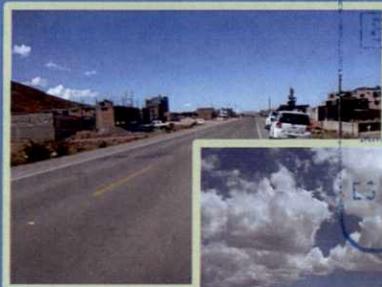


# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DEFINITIVO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JULIACA



**INFORME N°08:  
INFORME FINAL**

**VOLUMEN III  
ESTUDIOS BÁSICOS**

**2.4. ESTUDIO DE  
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**TOMO 1/2**

**COMPONENTE INGENIERIA**

**AGOSTO 2017**

**ORIGINAL**

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DEFINITIVO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JULIACA

## INFORME FINAL DEFINITIVO (INFORME N° 08)

### ÍNDICE

ESTUDIO HIDROLOGIA E HIDRÁULICA.....	3
1. ANTECEDENTES.....	3
1.1. Análisis y revisión de estudios anteriores .....	3
1.2. Estaciones Meteorológicas y selección de información a emplear.....	5
1.3. Inspección preliminar de campo .....	7
1.4. Estudio de cuencas e inventario de cursos de agua importantes (quebradas, ríos, etc.).....	10
2. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	11
2.1. Análisis Estadístico.....	11
2.2. Análisis de datos dudosos .....	12
2.3. Precipitación Máxima en 24 horas (mm).....	13
2.4. Análisis de Riesgo.....	13
2.5. Período de recurrencia (Tr).....	15
2.6. Prueba de bondad de ajuste Smirnov - Kolmogorov.....	16
2.7. Determinación de la Ecuación de Intensidad .....	17
3. ESTUDIO HIDRÁULICO.....	19
3.1. Inventario de Obras de Drenaje Existente .....	19
3.2. Quebradas con Capacidad de Arrastre.....	20
3.3. Relación de obras de Drenaje Proyectas a nivel Transversal .....	20
3.4. Puentes .....	20
3.5. Parámetros de Diseño de las Estructuras de Drenaje Propuestas y Riego	21
3.5.1. Alcantarillas.....	21



**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
ING. WILMÁN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



3.5.2.	Cunetas .....	22
3.5.3.	Elevación de rasante .....	25
3.5.4.	Bordillos .....	26
3.5.5.	Canal de Riego Yocará .....	27
3.6.	Identificación y alternativas de solución en sectores afectados por agua superficial o subterránea y sector con erosión de ribera .....	28
3.6.1.	Sectores con acumulación de agua en depresiones .....	28
3.6.2.	Sectores con Mejoramiento y Napa Freática .....	29
3.6.3.	Sector con erosión de ribera .....	29
4.	Conclusiones y Recomendaciones .....	30
4.1.	Conclusiones .....	30
4.2.	Recomendaciones .....	31



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



# ESTUDIO HIDROLOGIA E HIDRÁULICA

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Análisis y revisión de estudios anteriores

Con la finalidad de orientar adecuadamente el desarrollo de la ingeniería de detalle de este estudio, se revisó, analizó y evaluó con el mayor detalle la información existente referente al capítulo de Hidrología y Drenaje del área en estudio, carretera y el área circundante en general, encontrándose los siguientes estudios:

#### i. Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Construcción de la Vía de Evitamiento a la ciudad de Juliaca- Informe Final, (Setiembre, 2012).

Del análisis y revisión detallada del documento antes mencionado, se tienen los siguientes comentarios y/o conclusiones:

- En el estudio de Preinversión no se desarrolló el componente de Hidrología, y Drenaje Vial.
- En el ítem 4.6.1, b) Hidrología y Drenaje, indica "para que una carretera se mantenga un buen estado, es necesario que cuente con un adecuado sistema de drenaje, que permita la oportuna y rápida evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales y/o subterráneas, sin que ellas causen daño al cuerpo vial. Asimismo, es fundamental el mantenimiento rutinario y periódico de estas estructuras de modo que mantengan su capacidad hidráulica y estructural. A fin de establecer las características generales de las principales obras de drenaje que requerirá la construcción de la carretera en estudio, se efectuó una inspección de la situación

**HOB CONSULTORES S.A.**

  
.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

  
.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



actual y se plantearon las principales intervenciones a realizar a fin de garantizar que los cursos de agua no afecten la plataforma de la carretera”.

- En esta etapa del proyecto de la Vía de Evitamiento de la Ciudad de Juliaca, el estudio de Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial, no se ha desarrollado.

**ii. Estudio Definitivo de Ingeniería de la segunda calzada de la autopista Puno – Juliaca, elaborado por Naylamp Ingenieros S. A. C. (noviembre 2014).**

Del análisis y revisión detallada del documento antes mencionado, se tiene los siguientes comentarios y/o conclusiones:

- El estudio hace una descripción de la climatología, temperaturas máximas, mínimas y medias, humedad relativa y precipitaciones medias anuales sin ningún sustento de data histórica emitida por la entidad autorizada SENAMHI, no se hace referencia a algún otro proyecto.
- La data histórica pluviométrica recopilada de SENAMHI corresponde a las estaciones Puno y Juliaca, pero solo se utilizó la data de la estación Puno pues la estación Juliaca solo contaba con 6 años.
- Para la evaluación de precipitaciones extremas se realizó el análisis de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov, resultando la distribución de mejor ajuste la Log Pearson III.
- Se considera el mismo valor de vida útil para todas las estructuras diseñadas sin tomar en cuenta la importancia de acuerdo al tipo, además, los períodos de retorno utilizados para el dimensionamiento no son concordantes con lo recomendado por el actual Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC. (RD – 20 – 2011 – MTC - 14).

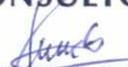
**iii. Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa, Instituto Nacional de Recursos Naturales - Intendencia de Recursos Hídricos ATDR Juliaca – Perú, diciembre 2007.**

Del análisis y revisión detallada del documento antes mencionado, se tiene los siguientes comentarios y/o conclusiones:

- Ante la carencia de datos hidrométricos, y muchas veces poco período de registros, en este documento se presenta un Análisis Regional de Crecidas, generando ecuaciones en función del área para diferentes períodos de retorno, siendo estas ecuaciones de utilidad para la generación de descargas en diferentes puntos de interés.



**HOB CONSULTORES S.A.**

  
.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. Hidrología e Hidráulica  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

  
.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



**Tabla N° 11.2**  
*Ecuación de Regionalización de Crecidas – Cuenca Río Coata*

T (Años)	a	b	R <sup>2</sup>	Ecuación
2	0.22076	0.84738	0.98	$Q_{TR} = 0.22076(A)^{0.84738}$
5	0.44573	0.81908	0.98	$Q_{TR} = 0.44573(A)^{0.81908}$
10	0.76906	0.77943	0.98	$Q_{TR} = 0.76906(A)^{0.77943}$
25	1.00261	0.77200	0.98	$Q_{TR} = 1.00261(A)^{0.77200}$
50	1.04209	0.78191	0.98	$Q_{TR} = 1.04209(A)^{0.78191}$
100	1.94223	0.71995	0.98	$Q_{TR} = 1.94223(A)^{0.71995}$
150	3.94964	0.64188	0.98	$Q_{TR} = 3.94964(A)^{0.64188}$
200	5.76737	0.60099	0.98	$Q_{TR} = 5.76737(A)^{0.60099}$
300	6.91576	0.58488	0.98	$Q_{TR} = 6.91576(A)^{0.58488}$
400	9.94792	0.54523	0.98	$Q_{TR} = 9.94792(A)^{0.54523}$
500	16.27373	0.48947	0.98	$Q_{TR} = 16.27373(A)^{0.48947}$
1,000	27.46085	0.43494	0.98	$Q_{TR} = 27.46085(A)^{0.43494}$

Fuente: Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuenas de los Ríos Cabanillas y Lampa, Instituto Nacional de Recursos Naturales - Intendencia de Recursos Hídricos ATDR Juliaca – Perú, Diciembre 2007.

## 1.2. Estaciones Meteorológicas y selección de información a emplear

En el desarrollo del presente estudio se hará uso de información histórica proporcionada por la entidad autorizada SENAMHI, de las siguientes estaciones meteorológicas e hidrológicas.

### a) Precipitación Máxima en 24 horas (mm)

Los registros históricos de precipitación se han obtenido de las siguientes estaciones meteorológicas:

**Cuadro N° 1.2.1. Estaciones Meteorológicas Utilizadas e Información Seleccionada**

Estación	Ubicación	Altitud	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Parámetro	Período de Registro
		m.s.n.m.	Latitud (S)	Longitud (W)	Este	Norte		
Cabanillas	Dpto.: Puno	3890	15° 38'	70° 20'	355680.7	8270505.4	Pmáx24hr	1964 - 2015
	Prov: San Román Dist: Cabanillas						PTM	2005 - 2015
Juliaca	Dpto: Puno	3820	15° 28'	70° 10'	374843.3	8289717.7	Pmáx24hr	2002 - 2015
	Prov: San Román Dist: Juliaca						PTM	2002 - 2015

Fuente: Senamhi – Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

PTM: Precipitación Total Mensual (mm).

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



La información con la cual se desarrollará el estudio hidrológico corresponde a la estación Cabanillas, por ser la de mayor extensión (52 años).

### Hidrometría

En estas estaciones no se cuenta con registros de caudal máximo instantáneo, los únicos registros existentes corresponden a registros históricos de caudales medios mensuales de las siguientes estaciones:

**Cuadro N° 1.2.2. Estaciones Hidrológicas Utilizadas e Información Seleccionada**

Estación	Ubicación	Altitud	Coordenadas		Coordenadas UTM		Parámetro	Período de Registro
		m.s.n.m.	Latitud (S)	Longitud (W)	Este	Norte		
Pte. Maravillas	Dpto: Puno Prov: Huancané Dist: Taraco	3828	15° 17'	69° 52'	377686	8292987	QMM	1957 - 1974 / 1976 - 1978 / 1989 - 1994 / 2009
Pte. Lampa	Dpto: Puno Prov: San Román Dist: Juliaca	3838	15° 26'	70° 12'	370265	8292235	QMM	1995
Pte. Isla Cabanillas	Dpto: Puno Prov: San Román Dist: Juliaca	3850	15° 28'	70° 13'	368715	8289102	QMM	1995

Fuente: SENAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

QMM: Caudal Medio Mensual (m<sup>3</sup>/s).



### Cartografía

Para la delimitación de las cuencas hidrográficas y obtención de sus principales parámetros geomorfológicos, se emplearon Cartas Nacionales del Perú preparadas por el Instituto Geográfico Nacional, a escala 1/100000, zona UTM 19L.

Las cartas seleccionadas y consultadas, fueron las siguientes:



**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

**Cuadro N° 1.2.3. Cartas nacionales consultadas**

Código Nacional	Nombre
31-u	Ocuviri
31-v	Juliaca
31-x	Huancané
32-u	Lagunillas
32-v	Puno
32-x	Acora

### 1.3. Inspección preliminar de campo

#### Análisis de Alternativas de Trazo

Luego de analizar los antecedentes y de realizar el reconocimiento de campo en el presente Estudio, con respecto a las alternativas de trazo y de acuerdo a esta especialidad, se debe indicar lo siguiente:

- De acuerdo al "Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial"<sup>1</sup>, se establece que una Vía de Evitamiento es aquella **Vía que se construye para evitar atravesar una zona urbana.**
- De las tres (03) alternativas de trazo propuestas en el Estudio de Perfil, la numero 01 y 02 presentan características en su desarrollo que, a nuestro parecer, la hacen inviable técnicamente, de acuerdo a lo descrito en el ítem 4.2.1 y 4.2.2. En cambio la alternativa número 03, previa realización de algunas mejoras en su definición horizontal, como es el caso de evitar los movimientos de tierra excesivos, que su mayoría se efectuaría por zonas con restos arqueológicos (andenería existente en las faldas de los cerros) así como evitar el paso por sectores que se encuentran dentro de la expansión urbana de la ciudad de Juliaca; contaría con viabilidad técnica, por lo cual se ha procedido a mejorar dicho trazo planteado en el precitado Estudio, disminuyendo el material a cortar y alejándose de la zona de expansión urbana, convirtiéndose en la **Alternativa 01** del presente Estudio de Factibilidad.
- Si bien es cierto que la Alternativa 01 contaría con viabilidad técnica y económica; sin embargo, no contaría con viabilidad social en todo el largo de su desarrollo, por encontrarse con pobladores que no están de acuerdo con que el trazo de la Vía proyectada atravesase sus propiedades, demostrando un rechazo a todo lo que conlleve la proyección de la nueva Vía de Evitamiento.
- Ante la problemática social, que se traduce en la no aceptación de algunos de los pobladores para el desarrollo del trazo óptimo para la Vía de Evitamiento, evitando que realicemos nuestras actividades en campo correspondientes al levantamiento de información de la zona del proyecto, se optó por plantear, luego de la evaluación y de las mejoras correspondientes, como una opción de solución al trazo, la alternativa de trazo número 01 del Estudio de Perfil elaborado por el Consorcio Ing. José Fernando Luna



<sup>1</sup> Página 50, aprobada con RD N° 18-2013-MTC/14, el 14.Junio.2013.

