



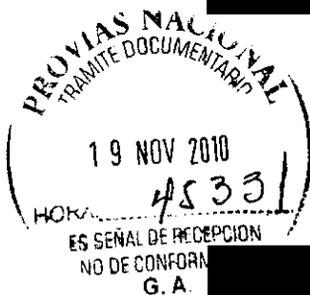
PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

ESTUDIO DE MANTENIMIENTO CARRETERA: PANAMERICANA (KM. 586+600 AL KM. 600+000)

ME



ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICA Y DRENAJE

180898 – 55 – INT - 001

Rev 0

GMI S.A.

Ingenieros Consultores

GMI





**ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA:
PANAMERICANA NORTE,
TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)**

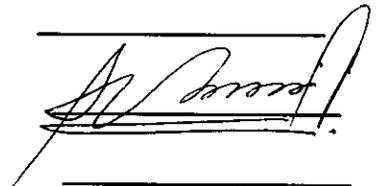
N° 180898-55-INT-001



**ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y DRENAJE VIAL
Rev. 0**

APROBADO POR:

Gerente de División Ing. Alberto Ponce Moza
 Jefe de Proyecto Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Cliente Provias Nacional



Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	M. Marticorena	Emitido para coordinación Interna	10/07/10	G. Marín	A. Ponce
B	M. Marticorena	Emitido para aprobación del cliente	17/05/10	G. Marín	A. Ponce
C	M. Marticorena	Emitido para aprobación del cliente	14/07/10	G. Marín	A. Ponce
D	M. Marticorena	Emitido para aprobación del cliente	03/09/10	G. Marín	A. Ponce
E	M. Marticorena	Emitido para aprobación del cliente	05/10/10	G. Marín	A. Ponce
0	M. Marticorena	Emitido para Construcción	10/11/10	G. Marín	A. Ponce

COMENTARIOS DEL CLIENTE:

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	2 de 47

4.0 HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL

INDICE

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

4.1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

4.1.3 ALCANCES DEL ESTUDIO

4.2 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE TRABAJO

4.2.1 RECOPIACIÓN

4.2.2 ANÁLISIS

4.2.3 CONCLUSIONES

4.3 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS HIDRODINÁMICOS

4.3.1 TRABAJOS DE CAMPO

4.4 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

4.4.1 METOLOGÍA EMPLEADA

4.4.2 INFORMACION BASICA

4.4.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

4.4.4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y MORFOLÓGICO

4.5 DRENAJE

4.5.1 OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

4.5.2 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

4.6 ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.7 PANEL FOTOGRÁFICO

4.8 ANEXOS

4.8.1 DATOS PARA ANÁLISIS HIDROLÓGICO

4.8.2 PERFILES HIDRÁULICOS DE PUENTES

4.8.3 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

4.8.4 PROTECCIÓN DE PUENTES

4.8.5 CALCULO DE CAPACIDAD DE ALCANTARILLAS



GMI S.A.

.....
 Ing. Marco Marticorona Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

.....
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	3 de 47

4.0 HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL

4.1 GENERALIDADES

El presente estudio, de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, está orientado por una parte, a la evaluación del comportamiento hidrodinámico de las obras de drenaje existentes en la carretera en estudio y por otra a plantear soluciones a los problemas identificados, haciendo una compatibilización entre el régimen hídrico de la zona y las obras de drenaje existentes.

Los trabajos efectuados en la zona de estudio, con respecto a la evaluación de los cursos hídricos, ha comprendido la evaluación de las obras de drenaje existentes en la carretera Panamericana Norte Tramo I, mediante la evaluación del comportamiento hidrológico e hidráulico de los cursos que interceptan el eje de la vía existente; asimismo, del comportamiento de las estructuras existentes, desde el punto de vista hidráulico y de drenaje, partiendo de un inventario, que incluye el estado actual de las obras y la necesidad de nuevas obras o de trabajos de reparación o mejoramiento.

4.1.1 Ubicación y Descripción del Área de Trabajo

El proyecto en estudio, se ubica en el norte del Perú, en la costa del departamento de La Libertad, a altitudes variables entre 17 msnm y 263 m.s.n.m. La progresiva de inicio, del tramo de la carretera en estudio, corresponde al Km. 586+600 y el término Km. 736+600. El área presenta configuración topográfica plana.; una parte del proyecto colinda con zonas de cultivo.

El proyecto en estudio, corresponde al mantenimiento periódico de la vía y se ubica en el norte del Perú, enmarcado en la costa del departamento de La Libertad con altitudes que varían entre 17 msnm y 263 msnm.

El proyecto, tiene un aspecto vital, cuya ejecución como obra y funcionamiento, tendrá un impacto positivo sobre el fortalecimiento del aspecto económico en la región, que se traducirá en la reducción de costos de operación de los vehículos y disminución del tiempo de viaje, así como el incremento del confort y seguridad vial, tanto para los usuarios como para los pobladores de las zonas aledañas al área del proyecto.

El proyecto, se encuentra inserto en un ambiente sujeto a condiciones atmosféricas muy adversas, donde el agua es uno de los agentes mas destructores, especialmente durante la presencia del Fenómeno El Niño, cuyo antecedente más próximo es el evento ocurrido en 1998, que produjo el deterioro y colapso de la estructura vial en sus diferentes componentes: plataforma, obras de drenaje, canalizaciones, pavimentos y puentes.

El acceso al área de estudio puede ser realizado mediante vía terrestre y por vía aérea; por vía terrestre a través de la carretera Panamericana Norte, hasta la ciudad de Trujillo, punto de inicio del proyecto vial, y por vía aérea en forma directa, desde Lima hasta Trujillo.



GMI S.A.

 Ing. Marco Markicorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3328



GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 4 de 47
--------------------------------------	--	--------------------------------



4.1.2 Objetivos del Estudio

El objetivo del presente estudio es la identificación de problemas de carácter hidrológico, hidráulico y de drenaje vial, que puedan ser solucionados con una intervención de Mantenimiento Periódico y, asimismo, aquellos que no fueron considerados en el mantenimiento rutinario; también se enfoca al diseño de nuevas estructuras que requieran incorporarse en el tramo como mejoras puntuales, o la reparación de las existentes.

4.1.3 Alcances del Estudio

Para el logro de los objetivos indicados, se han llevado a cabo las siguientes actividades:

- Inventario de estructuras de drenaje existentes desde el punto de vista hidráulico y de drenaje.
- Evaluación del estado y la operatividad de las obras de drenaje existentes.
- Caracterización morfológica e hidrológica de la zona donde se desarrolla la carretera.
- Análisis de la información hidrológica disponible; en este caso información pluviométrica obtenida de estaciones representativas, administradas por entidades oficiales.

Esta información fue procesada para su aplicación en la estimación de caudales extremos, asociados a cursos hídricos, en los que fuera necesario proyectar nuevas estructuras de drenaje o complementar las existentes.

- Análisis de caudales extremos, mediante métodos estadísticos o de precipitación. escorrentía (para períodos de retorno adecuados a cada obra en particular), para el diseño de nuevas estructuras o la verificación de las existentes.
- Estimación de las características hidráulicas del flujo, en la ubicación de la obra de cruce, ante la ocurrencia de los caudales extremos de diseño.
- Sobre la base de la evaluación realizada en la etapa de campo y de la estimación de los caudales de diseño, se estableció el requerimiento de obras nuevas y el tratamiento de obras existentes, de acuerdo a la exigencia hidrológica de la zona de estudio.

4.2 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE TRABAJO

4.2.1 Recopilación

Se ha revisado la información existente, referente a estudios elaborados con anterioridad, que de alguna manera contienen información referente al Capítulo de Hidrología y Drenaje del tramo en estudio, habiéndose analizado la siguiente documentación:


GMI S.A.
.....
Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928


GMI S.A.
.....
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	5 de 47



- Estudio para el Mantenimiento Periódico de la Carretera Panamericana Norte, Paquete N°1 - Grupo V, Puente Santa – Pacasmayo, Tramo II: Trujillo - Pacasmayo: Km. 568.700 – Km 667.000 de diciembre del 1993, realizada por la Asociación CRC – AIC (Corporación de Racionalización y Consultoría – Progetti c Italia).
- Estudios Definitivos de Ingeniería y Medio Ambiente para la Rehabilitación y Mejoramiento a nivel de Asfaltado de la Carretera Panamericana Norte, Tramo: Trujillo – Reque, del mes de febrero del 2000, realizada por la empresa VCHI S.A. Ingenieros Consultores.

4.2.2 Análisis

Con respecto a Hidrología e Hidráulica, en el Cuadro N°5.10 del citado estudio, se presenta las características de las cuencas de drenaje del Estudio de Ingeniería de la Carretera Panamericana Norte, Tramo: Trujillo – Reque (año 2000).

