmente, la alcantarilla podría considerarse Buena (limpia)														

**VIII. CONDICIÓN GLOBAL:**

Los conductos no presentan deformación, ni hundimientos pronunciados.

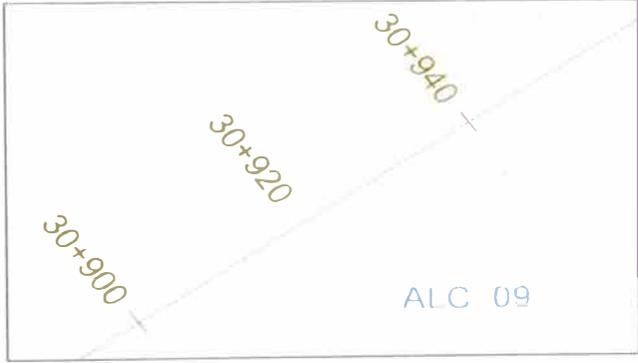
  

**IX. COMENTARIOS**

Se recomienda limpieza general de los conductos de entrada y de salida para eliminación de sedimentos y así mantener su funcionamiento.

**X. ESQUEMA GRÁFICO COMPLEMENTARIO**



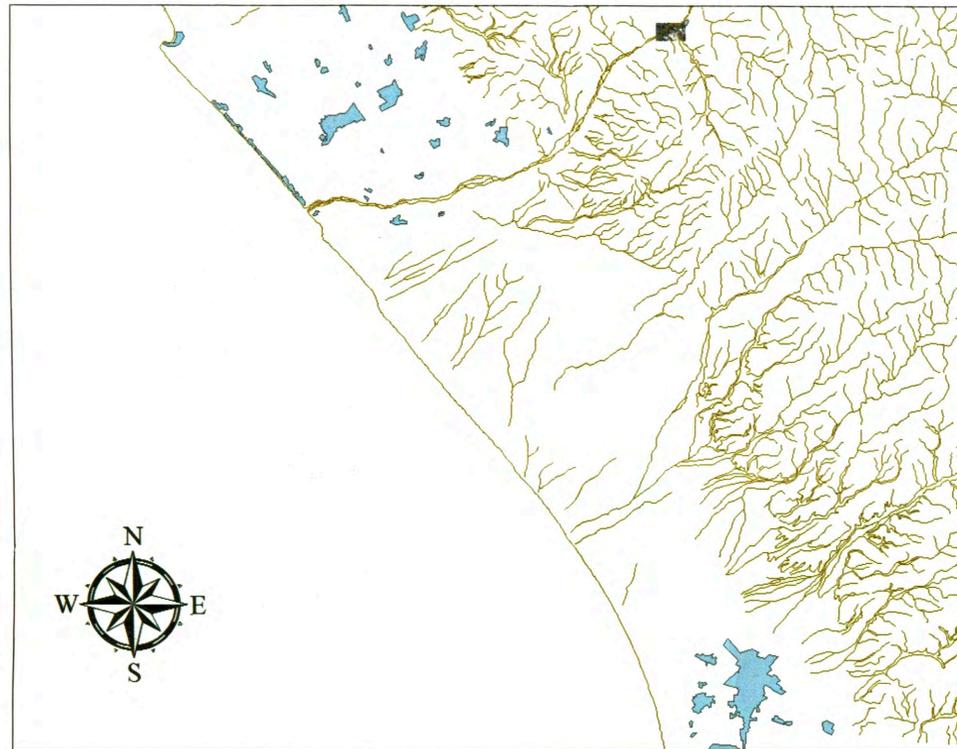
30+900      30+920      30+940

ALC 09

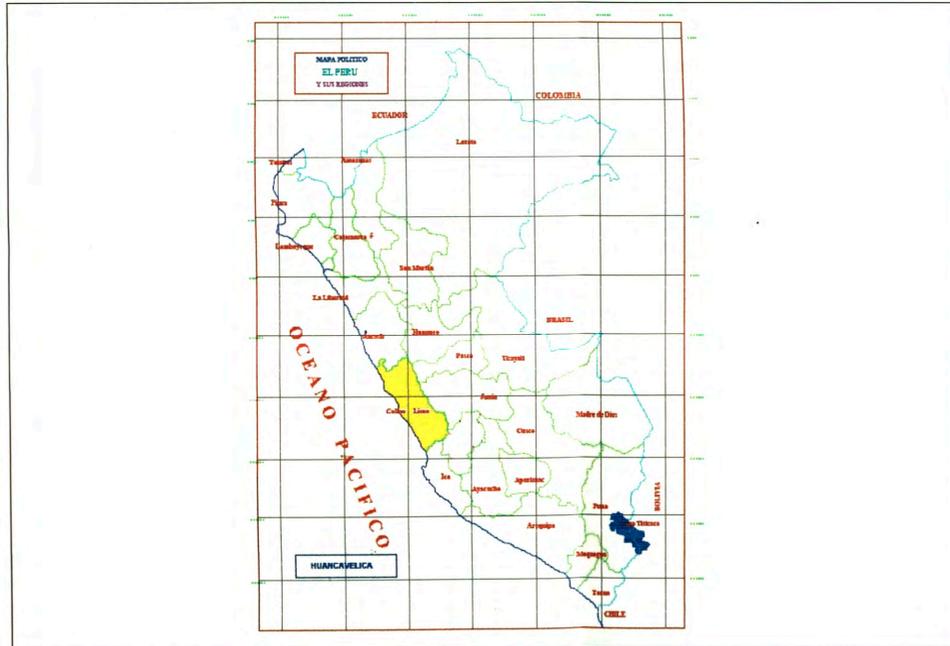
INVENTARIADO POR: <u>M.A.M.S.</u>	FECHA: <u>29-oct-11</u>
-----------------------------------	-------------------------

**ANEXO B**  
**“MAPAS TEMÁTICOS”**



**Cuadrángulo de Chíncha - 27K** 0 3.350 6.700 13.400 20.100 26.800 Meters

**PLANO DE LOCALIZACIÓN**



0 15 30 60 90 120 Meters

**PLANO DE UBICACIÓN**



1:4,000  
0 60 120 240 360 480 Meters

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
 Proyecto: Inventario Vial Georeferenciado

**CARRETERA CAÑETE-LUNAHUANÁ**  
**TRAMO KM 29+000 AL KM 31+000**



PLANO  
 U-01

**PLANO DE UBICACIÓN**

Elaborado por: MARCO ANTONIO MITTEN SALHUANA

Revisado por: ING. LUÍS MANCO CÉSPEDES

Fecha: 16/02/2012