**HOB CONSULTORES S.A.**

  
.....  
ING. WILMAN KONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

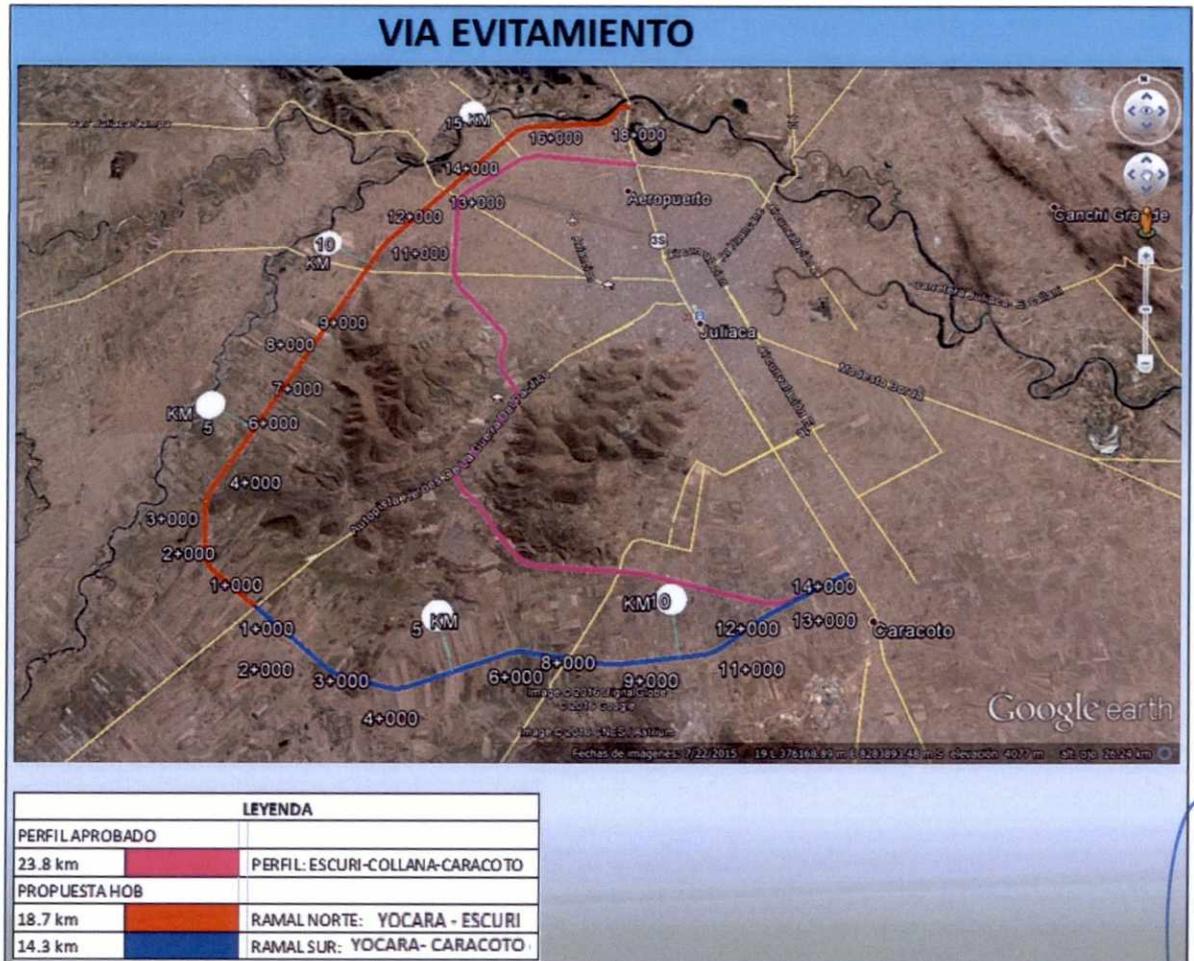
  
.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



Huamán – Project Management Perú S.A.C., convirtiéndose en la **Alternativa 02** del presente Estudio de Factibilidad.

Por lo cual, ponemos a consideración del MTC – Provias Nacional nuestra recomendación sobre el trazo óptimo para la Vía de Evitamiento, que, de acuerdo a los análisis realizados, es la Alternativa N° 01, que resumiendo contaría con viabilidad técnica más no social.

**Figura N° 1.3.1. Análisis de Alternativa de Trazo.**



Fuente: Elaboración propia.

Toda vez que se ha concordado entre Consultor, MTC-Provias Nacional y autoridades de la zona del Proyecto, que la mejor solución propuesta es la Alternativa N° 01, en esta etapa del Estudio se presenta el desarrollo de la Ingeniería, en sus diferentes especialidades, de dicha solución; mientras en paralelo se hace el trabajo de sensibilización de la población por parte de las autoridades de la región.



**HOB CONSULTORES S.A.**

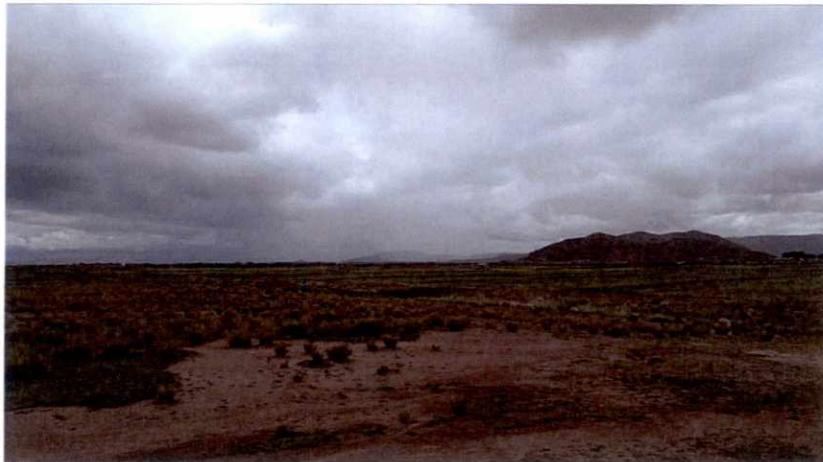
.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

**Inspección Preliminar de Campo**

Durante esta etapa, se apreció que el alineamiento del trazo propuesto se ubica sobre una superficie relativamente plana, en la cual se cruza ciertas zonas de pasturas y en otros casos pequeñas depresiones donde se tiene agua estancada.



Planicie por donde pasa el alineamiento de la Vía de Evitamiento.

Actualmente en todo este sector se viene construyendo un canal de riego de sección variable, en cierto tramo es rectangular y en otros es de sección semicircular, el cual se ubica sobre un terraplén.



Vista del canal semicircular, de reciente construcción.



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

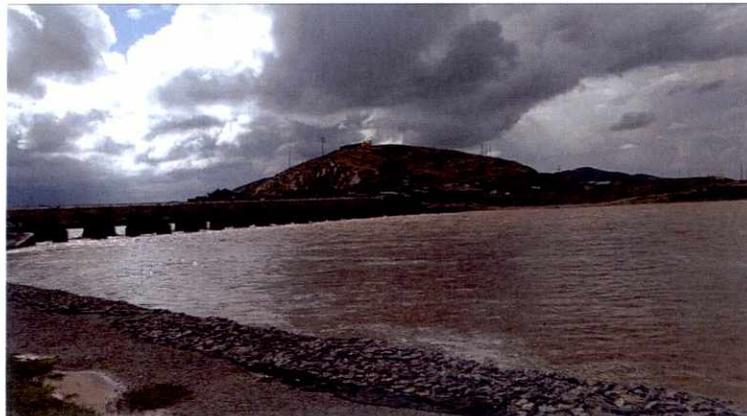
**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



Vista del canal trapezoidal, de reciente construcción.

De otro lado, al lado izquierdo de la vía proyectada se tiene la presencia del río Coata, podemos indicar que no tiene una influencia directa en procesos de erosión lateral; sin embargo, no se descarta el análisis de esta cuenca de ser el caso.



A lo largo de todo el trazo, no se encontró quebradas importantes que intercepten el alineamiento, por lo cual no es necesario desarrollar el ítem de estudio de cuencas.

#### 1.4. Estudio de cuencas e inventario de cursos de agua importantes (quebradas, ríos, etc.).

A lo largo del desarrollo del trazo de la futura Vía de Evitamiento, no se tienen cursos importantes que crucen el alineamiento, por lo cual no se desarrollará este ítem; sin embargo, cabe indicar que el área del proyecto está comprendida dentro de la cuenca del río Juliaca.



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONT VENEROS GUTIERREZ  
Esp. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



## 2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

### 2.1. Análisis Estadístico

Se utilizó la información de la estación Cabanillas, que cuenta con registros de precipitación máxima en 24 horas, desde 1964 - 2015.

Los registros máximos de esta estación, se presentan a continuación en el cuadro N° 2.1.1.

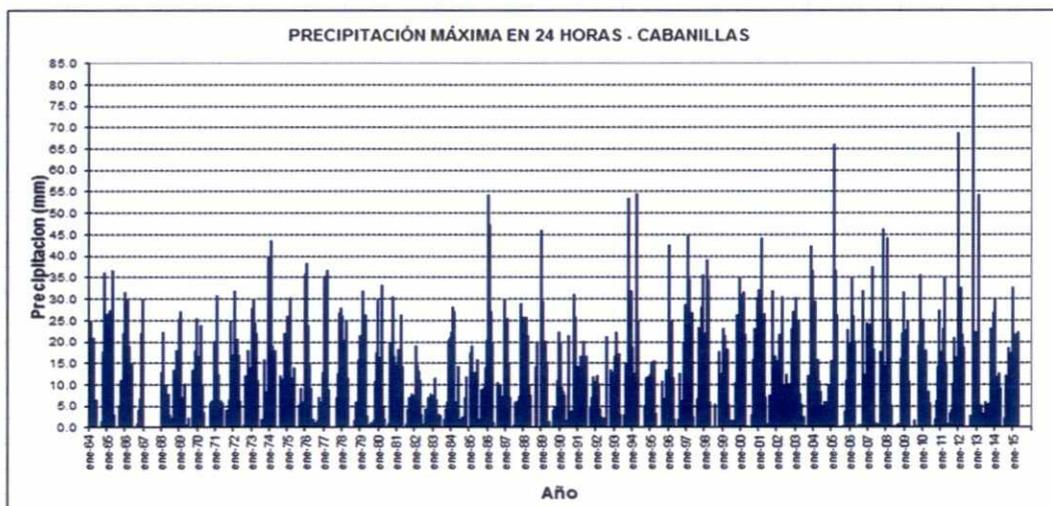
**Cuadro N° 2.1.1.- Precipitación máxima en 24 horas (mm)**

n	Año	Pp máx									
1	1964	36.1	16	1979	31.8	31	1994	54.6	46	2009	35.6
2	1965	36.6	17	1980	33.2	32	1995	15.5	47	2010	27.3
3	1966	30.0	18	1981	26.2	33	1996	42.7	48	2011	68.7
4	1967	31.2	19	1982	19.0	34	1997	44.6	49	2012	32.6
5	1968	25.6	20	1983	21.0	35	1998	39.2	50	2013	54.3
6	1969	27.2	21	1984	28.2	36	1999	34.9	51	2014	32.6
7	1970	24.0	22	1985	20.5	37	2000	31.6	52	2015	22.4
8	1971	30.8	23	1986	54.2	38	2001	44.2			
9	1972	31.8	24	1987	29.0	39	2002	30.5			
10	1973	40.0	25	1988	46.0	40	2003	42.3			
11	1974	43.6	26	1989	29.5	41	2004	29.6			
12	1975	36.0	27	1990	31.0	42	2005	66.0			
13	1976	38.2	28	1991	20.2	43	2006	35.2			
14	1977	36.7	29	1992	21.2	44	2007	46.4			
15	1978	25.9	30	1993	53.4	45	2008	44.1			

Fuente: Senamhi.

El histograma, se presenta en el gráfico siguiente:

**Gráfico N° 2.1.1 Histograma estación Cabanillas**



ESTADÍSTICA DE CONTRATOS - SUPERSECCION DE ESTADÍSTICA  
 V.B.  
 A. YTURRI G.  
 S.E. D.I.  
 N.M.P.

ESP. EN HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 DET. LUG. E  
 A. NOMELO C.  
 PROVIAS N.M.P.

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

## 2.2. Análisis de datos dudosos

Antes de realizar cualquier tratamiento estadístico a la información, se procedió a realizar un análisis de datos dudosos, para determinar aquellos datos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante; estos datos son denominados "outliers".

Para detectar los datos dudosos, se calcularon umbrales superiores e inferiores para cada serie de precipitaciones máximas de las estaciones analizadas, de acuerdo a las siguientes ecuaciones de frecuencia.

$$y_H = \bar{y} + K_n s_y$$

$$y_L = \bar{y} - K_n s_y$$

Dónde:

$y_H$ : Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

$y_L$ : Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

$\bar{y}$ : Promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

$s_y$ : Desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

$K_n$ : Valor tabulado para una muestra de tamaño n (Tabla 2.2.1).

**Tabla N° 2.2.1 Valores de  $K_n$  para la prueba de datos dudosos**

n	$K_n$	n	$K_n$	n	$K_n$	n	$K_n$
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Hidrología Aplicada – Ven Te Chow.

Después de realizar esta prueba se concluye, que estadísticamente todos los registros corresponden a la muestra; al estar dentro de los límites superior e inferior respectivamente.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326



Por lo que, el tratamiento estadístico de esta muestra, se realizará con la totalidad de datos.

Los resultados de este análisis se presentan en el **anexo A**.

### 2.3. Precipitación Máxima en 24 horas (mm)

El procesamiento estadístico se realizó mediante las distribuciones de frecuencia más usuales, para obtener la distribución de mejor ajuste a los registros históricos, mediante la aplicación del software *Hidro Esta*.

A la información obtenida de los registros de SENAMHI correspondiente a esta variable, se le realizó el tratamiento estadístico, mediante la aplicación de los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a valores extremos máximos, como son:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal de 2 Parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución Valor Extremo Tipo I o Gumbel

Después de realizar el análisis estadístico de esta variable, se obtuvo precipitaciones máximas probables para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 30, 35, 50, 71, 100, años.

Los resultados se presentan en el **Anexo A**.

### 2.4. Análisis de Riesgo

Para determinar el Periodo de retorno de diseño, “...es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiente este último de factores económicos, sociales, técnicos y otros...” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras – MTC).

Tomando en cuenta lo señalado, la probabilidad de riesgo y falla, se determina mediante la siguiente expresión:

$$R = 1 - [1 - P(X \geq x_T)]^n$$

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n$$

Dónde:

**R** representa la probabilidad de que un evento  $X \geq x_T$  ocurra por lo menos una vez en “**n**” años de vida útil de la obra.

Esta relación se encuentra graficada en la **Figura N° 2.4.1**.



**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 .....  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

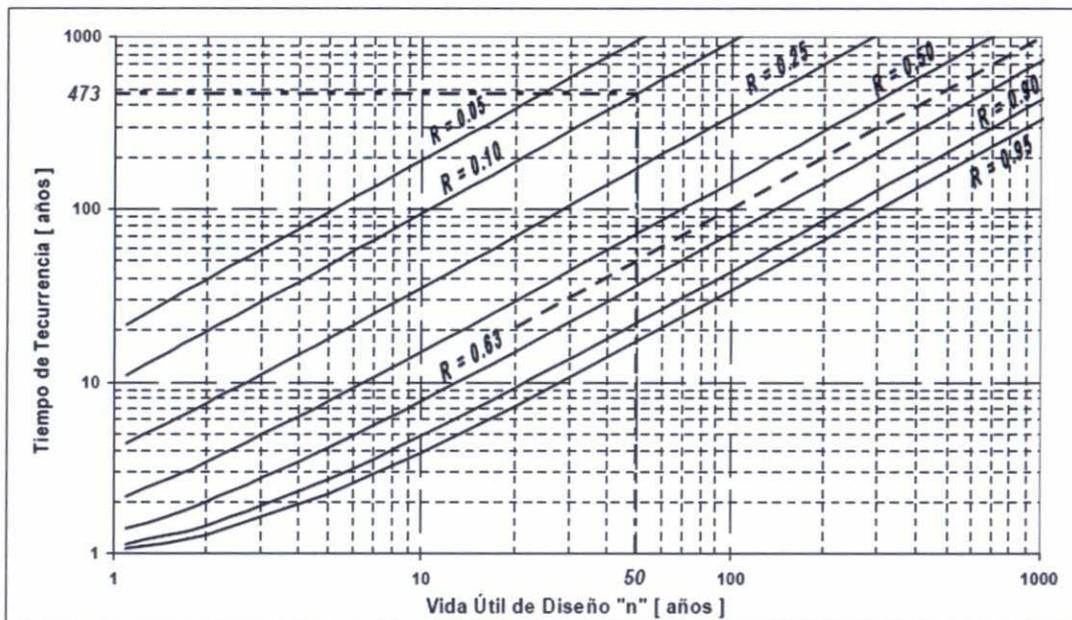
**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 .....  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326



Para un riesgo hidrológico especificado "R" y una vida útil de diseño "n" de una estructura, la **Figura N° 2.4.1** puede utilizarse para calcular el tiempo de recurrencia  $Tr$  involucrado.