Cuadro N°5.10: Características de las Cuencas

Cuenca	Ubicación	Area (km2)	Desnivel H (m)	Longitud (km)	Pendiente m/km
1	575+825	3.5	140	3.5	40.0
2	584+150	2.5	160	4.0	40.0
3	584+900	4.0	120	4.0	30.0
4	594+800	3.5	150	3.5	42.86
5	595+917	2.0	130	3.5	37.14
6	656+220	1.5	140	3.5	40.0
7	670+612	2.5	160	4.0	40.0
8	687+542	2.5	150	4.5	33.3
9	688+021	3.5	160	4.0	40.0
10	688+202	3.0	150	3.5	42.86
11	711+986	3.5	120	4.0	30.0
12	736+930	3.5	130	4.0	32.5



Asimismo, se presenta las características de las precipitaciones Máxima en 24 horas se cálculo y se presentan en el cuadro N°5.11

Cuadro N°5.11: Precipitaciones máximas en 24 horas

Periodo de Retorno	Estación		
	Olmos	Motupe	Jayanca
50 años	110.5	95.9	127.8
100 años	116.8	100.9	186.0



[Signature]
 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]
 Ing. Gabriel Marín Cañchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	6 de 47



Y con respecto a las obras de arte y drenaje el estudio contempló la construcción de 400 ml de cunetas revestidas y 480 m² de badenes, 561 ml de sardineles, así como 735 m³ de mampostería de piedra emboquillada de 0.20 m, veredas, parapetos y protección de taludes entre otros.

4.2.3 Conclusiones

Con la información obtenida en el citado estudio, se proyectaron 10 nuevas alcantarillas, así como defensas ribereñas en los diversos puentes existentes, los cuales se precisan en el ítem de estructuras de concreto, obras de arte y drenaje.

4.3 EVALUACIÓN DE PROBLEMAS HIDRODINÁMICOS

4.3.1 Trabajo de Campo

HIDROGRAFIA

El tramo de la carretera Panamericana Norte, en estudio, se desarrolla entre la ciudad de Trujillo, en el departamento de La Libertad y el límite con el departamento de Lambayeque.

La totalidad del tramo se encuentra en el desierto costero del norte del Perú, donde se presentan dos valles con flujo permanente: Chicama y, Jequetepeque, en los cuales se desarrolla intensa actividad agrícola.

Adicionalmente, la vía es atravesada por diversos cursos de flujo estacional o eventual, que se activan principalmente ante la ocurrencia de eventos del fenómeno de El Niño.

RELIEVE

La zona de estudio corresponde a desiertos y valles de topografía suave, en la que se encuentran áreas agrícolas.

4.4 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

Este capítulo está enfocado a la determinación de los parámetros hidrológicos, para la verificación de la capacidad hidráulica de las obras existentes, en las cuales se ha detectado algún problema de índole hidrodinámico; asimismo, estos parámetros se utilizaron para el diseño de las nuevas estructuras, teniendo en consideración la exigencia hídrica de la zona, proveniente principalmente de precipitaciones extremas.


 GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928


 GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	7 de 47



Las características de la zona del proyecto, corresponden a las de la zona desértica en que está emplazado, siendo en general escasa la precipitación.

En las zonas altas de las cuencas hidrográficas que cruzan la carretera, la precipitación es mayor y presenta un sesgo estacional típico, con mayor incidencia de lluvias entre los meses de diciembre y marzo.

4.4.1 Metodología Empleada

Con la finalidad de reunir los criterios adecuados, conocer las características hidrológicas, hidráulicas y de drenaje de la zona, se realizó el estudio en las siguientes etapas:

- **Etapas de recopilación de información:** Comprendió la recolección, evaluación y análisis de la documentación oficial existente como: estudios anteriores e información cartográfica y meteorológica.
- **Etapas de campo:** Consistió en un recorrido de toda la vía para la evaluación desde el punto de vista hidráulico y de drenaje las obras existentes y la necesidad de proyectar nuevas obras, tomando en consideración su comportamiento hidráulico estructural e identificación de las características geomorfológicas de las cuencas que drenan, así como las características hidráulicas del sistema de riego de la zona.
- **Etapas de gabinete:** Consistió en el procesamiento, análisis y estimación de los caudales extremos de diseño y la determinación los parámetros hidráulicos y morfológicos, para el diseño y dimensionamiento de las obras de drenaje adicionales que puedan requerirse así como de las obras complementarias requeridas y la verificación de la capacidad de las obras de drenaje y protección actuales.

4.4.2 Información Básica

Información Cartográfica:

La cartografía que se utilizará en este proyecto se refiere a las cartas nacionales obtenidas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100 000, en los siguientes cuadrantes:

- 15 d - Pacasmayo
- 15 e - Chepén
- 16 e - Chocope

Información Pluviométrica:

La información pluviométrica empleada fue obtenida de las siguientes operadas por el SENAMHI (precipitación máxima en 24 horas).

- Cartavio
- Cascas



 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928



 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	8 de 47

GMI

Cherrepe
Niepos

Información Hidrométrica

Se empleó la Información de caudales máximos diarios, cuyos registros estuvieron disponibles en las oficinas del SENAMHI, para las siguientes estaciones:

Ventanillas - río Jequetepeque
Salinar - río Chicama

La información pluviométrica, disponible en el SENAMHI, es relativamente escasa en el área del Proyecto y las cuencas hidrográficas asociadas a cursos mayores atravesados por la vía.

Para efectos del análisis de caudales extremos en ríos atravesados por la carretera en estudio, cuyas estructuras de cruce que requieren de obras complementarias o evaluación de su comportamiento actual, se seleccionaron las estaciones Cartavio y Cascas (puente Arenilla) y las estaciones Niepos y Cherrepe (puente Avispero) que, en conjunto, representan las características hidrológicas típicas de las cuencas respectivas.

Conforme al Estudio de la Hidrología del Perú (IILA – SENAMHI – UNI, 1983), las estaciones seleccionadas se encuentran en áreas hidrológicas en que la precipitación varía con la altura (Cartavio, Cascas y Cherrepe) o con la latitud (Niepos).

La ubicación de las estaciones seleccionadas, se detalla en el Cuadro HD - 1.

CUADRO H D - 1
UBICACION DE ESTACION, PERIODOS DE REGISTROS Y TIPO DE INFORMACION OBTENIDA

Cartavio	7° 53'	79° 13'	58	1962 - 1967/ 1976 - 1979	Precipitación máxima en 24 horas
Cascas	7° 29'	78° 49'	1330	1965 - 1982	Precipitación máxima en 24 horas
Cherrepe	7° 07'	79° 33'	30	1998 - 2009	Precipitación máxima en 24 horas
Niepos	6° 55'	79° 07'	2420	1984 - 2009	Precipitación máxima en 24 horas



GMI S.A.
.....
Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
GMI S.A.
.....
Ing. Gabriel Marin Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	9 de 47



Los registros de las estaciones analizadas, contienen los correspondientes a diversos eventos del fenómeno de El Niño, el cual afecta la región en que se ubica la carretera en estudio.

En lo que respecta a registros hidrométricos, el SENAMHI cuenta con mediciones de caudales en las estaciones Salinar (río Chicama) y Ventanillas (río Jequetepeque), con registros limitados (15 años en el río Chicama y 7 años en el río Jequetepeque).

La ubicación de las estaciones seleccionadas, se detalla en el Cuadro HD - 2.

CUADRO H D - 2 UBICACION DE ESTACION, PERIODOS DE REGISTROS Y TIPO DE INFORMACION OBTENIDA

Salinar	7° 40'	78° 58'	350	1973 - 1988	Descargas máximas medias mensuales
Ventanillas	7° 16'	79° 16'	280	1981 - 1987	Descargas máximas medias mensuales

4.4.3 Análisis Hidrológico.-

a) **Análisis de precipitación extrema.-** Para el análisis de precipitación extrema, en las estaciones Cartavio, Cascas, Cherrepe y Niepos, se consideraron cinco distribuciones teóricas: normal, log – normal, Pearson III, log – Pearson III y Gumbel.

Análisis de ajuste.- Los registros de precipitación máxima en 24 horas, de las cuatro estaciones, fueron evaluados, mediante el modelo Smirnov – Kolgoronov, con la finalidad de verificar las distribuciones matemáticas a las que se ajustan sus registros.

El modelo considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ de la función de probabilidades teórica, escogida $Po(x)$ tal que:

$$Dn = \max(P(x) - Po(x))$$

La prueba requiere que el valor Dn calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado $D\alpha$, para un nivel de probabilidad requerido y comprende las siguientes etapas:

- El estadístico Dn es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida. Se fija el nivel de probabilidad α , siendo los valores de 0.05 y 0.01 más usuales.

GMI S.A.
[Signature]

Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



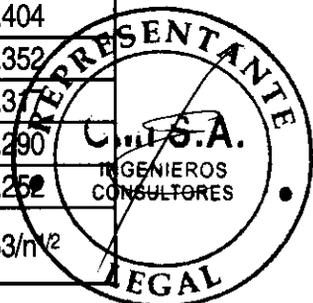
180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	10 de 47



- El valor crítico D_{α} de la prueba debe ser obtenido, en función del nivel de significancia α y el tamaño de la muestra n . Si el valor calculado D_n es mayor que el D_{α} , la distribución escogida se debe rechazar.
- El nivel de significancia α depende directamente del tamaño de la muestra, tal como se aprecia en el Cuadro HD – 3

**CUADRO H D – 3
PRUEBA DE SMIRNOV – KOLMOGOROV**

N	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010
1	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
2	0.684	0.776	0.842	0.900	0.929
3	0.565	0.636	0.708	0.689	0.829
4	0.493	0.565	0.624	0.689	0.734
5	0.477	0.509	0.563	0.627	0.669
6	0.410	0.468	0.519	0.577	0.617
7	0.381	0.436	0.483	0.538	0.576
8	0.359	0.410	0.454	0.507	0.542
9	0.339	0.387	0.430	0.480	0.513
10	0.323	0.369	0.409	0.457	0.486
11	0.308	0.352	0.391	0.437	0.468
12	0.295	0.338	0.375	0.419	0.449
13	0.285	0.325	0.361	0.404	0.432
14	0.275	0.314	0.349	0.390	0.418
15	0.266	0.304	0.338	0.377	0.404
20	0.232	0.265	0.294	0.329	0.352
25	0.208	0.238	0.264	0.295	0.317
30	0.190	0.218	0.242	0.270	0.290
40	0.165	0.189	0.210	0.235	0.252
n grande	$\frac{1.07/n^{1/2}}{2}$	$1.22/n^{1/2}$	$1.36/n^{1/2}$	$1.52/n^{1/2}$	$1.63/n^{1/2}$



G.M.I.S.A.

 Ing. Marco Márticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

G.M.I.S.A.

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	11 de 47



La función de mejor ajuste de los registros fue analizada, para cada estación, mediante el módulo correspondiente del programa HIDROESTA. Las distribuciones adoptadas, en cada estación como resultado del análisis, al presentar un menor valor de Δ (diferencia entre D_n y D_{α}), se muestran en el Cuadro HD - 4.

CUADRO HD - 4
DISTRIBUCIONES AJUSTADAS A REGISTROS DE ESTACIONES

Cartavio	1962 - 1967/ 1976 - 1979	Normal
Cascas	1965 - 1982	Normal
Cherrepe	1998 - 2009	Pearson III
Niepos	1984 - 2009	Pearson III

A continuación se presenta el marco teórico de cada una de estas distribuciones.

Distribución Normal

Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

Los dos parámetros de la distribución son: la media μ y desviación estándar σ para los cuales \bar{x} (media) y s (desviación estándar) son derivados de los datos.

Estimación de parámetros

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad s = \left\{ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Factor de frecuencia

$$K_T = \frac{X_T - \mu}{\sigma}$$

Este factor es el de la variable normal estándar

$$K_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{Tr}\right)$$

Distribución Pearson III


 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928


 GMI S.A.
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	12 de 47



Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \cdot \left(\frac{x-\delta}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot \exp\left(-\frac{x-\delta}{\alpha}\right)$$

Donde: α , β y δ son los parámetros de la función y $\Gamma(\beta)$ es la función Gamma.

Estimación de parámetros

$$\bar{x} = \alpha\beta + \delta, S^2 = \alpha^2\beta, \gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

Donde: \bar{x} es la media de los datos, S^2 es su variancia y γ su coeficiente de sesgo, que se define como:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^3}{S^3}}{n}, \text{ de este modo la función de distribución de probabilidad}$$

es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \int_0^x e^{\left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1}} \left(-\frac{x-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dx$$

Sustituyendo:

$$y = \frac{x-\delta}{\alpha}, \text{ la ecuación se resulta:}$$

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} \cdot e^{-y} dy$$



- b. **Estimación de precipitación extrema.**- Los análisis de precipitación extrema, fueron realizados para períodos medios de recurrencia de 100 años (para análisis hidráulico) y 500 años (para cálculos de socavación), conforme a la normatividad vigente.

Para la estimación de precipitaciones extremas, habiéndose seleccionado la distribución más representativa, los registros fueron analizados mediante el programa HEC SSP, formulado por el *Hydrologic Engineering Center*, adscrito al Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica.

Este programa ejecuta, previamente, la evaluación de datos dudosos (outsiders) y genera, además de la curva de probabilidad teórica de ocurrencia de los eventos extremos, una curva de probabilidad esperada. Está última curva, conforme a lo explicado en el *Bulletin 17B* del antes referido *Hydrologic Engineering Center*, pretende contrarrestar las distorsiones introducidas por la extensión de los registros y otros factores.

Los valores de precipitación extrema en 24 horas para las estaciones analizadas, se detallan en el Cuadro HD - 5.


 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928


 GMI S.A.
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	13 de 47



CUADRO H D – 5 PRECIPITACION EXTREMA EN ESTACIONES

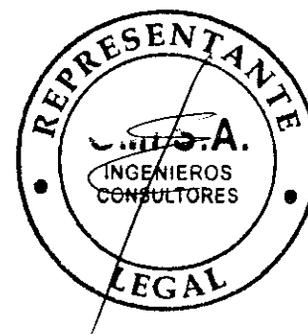
Cartavio	60.0	109.9
Cascas	51.7	58.6
Cherrepe	62.5	75.5
Niepos	130.0	149.2

Considerando que los registros disponibles corresponden a lecturas diarias (una lectura por día), se aplicó el factor de ajuste de 1.13, a los valores resultantes. Con este ajuste se contrarresta el hecho de que la precipitación diaria no corresponde totalmente a la tormenta registrada, la cual puede haberse iniciado o terminar en los días anterior o posterior del registro, respectivamente.

Para efectos de estimar la precipitación extrema, representativa de cada cuenca, se promediaron los valores correspondientes a las respectivas estaciones. Los valores estimados, de precipitación extrema en las dos cuencas analizadas, se detalla en el Cuadro HD – 6.

CUADRO H D – 6 PRECIPITACION EXTREMA EN CUENCAS

Puente Arenillas	63.11	95.20
Puente Avispero	108.76	126.96



c. Análisis de caudales extremos.-

Caudales líquidos.- Los caudales extremos, en las cuatro cuencas en estudio, fueron estimados dependiendo de la información disponible, mediante dos modelos: el modelo estadístico SSP, anteriormente detallado, para los casos en que se cuenta con registros de caudales y el modelo de hidrograma de Snyder, para las cuencas carentes de información hidrométrica.

GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	14 de 47



En el primer caso, se encuentran las cuencas asociadas a los cruces de los puentes Careaga y La Libertad y en el segundo las cuencas alimentadoras de los cauces atravesados por los puentes Arenillas y Avispero.

Para la estimación de caudales, mediante el modelo SSP, se evaluó, primeramente el ajuste de los registros disponibles a diversas distribuciones teóricas, mediante el modelo de Smirnov Kolmogorov.

Las distribuciones de mejor ajuste y las distribuciones adoptadas, para el análisis, se detallan en el Cuadro HD - 7.

CUADRO HD - 7 DISTRIBUCIONES AJUSTADAS A REGISTROS DE ESTACIONES

Salinas	Chicama	1973 - 1987	Pearson III	Pearson III
Ventanillas	Jequetepeque	1981 - 1987	Log Pearson III	Normal

No obstante que la distribución de mejor ajuste, para la serie de registros de la estación Ventanillas fue la Log - Pearson III, debido a la corta extensión de los registros, la aplicación de una distribución logarítmica resulta en valores extremos físicamente imposibles. Como consecuencia de lo indicado, se seleccionó la distribución Normal, la cual se encuentra dentro del rango aceptable en el análisis de Smirnov Kolmogorov.

Como se indicara anteriormente, en el caso de no contarse con registros hidrométricos, se aplicó el modelo de hidrograma sintético de Snyder, conforme al método de Clark, mediante el programa computarizado HEC HMS, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica. El modelo de hidrograma de Snyder, es un modelo de precipitación -escorrentía, basado en las características fisiográficas de la cuenca.

La extensión de la cuenca colectora, lo mismo que la longitud máxima de la cuenca y la distancia al centroide de la misma, se evaluó en base a la previa identificación de los límites de la cuenca en los planos topográficos, a escala 1:100 000, que cubren el área del Proyecto.

Para la estimación del coeficiente C_t , función de la pendiente, capacidad de retención y área efectiva de la cuenca, se utilizaron las curvas propuestas por el anteriormente mencionado Cuerpo de Ingenieros.

GMI S.A.
Marco

.....
Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
Gabriel

.....
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudios
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	15 de 47



En cuanto al coeficiente de pico C_p , considerando la escasez de la información disponible y/o pasible de ser obtenida durante el período de ejecución del Estudio, que pudiera servir de base para el cálculo y/o calibración del coeficiente en cuestión, se asumió el valor de 0.75. Este valor podría ser algo conservador pero su empleo se justifica por las razones antes explicadas.