**Figura N° 2.4.1 Riesgo en Función del Tiempo de Recurrencia y Vida Útil**



En la **Figura N° 2.4.1**, se presenta el valor de  $Tr$  para varios riesgos permisibles "R" y para la vida útil "n" de la obra.

**Tabla N° 2.4.1. Períodos de Retorno ( $Tr$ ) en Función del Riesgo Admisible "R" y Vida Útil de la Obra (n años)**

Riesgo Admisible (%)	Vida Útil de la Obra (n años)														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100	200	250	500
5%	98.0	195.5	292.9	390.4	487.9	585.4	682.9	780.3	877.8	975.3	1462.7	1950.1	3899.6	4874.4	9748.4
10%	48.0	95.4	142.9	190.3	237.8	285.2	332.7	380.1	427.6	475.1	712.3	949.6	1898.7	2373.3	4746.1
15%	31.3	62.0	92.8	123.6	154.3	185.1	215.9	246.6	277.4	308.2	462.0	615.8	1231.1	1538.8	3077.1
20%	22.9	45.3	67.7	90.1	112.5	134.9	157.4	179.8	202.2	224.6	336.6	448.6	896.8	1120.9	2241.2
25%	17.9	35.3	52.6	70.0	87.4	104.8	122.2	139.5	156.9	174.3	261.2	348.1	695.7	869.5	1738.5
30%	14.5	28.5	42.6	56.6	70.6	84.6	98.6	112.6	126.7	140.7	210.8	280.9	561.2	701.4	1402.3
35%	12.1	23.7	35.3	46.9	58.5	70.1	81.7	93.4	105.0	116.6	174.6	232.6	464.8	580.8	1161.2
40%	10.3	20.1	29.9	39.7	49.4	59.2	69.0	78.8	88.6	98.4	147.3	196.3	392.0	489.9	979.3
45%	8.9	17.2	25.6	34.0	42.3	50.7	59.0	67.4	75.8	84.1	126.0	167.8	335.0	418.7	836.8
50%	7.7	14.9	22.1	29.4	36.6	43.8	51.0	58.2	65.4	72.6	108.7	144.8	289.0	361.2	721.8
55%	6.8	13.0	19.3	25.6	31.8	38.1	44.3	50.6	56.9	63.1	94.4	125.7	251.0	313.6	626.7
60%	6.0	11.4	16.9	22.3	27.8	33.2	38.7	44.2	49.6	55.1	82.4	109.6	218.8	273.3	546.2
65%	5.3	10.0	14.8	19.6	24.3	29.1	33.8	38.6	43.4	48.1	71.9	95.8	191.0	238.6	476.8
70%	4.7	8.8	13.0	17.1	21.3	25.4	29.6	33.7	37.9	42.0	62.8	83.6	166.6	208.1	415.8
75%	4.1	7.7	11.3	14.9	18.5	22.1	25.8	29.4	33.0	36.6	54.6	72.6	144.8	180.8	361.2
80%	3.6	6.7	9.8	12.9	16.0	19.1	22.3	25.4	28.5	31.6	47.1	62.6	124.8	155.8	311.2
85%	3.2	5.8	8.4	11.1	13.7	16.3	19.0	21.6	24.2	26.9	40.0	53.2	105.9	132.3	264.1
90%	2.7	4.9	7.0	9.2	11.4	13.5	15.7	17.9	20.0	22.2	33.1	43.9	87.4	109.1	217.6
92%	2.5	4.5	6.5	8.4	10.4	12.4	14.4	16.3	18.3	20.3	30.2	40.1	79.7	99.5	198.5
94%	2.3	4.1	5.8	7.6	9.4	11.2	12.9	14.7	16.5	18.3	27.2	36.0	71.6	89.4	178.2
96%	2.1	3.6	5.2	6.7	8.3	9.8	11.4	12.9	14.5	16.0	23.8	31.6	62.6	78.2	155.8
98%	1.8	3.1	4.4	5.6	6.9	8.2	9.5	10.7	12.0	13.3	19.7	26.1	51.6	64.4	128.3
99%	1.7	2.7	3.8	4.9	5.9	7.0	8.1	9.2	10.3	11.4	16.8	22.2	43.9	54.8	109.1

Fuente: Elaboración Propia.

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON QUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



## 2.5. Período de recurrencia (Tr)

En el siguiente cuadro se muestran los periodos de retorno de diseño para las diferentes estructuras de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras del MTC:

**Cuadro N° 2.5.1 Período de Retorno en función del Riesgo y Vida Útil de la Estructura**

Tipo de estructura	Riesgo (%)	Vida útil (años)	T <sub>R</sub> (años)
Puentes (*)	25	40	140
Alcantarillas y Badenes	30	25	71
Alcantarillas de alivio	35	15	35
Cunetas	40	15	30
Defensa ribereña	25	40	140
Sub-drenes	40	15	30

En concordancia con lo recomendado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2011), publicado y aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), recomienda como mínimo, los siguientes valores de riesgo admisible para obras de drenaje, que se indica en la Tabla 02 (página 25).

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(\*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.  
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(\*\*) - **Vida Útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

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

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Pág. 25 –MTC, 2011).

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. WILMAN RÓN VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



**2.6. Prueba de bondad de ajuste Smirnov - Kolmogorov.**

De la prueba de bondad de ajuste se tienen los siguientes resultados:

**Cuadro N° 2.6.1. Prueba de Bondad de Ajuste**

DISTRIBUCIÓN	ESTACIÓN Cabanillas
NORMAL	0.1100
LOG NORMAL	0.0491
LOG PEARSON TIPO III	0.0480
GUMBEL	<b>0.0464</b>
n	52
$\alpha$	0.05
Máximo tabular	0.185
Mínimo calculado	<b>0.0464</b>
Distribución de mejor ajuste	<b>Gumbel</b>

Los resultados de este análisis, se presentan en el **anexo A**.

Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial – OMM, se recomienda multiplicar los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria.

Asumiendo que el caso de nuestras estaciones, son aquellas que se registran una vez al día, las precipitaciones deberán multiplicarse por un factor de 1.13, según la tabla siguiente.

**Tabla 2.6.1: Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria**

Numero de observaciones / día	1	2	3 - 4	5 - 8	9 - 24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Fuente: Guía de prácticas hidrológicas – Volumen II: Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas - Tabla II.5.5 (OMM N°168 – 2011).



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONT VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326



Los valores de precipitación máxima en 24 horas, se detallan en el Cuadro N° 2.6.2.

**Cuadro N° 2.6.2. Precipitación Máxima – Distribución de mejor ajuste Gumbel.**

Periodo de Retorno (Tr = años)	Probabilidad de No Excedencia	Precipitación Máxima (mm)	Precipitación Máxima (mm)
		Cabanillas	Factor: 1.13
2	0.5000	33.37	37.71
5	0.8000	43.49	49.14
10	0.9000	50.20	56.73
20	0.95	56.63	63.99
25	0.96	58.67	66.30
30	0.9667	60.33	68.17
35	0.9714	61.73	69.75
50	0.980	64.96	73.40
71	0.9859	68.12	76.98
100	0.9900	71.20	80.46

## 2.7. Determinación de la Ecuación de Intensidad

Para determinar la intensidad de diseño en esta zona del proyecto se hizo uso del siguiente modelo matemático:

### a. Método de Grunsky

A continuación, se describe este modelo matemático:

### a. Método de Grunsky

Este investigador plantea el siguiente modelo matemático.

$$I = I_{24} \sqrt{\frac{24}{t_d}} \quad t_d = 0.95 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

L = Longitud del cauce (m).

H = Diferencia de cota máxima y mínima (m).

T<sub>d</sub> = Tiempo de duración (hr).



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
  
 ING. WILMAN ROMÁN VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

$I_{24}$  = Intensidad máxima en 24 horas (mm).

De la aplicación de la metodología indicada, se obtienen los siguientes resultados.

- Grunsky

Para  $Tr = 71$  años  $I = 15.71t^{-0.5}$

Para  $Tr = 35$  años  $I = 14.24t^{-0.5}$

Para  $Tr = 30$  años  $I = 13.91t^{-0.5}$

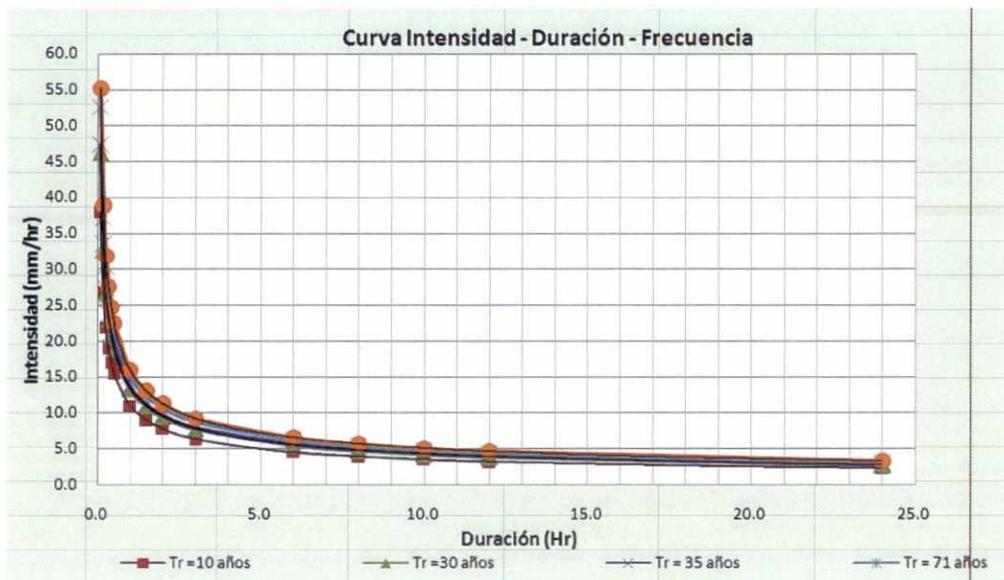
Dónde:

I: Intensidad máxima (mm/h)

T: Período de retorno (años)

t: Duración de la precipitación (hr)

Gráfico N° 2.7.1 Curva Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF)



HOB CONSULTORES S.A.

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

HOB CONSULTORES S.A.

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

### 3. ESTUDIO HIDRÁULICO

#### 3.1. Inventario de Obras de Drenaje Existente

En el desarrollo del trazo se presenta 02 tramos diferenciados por su ubicación y sección geométrica, así tenemos el denominado Ramal Sur y otro denominado Ramal Norte, a lo largo de estos tramos no existen estructuras de drenaje transversal, toda vez que no existe una carretera construida.

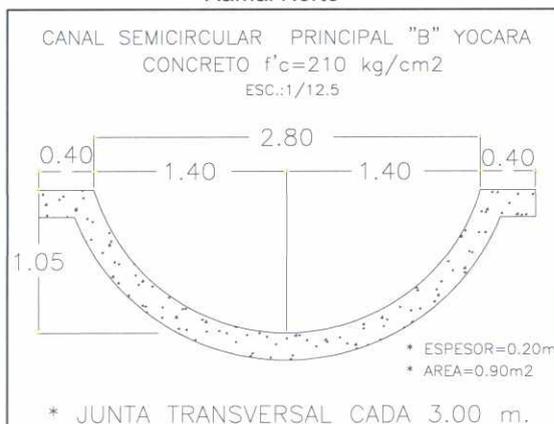
Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, en la actualidad se viene construyendo un canal de sección variable, en algunos casos es semicircular y en otros trapezoidal, tal como se presenta en la siguiente sección típica.

En el anexo B se adjunta planos de detalle de obras menores.

Canal Trapezoidal Principal "B" Yocará  
Ramal Norte y Sur



Canal Semicircular Principal "B" Yocará  
Ramal Norte



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGIA E HIDRAULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

Este canal de riego de reciente construcción, es interceptado con el alineamiento del trazo que corresponde al Ramal Norte y Ramal Sur en las siguientes progresivas.

Cuadro 3.3.1 Canal a reubicar – Ramal Norte

Progresiva km.		Función	Dimensiones		
Inicial	Final		Base mayor (m)	Base menor (m)	Altura (m)
1+277.57	1+821.32	Riego	2.8	0.8	1.05
2+700.00	3+310.00	Riego	2.8	0.8	1.05

Cuadro 3.3.1 Canal a reubicar – Ramal Sur

Progresiva km.		Función	Dimensiones		
Inicial	Final		Diámetro (m)	Base menor (m)	Altura (m)
5+892.90	6+445.00	Riego	2.8	0.8	1.05

### 3.2. Quebradas con Capacidad de Arrastre

En el área en estudio no se han identificado cauces definidos, que correspondan a cuencas o micro cuencas, por lo tanto, no se tienen quebradas con capacidad de arrastre.

### 3.3. Relación de obras de Drenaje Projectas a nivel Transversal

La relación de obras de drenaje projectas se presenta en el Anexo D.

### 3.4. Puentes

A lo largo del trazo de esta vía no se tienen identificado puentes, por lo cual no es necesario realizar ningún modelamiento hidráulico, mediante el empleo del software HEC-RAS. Pero se tiene proyectado como estructuras tipo puente para el intercambio vial.



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

### 3.5. Parámetros de Diseño de las Estructuras de Drenaje Propuestas y Riego

#### 3.5.1. Alcantarillas

A este nivel, el diseño hidráulico de las alcantarillas se realizó mediante la aplicación del software HY-8, considerando que esta trabajará al 50% de su capacidad y con una pendiente mínima de 0.02%, y coeficiente de rugosidad igual a 0.015.

Las alcantarillas consideradas, en su gran mayoría trabajarán como vasos comunicantes y pases de riego, por lo que se consideró implementar alcantarillas Marco de Concreto Armado (MCA) con cabezales tipo alero de entrada y salida de diferentes medidas, predominando las siguientes dimensiones:

**CUADRO DE RESUMEN DE ALCANTARILLAS - RAMAL NORTE**

Clasificación	Tipo de Material	Sección Transversal	Ancho (m)	Altura (m)	Total
Alcantarilla	MC	Cuadrado	1.00	1.00	33
		Cuadrado	1.20	1.20	1
		Cuadrado	2.00	1.50	5
		Cuadrado	2.00	2.00	2
		Cuadrado	3.00	1.00	3
		Cuadrado	4.00	1.50	2

**CUADRO DE RESUMEN DE ALCANTARILLAS - RAMAL SUR**

Clasificación	Tipo de Material	Sección Transversal	Ancho (m)	Altura (m)	Total
Alcantarilla	MC	Cuadrado	1.00	1.00	45
		Cuadrado	2.00	1.50	2
		Cuadrado	3.00	1.00	1
		Cuadrado	3.00	1.50	1
		Cuadrado	4.00	1.50	2



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON QUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

A continuación, se presenta el diseño hidráulico de una alcantarilla típica.