La selección de la curva de pérdidas y demás parámetros requeridos para la determinación de la lluvia efectiva, fue realizada mediante las tablas desarrolladas, para el efecto por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norteamérica.

Por otra parte, debido a la falta de información continua de precipitación (registros pluviográficos), para definir la distribución temporal de la precipitación total de la tormenta de diseño, se adoptó la distribución típica de la tormenta tipo I (vertiente del Pacífico), propuesta por el Weather Bureau de los Estados Unidos de Norteamérica.

En el Cuadro HD - 8, se resumen los valores de caudales extremos evaluados para cada una de las cuencas analizadas, correspondientes a las recurrencias medias de 100 años ó 500 años, de acuerdo a los respectivos períodos de operación previstos para las estructuras de cruce (análisis hidráulico y evaluación de socavación, respectivamente).

CUADRO H D - 8 CAUDALES EXTREMOS EN CUENCAS

Puente Careaga	Salinar	2472	1705.6	2132.0
Puente La Arenita	Cartavio/Cascas	424	61.3	136.0
Puente La Libertad	Ventanillas	6500	3436.5	4212.0
Puente Avispero	Cherrepe/Niepos	169	73.0	91.8



Las áreas de cuencas fueron obtenidas de las siguientes fuentes:

- Puente Careaga – Diagnóstico del río Chicama (INRENA)
- Puente La Arenita – Medición en la Carta Geográfica Nacional, a escala 1:100000; hojas 15e (Chepen) y 15d (Pacasmayo)
- Puente La Libertad – Estudio de Rehabilitación de la carretera Pacasmayo – Cajamarca (Knight Peasold – Motlima)
- Puente Avispero - Medición en la Carta Geográfica Nacional, a escala 1:100000; hoja 16e (Chocope)

GMI S.A.

Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.

Ing. Gabriel Marin Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	16 de 47



Caudales sólidos.- Los caudales sólidos que potencialmente discurrirían por la poscauces atravesados por los puentes antes detallados, fueron evaluados como caudales sólidos máximos, mediante el modelo Sediment. Este modelo estima los caudales máximos de sólidos de arrastre y en suspensión, en función de la capacidad de transporte del curso, para lo cual aplica un conjunto de fórmulas empíricas.

El valor promedio de los caudales estimados (considerando sólo las fórmulas aplicables a las características del cauce y de los materiales del mismo), se considera como el valor más representativo de las condiciones reales máximas de transporte.

Los caudales reales de flujo sólido, podrían ser inferiores a los calculados, en dependencia de la capacidad de alimentación de la cuenca y de los volúmenes de sólidos disponibles en el lecho.

En el presente caso fueron aplicables las fórmulas de Colby, Engelund & Hansen, Shen & Hung, Yang, Ackers & White, Brownli y Karim & Kennedy, cuyo sustento teórico se detalla en anexos, conjuntamente con las memorias de cálculo correspondientes. Los cálculos fueron realizados para un evento de 175 años de recurrencia media y 24 horas de duración de la tormenta.

En el Cuadro HD – 9, se detallan los valores de transporte sólido continuo calculados y los valores de diseño adoptados

**CUADRO H D – 9
TRANSPORTE SOLIDO EN CRUCES DE RIOS**



Puente Careaga	2472	27.12	66.19	409.97	190.06	314.32			44.85
Puente La Arenita	424	12.50	90.08	15.07	67.45	102.04	41.91	51.58	0.80
Puente La Libertad	6500	27.12	90.08	141.49	307.61	12.58	56.38	51.58	28.92
Puente Avispero	169	17.27	90.08	16.83	55.82		46.48	28.92	1.47

Caudales de diseño.- Los caudales de diseño, en cada caso, han sido estimados como la sumatoria de los caudales líquidos y sólidos correspondientes. En el Cuadro HD – 10, se muestran los caudales totales – líquidos y sólidos – considerados para efectos de diseño.

GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	17 de 47



CUADRO H D – 10 CAUDALES EXTREMOS TOTALES EN CUENCAS

Puente Careaga	1705.6	1750.5	2132.0
Puente La Arenita	61.3	62.1	136.0
Puente La Libertad	3097.4	3114.3	4212.0
Puente Avispero	73.0	74.5	91.8

4.4.4 Análisis hidráulico y Morfológico

- a) **Análisis de perfiles hidráulicos.**- En los sectores de los cursos hídricos principales, en los cuales se han identificado alteraciones actuales o potenciales del cauce o los taludes laterales, que pudieran alterar la estabilidad u operatividad de la vía y sus estructuras, se procedió a realizar el análisis de los perfiles hidráulicos correspondientes. Los parámetros obtenidos del análisis, fueron empleados para la estimación de las profundidades de socavación probable y para el diseño de las obras de protección necesarias en dichos sectores.

Los análisis de perfiles hidráulicos fueron realizados, mediante el modelo HEC RAS del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica, para los eventos de avenidas de 175 y 500 años de recurrencia media en cada caso, comprendiendo los sectores detallados en el cuadro HD – 11.

CUADRO H D – 11 SECCIONES DE ANALISIS DE PERFILES HIDRÁULICOS

Pte. Careaga	Socavación en pilares y erosión de riberas
Pte. La Arenita	Reducción de sección
Pte. La Libertad	Socavación en pilares, erosión de riberas y obstrucción
Pte. Avispero	Sedimentación en cauce



- b) **Análisis de socavación.**- Los análisis de socavación potencial, comprendieron los fenómenos de socavación generalizada del cauce en los sectores de socavación de taludes en ríos y en los cruces de puentes con indicios de peligro potencial por socavación del lecho.

GMI S.A.
Ing. Marco Marticoreno Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	18 de 47



En el caso de los puentes, conforme a las características de cada uno de ellos y de los sectores en que se identificaron fenómenos de socavación activos, se realizaron, adicionalmente, análisis de socavación localizada en los pilares y secciones de descarga bajo los puentes. Los modelos empleados para el cálculo de cada tipo de socavación, cuyas fórmulas se encuentran detalladas en las hojas de cálculo que integran los anexos del presente informe, se detallan en el cuadro HD - 12.

CUADRO H D - 12 MODELOS DE CALCULO DE SOCAVACION

Socavación generalizada del cauce	Lacey, Blench y Neill
Socavación en pilares	Lacey, Blench y Coleman

Para efectos de diseño, se adoptó el valor promedio de los resultados obtenidos en cada caso, ajustado por el factor 1.25 para considerar eventuales variaciones locales de la socavación. En el caso de socavación en pilares, la socavación localizada debe incrementarse a la socavación generalizada del cauce, a fin de determinar la socavación total de diseño.

Las profundidades de socavación adoptadas, se muestran en el Cuadro HD - 13.

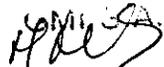
CUADRO H D - 13 PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

Pte. Careaga	5.00	2.90	7.90
Pte. La Arenita	2.70	1.90 / 3.10 / 3.40	4.60 / 5.80 / 6.10
Pte. La Libertad	2.95	2.63	5.58
Pte. Avispero	2.40	0.84/1.14	3.24/3.54



- b) **Análisis de capacidad de conducción de alcantarillas.**- La carretera cuenta con un sistema de alcantarillas, mayoritariamente de tipos marco de concreto y TMC. Exceptuando dos estructuras e paso de escorrentía superficial, la totalidad de estas alcantarillas sirve de paso a canales de riego en las zonas agrícolas atravesadas por la vía.

Como consecuencia de la función específica, de cruce de canales de riego (excepto las alcantarillas 728+310 y 728+815, que captan aguas de escorrentía pluvial), su capacidad


Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928


GMI S.A.
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	19 de 47



de conducción y, por ende la de los canales a los que sirven, está determinada por la sección disponible de cada estructura. En caso de presentarse un mayor caudal en los canales alimentadores, el flujo en exceso se desbordará e inundará los terrenos agrícolas, sin afectar a la vía.

La capacidad de descarga tanto de las alcantarillas existentes, como de las nuevas estructuras propuestas, fue determinada mediante la metodología propuesta por la Federal Highway Administration, de los Estados Unidos de Norteamérica, utilizándose el modelo computarizado Culvert Master.

El espaciamiento máximo entre alcantarillas, fue evaluado en función de la capacidad de conducción de las cunetas para diversas pendientes longitudinales de las mismas y de la precipitación extrema de diseño en cada sector.

4.5 DRENAJE

En este capítulo se tratan aspectos relacionados a la evaluación del comportamiento hidráulico de las obras de drenaje existentes a lo largo de la vía, así como al dimensionamiento de las obras a proyectar.

El estudio de drenaje comprende el tramo limitado por las progresivas Km 586+600 y Km 736+600, de la Carretera Panamericana Norte, Tramo I.

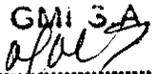
La vía existente, en su mayor parte atraviesa tramos desérticos, mientras en los valles principales se encuentran zonas de cultivo y áreas urbanas.

Las obras de drenaje existentes, en el ámbito de la vía, están constituidas principalmente por alcantarillas, de tuberías metálicas corrugadas, marcos de concreto armado y algunas de tubos de concreto. Estas alcantarillas, que operan como ductos de cruce de canales de riego, se encuentran en buen estado pero, la mayor parte de ellas necesita mantenimiento.

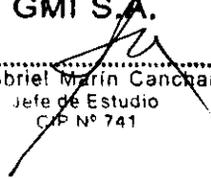
Algunas alcantarillas presentan evidencias de socavación, localizada y no severa en los taludes de los canales de entrada o salida de las mismas, los cuales requieren de la construcción de obras menores e protección.

Asimismo, existen puentes y pontones, para el cruce de cursos hídricos naturales, de descarga permanente o eventual) y el cruce de canales de riego mayores. Sólo en cinco de estas estructuras (puentes Careaga, La Arenita, La Libertad, Chamán y Avispero), se observan indicios o evidencias de problemas hidráulicos.

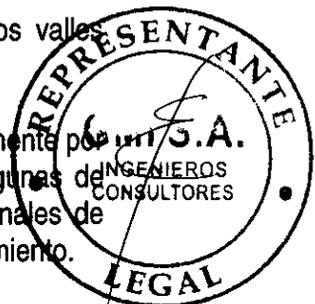
Sobre el particular, en los puentes Careaga y La Libertad, se observan procesos de socavación en el lecho, especialmente en la ubicación de los pilares intermedios.

GMI S.A.


 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.


 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	20 de 47



Asimismo, en el puente Careaga, se observa socavación en el talud de la margen derecha, laterales y en el puente La Libertad, se han obstruido parcialmente dos vanos. por obras y rellenos en el lecho, que limitan la capacidad de flujo bajo el mismo.

En el caso del puente La Arenita, la luz total del puente ha sido disminuida, al ensancharse considerablemente dos de los pilares intermedios.

El lecho del curso, en el cruce del puente Chamán y en los sectores adyacentes (aguas arriba y aguas abajo del mismo), se encuentra severamente colmatado y es utilizado como terreno de cultivo.

En cuanto al puente Avispero, aparentemente se está desarrollando un proceso de sedimentación, que podría estar limitando la capacidad hidráulica del mismo.

Otros elementos menores, se han identificado en diversos pontones provistos de defensas ribereñas, las cuales no han sido conectadas, adecuadamente, a los estribos de los mismos.

A lo largo del eje del proyecto vial, los problemas de drenaje se magnifican cuando se producen fuertes precipitaciones pluviales durante la presencia del fenómeno de El Niño, que dan lugar a la activación de los cursos naturales, de descarga eventual, i se observó el año 1,998, cuando el incremento desmesurado del caudal de los cursos naturales provocó desbordes e inundaciones.

4.5.1 OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

Introducción

Como se indicó anteriormente, el sistema de drenaje existente, a lo largo de la carretera en estudio, esta constituido por alcantarillas y pontones de paso para canales de riego y por puentes y pontones de cruce de cursos naturales. El tramo de la vía en estudio carece de drenaje longitudinal, en atención a la topografía plana del sector.

Inventario de Obras de Drenaje Existentes

Las estructuras existentes, en el tramo en estudio, se circunscriben a alcantarillas de tipo variado, puentes y pontones.

Alcantarillas

Durante el inventario de campo, a lo largo de la vía asfaltada en estudio, se registró un total de 93 alcantarillas existentes.

En el Anexo del Estudio de Obras de Arte y Drenaje, se presenta el inventario de alcantarillas elaborado para el presente estudio, en el cual se hacen mención a los problemas encontrados como producto de la evaluación de campo, asimismo, se muestran las coordenadas y progresivas de su ubicación, lo mismo que sus dimensiones, el tipo de material de la que están constituidas y las actividades correctivas a tomar en consideración.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	*ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)* ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 21 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------



4.5.2 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

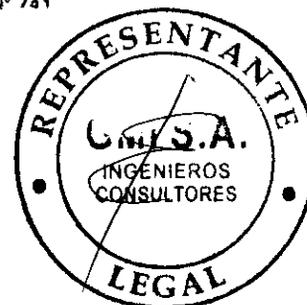
La mayor parte de las alcantarillas sólo requiere de trabajos de roce, limpieza y descolamtación.

En el caso particular de la alcantarilla ubicada en la progresiva 612+235, existe un sistema de riego, operado por compuertas para elevar el nivel del agua hasta la altura de los canales de distribución. La operación inapropiada de este sistema, origina sobreelevaciones excesivas del espejo de agua, aguas abajo de la alcantarilla, alcanzando prácticamente el nivel de la superficie de la vía.

En el Cuadro HD – 14 , se resumen los trabajos requeridos para cada alcantarilla.


GMI S.A.
.....
Ing. Marco Márticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
.....
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741

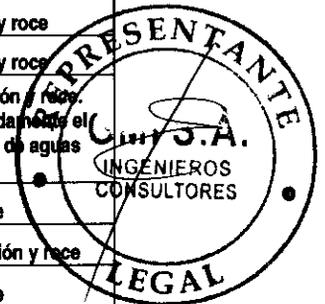


180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	22 de 47



**CUADRO H D - 14
OBRAS HIDRAULICAS EN ALCANTARILLAS**

Ficha N°	Progresiva	Características					Trabajos por Realizar
		Tipo	N° Abert.	Longitud (m)	Ancho/Dia. (m)	Alto actual (m)	
001 - A	604+170	MCA	1	13.00	3.50	1.20	Requiere descolmatación y roce
002 - A	605+850	MCA	1	11.90	0.60	0.55	Requiere limpieza
003 - A	606+170	MCA	1	13.30	0.60	0.55	Requiere limpieza
004 - A	606+450	MCA	1	11.90	3.60	1.70	Operativa
005 - A	607+070	MCA	1	11.40	1.70	0.50	Requiere descolmatación y roce
006 - A	607+690	MCA	1	11.40	2.00	0.80	Requiere limpieza y roce
007 - A	608+380	MCA	1	12.85	1.80	1.10	Requiere limpieza y roce
008 - A	608+705	MCA	1	14.30	0.85	2.00	Requiere descolmatación y roce
009 - A	608+708	MCA	1	13.90	2.55	2.00	Requiere descolmatación y roce
010 - A	608+805	MCA	1	13.80	1.40	0.50	La alcantarilla esta colmatada al 100% y presenta dos sangrias en la calzada. Requiere descolmatación y roce
011 - A	609+245	MCA	1	15.20	1.00	0.55	Requiere descolmatación y roce
012 - A	609+680	MCA	1	15.25	1.20	0.50	Requiere descolmatación y roce
013 - A	609+810	MCA	1	16.20	1.50	0.85	Requiere limpieza y roce
014 - A	610+785	MCA	1	15.75	1.35	0.35	Requiere descolmatación y roce
015 - A	611+140	MCA	1	15.80	2.00	0.60	Requiere limpieza y roce
016 - A	611+920	MCA	1	14.20	4.45	1.20	Requiere limpieza y roce
017 - A	612+235	MCA	1	13.45	4.40	0.60	Requiere descolmatación y roce. Debe regularse adecuadamente el control en compuertas de aguas abajo
018 - A	612+570	MCA	1	13.30	2.90	2.00	Requiere roce
019 - A	612+720	MCA	1	13.35	2.00	0.50	Requiere descolmatación y roce
020 - A	613+000	MCA	1	22.10	1.00	0.70	Requiere roce
021 - A	613+412	MCA	1	13.20	2.50	0.30	Requiere descolmatación y roce
022 - A	613+540	MCA	1	11.70	1.40	0.30	Requiere descolmatación y roce
023 - A	614+653	MCA	1	14.70	2.20	0.60	Requiere descolmatación y roce
024 - A	616+165	MCA	1	30.10	2.20	0.50	Requiere descolmatación y roce
025 - A	617+810	MCA	1	13.75	3.00	1.70	Requiere limpieza y roce
026 - A	618+085	MCA	1	14.90	1.00	1.00	Requiere limpieza y roce
027 - A	619+090	MCA	1	12.10	2.50	2.00	Requiere descolmatación y roce
028 - A	621+020	MCA	1	13.50	2.30	0.80	Requiere descolmatación y roce
029 - A	621+907	MCA	1	12.25	2.20	1.00	Requiere limpieza y roce



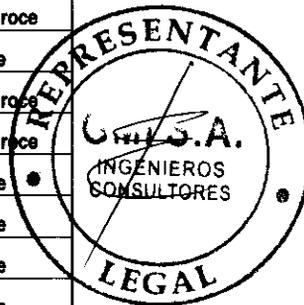
.....
 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

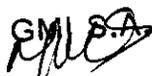
.....
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	23 de 47