Alcantarilla Tipo MCA 1.0x1.0m

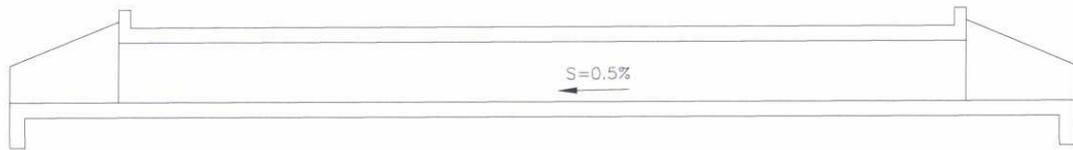


Diagrama de definición		Fórmulas
		$A = y(b + zy)$
		$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$
		$T = b + 2zy$
		$R = A/P$
		$D = A/T$
		$Q = (k/n) AR^{2/3} S^{1/2}$
		$V = Q/A$
$F = V / (gD)^{1/2}$		
<b>DATOS DE ENTRADA:</b>	<b>CÁLCULOS INTERMEDIOS:</b>	<b>RESULTADOS:</b>
Selección: <input type="checkbox"/> Unidades métricas <input type="checkbox"/> Unidades U.S.A.	Unidades: Métricas	Tirante normal $y_n$ : 0.196 m
Caudal Q: 0.25 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Aceleración de la gravedad g: 9.81 m s <sup>-2</sup>	Velocidad media $V_n$ : 1.276 m s <sup>-1</sup>
Ancho del fondo b: 1 m	Constante k: 1	Número de Froude $F_n$ : 0.92
Pendiente del lado z: 0	Perímetro mojado P: 1.392 m	
Pendiente de fondo S: 0.005	Ancho de la superficie libre T: 1 m	
Coefficiente de Manning n: 0.015	Área de flujo A: 0.2 m <sup>2</sup>	
	Radio hidráulico R: 0.141 m	
	Profundidad hidráulica D: 0.196 m	

### 3.5.2. Zanja de Drenaje sin Revestir

Se consideró este tipo de estructura en el sector donde la vía se encuentra en relleno, con la finalidad de ayudar a deprimir el agua infiltrada de lluvia y riego, y minimizar el efecto capilar en el terreno de fundación del terraplén.

Esta estructura debe ubicarse como mínimo a 2.00m de distancia del pie del derrame del terraplén que conforma la plataforma.

En la figura siguiente se muestra la geometría de este tipo de estructura.



**HOB CONSULTORES S.A.**

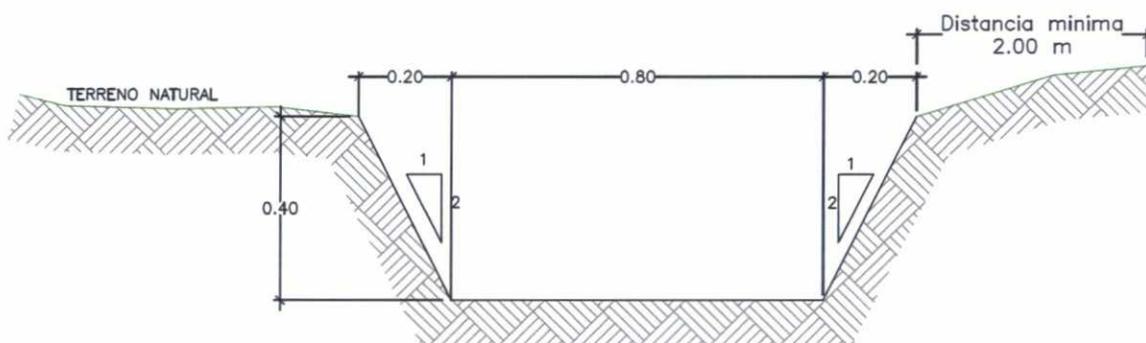
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



Zanja sin Revestir



3.5.3. Cunetas

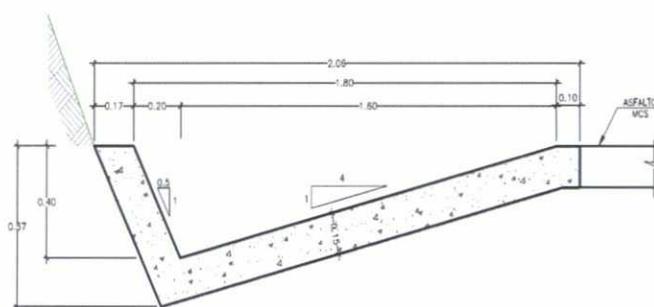
El diseño hidráulico de las cunetas se realizó mediante la aplicación de la ecuación de Manning, considerando que esta trabajara al 80% de su capacidad y con una pendiente mínima obtenida del perfil del trazo y un coeficiente de rugosidad igual a 0.015.

El área de aporte de la plataforma es 5.0m y del talud superior es 50.0m, y el escurrimiento superficial se estimó mediante el Método Racional.

Según el perfil del trazo de la vía, en el Ramal Norte y Sur la pendiente mínima es 0.35% (Km. 2+890 – Km 3+230 derecho, Ramal Norte y 0.385% (Km. 2+740 – 2+820 izquierdo, Km. 02+860 – 02+900 derecho) respectivamente.

En las siguientes figuras se presentan las secciones típicas de las cunetas propuestas, y el diseño hidráulico de estas cunetas se presenta en el Anexo B.

- **Cuneta Triangular Tipo I**, este tipo de cuneta se está proyectando tanto en el Ramal Sur como en el Ramal Norte.



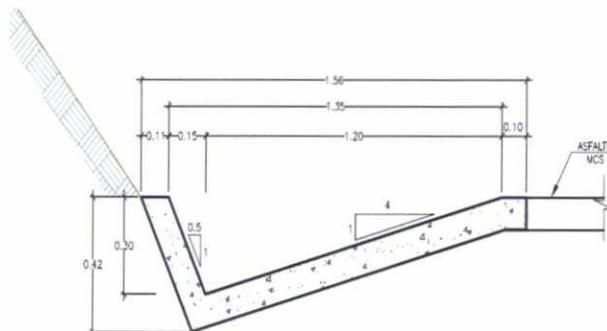
HOB CONSULTORES S.A.

*WVG*  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

HOB CONSULTORES S.A.

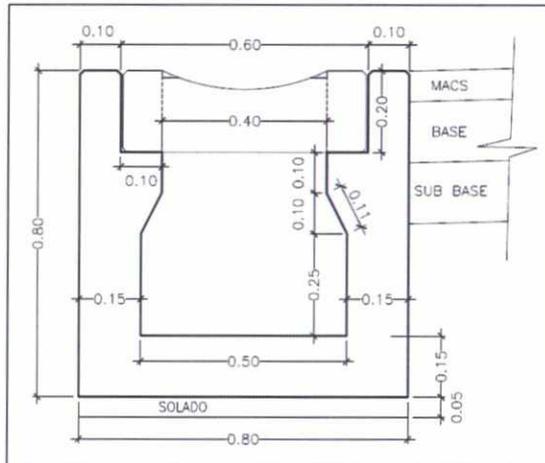
*CE*  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

- **Cuneta Triangular Tipo II**, este tipo de cuneta se está proyectando en el Ramal Sur.



- **Cuneta Rectangular con Tapa Prefabricada**, este tipo de cuneta se proyecta en el Ramal Sur, en el sector denominado Caracoto.

**Cuneta Rectangular con Tapa**

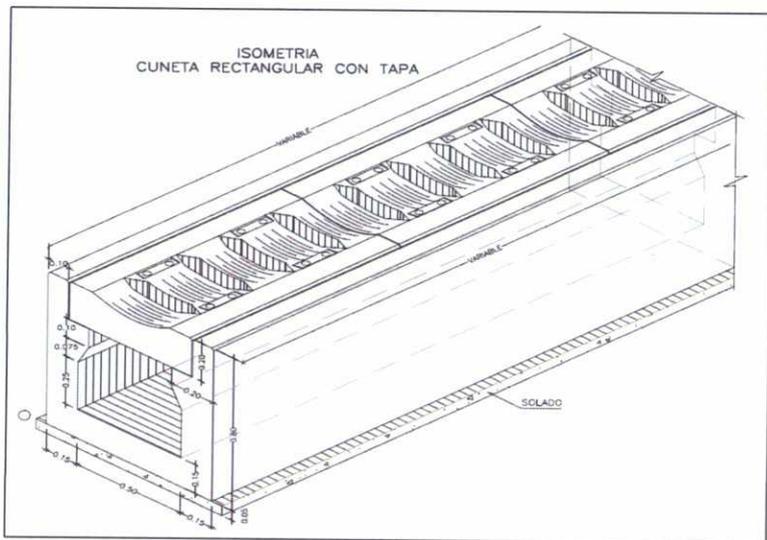


**HOB CONSULTORES S.A.**

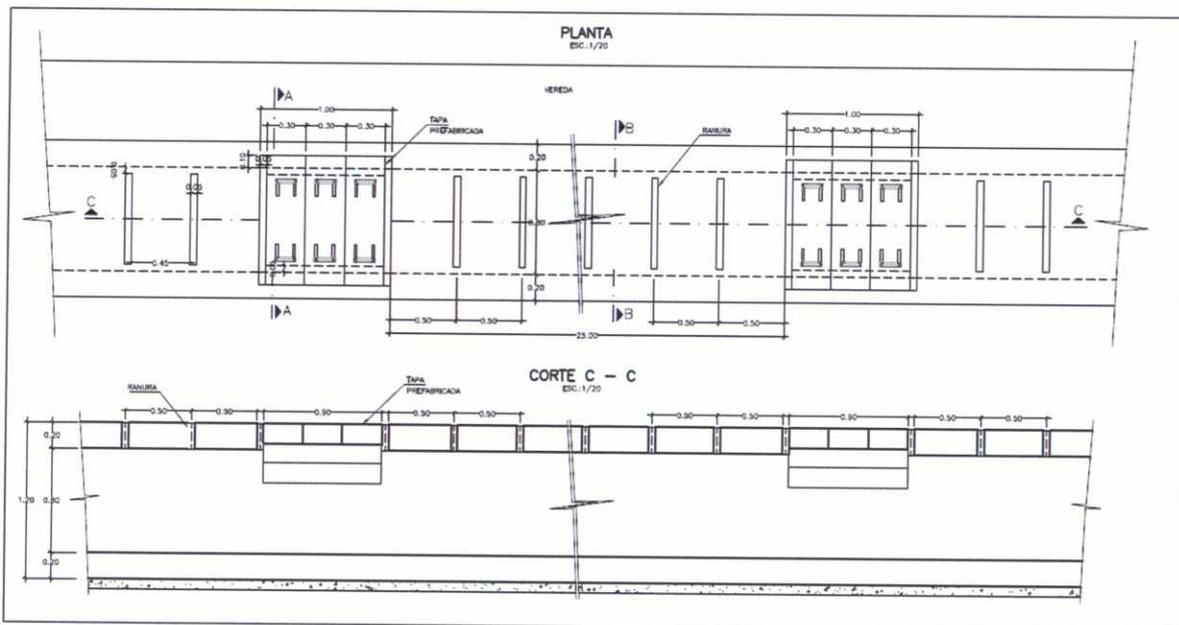
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. Hidrología e Hidráulica  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



- **Colector Drenaje**, este tipo de colector se proyecta en el Ramal Sur, en el sector denominado Caracoto.



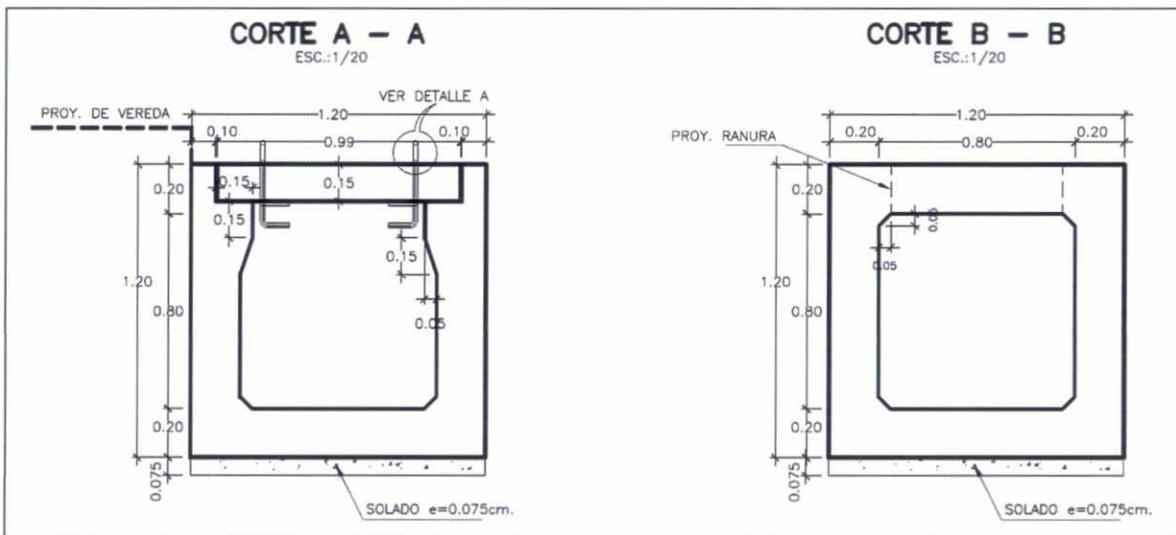
**HOB CONSULTORES S.A.**

*WVG*  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

*CEG*  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326



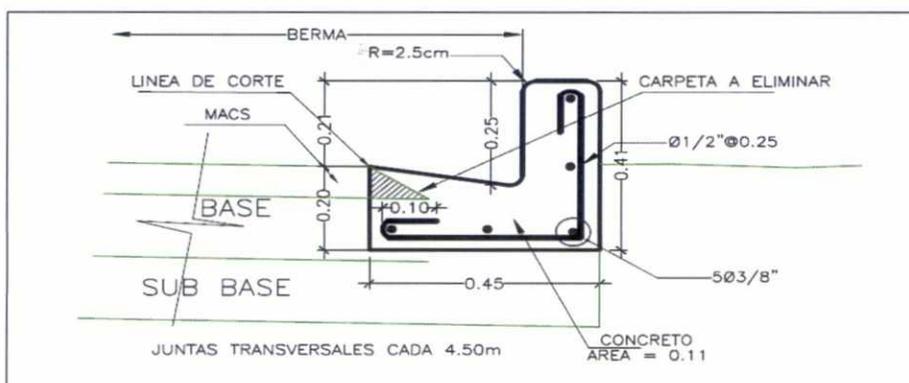


### 3.5.4. Bordillos

Las estructuras de drenaje longitudinal tipo bordillos se han proyectado en aquellos sectores donde la carretera se desarrolla en relleno y a media ladera, donde el peralte influye en el escurrimiento superficial de la precipitación captada por la plataforma hacia el talud externo, especialmente donde la vía presenta curvas orientadas hacia el talud de relleno. Con la construcción de esta estructura se logra que el agua superficial recolectada sea conducida hasta estructuras de evacuación y a su vez hacia un dren natural de la zona o zonas de descarga.