030 - A	622+930	MCA	1	14.00	3.20	1.70	Operativa
031 - A	623+175	MCA	1	14.00	2.70	0.40	Requiere limpieza y roce
032 - A	624+345	MCA	1	12.60	3.10	1.00	Requiere limpieza y roce
033 - A	624+478	MCA	1	12.00	2.00	1.10	Requiere limpieza y roce
034 - A	624+958	MCA	1	12.80	1.80	1.10	Requiere limpieza y roce
035 - A	625+060	MCA	1	12.30	2.50	0.80	Requiere descolmatación y roce
036 - A	625+086	MCA	1	12.30	0.80	0.65	Requiere limpieza y roce
037 - A	625+220	MCA	1	12.40	0.80	0.40	Requiere limpieza y roce
038 - A	625+335	MCA	1	13.30	1.80	0.50	Requiere limpieza y roce
039 - A	625+493	MCA	1	15.00	0.70	0.35	Requiere limpieza y roce
040 - A	625+875	MCA	1	14.90	0.70	0.60	Requiere limpieza y roce
041 - A	625+970	MCA	1	12.90	0.70	0.60	Requiere limpieza y roce
042 - A	626+200	TC	1	13.40	0.50		Requiere limpieza y roce
043 - A	633+525	MCA	1	15.15	0.75	0.55	Requiere limpieza
044 - A	633+784	MCA	1	15.80	2.00	0.80	Requiere limpieza y roce
045 - A	634+257	MCA	1	13.60	1.50	0.40	Requiere descolmatación y roce
046 - A	634+550	MCA	1	15.50	1.70	0.70	Requiere descolmatación y roce
047 - A	634+670	MCA	1	14.30	1.60	0.80	Requiere limpieza y roce
048 - A	634+978	MCA	1	13.25	0.60	0.40	Requiere descolmatación y roce
049 - A	635+131	MCA	1	15.30	3.20	0.50	Requiere descolmatación y roce
050 - A	672+830	MCA	1	13.80	3.00	1.20	Requiere limpieza y roce
051 - A	672+860	MCA	1	17.60	1.40	0.60	Requiere descolmatación y roce
052 - A	672+994	MCA	1	11.80	0.80	0.30	Requiere descolmatación y roce
053 - A	672+998	MCA	1	12.00	1.10	0.75	Requiere limpieza y roce
054 - A	673+235	MCA	1	17.60	1.00	0.90	Requiere descolmatación y roce
055 - A	674+825	MCA	1	12.80	1.40	1.00	Requiere descolmatación y roce
056 - A	675+355	MCA	1	17.30	1.50	1.10	Requiere limpieza y roce
057 - A	675+750	MCA	1	17.80	1.40	0.50	Requiere limpieza y roce
058 - A	676+050	MCA	1	13.20	3.40	1.00	Requiere limpieza y roce
059 - A	677+800	MCA	1	15.20	3.00	1.00	Requiere limpieza y roce
060 - A	680+670	Losa	1	12.20	2.00	1.30	Requiere limpieza y roce
061 - A	681+290	MCA	2	14.90	0.30		Requiere roce y limpieza
062 - A	693+880	MCA	1	15.20	2.45	0.80	Requiere descolmatación y roce
063 - A	693+960	MCA	1	18.00	4.70	1.70	Necesita limpieza y roce
064 - A	694+040	MCA	1	16.20	2.30	1.00	Requiere limpieza y roce
065 - A	694+390	MCA	1	12.70	3.10	0.70	Necesita limpieza
066 - A	694+620	MCA	1	16.50	3.10	1.70	Requiere limpieza y roce
067 - A	694+750	TMC	1	27.20	1.80		Requiere limpieza y roce





 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.


 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	24 de 47

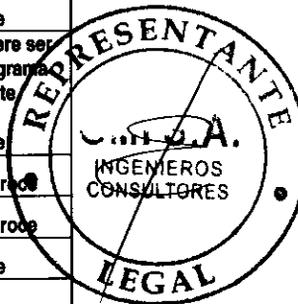
068 - A	700+240	TMC	1	14.50	1.80		Operativa
069 - A	700+713	TMC	4	14.70	0.85		Requiere limpieza
070 - A	702+550	MCA	1	15.00	2.30	0.90	Requiere limpieza y roce
071 - A	702+730	MCA	1	13.50	3.90	1.28	Requiere limpieza y roce
072 - A	704+680	TMC	1	36.00	4.60	2.20	Requiere limpieza y roce
073 - A	706+840	MCA	1	13.20	1.50	1.70	Requiere limpieza y roce
074 - A	707+200	MCA	1	11.70	2.70	1.10	Requiere limpieza y roce
075 - A	709+460	MCA	1	35.70	2.20	1.50	Requiere limpieza y roce
076 - A	709+507	MCA	1	15.70	2.30	1.50	Requiere limpieza y roce
077 - A	709+820	MCA	1	15.30	2.10	1.50	Requiere descolmatación y roce
078 - A	713+920	TC	1	18.80	0.65		Operativa
079 - A	714+180	MCA	1	15.80	4.80	1.15	Requiere descolmatación y roce
080 - A	715+780	TC	1	15.90	0.80		Estructura inadecuada; requiere ser reemplazada en próximo programa de mejoramiento, mediante elevación de rasante. Requiere limpieza y roce
081 - A	716+090	MCA	1	18.10	3.00	1.70	Requiere limpieza y roce
082 - A	716+380	MCA	1	22.50	2.30	0.90	Requiere limpieza y roce
083 - A	716+640	TC	1	18.00	0.55		Requiere descolmatación y roce
084 - A	716+705	TC	1	17.80	0.60		Requiere limpieza y roce
085 - A	716+900	MCA	1	16.80	1.40	0.90	Requiere limpieza
086 - A	717+110	TC	1	16.60	0.80		Estructura inadecuada; requiere ser reemplazada en próximo programa de mejoramiento, mediante elevación de rasante. Requiere limpieza y roce
087 - A	720+225	TC	1	16.30	0.60		Requiere limpieza y roce
088 - A	720+730	TC	1	18.00	0.50		Estructura inadecuada; requiere ser reemplazada en próximo programa de mejoramiento, mediante elevación de rasante. Requiere limpieza y roce
089 - A	721+110	MCA	1	15.40	1.20	0.50	Requiere descolmatación y roce
090 - A	724+680	MCA	4	14.70	5.80	0.80	Requiere descolmatación y roce
091 - A	726+910	MCA	1	16.30	3.70	1.87	Requiere limpieza y roce
092 - A	728+310	TC	2	14.70	1.85		Operativa
093 - A	728+815	TC	2	14.70	1.85		Operativa

GMI S.A.

Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.

Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	25 de 47

Puentes y pontones

De igual manera, en el inventario de campo, se registró un total de 17 estructuras 5 puentes y 12 pontones existentes que se ubican a los largo de la vía asfaltada. En el Anexo N° 2 del Estudio de Obras de Arte y Drenaje, se presenta el inventario de puentes elaborado en el presente estudio, en el cual se hacen mención a los problemas encontrados como producto de la evaluación de campo, asimismo, se muestran coordenadas de ubicación, medidas, tipo de material de la que esta constituida y las actividades correctivas a tomar en consideración.

De los cinco puentes identificados, dos corresponden a cruces de cursos hídricos permanentes (Careaga sobre el río Chicama y La Libertad sobre el río Jequetepeque) y tres a cursos de descarga eventual (La Arenita, Chamán y Avispero).

Los pontones inventariados, cumplen diversas funciones: cinco corresponden a cruces de canales de riego, cinco a cruces de cursos de descarga eventual, uno a cruce combinado de sistema de riego y control de descargas en una cuenca de descarga eventual y uno a un pase vehicular en dos niveles.

En el Cuadro HD - 15 , se resumen los trabajos requeridos para cada puente o pontón que presenta indicios o evidencias de problemas hidráulicos.

**CUADRO H D - 15
OBRAS HIDRAULICAS EN PUENTES Y PONTONES**

Puente o pontón	Condición funcional hidráulica	Geometría			Obras por ejecutar
		Luz (m)	Altura (m)	Ancho (m)	
Ponton 608+763	Regular	6.0	1.2	13.0	Se necesita extender los muros de protección existentes hasta el cabezal, aguas arriba y colocar muros de protección, de 3 m de longitud, aguas abajo. Requiere Roce y limpieza.
Ponton 610+094	Regular	6.7	6.5	14.0	Requiere reparación de estribo derecho. Requiere Roce y Limpieza
Puente Careaga	Regular	235.0	7.0	8.1	Requiere protección de los pilares con colchones de gaviones. Se necesita defensa de talud sobre margen derecha, aguas arriba
Ponton 615+096	Buena	10.5	6.5	13.4	Operativo
Ponton 625+502	Regular	5.3	2.3	12.6	Requiere extender los muros de ala, aguas arriba y aguas abajo, hasta el talud.