En todos los casos se ha respetado la pendiente longitudinal de la carretera, y para facilitar la evacuación de las aguas de esta estructura se ha previsto la construcción de estructuras de entrega de bordillo en los lugares donde existen condiciones de drenaje tales como alcantarillas o condiciones de entrega adecuada al terreno natural.

El bordillo es revestido y tiene una altura (h) = 0.15 m.



Bordillo de Drenaje



HOB CONSULTORES S.A.

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

HOB CONSULTORES S.A.

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

La planilla de ubicación se presenta en el Anexo D.

### 3.5.5. Canal de Riego Yocará

El diseño hidráulico del canal de riego, se realizó considerando los parámetros dados en el "Expediente Técnico Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua del Sistema de Riego Yocará, en la localidad de Yocará, Distritos de Juliaca y Caracoto, Provincia de San Román – Región Puno", dicho plano se presenta en el Anexo B.

Diseño hidráulico canal trapezoidal, del expediente indicado se tiene que el caudal máximo de diseño es: 2.45 m<sup>3</sup>/s.

Diagrama de Definición		Fórmulas
		$\Delta = y(1 + zy)$
		$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$
		$T = b + 2zy$
		$A = b \cdot y$
		$D = A/T$
		$Q = (k/n) \Delta^{5/3} s^{1/2}$
		$V = Q/A$
		$F = V / (gD)^{1/2}$

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS:	RESULTADOS:
Seleccione: <input type="button" value="Unidades métricas"/> <input type="button" value="Unidades U.S.A."/> Caudal Q: 2.45 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> Ancho del fondo b: 0.80 m Pendiente del lado z: 1 Pendiente de fondo S: 0.005 Coeficiente de Manning n: 0.015	Unidades: Métricas Aceleración de la gravedad g: 9.81 m s <sup>-2</sup> Constante k: 1 Perímetro mojado P: 2.726 m Ancho de la superficie libre T: 2.162 m Área de flujo A: 1.01 m <sup>2</sup> Radio hidráulico R: 0.37 m Profundidad hidráulica D: 0.466 m	Tirante normal y <sub>n</sub> : 0.681 m Velocidad media V <sub>m</sub> : 2.429 m s <sup>-1</sup> Número de Froude F <sub>n</sub> : 1.136

Diseño hidráulico de canal semicircular, del expediente indicado se tiene que el caudal máximo de diseño es: 0.30 m<sup>3</sup>/s.

Diagrama de Definición		Fórmulas
		$B = 2 \cos^{-1} [1 - 2(y/D)]$
		$\Delta = (D^2/8) (18 - \pi \sin \theta)$
		$P = \pi R$
		$A = \pi R^2 / 8$
		$Q = (k/n) \Delta^{5/3} s^{1/2}$
		$V = Q/A$

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS:	RESULTADOS:
Seleccione: <input type="button" value="Unidades SI"/> <input type="button" value="Unidades U.S.A."/> Diámetro D: 2.10 m Descarga Q: 0.30 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> Pendiente de fondo S: 0.001 m/m Número de Manning: 0.015	Constante k: 1 Área A: 0.391 m <sup>2</sup> Perímetro mojado P: 1.766 m Radio hidráulico R: 0.219 m Tirante relativo y/D: 0.170 Número de Froude [basado en y]: 0.409	Tirante y: 0.357 m Velocidad V: 0.766 m s <sup>-1</sup>



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

### 3.5.6. Elevación de rasante

A lo largo del trazo como se mencionó líneas arriba, esta cruza depresiones que durante el periodo de lluvias llegan a acumular agua, así como también se tiene escurrimiento lateral debido al aporte de pequeños taludes.

Bajo este considerando, se propone en forma conjunta con la especialidad de Suelos y Pavimentos y Geotecnia, considerar geotextil y un colchón drenante en base a material granular filtrante (tamaño mínimo 1" y 4"), que puede proceder del material de corte, con un espesor mínimo de **1.0 m**, con la finalidad de proteger el terraplén y superficie de rodadura del contacto con el agua.

En la lámina con código EV-1508-H-ST-01 que se adjunta, se presenta la Sección Tipo de Terraplén con Material Drenante en Sectores con Depresión.

A continuación, se presenta los sectores donde se requiere realizar los trabajos antes mencionados.

#### Ramal Norte

**Cuadro N° 3.5.3.1**

**INVENTARIO DE SECTORES CON DEPRESIONES  
RAMAL NORTE**

N°	INICIO			FIN			LONGITUD	ALTURA DE DESBROCE	SOLUCION	LADO
	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)				
1	369711.319	8286918.879	08+090.00	370092.239	8287518.045	08+800.00	710.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
2	373092.310	8290820.421	13+300.00	373303.467	8291007.922	13+520.00	220.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
3	373538.900	8291221.121	13+900.00	373585.548	8291262.540	13+960.00	60.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
4	373672.891	8291341.380	14+080.00	373704.309	8291369.758	14+120.00	40.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
5	375315.218	8292332.379	16+080.00	375515.166	8292327.839	16+280.00	200.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
6	375795.095	8292321.484	16+560.00	375915.064	8292318.761	16+680.00	120.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
7	376354.950	8292308.773	17+120.00	376787.123	8292296.661	17+550.00	430.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada

**TOTAL** 1780.00 m.



**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
 ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
 CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

*[Signature]*  
 ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
 JEFE DE ESTUDIO  
 CIP N° 54326

Ramal Sur

Cuadro N° 3.5.3.2

INVENTARIO DE SECTORES CON DEPRESIONES  
RAMAL SUR

N°	INICIO			FIN			LONGITUD	ALTURA DE DESBROCE	SOLUCION	LADO
	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)				
1	374691.140	8278463.560	07+200.00	375080.550	8278372.130	07+600.00	400.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada

TOTAL 400.00 m.

### 3.6. Identificación y alternativas de solución en sectores afectados por agua superficial o subterránea y sector con erosión de ribera

#### 3.6.1. Sectores con acumulación de agua en depresiones

En aquellos sectores donde se tienen problemas de empozamiento de agua (depresiones), se consideró elevar la rasante mediante la construcción de terraplenes apoyado sobre material drenante, con una altura mínima de 1.0 m sobre la superficie del terreno de fundación y 0.40m por debajo de este, haciendo en total de 1.40m de espesor, tal como se aprecia en la lámina con código **EV-1508-H-ST-06 - 11** que se adjunta.

En el Anexo C, se presentan estos sectores.

#### 3.6.2. Sectores con Mejoramiento y Napa Freática

En aquellos sectores donde se tiene necesidad de realizar mejoramiento en el terreno de fundación del terraplén (según lo indicado por la especialidad de Suelos y Pavimentos), se consideró elevar la rasante mediante la construcción de terraplén apoyado sobre material drenante, con una altura mínima de 0.60 m sobre la superficie del terreno de fundación y 0.40m por debajo de este, haciendo en total de 1.00m de espesor, tal como tal como se aprecia en la lámina con código **EV-1508-H-ST-01** que se adjunta.

En el Anexo C, se presentan estos sectores.



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMÁN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

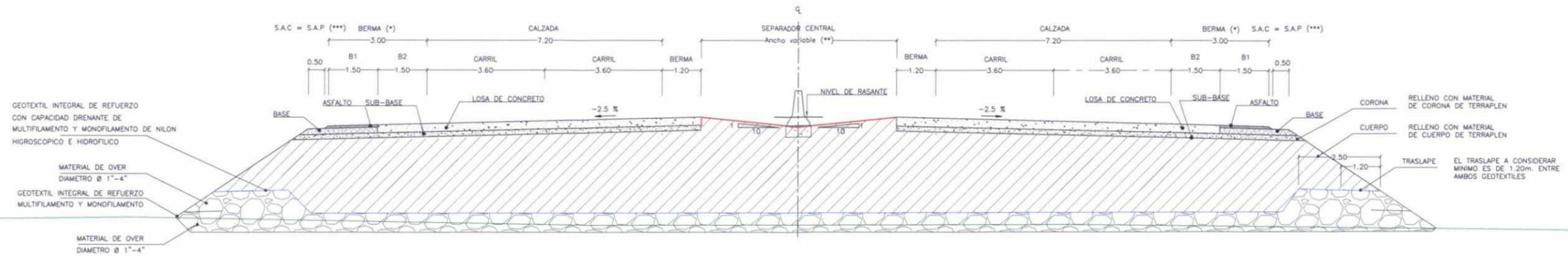
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

## Sectores con Depresiones



## **RAMAL NORTE**

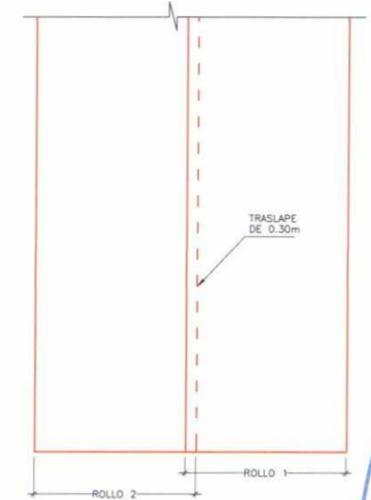
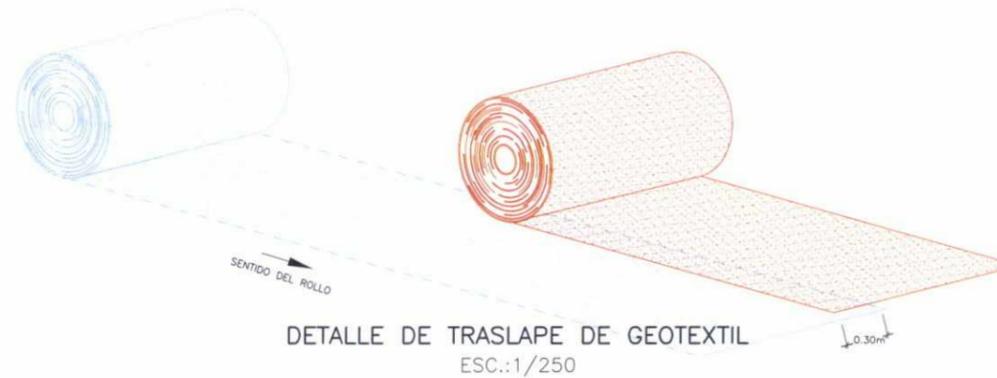
SECCION TIPO  
TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE  
EN SECTORES CON DEPRESION  
Esc.:1/75



INVENTARIO DE SECTORES CON DEPRESIONES - RAMAL NORTE

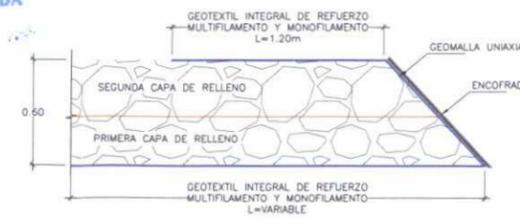
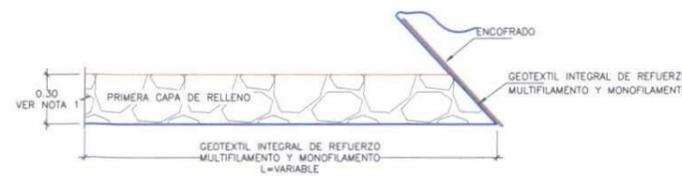
N°	INICIO			FIN			LONGITUD	REMOCIÓN DE CAPA VEGETAL	SOLUCION	LADO
	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)				
1	369711.319	8286918.879	08+090.00	370092.239	8287518.045	08+800.00	710.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
2	373092.310	8290820.421	13+300.00	373303.467	8291007.922	13+520.00	220.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
3	373538.900	8291221.121	13+900.00	373585.548	8291262.540	13+960.00	60.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
4	373672.891	8291341.380	14+080.00	373704.309	8291369.758	14+120.00	40.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
5	375315.218	8292332.379	16+080.00	375515.166	8292327.839	16+280.00	200.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
6	375795.095	8292321.484	16+560.00	375915.064	8292318.761	16+680.00	120.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
7	376354.950	8292308.773	17+120.00	376787.123	8292296.661	17+550.00	430.00	0.40	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada

TOTAL 1780.00 m.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE EN SECTORES CON DEPRESION</b>	
EL MATERIAL DRENANTE ESTARA CONSTITUIDO POR ELEMENTOS DUROS Y DURABLES, VARIABLES EN TAMAÑOS QUE ESTAN DENTRO DEL USO GRANULOMETRICO DE PIEDRA, DESDE UN TAMAÑO MINIMO DE 1" HASTA UN TAMAÑO MAXIMO DE 4".	
<b>CUERPO</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA EL CUERPO DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 4".
<b>CORONA</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA LA CORONA DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 3".
<b>GEOTEXTIL</b>	: EL GEOTEXTIL SERA DE CLASE 1 y CUMPLIRA CON LO ESTABLECIDO EN LA ESPECIFICACION TECNICA.

**HOB CONSULTORES S.A.**  
010026.01.20150212  
**ING. CESAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA**  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



NOTA 1: LA ALTURA MAXIMA POR CAPA DE RELLENO SERA COMO MAXIMO DE 0.30m.