GMI S.A.
 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	26 de 47



Puente La Arenita	Mala	25.6	2.0	9.0	Se necesita eliminar rocas depositadas en los vanos del puente. Se requiere proteger el lecho, a la entrada y salida, con colchones de gaviones. El borde libre, debido al ensanche de los pilares, resulta menor al permitido.
Ponton 658+996	Regular	3.8x3	2.2	15.3	Requiere completar muro de defensa, de aguas arriba en margen derecha, hasta el cabezal. Se requiere Roce y Limpieza.
Ponton 662+046	Regular	17.0	4.1	12.2	Se necesita completar el soporte de concreto bajo la esquina izquierda de la estructura.
Ponton 662+797	Buena	7.3	4.1	15.0	Operativo
Ponton 668+910	Buena	6.8	1.2	13.0	Operativo
Ponton 672+741	Buena	5.2	3.0	9.2	Operativo
Ponton 688+385	Regular	4.8	0.9	13.0	Se requiere reparar apoyos de estribos y pilar
Ponton 693+320	Buena	13.0	3.2	9.5	Operativo
Puente La Libertad	Regular	220.0	7.2	9	Requiere protección de pilares con colchones de gaviones.
Ponton 707+420	Buena	4.6	3.8	12.0	Se necesita eliminar obras y rellenos que obstruyen los dos vanos extremos. Se necesita completar defensas, hasta los estribos a ambas márgenes, aguas arriba
Puente Chaman	Mala	67.0	5.5	10.2	Se requiere eliminar depósitos de sólidos y campos de cultivo en el lecho. Se necesita completar defensas, hasta los estribos a ambas márgenes, aguas arriba
Puente Avispero	Buena	20.4	3.65	11.75	Por consideraciones de seguridad, proteger el lecho, a la entrada y salida, con colchones de gaviones

Defensas Ribereñas

Se ha considerado necesario complementar, las obras del puente Careaga, con obras de defensa ribereña, para detener la socavación de los taludes en las cercanías del cruce.

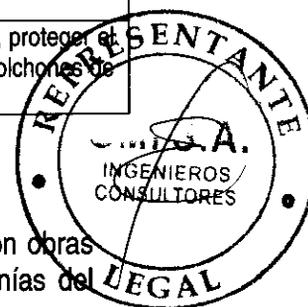
Las obras de defensa previstas, consisten en colchones de gaviones colocados sobre el talud, en planta elipsoidal, de manera que las líneas de flujo se alineen con los estribos, evitándose la formación de vórtices y consecuentemente de socavación localizada en los estribos. La ejecución de estas obras, se encuentra fuera e los alcances del proyecto, pudiendo ser ejecutados en calidad de obras adicionales de mejoramiento de puentes.



 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928



 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	27 de 47



Para el dimensionamiento de las obras de defensa, se ha considerado el tirante máximo, correspondiente a la avenida de 100 años de recurrencia y el nivel de socavación previsible para un evento de 500 años de recurrencia.

En el Cuadro HD – 16, se detallan Los tratamientos a realizarse como sistema de defensas.

CUADRO H D – 16 OBRAS DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN PUENTES

Puente	Descripción de la defensa	Descripción Geométrica
Careaga	Colchón de gaviones de protección, con anclaje de gavión	De acuerdo a Planos
La Arenita	Colchón de gaviones de protección, con anclaje de gavión	De acuerdo a Planos
La Libertad	Colchón de gaviones de protección, con anclaje de gavión	De acuerdo a Planos
Avispero	Colchón de gaviones de protección, con anclaje de gavión	De acuerdo a Planos



4.6 ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La información pluviométrica e hidrométrica siendo escasa es, en general, suficiente para los análisis hidrológicos del Proyecto.
- El número y ubicación de las estructuras del sistema de drenaje transversal (constituido por puentes, pontones y alcantarillas), son adecuados y suficientes para el control del drenaje en la vía; no se requiere la construcción de nuevas obras de drenaje transversal.
- Debido a la topografía plana del entorno de la carretera, no se considera necesaria la construcción de obras de drenaje plongitudinal.
- No se han identificado sectores o secciones puntuales que pudieran requerir de obras de sub drenaje.
- Las alcantarillas existentes, son en su mayor parte estructuras de cruce de sistemas de riego en las áreas agrícolas; sólo dos alcantarillas cumplen funciones de drenaje pluvial.



G.M.I.S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

G.M.I.S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	28 de 47



- La totalidad de las alcantarillas requiere de roce y limpieza; en algunos casos la colmatación de la alcantarilla y de los canales de riego (aguas arriba y aguas debajo de la estructura), se encuentra colmatada en grado extremo, originando niveles de agua que se acercan al nivel de la estructura del pavimento.
- El sistema de control de riego (operado por compuertas de control de nivel de captación), construido inmediatamente aguas debajo de la alcantarilla 612+635, sobreeleva el nivel de agua en la alcantarilla, hasta niveles inaceptables, que originan deterioro al pavimento adyacente.
- Los pontones construidos como parte del sistema de cruce de canales de riego, al igual que las alcantarillas que sirven el mismo propósito, deben ser limpiados y descolmatados.
- Los pontones de drenaje de cursos hídricos naturales, de descarga intermitente, se encuentran hidráulicamente operativos, pero en algunos de ellos, se requiere completar las obras de defensa construidas, hasta cerrar totalmente el sector protegido, hasta alcanzar el cabezal del pontón.
- El puente Careaga, presenta evidencias de socavación en los pilares y en el talud derecho de aguas arriba del puente; se requiere construir obras de defensa de los pilares y del talud derecho antes mencionado.
- El puente La Arenita, ha sido modificado, mediante el ensanchamiento de los de sus pilares. El ensanchamiento ha originado una reducción muy significativa de la luz libre del puente, por lo que el flujo de la avenida de diseño circulará con un borde libre menor a 1.0 m. Asimismo, debido a la reducción de la luz del puente, se ha modificado el comportamiento hidráulico de la quebrada, lo que puede conllevar fenómenos de socavación incrementada en el cauce, aguas arriba y aguas abajo del puente, por lo que es necesario proveer de obras de protección del lecho en estos sectores.
- El puente La Libertad, presenta, igualmente, evidencias de socavación en los pilares, requiriéndose de obras de protección en el lecho del río, alrededor de los pilares. Por otra parte, aguas arriba del puente en operación se encuentra la estructura semidestruida de un puente antigua, que debe ser retirada, para eliminar la interferencia en el flujo que origina.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	29 de 47



- El puente Chamán, presenta severa colmatación del cauce del río, en el cual se han desarrollado áreas de cultivo, que obstruye el flujo libre de los caudales extremos, debiendo procederse a la limpieza del cauce hasta el nivel existente durante el período de construcción del puente. Asimismo, las obras de protección de los estribos se encuentran deterioradas que deben ser reparadas.
- El puente Avispero no presenta evidencias de socavación y la capacidad hidráulica del mismo es adecuada para los caudales extremos previsibles.

RECOMENDACIONES

Se proceda a la descolmatación, limpieza y desbroce de las alcantarillas existentes coordinando, con las autoridades competentes, para la descolmatación de los canales de riego asociados a las mismas.

Se proceda, de igual manera, a la limpieza y descolmatación de los pontones que sirven de paso a canales de riego.

Se coordine, con las autoridades competentes, para la mejora y control de los sistemas de distribución de riego que afectan la seguridad de la vía.

Se completen las obras de protección de los pontones de cruce de cursos naturales.

Se construyan las obras de defensa de los pilares en los puentes Careaga y La Libertad.

Se reemplace el puente La Arenita, por carecer de la capacidad hidráulica necesaria, debido a las modificaciones introducidas al diseño del mismo, En caso de demorarse la construcción del nuevo puente, proceder a la construcción temporal de las obras de protección del cauce propuestas.

En caso de contarse con los recursos suficientes, proceder a la construcción de las obras de protección del talud derecho, aguas arriba del puente Careaga.

Se programe y ejecute un programa de limpieza permanente de las estructuras de drenaje, que asegure su correcta operación a largo plazo.

Se lleven a cabo comprobaciones periódicas del funcionamiento de las obras de protección a construir, teniéndose en cuenta la dinámica natural de los cursos hídricos. La comprobación es particularmente importante después de cada período de crecientes en la región.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 30 de 47
--------------------------------------	---	---------------------------------



4.7 PANEL FOTOGRAFICO

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>31 de 47</p>
---	---	--



Foto 1: Pontón 608+763: Se requiere proteger la entrada y salida extendiendo los muros existentes, o construyendo muros nuevo



Foto 2: Pontón 608+763: Se requiere proteger la entrada y salida extendiendo los muros existentes, o construyendo muros nuevos



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 32 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------

GMI



Foto 3: Pontón 610+094: Es brazo del río Careaga. El estribo derecho, aguas abajo, se encuentra parcialmente derruido y el talud del mismo lado en peligro de deslizar.