DETALLE CONSTRUCTIVO  
ESC.:1/20

**ING. VILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ**  
EXP. HIDROLOGIA E HIDRAULICA  
CIP N° 97414

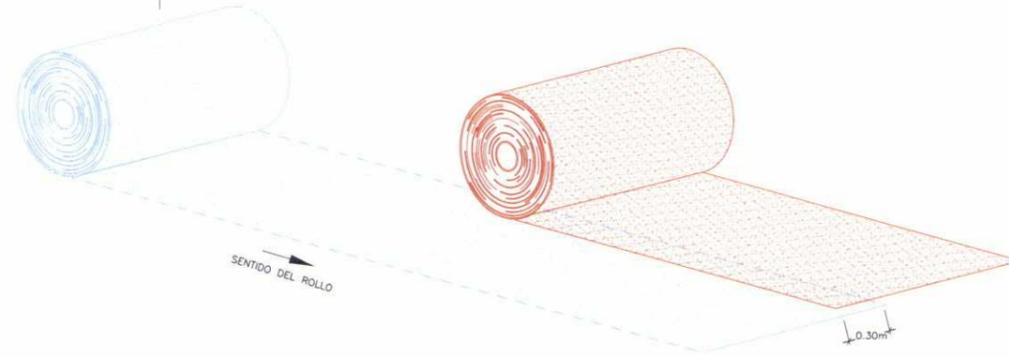
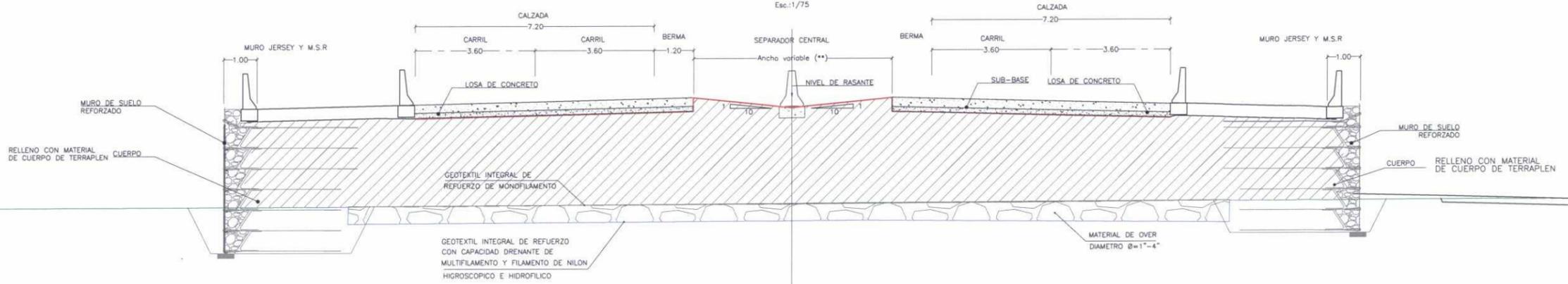
**ING. A. YUMRYG. S.B.-D.**  
P.V.N. EXP. 1000

**ING. A. ROMERO G.**  
PROVIAS S.A.

REVISIONES	
N°	FECHA

## **RAMAL SUR**

SECCION TIPO  
TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE  
EN SECTORES CON DEPRESION

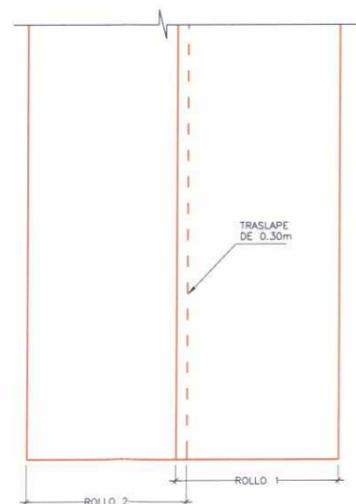


DETALLE DE TRASLAPE DE GEOTEXTIL  
ESC.:1/250

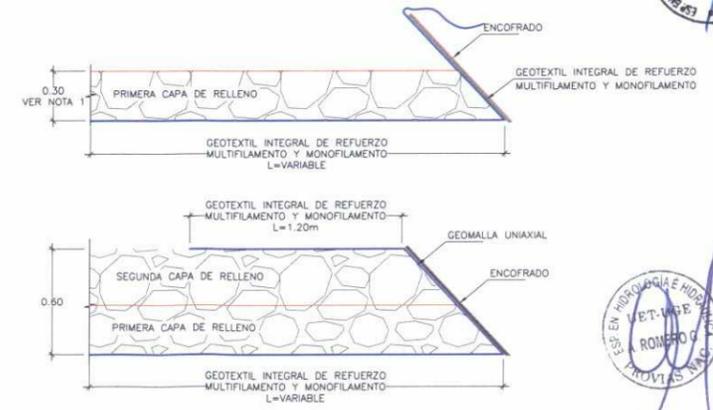
INVENTARIO DE SECTORES CON DEPRESIONES - RAMAL SUR

N°	INICIO		FIN			LONGITUD	REMOCION DE CAPA VEGETAL	SOLUCION	LADO	
	ESTE	NORTE	PROGRESIVA (Km)	ESTE	NORTE					PROGRESIVA (Km)
1	374691.140	8278463.560	07+200.00	375080.550	8278372.130	07+600.00	400.00	0.30	Terraplen con material Drenante	Ancho de la vía proyectada
TOTAL 400.00 m.										

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE EN SECTORES CON DEPRESION</b>	
EL MATERIAL DRENANTE ESTARA CONSTITUIDO POR ELEMENTOS DUROS Y DURABLES, VARIABLES EN TAMAÑOS QUE ESTAN DENTRO DEL USO GRANULOMETRICO DE PIEDRA, DESDE UN TAMAÑO MINIMO DE 1" HASTA UN TAMAÑO MAXIMO DE 4".	
<b>CUERPO</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA EL CUERPO DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 4".
<b>CORONA</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA LA CORONA DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 3".
<b>GEOTEXTIL</b>	: EL GEOTEXTIL SERA DE CLASE 1 y CUMPLIRA CON LO ESTABLECIDO EN LA ESPECIFICACION TECNICA.



VISTA EN PLANTA - TRASLAPE  
ESC.:1/100



DETALLE CONSTRUCTIVO  
ESC.:1/20

*[Signature]*  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. Hidrología e Hidráulica  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**  
010026.01.20150212

*[Signature]*  
ING. CESAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD y DEFINITIVO DEL PROYECTO  
CONSTRUCCION DE LA VIA EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DE JULIACA  
CONTRATO N° 154-2015-MTC/20

**SECCION TIPO - RAMAL SUR  
TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE  
EN SECTORES CON DEPRESION**

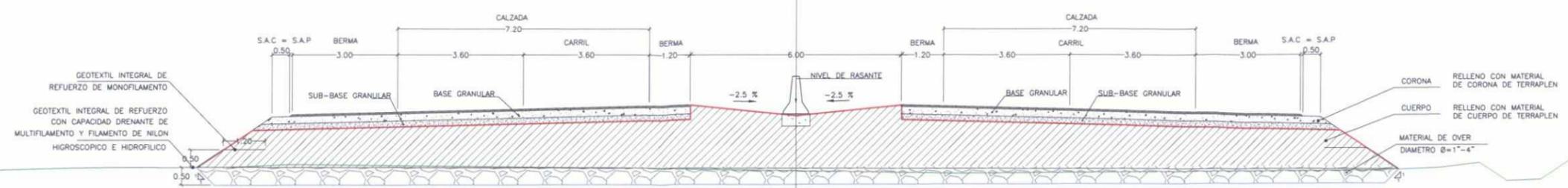
FECHA: AGOSTO 2017  
ESCALA FORMATO A1: INDICADA  
ESCALA FORMATO A3: 2 VECES INDICADA  
EV-1508-H-ST-11

## Sectores con Napa Freática

## **RAMAL NORTE**

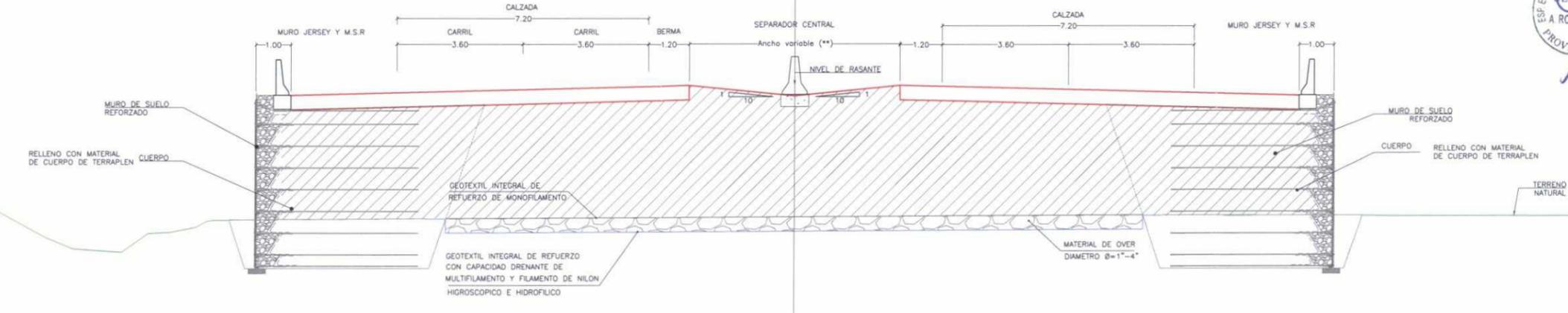
SECCION TIPO  
SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREATICA

Esc.: 1/75



SECCION TIPO  
SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREATICA

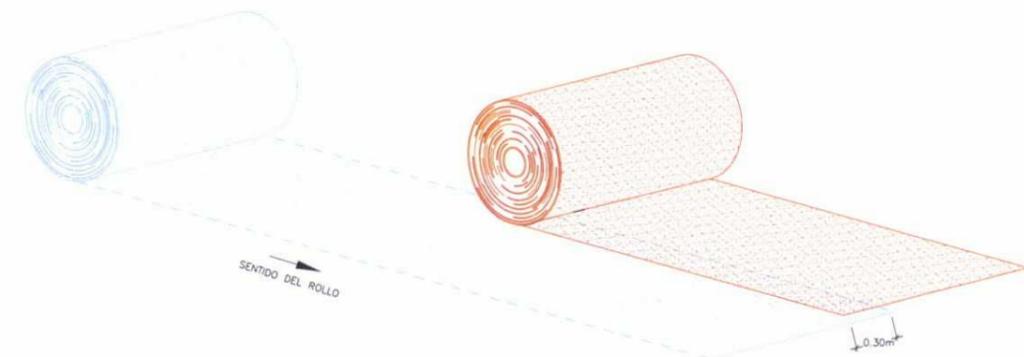
Esc.: 1/75



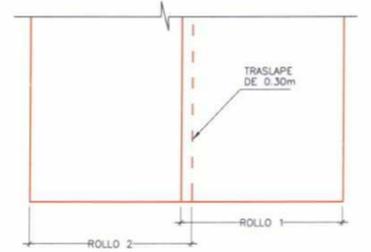
SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREÁTICA - RAMAL NORTE

Sector	Calicata			Profundidad de Napa Freática (m.)	Solución Propuesta	Lado
	N° Calicata	Progresiva (KM)	Ubicación			
Km. 05+060 - Km. 05+190	42	5+125	Eje/P. Izq.	1.60 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 4.00 m.)	Ancho de la vía proyectada
Km. 05+310 - Km. 05+440	44	5+375	Eje/P. Izq.	1.60 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 1.40 m.)	Ancho de la vía proyectada
Km. 05+690 - Km. 05+820	47	5+750	Eje/P. Der.	1.30 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 1.00 m.)	Ancho de la vía proyectada
Km. 06+690 - Km. 06+820	55	6+750	Eje/P. Der.	1.70 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 2.30 m.)	Ancho de la vía proyectada

(\*) Nota: La solución considerada se propone en forma conjunta con las Especialidades de Suelos y Pavimentos, Geología y Geotecnia e Hidráulica y Drenaje.



DETALLE DE TRASLAPE DE GEOTEXTIL  
ESC.: 1/250

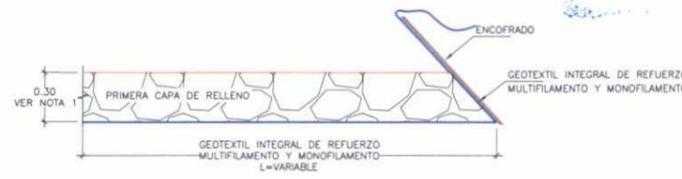


VISTA EN PLANTA - TRASLAPE  
ESC.: 1/100

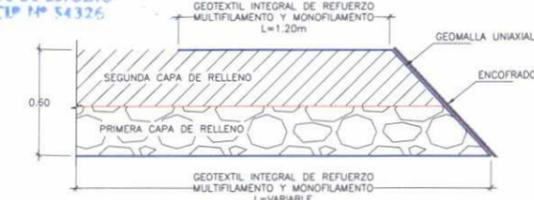


HOB CONSULTORES S.A.  
010026.01.20150212

ING. CESAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326



DETALLE CONSTRUCTIVO  
ESC.: 1/20



NOTA 1: LA ALTURA MAXIMA POR CAPA DE RELLENO SERA COMO MAXIMO DE 0.30m.

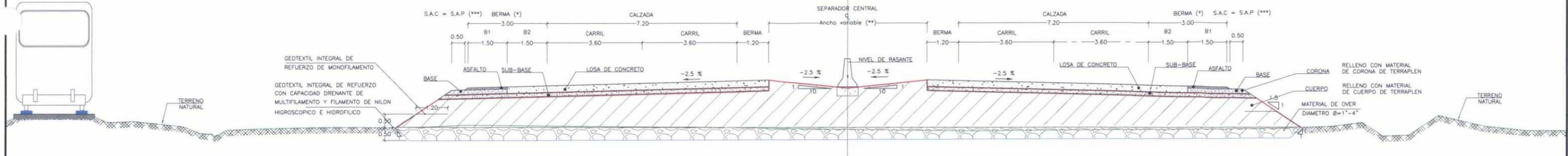
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE EN SECTORES CON NAPA FREATICA</b>	
EL MATERIAL DRENANTE ESTARA CONSTITUIDO POR ELEMENTOS DUROS Y DURABLES, VARIABLES EN TAMAÑOS QUE ESTAN DENTRO DEL USO GRANULOMETRICO DE PIEDRA, DESDE UN TAMAÑO MINIMO DE 1" HASTA UN TAMAÑO MAXIMO DE 4".	
<b>CUERPO</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA EL CUERPO DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 4".
<b>CORONA</b>	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA LA CORONA DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 3".
<b>GEOTEXTIL</b>	: EL GEOTEXTIL SERA DE CLASE 1 y CUMPLIRA CON LO ESTABLECIDO EN LA ESPECIFICACION TECNICA.

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGIA E HIDRAULICA  
CIP N° 97474

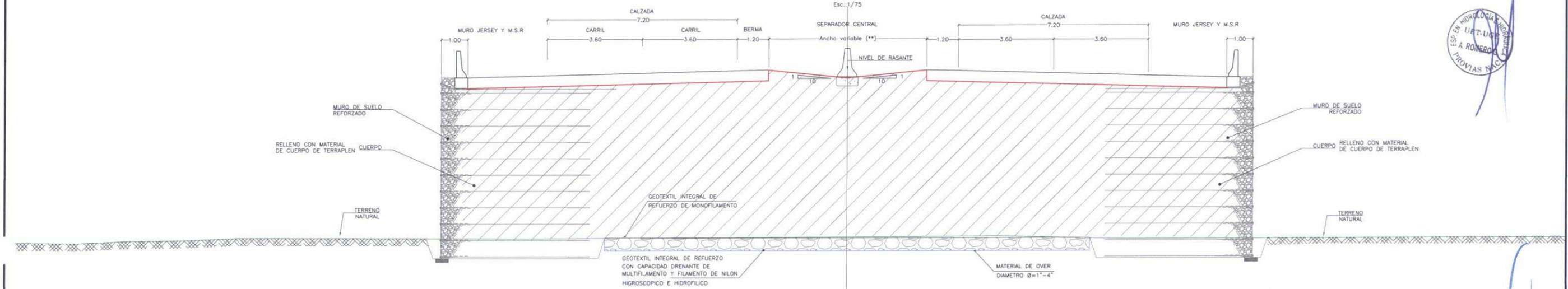
REVISIONES	
N°	FECHA

## **RAMAL SUR**

SECCION TIPO  
SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREATICA

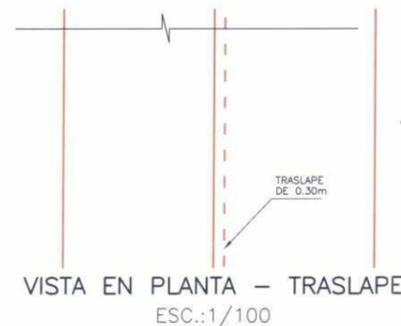


SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREATICA

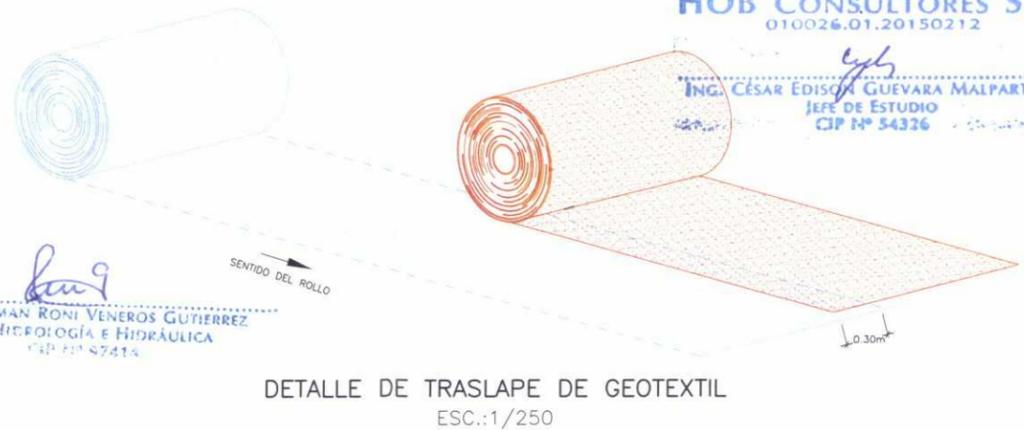


SECTORES CON PRESENCIA NAPA FREÁTICA — RAMAL SUR

Sector	Calicata				Solución Propuesta	Lado
	N° Calicata	Progresiva (KM)	Ubicación	Profundidad de Napa Freática (m.)		
km 01+810 - km 02+570	167	1+875	Eje/P. Der	1.50 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 2.0 m.)	Ancho de la vía proyectada
	168	2+000	Eje/P. Izq	1.50 m.		
	169	2+125	Eje/P. Der	1.40 m.		
	170	2+250	Eje/P. Izq	1.60 m.		
	171	2+375	Eje/P. Der	1.70 m.		
km 06+810 - km 07+200	172	2+500	Eje/P. Izq	1.60 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 2.0 m.)	Ancho de la vía proyectada
	207	6+875	Eje/P. Der	1.60 m.		
	208	7+000	Eje/P. Izq	1.40 m.		
	209	7+125	Eje/P. Der	1.60 m.		
km 07+600 - km 08+690	213	7+625	Eje/P. Der	1.30 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 2.0 m.)	Ancho de la vía proyectada
	214	7+750	Eje/P. Izq	1.20 m.		
	215	7+875	Eje/P. Der	1.20 m.		
	216	8+000	Eje/P. Izq	1.30 m.		
	217	8+125	Eje/P. Der	1.10 m.		
	218	8+250	Eje/P. Izq	1.40 m.		
	219	8+375	Eje/P. Der	1.40 m.		
	220	8+500	Eje/P. Izq	1.30 m.		
km 12+875 - km 13+125	221	8+625	Eje/P. Der	1.40 m.	Elevación de la subrasante conforme se indica en el diseño geométrico (altura promedio de 2.0 m.)	Ancho de la vía proyectada
	256	13+000	Eje/P. Izq	1.30 m.		



NOTA 1: LA ALTURA MAXIMA POR CAPA DE RELLENO SERA COMO MAXIMO DE 0.30m.



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
TERRAPLEN CON MATERIAL DRENANTE EN SECTORES CON NAPA FREATICA	
EL MATERIAL DRENANTE ESTARA CONSTITUIDO POR ELEMENTOS DUROS Y DURABLES, VARIABLES EN TAMAÑOS QUE ESTAN DENTRO DEL USO GRANULOMETRICO DE PIEDRA, DESDE UN TAMAÑO MINIMO DE 1" HASTA UN TAMAÑO MAXIMO DE 4".	
CUERPO	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA EL CUERPO DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 4".
CORONA	: EL MATERIAL TENDRA LAS MISMAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS QUE ESTABLECEN PARA LA CORONA DE TERRAPLENES, LOS CUALES ESTARA CONFORMADO CON MATERIAL DE CANTERA ZARANDEADO DE DIAMETRO MENOR A 3".
GEOTEXTIL	: EL GEOTEXTIL SERA DE CLASE 1 y CUMPLIRA CON LO ESTABLECIDO EN LA ESPECIFICACION TECNICA.

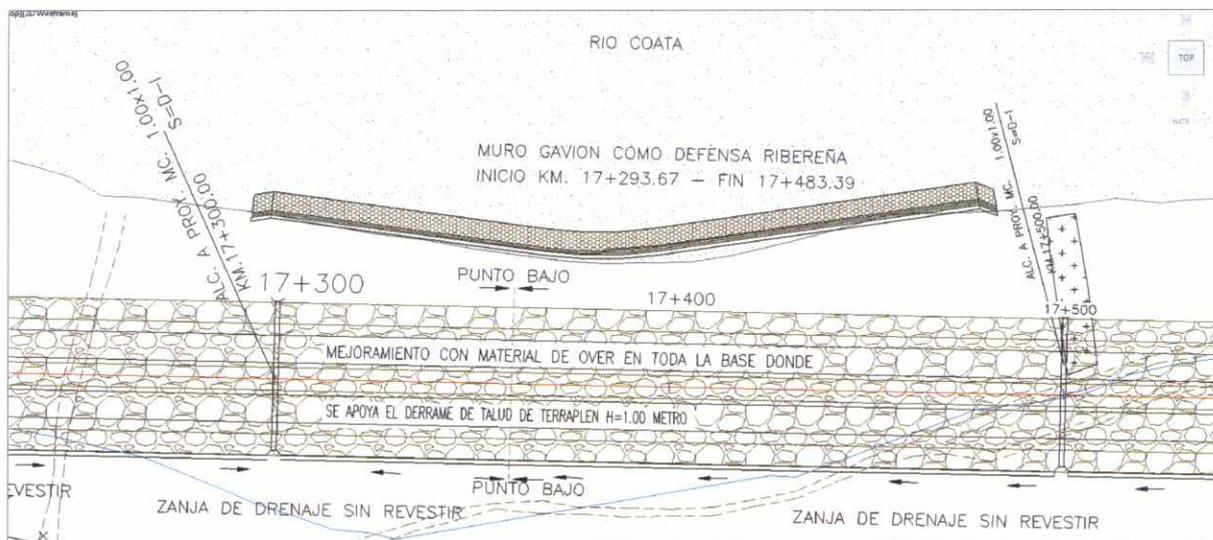
(\*) Nota: La solución considerada se propone en forma conjunta con las Especialidades de Suelos y Pavimentos, Geología y Geotecnia e Hidráulica y Drenaje.

### 3.6.3. Sector con erosión de ribera

Para contrarrestar el posible efecto erosivo del río Coata, se considera proteger el talud de la margen derecha con obras de defensa ribereña construidas en base a gavión, según evaluación del comportamiento hidráulico del sector comprometido, tal es el caso del sector Km. 17+294.56 – Km. 17+483.39, 18+270 – Km.18+270 – Km. 18+440, la altura promedio del gavión es variable comprendida entre 3.0 y 4.0 m, el cual estará 1.0m por debajo del fondo de cauce y entre 1.0 y 2.0m sobre él, este gavión llevará un colchón antisocavante de 5.0m como mínimo, tal como se aprecia en la lámina con código **EV-1508-H-DR-01** y **EV-1508-H-DR-02**, que se adjunta.

A continuación, se presenta en planta una imagen del sector indicado.

Sector con aparente proceso de erosión lateral del río Coata.



**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGIA E HIDRAULICA  
CIP N° 97414

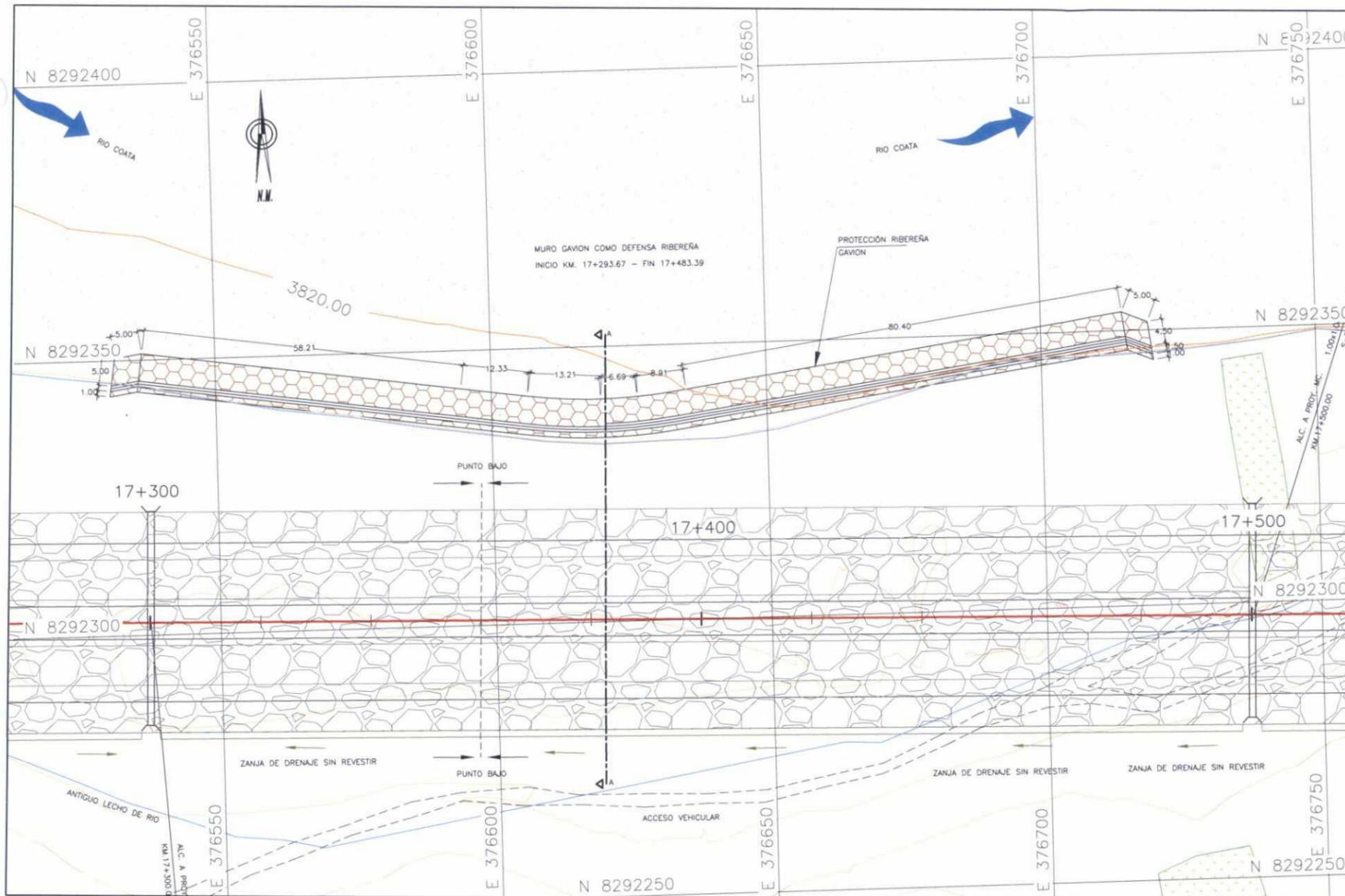
**HOB CONSULTORES S.A.**

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

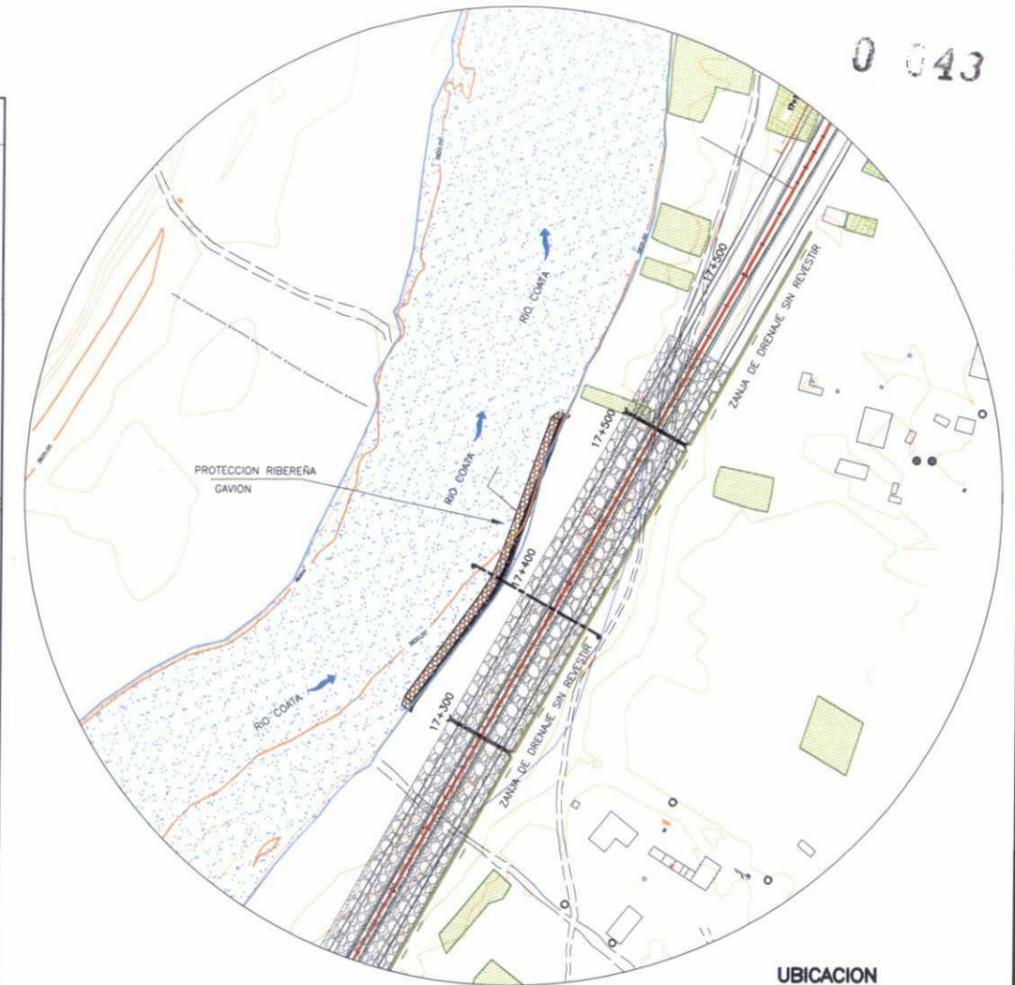
## **PLANO TIPICO DE EROSIÓN DE RIBERA**