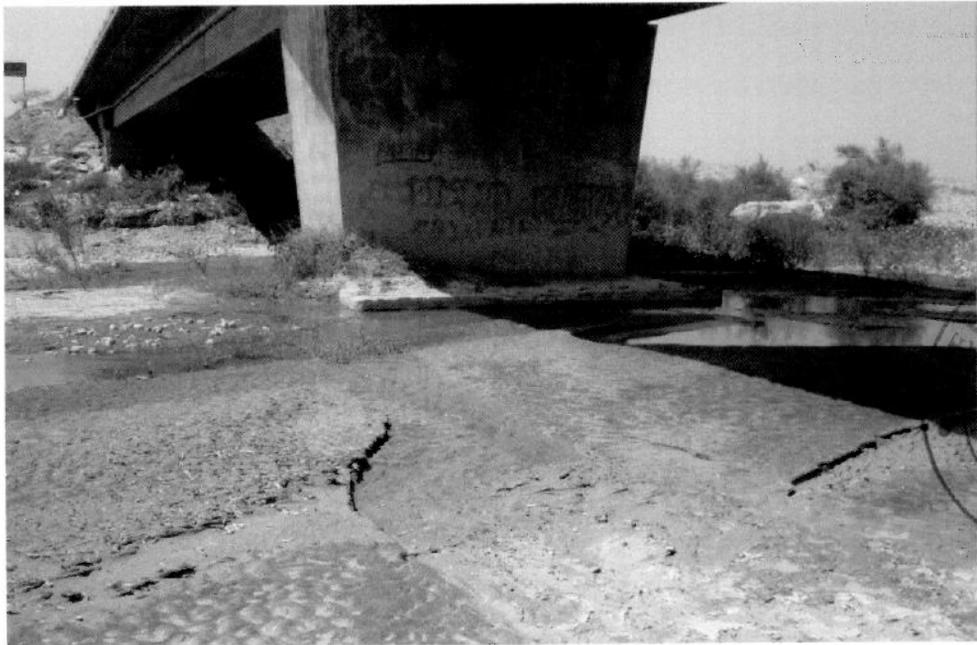


Foto 4: Puente Careaga: Se observa socavación en los pilares. Requiere obras de defensa en el lecho.



GMI S.A.

.....
Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3923

GMI S.A.

.....
Ing. Gabriel Marín Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 33 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------

GMI

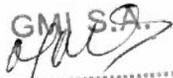


Foto 5: Puente Careaga: Se observa socavación en los pilares. Requiere obras de defensa en el lecho.

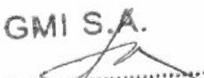


Foto 6: Puente Careaga: Se observa socavación en el talud de la margen derechas. Requiere obras de defensa en el talud de aguas arriba.



GMI S.A.


 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.


 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>34 de 47</p>
---	---	--



Foto 7: Pontón 625+502: Es canal de regadío. La plataforma de la carretera está parcialmente sostenida en una pirca; requiere mejorar el apoyo. Igualmente se necesita extender los muros de ala para proteger los taludes aguas arriba y aguas abajo.



Foto 8: Pontón 625+502: Es canal de regadío. La plataforma de la carretera está parcialmente sostenida en una pirca; requiere mejorar el apoyo. Igualmente se necesita extender los muros de ala para proteger los taludes aguas arriba y aguas abajo.



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"	Fecha: 10/11/10
Revisión: 0	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	35 de 47

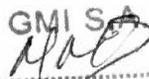
GMI

Foto 9: Puente La Arenita: Los pilares centrales han sido modificados, restringiendo el cauce bajo el puente. En la sección de salida, se han colocado grandes rocas que dificultan el flujo y deben ser retiradas. La protección de enrocado y gaviones, de aguas arriba del puente, debe ser completada.



Foto 10: Pontón 658+996: La margen derecha, aguas arriba, está protegida por un muro de gaviones paralelo a la vía, que se interrumpe antes de conectar al muro de ala del pontón. Se requiere completar la defensa.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>36 de 47</p>
---	---	--



Foto 11: Pontón 662+046: La margen izquierda, aguas arriba, está protegida por un muro de gaviones paralelo a la vía, que se interrumpe antes de conectar al muro de ala del pontón. Se requiere completar la defensa.



Foto 12: Pontón 662+797: El apoyo izquierdo del "superspan", es incompleto. Se requiere completar la base de concreto



GMI S.A.
[Signature]
 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 37 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------

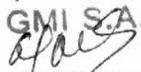
GMI



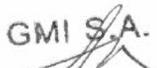
Foto 13: Pontón 688+385: Se observa deterioro de los apoyos del pilar y los estribos, que deben ser reparados



Foto 14: Puente La Libertad: Los vanos extremos se encuentran total y parcialmente anulados por un dique y relleno, respectivamente. Se observa socavación en la cimentación de los pilares.

GMI S.A.


 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.


 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 38 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------

GMI



Foto 15: Puente La Libertad: Los vanos extremos se encuentran total y parcialmente anulados por un dique y relleno, respectivamente. Se observa socavación en la cimentación de los pilares.



Foto 16: Puente Chamán: El lecho del río ha sido utilizado como terreno de cultivo aguas abajo del puente, disminuyendo su capacidad hidráulica.



GMI S.A.
Palacios
.....
Ing. Marco Marticorena Castillo
Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
CIP N° 3928

GMI S.A.
Marin
.....
Ing. Gabriel Marin Canchanya
Jefe de Estudio
CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>39 de 47</p>
---	---	--



Foto 17: Puente Chamán: El lecho del río, aguas arriba del puente, se encuentra cubierto por vegetación natural, disminuyendo su capacidad hidráulica.



Foto 18: Puente Chamán: La protección de los taludes, aguas arriba del puente, no cubre el tramo adyacente al muro de ala. Se requiere completar los muros de gaviones.



GMI S.A.
[Signature]
 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]
 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>40 de 47</p>
---	---	--



Foto 19: Alcantarilla 610+785: La alcantarilla se encuentra totalmente colmatada, restringiendo totalmente el paso del flujo. Se requiere eliminar los sedimentos en la alcantarilla y en los canales de ingreso y salida.



Foto 20: Alcantarilla 612+235: El sistema de riego, controlado por compuertas, origina una excesiva sobre elevación del agua en los anales de ingreso y salida, que alcanza el nivel de la estructura del pavimento. Debe reformularse el sistema de riego.



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>41 de 47</p>
---	---	--



Foto 21: Alcantarilla 613+412: La alcantarilla se encuentra severamente colmatada. Se requiere eliminar sedimentos dentro de la alcantarilla y en los canales de ingreso y salida.



Foto 22: Alcantarilla 613+540: La alcantarilla se encuentra severamente colmatada y prácticamente inoperativa. Se requiere descolmatar la alcantarilla y los canales de ingreso y salida.



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Maricorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>42 de 47</p>
---	---	--



Foto 23: Alcantarilla 614+653: El canal de descarga se angosta a aproximadamente 5 m aguas abajo de la alcantarilla.



Foto 24: Alcantarilla 623+135: La alcantarilla se encuentra severamente obstruida por sedimentos y vegetación; requiere ser descolmatada



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Maticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>43 de 47</p>
---	---	--



Foto 25: Alcantarilla 625+335: Requiere descolmatar, tanto de la alcantarilla como de los canales de ingreso y salida.



Foto 26: Alcantarilla 626+186: Alcantarilla circular de escaso diámetro. Requiere de limpieza en canales de entrada y salida.



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>44 de 47</p>
---	---	--



Foto 27: Alcantarilla 634+252: Presenta escaso borde libre; debe eliminarse el material sedimentado en la alcantarilla y en los canales de ingreso y salida.



Foto 28: Alcantarilla 635+131: Alcantarilla enviajada; requiere limpieza de los canales de entrada y salida.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marin Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

180898-55-INT-001 Revisión: 0	"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)" ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL	Fecha: 10/11/10 45 de 47
--------------------------------------	--	---------------------------------

GMI

Foto 29: Alcantarilla 635+130: El nivel de agua se acerca excesivamente al nivel del pavimento, pudiendo originar problemas de drenaje por capilaridad. Se debe eliminar sedimentos tanto del fondo de la alcantarilla como de los canales de ingreso y salida.



Foto 30: Alcantarillas 672+998 y 672+994: Alcantarillas paralelas; requieren limpieza de los respectivos canales.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741

<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>46 de 47</p>
---	---	--



Foto 31: Alcantarilla 675+745: Se requiere Eliminación de vegetación en el canal.



GMI S.A.
[Signature]

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMYS.A.
[Signature]

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741



<p>180898-55-INT-001</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>"ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA: PANAMERICANA NORTE, TRAMO I (KM. 586+600 AL KM 736+600)"</p> <p>ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE VIAL</p>	<p>Fecha: 10/11/10</p> <p>47 de 47</p>
---	---	--



Foto 32: Alcantarilla 668+651: Los muros del canal de aproximación se encuentran colapsados, aunque no afectan el funcionamiento de la alcantarilla.



Foto 33: Alcantarilla 681+290: Son dos tubos de concreto de 0.30 m de diámetro. Descarga entre sectores actualmente eriazos.



GMI S.A.

 Ing. Marco Marticorena Castillo
 Especialista en Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial
 CIP N° 3928

GMI S.A.

 Ing. Gabriel Marín Canchanya
 Jefe de Estudio
 CIP N° 741