## **RAMAL NORTE**

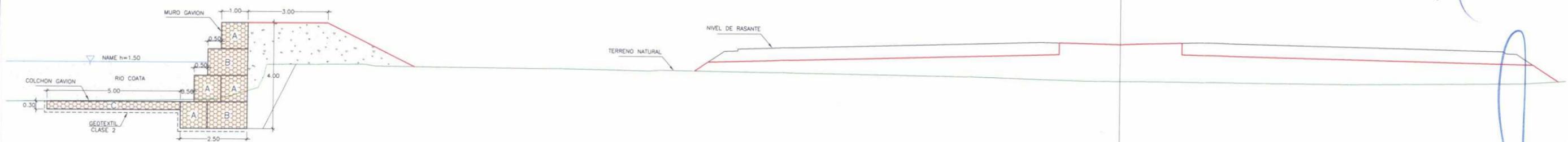
DEFENSA RIBEREÑA  
GAVION KM 17+293.67 - KM 17+483.39



PLANTA  
ESC. 1/500



UBICACION  
ESC. 1/5000



CORTE A-A  
ESC. 1/75

ING. WILIAM RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. Hidrología e Hidráulica  
CIP Nº 97474

HOB CONSULTORES S.A.  
010026.01.20150212

ING. CESAR EDUARDO GUEVARA MALPARTIDA  
Ingeniero de Estudio  
CIP Nº 54326

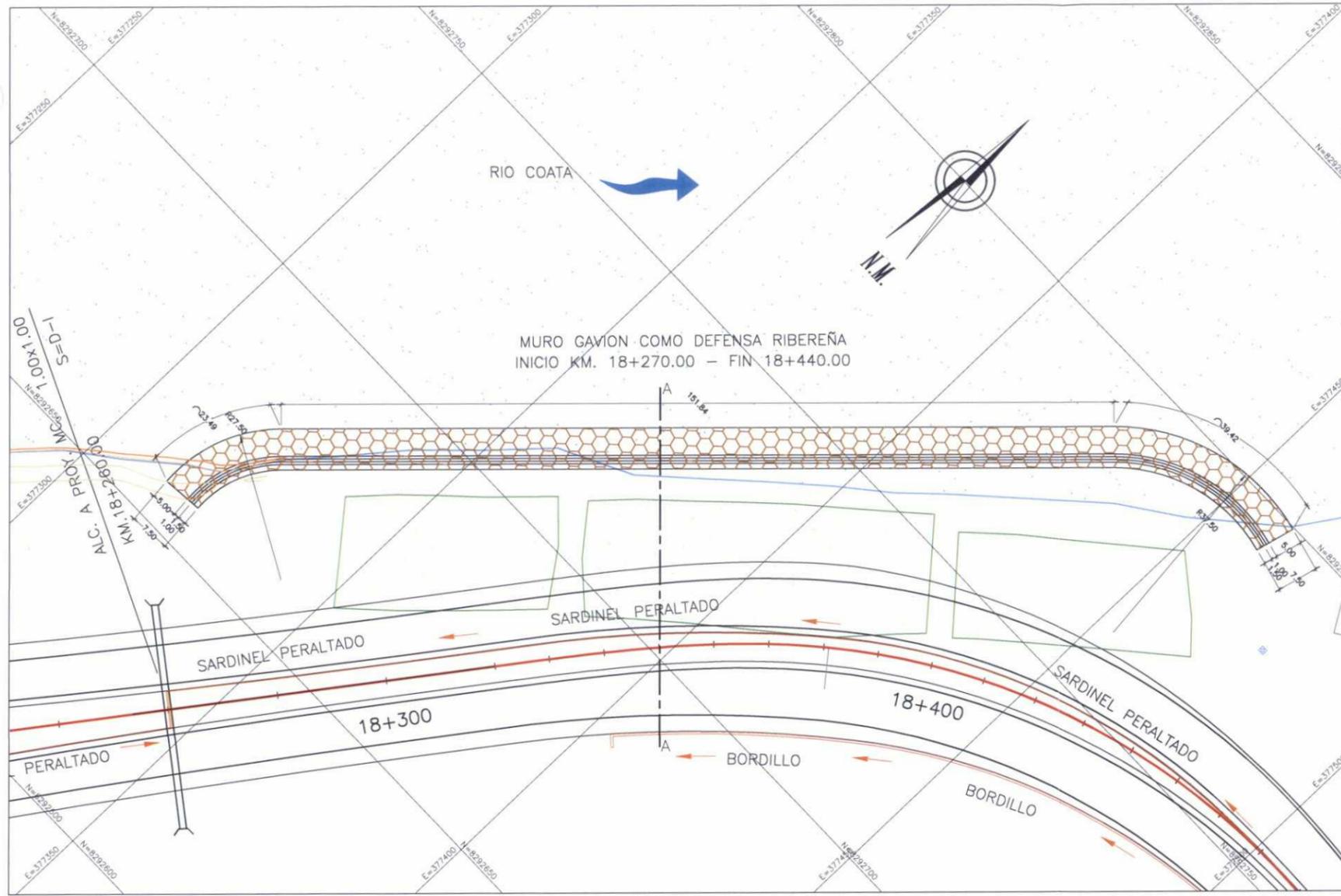
PROVIAS NACIONAL  
UET-UGB  
A ROMERO

PROVIAS NACIONAL  
A. Y. Y. G.  
S.E.-D.I.  
PVN

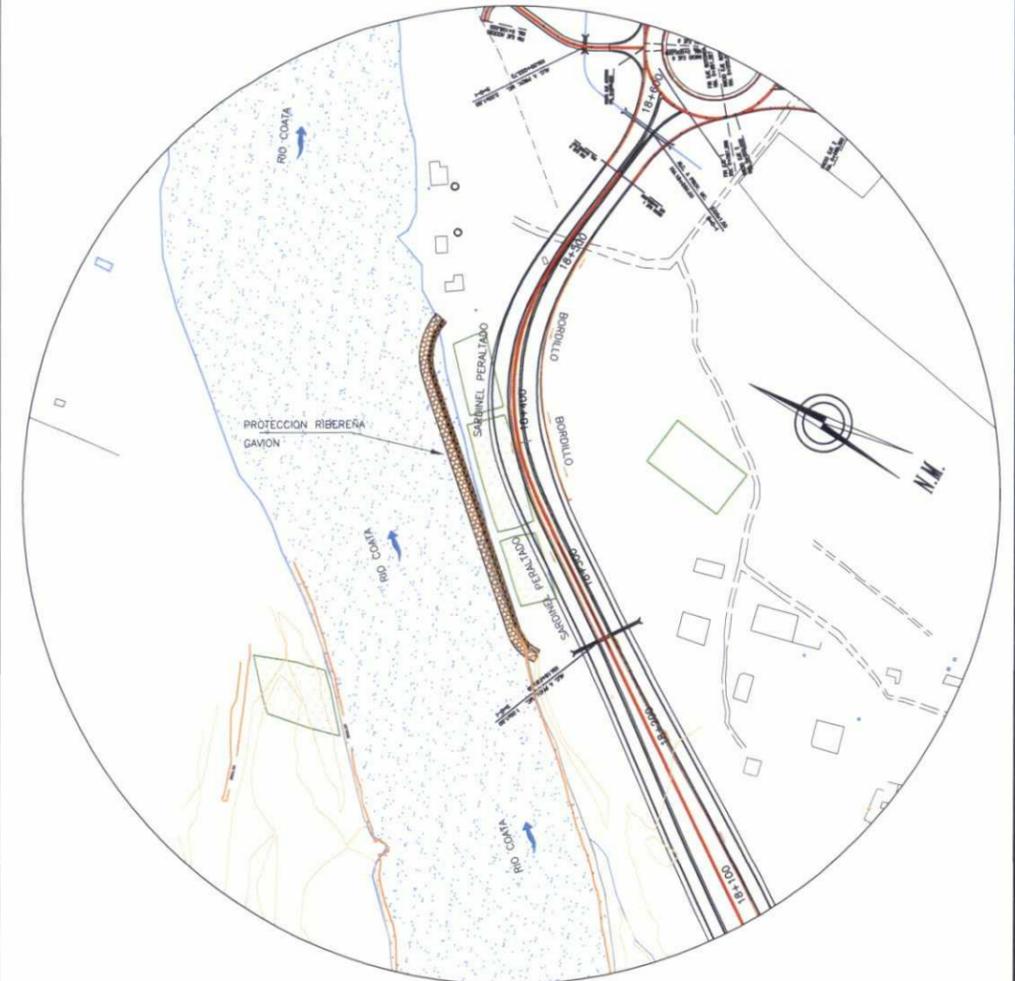
REVISIONES	
Nº	FECHA

DEFENSA RIBEREÑA  
GAVION KM 18+270.00 - KM 18+440.00

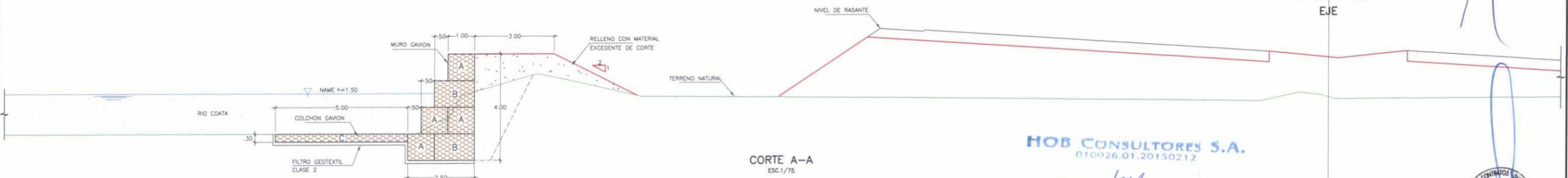
0 : 44



PLANTA  
ESC. 1/500



UBICACION  
ESC. 1/5000



CORTE A-A  
ESC. 1/75

ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
Esp. Hidrología e Hidráulica  
CIP 100 972 1

HOB CONSULTORES S.A.  
010026.01.20150212

ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 34376

ESP. EN HIDROLOGIA E HIDRAULICA  
WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
A. ROMERO  
PROVIAS NACIONAL

VERIFICACION DE CONTRATOS SUPERVISOR EN ESTUDIOS  
V. B. B. A. YUPUYG. S.E.O.I.  
P.V.N.

REVISIONES	
N°	FECHA

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Los registros de precipitación máxima en 24 horas (mm) corresponden a la estación Cabanillas.
- El periodo de registro utilizado corresponde a 1964 – 2015.
- Estos registros se ajustan a la distribución Gumbel.
- La generación de curvas IDF se realizó mediante el modelo matemático propuesto por Grunsky.
- Todas las estructuras de drenaje propuestas cumplen con el periodo de retorno definido para cada tipo, según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2011).
- En todo este sector se tiene un canal de sección variable que viene construyéndose.
- No se tienen cursos definidos que puedan poner en riesgo la estabilidad de la plataforma.
- Se tiene dos sectores de posible desborde de río Coata en la margen derecha, comprendido entre las progresivas Km. 17+300 – Km. 17+480 y Km. 18+270 – Km. 18+440
- Se ha proyectado muro del tipo Gavión comprendido entre las progresivas Km. 17+294.56 al Km. 17+484 y Km. 18+270 al Km. 18+440 con una altura promedio de  $H=4.00m$ .
- Ramal Norte se ha proyectado alcantarillas del tipo MCA de 1.00x1.00 (33 unidades), 1.20x1.20 (01 unidad), 2.00x1.50 (05 unidades), 2.00x2.00 (02 unidades), 3.00x1.00 (03 unidades), 4.00x1.50 (02 unidades)
- Cuneta triangular del tipo I de longitud 135 metros lado derecho, zanja de drenaje sin revestir 1769 metros al lado derecho de la vía proyectada.
- Ramal Sur se ha proyectado alcantarillas del tipo MCA de 1.00x1.00 (45 unidades), 2.00x1.50 (02 unidades), 3.00x1.00 (01 unidad), 3.00x1.50 (01 unidad), 4.00x1.50 (02 unidades).
- Cuneta triangular del tipo I de longitud 155 metros lado izquierdo, cuneta triangular del tipo II de longitud 100 metros lado derecho, cuneta rectangular con tapa 600 metros rotonda Caracoto, colector de drenaje tipo I 1010 metros rotonda Caracoto, zanja de drenaje sin revestir 160 metros al lado derecho de la vía proyectada.

### 4.2. Recomendaciones

- Las obras de drenaje proyectadas en todo el tramo de la carretera, deben construirse conforme a los diseños del Proyecto.
- Coordinar con las autoridades regionales y locales, la ejecución de las obras en sectores donde la vía atraviese centros poblados.
- Como las precipitaciones pluviales con más regularidad, se producen mayormente entre diciembre – marzo, toda explotación de canteras y trabajos de pavimentación se



**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326

recomienda efectuar entre los meses de abril a diciembre; sin embargo, se pueden ejecutar trabajos a lo largo de todo el año tomando sus precauciones.

- Realizar el mantenimiento rutinario de las cunetas y alcantarillas (post construcción), a fin de permitir el libre escurrimiento del agua de la zona adyacente a la carretera y preservar la vida útil de la vía y pavimento. Con mayor frecuencia durante los primeros años hasta que los taludes se estabilicen naturalmente.
- El proceso constructivo del canal Yocará a reubicar en diferentes sectores indicados en el cuadro del ítem 3.1 (inventario de canales) debe ser ejecutado sin afectar su funcionamiento hasta la culminación de los trabajos de reubicación de acuerdo al expediente técnico. Cabe mencionar que, para el empalme con el canal existente, se realizaran obras temporales que permitan el paso del flujo, toda vez que el canal no se debe interrumpir para no perjudicar a los usuarios.

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. WILMAN RONI VENEROS GUTIERREZ  
ESP. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA  
CIP N° 97414

**HOB CONSULTORES S.A.**

.....  
ING. CÉSAR EDISON GUEVARA MALPARTIDA  
JEFE DE ESTUDIO  
CIP N° 54326